

65
2y.

FACULTAD DE INGENIERIA **U.N.A.M.**

**Criterio de Optimización de las Dimensiones
de Dragado**

T E S I S
QUE PARA OBTENER TITULO DE
INGENIERO CIVIL
P R E S E N T A N
OCTAVIO JAVIER GONZALEZ FLORES
PABLO JAIME MEDINA ZAMORA





Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

INDICE

	PAGINA
INTRODUCCION	1
I. CRITERIOS TRADICIONALES DE DISEÑO	7
I.1 Diseño de zonas de acceso	7
I.2 Diseño de la sección transversal	9
I.2.1 Profundidad	9
I.2.2 Ancho	17
I.3 Diseño en planta	23
I.3.1 Distancia de parada	23
I.3.2 Trazado	27
I.4 Dársenas de ciaboga y operación	29
II. PROFUNDIDAD ECONOMICA DE UN PUERTO	35
II.1 Consideraciones Generales	35
II.1.1 Dragado de mantenimiento en las zonas del puerto	35
II.1.2 Probabilidad de excedencia de calados	36
II.1.3 Dimensionamiento en planta de las zonas del puerto	37
II.1.4 Probabilidad de excedencia de oleaje	38
II.1.5 Probabilidad de excedencia de marea	

II.1.6	Determinación del factor de claro bajo quilla	40
II.1.7	Factores Económicos	41
II.2	Integración de la Información	42
III.	APLICACION AL PUERTO DE GUAYMAS, SONORA	55
III.1	Consideraciones Generales	56
III.1.1	Dragado de mantenimiento en las zonas del puerto	56
III.1.2	Probabilidad de excedencia de calados	57
III.1.3	Dimensionamiento en planta de las zonas del puerto	68
III.1.4	Probabilidad de excedencia de oleaje	72
III.1.5	Probabilidad de excedencia de marea	80
III.1.6	Determinación del factor de claro bajo quilla	86
III.1.7	Factores Económicos	91
III.2	Integración de la Información	92
IV.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	111
	BIBLIOGRAFIA	115

INTRODUCCION

Puerto es un lugar en una costa o ribera adecuadamente protegida contra la acción de los elementos naturales para brindar seguridad a las embarcaciones que a él concurren, capaz de recibirlas en cualquier tiempo y dotado de instalaciones apropiadas para la recepción, almacenaje y transbordo de mercancías y pasajeros. Es el nexo entre los sistemas de transporte marítimo y terrestre o viceversa y sirve a una o varias zonas de actividad económica, las cuales, en conjunto, forman su "Hinterland".

La región terrestre de la cual y hacia la cual se orienta el flujo de productos que se mueven por un puerto se denomina Hinterland, que puede ser geográfico o económico.

Para que un puerto ofrezca un servicio eficiente, debe contar con instalaciones necesarias como:

Area abrigada para embarcación.

Area de maniobra para embarcación.

Atracaderos (muelles).

Almacenes (Bodegas, Patios, Silos, etc.).

Acceso al área portuaria.

Area de maniobras de transportes terrestres.

Astilleros.

El hecho de que una embarcación se presente frente a un puerto, lleva implícita la demanda de algún apoyo que las autoridades y prestatarios de servicios satisfacen, si es que se dispone de los recursos necesarios para ello. Una de las demandas principales consiste en una profundidad adecuada tanto en canales como en dársenas, que permita la navegación y operación eficiente y en condiciones de seguridad tanto para las embarcaciones y su carga.

De las dimensiones de los barcos, el calado es el factor que determina las profundidades a dar en los puertos o la modificación de las ya existentes cuando así se requiera.

La forma de modificar la profundidad de un puerto, consiste en efectuar una actividad conocida como dragado, el cual es la acción de ahondar y limpiar con equipos especializados que genéricamente se denominan dragas.

Podemos clasificar los dragados desde diferentes puntos de vista. Una primera clasificación, según su finalidad, podría ser la siguiente:

- Dragado de primer establecimiento.

Corresponde a los realizados en dársenas o canales en la fase de construcción de los mismos, con objeto de alcanzar las cotas de calado previstas en su proyecto.

- Dragados de mejora.

Tienen por objeto aumentar el calado obtenido en las obras de primer establecimiento.

- Dragados de conservación o mantenimiento.

Son los realizados para extraer los materiales depositados en el fondo como consecuencia de arrastres y tienen por objeto restituir el calado necesario en dársenas y canales.

Atendiendo a la técnica de ejecución de los dragados, pueden clasificarse en los siguientes grupos:

- Dragados por acción mecánica, en los que el material es extraído por penetración de una pala cuchara o cangilón.
- Dragados por succión, en los que el material se extrae a través de una tubería por la acción aspirante de una bomba.

El dragado de mantenimiento, en el caso de nuestro país, está a cargo de Servicios de Dragado, (SEDRA), la cual realizó en el periodo 1983-1986 en los 22 puertos más importantes del país alcanzando la cifra de 37,513,000 m³ de dragado, osea aproximadamente 9.5 millones de metros cúbicos al año, siendo los más significativos los puertos del Golfo de México, como se puede apreciar en la tabla 1.

Siendo los 22 puertos considerados en esta cifra los siguientes:

El Sauzal, B.C.	Salina Cruz, Oax.
Ensenada, B.C.	Puerto Madero, Chis.
San Felipe, B.C.	El Mezquital, Tamps.
Puerto Peñasco, Son.	La Pesca, Tamps.
Guaymas, Son.	Tampico, Tamps.
Topolobampo, Sin.	Tuxpan, Ver.
Mazatlán, Sin.	Veracruz, Ver.
San Blas, Nay.	Coatzacoalcos, Ver.
Puerto Vallarta, Jal.	Sánchez Magallanes, Tab.
Manzanillo, Col.	Frontera, Tab.
Lázaro Cárdenas, Mich.	Ciudad del Carmen, Tab.

Si se considera que el costo de dragado de un metro cúbico en México es de \$1.5 US Dlls, encontramos que el país tuvo una erogación de 56,269,500 US Dlls en cuatro años por concepto de dragado en estos , lo que indica que anualmente el país gastó 14,067,375 US Dlls. De aquí la importancia de que cualquier porcentaje de ahorro por concepto de optimización de las profundidades requeridas de un puerto, resulta tan significativo que merece atención.

Para el análisis de la profundidad de un puerto podemos apoyarnos principalmente en dos tipos de métodos: Métodos Determinísticos y Métodos Probabilísticos. El diseño de un puerto tradicionalmente se apoya en los Métodos deterministas, sin embargo la profundidad económica del puerto está en función de que el arribo de los

TABLA 1

REGISTRO HISTORICO DE DRAGADO POR LITORAL 1983 - 86
(miles de m3)

PERIODO	CONCEPTO	LITORAL		TOTAL
		OCEANO PACIFICO	GOLFO DE MEXICO	
1983	CONSTRUCCION	1,139	951	2,091
	CONSERVACION	1,113	7,403	8,516
	TOTAL	2,253	8,354	10,607
1984	CONSTRUCCION	1,048	822	1,869
	CONSERVACION	1,124	7,178	8,303
	TOTAL	2,172	8,000	10,172
1985	CONSTRUCCION	379	116	495
	CONSERVACION	1,351	6,631	7,982
	TOTAL	1,731	6,747	8,477
1986	CONSTRUCCION	0	0	0
	CONSERVACION	1,164	7,092	8,257
	TOTAL	1,164	7,092	8,257
CICLO 83 - 86	CONSTRUCCION	2,566	1,889	4,455
	CONSERVACION	4,753	28,304	33,058
	TOTAL	7,320	30,193	37,513

barcos se asemeje lo mayor posible a lo que se proyectó; como se puede observar, si las condiciones con las cuales se proyectó no se presentan, o bien, si algunas circunstancias tales como el mercado internacional o el crecimiento económico del país cambian radicalmente, la profundidad a la que se proyectó el puerto, puede no ser la óptima para las condiciones actuales. Aquí es donde podemos apoyarnos en los Métodos Probabilísticos, pues se tienen arribos históricos de embarcaciones y el posible aumento o disminución de ellos; por ello, el utilizar esta información con la cual el puerto funciona y no el estimar dichos datos, puede ayudar a establecer la comparación entre la opción de dragar a la profundidad de diseño o el utilizar la opción de que el buque de diseño tenga que esperar la condición de marea necesaria para arribar, con lo cual se obtiene un costo de espera. Manejando todos estos datos, es posible encontrar la profundidad óptima actual del puerto.

En esta tesis se enunciarán algunos criterios de diseño y se analizará el Método Probabilístico para proporcionar una alternativa en el mantenimiento actual de los puertos, ya que actualmente se cuenta con la información necesaria para utilizarlo, pretendiendo dar una base metodológica para poder aplicar este método a todos los puertos del país con objeto de optimizar sus dimensiones de dragado.

I. CRITERIOS TRADICIONALES DE DISEÑO

En este capítulo se presentarán los criterios tradicionalistas para el diseño de las áreas de agua, tanto para los canales de acceso en lo que se refiere a profundidad, ancho y longitud, como dársenas de ciaboga y operación.

I.1 Diseño de zonas de acceso.

El diseño de las zonas de acceso normalmente se puede dividir en dos partes, que son las siguientes:

- Diseño de la sección transversal.
- Diseño en planta.

Para el diseño de todas las áreas involucradas rigen las dimensiones del barco, como son la eslora, el calado y manga, lo cual está relacionado con el tonelaje y tipo de barco, para ello se pueden utilizar las gráficas obtenidas por Hay en 1968 (gráficas I.1.1) , o cuadros típicos que relacionan las dimensiones, como se indica en la tabla I.1.2.

GRAFICA 1.1.1

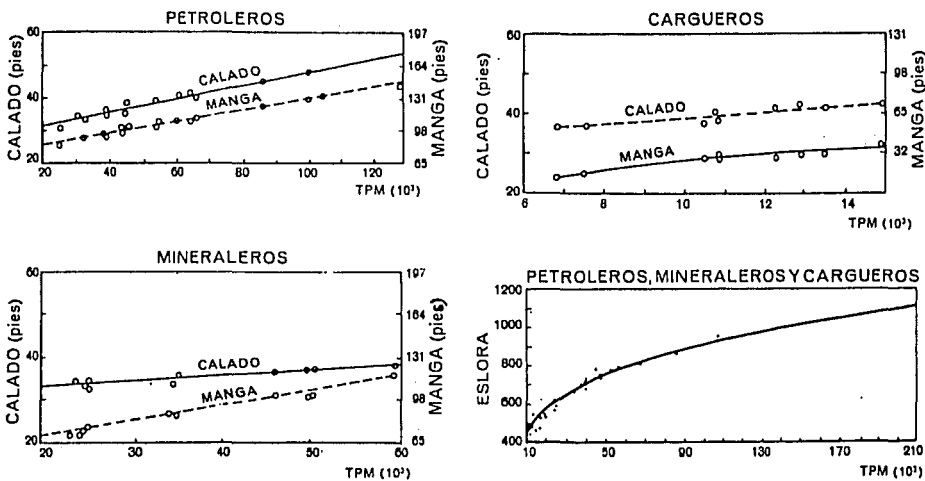


Table 1.1.1

Type	Tonnage	Overall length	Molded breadth	Molded depth	Full load draft	Type	Tonnage	Overall length	Molded breadth	Molded depth	Full load draft		
Passenger ship	Gross tonnage					Oil tanker	Dead weight tonnage						
	500	51	10.2	4.0	2.9		2,000	73	11.4	5.6	5.1		
	1,000	68	11.9	5.0	3.6		3,000	85	12.8	6.4	5.9		
	2,000	92	13.9	6.2	4.5		5,000	102	14.7	7.6	6.9		
	3,000	109	15.3	7.1	5.1		10,000	139	19.0	9.9	8.1		
	4,000	123	16.3	7.8	5.6		15,000	157	21.7	11.3	9.0		
	5,000	135	17.2	8.4	6.0		20,000	171	23.8	12.4	9.8		
	6,000	138	17.8	10.6	7.4		30,000	194	27.2	14.1	10.9		
	7,000	144	18.6	11.1	7.7		40,000	211	29.9	15.4	11.7		
	8,000	150	19.3	11.6	7.8		50,000	226	32.1	16.5	12.5		
	9,000	155	20.0	12.0	8.0		70,000	250	35.9	18.4	13.6		
	10,000	160	20.6	12.3	8.2		100,000	270	39.0	19.2	14.6		
	15,000	181	23.1	13.9	8.8		150,000	291	44.2	23.0	17.9		
	20,000	197	25.1	15.1	9.2		200,000	325	47.2	24.5	19.0		
30,000	223	28.2	17.0	10.0	250,000	348	51.8	25.6	20.0				
General cargo ship	Dead weight tonnage					Ore carrier	Dead weight tonnage						
	700	51	8.5	4.6	3.8		10,000	140	18.7	10.5	8.1		
	1,000	58	9.5	5.1	4.2		15,000	157	21.5	11.9	9.0		
	2,000	74	11.7	6.3	5.1		20,000	170	23.7	12.9	9.6		
	3,000	86	13.2	7.2	5.9		30,000	192	27.3	14.5	10.6		
	4,000	95	14.4	7.8	6.4		40,000	208	30.2	15.8	11.4		
	5,000	103	15.4	8.4	6.8		50,000	222	32.6	16.8	11.9		
	6,000	124	16.9	9.5	7.2		70,000	244	37.8	18.7	13.3		
	7,000	129	17.6	10.0	7.5		90,000	250	38.5	19.7	14.5		
	8,000	135	18.3	10.4	7.8		100,000	275	42.0	23.0	16.1		
	9,000	139	18.7	10.8	8.0		150,000	313	44.5	24.7	18.0		
	10,000	144	19.4	11.2	8.2		Gross tonnage	Ferryboat	1,000	75	13.4	5.0	4.0
	15,000	162	21.7	12.7	9.1				2,000	90	16.2	9.8	4.3
	20,000	177	23.4	13.8	10.0				3,000	105	17.7	10.5	5.0
30,000	199	26.1	15.7	11.0	4,000	122			20.0	11.2	5.3		
40,000	217	28.3	17.2	11.9	6,000	138			21.4	12.7	5.9		
50,000	232	30.0	18.4	12.7	8,000	155			21.8	13.2	6.1		
					10,000	168			24.0	14.7	6.5		
					13,000	195	24.0	16.1	6.7				
Oil tanker	Dead weight tonnage												
	700	50	8.5	4.0	3.7								
	1,000	57	9.4	4.5	4.2								

I.2 Diseño de la sección transversal.

I.2.1 Profundidad.

Depende, desde un punto de vista puramente náutico, del barco, de la naturaleza del fondo y de las condiciones metereológicas y oceanográficas.

Así pues, la profundidad de la zona de acceso deberá ser suma de:

- Calado a plena carga del buque (considerando la variación de la densidad del agua w).
- Nivel debido a la marea astronómica y metereologica.
- Trimado o escora a popa por efecto de la carga.
- Squat o descenso debido al avance.
- Cabeceo (debido al oleaje).
- Tolerancias de acuerdo con la naturaleza del fondo.

Los puntos anteriores se muestran en la Figura I.2.1.1

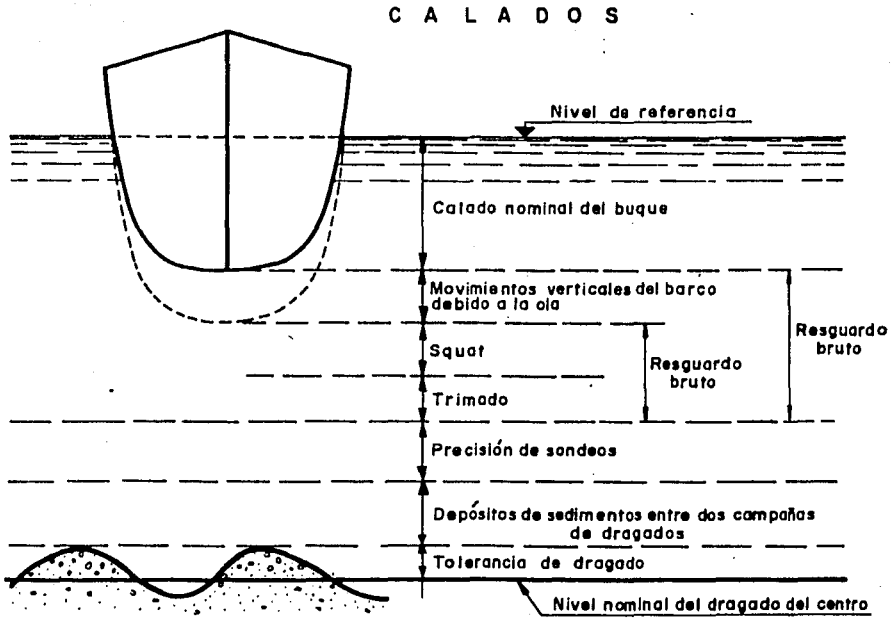


FIGURA 1.2.1.1

CALADO DEL BUQUE.

El calado del buque es la profundidad máxima del casco con respecto al nivel del agua.

Por lo que se refiere a la variación de densidades un buque que abandona una zona de aguas saladas para entrar a una de agua dulce sufrirá un incremento de su calado debido a la diferencia de densidades del agua, de 1.025 gr. a 1.00 gr. por centímetro cúbico. El calado adicional en agua dulce deberá tomarse de un 2 a un 3 % del que se maneja en aguas saladas, dependiendo ligeramente de la forma del casco. Un buque calando 10.7 m. en agua salada podrá llegar a calar 11.0 m. en agua dulce.

MAREA.

El diseño tradicional se deja referido a los niveles mínimos de marea, lo que implica que cualquier embarcación pueda entrar al puerto bajo cualquier condición; sin embargo, debe considerarse que esto es un fenómeno puramente aleatorio susceptible de optimización.

Si la amplitud de marea es grande en el sitio y no se tiene una programación de arribo de embarcaciones con anticipación, puede ser económicamente conveniente el uso de rangos de la amplitud de la marea para producir las profundidades requeridas.

TRIMADO.

Frecuentemente un barco no es cargado con el mismo calado a lo largo del mismo, a esta diferencia se le conoce como trimado o escora. SK Eisiminger observo que el buque usualmente tiene un asentamiento hacia popa aproximadamente de 15 mm por cada 10 m. de longitud. The Dock and Harbour Authority reporta que el trimado a popa es generalmente de 0.3 a 0.6 m.. De pruebas realizadas por The Sogreah Laboratory se concluyó que el trimado a bajas velocidades se inclina a proa y que a altas velocidades se inclina a popa.

SQUAT.

Para barcos en aguas restringidas y a mayor velocidad, se produce un desplazamiento de masas de agua que generará un abatimiento del nivel del barco.

En zonas de acceso, el barco siempre circula a una velocidad inferior a la velocidad critica del canal de acceso (velocidad a la cual se producen fuertes oscilaciones del buque y que es $V_{cr} = \sqrt{g h}$ en donde, h= calado del acceso ; g= gravedad).

El descenso viene dado por:

(Constantine 1961)

$$\frac{V_1}{(gh_1)^{0.5}} = \frac{((2d(1-d-s))^2)^{0.5}}{(1-(1-d-s))^2)^{0.5}}$$

En donde:

$$d = \text{descenso adimensional} = \frac{h_1 - h_2}{h_1}$$

h_1 = profundidad del canal antes de que pase el buque

h_2 = calado del buque.

$$S = \frac{\text{sección transversal del buque}}{\text{sección del canal}}$$

V_1 = velocidad del buque respecto al agua.

O bien se puede utilizar la Figura 1.2.1.2

FIGURA 1.2.1.2

$$F_1 = n^2 \text{ de Froude} = V_1 / (gh_1)^{1/2}$$

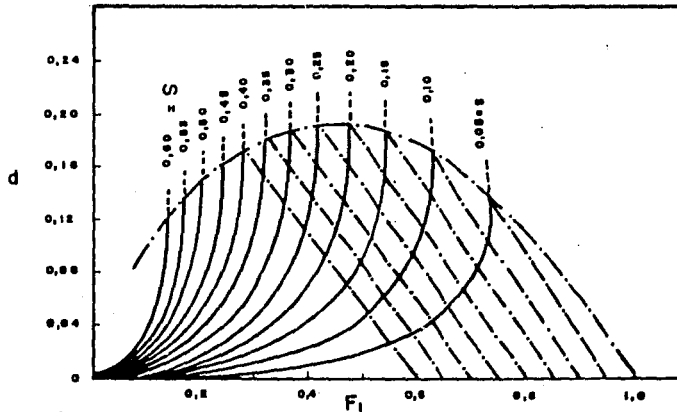
$$d = \text{descenso adimensional} = (h_1 - h_2) / h_1$$

h_1 = prof. del canal sin perturbar

h_2 = prof. al paso del flotador

S = factor del perfil = $\frac{\text{área cuaderna maestra}}{\text{sección del canal}}$

V = Velocidad del flotador resp. al agua.



CABECERO

Conviene señalar que un barco flotando libremente posee, como sólido rígido, 6 grados de libertad: 3 traslaciones y 3 giros. Tradicionalmente en terminología marítima éstos se denominan, siendo XZ el plano de simetría del barco (Figura I.2.1.3):

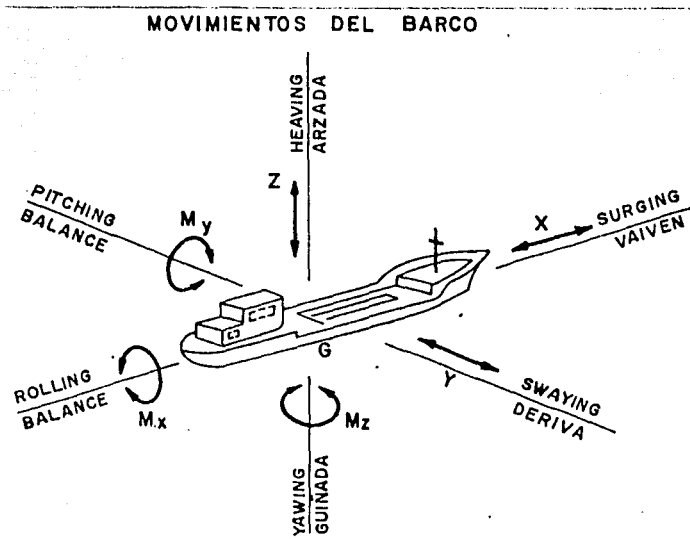


FIGURA I.2.1.3

Donde:

- G: centro de gravedad
- x: surge (vaivén)
- y: swag (deriva)
- z: heave (arzada)

M_x : roll (balanceo)

M_y : pitch (cabeceo)

M_z : yaw (guiñada)

De éstos, sólo la arnadada, el cabeceo y balanceo producen una componente vertical y por tanto nos interesan a efecto de calcular el máximo movimiento vertical del barco.

Este se calculará sumando los tres citados vectorialmente según las leyes de la mecánica racional.

Para el diseño se deberá recordar que este movimiento (restringiéndonos a un mar unidireccional formado por un tren de ondas regulares sincoidales) será armónico. El valor que tomamos es la amplitud del movimiento en el punto en que ésta sea máxima.

Los movimientos que dan una componente en el plano horizontal (vaiven, deriva y guiñada) son los utilizados para el trazado en planta.

El cabeceo es un movimiento vertical producido por el oleaje. El resguardo representa una seguridad adicional y es función del riesgo que supone un choque con el fondo.

El FIANC recomienda un resguardo total de 3-3.5 m para zonas con oleaje o de 1.5-2.5 m para zonas sin oleaje, o bien del 10 al 15% del calado del buque.

Otro criterio utilizado es el de tomar la mitad de la altura de ola, para el cabeceo.

TOLERANCIA DE ACUERDO CON LA NATURALEZA DEL FONDO

Se requiere un factor empirico además de aquellos factores tratados anteriormente para facilitar la maniobrabilidad, eficiencia de la propela y un factor de seguridad. El factor empirico es usualmente de 0.6 a 1.2 m, el valor minimo es usado para fondos de arena y velocidades bajas, el máximo valor, para fondos rocosos y altas velocidades. El factor empirico reduce la posibilidad de que la propela del buque se encuentre sensiblemente por debajo de objetos flotantes y además reduce la posibilidad de provocar acumulacion de material en el fondo debido al paso del buque en ciertas zonas y que pueden afectar a otros buques.

En el canal de acceso por ser susceptible de verse afectado por el transporte del litoral, se le da un factor empirico de 1.2 m o mayor para facilitar el mantenimiento del mismo.

La profundidad total requerida por el buque de diseño a la entrada del puerto o en el canal de acceso es la suma de los factores discutidos anteriormente, los cuales son aplicables a un caso especifico. Deberá enfatizarse la utilización de la

experiencia local para asignar un valor a cada factor.

I.2.2. Ancho

La anchura se suele medir al pie del talud de los canales, o para canales muy profundos, a partir del calado de diseño.

La anchura dependera de los siguientes factores:

- Características del barco: manga, velocidad y maniobrabilidad.
- Características de la explotación del canal de acceso.
- Características del acceso: planta, profundidad, estabilidad de márgenes.
- Oleaje, viento y corrientes.

En ausencia de viento, corrientes y oleaje el PIANC recomienda:

- Una anchura de 3-4 veces la manga para una sola ruta.
- Una anchura de 6-7 veces la manga si se permiten dos rutas paralelas.

Hoy, existen sofisticadas técnicas que permiten diseñar los accesos teniendo en cuenta estos factores y además el elemento humano al conducir al barco a través del acceso, utilizando para ello modelos matemáticos y en otras ocasiones modelos físicos.

Para compensar empujes del tipo de viento y corriente y también la deriva producida por el oleaje, el buque debe adoptar un

Cierta angulo de deriva que, en régimen permanente, viene dado por la fórmula:

(Balanin y Bykov, 1964)

$$\delta = \text{arc sen} \frac{K U C_o \text{ sen} \alpha}{V_b}$$

en donde:

K = es un coeficiente que depende de las condiciones del acceso (esto es : canal o area abierta).

U = velocidad de la perturbación.

C_o = coeficiente función del área expuesta al viento y el area expuesta a la corriente.

V_b = velocidad del barco.

α = angulo entre la dirección del viento o corriente y el eje longitudinal del barco

Así, el ancho ocupado por el buque es :

$$B_t = L \text{ sen} \delta + B \text{ cos} \delta$$

L = eslora

B = manga

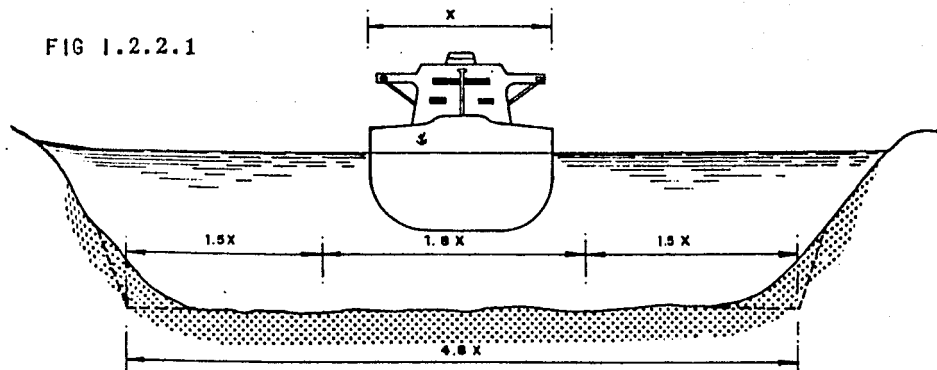
A continuación se dan los esquemas propuestos por Hay 1968, para el ancho de los canales de acceso.

- 1) Un criterio conservador para determinar el ancho para un solo barco en la via navegable es el considerar 4.8 mangas, lo que

supone la siguiente hipótesis:

- El navio se maneja satisfactoriamente.
- Velocidad respecto al fondo: 8 nudos.
- Bajos frecuentes a lo largo de las márgenes.
- Corriente: 2 nudos paralela a tierra.
- Vientos: moderados a fuertes, frecuentes.

véase figura 1.2.2.1



2) Ancho para dos barcos en la vía navegable; un criterio conservador es el de tomar 7.8 veces la manga, considerando la siguiente hipótesis:

- Los navios se manejan satisfactoriamente.
- Velocidad respecto al fondo: 5 nudos.
- Barcos: recubiertos.
- Corrientes: 4 nudos, paralelas a tierra.
- Vientos fuertes: poco frecuentes.

vease figura 1.2.2.2

Otro criterio utilizable para el ancho del canal de acceso es el

propuesto por Duncan Hay (1968), para lo cual el ancho de un canal se pueda dividir en tres partes:

- Vía de maniobra.
- Resguardo por encuentro con barcos.
- Resguardo para márgenes y canales.

- Vía de maniobra.

Es el espacio destinado en el canal de acceso, en toda su longitud, para que un barco circule a través de él sin problemas de maniobrabilidad.

Para considerar la acción de vientos y corrientes se puede suponer una guiñada de 5° .

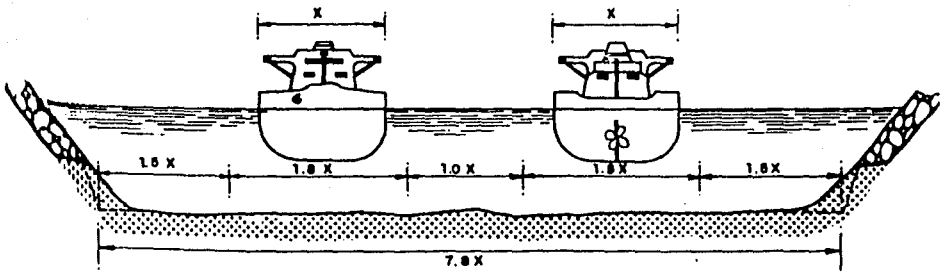


FIGURA 1.2.2.2

- Resguardo por encuentros.

Es el espacio mínimo que se propone entre las embarcaciones al aproximarse entre sí por razones de seguridad.

Cuando dos buques se cruzan, las fuerzas de atracción y repulsión entre ellos dependen de:

V = velocidad del buque.

L = eslora.

x = distancia longitudinal.

l = distancia transversal.

Las fuerzas son:

$$F = \frac{V^2}{2} L^2 f_1(x, \lambda)$$

$$M = \frac{V^2}{2} L^3 f_2(x, \lambda)$$

f_1 y f_2 vienen definidos en las Figuras I.2.2 a), b), c) (tomadas del DTME Report, 1461).

3.2 Resguardo para márgenes y canales.

Es el espacio que se requiere por seguridad entre las márgenes y los barcos que circulan por los canales de navegación adyacentes.

Al aproximarse el buque a márgenes y canales, se producen fuerzas y momentos de atracción y repulsión.

En el canal de Panamá se acepta una guiñada de 5° debido a estos efectos.

Mc Aleer, Wicker y Johnston recomiendan tomar un resguardo de 1.5 veces la manga.

1.3 Diseño en planta.

1.3.1 Distancia de parada.

Es la distancia necesaria para que el buque frene debido a la velocidad con que entra al puerto.

La maniobra de parada es fundamental para dimensionar dársenas, antepuertos y accesos en general, y depende de:

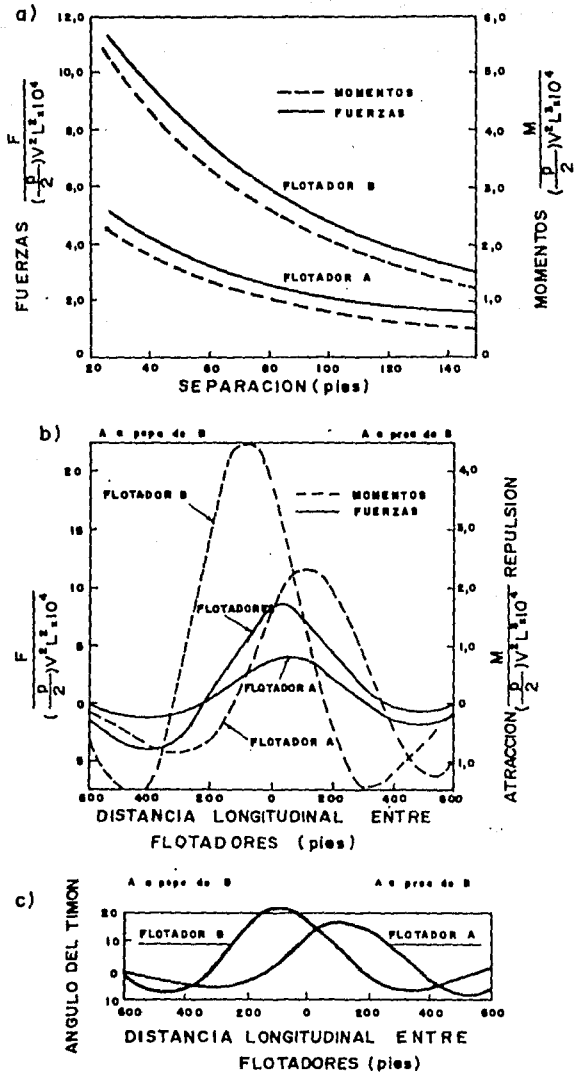


FIGURA 1.2.2
a) b) c)

- Velocidad inicial con que se realiza la maniobra.
- Forma en que ésta se ejecuta (dando marcha atrás, con hélice libre o con hélice fija).
- Características del buque y la zona de acceso.
- Uso de remolcadores.

Existen ábacos que nos dan idea de la distancia de parada D , en función de la velocidad V , del calado C , y de la profundidad H , (Ábaco de Kempf, Figura I.3.1.1).

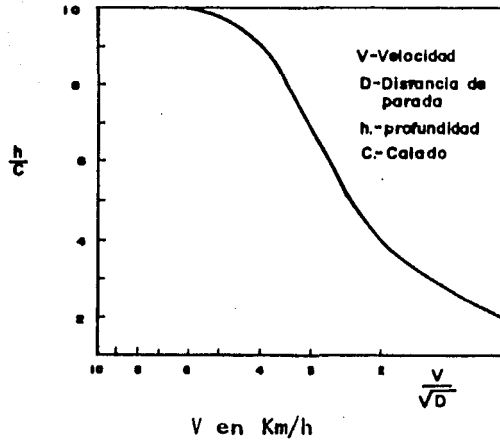
Existen, asimismo, fórmulas aproximadas que nos dan la distancia S y tiempo t de parada en función de:

- La masa del buque m .
- La masa hidrodinámica mh .
- La resistencia del movimiento a la velocidad V considerada, R_0 .

En caso de que las máquinas estén paradas la resistencia R_0 , variará, dependiendo también, como hemos dicho, de que la hélice vaya fija o libre.

Como norma general se puede dar una distancia de parada del orden de 4 esloras.

Para velocidades superiores a 5 nudos se usa la fórmula:



ABACO DE KEMPF FIG 1.3.1.1

$$D = 4 L \frac{V}{2.5} + L$$

donde:

D = distancia de parada .

L = eslora.

V = velocidad del buque respecto al agua.

1.3.2 Trazado.

Es la trayectoria que debe describir el barco desde su presencia fuera del puerto hasta su colocación en el muelle.

Como regla práctica se puede indicar que interesa concebir un trazado que permita realizar al buque las maniobras más sencillas posibles, como lo especifica el PIANC en su XX Congreso, estableciendo los siguientes puntos.

- El canal deberá ser razonablemente recto.
- Debe estar libre de curvas en S.
- Debe ser perpendicular a la línea de costa, a menos que haya una dirección predominante de temporales; entonces, ésta será la dirección del canal.

Muchos navegantes prefieren llegar a un cambio de dirección mediante tangentes cortas unidas por curvas no largas.

Podemos obtener una idea de la capacidad de maniobra del barco, mediante abacos y curvas provenientes de ensayos de maniobrabilidad realizados en aguas tranquilas. Estas curvas existen para casi todos los barcos con diseño comercializado, y en ellas se ve que el diámetro del círculo de maniobra es del orden de 1.6 esloras. En ausencia de remolcadores, este diámetro deberá aumentarse a 3 esloras (Figura I.3.1.1).

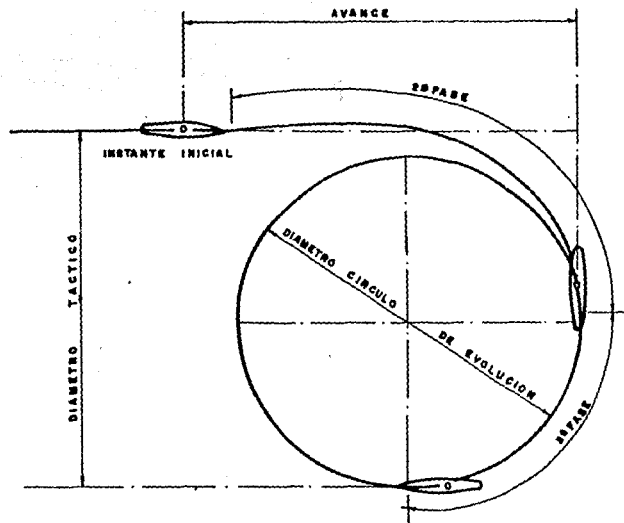


FIGURA I. 3.1.1

Normalmente se ensanchan los canales en las secciones no rectas.

El radio debiera ser lo mayor posible. Una regla práctica puede ser fijar un minimo para el radio en función del ángulo de giro de la curva.

Angulo	Radio Minimo
< 25°	> 3L
25° < 35°	> 5L
> 35°	> 10L

Donde L es igual a eslora.

(de Hg. 1968, en Dock & Harbour.)

1.4 Dársenas de ciaboga y operación.

Dársena de ciaboga.

También llamada círculo de maniobras, es decir el área de agua que necesita un buque para virar en redondo invirtiendo el sentido de su marcha. Esta operación puede efectuarla el buque por sus propios medios, utilizando las anclas, o sirviéndose de remolcadores.

En el primer caso, la maniobra es la que se indica

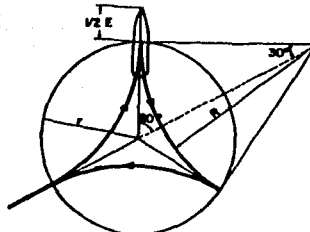
esquemáticamente en la figura I.4.1 . de la que se deduce:

$$r = R \tan 30^\circ = 0.58 R$$

Como esta maniobra la ha de efectuar el buque en zona abrigada, el radio de giro R variará, entre $R = 1.5 E$ para los barcos pequeños y $R = 3.5 E$ para los buques de grandes dimensiones, siendo E la eslora, por lo que el diámetro del círculo de maniobrar con los propios medios del buque, estará comprendido entre:

$$2 (r + \frac{1}{2} E) = 2 (0.58 \cdot 1.5E + 0.5E) = 2.75E$$

$$2 (r + \frac{1}{2} E) = 2 (0.58 \cdot 3.5E + 0.5E) = 5E$$



Maniobra de ciaboga con los propios medios del barco

FIG I.4.1

pu diéndose interpolar los radios correspondientes para los casos de embarcaciones de dimensiones intermedias.

Si el buque lleva a cabo la maniobra utilizando el ancla, ha de fondearla por la banda en cuyo sentido se efectúa el giro, dar máquina avante describiendo el círculo con centro en el ancla y radio aproximadamente de una eslora (fig. I.4.2), conviniendo adoptar un margen de seguridad de media eslora.

En caso de que la maniobra se efectúe con dos remolcadores, de los cuales uno empuja por popa y el otro por proa, el buque gira sensiblemente sobre si mismo y el diámetro del círculo de maniobras se aproxima a una eslora del buque, conviniendo asimismo aumentarlo prudentemente por media eslora (fig I.4.3).

Actualmente existen también sistemas de propulsión y dirección, como el llamado "Timon Activo", con el que el buque tiene mucha mas libertad de movimiento, permitiéndole virar casi sobre si mismo sin auxilio de remolcadores. Para la fijación de las dimensiones del antepuerto no se deben tener en cuenta estos casos especiales, que están poco generalizados; es más conveniente adoptar como mínimo las dimensiones antes indicadas.

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

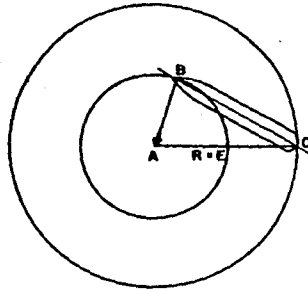


FIG 1.4.2

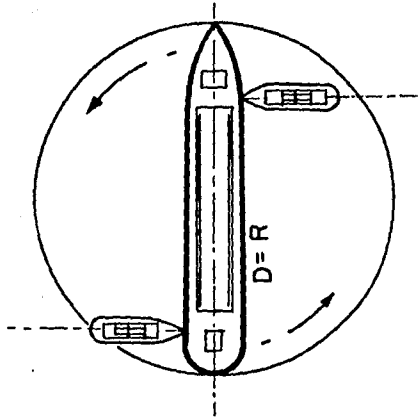


FIG 1.4.3

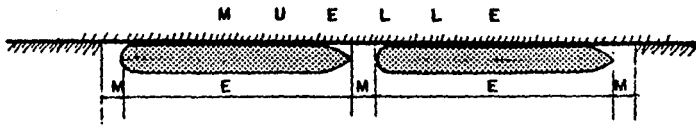
Dársenas de operación.

Las dársenas de operación son obras interiores de los puertos destinadas a la recepción de barcos que llegan a atracar en los muelles que las limitan. Las diversas formas y dimensiones de las dársenas están regidas por: El tipo, dimensiones y frecuencia de arribo de los buques de diseño que arriban a cada muelle y por la topografía del lugar.

Se define a la dársena como un área de agua contigua a los muelles, que permite a las embarcaciones atracarse para efectuar sus operaciones de carga y descarga.

La longitud y área de una dársena se dimensiona de acuerdo con el tipo y número de barcos que llegan a atracar a los muelles, considerando como factor principal para definir la longitud, la eslora (E) de cada barco, más un espacio entre la proa de uno y la popa de otro igual a una manga (M) de los mismos. Estos espacios dependerán del número de embarcaciones atracadas, siendo el objeto permitir una fácil maniobra de atraque o desatraque; o bien, evitar averías entre las embarcaciones al ceder por alguna circunstancia sus amarres (Figura I.4.4.).

Cabe mencionar que al hablar de las dársenas de operación se está involucrando la longitud del muelle al cual dan servicio, lo que indica que esta longitud es la misma que la de su dársena de operación, y el ancho de la dársena será igual a dos veces la manga del buque de diseño de la zona.



Muelle Marginal

Muelles en Peine

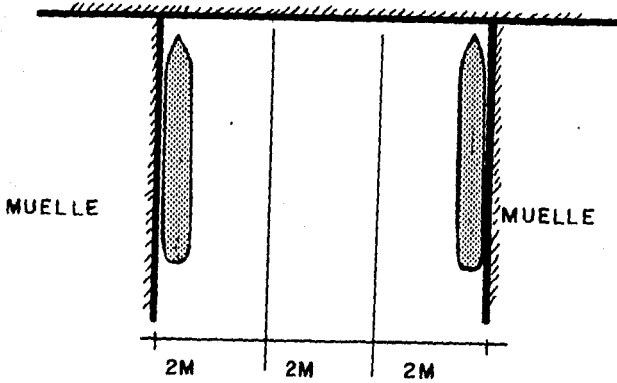


FIGURA 1.4.4

II. PROFUNDIDAD ECONOMICA DE UN PUERTO.

Todas las dimensiones de las áreas de agua son susceptibles de optimizarse, ya sea en el canal o en dársenas, en este capítulo es donde se propone la metodología para encontrar la profundidad económica de un puerto basándonos en la filosofía de los Métodos Probabilísticos.

El método supone la experiencia del puerto en operación y no de nuevos proyectos de los cuales no se dispone de información estadística de mantenimiento y arribos de buques, en cuyo caso también todo esto tendría que simularse.

II.1 Consideraciones Generales.

II.1.1 Dragado de mantenimiento en las zonas del puerto.

Inicialmente, de los registros históricos de dragado de conservación para cada puerto en particular, se obtendrá un dragado promedio que se distribuirá en las zonas del puerto de acuerdo con sus dimensiones especiales, como longitud, ancho, profundidad, y también de acuerdo con la relevancia adquirida en cuanto al volumen de dragado de conservación manifestada en los

registros históricos. En el caso de México normalmente esta información será recopilada por medio de datos proporcionados por Servicios de Dragado, teniendo en cuenta la clasificación del dragado, o sea dragado de mantenimiento o dragado de construcción.

II.1.3 Probabilidad de Excedencia de Calados.

Del "Concentrado de Operación por Buque" (Forma B), elaborado por la Dirección General de Puertos, se aprovechará para conformar una muestra estadística en cuanto al tonelaje bruto de registro, eslora, manga, calado, muelle de atraque, permanencia en muelle y principal producto manejado, lo que permitirá elaborar una tabla de probabilidad de excedencia de calados, por zona y de acuerdo con las características del buque, con un máximo, un mínimo, el tamaño de la muestra o número de buques, el promedio de calado, la desviación estándar y el coeficiente de variación. De igual modo, se identificarán la eslora y manga máxima, lo que posteriormente normará las dimensiones adecuadas en canales, dársenas y muelles.

Para establecer la demanda de profundidad, será necesario reunir la información acerca del calado máximo que presentaron las embarcaciones en los últimos dos años. Las principales fuentes de información serán las "Formas B" y las DBI que se elaboran en la Dirección General de Puertos de la Secretaría de

Comunicaciones y Transportes, los reportes de calado de Petróleos Mexicanos y las características principales de la flota pesquera asentada en el anuario estadístico 1966 de la Secretaría de Pesca.

II.1.3 Dimensionamiento en planta de las zonas del puerto.

Los datos obtenidos de las dimensiones de los buques de diseño para cada zona, permitirán obtener las dimensiones de los muelles, darsenas y canales de navegación, basándose en las teorías del capítulo I.

II.1.4 Probabilidad de excedencia de oleaje.

El objeto de este apartado es el de obtener una tabla de probabilidad de excedencia de altura de oleaje que se basará en los datos de oleaje de la zona, ya sea en los datos del Sea and Swell, o bien calculando las alturas de olas basándose en los registros de viento de la zona; esto se halla en función de la existencia de datos de oleaje en la zona.

En caso de tener que generar las alturas de olas basándose en los registros de vientos, se recomienda utilizar el método SMB

La metodología para determinar las características de oleaje se basa en las fuerzas generadoras (velocidad del viento), para lo cual se recopiló la información estadística sobre el viento en la

zona, se aplicaron las ecuaciones de Bretschneider y la distribución de Raleigh con las que se establecieron las alturas, periodos, direcciones y frecuencias de oleaje. Dichas ecuaciones son las que aparecen a continuación.

$$\frac{gH}{Ua} = 0.283 \tanh \left[0.530 \left[\frac{gd}{Ua} \right]^{.75} \right] \tanh \left[\frac{0.00565 \left[\frac{gF}{Ua} \right]^{0.5}}{\tanh \left[.530 \left[\frac{gd}{Ua} \right]^{.75} \right]} \right]$$

$$\frac{gT}{Ua} = 7.54 \tanh \left[0.833 \left[\frac{gd}{Ua} \right]^{.375} \right] \tanh \left[\frac{0.0379 \left[\frac{gF}{Ua} \right]^{0.333}}{\tanh \left[.833 \left[\frac{gd}{Ua} \right]^{.375} \right]} \right]$$

$$\frac{gT}{Ua} = 537 \left[\frac{gT}{Ua} \right]^{2.33}$$

Donde:

g : Aceleración de la gravedad

d : Profundidad

F : Fetch

Ua : Factor esfuerzo del viento $Ua = 0.71 U_s^{1.23}$

Us : Velocidad en el sitio a 10 m de altura

t : Tiempo de acción del viento

H : Altura de ola debida al viento

T : Periodo de ola debida al viento

El método se basa en aproximaciones sucesivas en las cuales la energía de la ola es incrementada debido al esfuerzo del viento y afectada en sentido inverso debido a la fricción y percolación cerca de la superficie. La energía perdida por la ola debida a la fricción y percolación, se determina por las relaciones desarrolladas por Bretschneider y Reid (1953), las alturas y periodos resultantes son obtenidos por una combinación de las relaciones antes mencionadas y métodos numéricos.

II.1.5 Probabilidad de excedencia de marea.

Otro de los factores importantes que se introducirán será el de la amplitud media de la marea, considerada entre el nivel de pleamar media superior y el nivel de bajamar media inferior. Es costumbre que las profundidades, con fines navegables, se

refieran al nivel de bajamar media inferior (NBMI), sin embargo, podría considerarse que esto lleva un riesgo ya que existe un tiempo en el cual podrían alcanzarse niveles mas bajos, con la consecuente espera de las embarcaciones. Lo anterior ha sido una regla con la cual se ha venido diseñando, que podría considerarse resultado de un análisis económico en donde el dragado es optimo, por ello no se ha asociado la probabilidad de ocurrencia de los eventos (Marea - Oleaje - Demanda de calado - Costos de espera) para dimensionar correctamente.

El objeto de este apartado es establecer los elementos de marea del puerto que permitan definir la profundidad óptima. Se han tomado dos aspectos por separado: el primero referente a los niveles significativos del puerto, y el segundo a la probabilidad de excedencia de los mismos. Con respecto a la probabilidad de excedencia de los niveles, se vaciarán todos los niveles de marea de un año de las tablas de Predicción de Mareas en un archivo de datos, con lo que se establecerá una distribución de frecuencias, llegando a la curva de probabilidad de excedencia referida al nivel de bajamar media inferior.

II.1.6 Determinación del Factor de Claro Bajo Quilla.

Es importante señalar que al trabajar con los calados de los barcos, éstos deberán ser afectados por un factor de claro bajo quilla que se obtendrá en la forma que se menciona en el

Capítulo I.

Se utilizarán dos tipos de factores: el primero, para la zona del canal de acceso y para la dársena principal, contemplará al squat, resguardo y trimado; el segundo factor será utilizado para todas las demás zonas del puerto, debido a que en dichas zonas la velocidad del buque es mucho menor a la del canal de acceso: así el squat será despreciable, por lo cual el segundo factor solo contemplará al resguardo y al trimado.

II.1.7 Factores económicos

Por otro lado, para estimar el costo promedio de espera por buque, así como los costos de dragado de construcción de cada zona identificada como prioritaria, se considerarán ciertos factores económicos como el costo por metro cúbico de dragado estimado en 1.9 US Dlls., el costo de espera por hora del buque de 430 US Dlls. La tasa de actualización de capital se fijará en 11% con su correspondiente factor de actualización para recuperación de capital, para ser congruentes con los proyectos de desarrollo del Banco Mundial, mientras que para el horizonte económico se usarán 10 años.

Dicho factor de actualización se usará para el costo de mantenimiento pues la comparación que se realizará de los costos será anual; por ello es necesario tener el costo de mantenimiento

a valor presente para poderse sumar al costo de construcción, en su caso, y al de las esperas.

$$FA = \frac{1}{(1+i)^{n-1}} \cdot i \cdot \frac{1}{(1+i)^{n-1} - 1}$$

fonde:

i = Tasa de interés 12%

n = Número de años del horizonte económico

La estimación respecto al precio de dragado por un metro cúbico se basó en un promedio de costos de dragado en el país proporcionados por SEDRA, de la misma forma se estimó el costo de espera por hora por buque.

III.3 Integración de la información.

Una vez obtenidas la tabla de probabilidad de excedencia de calados por zona, la curva de probabilidad de excedencia de niveles de marea y la curva de probabilidad de excedencia de altura de oleaje, se proseguirá a realizar una simulación de

arribes y condiciones del clima marítimo para el puerto en estudio, lo cual nos generará condiciones de espera o no espera de buques para una altura determinada. Y el resultado de este costo de esperas más el costo de dragado de mantenimiento, y de construcción (en su caso) nos proporcionará el valor de la alternativa para esa altura.

Por simulación se entiende una reconstitución artificial de un fenómeno, con el propósito de obtener informaciones sobre dicho fenómeno.

Esta simulación se basa en la generación de números aleatorios independientes entre sí, apoyándose en una distribución acumulada de los fenómenos a tratar.

Lo primero a determinar en este caso es el obtener la distribución acumulada de probabilidad del fenómeno a estudiar; hecho esto, se genera un número aleatorio que nos proporcione una probabilidad aleatoria, y relacionando esta con la distribución acumulada de frecuencias podemos encontrar un estado del fenómeno para dicha probabilidad.

La simulación que se utilizará en esta tesis se basará en las siguientes hipótesis:

- Los eventos de marea, oleaje, y calado del buque son independientes entre sí.

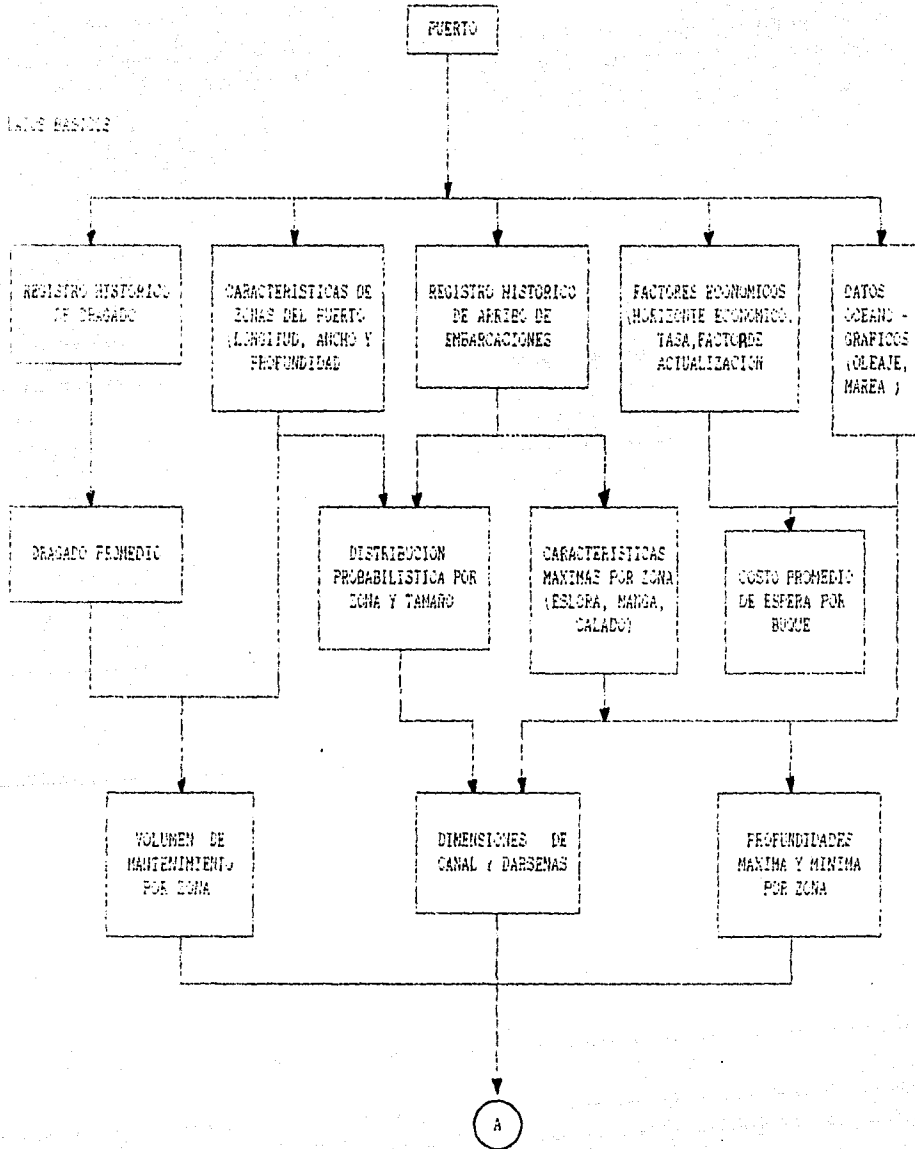
- Todo el universo de datos anuales generados históricamente, no se verán rebasados en la simulación.
- Se tendrá que dar alojamiento a todos los barcos que se presenten frente al puerto aunque tal vez tengan que esperar las condiciones propicias para entrar, sin que esta espera rebase las 24 hrs.
- Para el análisis de la principal dársena de ciaboga, o sea aquella en donde se presentan los barcos de mayor calado y el barco de diseño del puerto, se obtendrá su volumen de dragado de mantenimiento y este le sumará al del canal de acceso, lo que indica que la dársena de ciaboga principal y el canal de acceso se manejarán como una sola zona. Esto es válido pues se tiene la política de que esta dársena será utilizada por el buque de mayor calado y de igual forma el canal de acceso, lo cual indica que deberá tener la misma profundidad.
- De forma semejante se manejarán las demás dársenas relacionándolas con el muelle al cual dan servicio.
- La simulación se realizará en función del número de buques que arribaron a cada zona, los cuales se obtuvieron con anterioridad.
- La simulación se realizará para cada zona del puerto, además de que cada zona es independiente de cualquier otra.

- Los eventos de marea, oleaje y calado del buque serán generados aleatoriamente basándose en las tablas y curvas de probabilidad de excedencia.
- El evento de calado del buque se verá afectado por un factor de claro bajo quilla el cual, en el canal de acceso, contemplará el squat, el resguardo y el trimado; en todas las demás zonas dentro del puerto se considerará este factor solamente con el trimado y resguardo, pues las velocidades dentro de éste son tan bajas que no se considerará el squat.
- La amplitud de la marea será del nivel de bajamar media inferior a la pleamar media superior en el Pacífico, y de la bajamar media a la pleamar media en el Golfo. El periodo se estimará con base en la marea que se presente en cada zona.

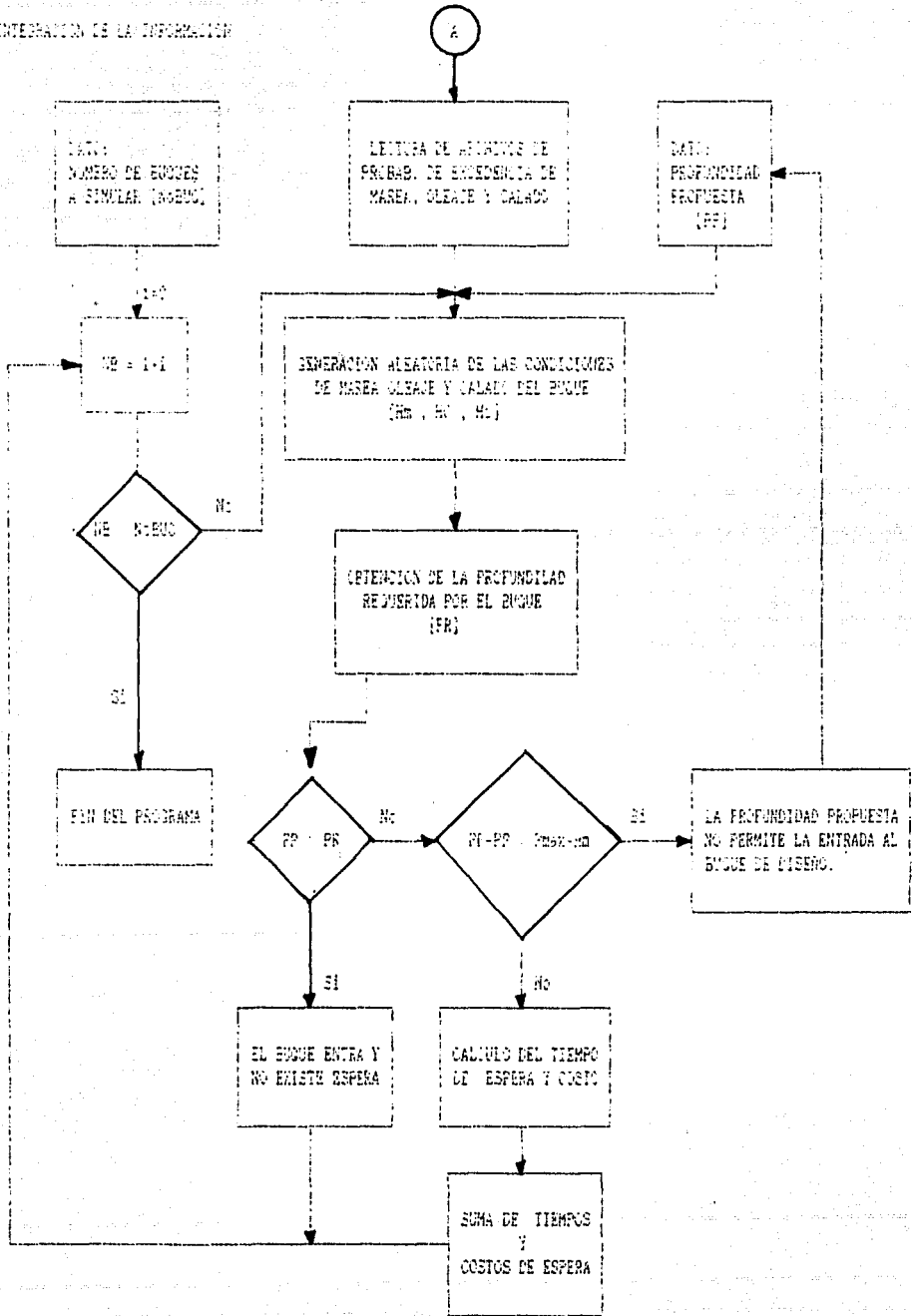
En la Figura II.1 se muestra el diagrama de flujo de la simulación, y a continuación, el listado del programa realizado expresamente para esta simulación en lenguaje Basic para una computadora personal PC.

Para la simulación en estudio se realizarán diferentes alternativas para cada zona; estas alternativas se podrán realizar variando la profundidad referida al NBMI cada 10 cm. Donde se observa que para considerar las dimensiones ideales: longitud, ancho y profundidad de cualquier zona del puerto, es

FIG II.1
DIAGRAMA DE FLUJO



INTEGRACION DE LA INFORMACION



LISTADO PROGRAMA SIMULACION

```
1  REM *****
2  REM ** **
3  REM ** SIMULACION **
4  REM ** **
5  REM *****
6  REM
7  REM
8  COLOR 2,9:KEY OFF:CLS
9  LOCATE 10,15:INPUT "BAJAMAR MEDIA INFERIOR =" ,BA
10 LOCATE 14,15:INPUT "PLEAMAR MEDIA SUPERIOR =" ,FL
11 LOCATE 16,15:INPUT "TIEMPO AMPLITUD DE LA MAREA =" ,TM
12 LOCATE 18,15:INPUT "FACTOR DE CLARO BALO QUILLA =" ,FCBQ
13 CLR:LOCATE 12,30:PRINT "P R O C E S A M O"
14 T=(.1*(TM-.1))/(-BA+FL)
15 DIM AS(350),BT(350),CT(350),D1(90),E1(90),F1(90),AM(90),
    FM(90),AC(90),PC(90),AO(90),PO(90),HM(350),HO(350),HC(350),
    CP(350),XX(350),ME(350),Y(350),ANE(350),IE(350)
16 CN=100
17 RANDOMIZE TIMER
18 FOR I=1 TO 75
19   AS(I)=RND*100
20   BT(I)=RND*100
21   CT(I)=RND*100
22   Y(I)=RND
23   IF Y(I)>.5 THEN Y(I)=0:GOTO 24
24   Y(I)=1
```

```
68 IF CM(I) < CM THEN CM=CM(I),
69 NEXT I
71 PRINT "RRRD MINIMO CALADO=";CM
72 INPUT "PARA CONTINUAR PRESIONA ENTER ";X1
73 NR=1
74 REM
75 REM
76 REM
77 REM
78 REM
79 REM
80 REM          LECTURA DE ARCHIVOS DE PROBABILIDAD DE EXCEDENCIA
81 REM
82 REM
83 REM
84 I=1
100 OPEN "1",#1,"A:MAREA1.PRN"
110 WHILE NOT EOF(1)
120 INPUT #1,D$(I)
130 AM(I)=VAL(LEFT$(D$(I),8));PM(I)=VAL(RIGHT$(D$(I),8))
140 I=I+1
150 WEND
160 CLOSE #1
161 NR=NR-1
162 J=1
170 OPEN "1",#2,"A:OLEAJE.PRN"
180 WHILE NOT EOF(2)
190 INPUT #2,E$(J)
200 AO(J)=VAL(LEFT$(E$(J),8));PO(J)=VAL(RIGHT$(E$(J),8))
210 J=J+1
220 WEND
230 CLOSE #2
231 NO=NO-1
```

```
235 K=1
240 OPEN "1",#3,"A:CALAD01.PRN"
250 WHILE NOT EOF(3)
260 INPUT #3,F$(K)
270 AC(K)=VAL(LEFT$(F$(K),7)):PC(K)=VAL(RIGHT$(F$(K),8))
275 K=K+1
277 PRINT "AC(";K;") =";AC(K-1);:PRINT PC(K-1)
290 WEND
290 CLOSE #3
300 NC=K-1
400 REM
450 REM                                OBTENCION HM
460 REM
500 FOR P=1 TO NR
510 IF A$(P)=PM(1) THEN HM(P)=AM(1):GOTO 580
520 FOR I=1 TO NM
530 IF A$(P)=PM(I) AND A$(P)≠PM(I+1) THEN GOTO 550
540 GOTO 570
550 IF AM(I+1) > AM(I) AND PM(I) > PM(I+1) THEN HM(P)=
((AM(I+1)-AM(I))^(A$(P)+PM(I)))/(PM(I)-PM(I+1))+AM(I)
560 IF AM(I) > AM(I+1) AND PM(I) > PM(I+1) THEN HM(P)=
((-AM(I+1)+AM(I))^(A$(P)+PM(I+1)))/(-PM(I)+PM(I+1))+
AM(I+1)
570 IF AM(I) > AM(I+1) AND PM(I) < PM(I+1) THEN HM(P)=
((AM(I)-AM(I+1))^(A$(P)-PM(I+1)))/(PM(I)-PM(I+1))+AM(I+1)
580 IF AM(I) < AM(I+1) AND PM(I) < PM(I+1) THEN HM(P)=
((-AM(I)+AM(I+1))^(A$(P)-PM(I)))/(-PM(I)+PM(I+1))+AM(I)
590 NEXT I
```

```
585 NEXT P
586 REM
590 REM                                OBJETION HO
595 REM
600 FOR P=1 TO NR
610 IF B%(P)=PO(I) THEN HO(P)=AO(I):GOTO 620
620 FOR I=1 TO NO
630 IF B%(P)≠PO(I) AND B%(P)≠PO(I+1) THEN GOTO 650
640 GOTO 670
650 IF AO(I+1)≠AO(I) AND PO(I)≠PO(I+1) THEN HO(P)=
      ((AO(I+1)-AO(I))*(-B%(P)+PO(I)))/(PO(I)-PO(I+1))+AO(I)
660 IF AO(I)≠AO(I+1) AND PO(I)≠PO(I+1) THEN HO(P)=
      ((-AO(I+1)+AO(I))*(-B%(P)+PO(I+1)))/(-PO(I)+PO(I+1))+AO(I+1)
670 IF AO(I)≠AO(I+1) AND PO(I)≠PO(I+1) THEN HO(P)=
      ((AO(I)-AO(I+1))*(B%(P)-PO(I+1)))/(PO(I)-PO(I+1))+AO(I+1)
680 IF AO(I)≠AO(I+1) AND PO(I)≠PO(I+1) THEN HO(P)=
      ((-AO(I)+AO(I+1))*(B%(P)-PO(I)))/(-PO(I)+PO(I+1))+AO(I)
670 NEXT I
680 NEXT P
690 REM
695 REM                                OBJETION HC
700 REM
705 FOR P=1 TO NR
710 IF C%(P)=PO(1) THEN HC(P)=AC(1):GOTO 720
720 FOR I=1 TO NM
730 IF C%(P)≠PO(I) AND C%(P)≠PO(I+1) THEN GOTO 750
740 GOTO 770
750 IF AC(I+1)≠AC(I) AND PO(I)≠PO(I+1) THEN HC(P)=
```



```
      ((AC(I+1)-AC(I))*(-CZ(P)+PC(I)))/(PC(I)-PC(I+1))+AC(I)
55  IF AC(I) < AC(I+1) AND PC(I) < PC(I+1) THEN HC(P)=
      ((-AC(I+1)+AC(I))*(-CZ(P)+PC(I+1)))/(-PC(I)+PC(I+1))+AC(I+1)
60  IF AC(I) > AC(I+1) AND PC(I) > PC(I+1) THEN HC(P)=
      ((AC(I)-AC(I+1))*(CZ(P)-PC(I+1)))/(PC(I)-PC(I+1))+AC(I+1)
65  IF AC(I) < AC(I+1) AND PC(I) > PC(I+1) THEN HC(P)=
      ((-AC(I)+AC(I+1))*(CZ(P)-PC(I)))/(-PC(I)+PC(I+1))+AC(I)
70  NEXT I
80  NEXT P
90  PRINT
100 PRINT
110 K=0
120 FOR I=1 TO NR-1
130  CP(I)=(HC(I)*FCBO)-HM(I)+(HO(I)/2)
140  IF CP(I) < 0 THEN CP(I)=0
150  NEXT I
160  M=0
170  K=0:CLS:LOCATE 12,20:INPUT " CALADO DEL PUERTO [m] = ",CP
180  FOR I=1 TO NR-1
190  IF CP(I) < CP THEN K=K+1:XX(K)=CP(I):ME(K)=HM(I)
200  IF CP(I) < (CP+PL-HO(I)) THEN GOTO 237
210  IF (X(K)-CP) < (PL-ME(K)) THEN GOTO 237
220  NEXT I
230  IF K=0 THEN GOTO 1100
240  GOTO 290
250  CLS:LOCATE 12,20:PRINT "LA ALTERNATIVA CON UNA PROF. DE PUERTO
    DE",CP;"m"
260  LOCATE 14,22:PRINT "NO PERMITE LA ENTRADA DEL BUQUE"
```

```
DE DISEÑO"
989 LOCATE 20,25:INPUT "PARA CONTINUAR PRESIONA ENTER",X$:GOTO 840
890 GOTO LOCATE 12,10:PRINT "NUM. BARCOS QUE ESPERAN CON CALADO DE
    PUERTO DE";CP;" m =";K
900 LOCATE 15,10:INPUT "PARA CONTINUAR PRESIONA ENTER",X$
905 PRINT
885 PRINT
1005 SUMTE=0
1010 FOR I=1 TO K
1020 ANE(I)=XX(I)-CP
1030 IF Y(I)=0 THEN GOTO 1050
1040 TE(I)=(ANE(I)/.1)*T:GOTO 1060
1050 TE(I)=(((ABS(BA-ME(I)))/.1)*2*T)+((ANE(I)/.1)*T)
1060 SUMTE =SUMTE+TE(I)
1065 PRINT "TE";I;" =";TE(I)
1070 NEXT I
1080 COSES=SUMTE*.40
1090 LOCATE ,20:PRINT "TIEMPO TOTAL DE ESPERA [hr] =";SUMTE
1095 PRINT
1095 LOCATE ,20:PRINT "COSTO DE LA ALTERNATIVA = ";COSES:GOTO 1110
1097 INPUT "PARA CONTINUAR PRESIONA ENTER",X$
1100 GOTO LOCATE 12,10:PRINT "CON ESTA ALTERNATIVA (";CP;"m) ENTRAN
    TODOS LOS BARCOS":LOCATE 15,20:INPUT "PARA CONTINUAR PRESIONA
    ENTER",X$:GOTO 840
1110 INPUT "PARA CONTINUAR PRESIONA ENTER",X$ :GOTO 840
```

necesario introducir las características del barco de diseño más el factor de claro bajo quilla FBCQ en cuanto a calado, para estimar o determinar la profundidad en el canal y otro FBCQ para dársena de ciaboga y para los de muelles.

Del análisis de profundidad requerida que se hace por zona se obtienen las dimensiones que permitirán que todos los buques que arriben al puerto (características de buques del registro histórico y las características probables de embarcaciones de los próximos años) lo hagan a cualquier hora y sin problemas. Estas dimensiones se compararán con las que actualmente prevalecen en el puerto, obteniendo con ello, y con la ayuda de la estadística respectiva, la estimación del dragado de mantenimiento así como el correspondiente dragado de construcción, cuando así lo indique la resultante de dicha comparación.

Utilizando el costo por metro cúbico de material dragado se obtiene el costo anual de dragado de mantenimiento, mientras que el costo anual por dragado de construcción se obtiene aplicando la fórmula para su correspondiente costo anual equivalente. Ambos costos anuales se suman al costo de espera anual motivado porque algunos buques pudieran verse afectados al esperar condiciones adecuadas de marea para poder entrar al puerto. El número de buques afectados por la espera de una condición mayor de marea son los obtenidos de la simulación para esa alternativa.

La suma de los tres costos mencionados, nos indicará el costo de la alternativa.

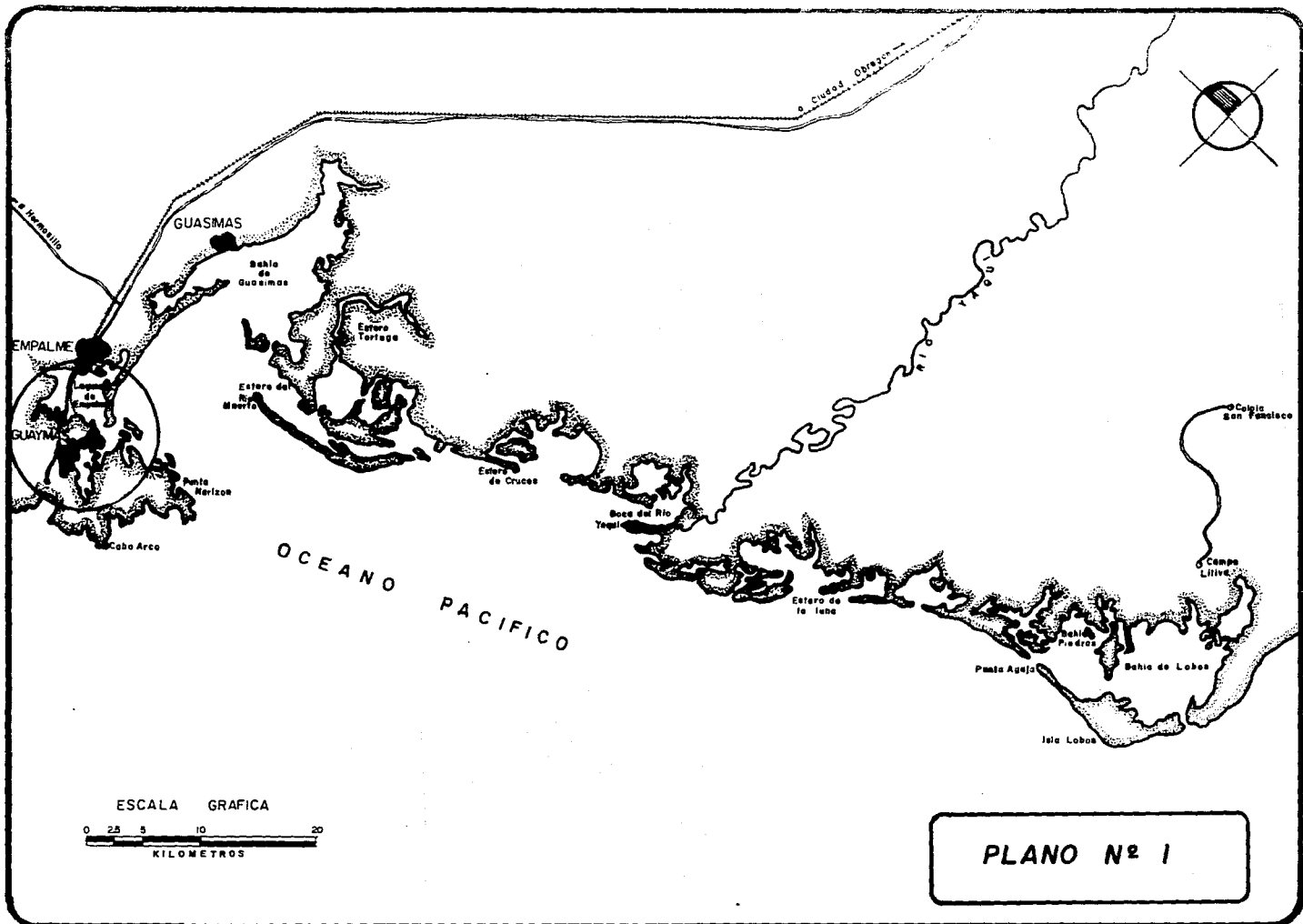
III. APLICACION AL PUERTO DE GUAYMAS, SONORA.

El puerto de Guaymas se localiza en el Litoral del Pacifico de México, en el estado de Sonora, dentro del Golfo de California. Guaymas se encuentra a una altura sobre el nivel medio del mar de 44 m. cuenta con un clima muy seco, cálido, con una temperatura que fluctua entre los 20.5°C a 30°C, una precipitación de 27 días de lluvia perceptible y 15 días de lluvia imperceptible, y se registran vientos dominantes de la dirección Noroeste durante todo el año.

El movimiento portuario es comercial, pesquero, naval y turístico. En 1984 se registró con un movimiento de carga de altura en importaciones de 1 244 279 ton y exportaciones de 595 227 ton. en cuanto a movimiento de carga de cabotaje, se manejaron entradas de 2 630 574 ton y salidas de 934 362 ton.

En el Plano No 1 se muestra la localización geográfica del Puerto de Guaymas.

De acuerdo con la metodología propuesta en el capítulo II se llevará a cabo el análisis de la profundidad óptima del puerto, siguiendo el orden propuesto en el Capítulo II.



III.1 Consideraciones Generales.

III.1.1 Dragado de Mantenimiento en las zonas del puerto de Guaymas, Son.

De los registros históricos de dragado proporcionados por SEDRA se obtienen los siguientes datos, los cuales contienen los años de los registros manejados en el estudio así como los volúmenes de conservación y construcción en cuanto a dragado se refiere, y la suma o total de ambos, también los totales del periodo de estudio 1983-1986:

Registro Histórico de Dragado para Guaymas, Son.
en el periodo 1983-1986.
[miles de m3]

Año	Dragado		
	Construcción	Conservación	Total
1983	0	298	298
1984	0	0	0
1985	0	219	219
1986	0	456	456
Ciclo 83-86	0	974	974

De la tabla anterior se resume que el dragado promedio anual realizado por SEDRA en Guaymas, Son. en los últimos cuatro años fue de 243,397 m³/anuales

III.1.2 Probabilidad de excedencia de calados.

Se procederá a obtener la Tabla de probabilidad de excedencia de calados, basada en los registros históricos del los buques que atracaron en Guaymas, Son. en los últimos dos años, que son recopilados del "Concentrado de Operación por Buque" elaborado por la Dirección General de Puertos. De este concentrado se obtendrá la probabilidad de ocurrencia de calado del buque por zona dentro del puerto; con un máximo, un mínimo, el tamaño de la muestra, el promedio de calado, la desviación estándar y el coeficiente de variación.

Ya obtenida esta probabilidad, se prosigue a realizar el acumulado de la probabilidad y ordenarlo por rangos de 0.5 m para obtener de esta forma la probabilidad de excedencia de calados. Esto se realizó para el canal y muelles de todo el puerto de Guaymas. En cuanto al Muelle de Pemex y de transbordadores no se pudo trabajar con ellos pues no se contó con los datos necesarios para el estudio. Las zonas de interés son mostradas en el plano No. 2 que se relaciona con la siguiente lista:

1. Canal de entrada tramo 1
2. Muelle Patio Banda Sur 6
3. Muelle Patio Banda Sur 5
4. Muelle Patio Banda Este 4
5. Muelle Patio Banda Este 3
6. Muelle Patio Banda Este 2
7. Muelle Patio Banda Este 1
8. Muelle de Cementos
9. Muelle Ardilla

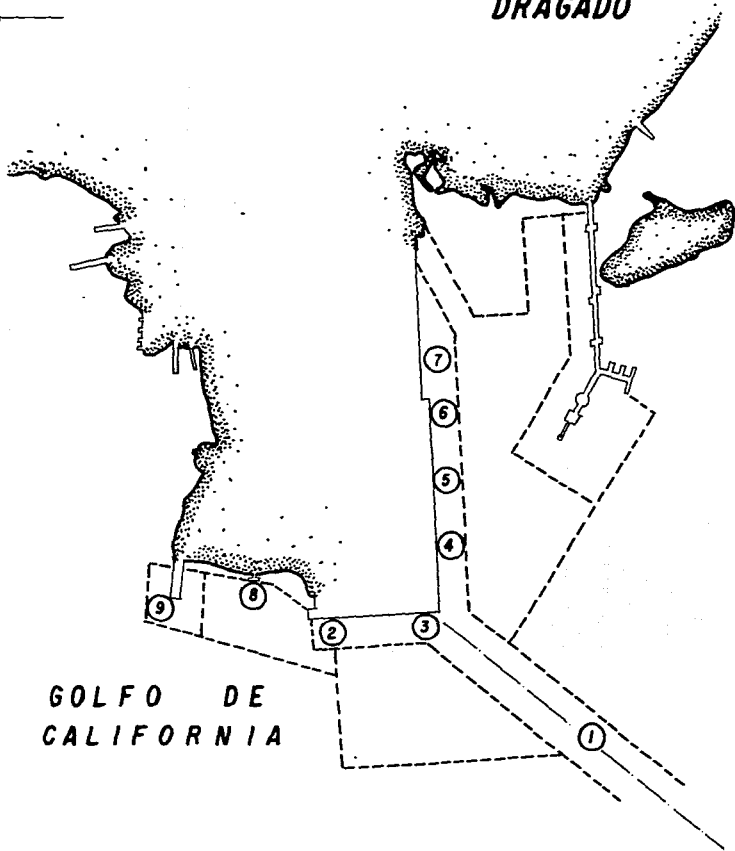
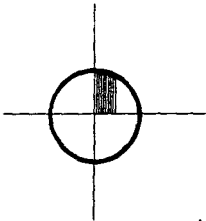
En la tabla III.1 se muestra la información recopilada a través del "Concentrado de Operación por Buque Forma B" para el puerto de Guaymas, Son. de los años 1985 y 1986.

En la tabla III.2 se muestran las principales características de las embarcaciones que arriban a Guaymas, Son. En esta tabla se encontraron las dimensiones del buque de diseño para cada zona en estudio.

Las principales características de las embarcaciones que arribaron en los dos últimos años al puerto de Guaymas, Son. (Tabla III.3) se pueden resumir de la siguiente manera:

Los buques que arribaron a este puerto -sin considerar a los de PEMEX- presentan un gran coeficiente de variabilidad, considerando valores desde 175 a 35 mil toneladas, la eslora de 46 a 223 m, la manga de 10 a 33 m y el calado de 2.1 a 10.1 m.

GUAYMAS, SON.
OPTIMIZACION DE LAS DIMENSIONES DE
DRAGADO



GOLFO DE
CALIFORNIA

BUQUE MAXIMO REGISTRADO :

ESLORA = 223.00 m
MANGA = 33.00 m
CALADO = 10.10 m

MAREA :

AMPLITUD MEDIA 0.83 m

DRAGADO DE MANTENIMIENTO :

VOLUMEN MEDIO 243 395 m³/día

ESCALA GRAFICA



PLANO N° 2

TABLA III.1

PUERTO: GUAYMAS

AÑO: 1985-86

NOMBRE DEL BUQUE	TONELAJE		CALADO			CALADO POPA		ATRAQUE		DESATRAQUE		CARGA OPERADA		
	TRB	NETO	ESLORA	MANGA	MUELLE	DISEÑO	ENTRADA	SALIDA	FECHA	HORA	FECHA	HORA	ENTRADA	SALIDA TIPO
ENCOFRADOR	3,703	2,774	104	17	AR	6.80	4.50	6.80	J28	2.00	J30	15.00	5,893	GM
CH. CAMPANA I	1,715	1,583	61	15	AR	3.85	1.10	3.85	E25	10.00	E28	1.00	1,785	GM
ENCOFRADOR	3,708	2,707	107	17	AR	6.20	2.40	6.20	F18	7.30	F21	8.00	6,176	GM
CAMPANA I	1,715	1,583	60	15	AR	6.00	4.00	6.00	J11	6.30	J2	18.45	1,862	GM
ENCOFRADOR	3,703	2,273	101	17	AR	6.80	4.64	6.80	J11	22.00	J14	1.00	6,107	GM
CH. CAMPANA I	1,715	1,583	61	15	AR	6.00	2.50	6.00	MY7	7.00	MY18	7.00	1,218	GM
CH. CAMPANA I	1,715	1,583	61	15	AR	6.00	1.85	6.00	MZ26	9.00	MZ27	1.00	1,411	GM
ENCOFRADOR	3,704	2,774	104	17	AR	6.80	4.75	6.80	MY22	22.00	MY26	1.00	6,231	GM
CAMPANA I	1,715	1,583	61	15	AR	3.40	1.10	3.40	N27	7.15	N28	21.00	1,832	GM
ENCOFRADOR	3,708	2,707	107	17	AR	6.80	2.40	6.80	F4	7.45	F9	19.00	16,083	GM
ENCOFRADOR	3,704	2,274	107	17	AR	6.80	4.80	6.80	MZ21	21.00	MZ25	24.00	6,204	GM
ENCOFRADOR	3,708	2,707	107	17	AR	7.00	2.90	7.00	AB8	22.45	AB12	0.30	6,436	GM
CH. CAMPANA I	1,715	1,583	68	15	AR	6.00	3.50	6.00	J14	7.00	J22	12.00	2,168	GM
CAMPANA I	1,800	1,200	60	12	AR	4.15	1.20	4.15	AB24	18.45	AB27	2.00	1,904	GM
CHALAN CAMPAN	1,715	1,583	61	15	AR	3.05	1.10	3.05	D6	16.45	DB	18.00	1,791	GM
FLORIA	4,963	2,706	128	18	AR	7.00	5.16	7.00	J8	9.00	J11	20.00	6,502	GM
CAMPANA I	1,715	1,583	61	15	AR	3.75	1.10	3.75	O11	13.00	O13	19.45	1,756	GM
FLORIA	4,963	2,706	128	18	AR	7.00	5.18	7.00	J23	10.00	J27	18.00	8,093	GM
CH. CAMPANA I	1,715	1,583	61	15	AR	6.00	3.00	6.00	MZ17	7.00	MZ20	23.00	2,199	GM
CAMPANA I	1,715	1,583	61	15	AR	3.80	1.10	3.80	N18	16.45	N20	17.30	1,707	GM
CH. CAMPANA	1,231	680	68	10	AR	6.00	6	3.5	MY31	7.00	JN1	6.00	1576	GM
ENCOFRADOR	3,708	2,707	107	12	AR	6.15	2.45	6.15	MZ17	11.30	MZ20	15.15	6,412	GM
CH. CAMPANA I	1,715	1,583	61	15	AR	4.75	2.50	4.75	F10	9.00	F11	3.00	1,772	GM
CH. CAMPANA	1,231	680	68	10	AR	6.00	4.00	6.00	J3	20.00	J7	16.00	2,167	GM
CH. CAMPANA	1,231	680	68	10	AR	6.00	3.75	6.00	JN8	17.00	JN20	20.00	1,585	GM
ENCOFRADOR	3,703	2,774	104	17	AR	6.80	6.50	6.80	JN24	17.00	JN27	2.00	5,911	GM
CH. CAMPANA	1,715	1,583	61	15	AR	4.50	1.75	4.50	F15	7.00	F17	1.00	1,943	GM
CAMPANA I	1,715	1,583	61	15	AR	3.85	1.05	3.85	O29	9.45	O30	20.30	1,812	GM
CH. ALPINE	1,231	680	68	10	AR	6.00	6.00	4.00	MY18	7.00	MY21	19.00	819	GM
CAMPANA I	1,715	1,583	61	15	AR	3.75	1.10	3.75	O4	7.00	O5	21.00	1,755	GM
CH. CAMPANA I	1,715	1,583	61	15	AR	4.50	1.75	4.50	F21	7.00	F23	5.00	1,944	GM
PIONERO	711	711	46	12	AR	6.00	4.00	6.00	MY27	10.00	JN5	13.00	964	GM
CAMPANA I	1,800	1,200	60	12	AR	4.00	1.20	4.00	MY19	16.30	MY21	19.45	1,852	GM
CH. CAMPANA	1,231	680	68	10	AR	5.75	4.00	5.75	JN20	13.00	JN24	13.00	2,269	GM
CH. CAMPANA I	1,715	1,583	61	15	AR	3.80	1.10	3.80	E19	14.00	E21	16.00	1,896	GM
BALSA V	1,715	1,583	61	15	AR	3.80	1.10	3.80	S26	6.45	S28	17.45	1,879	GM
CH. PIONERO	711	711	46	12	AR	6.00	4.00	6.00	JN28	11.00	J3	19.00	937	GM
MIXTECO	1,715	1,583	61	15	AR	3.80	1.05	3.80	S8	8.00	S9	19.30	1,860	GM
CAMPANA I	1,715	1,583	60	15	AR	4.10	1.15	4.10	N7	6.00	JN8	19.45	1,896	GM
CH. ALPINE	1,231	680	68	10	AR	6.00	3.50	6.00	JN9	20.00	JN20	14.00	989	GM
CH. CAMPANA	1,231	680	68	10	AR	6.00	3.50	6.00	JN27	3.00	JN28	9.00	1,368	GM
CH. CAMPANA I	1,231	680	68	10	AR	6.00	4.20	6.00	MY26	8.00	MY27	9.00	1,482	GM
CAMPANA I	1,715	1,583	60	12	AR	4.00	1.10	4.00	JN17	5.45	JN19	19.30	1,861	GM
CH. CAMPANA I	1,715	1,583	61	15	AR	5.18	3.96	5.18	AB30	11.00	MY3	3.00	1,505	GM
ENCOFRADOR	3,703	2,774	104	17	AR	6.80	4.75	6.80	JN5	1.00	JN8	9.00	6,124	GM

- 60 -
TABLA III.1

PUERTO: GUAYMAS

ANO: 1985-86

NOMBRE DEL BUQUE	TONELAJE		CALADO				CALADO POPA		ATRAQUE		DESATRAQUE		CARGA OPERADA		
	TRB	NETO	ESLORA	MANGA	MUELLE	DISEÑO	ENTRADA	SALIDA	FECHA	HORA	FECHA	HORA	ENTRADA	SALIDA	TIPO
CAMPANA I	1,800	1,200	60	12	AR	4.05	1.10	4.05	MY6	7.00	MY9	0.30		1,873	GM
CAMPANA I	1,715	1,583	61	15	AR	4.00	1.15	4.00	AG23	19.30	AG25	15.00		1,830	GM
CHALAN CAMPANA	1,715	1,583	61	15	AR	3.25	1.10	3.25	D20	7.30	D21	1.00		1,858	GM
CH. CAMPANA I	1,231	680	68	10	AR	6.00	4.00	6.00	MY21	20.00	MY22	18.00		1,740	GM
CAMPANA I	1,800	1,200	60	12	AR	4.00	1.20	4.00	MY27	21.00	MY28	20.00		1,843	GM
CH. CAMPANA I	1,715	1,583	61	15	AR	3.75	1.10	3.75	E12	19.00	E14	21.00		1,910	GM
CHALAN CAMPANA	1,715	1,583	61	15	AR	3.70	1.10	3.70	D14	8.00	D15	17.15		1,819	GM
CAMPANA I	1,715	1,583	61	15	AR	4.00	4.00	2.85	N4	6.00	N5	18.30		1,019	GM
ENCOFRADOR	3,708	2,707	107	17	AR	6.00	2.10	6.00	M28	17.45	M31	14.30		6,267	GM
ENCOFRADOR	3,708	2,708	107	17	AR	5.98	2.80	5.98	E12	7.15	E15	9.50		6,000	GM
CH. ALPINE	1,231	680	68	10	AR	5.00	3.50	5.00	AB29	6.00	MY9	16.00		802	GM
CAMPANA I	1,715	1,582	61	15	AR	3.40	1.05	3.40	AG30	6.50	S3	14.30		1,859	GM
ENCOFRADOR	3,704	2,274	107	17	AR	6.80	4.57	6.8	AB26	22.00	AB28	24.00		6,274	GM
CH. CAMPANA	1,231	680	68	10	AR	6.00	3.75	6.00	JN13	12.00	JN14	17.00		1,237	GM
ENCOFRADOR	3,704	2,274	107	17	AR	4.50	4.50		AB6	1.00	AB16	5.00		6,365	GM
CAMPANA I	1,715	1,583	61	15	AR	4.00	1.10	4.00	J31	6.45	AG1	24.00		1,681	GM
CH. CAMPANA I	1,715	1,582	61	15	AR	6.00	4.15	6.00	AB16	6.00	AB17	3.00		1,667	GM
ENCOFRADOR	3,708	2,707	107	17	AR	6.15	2.18	6.15	E23	10.30	E27	1.30		6,176	GM
CAMPANA I	1,800	1,200	60	12	AR	4.00	1.10	4.00	J13	7.00	J15	19.00		1,251	GM
ENCOFRADOR	3,704	2,274	107	17	AR	6.80	4.50	6.80	MY9	21.00	MY12	17.00		6,161	GM
CH. CAMPANA I	1,715	1,582	61	15	AR	6.10	4.5	6.1	AB23	7.00	AB24	10.00		2,016	GM
CH. CAMPANA I	1,715	1,583	61	15	AR	6.00	6.00	2.00	M210	7.00	M211	3.00		1,916	GM
CH. CAMPANA I	1,715	1,583	61	15	AR	6.08	3.75	6.08	AB3	7.00	AB6	7.00		2,107	GM
JALISCO	175	1,583	61	15	AR	5.80	1.20	5.80	AG17	5.45	AG19	19.45		747	GM
CH. CAMPANA I	1,715	1,582	61	15	AR	6.00	3.75	6.00	AB6	6.00	AB10	6.00		1,820	GM
CHALAN CAMPANA	1,715	1,583	61	15	AR	3.20	1.10	3.20	D27	22.00	D29	4.15		1,887	GM
CH. TONERD					AR	6.00	3.75	6.00	AB24	11.00	AB25	4.00		960	GM
CAMPANA I	1,715	1,583	61	15	AR	3.00	1.00	3.00	AG7	6.07	AG10	19.00		1,850	GM
CAMPANA I	1,800	1,200	60	12	AR	4.05	1.10	4.05	J19	6.30	J20	17.30		1,721	GM
ENCOFRADOR	3,708	2,707	107	17	AR	6.80	3.05	6.80	M25	9.00	M28	17.30		6,360	GM
CH. CAMPANA I	1,715	1,582	61	15	AR	6.00	6.00	3.25	F28	5.00	M22	1.00		1,924	GM
ENCOFRADOR	3,703	2,274	107	17	CEM	6.80	5.00	6.80	O27	1.00	O29	15.00		5,881	GM
CHALAN PIONER	712	712	46	12	CEM	6.00	3.80	6.00	D12	10.00	D13	20.00		966	GM
ENCOFRADOR	3,703	2,274	107	17	CEM	6.80	4.29	6.80	O11	12.00	O14	2.00		6,054	GM
ENCOFRADOR	3,703	2,274	107	17	CEM	4.50	4.50	4.14	D20	24.00	D23	12.00		6,118	GM
CH. CAMPANA I	1,715	1,583	61	15	CEM	6.00	4.15	6.00	AG20	9.00	A23	16.00		1,472	GM
CH. CAMPANA I	1,715	1,582	61	15	CEM	6.00	3.50	6.00	AG28	10.00	S1	1.00		1,487	GM
ENCOFRADOR	3,703	2,274	107	17	CEM	6.80	4.70	6.80	S29	8.00	O2	4.00		5,865	GM
CH. CAMPANA I	1,715	1,583	61	15	CEM	6.00	4.00	6.00	J30	8.00	A12	7.00		1,345	GM
CAMPANA I	1,715	1,583	61	15	CEM	5.08	5.08	3.50	N11	5.30	N12	19.30		1,896	GM
ENCOFRADOR	3,703	2,274	104	17	CEM	6.80	3.66	6.80	S1	21.00	S5	8.00		5,896	GM
ENCOFRADOR	3,703	2,274	107	17	CEM	6.80	4.50	6.80	SE17	9.00	S20	4.00		5,908	GM
BALSA V	16,087	10,320	178	27	E1	4.30	4.30	4.20	AB	7.00	AG8	20.00	180	2	CG
DARSON	1,814	941	81	12	E1	5.00	3.20	5.00	N25	8.30	N30	19.15		1,766	CG
COGIVOC	2,011	1,063	90	13	E1	5.40	2.60	5.40	M21	12.00	M28	15.00		2,140	CG
COGIVOC	2,011	1,063	90	13	E1	4.80	1.85	4.80	M217	10.00	M225	20.00		2,100	CG

TABLA III.1

PUERTO: GUAYMAS

AÑO: 1985-86

NOMBRE DEL BUQUE	TONELAJE		CALADO				CALADO POPA		ATRAQUE		DESATRAQUE		CARGA OPERADA		
	TRB	NETO	ESLORA	MANGA	MUELLE	DISEÑO	ENTRADA	SALIDA	FECHA	HORA	FECHA	HORA	ENTRADA	SALIDA	TIPO
BALSA V	3,747	2,523	98	16	E1	6.00	2.60	6.00	S26	7.30	01	14.00	4	5,101	CG
BALSA V	3,743	2,523	98	17	E1	6.00	2.30	6.00	E14	6.00	E19	12.30		5,700	CG
POCATECA	3,747	2,523	98	16	E1	6.00	3.00	6.00	S3	11.15	S10	16.50	77	5,103	CG
BALSA V	3,743	2,523	98	16	E1	6.50	4.10	6.50	F11	8.45	F22	19.00	510	5,200	CG
DELREN	12,292	8,388	156	29	E1	7.10	7.10	4.05	F14	13.15	M29	10.25	5500		CG
COCOYOC	2,011	1,063	90	13	E1	5.10	3.75	5.10	MY18	11.00	MY25	10.00		1,626	CG
COCOYOC	2,011	1,063	90	13	E1	5.08	2.75	5.08	AB3	19.00	AB11	20.00		2,055	CG
SYRIA	1,111	524	89	14	E1	5.50	2.15	5.50	M23	11.15	M215	22.30		1,400	CG
BALSA V	3,744	2,526	98	16	E2	7.00	4.75	7.00	D5	14.00	D9	16.00		5,201	CG
BELEN	5,270	2,726	156	19	E2	5.80	5.80	4.10	M11	16.25	M214	17.45	1,260	150	CG
COLIMA	29,660	16,049	196	32	E2	6.80	6.80	6.00	E7	15.00	E9	20.00		945	CG
MAHLET	9,170	4,581	122	20	E2	8.10	8.10	5.00	D21	9.00	D30	18.00	110,200		GA
BALSA V	3,744	2,523	98	16	E2	4.50	4.50		J30	14.00	A3	21.00		4,625	CG
MITLA	29,660	16,094	196	32	E2	7.85	7.85	7.08	M224	8.00	M226	19.00	1,061		CG
VOYAGER I	16,065	10,566	186	23	E2	6.10	6.10	4.80	D9	8.15	D12	18.00	1,327		CG
BALSA V	3,743	2,523	98	16	E2	6.25	2.40	6.25	AB11	20.15	AB17	12.00		5,700	CG
BALSA V	3,747	2,523	98	16	E2	6.20	2.40	6.20	J15	12.30	J21	14.00		5,700	CG
GREEN FOREST	11,961	8,753	155	25	E2	9.40	9.40	4.00	M21	19.00	M212	15.30	119,568		GA
HEMELIUSZ	5,999	3,081	145	19	E2	7.00	6.00	7.00	F12	7.45	F16	14.50		1,132	CG
RONCESVALLES	5,450	2,864	128	19	E2	5.05	5.05	3.10	AB7	8.00	AB11	18.00	774		CG
ARTOIS	16,505	9,132	173	23	E2	7.00	6.50	7.00	N8	11.00	N9	22.00	1,017		CG
BALSA V	3,744	2,523	98	16	E2	7.00	4.50	7.00	JN20	7.45	JN27	0.15		5,576	CG
SARITA-TABASCO	16,087	10,319	178	28	E2	8.00	8.00	7.90	S6	22.00	S9	2.00	768		CG
BALSA V	3,743	2,523	98	16	E2	5.50	4.50	5.50	N4	13.00	N8	14.00		5,220	CG
NORMA	899	622	72	11	E2	6.10	4.27	6.10	AB9	8.00	AB19	18.00	1,046		CG
BALSAS V	3744	2523	98	16	E2	5.50	3.25	5.5	JN20	8.00	MY23	24.00	41	5234	CG
BALSA V	3,742	2,523	98	16	E2	6.20	2.10	6.20	O15	11.15	O21	11.00		5,101	CG
COLIMA	29660	16094	196	32	E2	7.92	7.12	7.92	O21	7.00	O22	10.00	630	69	CG
TABASCO	16,087	10,319	178	26	E2	3.00	2.60	3.00	N11	8.00	N12	10.00	804	663	CG
HIGH ADVENTUR	20,276	12,429	176	27	E2	9.40	9.40	4.25	D2	7.00	D14	18.30	122,039		GM
SARITA-TABASCO	16,087	10,319	178	27	E2	8.00	8.00	8.00	S6	22.00	0	0.00	13	39,764	CG
LIFT OFF	1,584	1,008	88	15	E2	4.10	4.10	3.50	N21	17.45	N21	20.15	114		CG
SONORA	16,067	10,320	178	27	E2	6.40	6.40	4.20	J13	17.15	J16	17.45	2,858		CG
BALSA V	3743	2523	98	16	E2	5.00	4.5	5.00	O7	13.00	O11	17.00		5263	CG
GALEONA	5,760	2,726	156	19	E2	6.07	6.07	4.00	D31	8.00	E6	7.00	1,762	784	CG
ALONDRA	2,343	1,187	89	14	E2	6.00	5.00	6.00	J28	14.30	J4	24.00	411		CG
PACIFIC PRINC	24,632	11,846	189	28	E2	7.10	7.10	7.00	S24	8.00	S25	9.00	2,007	52	CG
MITLA	29,660	16,094	196	32	E2	8.15	7.19	8.15	O6	8.00	O7	18.00	355	231	CG
FANDURIOS	14,003	9,831	180	23	E2	9.45	9.45	4.15	AB29	8.30	MY9	20.45	120,427		GA
SILVIA SOFIA	16,843	10,344	178	27	E2	6.00	5.08	6.00	D20	8.00	D21	7.00	800	299	CG
BALSA V	3,743	2,583	98	16	E2	2.10	2.10	2.00	MY16	6.30	MY21	20.00		5,656	CG
NORMA	999	622	72	11	E3	4.27	4.27	3.50	MY23	8.00	MY30	15.00	1,060		CG
BAYRON	5,097		118	18	E3	7.16	7.16	4.27	AB26	8.00	MY4	18.00	6,110		GA
BALSA V	3,743	2,523	98	16	E3	5.00	4.50	5.00	S1	14.00	S4	24.00		5,203	CG
COCOYOC	2,011	1,063	90	13	E3	5.40	3.50	5.40	N10	8.00	N14	17.00		2,000	CG
AG. FANOURIOS	14,003	9,831	173	23	E3	8.23	8.23	5.49	J11	11.00	J24	7.00	9,775		GA

TABLA III.1

PUERTO: GUAYMAS

AÑO: 1985-86

NOMBRE DEL BUQUE	TONELAJE				CALADO			CALADO POPA		ATRAQUE		DESATRAQUE		CARGA OPERADA	
	TRB	NETO	ESLORA	MANGA	MUELLE	DISEÑO	ENTRADA	SALIDA	FECHA	HORA	FECHA	HORA	ENTRADA	SALIDA	TIPO
POOLGRACH	5,998	3,600	113	19	E3	6.80	5.00	6.80	D15	11.00	021	22.00	39	2,259	CG
AFROS	18,328	12,110	183	26	E3	9.35	9.35	3.75	JN3	8.00	JN17	19.00	120,986		GA
HELICA	4,967	3,272	111	18	E3	7.00	4.70	7.00	JN18	10.15	JN28	18.15		3,700	CG
SERI V 13	20,278	12,429	176	27	E3	7.62	7.62	2.75	AB25	12.00	0	0.00	114,816		GA
KALYPSO	6172	454	133	18	E3	7.31	3.00	7.31	E30	18.00	F25	22.00		6518	CG
SEIDAI-MARU	17,823	11,021	175	26	E3	8.00	8.00	4.10	MZ23	7.45	AB9	23.30	114,575		GA
PACIFIC-PRINC	24,632	11,846	189	28	E3	8.00	7.15	8.00	S25	8.00	09	11.00		7,721	CG
COCOYOC	2,011	1,063	90	13	E3	5.10	3.75	5.10	N25	8.00	N29	6.00		2,000	CG
DON CATARINO	18,709	13,716	198	24	E3	8.00	8.00	4.00	AB16	20.30	AB26	6.45	119,873		GA
ROCA CHALLENGE	14,025	1,126	80	14	E3	5.50	4.00	5.50	D13	11.00	D17	20.00		2,000	CG
BALSA V	3,748	2,523	98	16	E4	7.00	7.00	3.00	N11	9.00	N13	15.00	381		CG
YVONNE	13,858	9,660	187	23	E4	4.25	1.00	4.25	FB	17.00	F19	16.05	21047		GA
LEGANDON	16,039	11,553	173	25	E4	9.10	9.10	2.15	F9	8.00	F28	24.00	121,902		GM
PACIFIC TRADE	14,025	9,157	177	23	E4	7.25	7.25	2.75	AB29	4.00	MY12	23.00	113,087		GA
TONATLI	17,801	11,695	174	26	E4	9.14	9.14	4.00	D13	8.00	D27	6.00	123,432		GM
OLMECA	16,310	11,407	174	24	E4	9.44	9.44		08	7.30	D18	9.30	119,934		GM
VALVANUZ	5,450	2,586	156	19	E4	6.20	6.20	5.00	MY4	17.15	MY9	3.00	781	93	CG
DELREM	3,747	2,523	98	16	E4	6.60	3.10	6.60	AG10	11.30	AB17	16.45	372	5,273	CG
JALISCO	16,087	10,320	178	27	E4	7.00	6.90	7.00	MY12	10.30	MY14	9.15		5,500	GM
PANTANASSA	16,127	11,911	176	25	E4	8.32	8.32	3.04	N20	14.00	D3	16.00	115,108		GA
CORYTON	17,175	13,624	179	25	E4	8.44	8.44	5.00	S27	9.00	08	22.00	115,758		GA
BALSA V	3,747	2,523	98	16	E4	5.60	2.40	5.60	D6	11.45	D12	14.30		5,277	CG
DELJES	15,989	9,436	190	23	E4	9.75	9.75	1.50	E7	8.30	F12	14.30	122,013		CG
DIDI	16,818	10,446	178	27	E4	8.40	7.22	8.40	E28	7.00	E29	24.00		10,018	GM
BALSA V	3,743	2,523	98	16	E4	6.15	3.00	6.15	MZ13	10.15	MZ19	8.00		5,696	CG
SEA HOPE	20,366	11,502	184	26	E4	6.23	6.23	4.58	JN18	9.30	JN20	6.00		10,000	GM
COCOYOC	2,011	1,063	90	13	E4	5.40	3.10	5.40	D2	15.00	D6	24.00	148	2,566	CG
YVONNE	13,658	9,660	186	23	E4	9.90	9.90	4.06	MZ9	12.25	MZ21	13.50	121,037		GA
NOVOLYNSK	5,689	2,768	151	21	E4	3.10	2.30	3.10	F24	9.30	MZ2	1.00		1,288	CG
UNITED CONFID	9,657	6,418	146	22	E4	9.05	9.05	4.00	MZ1	8.00	MZ11	8.00	114,899		GM
MARYLIN	16,009	10,545	177	23	E4	8.23	8.23	1.75	JN8	16.00	JN28	15.00	114,617		GA
JALISCO	16,087	10,321	178	27	E4	9.45	7.00	9.45	MY9	8.00	MY12	23.00		10,627	GM
OLYMPIC HARMO	15,278	10,825	182	22	E4	9.80	9.80	4.15	AB19	8.45	AB30	17.00	122,263		GM
GOLDEN CROWN	12,951	8,711	156	23	E4	9.80	9.80	4.05	MZ13	19.00	AB2	15.00	120,211		GM
SAINT NECTARI	14,493	8,862	184	23	E4	9.14	9.14	4.05	A6	11.00	AG16	6.00	121,339		GA
MITLA	29,460	16,094	196	32	E4	9.00	8.45	9.00	AG3	8.00	A4	20.00	232	66,533	CG
COCOYOC	2,011	1,063	90	13	E4	4.80	3.80	4.80	AB26	12.00	MY7	17.00		2,144	CG
LEGIONARIO	25,192	15,997	200	29	E4	7.60	7.60	4.10	AB	20.30	AG20	20.15	121,944		GA
BALSA V	3,747	2,523	98	16	E4	4.60	2.40	4.60	N13	15.00	N19	19.00	380	5,346	CG
KARINA	35,429	26,557	223	32	E4	9.50	9.50	4.20	D10	9.45	D22	15.15	137,795		GA
TEL.DRECHT	16,280	10,546	178	23	E4	7.40	7.40	4.25	MY21	7.30	JN3	18.45	113,911		GA
SERI	20,277	12,429	176	27	E4	9.44	6.38	9.44	A17	12.30	AG22	19.00		23,453	GM
ERMIONE	15,841	10,612	182	23	E4	9.29	9.29	4.10	MZ7	11.00	MZ17	5.00	20990		GA
TONATLI	17,801	11,695	174	26	E4	9.00	9.00	5.00	D14	8.00	D28	14.00	122,102		GM
OLMECA	16,311	11,408	174	25	E4	9.14	9.14	2.13	AB13	19.00	AB22	15.00	121,627		GM
GOLDEN LUCK	13,427	8,705	146	23	E4	9.80	9.80	4.40	E9	3.25	E19	6.25	120,357		GA

TABLA III.1

PUERTO: GUAYMAS

AÑO: 1985-86

NOMBRE DEL BUQUE	TONELAJE		CALADO				CALADO POPA		ATRAQUE		DESATRAQUE		CARGA OPERADA		
	TBR	NETO	ESLORA	MANGA	MUELLE	DISEÑO	ENTRADA	SALIDA	FECHA	HORA	FECHA	HORA	ENTRADA	SALIDA	TIPO
BALBA V	3,747	2,523	98	17	E4	5.60	2.20	5.60	E10	9.00	E14	17.00		5,308	CG
LUNAR VENTURE	19,060	11,502	183	26	E4	9.00	9.00	4.10	S5	7.30	S25	8.30	120,966		GA
CAVONIELLA	15,551	9,909	170	26	E4	8.41	6.00	8.41	JNB	7.45	JN10	19.45		10,000	GM
TEPOZTLAN	17,793	12,416	174	26	E4	8.84	8.84	5.00	JN30	7.00	J13	20.00		22,290	GM
FOUR WAVE	22,296	16,046	184	23	E4	9.90	9.90	4.05	M26	15.30	AB14	5.30	123,007		GA
OLNECA	16,310	11,407	174	24	E4	9.20	9.20	4.18	A15	17.15	AG29	22.30	122,323		GM
BETTY	9,480	6,703	148	23	E4	8.50	8.50	5.50	MY22	20.00	JN7	14.00	114,087		GA
COLIMA	29,660	16,094	196	32	E4	8.15	8.00	8.15	D30	14.00	D31	16.00	896	1,434	CG
SERI	20,277	12,429	176	27	E4	8.80	6.81	8.80	E10	8.15	E14	9.00		23,697	GM
SAO LARRIER	16,094	12,587	155	24	E4	9.10	9.10	4.05	J27	12.15	J14	22.45	115,311		CA
MARIZN	16,269	10,183	177	23	E4	9.47	9.47		N14	9.00	N23	19.00	121,747		GA
CONYAC	2,011	1,063	90	13	E4	8.50	3.10	8.50	F12	9.00	F20	19.00		2,078	CG
SUNHARD II	15,780	9,136	180	23	E4	9.90	9.90	4.20	AB5	11.45	AB18	15.30	121,912		GA
ISLAND STAR	15966	10,819	177	23	S5	9.00	6.6	9.00	F7	10.00	F15	7.00		10,000	GM
SONORA	16,087	10,320	178	27	S5	9.00	4.20	9.00	J16	17.45	J19	0.45		11,000	GM
CAMPINA I	14,746	10,218	166	25	S5	9.30	9.30	4.00	AG2B	10.30	S10	15.15	120,593		GA
TARANCO	16,087	10,319	178	27	S5	8.75	7.78	8.75	N20	9.00	N30	20.00		16,450	GM
BALSAS V	3,744	2,523	98	16	S5	7.10	4.50	7.10	AB22	9.00	AB26	16.00		5,224	CG
HIGH ADVENTUR	20,763	12,429	176	27	S5	10.10	4.25	10.10	D14	18.30	D19	23.15		22,832	GM
NUVSTAR	12,593	8,075	160	22	S5	9.75	9.75	5.20	M213	22.00	M226	16.00	117,348		GM
OH YEUNG	20,818	14,028	188	28	S5	9.14	7.17	9.14	D30	11.00	N1	10.00		10,000	GM
GOLDEN PRINCE	21,193	13,073	178	33	S5	9.60	9.60	4.20	A12	11.15	AG26	18.45	132,154		GA
GOLDEN PRINCE	21,193	13,073	178	30	S5	6.20	5.49	6.20	D9	72.30	D11	6.30		10,000	GM
COLIMA	29,660	16,094	196	32	S5	6.98	6.98	6.45	MY22	7.00	MY23	24.00	696	26	GM
EXPLORER III	15,397	10,769	186	23	S5	9.14	6.27	9.14	AB19	9.00	AB23	17.00		21,835	GM
ALICOMBUS	15,622	9,107	146	27	S5	9.14	7.70	9.14	AB27	12.00	AB30	13.00		10,000	GM
HIGH CHALLENGE	20,276	12,429	176	27	S5	7.20	4.40	7.20	D24	9.15	E4	16.15		15,009	GM
SARITA	16,087	10,319	178	27	S5	9.00	7.00	9.00	0	0.00	M23	12.00	710	89	CG
GOLDEN POLYDI	14,530	10,238	173	23	S5	9.46	9.46	4.40	MY4	12.30	MY17	18.45	123,058		GA
ABHI	18,080	10,797	177	23	S5	9.20	9.20	4.40	J11	12.15	I25	21.45	121,000		GM
MATECO	16,149	8,725	159	25	S5	8.50	4.80	8.50	AB15	7.00	AB1	21.45		10,500	GM
MATECO	16,149	8,725	159	25	S5	9.00	1.84	9.00	J12	12.30	J14	12.00		5,500	GM
SONIA M.	11,143	5,947	152	23	S5	9.45	7.00	9.45	F15	22.00	F19	19.00		10,215	GM
YANI	16,331	11,408	174	25	S5	6.88	6.88		J29	8.00	J3	13.30		23,225	GM
SONORA	16,087	10,320	178	26	S5	8.10	5.60	8.10	AB24	7.45	AB25	23.00		11,000	GM
LACANDON	16,639	11,553	173	25	S5	9.45	6.15	9.45	M222	8.00	M24	7.00		11,000	GM
MATSUMAE	15,832	8,990	167	26	S5	9.07	9.07	4.50	D12	9.00	D21	14.00	123,064		GA
SEA RANGER	12,692	8,388	156	29	S5	9.00	9.00	4.80	S12	11.15	S23	0.15	118,864		GM
ATECA	16,939	10,571	186	23	S5	9.40	9.40	4.30	MY6	12.30	MY17	0.30	121,000		GM
SILVIA SOFIA	16,843	10,344	178	27	S5	9.00	7.08	9.00	F15	17.00	F17	18.00		10,000	GM
BLUE COSMO	14,960	9,777	153	25	S5	9.20	9.20	4.20	DB	9.25	D18	23.25	120,992		GA
HIGH CHALLENGE	20,276	12,429	176	27	S5	8.10	8.10	6.00	JN4	14.00	JN21	23.45	121,182		GM
SOUTHERN PACI	18,596	10,026	182	24	S5	9.80	9.80	5.00	N27	8.00	D5	70.00	123,049		GA
GLOBAL MARITI	15,106	10,954	169	25	S5	9.60	9.60	4.30	D29	9.00	E12	18.00	121,851		GA
GOLDEN TERNIV	14,530	10,238	172	23	S5	9.20	9.20	4.60	J22	12.50	J31	21.00	123,244		GA
JALISCO	6,087	10,320	178	27	S5	7.22	7.22	7.00	MY6	13.00	MY8	18.00	448		CG

TABLA III.1

PUERTO: GUAYMAS

AÑO: 1985-86

NOMBRE DEL BUQUE	TONELAJE		CALADO POPA					ATRAQUE		DESATRAQUE		CARGA OPERADA			
	TRB	NETO	ESLORA	MANGA	MUELLE	DISEÑO	ENTRADA	SALIDA	FECHA	HORA	FECHA	HORA	ENTRADA	SALIDA	TIPO
GOLDEN CHALLE	14,530	10,238	172	23	S5	9.44	9.44	4.20	AB26	2.00	MY7	21.30	122,801		GA
BAHIANA	14,397	8,979	177	23	S5	9.79	9.79	4.05	E11	8.00	E21	12.00	120,613		GM
SARITA	16,087	10,318	178	27	S5	9.15	5.40	9.15	028	11.30	031	8.30		11,036	GM
MARÍOS LYRAS	17,208	11,664	185	24	S5	9.60	5.00	9.60	09	9.00	013	6.00		22,028	GA
DON CATARINO	18,709	13,317	198	24	S5	9.36	9.36	4.50	JN2	9.00	JN16	7.00	125,423		GM
BIBI	16,085	10,347	178	27	S5	8.90	5.10	8.90	S30	7.15	02	12.00	266	11,281	GM, C
SARITA	16,087	10,319	178	27	S5	9.00	7.00	9.00	F28	16.00	0	0.00		11,000	GM
LACANDON	16,369	11,553	174	25	S5	9.14	7.31	9.14	N4	8.00	N6	9.00		11,072	GM
GOLDEN SHIMIZ	13,027	8,705	156	23	S5	9.80	9.80	4.10	AB17	11.00	MY4	0.30	120,184		GA
ANDROS TRANSP	13,733	10,027	164	23	S5	8.85	8.85	3.60	JN7	10.00	JN17	15.00	112,431		GA
OLMECA	16,310	11,407	174	24	S5	10.00	4.10	10.00	018	21.30	023	7.15		23,338	GM
GOLDEN HOPE	14,530	10,238	173	23	S5	9.30	9.30	4.05	MY25	20.30	JN8	13.45	123,058		GA
HERUVIN	15,980	10,257	177	23	S5	9.40	6.40	9.40	MY2	10.25	MY3	20.45		10,000	GM
GENERAL HIZON	27,798	15,973	189	32	S5	7.20	7.20	4.00	N21	7.45	D3	23.30	131,741		GM
BIBI	16,818	10,447	178	27	S5	7.00	6.86	7.00	013	11.00	016	3.00		14,198	GM
SONDRA	16,087	10,320	178	27	S5	9.90	5.75	9.90	N19	7.15	N24	7.15	353	14,666	CG
SILVER EAGLE	9,432	5,865	145	22	S5	8.84	5.35	8.84	01	1.00	03	23.00		12,210	GM
SINALOA	16,150	8,725	159	15	S5	9.80	5.20	9.80	E23	3.15	E28	7.00		16,000	GM
DARYA-MA	17,720	11,934	188	23	S5	9.60	9.60	4.10	MZ29	19.15	AB16	18.00	123,055		GA
ISLAND STAR	15,966	10,819	177	23	S5	9.16	9.16	4.15	E28	12.25	F4	22.15	120,505		GA
DORAFOROS	19,162	13,288	183	24	S5	8.40	8.40	4.30	AB13	8.30	AB25	6.30	123,042		GA
NAUTILUS	16,241	10,573	174	27	S5	9.16	9.16	4.03	MZ19	10.50	MZ29	6.30	22029		GA
LACANDON	16,629	11,552	174	25	S5	9.28	9.28	4.14	MZ22	10.30	AB2	0.30	121,000		GA
AURORA	4,548	2,923	120	19	S5	7.94	7.94	3.40	MY17	9.45	MY26	14.45	8,500		CG
LACANDON	16,639	11,552	174	25	S5	4.90	4.05	4.90	AB2	0.30	AB7	20.30		23,451	GM
LACANDON	16,639	11,553	174	25	S5	6.96	6.96		JN30	17.00	J6	12.00		20,500	GM
SHANGAI OCEAN	28,496	18,116	204	28	S5	9.50	9.47	9.50	019	10.00	022	7.00		10,000	GM
MERIDA	11,843	6,832	156	22	S5	9.00	6.93	9.00	J12	11.00	J13	13.00		5,400	GM
VOYAGER I	16,066	10,567	186	23	S5	9.75	6.40	9.75	AB4	11.00	AB9	24.00		21,000	GM
HIDROHOS	19,166	13,513	182	27	S5	9.14	7.24	9.14	J21	8.00	J23	16.00		10,500	GM
CAPTAIN MICHE	14,559	9,169	175	23	S5	9.40	7.45	9.40	A25	9.30	AB28	7.30		10,000	GM
ANANGEL HONDU	13,624	9,831	164	23	S5	7.95	6.02	7.95	J29	8.00	J31	16.00		10,000	GM
DON CATARINO	18,709	13,317	198	24	S5	9.45	9.45	2.55	E27	8.00	F9	16.00	124,901		GM
MAYA	16,065	10,566	186	23	S5	9.90	9.90	4.35	F15	9.15	MZ3	14.45	120,069		GM
CAMPANA I	16,149	8,725	160	25	S5	6.26	6.26	1.00	S19	11.00	S22	9.30		16,000	GM
MAYA	16,065	10,566	186	23	S5	9.90	4.05	9.90	MZ3	14.45	MZ8	23.00		21,420	GM
AZTECA	16,030	10,531	186	23	S5	9.18	9.18	4.20	E12	7.30	E21	6.00	119,001		GA
VOYAGER	16,066	10,567	186	23	S5	8.84	6.15	8.84	AB2B	15.00	A31	11.00		12,000	GM
SARITA	16,087	10,318	172	27	S5	7.10	6.70	7.10	A7	6.30	AG8	8.15		5,000	GM
EXPLORER III	15,397	10,769	186	23	S5	8.00	7.00	8.00	AG4	7.00	A6	16.00		10,000	GM
SONIA M.	11,143	5,947	152	24	S5	9.14	7.14	9.14	MY5	8.00	MY7	20.00		10,113	GM
LACANDON	16,639	11,553	174	26	S5	5.35	5.35	5.00	027	8.00	030	8.00		14,000	GM
BALSAS V	3,744	2,523	98	16	S5	5.49	4.50	5.49	MY9	15.00	MY14	24.00	149	5,203	CG
OLMECA	16,311	11,408	174	25	S5	9.60	6.20	9.60	D19	10.00	D24	1.00		24,308	GM
CONTOY	2,497	1,619	88	13	S6	7.08	4.04	7.08	E22	9.00	E23	14.15		3,836	GA
DELCHAP	1,591	1,224	68	15	S6	5.90	2.30	5.80	E11	16.00	E19	7.00		2,805	GA

TABLA III.1

PUERTO: GUAYMAS

AÑO: 1985-86

NOMBRE DEL BUQUE	TONELAJE		CALADO			CALADO POPA		ATRAQUE		DESATRAQUE		CARGA OPERADA			
	TRB	NETO	ESLORA	MANGA	MUELLE	DISEND	ENTRADA	SALIDA	FECHA	HORA	FECHA	HORA	ENTRADA	SALIDA	TIPO
THO I	2,719	1,211	104	17	S6	6.00	2.90	6.00	AB11	9.15	AB12	22.15		3,623	GA
THO I	2,719	1,211	104	17	S6	5.70	2.70	5.70	E9	14.30	E17	20.45		3,599	GA
DEL JUL	4248	2799	109	17	S6	8.53	4.6	8.53	AG6	13.00	A8	21.00		6766	GA
CONTOY	2,496	1,618	89	14	S6	6.15	2.10	6.15	D30	18.00	D2	22.30		3,848	GA
CONTOY	2,996	1,618	89	14	S6	6.15	2.10	6.15	AB12	7.00	AB12	20.15		3,827	GA
THO I	2,719	1,211	104	17	S6	6.00	2.10	6.00	F7	8.45	F8	6.30		3,600	GA
EXPLORER III	16,039	10,572	186	23	S6	9.14	6.10	9.14	M23	14.15	M26	0.00		20,846	GA
CONTOY	2,496	1,618	87	14	S6	7.00	3.00	7.00	F29	8.00	F27	20.45		3,833	GA
THO I	2,719	1,211	104	17	S6	6.15	2.20	6.15	AB30	19.00	MY2	18.45		3,419	GA
THO I	2,719	1,211	104	17	S6	6.15	2.20	6.15	F16	7.30	F26	19.15		3,600	GA
VOYAGER I	16,065	10,567	186	23	S6	9.75	3.15	9.75	F23	10.00	F26	23.00		21,360	GA
DEL JES	15,989	9,466	190	23	S6	9.60	4.10	9.60	F20	8.15	F25	21.15		21,624	GA
CONTOY	2,496	1,618	89	14	S6	6.10	2.80	6.10	MY13	15.00	MY14	20.00		3,846	GA
DELCHAP	1591	1224	67	15	S6	6.00	2.1	6.00	F7	10.15	F9	7.30		2,802	GA
VOYAGER	16,065	10,566	186	23	S6	9.80	4.06	9.80	E22	15.00	E24	24.00		21,155	GA
THO I	2,719	1,211	104	17	S6	6.25	2.50	6.25	M21	6.45	M22	6.00		3,608	GA
FONTOFRATIS	15,891	10,825	180	23	S6	9.45	9.45	2.78	JN11	11.45	JN20	6.30	123,100	GA	
ATLANHA	14,227	9,028	165	24	S6	9.14	4.27	9.14	AG29	17.00	S2	8.00		21,360	GA
DON CATARINO	18,709	13,317	198	24	S6	8.75	4.75	8.75	JN16	10.00	JN19	12.00		27,439	GA
SERI	20277	12429	176	27	S6	9.45	2.75	9.45	MY13	7.00	MY15	21.00		29755	GA
MARIA I	22,215	13,032	187	28	S6	8.30	8.30	1.53	JN20	9.15	JN30	24.00	123,100	GA	
VOYAGER I	16,065	10,567	186	23	S6	9.75	2.50	9.75	F8	17.00	F11	0.00		21,436	GA
SISAL	3,942	2,721	111	12	S6	7.62	4.27	7.62	N2	6.00	N5	6.00	1,810	5,759	GC
ATLANHA	14,228	9,028	165	24	S6	9.14	4.27	9.14	D30	8.00	N2	6.00		20,308	GA
VOYAGER I	16,065	10,567	186	23	S6	9.75	6.10	9.75	M214	17.00	M218	23.00		21,486	GA
SISAL	3,905	2,577	111	16	S6	7.31	4.27	7.31	AG21	14.00	A23	6.00		5,937	GA
ATLANHA	14228	9028	165	24	S6	9.14	4.27	9.14	S28	11.00	O2	23.00		19124	GA
ATLANHA	14,228	9,028	165	24	S6	9.14	4.27	9.14	N24	8.00	N26	21.00		20,530	GA
EXPLORER III	15,397	10,769	171	23	S6	9.45	3.66	9.45	M24	16.00	M26	22.00		21,108	GA
DEL JUL	4,248	2,799	189	17	S6	7.02	4.00	7.02	E19	8.00	E22	7.30		6,702	GA
PAC DUVE	14,644	9,714	171	25	S6	9.14	9.14	4.10	JM5	20.30	JN18	6.00	121,775	GA	
TRANSOCEAN FR	16,187	10,070	176	25	S6	9.27	9.27	4.15	J3	15.45	J12	8.30	123,100	GA	

CALADO BUQUE	CANAL	MUELLE ARDILLA	MUELLE CEMENTO	MUELLE E1	MUELLE E2	MUELLE E3	MUELLE E4	MUELLE S5	MUELLE S6
maximo	10.10	7.00	6.80	7.10	9.45	9.35	9.90	10.10	9.80
minimo	2.10	3.00	4.50	4.30	2.10	4.27	3.10	4.90	5.70
barcos	307.00	76.00	11.00	12.00	33.00	15.00	49.00	77.00	34.00
promedio	7.12	3.53	3.53	3.53	3.53	3.53	3.53	3.53	3.53
desv est	1.94	1.23	0.74	0.75	1.65	1.42	1.71	1.16	1.51
coef var	0.27	0.35	0.21	0.21	0.47	0.40	0.48	0.33	0.43
eslora	223.00	128.00	107.00	178.00	196.00	198.00	223.00	204.00	198.00
manga	33.00	18.00	17.00	29.00	32.00	28.00	32.00	33.00	28.00

Tabla III.2

GUAYMAE, SCH.

PARAMETROS ESTADÍSTICOS	TRB	TONELAJE NETO	ESLORA	MANEA	CALADO DE DISEÑO	CALADO POPA	
						ENTRADA	SALIDA
máximo	35,409.00	20,557.60	223.00	33.00	10.10	9.90	10.10
mínimo	175.00	454.00	46.00	10.00	2.10	1.00	1.00
#barcos	307.00	307.00	307.00	307.00	307.00	307.00	307.00
promedio	9,906.82	6,398.36	131.65	29.12	7.12	5.72	5.84
des est	7,892.06	4,886.40	47.17	5.68	1.94	2.69	2.06
coef var	0.80	0.76	0.37	0.29	0.27	0.51	0.35

Tabla III.3

Si nos referimos a la distribución por muelles, podemos decir que la mayor cantidad de buques se atienden en los muelles E4 y S5, donde se manejan los graneles minerales y productos agrícolas, registrando calados desde 3.1 hasta 10.1 m. Asimismo, en el muelle A7 (Ardilla) se atienden buques con calado de 3 a 7.0 m.

En la tabla III.4 se encuentra la Tabla de Probabilidad de Excedencia de Calado para Guaymas, Son. y se muestra como ejemplo la gráfica de excedencia de calado para el canal de acceso (Gráfica III.4.A).

III.1.3 Dimensionamiento en planta de las zonas del puerto.

Canal de acceso.

El canal de acceso fue dimensionado en función de la manga del buque de diseño del puerto.

Basandonos en el Capítulo I:

$$\text{Ancho} = 4.8 \text{ Manga}$$

Donde la manga es igual a 33.0 m, por lo que:

$$\text{Ancho} = 158.4 \text{ m}$$

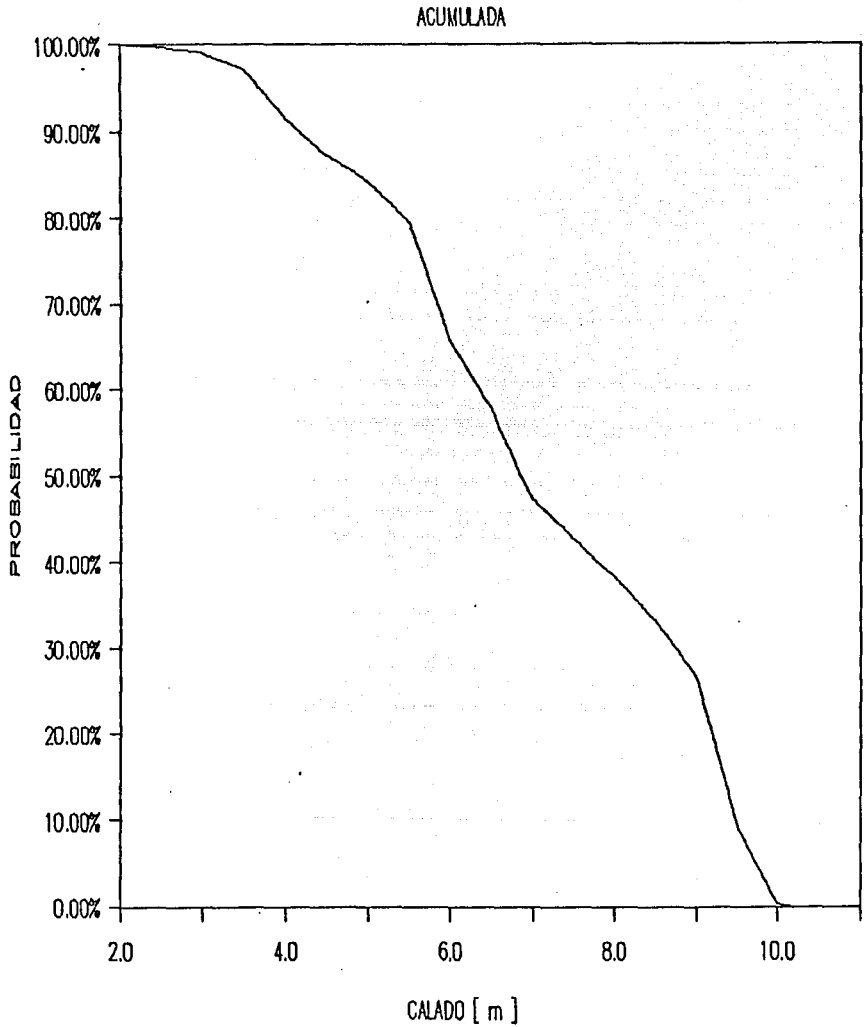
- 69 -
Tabla III.4

PROBABILIDAD DE EXCEDENCIAS DE CALADOS

GUAYMAS, SON.

CALADO BUQUE	CANAL	MUELLE ARDILLA	MUELLE CEMENTO	MUELLE E1	MUELLE E2	MUELLE E3	MUELLE E4	MUELLE E5	MUELLE E6
2.0	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
2.5	99.67%	100.00%	100.00%	100.00%	98.97%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
3.0	99.02%	98.68%	100.00%	100.00%	93.94%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
3.5	97.07%	92.11%	100.00%	100.00%	93.94%	100.00%	97.96%	100.00%	100.00%
4.0	91.57%	67.74%	100.00%	100.00%	93.94%	100.00%	97.96%	100.00%	100.00%
4.5	87.50%	60.53%	90.91%	91.67%	87.86%	93.33%	95.92%	100.00%	100.00%
5.0	84.36%	57.89%	90.91%	75.00%	84.85%	86.67%	91.84%	96.70%	100.00%
5.5	77.48%	56.58%	81.82%	41.67%	75.76%	66.67%	89.80%	96.10%	100.00%
6.0	65.80%	27.68%	45.45%	16.67%	66.67%	66.67%	85.71%	96.10%	85.29%
6.5	57.98%	17.11%	45.45%	8.33%	45.45%	66.67%	79.59%	93.51%	67.65%
7.0	47.23%	0.00%	0.00%	8.33%	30.30%	53.33%	73.47%	88.31%	64.71%
7.5	42.67%	0.00%	0.00%	0.00%	27.27%	40.00%	69.39%	81.82%	55.88%
8.0	38.44%	0.00%	0.00%	0.00%	15.15%	13.33%	67.35%	77.92%	52.94%
8.5	33.22%	0.00%	0.00%	0.00%	9.09%	6.67%	51.02%	72.73%	50.00%
9.0	26.71%	0.00%	0.00%	0.00%	9.09%	6.67%	40.82%	55.84%	44.12%
9.5	9.12%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	14.29%	20.78%	14.71%
10.0	0.33%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	1.30%	0.00%
10.5	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
11	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
11.5	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
12	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
12.5	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
13	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
13.5	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
14	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
Maximo	10.10	7.00	6.80	7.10	9.45	9.35	9.90	10.10	9.80
Minimo	2.10	3.00	4.50	4.30	2.10	4.27	3.10	4.90	5.70
#barcos	307.00	76.00	11.00	12.00	33.00	15.00	49.00	77.00	34.00
promedio	7.12	3.53	3.53	3.53	3.53	3.53	3.53	3.53	3.53
desv est	1.94	1.23	0.74	0.75	1.65	1.42	1.71	1.16	1.51
coef var	0.27	0.35	0.21	0.21	0.47	0.40	0.48	0.33	0.43
reserva	223.00	129.00	107.00	178.00	196.00	198.00	223.00	204.00	198.00
mancha	33.00	18.00	17.00	29.00	32.00	28.00	32.00	33.00	28.00

PROBABILIDAD EXCEDENCIA ALTURA CALADO



tomando en este caso Ancho = 150.0 m

Cabe aclarar que todas las demás zonas del puerto no sufrieron modificaciones en sus dimensiones ya que éstas fueron construidas bajo las dimensiones de otros buques de diseño, por lo cual, si se utilizaran los criterios mencionados en el Capítulo I, se observaría la falta de dimensiones en estas zonas, sobre todo en los muelles; sin embargo debido a la baja ocurrencia de los barcos de diseño actuales, sería incostruable la remodelación de todas estas zonas, si se considera que además constituyen la mayoría, por lo cual se tomó la decisión de optar por las dimensiones actuales de estas zonas; por otro lado se buscó la información referente a la operatividad de este puerto en Operación Portuaria y se encontró que no existen problemas graves de operatividad; así todo lo anterior apoya la decisión de no realizar una incostruable modificación de la infraestructura del puerto.

Sin embargo, se mencionarán a continuación los criterios tomados para la distribución principalmente de las dársenas.

Dársena Banda Sur.

Como esta dársena da servicio a los muelles Patio Banda Sur 5 y Patio Banda Sur 6, se dimensionó en conjunto para poder dar servicio a ambos, basándose en el hecho de que las dimensiones de los buques de diseño para ambas zonas son muy similares.

Dársena Banda Este.

Esta dársena da servicio a todos los muelles Patio Banda Este, por lo que se procedio a distribuir la zona de esta dársena en los 4 muelles a los cuales da servicio. Este criterio está dirigido a optimizar las dimensiones de dragado, pues si toda esta dársena se dimensionará a una misma profundidad, que estaria en función del máximo calado del buque de diseño de estos 4 muelles, existiria un sobredragado en aquella zona que da servicio al muelle donde se presenta un calado menor al de diseño de esta dársena.

Resumiendo se presenta la Tabla III.5, en donde se pueden observar las dimensiones actuales y propuestas del puerto.

III.1.4 Probabilidad de excedencia del oleaje.

Respecto al oleaje, se revisó la información sobre este existente en la zona, publicada por The Ocean Wave Statistics y The Oceanographic Atlas of Sea and Swell, de los cuales pudo observarse que la información reportada en éstos no contempla la del Golfo de California, habiéndose tenido que recurrir a métodos indirectos para el establecimiento del oleaje estadístico que afecta la zona.

Tabla III.5

EXIGENCIAS TÉCNICAS DEL PUERTO DE GUAYMA 300.

TIPO DEL PUERTO	CONDICIONES ACTUALES		CONDICIONES PROPUESTAS	
	LONGITUD (m)	ANCHO (m)	LONGITUD (m)	ANCHO (m)
PUERTO ACCESO	4100	100	4100	150
CARONERA DE ALBERGA ESTE	700	750	545	300
CARONERA DE OPERACION BANDA OUN	470	200	740	200
MUELLE PATIO BANDA SUR A	175	60	175	60
MUELLE PATIO BANDA SUR B	175	60	175	60
MUELLE PATIO BANDA ESTE 4	195	60	195	60
MUELLE PATIO BANDA ESTE 3	190	60	190	60
MUELLE PATIO BANDA ESTE 2	190	60	190	60
MUELLE PATIO BANDA ESTE 1	144	40	144	40
MUELLE CUBIERTOS	200	100	200	100
MUELLE ARGOLLA	150	100	150	100

Basandose en lo anterior y en los registros de viento en la zona en los últimos tres años, se procedió a calcular alturas y períodos respectivos asociándole una probabilidad de ocurrencia, generando la siguiente distribución (Tabla III.6):

Tabla III.6
ALTURA DE OLAS EN AGUAS PROFUNDAS

Dirección	T	0-0.2	0.2-0.4	0.4-0.6	0.6-0.8	0.8-1	1-1.2
NW	4	2.93	6.32	5.55	2.93	1.08	0.31
W	4	40.37	20.03				
SW	4	7.7	2.62				
S	4	5.7	4.16	0.31			
SUMA		56.7	33.13	5.86	2.93	1.08	0.31

La tabla anterior nos presenta la distribución de probabilidad del oleaje en una determinada dirección. Cabe señalar que la suma de estos porcentajes representa el 100% de la ocurrencia del oleaje en la zona, sin tomar en cuenta el tiempo de calmas.

Posteriormente se procedió a obtener los coeficientes en la zona, tanto por refracción, para lo que se construyeron diagramas de refracción para cada dirección de viento, así como los coeficientes de difracción, basados en los diagramas de

difracción de oleaje de Wiegel para cada dirección; dichos coeficientes se encuentran en la Tabla III.7.

Tabla III.7
COEFICIENTES PARA EL PUERTO DE GUAYMAS, SON.

Dirección	Difracción	Refracción	Total
NW	0.075	0.05	0.00375
W	0.075	0.11	0.00825
SW	0.150	0.50	0.0750
S	0.020	0.89	0.0178

Para obtener los coeficientes de Difracción se realizaron las siguientes consideraciones:

- Todos los obstáculos naturales (islas) fueron tomados como obstáculos debidos a obras exteriores.
- Para la obtención de un coeficiente único por dirección se realizó primero un análisis hasta la entrada a la bahía donde se localiza el puerto; después, de la misma forma, otro análisis hasta el puerto cruzando la bahía.
- El coeficiente total será el producto del coeficiente de Refracción y el de Difracción.

Con los datos anteriores se procedió a realizar una distribución de probabilidad de alturas de olas en el puerto basándose en los coeficientes totales. Esta tabla se realizó multiplicando el coeficiente total por el valor de la probabilidad de ocurrencia para cada intervalo, después se procedió a comparar este valor con los intervalos para situarlos donde pertenecen, y de esta forma obtener la Tabla III.8.

Tabla III.8
ALTURA DE OLA DENTRO DEL PUERTO

Dircc	T	Coef Tot	0-0.2	0.2-0.4	0.4-0.6	0.6-0.8	0.8-1	1-1.2
NW	4	.00375	19.11	---	---	---	---	---
W	4	.00825	80.40	---	---	---	---	---
SW	4	0.075	10.32	---	---	---	---	---
S	4	.0178	10.17	---	---	---	---	---
SUMA			100.00%	---	---	---	---	---

Como se observa en la tabla anterior, se presentan alturas de ola menores de 0.2m en el 100 % del tiempo de acción del oleaje. Como este valor es muy reducido y lo más probable es que dentro

de la bahía se presenten alturas de olas mayores, provocadas por la acción del viento, se procederá a calcular una distribución de probabilidad de alturas de olas dentro de la bahía provocada por el viento.

Para esto se utilizaron los registros históricos de dirección y velocidades de viento proporcionados por el Servicio Meteorológico Nacional en la estación de Empalme, Son., situada aproximadamente a 1.5 km del la zona del puerto, tomando en cuenta para este estudio los últimos tres años.

La información manejada comprendió datos diarios y por hora de los tres años; es por ello que debido a la magnitud del archivo se utilizó un programa de cómputo para su procesamiento.

Los resultados se manejaron en una rosa de viento de 16 direcciones ya que el servicio meteorológico así las reporta; debido a la diferencia de direcciones entre las alturas de olas provocadas por la acción del viento en el mar y las generadas dentro de la bahía, se procedió a correlacionar ambas con el siguiente criterio:

Basándonos en el hecho de que la altura de ola provocada por el viento en el mar es menor o igual a 0.2 m en el 100% del tiempo, y teniendo la necesidad de obtener alturas de ola que tomen en cuenta la acción del viento dentro y fuera de la bahía, se procedió a sumar la energía de la ola (0.2 m) generada por el viento en el mar, a cada una de las generadas dentro de la bahía,

para esto se utilizó la siguiente ecuación:

$$H_{tot} = \left[H_1^2 + H_2^2 \right]^{0.5}$$

Donde :

H1 : Altura de ola generada en el mar (0.2 m)

H2 : Altura de ola generada dentro de la bahía

Respecto al periodo, el generado en el mar fue para todas las direcciones representativas de 4 segundos, cosa contraria a lo que ocurrió con el obtenido dentro de la bahía, para los cuales se realizó una distribución a cada 0.2 de segundo. Ahora bien, requiriéndose un periodo que involucrase a ambos se procedió a obtener un factor para cada dirección, el cual, multiplicado por el periodo de la ola generada dentro de la bahía, tome en cuenta el periodo de las olas generadas en el mar (4 s). Dicho factor se obtuvo con la siguiente fórmula:

$$\text{factor} = \frac{\text{periodo representativo del mar (4 s)}}{\text{periodo representativo de la dirección}}$$

Con base en lo anterior se obtuvieron los factores que a continuación se presentan, junto con el Fetch utilizado en el cálculo para cada dirección (Tabla III.9).

Tabla III.9
FACTORES POR DIRECCION

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

Dirección	Fetch (m)	Periodo representativo (s)	Factor
N	6100	1.0	4.0
NNE	7000	1.25	3.2
NE	8100	1.0	1.4
ENE	8300	1.0	4.0
E	6000	0.75	5.33
SSE	6000	1.5	2.66
SE	5000	1.25	3.2
ESE	6000	1.0	1.4
S	6100	1.25	3.2
SSW	7000	1.4	2.85
SW	8100	1.5	2.66
WSW	8300	1.4	2.85
W	6000	1.25	3.2
WNW	6000	1.25	3.2
NW	5000	1.25	3.2
NNW	6000	1.5	2.66

En base a todo lo anterior se obtuvieron las siguientes tablas de probabilidad de excedencia de alturas de ola. En las Tablas III.A, III.B, III.C, se muestra la distribución de alturas de ola y periodos por cada dirección y en la Tabla III.D se muestra la distribución de probabilidad de altura de ola únicamente.

Para finalizar esta sección sobre oleaje sólo resta obtener la probabilidad de excedencia del oleaje, para cuya mejor apreciación se elaborará una gráfica. Esta se obtendrá de los acumulados de la distribución de alturas de ola de todas las direcciones, pues lo que nos interesa es la excedencia de oleaje en la zona sin importar su dirección, y se utilizará un programa de cómputo para obtener la ecuación de esta probabilidad de excedencia y así generar una gráfica continua. Esta gráfica se presenta en la Figura III.10.

III.1.5 Probabilidad de Excedencia de Altura de Marea.

El objeto de esta parte del estudio es establecer los elementos de marea que permitan definir la profundidad óptima. Se han separado dos aspectos: el primero referente a los niveles significativos, y el segundo a la probabilidad de excedencia de los niveles.

Los niveles significativos para el puerto de Guaymas se presentan a continuación, estableciendo los rangos desde la pleamar máxima

- 81 -
Tabla III.A

PROBABILIDAD DE OCURRENCIA DE DELEJE POR DIRECCIONES

GUAYMAS, SON.

DIREC	PERIODO	<0.2	0.2-0.4	0.4-0.6	0.6-0.8	0.8-1.0	>1.0	SUMA
1	<2	0.11						0.11
	2<T4		0.93			0.11	0.22	1.26
	4<T6		1.48			0.05	0.22	1.76
	>6		0.66	0.05			0.05	0.77
	suma		0.11	3.07	0.05		0.16	0.49
2	<2		0.27					0.27
	2<T4		2.03		0.11	0.11	0.55	2.80
	4<T6		0.44				0.05	0.49
	>6		0.05	0.05			0.05	0.16
	suma			2.80	0.05	0.11	0.11	0.66
3	<2							0.00
	2<T4		0.60		0.22		0.38	1.21
	4<T6		2.63				0.44	3.07
	>6		0.16				0.05	0.22
	suma			3.40		0.22		0.88
4	<2		0.05					0.05
	2<T4		0.22				0.33	0.55
	4<T6		2.30		0.05		0.05	2.41
	>6		0.44				0.05	0.49
	suma			3.02		0.05		0.44
5	<2							0.00
	2<T4		0.11					0.11
	4<T6		0.93					0.93
	>6		0.49					0.49
	suma			1.54				

- 82 -
Tabla III.B

PROBABILIDAD DE OCURRENCIA DE GLEAJE POR DIRECCIONES

GUAYMAS, SON.

DIREC	PERIODO	<0.2	0.2-0.4	0.4-0.6	0.6-0.8	0.8-1.0	>1.0	SUMA
6	<2							0.60
	2<T4		0.38					0.38
	4<T6		0.22				0.11	0.33
	>6		0.11					0.11
	suma		0.71				0.11	0.82
7	<2		0.16	0.05				0.22
	2<T4		4.77		0.11	0.33	0.11	5.32
	4<T6		4.50			0.16	0.71	5.38
	>6		0.16				0.71	0.60
	suma		9.60	0.05	0.11	0.49	1.54	11.79
8	<2		0.22		0.05			0.27
	2<T4		2.36				0.60	2.96
	4<T6		1.32				0.11	1.43
	>6						0.05	0.05
	suma		3.89	0.00	0.05	0.00	0.77	4.72
9	<2	0.05						0.05
	2<T4		3.02					3.02
	4<T6		5.87				0.49	6.36
	>6		0.33	0.05			0.33	0.71
	suma	0.05	9.22	0.05			0.82	10.15
10	<2		0.11					0.11
	2<T4		3.13		0.11		0.77	4.00
	4<T6		4.22				0.93	5.16
	>6		0.22				0.27	0.49
	suma		7.68	0.00	0.11		1.97	9.76

Tabla III.C

PROBABILIDAD DE OCURRENCIA DE DESAJE POR DIRECCIONES

GUAYMAS, SON.

DIREC	PERIODO	<0.2	0.2-0.4	0.4-0.6	0.6-0.8	0.8-1.0	>1.0	SUMA
11	<2	0.05						0.05
	2<4		4.28				0.93	5.21
	4<6		5.54				0.44	5.98
	>6		0.27				0.16	0.44
	suma	0.05	10.09				1.54	11.68
12	<2				0.11			0.11
	2<4		5.38				0.88	6.25
	4<6		5.49				0.27	5.76
	>6							0.00
	suma		10.86		0.11		1.15	12.12
13	<2					0.11		0.11
	2<4		5.32				0.55	5.87
	4<6		4.39			0.05	0.38	4.83
	>6		0.05				0.05	0.11
	suma		9.76			0.16	0.99	10.92
14	<2				0.05			0.05
	2<4		3.13					3.13
	4<6		2.47				0.16	2.63
	>6			0.05				0.05
	suma		5.60	0.05	0.05		0.16	5.87
15	<2							0.00
	2<4		1.04		0.05			1.10
	4<6		0.33				0.05	0.38
	>6		0.05					0.05
	suma		1.43		0.05		0.05	1.54

Tabla III.C (continuación)

PROBABILIDAD DE OCURRENCIA DE GLEAJE POR DIRECCIONES

GUAYMAS, SON.

DIREC	PERIODO	<0.2	0.2-0.4	0.4-0.6	0.6-0.8	0.8-1.0	>1.0	SUMA
16	<2		0.22		0.05			0.27
	2<T<4		1.26				0.27	1.54
	4<T<6		1.59				0.05	1.65
	>6							0.00
	suma		3.07		0.05		0.33	3.46
	SUMA TOTAL	0.22	85.74	0.27	0.93	0.93	11.90	100.00

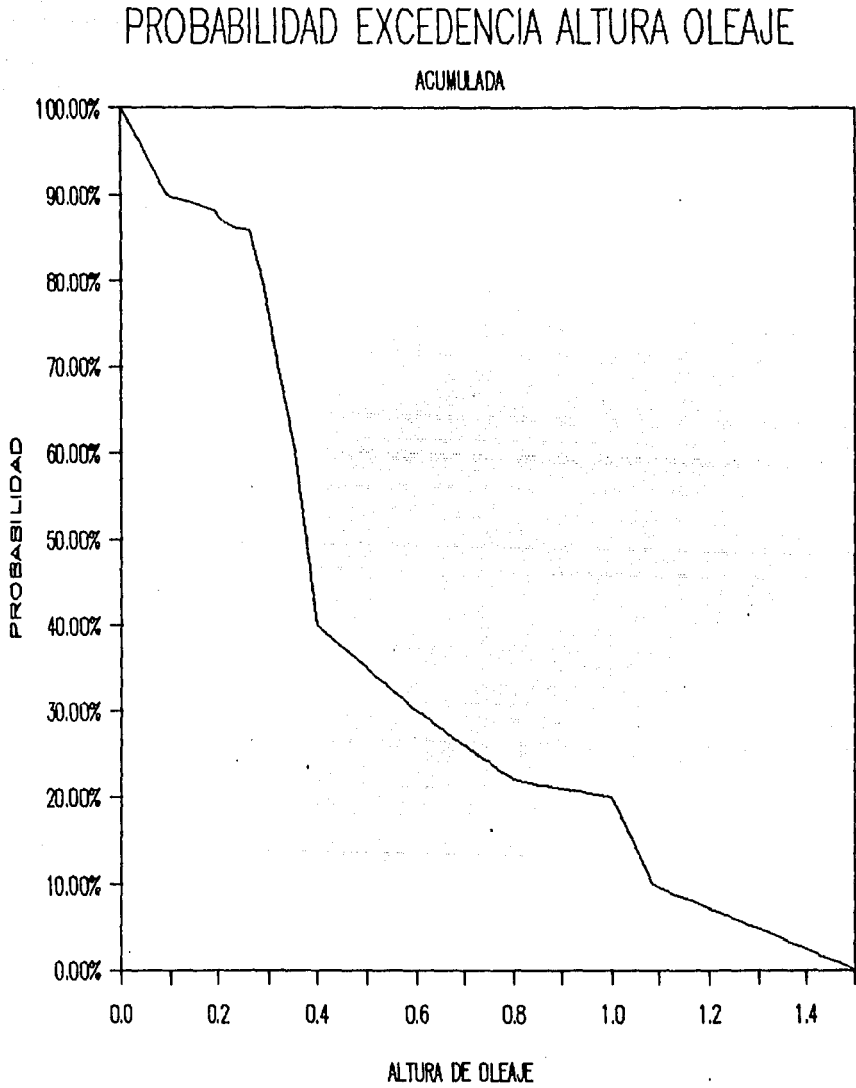
Tabla III.D

PROBABILIDAD DE EXCEDENCIA DE GLEAJE

GUAYMAS, SON.

ALTURAS [m]	PROBABILIDAD DE EXCEDENCIA
0.00	100.00%
0.20	68.10%
0.40	67.16%
0.60	66.23%
0.80	65.96%
1.00	0.22%
1.50	0.00%

Figura III. 10



registrada hasta la bajamar mínima registrada, obtenidas todas ellas de las tablas de predicción de marea editadas anualmente por el Instituto de Geofísica de la UNAM, y que se presentan a continuación:

PMR	IPMS	NPM	NMM	NBM	NBMI	BMR
0.854	0.357	0.3050	0.000	-0.302	-0.474	-1.188

Con respecto a la probabilidad de excedencia de los niveles, se vació la información de la referencia anterior, día por día en un archivo de datos, con lo que se estableció una distribución de frecuencias llegando a la curva de probabilidad de excedencia referida al nivel medio del mar, la cual se muestra en la Figura III.11, basada en la Tabla III.12.

III.1.6 Determinación del factor de claro bajo quilla

La determinación de este factor se basará en el buque de diseño, tomando en cuenta el squat, el resguardo y el trimado.

Tabla III.11

PROBABILIDAD EXCEDENCIA ALTURA DE MAREA

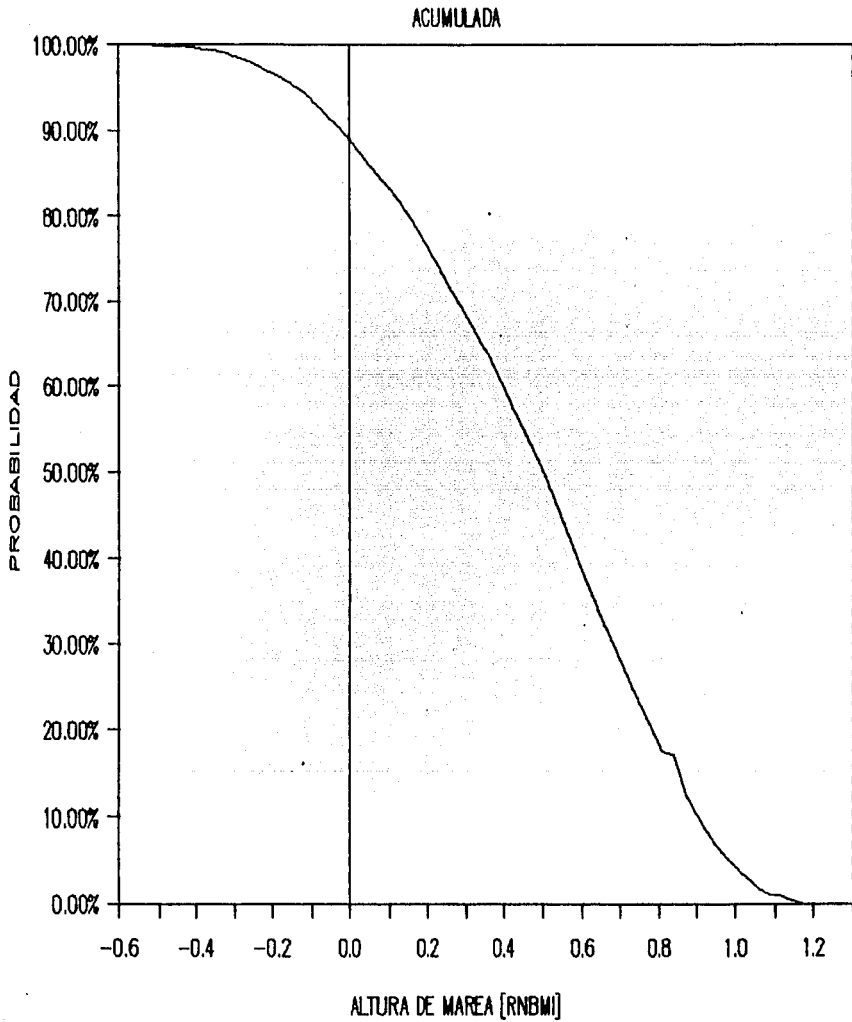


Tabla III.12

PROBABILIDAD DE EXEDENCIA DE MAREA MINIMA

GUAYMAS, SON.

COTAS REFERIDAS NBMI	PROBABILIDAD DE EXEDENCIA	COTAS REFERIDAS NBMI	PROBABILIDAD DE EXEDENCIA
-0.59	100.00%	0.32	66.60%
-0.56	99.96%	0.35	64.18%
-0.53	99.95%	0.38	61.33%
-0.50	99.88%	0.41	58.47%
-0.47	99.79%	0.44	55.63%
-0.44	99.70%	0.47	52.56%
-0.41	99.59%	0.50	49.61%
-0.38	99.46%	0.53	46.38%
-0.35	99.24%	0.57	42.94%
-0.32	98.91%	0.60	39.31%
-0.29	98.55%	0.63	35.93%
-0.26	97.95%	0.66	32.44%
-0.23	97.29%	0.69	29.24%
-0.20	96.62%	0.72	26.15%
-0.17	95.84%	0.75	23.09%
-0.14	94.93%	0.78	20.25%
-0.11	93.80%	0.81	17.47%
-0.07	92.47%	0.84	17.10%
-0.04	91.07%	0.87	12.60%
-0.01	89.70%	0.90	10.29%
0.02	88.20%	0.93	8.06%
0.05	86.45%	0.96	6.16%
0.08	84.74%	0.99	4.52%
0.11	82.73%	1.02	3.19%
0.14	80.77%	1.05	1.86%
0.17	78.70%	1.08	0.99%
0.20	76.54%	1.11	0.87%
0.23	74.20%	1.14	0.35%
0.26	71.59%	1.18	0.02%
0.29	69.02%	1.21	0.00%

Squat

El calculo del squat se obtendrá basandonos en el Capitulo I.

Si se realiza la consideración de que el buque entra con una velocidad de 5 nudos (2.57 m/s), y que además el buque de diseño tiene un calado de 10.1 m, manga de 33.0 m y la profundidad en el canal de acceso es de 11.5 m con un ancho de 100 m y un área de la sección transversal de 1 975 m² aproximadamente.

Utilizando la Figura I.2.1.2:

- No de Froude = $2.57 / (9.81 \cdot 11.5)^{0.5}$ F = 0.2420

- factor de perfil $S = \frac{\text{sección transversal del buque}}{\text{sección del canal}}$

La sección transversal del buque se obtendrá multiplicando el calado por la manga del mismo, por un factor empirico de 0.95, debido a la forma geométrica del buque, que es casi igual a la de un cuadrado.

$S = \frac{10.1 \cdot 33 \cdot 0.95}{1\ 975}$ S = 0.160

Entrando con estos datos a la Figura II.2.1.2 obtenemos:

$d = 0.015$ y como $d = \frac{(h_1 - h_2)}{h_1}$

despejando h_2

$$h_2 = d \cdot h_1 + h_1$$

$$= 0.015 \cdot 10.1 + 10.1$$

$$h_2 = 10.25 \text{ m}$$

Por lo que el squat = $h_2 - h_1$

$$\text{squat} = 10.25 - 10.1$$

$$\text{squat} = 0.15 \text{ m}$$

Resguardo

Como el resguardo representa una seguridad adicional y es función del riesgo que supone un choque con el fondo, debido al fondo de Guaymas, Sin. y a la baja agitación producida por el oleaje, se considerará un resguardo de 0.7 m .

Trimado

Debido a la baja velocidad que se presenta en el área se considerará un trimado de 0.3 m, con base en las recomendaciones del The Dock and Harbour Authority.

Basándonos en lo anterior, se resume para el barco de diseño:

- FCBO en el canal de acceso = 1.15 m
- FCBO en zonas dentro del puerto = 1.00 m

Los factores anteriores representan el 11.39% y 9.9% del calado del buque de diseño (10.10 m), por lo que los factores a utilizar serán los siguientes:

- FCBO en el canal de acceso = 1.1139
- FCBO en zonas dentro del puerto = 1.0990

III.1.7 Factores economicos

Este factor tendrá como base una tasa del 12% de interés y un horizonte económico de 10 años; basándonos en la fórmula de factor de actualización, tenemos:

$$FA = \frac{1}{0.12 \frac{(1+0.12)^{10}-1}{(1+0.12)^{10}-1}}$$

$$FA = 5.328$$

III.2 Integración de la información.

Con base en el programa en listado en el capítulo II se procedió a realizar la simulación de todas las zonas del puerto. Dando como datos la probabilidad de excedencia de marea, oleaje y la de calado que le correspondiese, luego se procedió a realizar corridas para cada zona. El número de barcos simulados estuvo en función del número de barcos que se recibieron en promedio en los años anteriores para cada zona. Este número de barcos anuales simulados fueron los siguientes para cada zona del puerto:

Canal de Acceso	155 barcos
Muelle Patio Banda Sur 6	17 barcos
Muelle Patio Banda Sur 5	38 barcos
Muelle Patio Banda Este 4	25 barcos
Muelle Patio Banda Este 3	8 barcos
Muelle Patio Banda Este 2	17 barcos
Muelle Patio Banda Este 1	6 barcos
Muelle Ardilla	38 barcos
Muelle Cementero	6 barcos

Como se menciona con anterioridad, se compararán los costos de cada alternativa como la suma de costos de espera, dragado de mantenimiento, y de construcción, por lo que necesitaremos los volúmenes de mantenimiento de cada zona; así, esto es lo que se

procederá a calcular antes de la simulación. Para realizar este cálculo se tomarán las siguientes consideraciones:

- Para el cálculo del volumen de mantenimiento anual del canal de acceso se le sumó el volumen de mantenimiento de la dársena Banda Sur, puesto que la profundidad requerida por esta dársena de ciaboga se ve obligada a ser la misma que el canal de acceso, ya que el barco de calado máximo se alojará en el Muelle Patio Banda Sur, mismo que recibe el servicio de esta dársena.

- Para el cálculo de los volúmenes de mantenimiento de los Muelles Patio Banda Este se le sumará de igual modo la parte proporcional que les da servicio de la dársena de ciaboga, tomando el mismo criterio del punto anterior.

- Para el volumen de los Muelles Ardilla y Cementero sólo se considerará el volumen arrojado por ellos mismos, pues en el caso de los Muelles Patio Banda Sur la dársena que les da servicio fue considerada en el análisis del Canal de Acceso, mientras que para los Muelles Ardilla y Cementero, por su menor calado y su cercanía con la dársena Banda Sur, utilizarán esta dársena sin afectar la profundidad de la misma puesto que los barcos que arriban a estos muelles son de mucho menor calado que los que arriban a los Muelles Patio Banda Sur.

Basándonos en todo lo anterior obtuvimos la distribución de volúmenes de dragado por zona, que son presentados en la tabla III.13.

Una vez reunidos todos los puntos anteriores se procedió a realizar las simulaciones para cada zona del puerto. Los resultados, presentados en las Tablas III.14.1 a la III.14.9, son el promedio de haber realizado 5 simulaciones por zona para poder estimarlos de la mejor forma. Como se nota en dichas tablas, la profundidad a la cual se fueron variando las alternativas fue de cada 10 cm.

En las Gráficas III.15.1 a la III.15.9 se presentan los resultados por zona del puerto, donde en el eje de las abscisas se presenta la profundidad de la alternativa referida al nivel de bajamar media inferior y en el eje de las ordenadas el costo de dicha alternativa en USA Dlls.

La alternativa óptima de cualquier zona será aquella donde se presente el mínimo costo; esto indica que en algún caso se podrá observar que la alternativa óptima no es la menor profundidad posible.

Basándonos en las gráficas III.15.1 - III.15.9 encontramos las profundidades óptimas para cada zona del puerto, que se presentan en la tabla III.16.

De dicha tabla se resumen las profundidades óptimas del estudio.

Tabla 111.13

DISTRIBUCION DEL DRAGADO POR ZONAS DEL PUERTO

VOLUMEN TOTAL DEL PUERTO = 10609386.6 m³ (AGUA)

VOLUMEN PROMEDIO
DE DRAGADO EN 3 AÑOS = 243397 m³ (DRAGADO)

ZONA DEL PUERTO	ANCHO	LONGITUD	PROF ACT	VOLUMEN m ³	VOLUMEN DRAGADO DE ZONA	VOLUMEN DRAGADO TOTAL POR ZONA
Canal	150	4100	11.5	7072500	162254.93	
Darsena Banda Sur	200	340	11.5	782000	17940.38	180195.31
Muelle Patio Banda Sur 6	50	175	12.0	105000	2408.87	2408.87
Muelle Patio Banda Sur 5	60	175	12.0	126000	2890.65	2890.65
Muelle Patio Banda Est 4	60	195	12.0	140400	3221.01	
Darsena de Ciaboga	300	148	11	487773	11190.33	14411.33
Muelle Patio Banda Est 3	60	190	11.5	131100	3007.65	
Darsena de Ciaboga	300	144	11	475266	10903.39	13911.05
Muelle Patio Banda Est 2	60	190	10.5	119700	2746.12	
Darsena de Ciaboga	300	144	11	475266	10903.39	13649.51
Muelle Patio Banda Est 1	40	144	5.5	31680	726.79	
Darsena de Ciaboga	300	109	11	360202	8263.62	8990.42
Muelle Cementos	100	200	9.5	190000	4358.92	4358.92
Muelle Ardilla	100	150	7.5	112500	2580.94	2580.94

SUMA 10,609,387 m³ 243,397 m³

ALTERNATIVAS POR ZONA DEL PUERTO PARA EL CALCULO DE LA FRECUENCIA OPTIMA

Tabla III.14.1

ZONA DEL PUERTO		CANAL DE ACCESO BARRERA BANDA SUR										
ALTERNATIVA	PROFUNDIDAD ACTUAL	PROFUNDIDAD ALTERNATIVA	CALADO EN METROS	ANCHO EN METROS	LONGITUD EN METROS	VOLUMEN DE MANTENIMIENTO	COSTO DE DRENAJE DE V. PREES	COSTO DE CONSTRUCCION DE PRESEN	NUMERO DE ESPERAS	TIEMPO DE ESPERAS	COSTO DE ESPERAS	COSTO DE ALTERNATIVA
	EN METROS	EN METROS										
1	11.5	11.5	10.5	150	4100	164748	\$1,317,528	\$0	15	98.41	\$41,330	\$1,358,858
2	11.5	11.5	10.6	150	4100	165913	\$1,321,070	\$0	14	82.61	\$28,299	\$1,349,369
3	11.5	11.5	10.7	150	4100	167478	\$1,325,548	\$0	9	34.68	\$14,567	\$1,340,115
4	11.5	11.5	10.8	150	4100	169043	\$1,331,058	\$0	4	17.44	\$7,310	\$1,323,748
5	11.5	11.5	10.9	150	4100	170609	\$1,337,568	\$0	2	19.05	\$8,004	\$1,329,572
6	11.5	11.5	11.0	150	4100	172174	\$1,376,877	\$0	2	9.77	\$4,086	\$1,380,963
7	11.5	11.5	11.1	150	4100	173739	\$1,738,587	\$0	2	5.21	\$2,451	\$1,741,038
8	11.5	11.5	11.2	150	4100	175304	\$1,401,097	\$0	2	6.41	\$2,697	\$1,403,794
9	11.5	11.5	11.3	150	4100	176869	\$1,417,607	\$0	1	4.91	\$2,084	\$1,419,691
10	11.5	11.5	11.4	150	4100	178434	\$1,426,117	\$0	1	3.47	\$1,468	\$1,427,585
11	11.5	11.5	11.5	150	4100	180000	\$1,438,628	\$0	0	0.00	\$0	\$1,438,628

Tabla III.14.2

ZONA DEL PUERTO		MUELLE PATIO BANDA SUR										
ALTERNATIVA	PROFUNDIDAD ACTUAL	PROFUNDIDAD ALTERNATIVA	CALADO EN METROS	ANCHO EN METROS	LONGITUD EN METROS	VOLUMEN DE MANTENIMIENTO	COSTO DE DRENAJE DE V. PREES	COSTO DE CONSTRUCCION DE PRESEN	NUMERO DE ESPERAS	TIEMPO DE ESPERAS	COSTO DE ESPERAS	COSTO DE ALTERNATIVA
	EN METROS	EN METROS										
1	12.0	12.0	10.2	50	175	2045	\$15,347	\$0	4	57.48	\$17,544	\$32,891
2	12.0	12.0	10.3	50	175	2065	\$15,507	\$0	4	23.18	\$9,714	\$25,221
3	12.0	12.0	10.4	50	175	2085	\$15,668	\$0	3	21.42	\$9,011	\$24,679
4	12.0	12.0	10.5	50	175	2105	\$15,828	\$0	2	18.01	\$6,335	\$22,163
5	12.0	12.0	10.6	50	175	2126	\$15,989	\$0	2	12.51	\$5,150	\$21,139
6	12.0	12.0	10.7	50	175	2146	\$17,148	\$0	2	12.42	\$5,244	\$22,392
7	12.0	12.0	10.8	50	175	2166	\$17,308	\$0	1	10.23	\$4,299	\$21,607
8	12.0	12.0	10.9	50	175	2186	\$17,469	\$0	1	9.75	\$4,114	\$21,583
9	12.0	12.0	11.0	50	175	2206	\$17,629	\$0	1	7.35	\$3,714	\$21,344
10	12.0	12.0	11.1	50	175	2226	\$17,789	\$0	1	9.51	\$3,998	\$21,788
11	12.0	12.0	11.2	50	175	2246	\$17,950	\$0	1	8.63	\$3,563	\$21,513
12	12.0	12.0	11.3	50	175	2266	\$18,110	\$0	1	7.75	\$3,008	\$21,121
13	12.0	12.0	11.4	50	175	2286	\$18,270	\$0	1	6.27	\$2,634	\$20,904
14	12.0	12.0	11.5	50	175	2306	\$18,430	\$0	1	5.18	\$2,176	\$20,606
15	12.0	12.0	11.6	50	175	2326	\$18,591	\$0	0	0.00	\$0	\$18,591

ALTERNATIVAS POR ZONA DEL PUERTO PARA EL CALCULO DE LA PROFUNDIDAD OPTIMA

Tabla III.14.3

ZONA DEL PUERTO: MUELLE PATIO BANDA SUR 5

ALTER	PROFUN ACTUAL CANAL	PROFUN ACTUAL DARSENA	CALADO SIMULA	ANCHO	LONGITUD	VOLUMEN MANTENI	COSTO DRAGADO MANTENI V. FRES	COSTO CONST VALOR PRESEN	NUMERO ESPERAS	TIEMPO DE ESPERAS	COSTO DE ESPERAS	COSTO DE ALTERNATIVA
1	12.0		10.5	60	175	2529	\$20,215	\$0	6	36.12	\$15,169	\$35,385
2	12.0		10.6	60	175	2553	\$20,408	\$0	4	22.88	\$9,608	\$30,015
3	12.0		10.7	60	175	2577	\$20,600	\$0	3	15.32	\$6,436	\$27,037
4	12.0		10.8	60	175	2602	\$20,793	\$0	2	9.64	\$4,051	\$24,844
5	12.0		10.9	60	175	2626	\$20,985	\$0	2	9.41	\$3,955	\$24,941
6	12.0		11.0	60	175	2650	\$21,178	\$0	1	5.43	\$2,282	\$23,460
7	12.0		11.1	60	175	2674	\$21,370	\$0	1	4.12	\$1,730	\$23,100
8	12.0		11.2	60	175	2698	\$21,563	\$0	1	4.57	\$1,919	\$23,482
9	12.0		11.3	60	175	2722	\$21,755	\$0	1	7.50	\$3,154	\$24,909
10	12.0		11.4	60	175	2746	\$21,948	\$0	1	6.42	\$2,679	\$24,647
11	12.0		11.5	60	175	2770	\$22,141	\$0	0	0.00	\$0	\$22,141

Tabla III.14.4

ZONA DEL PUERTO: MUELLE PATIO BANDA ESTE 4
DARSENA DE CIABOGA

ALTER	PROFUN ACTUAL CANAL	PROFUN ACTUAL DARSENA	CALADO SIMULA	ANCHO	LONGITUD	VOLUMEN MANTENI	COSTO DRAGADO MANTENI V. FRES	COSTO CONST VALOR PRESEN	NUMERO ESPERAS	TIEMPO DE ESPERAS	COSTO DE ESPERAS	COSTO DE ALTERNATIVA
1	12.0	11.0	10.5	60	195	13610	\$100,783	\$0	3	26.46	\$11,114	\$111,897
2	12.0	11.0	10.6	60	195	12730	\$101,743	\$0	3	23.21	\$9,749	\$111,492
3	12.0	11.0	10.7	60	195	12850	\$102,703	\$0	3	25.70	\$10,706	\$113,409
4	12.0	11.0	10.8	60	195	12970	\$103,663	\$0	2	7.18	\$3,015	\$106,678
5	12.0	11.0	10.9	60	195	13090	\$104,623	\$0	2	5.26	\$2,212	\$106,834
6	12.0	11.0	11.0	60	195	13210	\$105,582	\$0	1	4.00	\$1,683	\$107,265
7	12.0	11.0	11.1	60	195	13330	\$106,542	\$6,560	1	4.32	\$1,817	\$115,019
8	12.0	11.0	11.2	60	195	13451	\$107,502	\$13,320	1	3.24	\$1,362	\$122,184
9	12.0	11.0	11.3	60	195	13571	\$108,462	\$19,980	1	4.48	\$1,883	\$130,325
10	12.0	11.0	11.4	60	195	13691	\$109,422	\$26,640	1	3.39	\$1,429	\$137,490
11	12.0	11.0	11.5	60	195	13811	\$110,382	\$33,300	1	2.31	\$973	\$144,655
12	12.0	11.0	11.6	60	195	13931	\$111,341	\$39,960	1	1.23	\$518	\$151,820
13	12.0	11.0	11.7	60	195	14051	\$112,301	\$46,620	1	0.15	\$63	\$158,985
14	12.0	11.0	11.8	60	195	14171	\$113,261	\$46,620	0	0.00	\$0	\$159,881

ALTERNATIVAS POR ZONA DEL FUERTO PARA EL CALCULO DE LA PROFUNDIDAD OPTIMA

Tabla III.14 5

ZONA DEL FUERTO: MUELLE PATIO BANDA ESTE 3
DARSENA DE CIABOSA

ALTER	PROFUN ACTUAL CANAL	PROFUN ACTUAL DARSENA	CALADO SIMULA	ANCHO	LONGITUD	VOLUMEN MANTIENI	COSTO DRAGADO MANTIENI V. FREES	COSTO CONST VALOR PRESEN	NUMERO ESPERAS	TIEMPO DE ESPERAS	COSTO DE ESPERAS	COSTO DE ALTERNATIVA
1	11.5	11.0	9.1	60	190	5768	\$78,226	\$0	3	14.53	\$6,104	\$84,330
2	11.5	11.0	8.2	60	190	9908	\$79,192	\$0	2	15.83	\$6,652	\$85,844
3	11.5	11.0	8.3	60	190	10029	\$80,156	\$0	2	17.67	\$5,742	\$85,900
4	11.5	11.0	8.7	60	190	10513	\$84,021	\$0	2	11.02	\$6,656	\$88,677
5	11.5	11.0	8.8	60	190	13637	\$84,986	\$0	2	8.90	\$7,747	\$88,733
6	11.5	11.0	8.9	60	190	10754	\$55,952	\$0	1	9.71	\$4,080	\$90,032
7	11.5	11.0	9.0	60	190	10875	\$86,918	\$0	1	8.63	\$3,625	\$90,543
8	11.5	11.0	9.1	60	190	10996	\$87,884	\$0	1	7.54	\$3,170	\$91,054
9	11.5	11.0	9.3	60	190	11238	\$89,815	\$0	3	20.07	\$6,435	\$96,250
10	11.5	11.0	9.4	60	190	11359	\$90,781	\$0	2	14.73	\$6,189	\$96,970
11	11.5	11.0	9.5	60	190	11479	\$91,747	\$0	1	8.55	\$3,591	\$95,338
12	11.5	11.0	10.1	60	190	12204	\$97,541	\$0	1	2.60	\$1,096	\$98,637
13	11.5	11.0	10.2	60	190	12325	\$98,507	\$0	1	1.52	\$641	\$99,148
14	11.5	11.0	10.3	60	190	12446	\$99,473	\$0	1	0.44	\$186	\$99,659
15	11.5	11.0	10.4	60	190	12567	\$100,438	\$0	0	0.00	\$0	\$100,438

Tabla III.14 6

ZONA DEL FUERTO: MUELLE PATIO BANDA ESTE 2
DARSENA DE CIABOSA

ALTER	PROFUN ACTUAL CANAL	PROFUN ACTUAL DARSENA	CALADO SIMULA	ANCHO	LONGITUD	VOLUMEN MANTIENI	COSTO DRAGADO MANTIENI V. FREES	COSTO CONST VALOR PRESEN	NUMERO ESPERAS	TIEMPO DE ESPERAS	COSTO DE ESPERAS	COSTO DE ALTERNATIVA
1	10.5	11.0	9.5	60	190	12326	\$93,595	\$0	2	19.29	\$8,106	\$106,701
2	10.5	11.0	9.6	60	190	12466	\$99,633	\$0	2	14.55	\$6,110	\$105,743
3	10.5	11.0	9.7	60	190	12596	\$100,571	\$0	1	3.08	\$1,294	\$101,865
4	10.5	11.0	9.8	60	190	12726	\$101,709	\$0	1	4.65	\$1,956	\$103,665
5	10.5	11.0	9.9	60	190	12856	\$102,747	\$0	2	6.78	\$2,698	\$106,434
6	10.5	11.0	10.0	60	190	12986	\$103,784	\$0	2	7.15	\$3,005	\$106,790
7	10.5	11.0	10.1	60	190	13115	\$104,822	\$0	2	10.03	\$4,215	\$109,037
8	10.5	11.0	10.2	60	190	13245	\$105,860	\$0	2	7.65	\$3,301	\$109,161
9	10.5	11.0	10.3	60	190	13375	\$106,898	\$0	1	1.88	\$794	\$107,692
10	10.5	11.0	10.4	60	190	13505	\$107,936	\$0	1	0.80	\$339	\$108,275
11	10.5	11.0	10.5	60	190	13635	\$108,974	\$0	0	0.00	\$0	\$108,974

ALTERNATIVAS POR ZONA DEL PUERTO PARA EL CALCULO DE LA PROFUNDIDAD OPTIMA

Tabla 111.14 7

ZONA DEL PUERTO: MUELLE PATIO BANDA ESTE 1
 DARSENA DE SIABOGA

ALTERN	PROFUN ACTUAL CANAL	PROFUN ACTUAL DARSENA	CALADO SIMULA	ANCHO	LONGITUD	VOLUMEN MANTENI	COSTO DRAGADO MANTENI V. PRES	COSTO CONST VALOR PRESEN	NUMERO ESPERAS	TIEMPO DE ESPERAS	COSTO DE ESPERAS	COSTO DE ALTERNATIVA
1	5.5	11.0	6.9	40	144	11279	\$70,145	\$12,096	1	1.25	\$528	\$102,769
2	5.5	11.0	7.0	40	144	11442	\$91,452	\$12,960	1	0.17	\$73	\$104,484
3	5.5	11.0	7.2	40	144	11769	\$94,064	\$14,688	1	11.16	\$4,689	\$113,442
4	5.5	11.0	7.3	40	144	11933	\$95,371	\$15,552	1	10.08	\$4,234	\$115,157
5	5.5	11.0	7.4	40	144	12096	\$96,677	\$16,416	1	4.42	\$1,856	\$114,950
6	5.5	11.0	7.5	40	144	12260	\$97,984	\$17,280	1	7.01	\$2,945	\$118,209
7	5.5	11.0	7.6	40	144	12423	\$99,290	\$18,144	1	7.22	\$3,034	\$120,469
8	5.5	11.0	7.7	40	144	12587	\$100,597	\$19,009	1	6.14	\$2,580	\$122,184
9	5.5	11.0	7.8	40	144	12750	\$101,902	\$19,872	1	7.11	\$2,991	\$124,766
10	5.5	11.0	8.0	40	144	13077	\$104,516	\$21,600	1	12.10	\$5,083	\$131,199
11	5.5	11.0	8.1	40	144	13240	\$105,822	\$22,464	0	0.00	\$0	\$128,286

Tabla 111.14 8

ZONA DEL PUERTO: MUELLE CEMENTOS

ALTERN	PROFUN ACTUAL CANAL	PROFUN ACTUAL DARSENA	CALADO SIMULA	ANCHO	LONGITUD	VOLUMEN MANTENI	COSTO DRAGADO MANTENI V. PRES	COSTO CONST VALOR PRESEN	NUMERO ESPERAS	TIEMPO DE ESPERAS	COSTO DE ESPERAS	COSTO DE ALTERNATIVA
1	9.5		7.1	100	200	3258	\$26,037	\$0	3	26.55	\$11,152	\$37,189
2	9.5		7.2	100	200	3304	\$26,404	\$0	1	1.37	\$577	\$26,981
3	9.5		7.3	100	200	3349	\$26,770	\$0	1	4.95	\$2,083	\$28,854
4	9.5		7.4	100	200	3395	\$27,137	\$0	1	8.89	\$3,734	\$30,871
5	9.5		7.5	100	200	3441	\$27,504	\$0	1	3.89	\$1,635	\$29,139
6	9.5		7.6	100	200	3487	\$27,870	\$0	1	2.81	\$1,180	\$29,051
7	9.5		7.7	100	200	3533	\$28,237	\$0	1	3.97	\$1,669	\$29,706
8	9.5		7.8	100	200	3579	\$28,604	\$0	1	2.89	\$1,214	\$29,818
9	9.5		7.9	100	200	3625	\$28,971	\$0	1	1.81	\$759	\$29,730
9	9.5		8.0	100	200	3671	\$29,337	\$0	0	0.00	\$0	\$29,337

ALTERNATIVAS POR ZONA DEL PUERTO PARA EL CALCULO DE LA PROFUNDIDAD OPTIMA

Tabla III.14.9

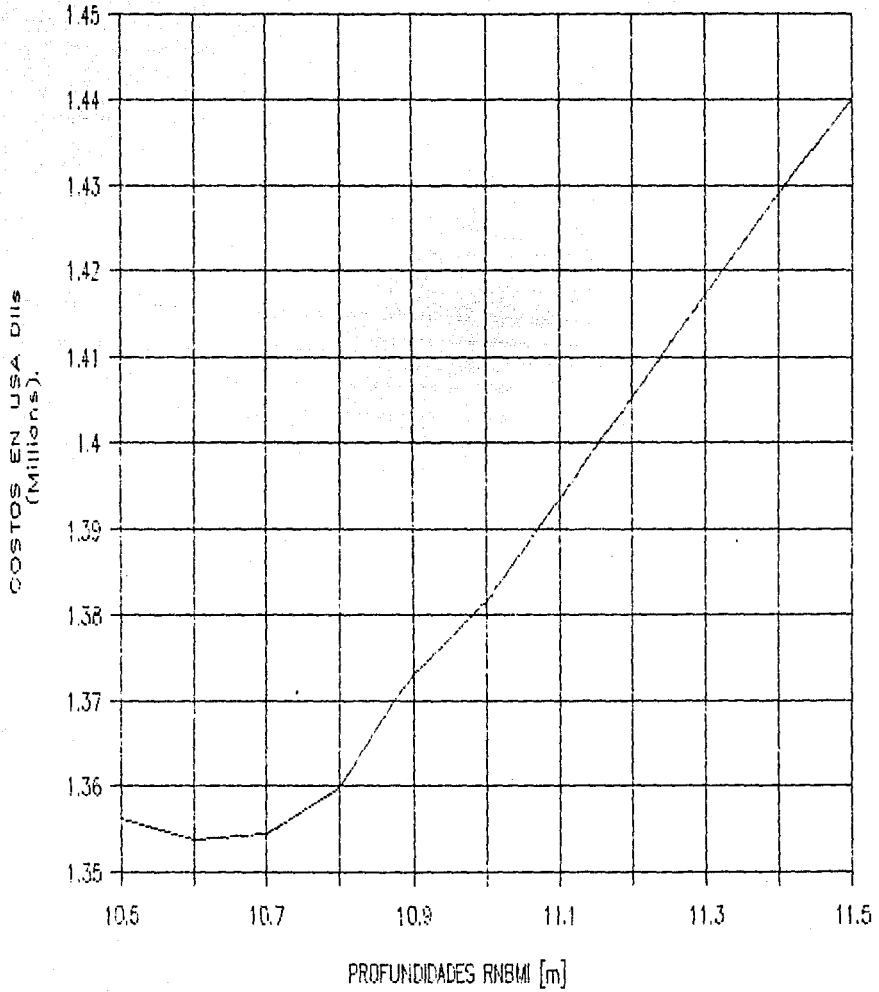
ZONA DEL PUERTO: MUELLE ARDILLA

ALTER	PROFUN ACTUAL CANAL	PROFUN ACTUAL DARSENA	CALADO SIMULA	ANCHO	LONGITUD	VOLUMEN MANTENI	CGSTO DRAGADO MANTENI V. FRES	CGSTO CONST VALOR PRESEM	NUMERO ESPERAS	TIEMPO DE ESPERAS	CGSTO DE ESPERAS	CGSTO DE ALTERNATIVA
1	7.5		7.1	100	150	2441	\$19,506	\$0	7	41.25	\$17,334	\$36,841
2	7.5		7.2	100	150	2475	\$19,781	\$0	5	27.93	\$12,573	\$32,354
3	7.5		7.3	100	150	2509	\$20,056	\$0	4	17.12	\$7,191	\$27,247
4	7.5		7.4	100	150	2544	\$20,331	\$0	2	9.84	\$4,133	\$24,464
5	7.5		7.5	100	150	2578	\$20,605	\$0	2	0.96	\$230	\$20,836
6	7.5		7.6	100	150	2613	\$20,880	\$2,250	1	9.43	\$3,963	\$27,093
7	7.5		7.7	100	150	2647	\$21,155	\$4,500	2	8.38	\$4,821	\$30,476
8	7.5		7.8	100	150	2681	\$21,430	\$6,750	2	10.42	\$4,380	\$32,560
9	7.5		7.9	100	150	2716	\$21,704	\$9,000	1	3.45	\$1,447	\$32,151
10	7.5		8.0	100	150	2750	\$21,979	\$11,250	1	3.45	\$1,447	\$34,676

Gráfica 111.15.1

ANALISIS PROFUNDIDAD OPTIMA

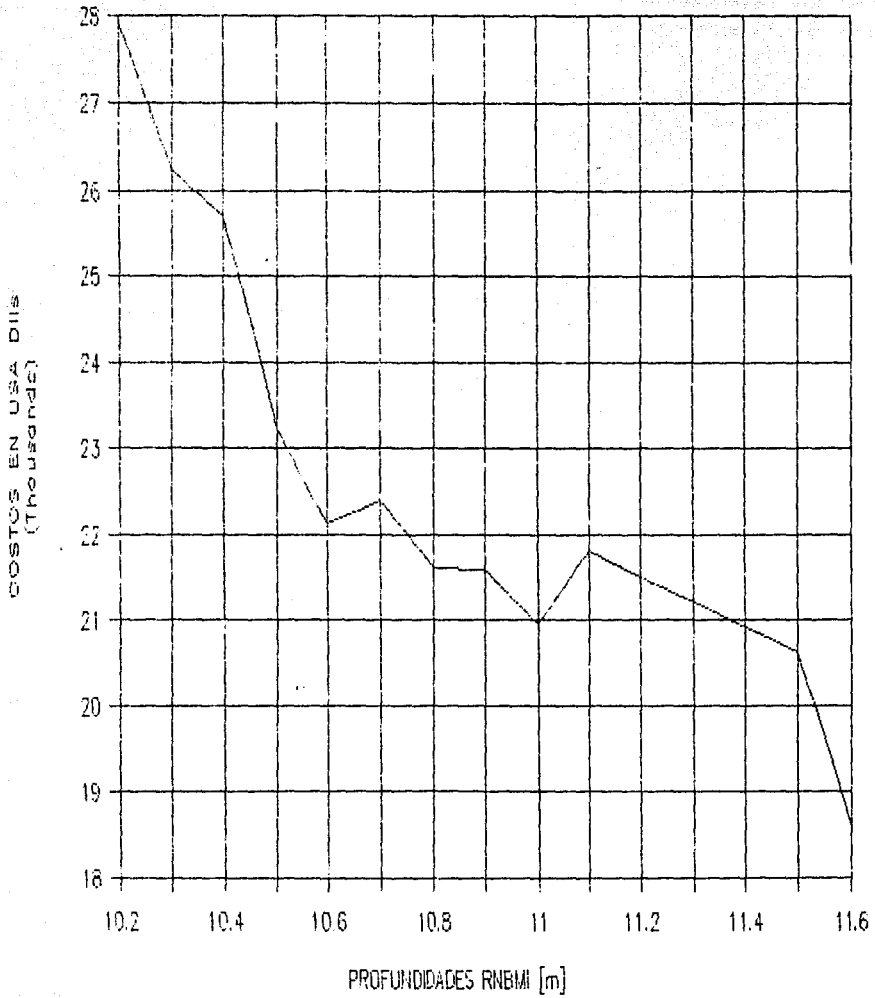
CANAL DE ACCESO



Gráfica III.15.2

ANALISIS PROFUNDIDAD OPTIMA

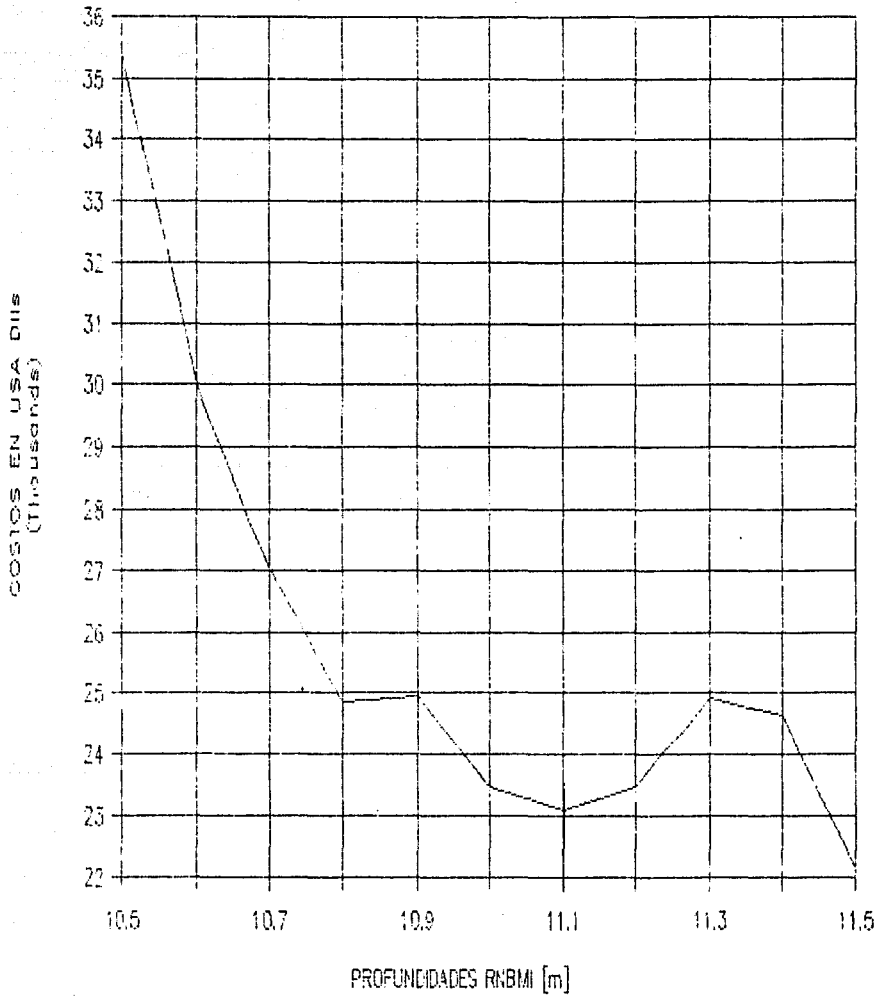
MUELLE PATIO BANDA SUR 6



Gráfica 111.15.3

ANÁLISIS PROFUNDIDAD ÓPTIMA

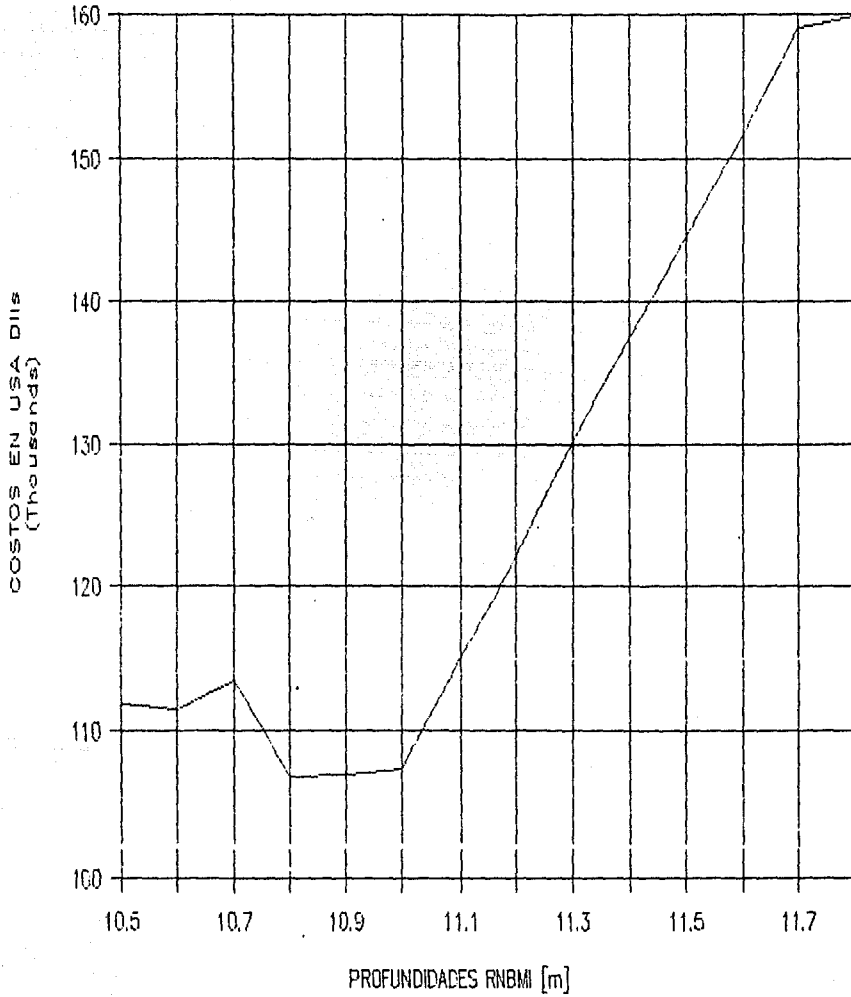
MUELLE PATIO BANDA SUR 5



Gráfica 111.15.4

ANALISIS PROFUNDIDAD OPTIMA

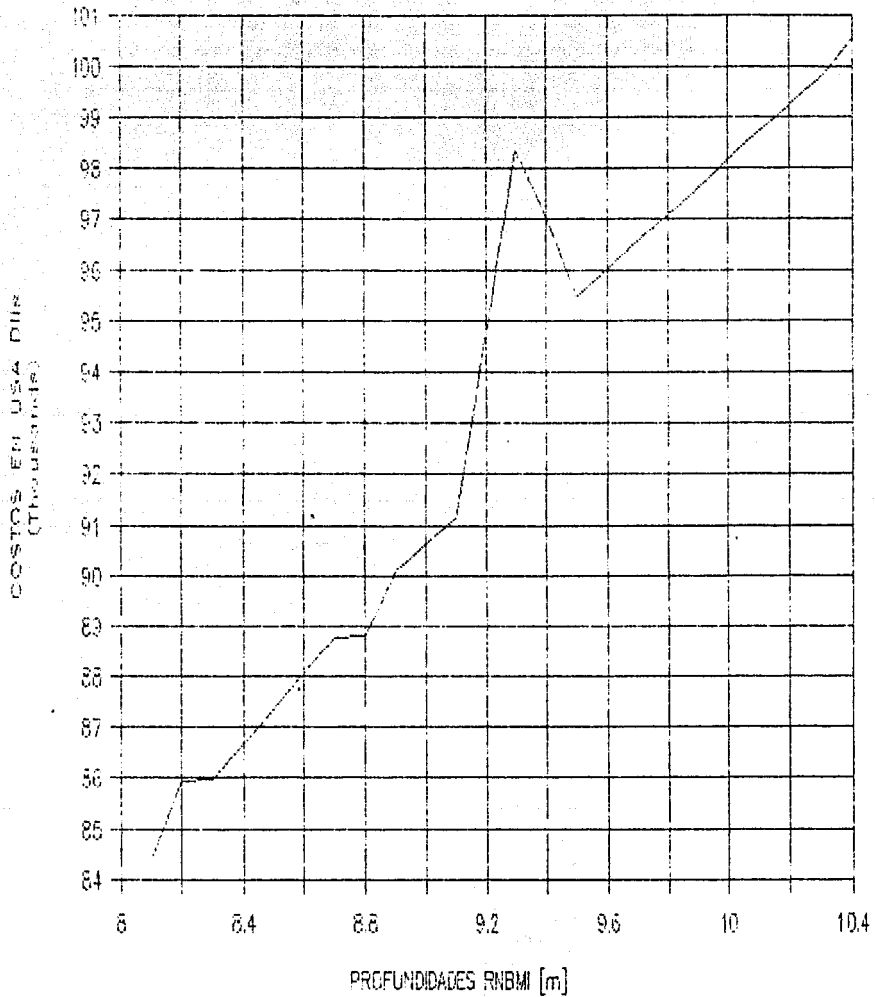
MUELLE PATIO BANDA ESTE 4



Gráfica III.15.5

ANALISIS PROFUNDIDAD OPTIMA

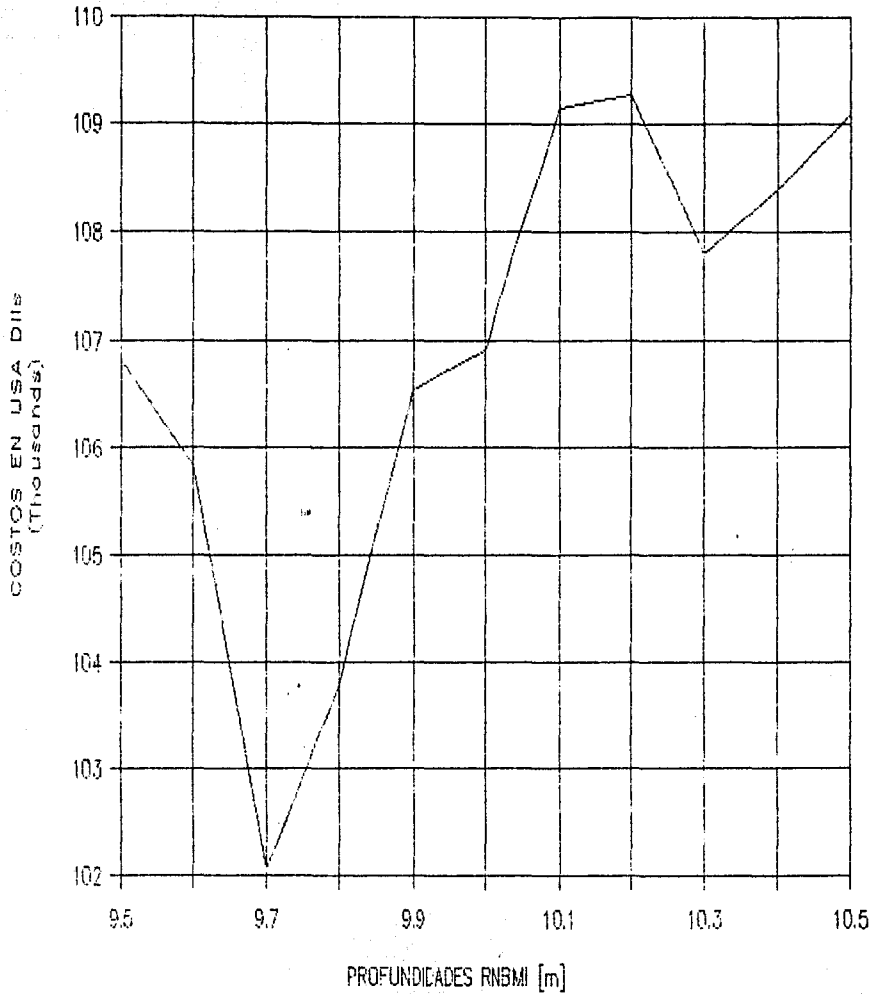
MUELLE PATIO BANDA ESTE 3



Gráfica III.15.6

ANALISIS PROFUNDIDAD OPTIMA

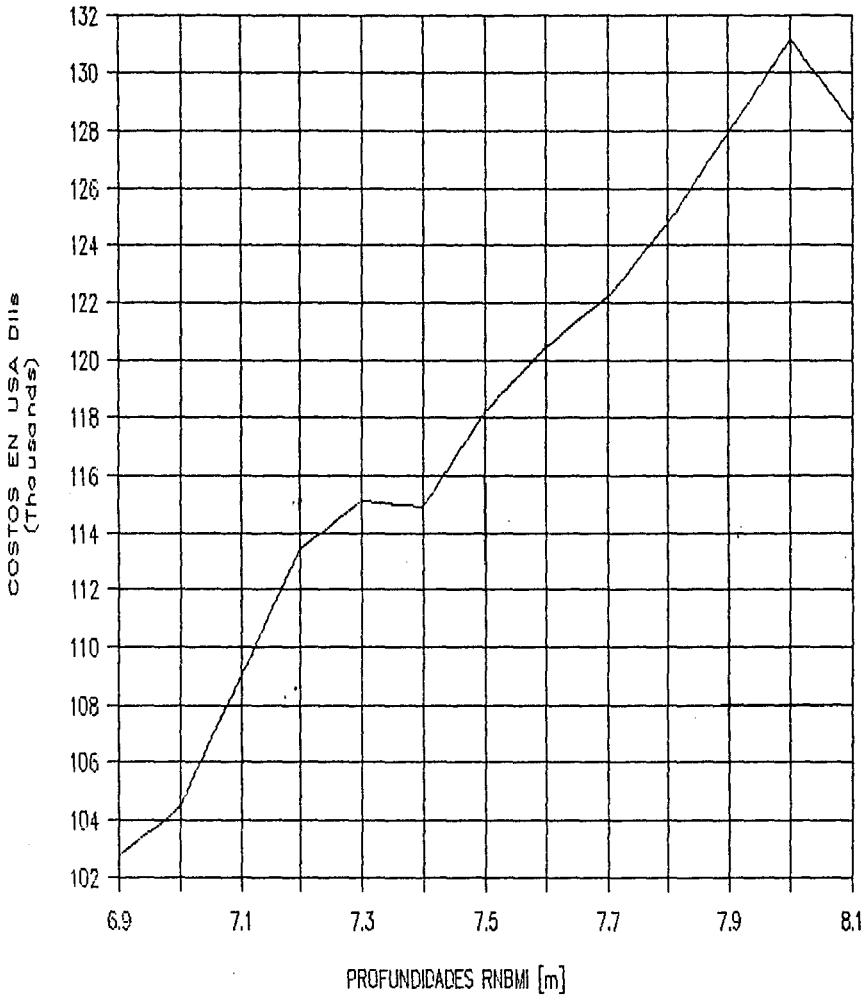
MUELLE PATIO BANDA ESTE 2



Gráfica III.15.7

ANALISIS PROFUNDIDAD OPTIMA

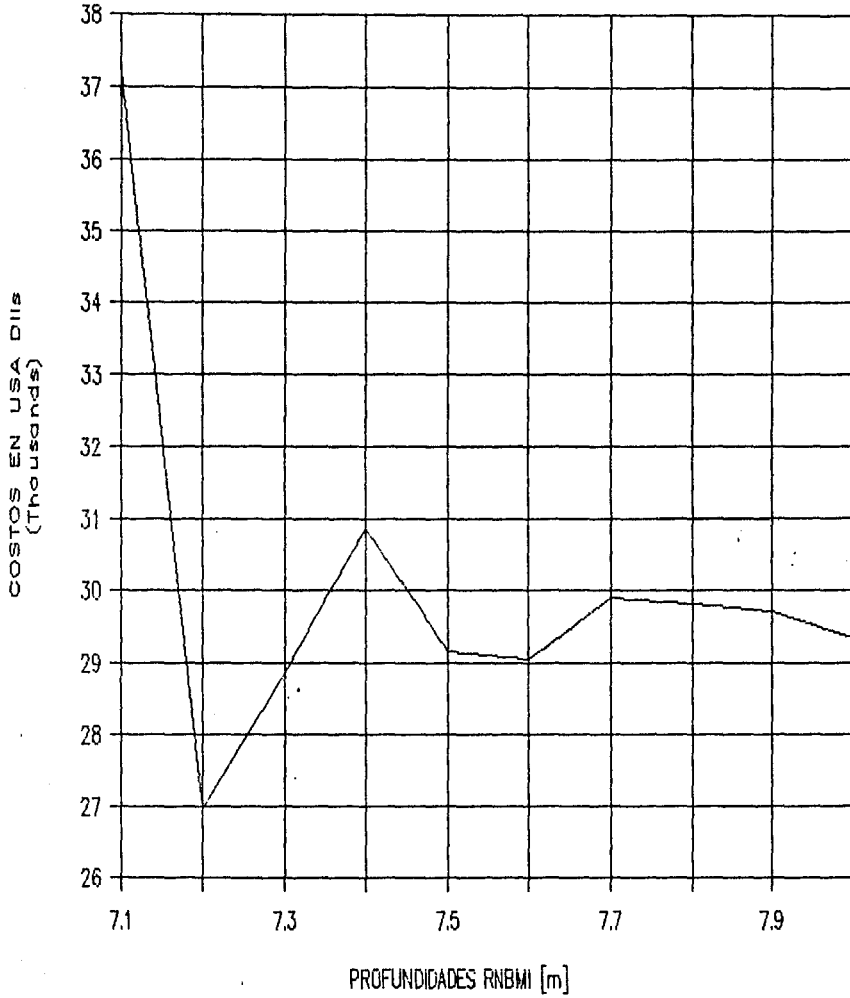
MUELLE PATIO BANDA ESTE 1



Gráfica 111.15.8

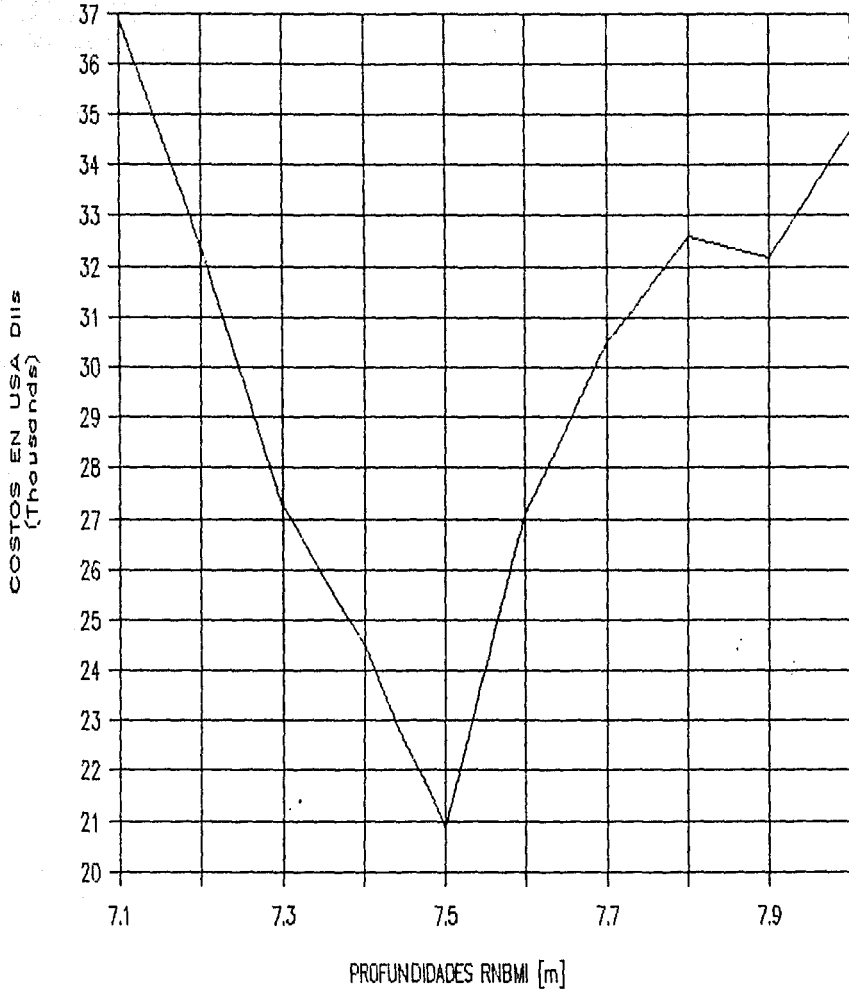
ANALISIS PROFUNDIDAD OPTIMA

MUELLE CEMENTOS



ANALISIS PROFUNDIDAD OPTIMA

MUELLE ARDILLA



Gráfica III.15.9

Tabla III.16
PROFUNDIDADES OPTIMAS POR ZONA

Zona	Profundidad	Profundidad
	Optima	Actual
	R NBMI	R NBMI
Canal de acceso	10.6 m	11.5 m
Dársena Banda Sur	11.6 m	11.5 m
Muelle Patio Banda Sur 6	11.5 m	12.0 m
Muelle Patio Banda Sur 5	11.5 m	12.0 m
Muelle Patio Banda Este 4	10.8 m	12.0 m
Dársena Muelle P. B. E. 4	10.8 m	11.0 m
Muelle Patio Banda Este 3	8.1 m	11.5 m
Dársena Muelle P. B. E. 3	8.1 m	11.0 m
Muelle Patio Banda Este 2	9.7 m	10.5 m
Dársena Muelle P. B. E. 2	9.7 m	11.0 m
Muelle Patio Banda Este 1	6.9 m	5.5 m
Dársena Muelle P. B. E. 1	6.9 m	11.0 m
Muelle de Cementos	7.2 m	9.5 m
Muelle Ardilla	7.5 m	7.5 m

IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

En este trabajo se pone de manifiesto la importancia del método probabilístico propuesto, el cual es diferente por su concepto a los que tradicionalmente se utilizan, observando en éste una herramienta para la optimización de las dimensiones de dragado, y por lo tanto un ahorro significativo.

Ahora bien, cabe señalar que no obstante el método propuesto, los criterios deterministas no pueden soslayarse, ya que existen factores que no son aleatorios y que son necesarios para complementar la metodología planteada.

La marea, el oleaje y el calado que presentan los barcos a su arribo al puerto son los factores aleatorios que permiten sensibilizar la simulación y de esta forma optimizar el dragado. Las hipótesis que se plantearon para su uso son:

- Se consideró que la marea es de tipo senoidal presentándose una bajamar cada 24 horas.

- La hipótesis referente al oleaje se basó en que el estado del oleaje se mantenía durante todo el tiempo de espera del barco para entrar al puerto.
- Para el calado se consideró el número de barcos que arribaron en promedio en los últimos tres años.

El método plantea una optimización de dragado basándose en registros históricos de mareas, oleaje, arribos y características físicas del barco así como del puerto. Se prosigue a realizar una simulación de estados de marea, oleaje y calado que nos indicarán la profundidad que requiere dicho barco para entrar al puerto; dicha profundidad requerida se comparará con la que se propone dar al puerto, y de aquí es donde surge la posibilidad de costos de espera, o bien costos de dragado de construcción para que pueda entrar dicho barco.

Lo anterior se realiza para el universo de barcos que arriban al puerto y esto se aplica para cada zona del puerto. La suma de todo lo antes mencionado nos representa el costo de la alternativa de esa profundidad propuesta para cada zona del puerto. Todo lo descrito anteriormente se debe repetir para varias profundidades propuestas y de la comparación de éstas se encontrará la profundidad óptima por zona.

El ahorro que se obtendría considerando las profundidades óptimas en todas las zonas del puerto sería de 980,772 m³ lo que representa 1,471,158.00 USDlls.

A continuación se presentan las profundidades actuales, las óptimas y el ahorro por zona:

PUERTO DE GUAYMAS, SON.

ZONA	PROFUNDIDAD	PROFUNDIDAD	AHORRO [USD11s]
	ACTUAL	OPTIMA	
Canal de acceso	11.5 m	10.6 m	830,250
Dársena Banda Sur	11.5 m	11.6 m	(10,200)
M. P. Banda Sur 6	12.0 m	11.5 m	6,563
M. P. Banda Sur 5	12.0 m	11.5 m	7,875
M. P. Banda Este 4	12.0 m	10.8 m	21,060
Dársena M P B E 4	11.0 m	10.8 m	13,303
M. P. Banda Este 3	11.5 m	8.1 m	58,140
Dársena M P B E 3	11.0 m	8.1 m	187,946
M. P. Banda Este 2	10.5 m	9.7 m	13,680
Dársena M P B E 2	11.0 m	9.7 m	84,252
M. P. Banda Este 1	5.5 m	6.9 m	(12,096)
Dársena M P B E 1	11.0 m	6.9 m	201,385
Muelle de Cementos	9.5 m	7.2 m	69,000
Muelle Ardilla	7.5 m	7.5 m	0
S U M A			1,471,158

Como se observa, el ahorro que podría obtenerse es muy significativo, pero es necesario considerar que deberá contarse en el puerto con la infraestructura necesaria para que el barco pueda arribar a cualquier hora, ya sea del día o de la noche, y asimismo, considerar el tiempo que debiese de esperar un barco para entrar al puerto por condiciones climáticas adversas.

RECOMENDACIONES

Deben considerarse en estos análisis los siguientes aspectos:

- Considerar el pronóstico de desarrollo del puerto en estudio, ya que esto puede acarrear un incremento en el número de embarcaciones, así como en el calado demandado, lo cual implicaría diferentes dimensiones en el puerto.
- Realizar un control estadístico de arribo de embarcaciones más detallado que el presentado en las Formas B para una mejor y pronta interpretación.
- Tomar en mayor detalle el fenómeno de la marea y obtener la curva de la marea de por lo menos un año, para de esta forma poder correlacionar los arribos de las embarcaciones con su tiempo de espera real a una profundidad requerida, en caso de necesitarla.

BIBLIOGRAFIA

- BUSTAMANTE, ROBERTO A. 1976
Ingeniería Marítima.
Ediciones Temas Marítimos, S. de R.L.
México, D.F.

- DEL MORAL, R. - BERENQUER, J.M.
Curso de puertos del ministerio de obras públicas de
España. (M.O.P.U.)
España.

- FRIAS, ARMANDO V. - MORENO, GONZALO C. 1986.
Ingeniería de costas.
Asociación mexicana de ingeniería portuaria.
México, D.F.

- PER BRUUN. 1976
Port engineering.
Gulf publishing division.
Texas, U.S.A.

- CATASTRO PORTUARIO. 1986
Dirección General de Obras Maritimas.
S.C.T. México, Agosto de 1986.

- PERMANENT INTERNACIONAL ASSOCIATION OF NAVIGATION
CONGRESSES (PIANC) BULLETIN 16 1973.
Bruselas, Bélgica.

- REGISTROS DE VIENTO, ESTACION EMPALME SON. 1985-1987
Servicio metereológico nacional.
México, D.F.

- REPORT OF THE SPECIAL COMMITTEE ON LARGE SHIPS 11th
CONFERENCE. May 12-19 1979.
Paris, Francia.

- SHORE PROTECTION MANUAL. 1984.
Department of the army.
Mississippi, U.S.A.