

## EXPEDIENTE TÉCNICO

### APÉNDICE 07- ESTUDIO DE MANIOBRAS Y AMARRES



**CONCESIONARIO :** TRANSPORTADORA CALLAO S.A.

**PROYECTO :** TERMINAL DE EMBARQUE DE CONCENTRADOS  
DE MINERALES EN EL TERMINAL PORTUARIO  
DEL CALLAO

**LUGAR :** CALLAO



JUNIO 2012

RAUL RIOS JIMENEZ  
INGENIERO CIVIL  
CIP 3623

## ÍNDICE GENERAL

- APÉNDICE 1:** DOCUMENTOS GENERALES
- APÉNDICE 2:** LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO
- APÉNDICE 3:** LEVANTAMIENTO BATIMÉTRICO
- APÉNDICE 4:** INVESTIGACIÓN GEOTÉCNICA.  
INVESTIGACIÓN DE SUBSUELOS  
TERRESTRES
- APÉNDICE 6:** ESTUDIO SÍSMICO
- APÉNDICE 7:** ESTUDIO DE MANIOBRAS Y  
AMARRES
- APÉNDICE 10:** INFRAESTRUCTURA PORTUARIA
- APÉNDICE 11:** EQUIPAMIENTO PORTUARIO
- APÉNDICE 12:** VALOR DE LAS OBRAS
- APÉNDICE 13:** CRONOGRAMA DE OBRA
- APÉNDICE 14:** PLAN DE CONSERVACIÓN

RAUL RIOS JIMENEZ  
INGENIERO CIVIL  
CIP 3623



## ESTUDIO DE MANIOBRAS Y AMARRES



SOLICITADO : TRANSPORTADORA CALLAO

PROYECTO : TERMINAL DE EMBARQUE DE CONCENTRADOS DE  
MINERALES EN EL TERMINAL PORTUARIO DEL  
CALLAO

LUGAR : CALLAO

AUTOR : CESAR DEL CARMEN DE LA TORRE  
SEHIDRO S.C.R.L



SEHIDRO S.C.R.L.  
Cesar Del Carmen De La Torre  
DIRECTOR

Noviembre, 2011

RAUL ROS JIMENEZ  
INGENIERO CIVIL  
CIP 3623

**TABLA DE CONTENIDO**

- 1. ESTUDIO DE AMARES**
- 2. ESTUDIO DE MANIOBRAS**
- 3. COMPROMISO DE EJECUCIÓN DE ESTUDIO DE MANIOBRAS Y  
AMARRES POR SIPORT21**



**RAUL RIOS JIMENEZ**  
**INGENIERO CIVIL**  
**CIP 3623**

## 1. ESTUDIO DE AMARES



SEHIDRO S.C.R.L.  
*me*  
César Del Carmen De La Torre  
DIRECTOR

RAUL RIOS VIMENEZ  
*RV*  
INGENIERO CIVIL  
CIP 3623

## ESTUDIO DE AMARRES



**SOLICITADO :** TRANSPORTADORA CALLAO

**PROYECTO :** TERMINAL DE EMBARQUE DE CONCENTRADOS DE MINERALES EN EL TERMINAL PORTUARIO DEL CALLAO

**LUGAR :** CALLAO

**AUTOR :** CESAR DEL CARMEN DE LA TORRE  
SEHIDRO S.C.R.L



**RAUL RIOS JIMENEZ**  
**INGENIERO CIVIL**  
**CIP 3623**

**SEHIDRO S.C.R.L.**  
*Cesar Del Carmen De La Torre*  
**Cesar Del Carmen De La Torre**  
**DIRECTOR**

Noviembre, 2011



RAUL RIOS JIMENEZ  
INGENIERO CIVIL  
CIP 3623

---

MEMORIA DE CÁLCULO

---

SEHIDRO, S.C.R.L.  
*de*  
César Del Carmen De La Torre  
DIRECTOR

**MUELLE NORTE DE MINERALES**  
**BUQUES DE HASTA 60,000DWT**

**MEMORIA DE CALCULO**

**1. REFERENCIAS:**

- "Unified Facilities Criteria (UFC) DESIGN : MOORINGS",  
U.S.  
ARMY CORP OF ENGINEERS, UFC 4-159-03, 03 October 2005
- "Mooring Systems", Pile Buck Inc. 1992, NAVFAC DM-26.5.
- "Single Point Moorings", Rules for Building and  
Classification,  
A.B.S., 1975.
- Modelamiento de Corrientes del Terminal Portuario del Callao,  
elaborado por la compañía HIDRA MAR SAC.
- Estudio de Olas al interior del puerto del Callao, elaborado por  
HIDRAMAR SAC

**2. ANEXOS:**

- 1) Características generales del Buque de Diseño
- 2) Hoja de Cálculo con el Viento de Diseño
- 3) Hoja de Cálculo con los datos de ingreso
- 4) Hoja de Cálculo con los resultados

**3. CONSIDERACIONES GENERALES:**

- a) Para el cálculo se han considerado los valores presentados en el informe del Modelamiento de Corrientes del Terminal Portuario del Callao, presentado por la compañía HIDRA MAR SAC. De esta información se infiere que:
  - El viento predominante en la zona de estudio es de una velocidad de 5.92 nudos como promedio y presenta un valor pico promedio de 9.62 nudos, proveniente del Sur y con mucha menor incidencia y velocidad desde el Noroeste eventualmente.
  - La corriente predominante es de una velocidad de 5cm/seg. (o menores) provocadas principalmente por el cambio de mareas dentro de la rada y que en la zona de estudio se manifiestan en



dirección Norte-Sur, dependiendo de la marea, ya sea esta ascendente o descendente.

- La amplitud promedio de marea es de 0.75m (predominantemente semi-diurna).
  - La información presentada en cuanto al oleaje indica valores considerando la bocana de 300 m. de abertura y para la zona de maniobra de buques en el interior de la rada, Para el oleaje proveniente desde el Suroeste, se calcula una ola máxima de 0.4 m. y una ola significativa de 0.15 m., mientras que para el oleaje que proviene desde el Noroeste, que tiene mayor energía, pero que sin embargo es mucho menos frecuente, se calcula una ola máxima de 1.22 m. y una ola significativa de 0.40 m.
- b) Del informe de la Descripción de Maniobras de Amarre y Desamarre del Muelle #6 (Minerales) se verifica que:
- La orientación final del amarradero en el Muelle de Minerales es hacia el 209° ( $M_v = 209^\circ$ )
  - El Buque de Diseño para el presente estudio es un buque Mineralero de 60,000 DWT, cuyas dimensiones principales son aproximadamente:
 

- Eslora total	226.00m
- Manga moldeada	34.00m
- Calado máximo	13.10m

#### 4. PROCEDIMIENTO:

El procedimiento para el cálculo de las fuerzas resultantes en el buque de diseño es el siguiente:

##### A. Verificación de las condiciones de la zona de estudio:

- a) Características del buque de diseño.
- b) Viento de diseño.
- c) Corriente de diseño.
- d) Oleaje y Mareas.

##### B. Cálculo de las fuerzas actuantes:

- a) Cálculo de las fuerzas generadas por el viento, (Buque Cargado – Vacío).
- b) Cálculo de las fuerzas generadas por la corriente, (Buque Cargado – Vacío)
- c) Determinación de las fuerzas combinadas (Buque Cargado – Vacío)
- d) Fuerza Resultante Horizontal Máxima.



**RAUL RIOS JIMENEZ**  
**INGENIERO CIVIL**  
**CIP 3623**

5. **DESARROLLO:**

A. **CONDICIONES DEL AMARRADERO:**

Ver Anexo (1)

a) **BUQUE DE DISEÑO:**

60,000 DWT

Eslora Total		$L_{OA}$	226.00 m.
Eslora entre perpendiculares		$L_{PP}$	213.05 m.
Manga		$B$	34.00 m.
Puntal D	16.50 m.		
Calado Máximo		$T_{MAX}$	13.10 m.
Calado Mínimo		$T_{MIN}$	8.53 m.
Desplazamiento Máximo		$\Delta_{MAX}$	85,283 TM
Desplazamiento Mínimo		$\Delta_{MIN}$	30,283 TM
Altura de superestructura		$H_S$	25.10 m.
Area lateral expuesta al viento	(cargado)	$A_{YF}$	1,767 m <sup>2</sup>
Area lateral expuesta al viento	(vacío)	$A_{YL}$	2,726 m <sup>2</sup>
Area frontal expuesta al viento	(cargado)	$A_{XF}$	674 m <sup>2</sup>
Area frontal expuesta al viento	(vacío)	$A_{XL}$	830 m <sup>2</sup>
Superficie de carena	(cargado)	$S_{CF}$	11,972 m <sup>2</sup>
Superficie de carena	(vacío)	$S_{CL}$	9,911 m <sup>2</sup>
Area de sección media	(cargado)	$A_{SMF}$	443 m <sup>2</sup>
Area de sección media	(vacío)	$A_{SML}$	287 m <sup>2</sup>

b) **VIENTO DE DISEÑO:**

Viento predominante del SUR con una velocidad de 9.62 nudos (pico promedio), sin embargo y dado que los datos de vientos corresponden a la estadística de vientos de CORPAC, estos datos serán corregidos para tener valores más reales y correspondientes a la zona de estudio para un viento de diseño máximo y para un periodo de retorno de 50 años, es decir que a los datos mostrados en la estadística se les ha aplicado un factor de corrección de 1.10 que resulta del producto de tres correcciones:

Corrección por Altura:  $V_R/V_L = F_{C1}$

siendo :  $F_{C1} = (h_R/h_L)$

1/7

$V_R$	Viento de referencia
$V_L$	Viento dato estadístico
$h_R$	Altura de referencia = 10.0m
$h_L$	Altura de toma de datos, asumido = 10.0m

Se asume que la altura a la que se tomaron los datos es de 10.0m



Corrección por Duración:  $V_T/V_L = F_{C2}$   
siendo:  $F_{C2} =$  de tabla

$V_T$  Viento en ráfaga de 30 segundos

$V_L$  Viento dato estadístico con ráfagas de X seg.

Se asume que durante la toma datos las ráfagas no excedieron los 30 segundos de duración por lo que es la unidad.

Corrección por Efecto TIERRA-MAR:

$$V_W = 1.10 V_L \quad F_{C3} = 1.10$$

$V_W$  Viento en la zona de estudio (MAR)

$V_L$  Viento dato estadístico (TIERRA)

Se asume que la toma datos ha sido efectuada tierra adentro en las instalaciones de CORPAC, para trasladar estos valores dentro de un rango de hasta 10 millas sobre el mar de acuerdo a las referencias indicadas es necesario multiplicar los datos por un factor de 1.10

Tal como se muestra en el cuadro del anexo (2), y que resulta en:

**Viento de diseño**  $V_D = 12.19$  nudos.

c) CORRIENTE DE DISEÑO:

En el caso de la corriente en la zona de estudio, ésta se manifiesta con dirección S-N y/o N-S predominantemente, dependiendo de la fase de la marea, sin embargo la velocidad estimada es de 0.1 nudos, que resulta muy pequeña para el presente cálculo por lo que se tomará una velocidad para la

**Corriente diseño**  $V_C = 0.25$  nudos.

d) OLEAJE Y MAREAS:

No se han considerado en el presente estudio, oleajes con alturas menores a 4 pies, aprox. 1.22 m., en razón de que su efecto sobre una embarcación de alto bordo es poco significativo, además de que el valor máximo calculado para la zona de maniobras, se verá reducido más aun para la zona del amarradero en el muelle.



**B. CALCULO DE FUERZAS ACTUANTES:**

En el análisis a efectuarse, se tomarán las condiciones de carga extremas del buque de diseño, plena carga y liviano, considerando la proa del amarradero orientada al 209°.

a) FUERZAS GENERADAS POR EL VIENTO:

**Fuerza Lateral** :  $F_{YW} = \frac{1}{2} \rho_a V_W^2 A_Y C_{YW} f_{YW}(\theta_W)$

Donde :  $\rho_a$  Densidad del aire  
 $V_W$  Velocidad del viento  
 $A_Y$  Área lateral proyectada  
 $C_{YW}$  Coef. de arrastre del viento  
 $f_{YW}(\theta_W)$  Factor de forma para fuerza lat.

**Fuerza Longitudinal** :  $F_{XW} = \frac{1}{2} \rho_a V_W^2 A_X C_{XW} f_{XW}(\theta_W)$

Donde :  $\rho_a$  Densidad del aire  
 $V_W$  Velocidad del viento  
 $A_X$  Área lateral proyectada  
 $C_{XW}$  Coef. de arrastre del viento  
 $f_{XW}(\theta_W)$  Factor de forma para fuerza long.

**Momento de Borneo** :  $M_{XYW} = \frac{1}{2} \rho_a V_W^2 A_Y L C_{XYW}(\theta_W)$

Donde :  $\rho_a$  Densidad del aire  
 $V_W$  Velocidad del viento  
 $A_Y$  Área lateral proyectada  
 $L$  Eslora total  
 $C_{XYW}(\theta_W)$  Coef. de borneo normalizado

b) FUERZAS GENERADAS POR LA CORRIENTE:

**Fuerza Lateral** :  $F_{YC} = \frac{1}{2} \rho_w V_C^2 L_{WL} T C_{YC} \text{sen}(\theta_C)$

Donde :  $\rho_w$  Densidad del agua  
 $V_C$  Velocidad de la corriente  
 $L_{WL}$  Eslora de flotación  
 $T$  Calado del buque  
 $C_{YC}$  Coef. de arrastre lat. Corriente



$$\text{Fuerza Longitudinal} : F_{XC} = F_{X\text{FORMA}} + F_{X\text{FRICCION}} + F_{X\text{PROP}}$$

Donde :  $F_{X\text{FORMA}}$  Relativa al arrastre por la forma  
 $F_{X\text{FRICCION}}$  Relativa al arrastre por película  
 $F_{X\text{PROP}}$  Relativa al arrastre por hélices

Siendo :  $F_{X\text{FORMA}} = -\frac{1}{2} V_C^2 B T C_{XCb} \cos(\theta_C)$   
 $F_{X\text{FRICCION}} = -\frac{1}{2} V_C^2 S C_{XCa} \cos(\theta_C)$   
 $F_{X\text{PROP}} = -\frac{1}{2} V_C^2 A_P C_{PROP} \cos(\theta_C)$

Donde :  $C_{XCb}$ ,  $C_{XCa}$  y  $C_{PROP}$  Coef. de arrastre  
 $S$  Superficie mojada  
 $A_P$  Área de hélice

$$\text{Momento de Borneo} : M_{XYC} = F_{YC} (e_C / L_{WL}) L_{WL}$$

Donde :  $e_C / L_{WL}$  Razón de excentricidad

### c) FUERZA HORIZONTAL:

Se calculan las mayores fuerzas combinadas de viento y corriente para cada condición de flotación del buque de diseño, llegándose a obtener valores de **21.4 toneladas** y dirigida hacia el  $312^\circ$  ( $M_V = 312^\circ$ ), como la mayor fuerza horizontal resultante y tal como se muestran en los anexos (3) y (4).

## 6. COMENTARIOS:

- Del los valores obtenidos se puede deducir que, los valores de las fuerzas resultantes de la acción combinada del viento y corriente en la zona de estudio y de acuerdo a la disposición del amarradero en el Muelle #6, resultan pequeños, del orden de las 20 toneladas como máximo y además se presentan en dirección del muelle, es decir tratando de "aconchar" el buque al muelle.
- Las dimensiones de la bitas a ser instaladas en el Muelle#6, de acuerdo a lo indicado en los planos de referencia, son para una carga segura de trabajo de hasta 100 toneladas (SWL 100TM), por lo que trabajarían en el peor de los casos con un factor de seguridad de aproximadamente 5 en relación a la carga segura de trabajo, muy por encima de lo que es normalmente es utilizado en este tipo de instalaciones y equivalente a 3.9 como mínimo.

Servicios y estudios  
Hidrográficos SCRL

- c) Se debe tener en consideración que los anclajes de las bitas también deben estar calculados para trabajar con una carga segura equivalente a 100 toneladas y tener presente las componentes verticales en cada anclaje, consecuencia de la descomposición de las fuerzas por diferencia de alturas de aplicación.
- d) De los elementos de amarre, a modo de ilustración, se puede decir que estos pueden variar significativamente entre buques, dado que dependen del tamaño, número, material, etc. Además del modo de utilización del mismo (usos y costumbres de cada buque, pueden "amarrarse" o estar acostumbrados a hacerlo en simple o doblar las espías y hasta re-doblarlas en caso necesario.
- e) Por último, dado que el puerto del Callao se encuentra en una zona sísmicamente activa, es de suponer que en el caso de terremotos o tsunamis las autoridades del puerto dispongan las medidas pertinentes para evacuación y/o cierre temporal del mismo, según sea necesario. Así mismo, cabe mencionar que el puerto del Callao, de acuerdo al criterio de diseño para instalaciones portuarias se encontraría dentro del tipo "I", es decir MST - I, en una clasificación que va desde MST - I hasta MST - IV, de las facilidades de amarre de buques de la armada estadounidense y que para el caso MST - I, son para vientos de hasta 35 nudos de velocidad, corrientes de hasta 1 nudo, y se encuentran resguardadas de olas y mareas.

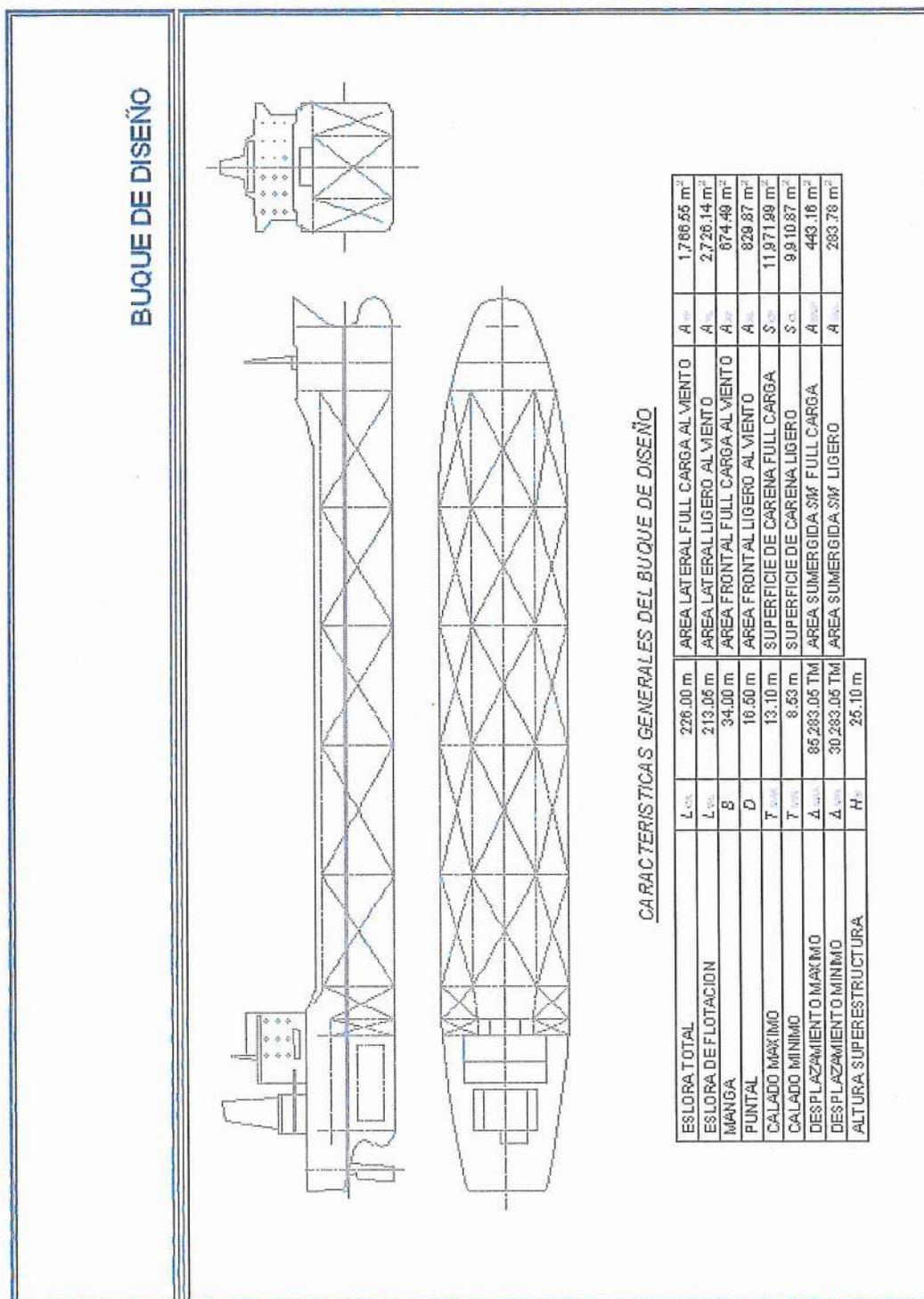
RAUL RIOS JIMENEZ  
INGENIERO CIVIL  
CIP 3623

Proyecto: Terminal de Embarque de concentrado de Minerales en la Rada interior del Callao

pág. 7



SEHIDRO S.C.R.L.  
César Del Carmen De La Torre  
DIRECTOR



**RAUL RIVERA JIMENEZ**  
**INGENIERO CIVIL**  
CIP 3623



**SEHIDRO S.S.R.L.**  
César Del Carmen De La Torre  
DIRECTOR

**ESTADISTICA DE VIENTOS** (nudos) Aeropuerto "Jorge Chavez"

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
1997	8.6	7.6	6.3	5.9	7.6	8.2	7.7	7.9	8.9	8.6	9.7	10.3
1998	19.3	9.8	9.6	7.8	6.5	5.9	5.5	5.6	6.4	7.8	8.2	8.1
1999	9.1	7.6	7.1	6.4	5.3	5.0	5.7	6.8	6.5	7.2	7.2	7.3
2000	6.9	6.0	5.2	5.8	4.8	4.2	4.7	4.8	5.6	5.3	5.9	6.3
2001	5.7	4.4	4.2	3.5	3.8	3.2	3.5	3.5	4.0	4.2	4.7	5.5
2002	5.4	4.4	4.3	5.2	4.5	3.9	4.3	3.9	5.1	5.3	6.6	6.5
2003	6.9	7.4	6.1	5.5	4.3	4.3	4.4	4.7	5.1	6.1	6.6	6.1
2004	7.6	7.1	5.9	5.2	3.8	3.9	5.0	5.0	4.9	5.5	5.8	6.9
2005	7.4	5.9	5.4	5.1	4.5	4.1	4.8	5.0	4.9	5.0	5.9	7.6
2006	6.9	5.3	5.3	5.4	3.9	4.2	4.5	4.8	5.6	5.8	5.6	6.2
2007	6.9	5.3	5.3	5.4	3.9	4.2	4.5	4.8	5.6	5.8	5.6	6.2
<b>Máx.</b>	<b>19.3</b>	<b>9.8</b>	<b>9.6</b>	<b>7.8</b>	<b>7.6</b>	<b>8.2</b>	<b>7.7</b>	<b>7.9</b>	<b>8.9</b>	<b>8.6</b>	<b>9.7</b>	<b>10.3</b>

VIENTO PROMEDIO  $V_x$  5.92  
 VIENTO MAX. PROMEDIO  $V_{MAX}$  9.62

Corrección por Altura                      Altura de toma de datos 10.0 m                       $F_{C1}$  1.00  
 Corrección por Duración                      Ráfagas de 30 seg                       $F_{C2}$  1.00  
 Corrección por Efecto TIERRA-MAR                       $F_{C3}$  1.10  
 Factor de corrección total                       $F_{CT}$  1.10

**VIENTO CORREGIDO** (nudos)

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
1997	9.5	8.4	6.9	6.5	8.4	9.0	8.5	8.7	9.8	9.5	10.7	11.4
1998	21.3	10.8	10.6	8.6	7.2	6.5	6.1	6.2	7.1	8.6	9.0	8.9
1999	10.0	8.4	7.8	7.1	5.8	5.5	6.3	7.5	7.2	7.9	7.9	8.0
2000	7.6	6.6	5.7	6.4	5.3	4.6	5.2	5.3	6.2	5.8	6.5	6.9
2001	6.3	4.9	4.6	3.9	4.2	3.5	3.9	3.9	4.4	4.6	5.2	6.1
2002	6.0	4.9	4.7	5.7	5.0	4.3	4.7	4.3	5.6	5.8	7.3	7.2
2003	7.6	8.2	6.7	6.1	4.7	4.7	4.9	5.2	5.6	6.7	7.3	6.7
2004	8.4	7.8	6.5	5.7	4.2	4.3	5.5	5.5	5.4	6.1	6.4	7.6
2005	8.2	6.5	6.0	5.6	5.0	4.5	5.3	5.5	5.4	5.5	6.5	8.4
2006	7.6	5.8	5.8	6.0	4.3	4.6	5.0	5.3	6.2	6.4	6.2	6.8
2007	7.6	5.8	5.8	6.0	4.3	4.6	5.0	5.3	6.2	6.4	6.2	6.8

VIENTO PROMEDIO  $V_x$  6.52  
 DESVIACION ESANDAR  $\sigma$  2.08  
 $\alpha$  0.62  
 $u$  5.86

VIENTO DE DISEÑO (nudos) Período de Retorno de 50 años  $V_D$  12.19

**RAUL RIOS JIMENEZ**  
**INGENIERO CIVIL**  
**CIP 3623**

**SEHIDRO S.C.R.L.**  
 César Del Carmen De La Torre  
 DIRECTOR



INFORMACION GENERAL

BUQUE DE MAYOR PESO MUERTO - 60,000 DWT

Eslora Total	L <sub>OA</sub>	226.00	m
Eslora entre Perpendiculares	L <sub>PP</sub>	213.05	m
Manga	B	34.00	m
Puntal	D	16.50	m
Altura Superestruc. sobre cubierta	H <sub>S</sub>	25.10	m

VIENTO PREDOMINANTE

Dirección del Viento (del Mv)	θ	180.00	deg
Velocidad del Viento	V	12.19	nudos

CORRIENTE PREDOMINANTE

Dirección de la Corriente (al Mv)	θ	0.00	deg
Velocidad de la Corriente	V	0.25	nudos

CARGADO

Desplazamiento	Δ <sub>F</sub>	85,293.05	t
Calado	T <sub>F</sub>	13.10	m
Area Lateral al viento	A <sub>YF</sub>	1,766.55	m <sup>2</sup>
Area Frontal al viento	A <sub>XF</sub>	674.49	m <sup>2</sup>
Superficie de Carena	S <sub>CF</sub>	11,971.99	m <sup>2</sup>
Area sumergida SM	A <sub>SMF</sub>	443.16	m <sup>2</sup>
Altura Prom. de Superestructura	h <sub>SF</sub>	19.24	m
Altura Prom. del Casco	h <sub>HF</sub>	2.55	m
Area Lateral Proy. solo Supestruc.	A <sub>SF</sub>	529.96	m <sup>2</sup>
Area Lateral Proy. solo Casco	A <sub>HF</sub>	1,236.58	m <sup>2</sup>
Coef. de Arrastre Fza. Lat. Viento	C <sub>YWF</sub>	0.765	

LASTRADO

Desplazamiento	Δ <sub>L</sub>	30,283.05	t
Calado	T <sub>L</sub>	8.53	m
Area Lateral al viento	A <sub>YL</sub>	2,726.14	m <sup>2</sup>
Area Frontal al viento	A <sub>XL</sub>	829.87	m <sup>2</sup>
Superficie de Carena	S <sub>CL</sub>	9,910.87	m <sup>2</sup>
Area sumergida SM	A <sub>SML</sub>	287.78	m <sup>2</sup>
Altura Prom. de Superestructura	h <sub>SL</sub>	14.05	m
Altura Prom. del Casco	h <sub>HL</sub>	5.98	m
Area Lateral Proy. solo Supestruc.	A <sub>SL</sub>	529.96	m <sup>2</sup>
Area Lateral Proy. solo Casco	A <sub>HL</sub>	2,196.18	m <sup>2</sup>
Coef. de Arrastre Fza. Lat. Viento	C <sub>YWL</sub>	0.833	

Factor de Forma Fza. Lat. Viento	f <sub>YW</sub> (□ <sub>W</sub> )	0.480
Coef. de Arrastre Fza. Long. Viento	C <sub>XWF</sub>	0.880
Angulo de Equilibrio Long. del Viento	θ <sub>WZ</sub>	100 deg
Factor de Forma Fza. Long. Viento	f <sub>XW</sub> (□ <sub>W</sub> )	-0.898
Coef. Norm. de Borneo del Viento	C <sub>XYW</sub> (□ <sub>W</sub> )	0.025

Coeficiente de Bloque	Φ <sub>F</sub>	0.861
Coeficiente de Sección Media	C <sub>mF</sub>	0.995
Coeficiente Prismático	C <sub>pF</sub>	0.865
Relación Eslora Manga	L <sub>WL</sub> / B	6.381

Coeficiente de Bloque	Φ <sub>L</sub>	0.469
Coeficiente de Sección Media	C <sub>mL</sub>	0.992
Coeficiente Prismático	C <sub>pL</sub>	0.473

Rel. Coef. Primático Eslora Calado	X <sub>F</sub>	93.954
Coef. Forma del Casco	k <sub>F</sub>	2.560
Valor Límite Coef. Arrastre Lat. Corriente w <sub>d</sub> / T	C <sub>YCF</sub>   α	0.750

Rel. Coef. Primático Eslora Calado	X <sub>L</sub>	63.659
Coef. Forma del Casco	k <sub>L</sub>	2.540
Valor Límite Coef. Arrastre Lat. Corriente w <sub>d</sub> / T	C <sub>YCL</sub>   α	0.600

Valor Límite Coef. Arrastre Lat. Corriente w <sub>d</sub> / T = 1	C <sub>YCF</sub>   1	5.590
Coef. de Arrastre Lat. Corriente	C <sub>YCF</sub>	4.810

Valor Límite Coef. Arrastre Lat. Corriente w <sub>d</sub> / T = 1	C <sub>YCL</sub>   1	3.788
Coef. de Arrastre Lat. Corriente	C <sub>YCL</sub>	1.225

Coef. de Fricción Long. Corriente	C <sub>XCa</sub>	0.00271
Relación de área de arrastre Hélice	A <sub>R</sub>	270
Area Desarrollada de la Hélice	A <sub>P</sub>	395
Relación de Excentricidad Corriente	e <sub>C</sub> / L <sub>WL</sub>	0.0070

Coeficiente de Bloque	Φ <sub>L</sub>	0.469
Coeficiente de Sección Media	C <sub>mL</sub>	0.992
Coeficiente Prismático	C <sub>pL</sub>	0.473

ZONA DEL MUELLE

Profundidad en el Amarradero	Wd	14.00	m
Amplitud de Mareas en la Zona	AM	0.75	m

Proa verdadera del amarradero (Mv)		209.00	deg
------------------------------------	--	--------	-----

COMENTARIOS

- Los datos correspondientes al buque de diseño se han extrapolado de las dimensiones correspondientes a un buque mineralero de 60,000 DWT

RAUL RIOS JIMENEZ  
INGENIERO CIVIL

SEHIDRO S.C.R.L.  
César Del Carmen De La Torre  
DIRECTOR

Anexo (4)

FUERZAS PROVOCADAS POR EL VIENTO

Angulo del Viento por Proa

$\theta_W$  29.00 deg

CARGADO

LASTRADO

Fuerza Longitudinal  $F_{XWF}$  -3.703 t  
 Fuerza Lateral  $F_{YWF}$  -4.508 t  
 Momento de Borneo  $M_{XYWF}$  7.463 E+02 t-m

Fuerza Longitudinal  $F_{XWL}$  -4.556 t  
 Fuerza Lateral  $F_{YWL}$  -7.577 t  
 Momento de Borneo  $M_{XYWL}$  1.152 E+03 t-m

FUERZAS PROVOCADAS POR LA CORRIENTE

Angulo de la Corriente por Proa

$\theta_C$  29.00 deg

Fuerza Longitudinal (Forma)  $F_{Xform F}$  -0.096 t  
 Fuerza Longitudinal (Fricción)  $F_{Xfric F}$  -0.070 t

Fuerza Longitudinal (Forma)  $F_{Xform L}$  -0.063 t  
 Fuerza Longitudinal (Fricción)  $F_{Xfric L}$  -0.058 t

Fuerza Longitudinal (Hélice)

$F_{Xprop F}$  -0.026 t

Fuerza Longitudinal  $F_{XCF}$  -0.192 t  
 Fuerza Lateral  $F_{YCF}$  -16.341 t  
 Momento de Borneo  $M_{XYCF}$  -1.213 E-01 t-m

Fuerza Longitudinal  $F_{XCL}$  -0.147 t  
 Fuerza Lateral  $F_{YCL}$  -2.711 t  
 Momento de Borneo  $M_{XYCL}$  -2.012 E-02 t-m

FUERZAS COMBINADAS VIENTO Y CORRIENTE

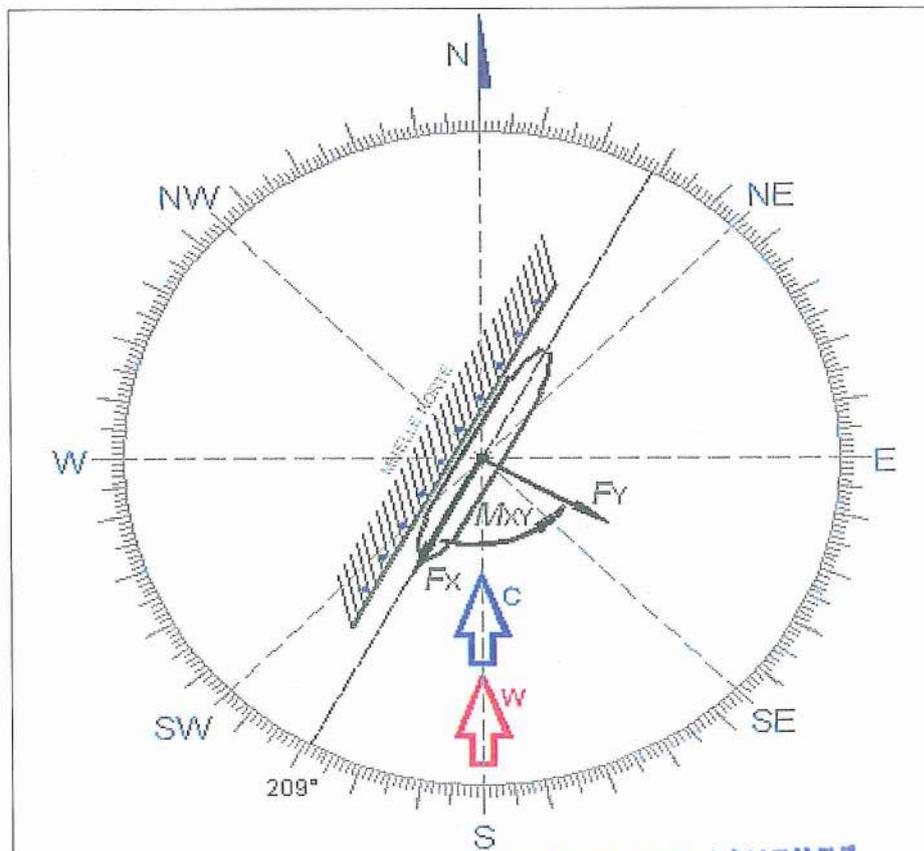
Fuerza Longitudinal  $F_{XTF}$  -3.895 t  
 Fuerza Lateral  $F_{YTF}$  -20.849 t  
 Momento de Borneo  $M_{XYTF}$  7.462 E+02 t-m

Fuerza Longitudinal  $F_{XTL}$  -4.703 t  
 Fuerza Lateral  $F_{YTL}$  -10.287 t  
 Momento de Borneo  $M_{XYTL}$  1.152 E+03 t-m

Fuerza Longitudinal  $F_X$  -4.703 t  
 Fuerza Lateral  $F_Y$  -20.849 t  
 Momento de Borneo  $M_{XY}$  1,151.740 t-m

FUERZA HORIZONTAL RESULTANTE

H 21.373 t



**RAUL RIOS JIMENEZ**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 3623

SEHIDRO S.C.R.L.  
 César Del Carmen De La Torre  
 DIRECTOR

0019

RAUL RIOS SIMENEZ  
INGENIERO CIVIL  
CIP 3623



---

EVALUACIÓN DE OLEAJE

---

SEHIDRO S.C.R.L.  
Cesar Del Carmen De La Torre  
DIRECTOR

**MUELLE NORTE DE MINERALES**  
**BUQUES DE HASTA 60,000DWT**

0020

**EVALUACION DEL OLEAJE**

**1. REFERENCIAS:**

- a. "*Estudio de Olas al Interior del Puerto del Callao*", Presentado a la Transportadora Callao S.A. y elaborado por HIDRA MAR S.A.C.
- b. "*Unified Facilities Criteria (UFC) DESIGN : MOORINGS*", U.S. ARMY CORP OF ENGINEERS, UFC 4-159-03, 03 October 2005

**2. ANEXOS:**

- 1) Tabla 3-5, *Facility Design Criteria for Mooring Service Type*
- 2) Tabla 3-10, *Conditions Requiring Special Analysis*
- 3) Hoja de Cálculo con los datos de ingreso
- 4) Hoja de Cálculo con los resultados

**3. PRELIMINARES:**

- a) De acuerdo con el estudio de Olas al Interior del puerto del Callao, presentado por la compañía HIDRA MAR SAC. referencia (a), se sabe que:
  - Las olas presentes en el interior de la rada son predominantemente del tipo SWELL, es decir, olas largas de origen oceánico que principalmente provienen del Noroeste y Suroeste, las mismas que llegan a la zona de estudio de forma muy refractada y difractada, es decir después de perder energía por fricción.
  - De las mediciones efectuadas en la zona y la simulación correspondiente, se tiene que las olas presentes en el interior de la rada del puerto del Callao, llegan a tener:
    1. Altura máxima significativa de Ola, es de **0.38m** y Altura significativa de Ola de **0.13m**, cuando provienen del Suroeste.
    2. Altura máxima significativa de Ola, es de **1.22m** y Altura significativa de Ola de **0.44m**, cuando provienen del Noroeste.

Proyecto: Terminal de Embarque de concentrado de Minerales  
en la Rada interior del Callao

**RAUL RIOS NIMENEZ**  
**INGENIERO CIVIL**  
CIP 3623

pág. 1  
**SEBASTIÁN S.C.R.L.**  
César Del Carmen De La Torre  
DIRECTOR



- Estos son valores calculados, considerando la apertura de la bocana (ampliada) de 300m y olas de 14 segundos de periodo, las mas frecuentes en la costa central del Perú.
  - Si bien es cierto que el oleaje proveniente del Noroeste presenta valores calculados relativamente mayores a los calculados con oleaje proveniente del Suroeste, la frecuencia de ocurrencia de oleaje proveniente de Noroeste es marcadamente inferior a las del Suroeste, que son predominantes.
  - Así mismo, se dice que el oleaje se presenta principalmente en la "zona de maniobra", disminuyendo su intensidad a medida que se alejan del eje central del puerto hacia los muelles en los bordes de la rada interior.
- b) De acuerdo con el documento de la referencia (b), se indica lo siguiente:
- Que los amarraderos o instalaciones portuarias del **tipo I**, son aquellos que el viento predominante tiene una velocidad menor a 35 nudos, la velocidad de la corriente predominante menor a 1 nudo, la amplitud de mareas no es significativa y la presencia de olas no es apreciable, tal como se muestra en la Tabla 3-5 del anexo (1). Para el caso del puerto del Callao, se tienen vientos de 12 nudos, corriente de 0.25 nudos, amplitud de marea de 0.75m y oleaje inferior a 1.22m.
  - Que cuando los amarraderos o instalaciones portuarias se encuentran sometidos a condiciones de oleaje con alturas superiores a 1.5 ft (0.45m) para embarcaciones menores y 4 ft (1.20m) para embarcaciones de alto bordo, estos requieren de un análisis especial, ver anexo (2). Para la zona de estudio, las olas no alcanzan el mínimo.
- c) Por lo anteriormente expuesto y en adición a que, del análisis presentado, las fuerzas provocadas por acción del viento y corriente sobre el buque de diseño son del orden de 20 toneladas y las bitas consideradas en el diseño del nuevo muelle son de una capacidad muy superior al rango de fuerzas encontrado, (SWL 100 toneladas) se optó por despreciar el efecto del oleaje.

**RAUL RIOS NIMENEZ**  
**INGENIERO CIVIL**  
**CIP 3623**

SEHIDRO S.C.R.L.  
César Del Carmen De La Torre  
DIRECTOR



#### 4. COMENTARIOS:

- a) La presencia de "oleaje" en la rada interior del puerto del Callao, definitivamente causa malestar, por decir lo menos, al margen de que las fuerzas provocadas por el oleaje en el buque de diseño pueden incrementar significativamente las fuerzas resultantes y consecuentemente incrementar los esfuerzos a los que están sometidas las bitas.
- b) Sin embargo, las características del oleaje que puede hacer o provocar esta reacción en el buque de diseño, es el oleaje con periodos mayores a los 20 segundos, es decir olas de largo periodo tipo SWELL, que no es el caso frecuente en la costa central; periodos más cortos de oleaje (como en el presente caso, 14 segundos) no dan tiempo a que la embarcación reaccione y produzca los incrementos indeseables en los desplazamientos, principalmente el longitudinal, ya que los movimientos vertical y transversal son absorbidos por el ángulo con que trabajan las espías y disminuyen el efecto que pueden producir en las bitas.
- c) A modo de ejercicio, el posible efecto del oleaje sobre el buque de diseño se simuló efectuando un re-cálculo de las fuerzas provocadas por la acción del viento y corriente, duplicando el valor de la velocidad de la corriente, asignando un valor del 100% en exceso (apreciación personal del consultor) y aún así la fuerza calculada en este ejercicio es del orden de **70 toneladas** y muestra que el diseño de las bitas es seguro. Ver anexos (3) y (4)
- d) Así mismo, cabe mencionar que el valor de 100 toneladas especificadas como "carga segura de trabajo" o Safe Working Load (SWL), intrínsecamente involucra un factor de seguridad, que para este caso debe de estar comprendido entre 4 a 5, como normalmente se usa en este tipo de instalaciones de maniobra, lo que quiere decir de que para que la bita falle se debe ejercer una fuerza equivalente a 4 a 5 veces el valor de la carga segura de trabajo, o sea una fuerza de 400 a 500 toneladas, valor que debe ser confirmado con el diseñador.

#### 5. CONCLUSIONES:

Considerando que el oleaje que se pueda presentar en la zona del muelle en estudio, apenas llega al límite para que sea factor de cálculo en los esfuerzos que se puedan presentar en este tipo de instalaciones, a pesar de que el período de las olas estudiadas no es el que produce este efecto, puedo concluir que la "simulación" para este tipo de efecto presentada de acuerdo al párrafo 4 c) es válida, dado que los valores obtenidos aún se encuentran dentro de los rangos seguros de trabajo de las bitas proyectadas para este muelle, mas aun teniendo en cuenta que, por lo general, el esfuerzo total se divide al menos entre 2 bitas.

Proyecto: Terminal de Embarque de concentrado de Minerales  
en la Rada interior del Callao

**RAUL RIOS JIMENEZ**  
**INGENIERO CIVIL**  
CIP 3623

pág. 3

**SEHIDRO S.C.R.L.**  
César Del Carmen De La Torre  
DIRECTOR



Anexo (1)

UFC 4-159-03  
3 October 2005

Table 3-5. Facility Design Criteria for Mooring Service Types

MOORING SERVICE TYPE	WIND*	CURRENT**	WATER LEVEL	WAVES
TYPE I	Less than 35 knots	1 knot or less	mean lower low to mean higher high	N.A.
TYPE IIA	$V_w=50$ knots (max.)	1.5-knot max.	extreme low to mean higher high	P=1 or R=1 yr
TYPE IIB	$V_w=64$ knots (max.)	2.0-knot max.	extreme low to mean higher high	P=1 or R=1 yr
TYPE III	P=0.02 or R=50 yr	P=0.02 or R=50 yr	extreme low to mean higher high	P=0.02 or R=50 yr
TYPE IV	P=0.01 or R=100 yr	P=0.01 or R=100 yr	extreme water levels	P=0.01 or R=100 yr

\*Use exposure D (UFC 1-200-01 Design: General Building Requirements; flat, unobstructed area exposed to wind flowing over open water for a distance of at least 1 mile or 1.61 km) for determining design wind speeds. Note that min. = minimum return interval or probability of exceedence used for design; max. = maximum wind speed used for design.

\*\*To define the design water depth for ship mooring systems, use  $T/d=0.9$  for flat keeled ships; for ships with non-flat hulls, that have sonar domes or other projections, take the ship draft, T, as the mean depth of the keel and determine the water depth, d, by adding 0.61 meter (2 feet) to the maximum navigation draft of the ship (note, may vary depending on sonar dome size)

Notas.

N.A. = Not Applicable or Not Available, No aplica.

P = Probability "probabilidad de ocurrencia",

R = Return interval in years "periodo de retorno, expresado en años"

RAUL RIOS JIMENEZ  
INGENIERO CIVIL  
CIP 3623

SEHIDRO S.C.R.L.  
César Del Carmen De La Torre  
DIRECTOR



UFC 4-159-03  
3 October 2005

Table 3-10. Conditions Requiring Special Analysis

FACTOR	SPECIAL ANALYSIS REQUIRED
Wind	> 45 mph for small craft > 75 mph for larger vessels
Wind waves	> 1.5 ft for small craft > 4 ft for larger vessels
Wind gust fronts	Yes for SPMs
Current	> 3 knots
Ship waves and passing ship effects	Yes for special cases (see Kizakkevariath, 1989; Occasion, 1996; Weggel and Sorensen, 1984 & 1986)
Long waves (seiches and tidal waves or tsunamis)	Yes
Berthing and using mooring as a break	Yes (see MIL-HDBK-1025/1)
Parting tension member	May be static or dynamic
Ship impact or other sudden force on the ship	Yes (if directed)
Earthquakes (spud moored or stiff systems)	Yes
Explosion, landslide, impact	Yes (if directed)
Tornado (reference NUREG 1974)	Yes
Flood, sudden water level rise	Yes (if directed)
Ice forcing	Yes (if a factor)
Ship/mooring system dynamically unstable (e.g., SPM)	Yes (dynamic behavior of ships at SPMs can be especially complex)
Forcing period near a natural period of the mooring system	Yes; if the forcing period is from 80% to 120% of a system natural period

Note: SPM = single point mooring

SEHIDRO S.C.R.L.  
César Del Carmen De La Torre  
DIRECTOR

RAUL RIVERA JIMENEZ  
INGENIERO CIVIL  
CIP 3623



## INFORMACION GENERAL

## BUQUE DE MAYOR PESO MUERTO - 60,000 DWT

Eslora Total	$L_{OA}$	226.00 m
Eslora entre Perpendiculares	$L_{PP}$	213.05 m
Manga	$B$	34.00 m
Puntal	$D$	16.50 m
Altura Superestruc. sobre cubierta	$H_S$	25.10 m

## CARGADO

Desplazamiento	$\Delta_F$	85,293.05 t
Calado	$T_F$	13.10 m
Area Lateral al viento	$A_{YF}$	1,766.55 m <sup>2</sup>
Area Frontal al viento	$A_{XF}$	674.49 m <sup>2</sup>
Superficie de Carena	$S_{CF}$	11,971.99 m <sup>2</sup>
Area sumergida SM	$A_{SMF}$	443.16 m <sup>2</sup>
Altura Prom. de Superestructura	$h_{SF}$	19.24 m
Altura Prom. del Casco	$h_{HF}$	2.55 m
Area Lateral Proy. solo Supestruc.	$A_{SF}$	529.96 m <sup>2</sup>
Area Lateral Proy. solo Casco	$A_{HF}$	1,236.58 m <sup>2</sup>
Coef. de Arrastre Fza. Lat. Viento	$C_{YWF}$	0.765

Factor de Forma Fza. Lat. Viento  
 Coef. de Arrastre Fza. Long. Viento  
 Angulo de Equilibrio Long. del Viento  
 Factor de Forma Fza. Long. Viento  
 Coef. Norm. de Borneo del Viento

Coeficiente de Bloque	$\Phi_F$	0.861
Coeficiente de Sección Media	$C_{mF}$	0.995
Coeficiente Prismático	$C_{pF}$	0.865

## Relación Eslora Manga

Rel. Coef. Primático Eslora Calado	$X_F$	93.954
Coef. Forma del Casco	$k_F$	2.560
Valor Límite Coef. Arrastre Lat. Corriente $w_d / T$	$C_{YCF}   \alpha$	0.750
Valor Límite Coef. Arrastre Lat. Corriente $w_d / T = 1$	$C_{YCF}   1$	5.590
Coef. de Arrastre Lat. Corriente	$C_{YCF}$	4.810

Coef. de Fricción Long. Corriente  
 Relación de área de arrastre Hélice  
 Area Desarrollada de la Hélice  
 Relación de Excentricidad Corriente

## ZONA DEL MUELLE

Profundidad en el Amarradero	$w_d$	14.00 m
Amplitud de Mareas en la Zona	$AM$	0.75 m

## VIENTO PREDOMINANTE

Dirección del Viento (del Mv)	$\theta$	180.00 deg
Velocidad del Viento	$V$	12.19 nudos

## CORRIENTE PREDOMINANTE

Dirección de la Corriente (al Mv)	$\theta$	0.00 deg
Velocidad de la Corriente	$V$	0.50 nudos

## LASTRADO

Desplazamiento	$\Delta_L$	30,283.05 t
Calado	$T_L$	8.53 m
Area Lateral al viento	$A_{YL}$	2,726.14 m <sup>2</sup>
Area Frontal al viento	$A_{XL}$	829.87 m <sup>2</sup>
Superficie de Carena	$S_{CL}$	9,910.87 m <sup>2</sup>
Area sumergida SM	$A_{SML}$	287.78 m <sup>2</sup>
Altura Prom. de Superestructura	$h_{SL}$	14.05 m
Altura Prom. del Casco	$h_{HL}$	5.98 m
Area Lateral Proy. solo Supestruc.	$A_{SL}$	529.96 m <sup>2</sup>
Area Lateral Proy. solo Casco	$A_{HL}$	2,196.18 m <sup>2</sup>
Coef. de Arrastre Fza. Lat. Viento	$C_{YWL}$	0.833

$f_{Yw} (\square_w)$	0.480
$C_{XWF}$	0.880
$\theta_{WZ}$	100 deg
$f_{XW} (\square_w)$	-0.898
$C_{XYW} (\square_w)$	0.025

Coeficiente de Bloque	$\Phi_L$	0.469
Coeficiente de Sección Media	$C_{mL}$	0.992
Coeficiente Prismático	$C_{pL}$	0.473

$L_{WL} / B$	6.381
--------------	-------

Rel. Coef. Primático Eslora Calado	$X_L$	63.659
Coef. Forma del Casco	$k_L$	2.540
Valor Límite Coef. Arrastre Lat. Corriente $w_d / T$	$C_{YCL}   \alpha$	0.600
Valor Límite Coef. Arrastre Lat. Corriente $w_d / T = 1$	$C_{YCL}   1$	3.788
Coef. de Arrastre Lat. Corriente	$C_{YCL}$	1.225

$C_{XCa}$	0.00242
$A_R$	270
$A_P$	395
$e_C / L_{WL}$	0.0070

Proa verdadera del amarradero (Mv)	209.00 deg
------------------------------------	------------

## COMENTARIOS

- Los datos correspondientes al buque de diseño se han extrapolado de las dimensiones correspondientes a un buque mineralero de 60,000 DWT

RAUL RIOS JIMENEZ  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 3623  
 SUPERVISOR S.C.R.L.  
 César Del Carmen De La Torre  
 DIRECTOR



**FUERZAS PROVOCADAS POR EL VIENTO**

Angulo del Viento por Proa

$\theta_w$  29.00 deg

**CARGADO**

**LASTRADO**

Fuerza Longitudinal  $F_{XWF}$  -3.703 t  
 Fuerza Lateral  $F_{YWF}$  -4.508 t  
 Momento de Borneo  $M_{XYWF}$  7.463 E+02 t-m

Fuerza Longitudinal  $F_{XWL}$  -4.556 t  
 Fuerza Lateral  $F_{YWL}$  -7.577 t  
 Momento de Borneo  $M_{XYWL}$  1.152 E+03 t-m

**FUERZAS PROVOCADAS POR LA CORRIENTE**

Angulo de la Corriente por Proa

$\theta_c$  29.00 deg

Fuerza Longitudinal (Forma)  $F_{Xform F}$  -0.384 t  
 Fuerza Longitudinal (Fricción)  $F_{Xfric F}$  -0.250 t

Fuerza Longitudinal (Forma)  $F_{Xform L}$  -0.250 t  
 Fuerza Longitudinal (Fricción)  $F_{Xfric L}$  -0.207 t

Fuerza Longitudinal (Hélice)

$F_{Xprop F}$  -0.105 t

Fuerza Longitudinal  $F_{XCF}$  -0.740 t  
 Fuerza Lateral  $F_{YCF}$  -65.362 t  
 Momento de Borneo  $M_{XYCF}$  -4.851 E-01 t-m

Fuerza Longitudinal  $F_{XCL}$  -0.563 t  
 Fuerza Lateral  $F_{YCL}$  -10.843 t  
 Momento de Borneo  $M_{XYCL}$  -8.047 E-02 t-m

**FUERZAS COMBINADAS VIENTO Y CORRIENTE**

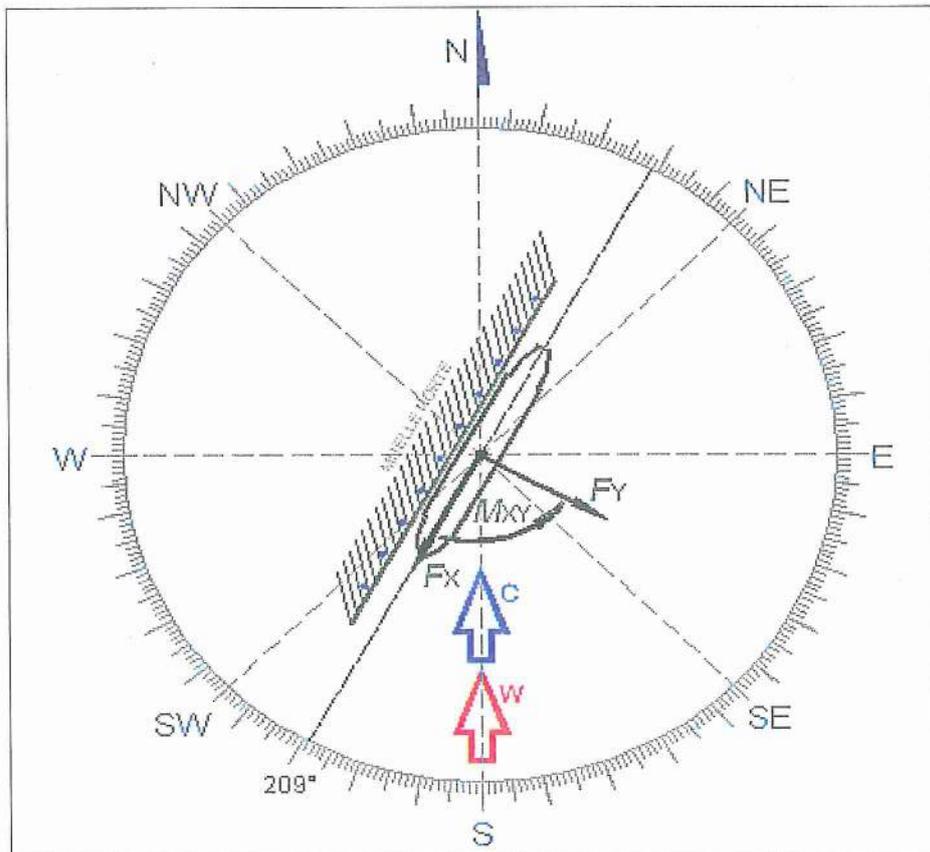
Fuerza Longitudinal  $F_{XTF}$  -4.443 t  
 Fuerza Lateral  $F_{YTF}$  -69.871 t  
 Momento de Borneo  $M_{XYTF}$  7.459 E+02 t-m

Fuerza Longitudinal  $F_{XTL}$  -5.119 t  
 Fuerza Lateral  $F_{YTL}$  -18.419 t  
 Momento de Borneo  $M_{XYTL}$  1.152 E+03 t-m

Fuerza Longitudinal  $F_x$  -5.119 t  
 Fuerza Lateral  $F_y$  -69.871 t  
 Momento de Borneo  $M_{xy}$  1,151.679 t-m

**FUERZA HORIZONTAL RESULTANTE**

H 70.058 t



**RAUL RIOS JIMENEZ**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 3623

**SEHIDRO S.C.R.L.**  
 César Del Carmen De La Torre  
 DIRECTOR

2. ESTUDIO DE MANIOBRAS



**RAUL RIOS JIMENEZ**  
**INGENIERO CIVIL**  
**CIP 3623**

**SEHIDRO S.C.R.L.**  
César Del Carmen De La Torre  
DIRECTOR

## ESTUDIO DE MANIOBRAS



**SOLICITADO :** TRANSPORTADORA CALLAO

**PROYECTO :** TERMINAL DE EMBARQUE DE CONCENTRADOS DE  
MINERALES EN EL TERMINAL PORTUARIO DEL  
CALLAO

**LUGAR :** CALLAO

**AUTOR :** CESAR DEL CARMEN DE LA TORRE  
SEHIDRO S.C.R.L

RAUL RIOS NIMENEZ  
INGENIERO CIVIL  
CIP 3623



SEHIDRO S.C.R.L.  
César Del Carmen De La Torre  
DIRECTOR

FECHA DE ELABORACIÓN: OCTUBRE 2011

PÀGINA 2

INDICE

SECCIÒN	PÀGINA
Carátula	01
Índice	02-03
Hoja de Control de cambios	04
<b>SECCIÒN I: Antecedentes generales</b>	<b>05-14</b>
1.1. Normas Nacionales vigentes relacionadas con el ingreso y salida de naves y el control de tráfico portuario	06
1.2. Origen del proyecto	06-07
1.3. Descripción del Proyecto	07- 9
<b>SECCIÒN II: Área de operación en el Terminal portuario.</b>	<b>9-22</b>
2.1. Ubicación del Terminal y área de operaciones	10-11
2.2. Características y posición geográfica del área de operaciones y componentes	12-20
2.3. Descripción de las referencias náuticas de señalización y balizaje, así como de las ayudas a la navegación.	21-22 16
<b>SECCION III: Condiciones oceanográficas, meteorológicas, Climáticas batimétricas y del fondo del área de operaciones</b>	<b>23-50</b>
3.1 Características oceanográficas y meteorológicas del área de operación.	24-44
3.2 Bravizas	44-45
3.3 Tsunamis	26-50
<b>SECCION IV: Tipos de naves y Maniobras:</b>	<b>51-55</b>
4.1. Naves que maniobraran en el Terminal portuario	52
4.2 Remolcadores	52-54
4.2. Embarcaciones de apoyo	55

RAUL BIRSA JIMENEZ  
INGENIERO CIVIL  
CIP 3623



SEHIDRO S.C.R.L.  
César Del Carmen De La Torre  
DIRECTOR

<b>SECCION V: Medios de apoyo para el ingreso, permanencia y salida De las naves</b>	<b>56-72</b>
5.1. Descripción de los diversos medios a emplear para el ingreso, permanencia y salida de las naves del Terminal.	
5.1.1. Servicio de practicaaje	
5.1.2. Empleo de remolcadores	
5.1.3. Medios de sujeción y fondeo	
5.1.4. Otros	
5.2. Remolcadores:	57
5.2.1. Determinación del requerimiento.	
5.2.2 Metodología de cálculo para la determinación del Bollard pull requerido por remolcadores.	57-58
5.3. Permanencia de la nave en boyas, amarradero o atracadero	
5.4. Descripción de maniobras de amarre y desamarre	59-72
<b>SECCION VI: Determinación de las condiciones meteorológicas, oceanográficas y de falta de apoyo que constituyan límites o condiciones inseguras.</b>	<b>73-79</b>
6.1. Señalización Náutica.	
6.2. Personal de Maniobristas	
6.3. Limitaciones en líneas de amarre	
6.4. Limitaciones por condiciones de mar y de viento	
6.5. Acciones en caso de braveza	
6.6. Factores que intervienen en las maniobras	
6.7. Condiciones del buque y del medio ambiente	
6.8. Permanencia en Amarradero	
<b>SECCION VII: Conclusiones generales</b>	<b>80-84</b>
<b>SECCIÓN VIII: Recomendaciones</b>	<b>85-88</b>
<b>SECCION IX: Anexos</b>	<b>89-99</b>
1. Glosario de Términos	
2. Cálculos de bollard Pull	
3. Planos	



# SECCIÓN I

## ANTECEDENTES GENERALES



**RAUL RIOS JIMENEZ**  
**INGENIERO CIVIL**  
**CIP 3623**

**SEHIDRO S.C.R.L.**  
*me*  
César Del Carmen De La Torre  
DIRECTOR

**1.1. Normas Nacionales vigentes para el ingreso, permanencia y salida de naves, así como de control de tráfico portuario y otros relacionados**

- Ley del Sistema Portuario Nacional, promulgada el 28 Febrero 2003 (Ley N° 27943)
- Reglamento de la Ley del Sistema Portuario Nacional, Aprobado por D.S. N° 003-2004 MTC con fecha 26 de Febrero 2004.
- Ley de Control y Vigilancia de las Actividades Marítimas Fluviales y Lacustres (Ley N° 26620)
- Reglamento de la Ley de Control y Vigilancia de las Actividades Marítimas Fluviales y Lacustres (DS N° 028 DE-MGP)
- Reglamento de Señalización Náutica de la Dirección de Hidrografía y Navegación.
- **“Design and Construction of Ports and Marine Structures”, Quinn, Alonzo de F.**
- “Mooring Ssystems”, Pile Buck Inc. 1992, NAVFAC DM-26.5.
- “Cadenas y Forjados S.A.”, catálogo CAFORSA, 1981
- “Single Point Moorings”, Rules for Building and Classification, A.B.S., 1975
- “Levantamiento batimétrico y Topográfico”, Elaborado por SEHIDRO, 2009 y 2010.

**1.2. Origen del proyecto**

**1.2.1. Datos del proyecto**

El proyecto contará con una faja transportadora hermética desde el Open Access hasta la bodega del barco, que estaría construida en el área industrial del Callao, alejada de viviendas y de la zona urbana, lo que permitiría eliminar 130,000 viajes de camiones cargados entre los depósitos y el puerto, descongestionando el acceso para contenedores y otras cargas.

El proyecto no interferirá con la zona de maniobra del puerto, con las operaciones del muelle 7, con el tráfico de naves en el puerto, así como con el desarrollo del puerto Hub para contenedores, e incluso con la expansión futura del muelle hacia el norte.

Se cuenta decidido apoyo del gobierno regional y del municipio provincial del Callao, de los productores mineros exportadores y del Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Cuentan con acuerdos previos para contratos definitivos, los cuales están en negociación con la Marina de Guerra del Perú, Petroperú y Ferrovías Central, por cuyas propiedades pasaría la faja transportadora hacia el muelle.



**RAUL RIOS JIMENEZ**  
**INGENIERO CIVIL**  
CIP 3623

**SEHIDRO S.C.R.L.**  
César Del Carmen De La Torre  
DIRECTOR

1.2.2. Administrador del Terminal portuario

El Consorcio Transportadora Callao promotor está conformado por **Cormin Callao, PeruBar S.A., Chinalco, El Brocal y Santa Sofía Puertos S.A.** La concesión será por 30 años (del 2010 al 2040) y se tiene planificado el inicio de operaciones para julio del 2012. La capacidad del muelle sería de 5.6 millones de TM/año, pudiendo recibir naves de 60,000 DWT. "Todos los exportadores tendrán acceso al muelle, para el cual se tiene comprometido el **97% del concentrado**".

1.2.3. El presente "ESTUDIO DE MANIOBRAS PARA EL TERMINAL MARÍTIMO DE EMBARQUE DE CONCENTRADOS DE MINERALES EN EL PUERTO DEL CALLAO"; ha sido elaborado por una empresa debidamente acreditada en la Dirección de Hidrografía y Navegación (DHN), la cual ha contado con la participación de un Práctico Marítimo, debidamente reconocido ante DICAPI. Los datos de la Empresa, así como del Práctico Marítimo se detallan a continuación:

**Datos de la Empresa**

Nombre de empresa  
Ruc  
Fecha de fundación  
Tipo de sociedad  
Estado de la empresa  
Ciiu  
Marca de actividad  
Comercio exterior  
Dirección principal  
Referencia de ubicación

**Consorcio transportadora callao**

20522380726  
23/06/2009  
Contratos colaboración empresarial  
activo  
74996  
Sin actividad  
Av. Avenida Víctor a. Belaunde #147  
Torre real 10, piso 6  
Lima / lima / San Isidro

**Datos del Práctico Marítimo**

Nombres y Apellidos : Percy Mario Gfell García  
Nº de Licencia : **Capitán** MMN(Título No: DI-13163-01-CT)  
Teléfono : 2713589  
Dirección : Jirón Punta Sal 326-Surco-Lima 33  
Correo electrónico : gfellperusehidro@gmail.com



**RAUL RIOS JIMENEZ**  
**INGENIERO CIVIL**  
CIP 3623

**SEHIDRO S.C.R.L.**  
Gésar Del Carmen De La Torre  
DIRECTOR

### 1.3. Descripción del proyecto

El terminal de embarque de concentrados de minerales, contará con un muelle marginal de una longitud aproximada de 200 metros y una profundidad de 14 metros, para atender naves de una eslora de 226 metros, con una manga de 34 metros y un calado referencial de 13.10 metros.

Las obras en tierra permitirán soportar estructuralmente un sistema hermético de faja transportadora para trasladar en la ruta los concentrados de minerales entre el punto de acceso público y el muelle propuesto. La ruta de la faja transportadora se desarrollará hacia el norte a través de los terrenos de Petroperú (VOPAK) e ingresará por la Base Naval del Callao hasta llegar a la margen sur del río Rímac. Luego se dirigirá hacia el oeste paralelo al río Rímac y adyacente a la Base naval, la faja luego seguirá la playa hacia el sur hasta la parte interior del rompeolas norte y llegará al muelle previsto construir.

El equipamiento portuario del terminal de Embarque de concentrados de minerales en el Terminal Portuario del Callao comprende el sistema de recepción, transporte y embarque de los concentrados, integrado entre otros, por la faja transportadora, torre de transferencia, cargador lineal y demás dispositivos que permiten la recepción y traslado del concentrado hasta la nave.

Faja transportadora: diseñada para evitar la contaminación en el embarque de minerales, con una longitud aproximada de 3000 metros, con una capacidad nominal aproximada de 2000 ton/hora y de 2300 ton/hora como capacidad de diseño y una velocidad aproximada de 4.0 – 4.5 m/seg, dependiendo de las características de diseño de la faja transportadora.

Cargador lineal: Con un rendimiento estimado nominal de 2000 ton/hora acorde con la capacidad de la faja transportadora. Este dispositivo esta previsto para atender naves hasta 60,000 DWT disponiendo de un ancho de trocha entre rieles de acuerdo al diseño del shiploader y con una longitud de recorrido acorde con la eslora de la nave a atender.

Torre de transferencia: Con un rendimiento acorde con la faja transportadora y el cargador lineal 2000 ton/hora y de 2300 ton/hora como capacidad de diseño. Se considerará como equipamiento complementario para la operación segura del embarque de concentrado de minerales el siguiente:

- Silo
- Sistema de energía
- Sistema contra incendio y seguridad
- Sistema de iluminación
- Servicios básicos

## SECCIÓN II

# ÁREA DE OPERACIÓN EN EL TERMINAL PORTUARIO

RAUL RIOS JIMENEZ  
INGENIERO CIVIL  
CIP 3623



SEHIDRO S.C.R.L.  
César Del Carmen De La T  
DIRECTOR

**2.1. Ubicación del Terminal y área de operaciones**

El muelle estará ubicado en la zona aledaña al rompeolas norte entre el muelle 7 y el varadero el ancla, las áreas acuáticas y terrestres son las siguientes:

Área acuática con una extensión aproximada de 53,000 m<sup>2</sup>

**Área acuática  
Coordenadas Datum WGS84  
UTM Zona 18 Sur**

Vértice	Este (x)	Norte (y)
1	265954.510	8667792.570
2	265858.310	8667860.660
3	266103.720	8668175.220
4	266136.200	8668131.060
5	266166.030	8668166.860
6	266187.510	8668197.020
7	266209.550	8668244.210
8	266218.400	8668277.490
9	266222.770	8668312.160
10	266231.650	8668299.480
11	266228.860	8668275.660
12	266220.590	8668242.920
13	266207.290	8668211.200
14	266196.590	8668191.000
15	266174.950	8668161.250
16	266142.310	8668122.770
17	266193.420	8668053.470
Área (m <sup>2</sup> )	53406.98	
Perímetro (m)	1431.36	



**RAUL RIVERA JIMENEZ**  
**INGENIERO CIVIL**  
**CIP 3623**

**SEHIDRO S.C.R.L.**  
César Del Carmen De La Torre  
DIRECTOR

Área terrestre  
Coordenadas Datum WGS84  
UTM Zona 18 Sur

Vértice	Este (x)	Norte (y)
A	267,803.570	8687635.070
B	267,810.390	8687636.620
C	267,812.400	8687627.850
D	267,805.570	8687626.290
Área (m2)	63	
Perimetro (m)	32	



RAUL RIOS JIMENEZ  
INGENIERO CIVIL  
CIP 3623

SEHIDRO S.C.R.L.  
César Del Carmen De La Torre  
DIRECTOR



**2.2. Características y posición geográfica del área de operaciones y componentes**

- Descripción y ubicación del fondeadero

Hay un buen fondeadero entre 9 y 37 metros de agua, sobre fondo de arena y fango, dejando libre los rompeolas. Se ha determinado los límites de las áreas de fondeaderos en la siguiente forma:

El fondeadero situado hacia el S de este canal, está reservado para los buques de nacionalidad peruana y en las cartas de navegación figura demarcada esta área como "Zona Reservada".

Los buques que esperan turno para ingresar en el Terminal Marítimo o aquellos que no tienen intención de acoderar a los muelles, deben fondear en la bahía en forma tal que dejen claro el canal de S entrada.

El fondo de la bahía es de fango y arena y las anclas trabajan bien, en cambio los fondos próximos a la zona de El Camotal son en su mayor parte de

lo arena y conchuela. La zona N de la bahía comprendida entre las desembocaduras de los ríos Chillón y Rímac, hasta alcanzar el rompeolas Norte, ofrece aguas poco profundas por lo que se recomienda a los buques no acercarse a menos de 1 milla de la playa.

Esta parte de la bahía presenta payas con rompientes que se acentúan en las épocas de braveza de mar, en donde el oleaje por lo general ataca la costa

20 procedente del N y NW.

**Zona espera de Práctico.-** Las naves que utilicen servicio de practicaaje deben fondeare mantenerse al paio, en el área denominada Estación de Prácticos

señalada en posición 12°02'06" S, 77°10'54" W.

**Peligros.-** En el año 1986, se reportaron un bajo de metros y una embarcación hundida a 4 metros de superficie fuera del veril de los 5 metros a NNW, a 290 y 300 metros del cabezo del Muelle FAS N° 1 respectivamente. Existe un naufragio peligroso al W del cabezo del muelle FAS NC 1, a una distancia de 300 metros.

Existe un muelle destruido (ex-CPV) ubicado en el distrito de Chucuito, a una distancia de 70 metros al NNE del muelle IMARPE, quedando sólo restos de fierro que representan un peligro a las embarcaciones de recreo.

FECHA DE ELABORACIÓN: OCTUBRE 2011

PÁGINA 13

Existe un muelle destruido del Club Regatas Unión, en posición 12°04'01.1" S, 77°09'31.9" entre los muelles Club Regatas Universitario y Club Círculo Canottieri, el cual representa un peligro a las embarcaciones de recreo, tomar precauciones.

Existe un naufragio en posición 12°04'05.0" S y 77°12'08.0" W, a un metro de profundidad y su distante 2,050 metros al E de punta Galera y otro naufragio peligroso (ex-CPV "CHIMBOTE") en posición 12°04'18.2" S y 77°11'57.0" W distante entre ellos 500 metros, los cuales están en un área cuyo centro es 12°04'12.2" S y 77°12'03.0" W y, desde este punto un radio de 600 metros que, se considera área de círculo peligroso para la navegación, El naufragio del ex-BAP "CHIMBOTE" se encuentra señalizado por 1 boya para evitar peligro a la navegación, ver sus características en la publicación HIDRONAV-5020 Lista de Faros y Señales Náuticas.

Existe un bajo peligroso de 3,7 metros al SW del naufragio ex-DAP "CHIMBOTE" y distante 100 metros.

Existe un naufragio (ex-CPV "PACHITEA") en posición 12°03'30.0" S y 77°11'15.0" W y, desde este punto un radio de 500 metros que se considera área de círculo peligroso para la navegación.

Existe una roca peligrosa al NW y a una distancia de 200 metros de punta Punta (Escuela Naval).

Existe un bajo peligroso de 1.9 metros al W de punta Punta y a una distancia de 500 metros. Existe un bajo peligroso de LS metros en la entrada de la Rada Interior de la Escuela Naval del Perú.

Tomar precauciones sobre peligros de bajos y restos de naufragios existentes al N y a una distancia aproximada de 1.5 millas del rompeolas Norte.

En a Rada Exterior en las inmediaciones de la parte N del canal de ingreso a la Rada Interior ya 1,710 metros, con una orientación 110° MV al rompeolas Norte, se encuentra un naufragio peligroso señalizado con 1 boya tipo espeque, demarcado en un área con radio de 200 metros que se considera área de círculo peligroso para la navegación, ver sus características en la publicación HIDRONAV5020 Lista de Faros y Señales Náuticas.

En la Rada Exterior en la parte NW del canal de ingreso a la Rada Interior y a 2,570 metros, con una orientación 1300 MV al rompeolas N, se encuentra un naufragio de peligro señalizado con 1 boya, con destellos blancos, 4 millas de alcance nominal y demarcado en un área con radio de 100 metros que se considera de círculo peligroso para la navegación.

FECHA DE ELABORACIÓN: OCTUBRE 2011

PÁGINA 14

En la Rada Exterior en la parte NW del canal de ingreso a la Rada Interior y a 1,650 metros, con una orientación 146° MV al rompeolas Norte, se encuentra un naufragio peligroso demarcado en un área de peligro de 100 metros de radio. En la Rada Exterior, en la parte NW del canal de ingreso a la Rada Interior a 1,100 metros y con una orientación de 116° MV al rompeolas Norte, se encuentra un naufragio peligroso demarcado en un área de peligro de 100 metros de radio. En la rada exterior en posición 12°02'41.5" S, 77°09'37.0" W y una distancia de 300 metros aproximadamente se encuentra un naufragio peligroso, buques y embarcaciones menores tomar precauciones.

Todos estos peligros se encuentran graficados detalladamente en la Carta HIDRONAV-2235.

Pilotaje.- El practicaaje es obligatorio. Los prácticos abordan las naves en el área de fondeo de la bahía, aproximadamente a 1.5 millas de los faros de los

rompeolas y os conducen a los muelles de amarre dentro del Terminal Marítimo, la maniobra de desatraque también está a cargo de los prácticos del puerto. El personal de prácticos está disponible las 24 horas del día, siempre y cuando se efectúe las coordinaciones previas con la Capitanía Guardacostas Marítima del puerto. Al arribar un buque al puerto del Callao, deberá fondear en la rada exterior, como ya se ha indicado y no se permite la entrada al Terminal, hasta que no haya sido recibido por el personal de la Capitanía Guardacostas Marítima del puerto y autoridades de sanidad.

- Descripción del canal de acceso

Acceso a puerto Callao.- Ingresando del N, W o S, tanto de día como de noche, se recomienda lo siguiente:

Recalar al S de la boya de "Separación del Tráfico Marítimo" que es la base para proceder a los fondeaderos o amarraderos asignados a cada tipo de buque respectivo.

Para los buques que ingresan a fondear/amarrar a la Rada Exterior, lado N o S y a la Rada Interior (muelles) tomarán en cuenta el canal principal de ingreso 099° siguiendo las pautas de los dispositivos de la "Zona de Separación del Tráfico Marítimo".

Para fondear en la Rada Exterior y cercanías Chucuito - La Punta. se recomienda utilizar marcaciones verdaderas y distancias por radar a:

FECHA DE ELABORACIÓN: OCTUBRE 2011

PÁGINA 15

El Edificio de la Escuela Naval del Perú; de noche su faro tiene buen alcance nominal en tiempo claro, ver sus características en la publicación HIDRONAV-5020 Lista de Faros y Señales Náuticas.

Tanque de agua, ubicado en las cercanías de la playa Cantolao.

Muelle FAS N° 1 (Hidrografía), tiene una luz intermitente color rojo.

El Edificio del Silo de Granos (Carta HIDRONAV-2235).

Los rompeolas Norte y Sur ubicados en el centro del canal de ingreso ala Rada Interior.

#### Esquema de separación Tráfico Marítimo.

Nuevo esquema de separación del Tráfico marítimo de Recalada y Acceso al puerto del Callao (cartas HIDSRONAV 223, 2234 y 2335)

Está constituida por la siguiente descripción:

El esquema consta de TRES (03) partes:

##### Parte I.

Una zona de separación limitada por una línea que une los siguientes posiciones geográficas:

12° 01'08.4" S. 77° 15' 03.6" W  
11° 59'51.6" S. 77° 16' 21.6" W  
12° 00'04.2" S. 77° 16' 34.2" W  
12° 01'18.6" S. 77° 15' 18.6" W

Una vía de circulación para el Tráfico Marítimo que se dirige hacia el NW, entre la zona de separación y una línea que une los siguientes posiciones geográficas:

12° 01'00.6" S. 77° 14' 16.8" W  
11° 59'15.6" S. 77° 15' 42.0" W

Una vía de circulación para el Tráfico Marítimo que se dirige hacia el SE, entre la zona de separación y una línea que une las siguientes posiciones geográficas:

12° 00'42.0" S. 77° 17' 12.6" W  
12° 01'46.8" S. 77° 15' 36.6" W

SEHIDRO S.C.R.L.  
César Del Carmen De La Torre  
DIRECTOR

RAUL RIVERA JIMENEZ  
INGENIERO CIVIL  
CIP 3623



Parte II.- Acceso Sudoeste

- a) Una zona de Separación limitada por una línea que une las siguientes posiciones geográficas:

12°02'30.0" S, 77°53'36.0"W  
12°03'300" S, 77°17'04.8"W  
12°03'43 2" S, 77°16'53.4"W  
12°02'468" S, 77°15'24.0" W

- b) Una vía de circulación para el Tráfico Marítimo que se dirige hacia el 5W, entre la zona de Separación y una línea que une las siguientes posiciones geográficas:

12°01'55 2" S, 77°15'390" W  
12°02'480" S, 77°97'48.6" W

- c) Una vía de circulación para el Tráfico Marítimo que se dirige hacia el NE, entre la zona de separación y una línea que une as siguientes posiciones geográficas:

12°04'240" S, 77°16'120"W  
12°03'00.0" S, 77°14'52.2" W

Parte III.- Canal Principal de Navegación

- a) Una zona de separación limitada por una línea que une las siguientes posiciones geográficas:

12°0237.2" S, 7710'00.0"W  
12°02'09.6" S, 77°13'37.8"W  
12°0216.8" S, 77°13'39.0" W

- b) Una vía de circulación para el Tráfico Marítimo que se dirige hacia el E, entre las zonas de separación y una línea que une las siguientes posiciones geográficas:

12°02'26.4" S, 77°93'426" W  
12°02'46.8" S, 77°11'00.0" W

- c) Una vía de circulación para el Tráfico Marítimo que se dirige hacia el W, entre las zonas de separación y una línea que une las siguientes posiciones geográficas:

12°02'28.0" S, 77°11'00." W  
12°02'00.0" S, 77° 3'37.8' W



FECHA DE ELABORACIÓN: OCTUBRE 2011

PÁGINA 17

0044

Área de Precaución

Un área de precaución de una milla de radio cuyo centro se encuentra en posición geográfica:

12°02'03.0' S, 77°14'38.4" W

Área a evitar

Existe una zona circular a evitar de 0.1 millas de radio (200 metros) en posición geográfica:

12°02'03.0" S, 77°14'38.4" W

• Descripción de otras instalaciones cercanas al área de operaciones

**Muelles.-** Cuenta con 9 muelles para atraque directo, con las siguientes dimensiones:  
Muelle N° 1: De concreto armado, de 183 metros de largo por 30 metros de ancho.  
Muelle N° 2: De concreto armado, de 183 metros de largo por 86 metros de ancho.  
Muelle N° 3: De concreto armado, de 183 metros de largo por 86 metros de ancho.  
Muelle N° 4: De concreto armado, de 183 metros de largo por 30 metros de ancho, asimismo dispone de una tubería para descargar aceite de soya.  
Muelle N° 5: De concreto armado, de 392 metros de largo por 177 metros de ancho.  
Muelle N° 7: De 300 metros de largo por 17 metros de ancho, con 4 tuberías para embarque-exportación y descarga-cabotaje de petróleo y derivados; de productos químicos, líquidos (PETROPERU).

Muelle N° 11: De concreto armado, de 427 metros de largo por 20 metros de ancho.

**Amarraderos.-** Existen 16 amarraderos repartidos de la siguiente forma:

- 2 Amarraderos (1A, 1B) en el muelle N° 1.
- 2 Amarraderos (2A, 2B) en el muelle N° 2.
- 2 Amarraderos (3A, 3B) en el muelle N° 3.
- 2 Amarraderos (4A, 4B) en el muelle N° 4.
- 4 Amarraderos (NA, NB, NC, ND) en el muelle N° 5.
- 2 Amarraderos (7A, 7B) en el muelle N° 7 (muelle de petróleo).
- 2 Amarraderos (11A, 11B, ) en el muelle N° 11.

**Nota.-** La longitud promedio de los amarraderos es de 18 metros.

**Luces.-** El cabezo de los muelles N° 1, 2, 3, 4, 7 cuentan con un faroleta cada uno, con luz fija color rojo y 3 millas de alcance nominal.

En el cabezo del Muelle N° 5 se encuentran instalados 2 faroletes, ambos con luz fija color rojo y 3 millas de alcance nominal.

RAUL RIOS JIMENEZ  
INGENIERO CIVIL  
CIP 3623

SEHIDRO S.C.R.L.  
César Del Carmen De La Torre  
DIRECTOR



FECHA DE ELABORACIÓN: OCTUBRE 2011

PÁGINA 18

**Equipo de Manipuleo de Carga:**

110 Tractores  
206 Elevadores entre 3,000 y 12,500 libras de capacidad.  
29 Grúas de 2.5 a 22 toneladas de capacidad.  
06 Locomotoras de 120 a 210 toneladas de capacidad de arrastre.  
29 Carros de plataforma de línea de 8 a 50 toneladas de capacidad.  
08 Montacargas para manipuleo de contenedores  
10 Tractores para manipuleo de contenedores.  
10 Movilizadores de contenedores SISU de 40 toneladas. 02 Grúas pórtico HITACHI de 32 toneladas.  
03 Torres absorbentes de cereales a granel con capacidad instalada de 1,100 toneladas/hora. Sistema de fajas portátiles para el embarque de concentrado de minerales con previo almacenamiento en el muelle.  
02 grúas pórtico Panamax  
04 grúas RTG

**Energía Eléctrica.-** Se puede proporcionar energía eléctrica de 110, 220 o 440 voltios CA y CD.

**Aire.-** Los muelles disponen de instalaciones de aire de 100 libras/pulgada.

**Terminal Pesquero.-** Construido de concreto armado de 100 metros de largo por 10 metros de 55 ancho y a una altura de 1.90 msnmm, permite acoderar hasta 4 embarcaciones de 20 a 25 metros de eslora. Cuenta con un espigón de construcción más antigua que sirve para el desembarque y embarque artesanal; cuenta además con 3 cámaras que producen cada una 10 toneladas de hielo cada 24 horas y 3 cámaras frigoríficas de conservación.

**Muelle Oleo-Centro Callao SA.-** Construido de concreto armado con fierro aligerado, de 65 metros de largo por 8 metros de ancho y a una altura de 3 msnmm. Este muelle se encuentra en las inmediaciones de la Base Naval, en el Terminal Marítimo y se emplea para reparaciones de embarcaciones menores, especialmente pesqueras.

**Abastecimiento.-** Los buques pueden abastecerse de petróleo y sus derivados en cantidades suficientes, se pueden obtener víveres frescos y secos en cantidades ilimitadas. El agua potable puede obtenerse en los muelles de atraque o en cisternas según convenga a las naves.

SEHIDRO S.C.R.L.  
*[Firma]*  
César Del Carmen De La Torre  
DIRECTOR

RAUL RIOS JIMENEZ  
INGENIERO CIVIL  
CIP 3623



Características de los muelles y amarraderos en la rada interior del Callao (área de operaciones)

**TERMINAL PORTUARIO DEL CALLAO**

**APM Terminals**

**MUELLE N° 1**

**Muelle de Atraque Directo Tipo Espigón**

- Largo 182.80 Metros
- Ancho 30.50 Metros

AMARRADEROS	Profundidad	Longitud
- Amarradero 1 - A	33 Pies	182.80 m.
- Amarradero 1 - B	34 Pies	182.80 m.

**MUELLE N° 2**

**Muelle de Atraque Directo Tipo Espigón**

- Largo 182.80 Metros
- Ancho 86.00 Metros

AMARRADEROS	Profundidad	Longitud
- Amarradero 2- A	31 Pies *	182.80 m.
- Amarradero 2- B	32 Pies	182.80 m.

**MUELLE N° 3**

**Muelle de Atraque Directo Tipo Espigón**

- Largo 182.80 Metros
- Ancho 86.00 Metros

AMARRADEROS	Profundidad	Longitud
- Amarradero 3- A	33 Pies	182.80 m.
- Amarradero 3- B	33 Pies	182.80 m.

**MUELLE N° 4**

**Muelle de Atraque Directo Tipo Espigón**

- Largo 182.80 Metros
- Ancho 30.50 Metros

AMARRADEROS	Profundidad	Longitud
- Amarradero 4- A	34 Pies *	182.80 m..
- Amarradero 4- B	33 Pies *	182.80 m.

SEHIDRO S.C.R.L.  
César Del Carmen De La Torre  
DIRECTOR

RAUL RIVERA JIMENEZ  
INGENIERO CIVIL  
CIP 3623



FECHA DE ELABORACIÓN: OCTUBRE 2011

PÁGINA 20

**MUELLE NORTE (5)**

**Muelle de Atraque Directo Tipo Espigón**

- Largo 390.00 Metros
- Ancho 182.80 Metros

AMARRADEROS	Profundidad	Longitud
- Amarradero MN - A	36 Pies	392.00 m.
- Amarradero MN - B	34 Pies	182.80 m.
- Amarradero MN - C	36 Pies	209.00 m.
- Amarradero MN - D	36 Pies *	181.00 m.

**MUELLE N° 7**

**Muelle de Atraque Directo Tipo Espigón**

- Largo 262.80 Metros
- Ancho 8.32 Metros

AMARRADEROS	Profundidad	Longitud
- Amarradero 7 - A	34 Pies	262.80 m.
- Amarradero 7 - B	34 Pies	262.80 m.

**DP WORLD CALLAO**

**ESPECIFICACIONES DEL PUERTO**

Muelle: 650 metros  
Calado: 16 metros en el amarradero  
Patio de Contenedores: 21.5 hectáreas con capacidad para almacenar 850,000 TEUs anuales

Capacidad para almacenar contenedores refrigerados: 240 conectores + conectores móviles adicionales

**EQUIPOS DE PATIO**

Grúas Post-Panamax 6  
Grúas de Patio (RTGs) 18  
Chassis y Trailers 30  
Porta-Contenedores (Reach Stackers) 2  
Porta-Contenedores de Vacíos (Empty Handlers) 2

**OPERACIONES DE PUERTA**

Carriles de entrada para contenedores 6  
Carriles de salida para contenedores 4

**TECNOLOGÍA**

Sistema operativo de Terminal: NAVIS Sparcs N4

### 2.3 Descripción de las referencias náuticas de señalización y balizaje, así como de las ayudas

**Navegación.-** Ingresando del N o del W, tanto de día como de noche se tiene las siguientes ayudas para recalcar en la bahía:

- a) La isla San Lorenzo se puede detectar a 50 millas, observada con buen radar.
- b) Faro de la isla San Lorenzo, ubicado en el extremo N de esta isla.
- c) El RACON y sus características instalado en una hoyo de recalada al W de la bahía en posición 12°02'11.4" S, 77°13'37.7" W; el alcance del RACON depende de la capacidad de recepción del radar.
- d) De día, ingresando del N, se visualiza el cerro La Regla con una altura de 105 msnmm y ubicado aproximadamente a 3 millas y hacia el N de la boca del río Rímac y a 1 milla de la playa más cercana.
- e) Se debe tomar en cuenta los dispositivos de la "Zona de Tráfico Marítimo", graficados en las cartas HIDRONAV 223, 2234 y 2235.

**Faroletes.-** Existen dos, uno en el rompeolas Sur y otro en el rompeolas norte. Estos 2 faroletes determinan con seguridad el ingreso a la Rada Interior.

En el cabezo del muelle de Guerra, lado Exterior 5 del Terminal Marítimo, frente a la Plaza Grau - Callao se encuentra instalado el faro "Torre Reloj". Faro Escuela Naval del Perú: En el distrito de La Punta, existe un faro, montado en el Edificio "24" sobre una estructura metálica.

**Boyas.** El canal de acceso está marcado por 8 boyas luminosas que señalan la entrada y 2 faroletes en el cabezo de los rompeolas; el canal tiene un longitud de 1 milla aproximadamente con profundidades del orden de los 14 metros. La zona encerrada por los rompeolas es de aguas tranquilas y se mantiene dragada a 14 metros de profundidad.

En la Rada Interior en posición 12°02'27.1" S, 77°08'51.7" M4 está instalada una boya de peligro para señalar el muelle varadero El Anclo y el canal Ingreso-Salida de la Base Naval.

Ver las características de todas estas ayudas a la navegación en la publicación HIDRONAV-5020 Lista de Faros y Señales Náuticas.

**Enfilación.-** El canal de acceso a la rada interior tiene una enfilación de 099° - 279° MV, con 2 mástiles exhibiendo luces fijas color verde, de 5 millas de alcance nominal y ubicadas en las inmediaciones del Terminal Marítimo.

**Facilidades.-** Dentro de la bahía del Callao se encuentran los distritos de Chucuito y La Punta, que cuentan con las siguientes instalaciones:

- Muelle FAS N°1.
- Muelle Instituto del Mar del Perú.
- Varadero Maggiolo.- En posición 12°03'43.8" S 77°09'084" W; presta servicio para reparaciones de embarcaciones menores y está ubicado en Chuchito.
- Muelle Club de Regatas Universitario.
- Muelle Club Circulo Canottieri Italia.
- Muelle Yacht Club Peruano
- Muelle Club de Regatas Lima.

**SECCION III:**

**CARACTERÍSTICAS OCEANOGRÁFICAS  
METEOLÓGICAS DEL AREA DE OPERACIÓN**

Descripción de la Costa

Pág.23

**RAUL RIOS JIMENEZ**  
**INGENIERO CIVIL**  
**PIP 3623**

SEHIDRO S.C.R.L.  
César Del Carmen De La Torre  
DIRECTOR



**BAHIA DEL CALLAO** (12°00'00" S, 77°10'00" W) Carta 223 - 2234 - 2235

Esta bahía, comprendida entre la punta Bernal y el cabezo N de la isla San Lorenzo, tiene 11 millas de largo con una entrante de 6 millas de fondo. La bahía está particularmente protegida de los efectos del mar de leva y de los vientos permanentes (Alisios del SE) por la isla San Lorenzo, los efectos de estos vientos permanentes son débiles dentro de la bahía haciendo que ésta sea invariablemente tranquila; pero los efectos del oleaje procedente casi en forma constante del occidente, atacan la costa originando olas superficiales en todas las playas expuestas.

Dentro de la bahía del Callao se encuentran las desembocaduras de los nos Chillón y Rímac, 2 molos o rompeolas de enrocado para contención que encierran el Terminal Marítimo, con muelles de atraques para buques y, en la parte 5 una pequeña península llamada La Punta, situada hacia el lado E de la isla San Lorenzo y separados por un canal conocido como El Boquerón.

La bahía del Callao carece de peligros a la navegación, a excepción de un banco de piedras y cascajo denominado El Camotal que se extiende entre La Punta y la isla San Lorenzo, en dirección WSW de poca y variable profundidad; los efectos de las corrientes marinas alteran continuamente la configuración de este bajo que ocupa un área de aproximadamente 4 millas cuadradas.

**Mareas y Corrientes.**- Las mareas son de tipo semidiurnas, con amplitudes promedio del orden de 0.55 metros; las de sicigias alcanzan valores promedios del orden de 0.73 metros. El establecimiento de puerto es de 5h 36m.

Las corrientes marinas en la bahía son de valor poco significativo, del orden de 0.3 a 0.5 nudos y 5 su deriva es hacia el N.

Las corrientes marinas dentro del área del Terminal Marítimo son del orden de 0.8 a 1.2 nudos, pero su deriva está sujeta a las condiciones de la marca.

**Características hidrográficas del área de operaciones**

**Batimetría.**

En el levantamiento Hidrográfico, se pueden apreciar las profundidades expresadas en metros y la posición de los diferentes muelles en la Rada Interior del Callao.

El levantamiento se realizó en una embarcación dotada de un Ecosonda Bathy 500 de registro en papel y salida digital, mientras que el posicionamiento fue determinado con un DGPS OMNISTAR.

La medición de las profundidades en la embarcación se realizó mediante corridas paralelas entre y a su vez perpendiculares a la línea de costa, distanciadas entre sí cada 10 metros y líneas perpendiculares de verificación distanciadas entre sí cada 70 metros aproximadamente.

Se efectuaron comparaciones del Ecosonda al inicio y final de cada día de trabajo, para efecto de corrección por inmersión del transducer así como la correlación por efecto de la marea.

**Fondo marino**

FECHA DE ELABORACIÓN: OCTUBRE 2011

PÁGINA 25

El fondo marino presenta un relieve regular.

En el área de estudio se tomaron muestras de sedimentos del fondo marino utilizando la draga VAN VEN la cual se dio posición mediante GPS. Las muestras recolectadas fueron analizadas para determinar su granulometría y su clasificación.

Del análisis de las muestras, se ha encontrado que se trata de arenas finas y muy finas mal graduadas y que no se producen variaciones sustanciales en la granulometría de las tomas en el área de estudio.

### **Meteorología**

El clima de la zona del Terminal Marítimo de Callao, es de tipo subtropical, semi - cálido y árido. Se presentan neblinas muy ligeras y esporádicas garúas durante los meses de invierno. No se dan precipitaciones significativas.

### **Corrientes**

El sistema de corrientes frente a las costas del Perú, tiene dirección hacia el Norte y difiere del sistema de orilla, donde se presenta una variabilidad debido principalmente al perfil de los accidentes costeros, especialmente dentro de una bahía, el sistema de corrientes responde también a otros factores como las mareas, la batimetría, los vientos locales, etc. Esto hace que las corrientes dentro de las bahías, principalmente, sean muy variables y difíciles de describir.

Además superpuestas a estas corrientes, está aquella que se produce debido al oleaje que al aproximarse a la costa desde el Sur y Suroeste principalmente, genera corrientes litorales que son las más importantes en el transporte de sedimentos.

Esta corriente litoral, en general, es también hacia el Norte. Hay que tener mucho cuidado en identificar y caracterizar dicha corriente litoral, que en algunos casos al tener ésta una gran dinámica, puede ocasionar procesos de erosión y sedimentación importantes al ser interrumpidos en su trayectoria.

Antes de iniciar el análisis, tenemos que diferenciar etapas o períodos de circulación que van a responder principalmente a las estaciones de invierno y verano y a períodos de mareas ascendentes y descendentes y fases de Luna. Durante el invierno, los vientos alisios son más intensos, lo que origina que el sistema de corrientes del Perú que se dirige hacia el Norte y específicamente la corriente costera peruana, al igual que el oleaje, va a ser más intensa y por lo tanto, la corriente Norte va a ser predominante en las regiones costeras.

Sin embargo, existe la influencia de las mareas, que en el caso del Perú proceden del Norte, los que pueden originar cambios en la circulación entre las pleamares y las bajamares.

**Metodología de determinación de corrientes:**

**RAUL RIOS JAMENEZ**  
**INGENIERO CIVIL**  
**CIP 3623**



**SEHIDRO S.C.R.L.**  
*[Signature]*  
César Del Carmen De La Torre  
DIRECTOR

Para la medición de las corrientes marinas existen diversos equipos, basados en dos métodos de medición:

El **Langragiano** que consiste en el seguimiento de un objeto van a la deriva con la corriente, y el método **Euleriano** que consiste en la medición del flujo de la corriente desde un punto fijo.

#### **Metodo Lagrangiano.**

#### **Corrientes Marinas Superficiales y Subsuperficiales – Método Lagrangiano:**

##### **Luna Llena (18 - Setiembre - 97):**

Las corrientes superficiales y subsuperficiales, por los alrededores de las estaciones N°1 y N°2, esta última al interior de la Rada, muestran una dirección predominante hacia el Noroeste, en ambas etapas de marea. Los valores de la velocidad de las corrientes superficiales fluctuaron entre **0.203 y 0.147 m/seg**, con un valor promedio de 0.171m/seg. En cambio las corrientes subsuperficiales nos muestran velocidades menores, con valores que fluctúan entre **0.095 y 0.036 m/seg**, con un valor promedio de **0.064 m/seg**.

##### **Cuarto Menguante (24 - Setiembre - 97):**

En las estaciones N°1 y N°2, tanto las corrientes superficiales como subsuperficiales muestran, al igual que durante la fase de Luna Llena, una tendencia hacia el Noroeste, en ambas etapas de marea. Los valores de velocidad de la corriente superficial variaron entre **0.215 a 0.063 m/seg**, con un valor promedio de **0.127 m/seg**. Las corrientes subsuperficiales muestran en general, menores velocidades, fluctuando entre 0.099 a 0.018 m/seg, con un valor promedio de **0.049 m/seg**.

En general, considerando lo descrito anteriormente y de acuerdo a las mediciones efectuadas durante los trabajos de campo, se ha observado que las corrientes superficiales y subsuperficiales muestran una típica tendencia hacia el Norte y Noroeste, no habiéndose registrado alguna influencia significativa de corrientes de marea. Esta influencia se hace más notoria cuando el sistema de corrientes hacia el Norte se debilita y/o en bahías más cerradas, canales y/o estrechos.

Sin embargo, en algunos días, se producen cambios de dirección de las corrientes en mareas ascendentes y descendentes, formando una trayectoria con resultante hacia el Norte pero formando círculos a medida que avanza.

SEHIDRO S.C.R.L.  
César Del Carmen De La Torre  
DIRECTOR

RAUL RIOS JIMENEZ  
INGENIERO CIVIL  
CIP 3623



**Corrientes Marinas a 60% de la profundidad, medida desde el fondo marino – Método Euleriano: ( Análisis hasta el día 19/10/97 ).**

**Estación N°2 : En la rada interior del Callao**

Los registros de velocidad y dirección de la corriente, en esta estación, fueron tomados entre el 30 de Agosto y 15 de Setiembre, con un correntómetro marca Aandera que fue programado para que registre cada 5 minutos información de velocidad y dirección de la corriente.

Los registros mostraron, durante una etapa de marea ascendente, una dirección predominante hacia el Este, en pleamar las direcciones se tornaron principalmente hacia el Oeste, al igual que durante una marea descendente, aunque en esta última se observa también direcciones hacia el Noroeste y algunas hacia el Este. En bajamar la dirección gira predominantemente hacia el Este. Los valores de velocidad fluctuaron entre **14.0 y 2.0 cm/seg.**

**Mareas.**

Las mareas que caracterizan a la zona de puerto Callao son predominantemente del tipo semidiurno ( dos Pleamares y dos bajamares en 24 horas ). La amplitud media de la marea es de 0.56 m., mientras que la amplitud promedio de sicigias es de 0.97 m.

La información de marea que se utilizó en este estudio fue obtenida de la Tabla de Mareas años 2010, para el puerto de Callao, editadas por la Dirección de Hidrografía y Navegación.

Los datos de mareas obtenidos han sido utilizados en las siguientes actividades:

La determinación del nivel de reducción de sondajes para la elaboración del Plano Batimétrico.

La programación de las mediciones de corrientes, con el fin de determinar las corrientes de mareas ascendente y descendente.

**Vientos.**

**Influencia Macro-escalar del Sistema Océano-Atmósfera:**

En el orden macro escalar las condiciones climatológicas en la parte central del litoral peruano están influenciadas por factores geográficos, oceanográficos y meteorológicos. Los factores geográficos se deben a la posición latitudinal por su cercanía a la zona ecuatorial donde se recibe la mayor incidencia de radiación solar; los factores oceanográficos, debido a la presencia de la corriente fría del Perú como mecanismo termorregulador que interacciona con la corriente marina ecuatorial de aguas cálidas, y los factores meteorológicos debido a los sistemas atmosféricos que determinan el estado del tiempo, como el sistema de Baja Presión Ecuatorial y el Anticiclón del Pacífico Sur Oriental,

que condiciona la estabilidad de los vientos alisios como agente externo de generación de oleaje irregular.

**Influencia Meso-escalar y Local:**

En el orden meso-escalar, la influencia continental modifica la circulación a lo largo de la línea costera, debido a los accidentes orográficos, asimismo, el flujo es levemente modificado por el diferencial de temperatura entre el mar y tierra, acentuándose más en las zonas del litoral con mayor área desértica, y en zonas específicas con prominencias y/o entrantes (bahías, ensenadas, penínsulas); también producen modificaciones en la circulación del aire, debido al efecto de fricción y al cambio en la cantidad de movimiento entre el flujo del aire sobre el mar y tierra.

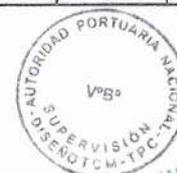
**DISTRIBUCION DE FRECUENCIAS DE DIRECCION Y VELOCIDAD DEL VIENTO EN EL AEROPUERTO DEL CALLAO**

Periodo: 01 Enero al 31 Diciembre 2004

Estación:  
Aeropuerto  
CORPAC Callao

Velocidad:  
mm. / seg

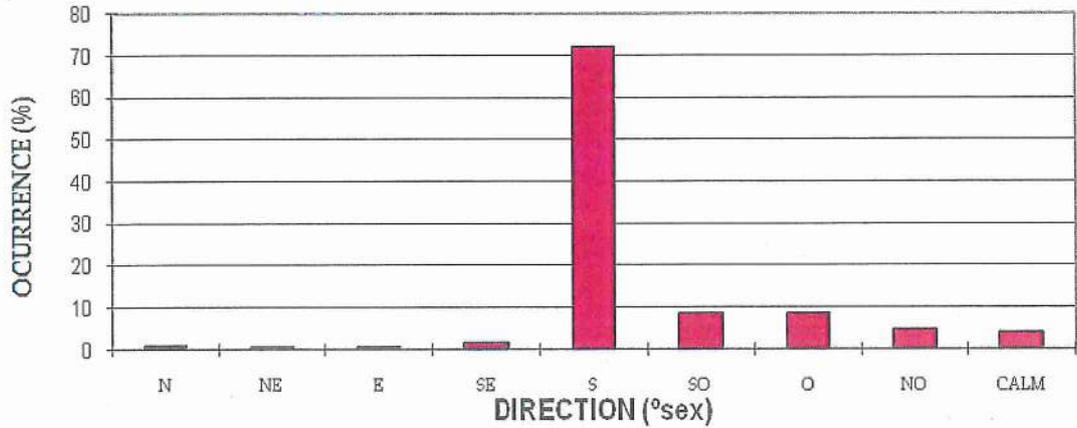
FF DD	0.000- 1.000	1.001 - 2.000	2.001 - 3.000	3.001- 4.000	4.001 - 5.000	5.001 - 6.000	6.001 - 7.000	7.001- 8.000	> 8.000	Sub Total	Frec. %
N	2	36	16	17	8					79	0.9
NE	1	4	2							7	0.1
E	1	3	1							5	0.1
SE	5	22	29	25	32	18	12	4	1	148	1.7
S	37	916	1823	1602	1075	538	235	75	10	6311	71.8
SO	41	311	215	144	35	1				747	8.5
O	17	308	277	128	19					749	8.5
NO	19	158	140	62	21	1				401	4.6
Calma	337									337	3.8
Sub Total	460	1758	2503	1978	1190	558	247	79	11	8784	100.0
Frec. %	5.2	20.0	28.5	22.5	13.5	6.4	2.8	0.9	0.1		100.0



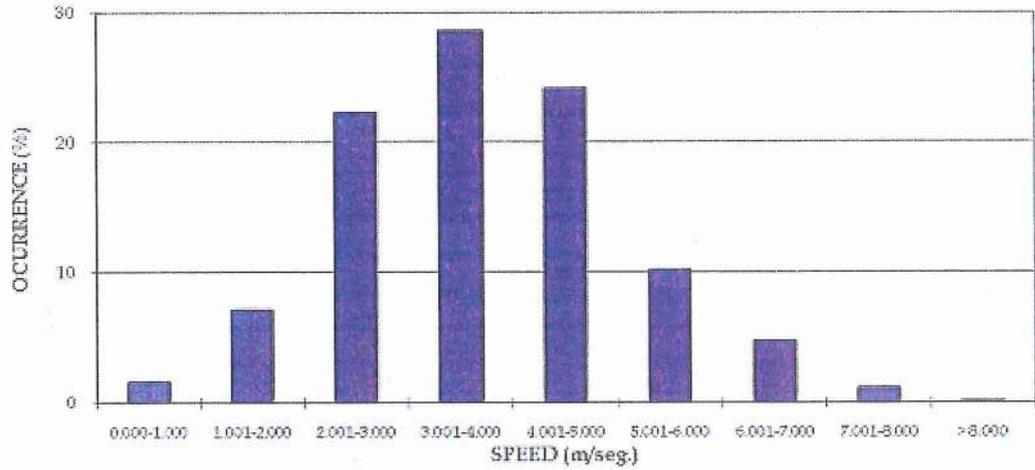
**RAUL RIOS JIMENEZ**  
**INGENIERO CIVIL**  
**CIP 3623**

**SEHIDRO S.C.R.L.**  
César Del Carmen De La Torre  
DIRECTOR

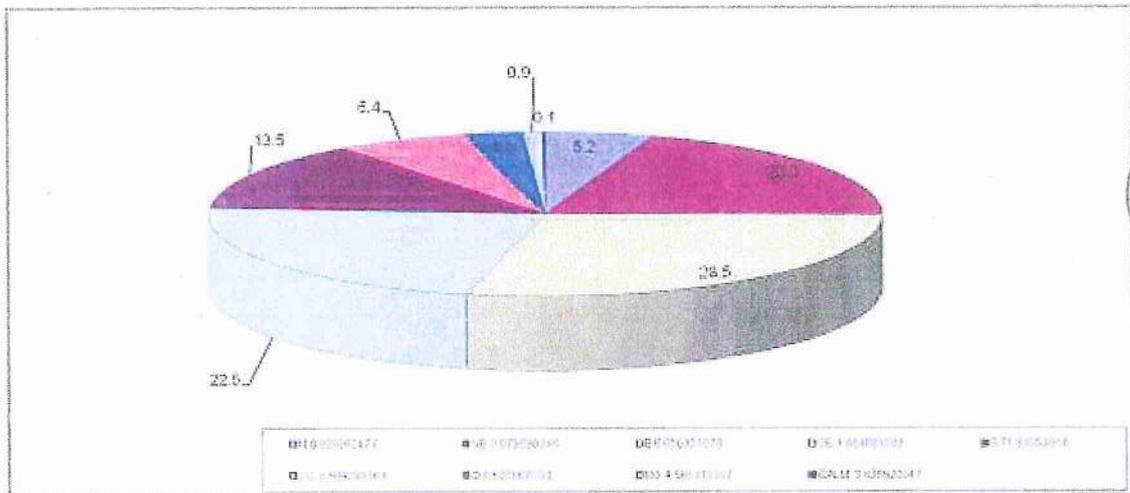
FRECUECIA DE DIRECCION DEL VIENTO



FRECUECIA DE VELOCIDAD DEL VIENTO



FRECUECIAS DE VELOCIDAD Y DIRECCION DE VIENTOS



NO  
CALM

## OLEAJE

### Generalidades

Las olas que llegan a las costas del Perú son generadas en aguas profundas bajo la presión del viento. La zona donde el oleaje se genera se encuentra entre las latitudes 35° y 40° Sur, aproximadamente. La longitud Oeste del centro de generación, sin embargo, ocupa un área mucho más amplia. Es en esta área donde se produce la mayor subsidencia atmosférica y, consecuentemente, divergencia del viento en superficie.

Este tipo de oleaje (olas Swell, mar de fondo) viaja grandes distancias y determina la dinámica en las costas del Perú. Esto ha sido corroborado por los diferentes análisis realizados para pronosticar las características de las olas que llegan a las costas del Perú. Las zonas de fetch, o de incidencia de vientos, se forman donde existe un fuerte gradiente de presión (generalmente en la periferia del Anticiclón del Pacífico Sur). Es en esas zonas donde los vientos descienden en forma oblicua sobre la superficie del mar, transfiriendo energía más eficazmente de lo que ocurriría si estos fuesen horizontales. Dichos vientos se dirigen luego hacia el ecuador (la región ecuatorial es una zona donde las temperaturas son más altas, ocasionando una dilatación de la atmósfera y formando una zona de baja presión atmosférica), donde convergen con los del hemisferio norte. Posteriormente, se elevan hasta niveles de la tropósfera (10 km de altura, aproximadamente) y se dirigen hacia las zonas polares. En su recorrido hacia los polos se enfrían y se vuelven más densos, descendiendo en las zonas de alta presión atmosférica de ambos hemisferios, y generando el oleaje.

Es de notar que, en la costa peruana, los vientos se caracterizan por una calma en las mañanas (debido al balance energético entre el continente y el mar que ocurre durante las primeras horas del día) y vientos del mar hacia la costa en las tardes. Los vientos que se registran en superficie son vientos principalmente térmicos, generados por la diferencia de temperatura entre la costa y el mar adyacente.

El continente absorbe y disipa muy rápidamente gran cantidad de energía solar; por el contrario, el mar la absorbe y disipa muy lentamente. Esto ocasiona que durante las tardes, a partir del medio día, el continente se encuentre muy cálido, mas no así el mar. Como consecuencia, la atmósfera se dilata y forma una zona de baja presión atmosférica, causando que el viento se dirija del mar hacia el continente (brisas marinas). Durante la noche, sin embargo, el continente disipa rápidamente su energía, a diferencia del mar, causando que la dirección del viento se invierta.

### Frecuencia de las mediciones

Debido a que el cálculo de los datos de olas se efectúa mediante técnicas estadísticas, no es necesario registrar datos de olas en forma continua durante las 24 horas del día. Por lo general, se asume que las características estadísticas de las olas del mar son constantes durante un número de horas.



Dentro de ese lapso, se toma una muestra que sostenga el suficiente número de olas para que los parámetros característicos (Hs y Ts) sean estables y representativos. En otras palabras, se calcula Hs y Ts de un grupo de olas lo suficientemente grande como para eliminar las irregularidades que se pudieran presentar en un tiempo determinado.

Además, para determinar la variación de los parámetros a largo plazo, se debe tomar un suficiente número de muestras del oleaje al día. Este es el caso de los datos tomados por el ológrafo instalado en el puerto de Ventanilla, los cuales serán utilizados para evaluar las características de las olas en la zona de interés. Asimismo, se utilizará la información estadística (adyacente al área de estudio) del Sailing Directions for South America y la del modelo numérico Wavewatch III que difunde la NOAA / NCEP.

Por lo general, la ola significativa varía en altura continuamente durante todo el año. Esta variación es pequeña, pero puede ser grande y repentina durante una braveza de mar. Las bravezas son períodos de ocurrencia de olas de tipo "Swell". En la costa peruana tienen una duración de 4 a 6 días continuos, y afectan gran parte del litoral.

La frecuencia de las mediciones que se registran en cada lugar depende de las condiciones locales. Por lo general, es necesario medir olas por lo menos una vez al día; sin embargo, debido a que los vientos costeros son variables durante el día, es conveniente hacer mediciones más frecuentes.

### Tipos de Olas

Frente a nuestras costas se presentan dos tipos de olas en función de su origen:

**Sea.-** Son olas originadas por vientos locales que se caracterizan por ser olas cortas de mucha pendiente y superficie muy confusa. Estas olas no se han tomado en cuenta para el presente informe debido a que, en la zona de estudio, son de muy corto período, poca altura y escasa ocurrencia.

**Swell.-** Son olas que se originan en alta mar y viajan grandes distancias. Este tipo de oleaje es la fuente principal de las alturas de ola, y su incidencia determina la dinámica de la costa del Perú.

Las olas de tipo "Sea" son las que se encuentran en la zona de generación; es decir, en el fetch o la zona de incidencia de vientos. Al salir de esta zona, se acoplan en períodos iguales, ordenándose y propagándose grandes distancias. Cuando estas olas salen de la zona de generación se les denomina olas "Swell". En el Perú, donde el viento es horizontal (por lo que no tiene una buena capacidad para generar un oleaje importante o gravitatorio), no alcanzan alturas importantes.

### Refracción de Olas

Un fenómeno importante se produce cuando la profundidad disminuye y el fondo empieza a afectar el movimiento de las partículas de agua debido al efecto de fricción (el mismo que provoca una reducción en la velocidad de

FECHA DE ELABORACIÓN: OCTUBRE 2011

PÁGINA 32

propagación y en la longitud de onda). La disminución de la velocidad significa que, cuando un tren de olas de un determinado período entra en aguas intermedias y bajas, las distintas partes de la cresta (frente de olas) se desplazan, dependiendo de la profundidad, con diferentes velocidades. Esto provoca que la cresta se deforme o doble en su proyección horizontal, tendiendo a hacerse paralela a las líneas batimétricas sobre las que se propaga. A este fenómeno se le llama refracción.

La importancia de la refracción del oleaje estriba en que la mayor parte de las estructuras marítimas, se construyen en aguas bajas o intermedias. A estas profundidades las olas sufren considerables cambios debido al efecto de refracción. Por lo tanto, el estudio de este efecto es materia obligada para la determinación de las características del oleaje y sus acciones.

#### Dirección de Olas

Específicamente en el área de estudio, de acuerdo a una estadística de dirección de olas de 6,907 observaciones, en la costa central del Perú, (información del Sailing Directions for South América) se ha determinado que el 62.9 % de las olas provienen del Sur, y un 17.4 % y 15.0 % del Suroeste y Sureste respectivamente. Sin embargo, a medida que se acercan a costa, por efectos del fondo y/o obstáculos, como por ejemplo puntas e islas, el oleaje se reorienta o cambia de dirección, produciéndose los fenómenos de refracción y difracción respectivamente.

#### Distribución de alturas y dirección del Oleaje

##### Olas en aguas profundas.-

La información del Sailing Directions for South América está basada en un gran número de observaciones visuales de barcos mercantes y/o de oportunidad.

Los datos sobre la ocurrencia de las olas en porcentajes de tiempo por direcciones son bastante exactos. En cuanto a las alturas de las olas, son datos que tienen validez para zonas de aguas profundas y áreas muy extensas.

Tabla Nº 1

DISTRIBUCIÓN DE OLAS SWELL					
(10° - 15° SUR)					
Altura (m)	O (%)	SO (%)	S (%)	SE (%)	E (%)
0,3 – 1,8	0,7	9,7	35,4	8,2	---
1,8 – 3,6	0,3	6,7	25,2	6,3	0,4
> 3,6	---	1,0	2,3	0,5	0,3
Total	1,0	17,4	62,9	15,0	0,7



RAUL RIOS JIMENEZ  
INGENIERO CIVIL  
CIP 3623

SEHIDRO S.C.R.L.  
César Del Carmen De La Torre  
DIRECTOR

La Tabla No. 1 corresponde a un cuadro de distribución de olas, y ha sido tomado en cuenta para seleccionar la dirección de aproximación del oleaje en la zona de interés. Se observa que la mayor frecuencia es del Sur; sin embargo, estas olas no ingresan a la zona del puerto del Callao. Se observa, también, olas del Suroeste, éstas sí ingresan a la zona del puerto del Callao y específicamente en el área de estudio, aunque muy refractadas y difractadas. Las olas del Este y Sureste son olas que no ingresan a las costas del Perú (éstas últimas, mas bien, se alejan). Así, pues, para el presente análisis se han tomado solamente las direcciones del Noroeste y Suroeste.

Cabe mencionar que, sólo eventualmente, se presenta en las costas del Perú un oleaje con una dirección de aproximación del Noroeste; es decir, que llega desde la zona de generación de olas del hemisferio Norte (periferia del Anticiclón del Pacífico Norte). Este oleaje ingresa al hemisferio Sur cuando, eventualmente, los sistemas de circulación (tanto atmosféricos como marinos) se debilitan considerablemente (generalmente en verano y/o durante la presencia del fenómeno de "El Niño"). Estas olas son de poca altura y períodos mayores, por lo que, a pesar de su poca altura relativa y de las grandes distancias que viajan, poseen una buena energía.

Por otro lado, para poder encontrar las características del oleaje en aguas profundas, se usó la información registrada en Ventanilla. Con esta información se elaboraron diagramas de refracción para las olas del Suroeste. Posteriormente, se calculó la ola incidente sobre el cabezo norte de la isla San Lorenzo y mediante los diagramas de difracción, se determinaron las alturas de olas en aguas poco profundas. Con esta información se aproximó el oleaje hacia la zona de interés.

Los cálculos se iniciaron con los diagramas de refracción y, posteriormente, con los de difracción hasta alcanzar aproximadamente 05 longitudes de onda para nuevamente refractarse, continuando con diagramas de refracción en aguas menos profundas hasta llegar a la zona de interés.

#### Olas en aguas poco profundas.-

Se efectuaron cálculos para la determinación de la distribución de alturas de olas en el área de interés. Además, se cuenta con una estadística de un año en Ventanilla. Estas mediciones de alturas y períodos de olas son bastante exactas dada la precisión con que registra un ológrafo. Sin embargo, el ológrafo no registró la dirección del oleaje, que es un dato importante para elaborar los diagramas de refracción (los que, a su vez, permiten calcular la altura de las olas en las zonas de poca profundidad).

Por esta razón, son importantes los datos de dirección del oleaje del Sailing Directions y del modelo Wavewatch III. En base a éstos se determinó que el frente de olas que se aproxima a la costa en el área de interés tiene direcciones predominantes del Suroeste y del Noroeste.



RAUL RIVERA JIMENEZ  
INGENIERO CIVIL  
CIP 3623

SEHIDRO S.C.R.L.  
César Del Carmen De La Torre  
DIRECTOR

### Cálculo de Alturas de Olas

La altura de una ola en aguas poco profundas está determinada por la siguiente fórmula:

$$H = K_r \times K_s \times K_d \times H_o$$

Donde:  $K_r$  = Coeficiente de Refracción  
 $K_s$  = Coeficiente por Cambio de Profundidad  
 $K_d$  = Coeficiente de Difracción  
 $H_o$  = Altura de ola en Aguas Profundas

El coeficiente de Refracción a 20 metros de profundidad en Ventanilla es: 0.8940

$$K_d = 1$$
$$K_s = 0.9806$$

De la clasificación de períodos promedios máximos  $T = 14$  sg

El período utilizado de 14 sg representa, estadísticamente, un oleaje significativo, que no llega a ser considerado como una braveza de mar. Por lo tanto, este período es el que se usa como representativo de un oleaje significativo.

La longitud de onda está determinada por  $L_o$  en aguas profundas.

Se consideran aguas poco profundas a aquellas donde la profundidad por donde pasa una ola es igual a la mitad de la longitud de ola. Esto es, cuando el oleaje comienza a sentir fondo o está siendo influenciado por él (rozamiento).

Reemplazando para una altura máxima observada en Ventanilla, que corresponde a un estado de braveza de mar de 3.41 m y una altura significativa promedio de 1.12 m, se obtiene:

$$H_o = 3.41 / 0.894 \times 0.9806 = 3.89 \text{ m}$$
$$H_o = 1.12 / 0.894 \times 0.9806 = 1.28 \text{ m}$$

### Cálculo de Altura de Ola Incidente, sobre el cabezo norte de la isla San Lorenzo, Dirección Suroeste, Profundidad 20 m

$$H = (0.7217) (0.9805) (1) (3.89) = 2.75 \text{ m}$$
$$H = (0.7217) (0.9805) (1) (1.28) = 0.91 \text{ m}$$



SEHIDRO S.C.R.L.  
César Del Carmen De La Torre  
DIRECTOR

RAUL RIOS JIMENEZ  
INGENIERO CIVIL  
CIP 3623

### Difracción de Olas

Tal como ocurre en óptica y en acústica, un tren de olas parcialmente obstruido puede irradiar energía en la zona de sombra geométrica situada detrás de la obstrucción. Este fenómeno se denomina difracción, y es característico de todo tipo de propagación de ondas. Puede comprenderse este fenómeno fundándose en el principio de Huygens – Fresnel que dice “Todos los puntos de un frente de ondas pueden ser considerados como puntos de origen para la producción de pequeñas ondas secundarias esféricas o cilíndricas cuando se trata de propagación bidimensional. Después de un cierto tiempo, la nueva posición del frente de ondas será la superficie (o línea) de tangencia con estas pequeñas ondas secundarias” (Halliday y Resnick, 1960). Alternativamente, otros autores han manifestado que la difracción de la energía de las olas es transferida lateralmente a lo largo de la cresta de la ola (Cerc, 1984).

La difracción sólo es importante cuando las dimensiones del obstáculo o “hueco” en un muro marítimo sean del orden de una a cinco longitudes de onda. Este fenómeno es de importancia para tener en cuenta la distribución de la altura de las olas dentro de los puertos o marinas, la resonancia y la enlodadura.

La difracción del oleaje es entonces fundamentalmente una transferencia de la energía de una zona a otra, se presenta cuando el oleaje es interrumpido por un obstáculo que impide su paso a la zona posterior del mismo. El obstáculo puede ser natural (isla, punta, etc.) o artificial (rompeolas, espigones, etc.), las ondas se curvan a su alrededor y penetran dentro de la zona protegida, diciéndose que se presenta una expansión lateral.

Para el análisis de la difracción, al igual que en la refracción, se suponen unas hipótesis de partida las cuales son: Ondas monocromáticas, periodo constante, cresta definida, energía constante entre ortogonales y velocidad que depende exclusivamente de la profundidad del punto por donde se desplaza.

El coeficiente de difracción  $K'$  ó  $K_d$ , es igual a la relación que existe entre la altura de ola difractada y la altura de ola incidente  $H_{inc}$ .

Según el diagrama de refracción de olas en aguas profundas, las olas llegan al extremo Norte de la Isla San Lorenzo desde el Suroeste con un ángulo de aproximadamente  $45^\circ$ .

### Cálculo de la Longitud de la Ola al llegar al extremo Norte de la Isla San Lorenzo para un periodo de 14 segundos

Según la batimetría el extremo Norte de la isla San Lorenzo está a una profundidad aproximada de 20.0 m.

Como:  $d/L_o = 20/1.56 (14)^2 = 0.0654$

En tablas (Shore Protection Manual) se encuentra que:

$$d/L = 0.1096$$

De donde:  $L = 182$  m, entonces  $L$  en la carta =  $0.91$  cm (escala  $1/20,000$ )

### Cálculo del Coeficiente de Difracción

Sabemos que  $r$  y  $\delta$  definen la coordenada polar del punto donde se quiere calcular la altura de ola difractada.

Donde:  $r$  = radio  
 $\delta$  = ángulo hacia el punto donde se calcula la altura de ola  
 $\delta_0$  = ángulo de incidencia de ola

### Características del Oleaje en el Lado Este de La Isla San Lorenzo

$$K' = \frac{H}{\text{Hinc.}}$$

Donde:  $K'$  = Índice de Difracción  
 $H$  = Altura de ola al lado Este de Isla San Lorenzo  
 $\text{Hinc.}$  = Altura de ola en el extremo de la Isla San Lorenzo

Entonces, para un ángulo de incidencia de ola de  $60^\circ$  que proviene del Suroeste, en un punto cuya coordenada polar es de  $1,820$  m,  $70^\circ$ , y que coincide con la prolongación hacia el área de estudio, tenemos un  $K' = 0.80$ .

La altura de ola, para una altura máxima significativa (braveza fuerte), será en este punto de:

$$H = K' \text{ Hinc.}$$
$$H = (0.80) (2.75 \text{ m}) = 2.20 \text{ m}$$

La altura de ola, para una altura significativa, será en este punto de:

$$H = (0.80) (0.91 \text{ m}) = 0.73 \text{ m}$$

Como la distancia de la zona de difracción de la ola hacia la zona de estudio es mayor que por lo menos 5 longitudes de onda, la ola se acomoda y vuelve a sufrir un proceso de refracción, por lo que este diagrama se proyecta hacia la zona de estudio. A continuación se realizan los cálculos de altura de ola hacia la bocana de ingreso al puerto del Callao.



RAUL RIOS JIMENEZ  
INGENIERO CIVIL  
CIP 3623

SEHIDRO S.C.R.L.  
César Del Carmen De La Torre  
DIRECTOR

### Cálculo de Altura de Ola, Dirección Suroeste

Entonces, para una refracción de olas cuyo coeficiente de refracción

- para 10 m de profundidad es de:  $K_r = 0.3974$ , tenemos:

$$H = (0.3974) (1.1010) (2.20) = 0.96 \text{ m}$$

$$H = (0.3974) (1.1010) (0.73) = 0.32 \text{ m}$$

- Para 06 m de profundidad es de:  $K_r = 0.3825$ , tenemos:

$$H = (0.3825) (1.2330) (2.20) = 1.04 \text{ m}$$

$$H = (0.3825) (1.2330) (0.73) = 0.34 \text{ m}$$

### Difracción de Olas (Suroeste) considerando la abertura anterior de la bocana (150 m)

Según el diagrama de refracción de olas en aguas intermedias, las olas llegan a los extremos Norte y Sur de la bocana de ingreso al interior de la rada del puerto del Callao desde el Suroeste, con un ángulo de aproximadamente  $90^\circ$ .

### Cálculo de la Longitud de la Ola al llegar al extremo Norte y Sur de la bocana de ingreso a la rada del puerto del Callao para un periodo de 14 segundos

Según la batimetría los extremos Norte y Sur de la bocana de ingreso al puerto está a una profundidad aproximada de 10.0 m.

Como:  $d/L_o = 10/1.56 (14)^2 = 0.0327$

En tablas (Shore Protection Manual) se encuentra que:

$$d/L = 0.07470$$

De donde:  $L = 134 \text{ m}$ , entonces  $L$  en la carta = 1.12 cm (escala 1/15,000).

### Cálculo del Coeficiente de Difracción

Sabemos que  $r$  y  $\delta$  definen la coordenada polar del punto donde se quiere calcular la altura de ola difractada.

Donde:  $r$  = radio  
 $\delta$  = ángulo hacia el punto donde se calcula la altura de ola  
 $\delta_0$  = ángulo de incidencia de ola

### Características del Oleaje al Interior de la Rada

$$K' = \frac{H}{\text{Hinc.}}$$

Donde:  $K'$  = Índice de Difracción  
 $H$  = Altura de ola al lado Este de la bocana de la rada  
Hinc. = Altura de ola en el extremo norte y sur de la bocana

Entonces, para un ángulo de incidencia de ola de  $90^\circ$  que proviene del Suroeste, en un punto cuya coordenada polar es de 750 m,  $45^\circ$ , y que coincide con la prolongación hacia el área de estudio, tenemos un  $K' = 0.3$ .

La altura de ola, para una altura máxima significativa (braveza fuerte), será en este punto de:

$$H = K' \text{ Hinc.}$$
$$H = (0.30) (0.96 \text{ m}) = 0.29 \text{ m}$$

La altura de ola, para una altura significativa, será en este punto de:

$$H = (0.30) (0.32 \text{ m}) = 0.10 \text{ m}$$

Como podemos observar en el plano de difracción de olas, considerando la antigua bocana del puerto, encontramos olas hacia la zona de interés menores de 0.30 m en bravezas extremas y menores de 0.10 m en condiciones de oleaje significativo.

#### Cálculo de Altura de Ola, Dirección Noroeste

a. A 30 m de Profundidad

$$H = (0.8451) (0.9344) (1) (3.89) = 3.07 \text{ m}$$
$$H = (0.8451) (0.9344) (1) (1.28) = 1.01 \text{ m}$$

b. A 10 m de Profundidad

$$H = (0.7142) (1.1010) (1) (3.89) = 3.06 \text{ m}$$
$$H = (0.7142) (1.1010) (1) (1.28) = 1.01 \text{ m}$$

c. A 06 m de Profundidad

$$H = (0.6900) (1.2330) (1) (3.89) = 3.31 \text{ m}$$
$$H = (0.6900) (1.2330) (1) (1.28) = 1.09 \text{ m}$$

#### Difracción de Olas (Noroeste) considerando la abertura anterior de la bocana de ingreso al puerto (150 m)

Según el diagrama de refracción de olas en aguas intermedias, las olas llegan a los extremos Norte y Sur de la bocana de ingreso al interior de la rada del puerto del Callao desde el Noroeste con un ángulo de aproximadamente  $90^\circ$ .



RAUL RIOS JIMENEZ  
INGENIERO CIVIL  
CIP 3623

SEHIDRO S.C.R.L.  
César Del Carmen De La Torre  
DIRECTOR

**Cálculo de la Longitud de la Ola al llegar al extremo Norte y Sur de la bocana de ingreso a la rada del puerto del Callao para un periodo de 14 segundos**

Según la batimetría los extremos Norte y Sur de la bocana de ingreso al puerto está a una profundidad aproximada de 10.0 m.

Como:  $d/L_0 = 10/1.56 (14)^2 = 0.0327$

En tablas (Shore Protection Manual) se encuentra que:  
 $d/L = 0.07470$

De donde:  $L = 134$  m, entonces  $L$  en la carta = 1.12 cm (escala 1/15,000).

**Cálculo del Coeficiente de Difracción**

Sabemos que  $r$  y  $\theta$  definen la coordenada polar del punto donde se quiere calcular la altura de ola difractada.

Donde:  $r$  = radio  
 $\theta$  = ángulo hacia el punto donde se calcula la altura de ola  
 $\theta_0$  = ángulo de incidencia de ola

**Características del Oleaje al Interior de la Rada**

$$K' = \frac{H}{\text{Hinc.}}$$

Donde:  $K'$  = Índice de Difracción  
 $H$  = Altura de ola al lado Este de la bocana de la rada  
 $\text{Hinc.}$  = Altura de ola en el extremo norte y sur de la bocana

Entonces, para un ángulo de incidencia de ola de  $90^\circ$  que proviene del Suroeste y Noroeste, en un punto cuya coordenada polar es de 750 m,  $45^\circ$ , y que se ubica hacia la zona de estudio, tenemos un  $K' = 0.30$ .

La altura de ola, para una altura máxima significativa (braveza fuerte), será en este punto de:

$$H = K' \text{ Hinc.}$$
$$H = (0.30) (3.06 \text{ m}) = 0.92 \text{ m}$$

La altura de ola, para una altura significativa, será en este punto de:

$$H = (0.30) (1.01 \text{ m}) = 0.30 \text{ m}$$

Igualmente, la zona de interés presenta coeficientes de difracción menores de 0.3, lo que indica que durante bravezas de mar extremas los valores van a ser menores de 0.90 m, mientras que para alturas de olas significativas, menores de 0.30 m, para olas de aproximación del Noroeste, que son de mayor energía y altura, pero de mucha menor frecuencia de ocurrencia que las del Suroeste.



Como podemos observar en el plano de difracción de olas, considerando la nueva bocana del puerto, encontramos olas hacia la zona de interés menores de 0.40 m en bravezas extremas y menores de 0.15 m en condiciones de oleaje significativo.

#### Difracción de Olas (Noroeste) considerando la abertura actual de la bocana de ingreso al puerto (300 m)

Según el diagrama de refracción de olas en aguas intermedias, las olas llegan a los extremos Norte y Sur de la bocana de ingreso al interior de la rada del puerto del Callao desde el Noroeste con un ángulo de aproximadamente 90°.

#### Cálculo de la Longitud de la Ola al llegar al extremo Norte y Sur de la bocana de ingreso a la rada del puerto del Callao para un periodo de 14 segundos

Según la batimetría los extremos Norte y Sur de la bocana de ingreso al puerto está a una profundidad aproximada de 10.0 m.

$$\text{Como: } d/L_0 = 10/1.56 (14)^2 = 0.0327$$

En tablas (Shore Protection Manual) se encuentra que:

$$d/L = 0.07470$$

De donde:  $L = 134$  m, entonces  $L$  en la carta = 2.70 cm (escala 1/5,000).

#### Cálculo del Coeficiente de Difracción

Sabemos que  $r$  y  $\delta$  definen la coordenada polar del punto donde se quiere calcular la altura de ola difractada.

Donde:  $r$  = radio  
 $\delta$  = ángulo hacia el punto donde se calcula la altura de ola  
 $\delta_0$  = ángulo de incidencia de ola

#### Características del Oleaje al Interior de la Rada

$$K' = \frac{H}{\text{Hinc.}}$$

Donde:  $K'$  = Índice de Difracción  
 $H$  = Altura de ola al lado Este de la bocana de la rada  
 $\text{Hinc.}$  = Altura de ola en el extremo norte y sur de la bocana

Entonces, para un ángulo de incidencia de ola de 90° que proviene del Suroeste y Noroeste, en un punto cuya coordenada polar es de 550 m, 40°, y que se ubica hacia la zona de estudio, tenemos un  $K' = 0.40$ .

La altura de ola, para una altura máxima significativa (braveza fuerte), será en este punto de:

$$H = K' H_{inc.}$$
$$H = (0.40) (3.06 \text{ m}) = 1.22 \text{ m}$$

La altura de ola, para una altura significativa, será en este punto de:

$$H = (0.40) (1.01 \text{ m}) = 0.40 \text{ m}$$

Igualmente, la zona de interés presenta coeficientes de difracción menores de 0.4, lo que indica que durante bravezas de mar extremas los valores van a ser menores de 1.22 m, mientras que para alturas de olas significativas, menores de 0.40 m, para olas de aproximación del Noroeste, que son de mayor energía y altura, pero de mucha menor frecuencia de ocurrencia que las del Suroeste.

### CONCLUSIONES

Los cálculos de las características de las olas nos muestran que provienen principalmente de dos direcciones de aproximación desde aguas profundas. La primera de ellas las del Suroeste, que son las de mayor frecuencia, sin embargo, sufren un proceso de refracción antes de llegar a la isla San Lorenzo y luego un proceso de difracción en el cabezo norte de la isla. Esta ola, antes de ingresar a la zona de interés se vuelve a refractar, disminuyendo cada vez más su energía y altura.

En cambio las olas con direcciones de aproximación del Noroeste, sólo sufren un proceso de refracción antes de llegar al área de interés, por lo que estas olas son de mayor energía y altura, sin embargo, son mucho menos frecuentes, y sólo se presentan cuando los sistemas de circulación atmosférica en el hemisferio sur se debilitan, eventualmente en verano, y durante la presencia del fenómeno de El Niño.

Existe una gran diferencia de alturas de olas en relación al tamaño anterior y la actual, de la bocana de ingreso a la rada del puerto del Callao, que anteriormente medía aproximadamente 150 m y ahora aproximadamente 300 m. Dicha diferencia de alturas de olas se manifiesta en el medio de la rada interior, principalmente en la zona de maniobra. Hacia ambos lados, la diferencia de alturas de olas se va acortando, a medida que me alejo más del eje central del puerto.

Las olas de mayor tamaño y energía son las que proceden del Noroeste, aunque estas son de mucha menor frecuencia de ocurrencia que las del Suroeste.

Se puede apreciar, que cuando se presenten bravezas de mar fuertes del Noroeste, podrían ocasionar problemas al interior de la rada, ya que estas tendrían alturas mayores de un metro, que antes nunca ocurrían. Así mismo, durante bravezas de mar muy fuertes que proceden del Suroeste, también podrían ocasionar algún malestar, ya que estas alcanzarían alturas ligeramente menores al metro.

Altura y Periodo significativo de olas en el Callao ( Ingreso al TMC)

Hs \ T	3-4	5-6	7-8	9-10	11-12	13-14	15-16	17-18	TOTAL
0.15 - 0.20					1	2	1	1	5
0.20 - 0.25					4	3	9	1	17
0.25 - 0.30					14	6	24	1	48
0.30 - 0.35					22		19	4	47
0.35 - 0.40		1	1		17	2	23	5	48
0.40 - 0.45	1	3			9	2	16	5	36
0.45 - 0.50					9	1	24	5	39
0.50 - 0.55		1			10	3	16	5	33
0.55 - 0.60					4		25	3	31
0.60 - .065					4	3	16	2	23
0.65 - 0.70					6		6		13
0.70 - 0.75					3	1	8	1	12
0.75 - 0.80					2		4		6
0.80 - 0.85					1	2	2		5
0.85 - 0.90					2		4		6
0.90 - 0.95							1		1
0.95 - 1.00						1	1		2
1.00 - 1.05							1		1
1.05 - 1.10							1		1
1.10 - 1.15									0
1.15 - 1.20							1		1
1.20 - 1.25									0
1.25 - 1.30									0
1.30 - 1.35									0
1.35 - 1.40									0
1.40 - 1.45							1		1
1.45 - 1.50									0
1.50 - 1.55									0
1.55 - 1.60									0
1.60 - 1.65							1		1
TOTAL	1	5	1		10 8	26	20 4	32	377

De acuerdo al cuadro de distribución de alturas y periodos significantes de Olas se puede observar una mayor cantidad de olas con periodos entre 15 y 16 segundos y mayor frecuencia de ocurrencia de alturas de olas entre 0.25 a 0.40 m. es decir olas que no sobrepasan la altura de medio metro. Las alturas de olas mayores de un metro siempre tuvieron periodos entre 15 y 16 segundos. Como característica saltante se observa que los mayores periodos significantes registrados (17 y 18) segundos, sólo se observaron para olas menores a 0.70 metros de altura.

SEHIDRO S.C.R.L.  
César Del Carmen De La Torre  
DIRECTOR

RAUL RIOS JIMENEZ  
INGENIERO CIVIL  
CIP 3623



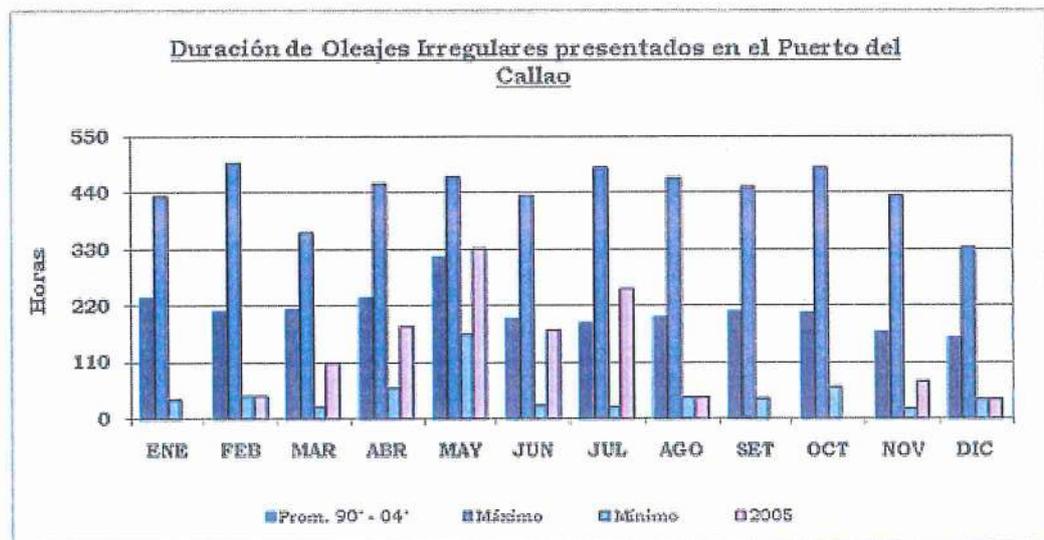
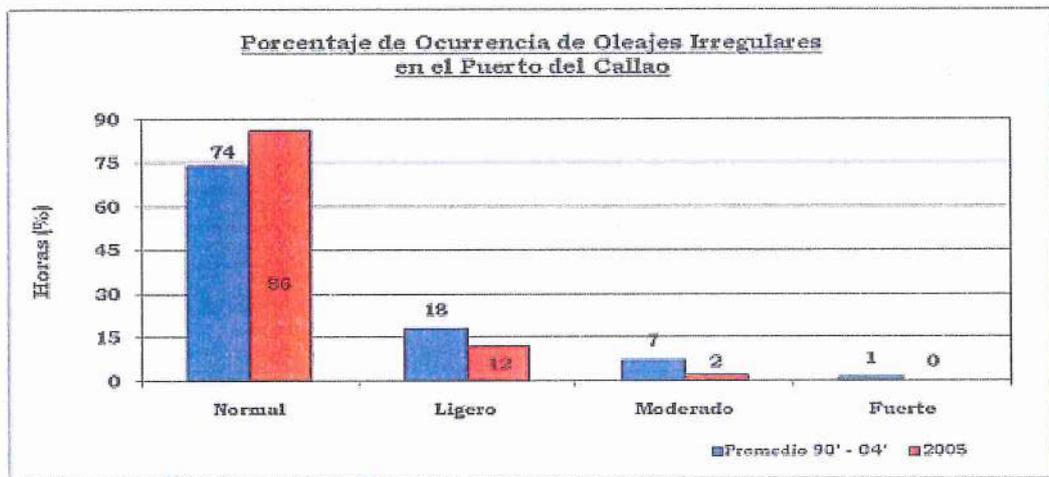
3.2 BRAVEZAS

a. Generalidades.-

Las olas de bravezas tienen un período diferente al de las olas que caracterizan la zona, las primeras se presentan con períodos entre 18 y 20 segundos, mientras que las otras alcanzan nuestras playas con períodos que oscilan entre 10 y 14 segundos.

La duración promedio de una braveza fluctúa entre 2 y 5 días.

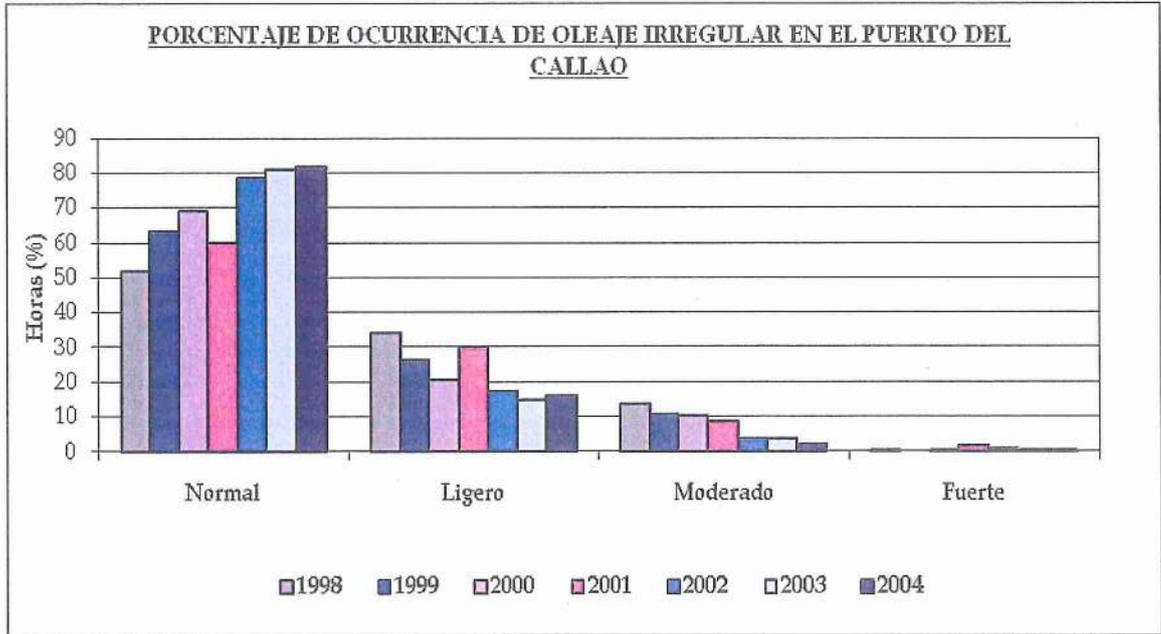
b. Bravezas en el Callao



RAUL RIOS JIMENEZ  
INGENIERO CIVIL  
CIP 3623

SEHIDRO S.C.R.L.  
César Del Carmen De La Torre  
DIRECTOR





SEHIDRO S.C.R.L.  
*CMT*  
César Del Carmen De La Torre  
DIRECTOR

*RJ*  
RAUL RIOS JIMENEZ  
INGENIERO CIVIL  
CIP 3623



### 3.3 TSUNAMIS

#### INTRODUCCIÓN

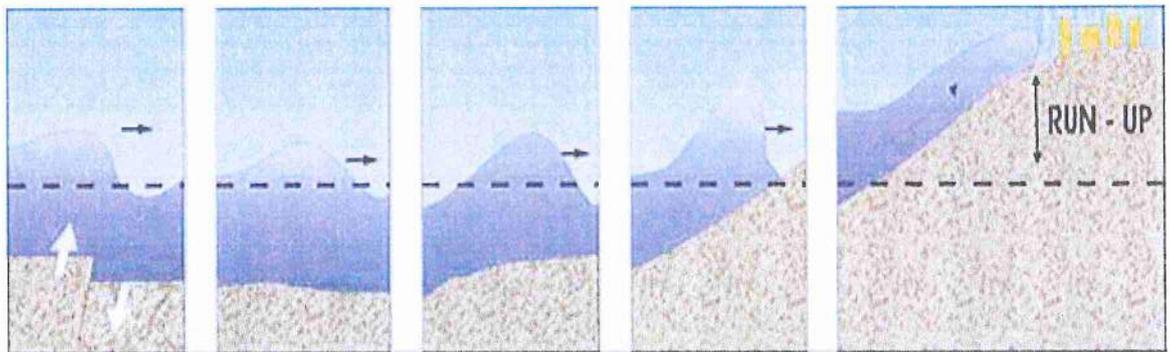
El Océano Pacífico tiene el más alto riesgo de presencia de ondas sísmicas marinas por encontrarse cercado de un cinturón de gran actividad tectónica y una cadena de volcanes que se denominan Círculo de Fuego del Pacífico. En tal sentido, el Océano Pacífico está estructural, topográfica y sísmicamente condicionado para servir de campo propicio al desfogue de las tensiones telúricas convirtiéndose así en el sistema generador de Tsunamis más activo de nuestro planeta.

Tsunami es una palabra de origen japonés que proviene de dos vocablos: Tsu (puerto) y nami (ola). Literalmente significa grandes olas en el puerto. No causa daños en alta mar, pero es destructivo en las costas. La palabra Tsunami es conocida comúnmente entre la población con el nombre de Maremoto.

Los Tsunamis son una serie de ondas marinas de gran tamaño generadas por una perturbación en el océano, al ocurrir principalmente un movimiento sísmico superficial (< 60 Km de profundidad) bajo el fondo marino.

#### ORIGEN DE LOS TSUNAMIS

Los Tsunamis pueden ser originados por:



- Un terremoto submarino (Ver figura).
- Una erupción volcánica submarina.
- Desplazamientos de sedimentos submarinos.
- Deslizamientos de tierras costeras que se hunden en el agua.
- El impacto de meteoritos.
- Factores antropogénicos \*.

(\*) Cuando es causado por el hombre, por ejemplo: Las explosiones de bombas atómicas de neutrones, detonadas en los atolones del Océano Pacífico.



## IMPACTO DEL TSUNAMI

¿Es posible proteger a las ciudades o poblaciones costeras de los Tsunamis?

Sí. El Centro de Alerta de Tsunamis en el Pacífico (PTWC) con sede en Hawaii es el centro operativo del Sistema Internacional de Alerta de Tsunamis. Su función principal consiste en difundir alertas oportunas sobre todos los sismos tsunamigénicos que se produzcan en la cuenca del Pacífico. En el Perú el Sistema Nacional de Alerta de Tsunamis, está a cargo de la Dirección de Hidrografía y Navegación (DHN) cuya sede se encuentra en el Callao.

Al generarse un Tsunami se produce una disminución o aumento súbito del nivel mar, (antes de la llegada de la primera ola ó entre dos crestas), por lo que la línea de costa retrocede a veces en más de un kilómetro. En tal sentido, la DHN administra una red de 10 estaciones mareográficas que envían datos en tiempo real, asimismo adquirió el Sistema TREMORS (Tsunami Risk Evaluation Through Seismic Moment from a Real-time System) de captación de sismos de origen lejano, a fin de reforzar su capacidad de alerta.

Al recibir un mensaje de alerta, la DHN lo retransmite al Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI), Instituto Geofísico del Perú (IGP), Empresa Nacional de Puertos (ENAPU) y la Dirección de Telemática (DIRTEL) siendo este último el encargado de comunicar a todas las Capitanías de Puerto, Dependencias y Unidades Navales asentadas en el litoral.

## TSUNAMIS EN EL PERU

Los tsunamis o maremotos son una serie de ondas marinas de período largo, entre 15 a 40 minutos, que no son percibidas en alta mar, pero que al acercarse a costa, la gran energía cinética que transportan se convierte en energía potencial y las olas pueden alcanzar grandes alturas. El origen más frecuente de generación de tsunamis, son los sismos mayores de 7.5° en la escala de Richter. Las explosiones volcánicas y los derrumbes submarinos son también otras causas de generación de tsunamis.

Cuando se genera un tsunami se propaga en todas las direcciones. La velocidad de propagación está en relación con la profundidad del mar. Por ejemplo, un tsunami que atraviesa una parte del océano donde la profundidad es de 4,000 m, tendrá una velocidad de 720 Km/h. Entonces, al conocer las profundidades del Océano, podemos calcular, el tiempo aproximado de llegada en cualquier parte del litoral, por ejemplo si un tsunami se genera frente a las costas de Alaska, este estaría llegando a las costas del Perú en aproximadamente 16 horas.

FECHA DE ELABORACIÓN: OCTUBRE 2011

PÁGINA 49

La altura de un tsunami mar adentro es sólo de algunos centímetros, un barco navegando en alta mar, no se daría cuenta de su paso por su poca altura; sin embargo, su longitud de onda es de alrededor de 350 Km. El tsunami entonces no representa un peligro en alta mar, pero, al acercarse a las costas su longitud de onda disminuye y crece en altura al verse frenada por el encuentro de cada vez menos profundidad.

En muchas islas de Indonesia y el Japón, con batimetría y topografía desfavorables, los tsunamis llegan a elevarse más de 30 m s.n.m.m. En el caso del Perú, el tsunami no llegaría como una ola grande, si no mas bien como una onda de inundación que estaría entre los 6 a 9 m. de altura.

Afortunadamente, el Perú no ha sufrido los efectos de los tsunamis con la misma frecuencia que otros lugares de la Tierra. Sin embargo, la historia nos dice que nuestro litoral ha sentido los efectos destructivos de muchos en el pasado.

#### El Sistema Internacional y Nacional de Alerta de Tsunamis

En Abril de 1964 ocurrió cerca de Alaska, un intenso sismo y tsunami que afectó las costas de muchos países de la cuenca del Océano Pacífico causando grandes pérdidas humanas y materiales. El tsunami llegó varias horas después de ocurrido el sismo; las autoridades de las diferentes localidades pudieron haber advertido a los pobladores para evacuar las zonas costeras, sin embargo, no existía un sistema de alerta para casos de tsunamis. Esto llevó a la creación en 1965, del Sistema Internacional de Alerta de Tsunamis.

Este Sistema Internacional tiene su centro de operaciones en las islas Hawaii y se basa en la información recibida de las estaciones sismográficas y mareográficas (estaciones que miden los sismos y los niveles del mar respectivamente).

Por ejemplo, si un sismo fuerte se produce en cualquier parte del Océano Pacífico, inmediatamente la estación sismográfica más cercana al epicentro comunica a Hawaii y esta disemina la información a todos los países que forman parte del sistema. Como no se sabe si el sismo a generado un tsunami, la estación mareográfica más cercana al epicentro entra en alerta y verifica si es que se ha producido un cambio brusco del nivel del mar, es decir la generación de un tsunami, comunicándose con Hawaii y esta a su vez a todos los países ribereños, advirtiendo de su generación.

Cada país de la Cuenca del Océano Pacífico tiene un Centro Nacional de Alerta de Tsunamis que coordina con el Sistema Internacional la emisión de alertas. En el Perú, este centro se encuentra en la Dirección de Hidrografía y Navegación (D.H.N.) localizado en Chucuito-Callao.



FECHA DE ELABORACIÓN: OCTUBRE 2011

PÁGINA 50

El Centro Nacional de Alerta recibe la información del Centro Internacional a través del Aeropuerto Internacional "Jorge Chávez" vía modem, y/o teléfono magnético. La D.H.N. al recibir la alerta, mantiene comunicación con el Sistema Internacional para evaluar el posible riesgo que podría causar en nuestras costas el tsunami.

Si existe riesgo, la alerta se transmite al Instituto Nacional de Defensa Civil, entidad responsable de activar los planes de evacuación de la población. El Instituto Geofísico del Perú también forma parte del Sistema Nacional y le informa sobre la ubicación del epicentro e intensidad de los sismos, para evaluar adecuadamente el riesgo de ocurrencia de un tsunami producido por un sismo local. Para diseminar adecuadamente las alertas a toda la costa del Perú, la DHN está conectada a través del Sistema de Comunicaciones Navales con todas las Capitanías del litoral. Hay que tener en cuenta que para un tsunami de origen lejano el Sistema Nacional de Alerta sería la que pondría en aviso a la población a través de las autoridades de Defensa Civil (Alcalde del distrito), pero cuando se trata de un tsunami de origen cercano, la alerta natural es el sismo que se produce unos 15 a 25 minutos antes de que probablemente llegue el tsunami, por lo que los trabajadores deben alejarse de costa hacia una zona alta inmediatamente después de haber sentido un sismo muy fuerte ( $>7.0^\circ$ ). Conocer ambas posibilidades, debe ser tarea inmediata.

Los tsunamis han afectado la zona costera de Lima-Callao en el pasado. Los más grandes Tsunamis, especialmente frente a Lima-Callao, son usualmente causados por terremotos, cerca de la costa, por las Placas de Nazca y Sudamérica. El Callao ha padecido repetidamente de estos acontecimientos con muchas pérdidas humanas y de propiedad. Los Tsunamis más importantes en Lima-Callao son mostrados a continuación en la Tabla N° 2.

SEHIDRO S.C.R.L.  
*an*  
César Del Carmen De La Torre  
DIRECTOR



*an*  
RAUL RIOS JIMENEZ  
INGENIERO CIVIL  
CIP 3623

## SECCION IV

# TIPO DE NAVES QUE OPERARAN EN EL TERMINAL PORTUARIO Y LAS MANIOBRAS A REALIZAR



**RAUL RIOS JIMENEZ**  
**INGENIERO CIVIL**  
CIP 3623

**SEHIDRO S.C.R.L.**  
*[Signature]*  
César Del Carmen De La Torre  
DIRECTOR

4.1. Buques de diseño.

**Amarradero Minerales**

Barcos	Eslora m.	Manga m.
Máximo	228.00	32.20
Promedio	161.00	23.50

**Amarradero 7A**

Barcos	Eslora m.	Manga m.
Máximo	200.00	32.20

**Amarradero 5B**

Barcos	Eslora m.	Manga m.
Máximo	183.00	32.20

4.2. Remolcadores.

Teniendo en consideración las características del TPS, que las naves de más de 372.17 AB (500TRB) y/o más de 100 metros de eslora, para su maniobras de atraque y desatraque empleen el servicio de remolcaje. El numero y condiciones de los remolcadores será exigido de acuerdo a las características técnicas de la nave, del puerto y/o a las condiciones temporales del mar.

Resultados de los cálculos de bollard pull para diferentes tipos de barco en diferentes condiciones de carga y para dos condiciones de medio ambiente, vientos, olas y corriente (moderada y fuerte) realizado tomando como referencia la Guía autorizada por la OMI " Tug use in Ports" de Henk Hensen y las mediciones oceanográficas disponibles:

Remolcadores. En todos los casos para operar en el muelle lado Oeste, se recomiendan 2 remolcadores de aprox. 40 Bollard Pull cada uno, tomando como referencia los requerimientos de los barcos de hasta 228 metros de eslora, para condición de carga en lastre y para la condición meteorológica N°6, más/menos 15% como factor de flexibilidad, según recomiendan los prácticos de la localidad. Ver cálculos del Bollard Pull de C Ulfe. Ver anexo 3.

SEHIDRO S.C.R.L.  
*[Signature]*  
César Del Carmen De La Torre  
DIRECTOR

RAUL RIOS JIMENEZ  
INGENIERO CIVIL  
CIP 3623



NAVE TIPO	CONDICIONES METEOROLOGICAS (Corrientes 0.2 m/s en todos los casos)	DEMANDA DE BOLLARD PULL PARA CONDICIONES METEOROLOGICAS CONDICION 5 Y CONDICION 6		
		Lastre	Media carga	Carga máx.
MINERALERA 60000 DWT	5 (vientos 19 m/s. Olas 0.5 m.)	25.4	23.4	20.1
	6 (Vientos 24.5 m/s. Olas 0.6m.)	39.6	35.3	28.5
MINERALERA 15000 DWT	5 (vientos 19 m/s. Olas 0.5 m.)	17.1	15.0	12.3
	6 (Vientos 24.5 m/s. Olas 0.6m.)	26.9	23.1	18.4



*The Hong Kong Salvage & Towing Co. Ltd.*

Vista de un Remolcador y diferentes posiciones de los remolcadores en proa y en popa.

SEHIDRO S.C.R.L.  
César Del Carmen De La Torre  
DIRECTOR

RAUL RIOS JIMENEZ  
INGENIERO CIVIL  
CIP 3623



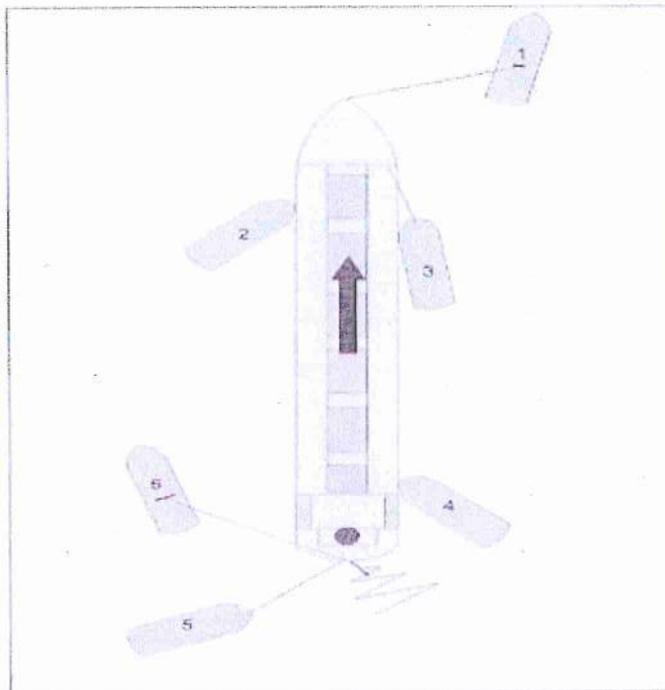


Figure 4.23 Different tug positions

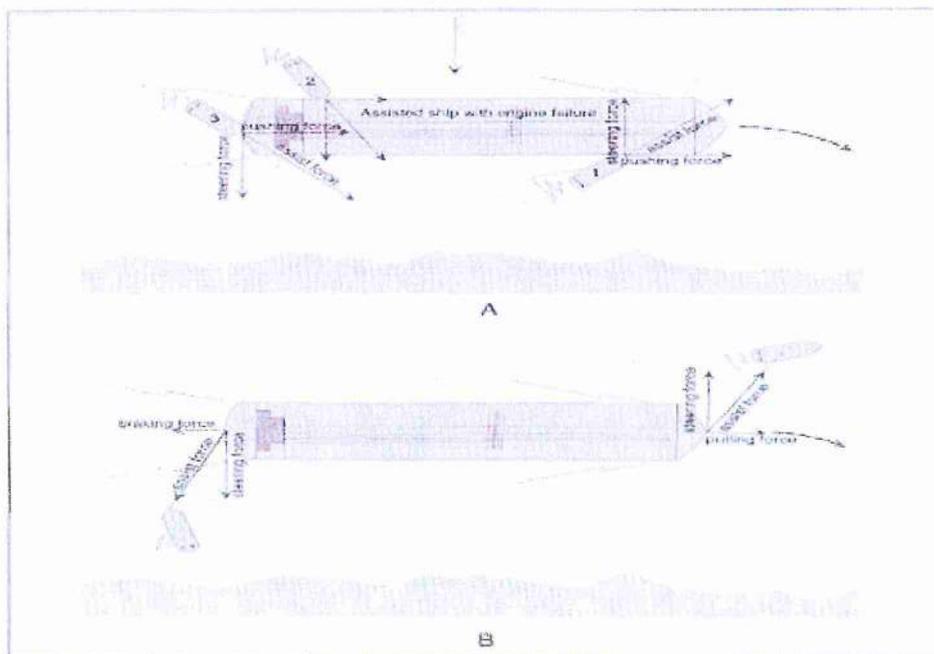


Figure 9.3 Direction of forces applied by assisting harbour tugs  
Escorting harbour tugs assisting a tanker in different modes. Tanker had an engine failure and veers to starboard. Tugs are braking the sheer. Directions of longitudinal and transverse forces applied by the tugs are shown



Maniobras de ingreso al muelle con apoyo de 2 remolcadores en diferentes posiciones

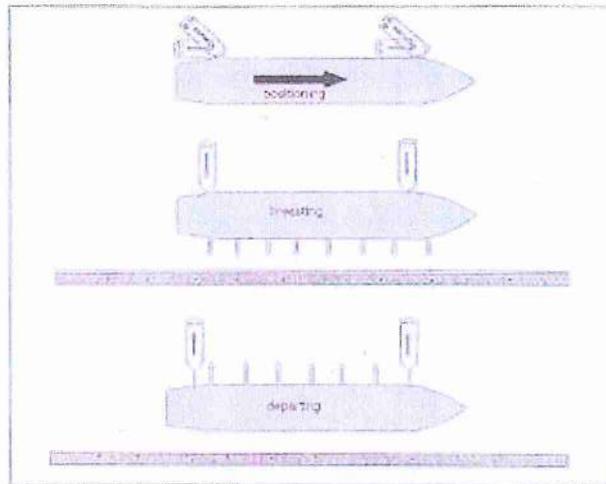


Figure 3.1 Tugs alongside at approach and push-pull while mooring/unmooring

### Maniobra de amarre al muelle

#### 4.3 Embarcaciones de apoyo

Se ha previsto que las embarcaciones de apoyo sean utilizadas para las siguientes actividades:

- a. Transporte de personal.
- b. Mantenimiento del Terminal.
- c. Mantenimiento de las boyas y señales náuticas
- d. Rescate
- e. Combate de la contaminación marina
- f. Ayuda en las operaciones de amarre y desamarre.



SEHIDRO S.C.R.L.  
César Del Carmen De La Torre  
DIRECTOR

RAUL RIOS JIMENEZ  
INGENIERO CIVIL  
CIP 3623

## SECCION V

### MEDIOS DE APOYO PARA EL INGRESO, PERMANENCIA Y SALIDA DE LAS NAVES



RAUL RIBO JIMENEZ  
INGENIERO CIVIL  
CIP 3623

SEHIDRO S.C.R.L.  
César Del Carmen De La Torre  
DIRECTOR

**5.1 Descripción de los diversos medios a emplear para el ingreso, permanencia y salida de las naves del Terminal.**

**5.1.1 Servicio de practicaaje**

De acuerdo a la normatividad de DICAPI, las maniobras en el Terminal Marítimo con buques de más de DOSCIENTOS (200) m. de eslora deben ser asistidas por DOS (02) prácticos marítimos registrados en DICAPI y con experiencia en la zona. Caso contrario solo un práctico

**5.1.2 Empleo de remolcadores**

De acuerdo a la normatividad de DICAPI, las maniobras en el Terminal marítimo con buques de más de DOSCIENTOS (200) m. de eslora deben ser asistidas por DOS (02 Remolcadores principales.

En el presente caso las naves tienen una eslora menor de 200 metros, sin embargo, los remolcadores serán empleados a criterio del Práctico responsable de la maniobra.

**5.1.3 Medios de sujeción y fondeo**

La vigilancia de las tensiones de trabajo de los cabos de amarre debe ser una tarea permanente. Las variaciones de mareas, intensidad y dirección del oleaje, los vientos y las corrientes ejercerán diferentes empujes en la nave amarrada que deben ser compensadas manejando adecuadamente las tensiones de los elementos de amarre.

Para buques de 60,000 DWT se recomienda cable de 28 mm. de espesor y 45 m. de longitud, con límite de rotura de 100 Ton.

**5.2. Remolcadores:**

**5.2.1 Determinación del requerimiento.**

Los remolcadores que se usaran en las maniobras de amarre/desamarre de las naves en el Terminal deberán ser de no menos de 45 TBP, se requiere mínimo de dos remolcadores.

**5.2.2 Metodología de cálculo para la determinación del bollard pull requerido por los remolcadores.**

Las fuerzas externas que influyen en el movimiento de una nave cuando va a realizar una maniobra, deben de contrarrestarse de alguna manera para que no exista problemas en ella; obviamente de cómo influyen va depender de las características de la nave; estas fuerzas son el viento, la corriente y las olas, también influye de manera indirecta la profundidad del lugar.



El cálculo de estas fuerzas, va permitir determinar el Bollard Pull necesario y por lo tanto el número de remolcadores requeridos para las maniobras de una nave en un determinado puerto.

El Bollard Pull de los remolcadores se ha determinado de acuerdo a las características meteorológicas y oceanográficas más extremas de operación y de las naves de mayor porte que operan en el Terminal marítimo .

Existen diferentes metodologías, sin embargo una simple es la aplicación de la siguiente relación:

$$BP = FV + FC + FO$$

Donde,

BP = Bollard Pull  
FV = Fuerza del Viento  
FC = Fuerza de la Corriente  
FO = Fuerza de las Olas

Asimismo, se tiene que tener en cuenta lo siguiente:

Datos del buque:

- Eslora
- Eslora entre perpendiculares
- Puntal
- Calado (de ingreso y de salida)
- Tipo de buque

Datos Meteorológicos

- Velocidad del viento en m/s
- Velocidad de la corriente en m/s
- Altura de las olas en metros.

Datos Del Amarradero

- Profundidad

Estas consideraciones se tuvieron en cuenta para efectuar el cálculo de Bollard Pull de los remolcadores para el Terminal marítimo multiboyas.

### 5.3. Permanencia de la nave en amarradero o atracadero

#### Puestos de atraque para buques mineraleros

El sistema de bitas y cornamuzas garantizan un amarre seguro, además de las defensas Yokohama. La profundidad del terminal que será de 14 metros permitirán que la nave pueda ingresar con calados de hasta 13 metros de manera segura.

**5.4. Descripción de las maniobras de amarre y desamarre del muelle 6 (minerales) del terminal portuario callao, operado por transportadora Callao S.A.**

**CONSIDERACIONES GENERALES.-**

1. El Muelle 6 (de Minerales), a ser operado por Transportadora Callao S.A. consistirá de un muelle orientado al 029°/209° construido sobre pilotes en el que se será instalado cargador de barco (shiploader) para concentrado de minerales el que durante las maniobras de Amarre, y Desamarre deberán encontrarse parqueado y con el brazo o boom levantado evitando invadir el espacio que ocupará la nave. El mineral llegará al brazo de Carga a través de una Faja Transportadora tubular hermética. Cuenta además con luces de ubicación, cornamusas, bitones y defensas de un espesor de hasta un metro (para contacto nave-muelle).

Conforme a la información mostrada en el Estudio, en condiciones normales, el viento, corriente y oleaje prevaleciente son:

**Viento**

El viento reinante, tiene una dirección prevaleciente desde el Sur y su velocidad va en aumento desde el orto, hasta alcanzar un promedio de 4 a 8 metros por segundo durante el día.

En la mayor parte de los buques el punto de pivoteo se halla aproximadamente a un tercio de la eslora, contando desde la proa, cuando el buque en la aproximación recibe el viento por estribor y cuando sale del amarradero lo recibe por babor, de modo que la presión sobre el área tan grande situada a popa de ese punto hace caer al buque proa al viento (orzar), esta situación unida al efecto de deriva hace que el buque tenga que tomar una posición lo más a sur posible antes de la aproximación al amarradero cuando el viento es fuerte.

A partir del momento en que el buque fondea el ancla de estribor, da marcha atrás a media fuerza o a toda fuerza según la inercia de buque, que se determina previamente de acuerdo con la velocidad del viento, lo cual producirá un giro de la proa hacia estribor hasta tomas poca arrancada atrás.

Con arrancada atrás, el punto de pivoteo se corre a popa, situándose entre el centro del buque y la popa. Entonces la presión se ejerce sobre el área grande situada a proa de ese punto, y la tendencia resultante es llevar la proa en la dirección del viento, o sea la popa al viento. Este efecto depende mucho de las superestructuras del buque, así los petroleros, con castillaje en el centro o todo a popa, tienden a orzar y con mayor razón si todo está a popa; ésta actúa como si el buque tuviera cazada una vela a proa.

Por tal razón para girar un buque de ese tipo en un espacio restringido, habiendo viento fuerte del sur y estando el buque con la proa hacia tierra durante la aproximación al amarradero, lo más conveniente es operar la máquina con timón hacia donde se desee girar; cuando el buque arranca y empieza a girar a la banda deseada, se para la máquina y se da atrás con el timón a la vía, si es monohélice; la presión del viento sobre su obra muerta acelerará el giro a la banda deseada.

Si el buque se ve obligado a salir del fondeadero para repetir la maniobra, deberá dar un giro completo, la curva se deforma y se hace alargada en la dirección hacia adonde va el viento; en los

cuadrantes del giro en que está atravesado casi al viento, abate y sufre la resistencia del mismo mientras cae, hasta recibirlo por su proa.

Al comienzo de la maniobra, el viento opuso resistencia a la popa, en la caída contra su dirección; también produjo abatimiento en su dirección. Por tales razones, la curva de giro resulta deformada en la dirección hacia adonde va el viento; estas propiedades de la curva de maniobra hace que se requiera un mayor espacio de maniobra en la dirección Norte - Sur del amarradero.

Los efectos del viento son mayores cuando es poca la velocidad y cuando más en lastre se halle el buque; en este caso su efecto sobre la proa es muy grande. Al reducir la velocidad y al pararse recibirá al viento probablemente por el través.

Si la proa está muy en el aire, ella constituye una vela a proa equilibrando a la de popa; en general, la posición del buque al detenerse dependerá de la posición de su castillaje y de las áreas a proa y popa expuestas al viento. El calado influirá en gran parte sobre esa posición.

Si el buque está en reposo, con buen tiempo, el punto de pivoteo se halla entre su centro de gravedad y el centro del área de su perfil sumergido.

En general se halla a proa del centro de gravedad del buque y se mueve o desplaza hacia proa o popa con el asiento, hacia adonde el calado es mayor.

La deriva se produce en la dirección hacia adonde va el viento y afecta a los buques que ingresan al amarradero, aumentando su efecto a medida que se reduce la velocidad del barco y con el aumento del ángulo que el viento forma con la crujía del buque.

Si el buque se detiene con el viento por el través, comunica su movimiento al agua que lo rodea, arrastrando parte de ella en su deriva, constituyendo el buque y el agua una masa única; es la llamada masa aparente del buque, que se pone de manifiesto en los giros, en la fricción del agua contra el casco.

En el cálculo del momento polar de inercia respecto al eje vertical que pasa por el centro de gravedad del buque, se emplea la masa virtual o aparente del buque. Naturalmente, esos cálculos son de ingeniería, pero interesa al capitán y al práctico conocer cómo afecta a una guiñada la distribución longitudinal de los pesos.

Con mucho peso en sus extremos, el momento de inercia será mayor; entonces necesitará meter el timón a la banda contraria más tiempo para contrarrestar la guiñada. En cambio si la concentración de pesos está más próxima al centro de gravedad del buque, la inercia del buque en los giros será menor y se anulará con mayor facilidad la guiñada.

Tan pronto el buque arranque adelante o atrás, entra en aguas que no están en movimiento, no abaten con él, en tal forma se reduce la deriva.

#### Corrientes y Corrientes de Marea

Las condiciones de maniobra de un buque no varían si lo afecta una corriente existente en el área de maniobra cuya velocidad sea uniforme, lo mismo que su dirección. Maniobrando para ingresar o salir del amarradero, debe tomarse en cuenta el abatimiento o deriva que sufrirá el buque en el caso de que sea influido por una corriente.

Es frecuente, que en lugares poco distantes de la costa y en lugares abrigados respecto del viento, la corriente cambie de dirección e intensidad, sea al entrar al Antepuerto o al entrar a las Dársenas u otros lugares restringidos; la proa puede estar afectada por una corriente mientras que la popa está en aguas tranquilas o viceversa.

En igual forma la profundidad mínima disponible para operar la nave dentro del terminal será en el ingreso de 15 m., que consiste de un canal con orientación 098° de 200 m. de ancho y que se inicia entre los faroletes V1 y R1, continúa en la misma orientación pasando los faroletes V2 y R2 y los faroletes V3 y R3 para luego ampliarse a 260 m. dejando por estribor la Balizada de Entrada F1 y la Plataforma adyacente (Cabezo del Rompeolas Norte) y por estribor el faroleta R4 y la Balizada de Entrada F2 (cabezo del rompeolas Sur). A continuación por estribor (lado Sur), el dragado a 15 m. corre paralelo al Muelle Sur a una separación de 101 m., luego paralelo al muelle 11 separado en 117 m. y a continuación paralelo a los muelles 1C hasta 4C a una separación de 54 m. A partir del muelle 4C (cabezo), una línea con orientación 303° hasta tocar el extremo Este de la zona a Dragar a 14 m. En igual forma por babor (lado Norte), el dragado a 15 m. dejando por babor la Plataforma (Cabezo del Rompeolas Norte), continúa por 122 m. con orientación 098°, para luego dirigirse hacia el 074° hasta tocar el extremo Oeste de la zona a Dragar a 14 m.



SEHIDRO S.C.R.L.

César Del Carmen De La Torre  
DIRECTOR

RAUL RIVERA RIVERA  
INGENIERO CIVIL  
CIP 3623

La profundidad mínima disponible para operar la nave desde el lado Oeste a 15 m. descrito en el párrafo anterior y el muelle 6 será una Zona a Dragar de 14 m. la cual consistirá de un canal de 280 m. de ancho con orientación 006° (paralela a la orientación del muelle 7), cuyo límite en el lado Oeste correrá en la mencionada orientación (006°) en dirección al vértice SO del muelle 6 (separada 156 m. de la Plataforma de Carga del muelle 7) hasta tocar la línea de orientación 029° que corre alineada con el muelle (lado donde la nave que ingresa toca el muelle apoyándose en las defensas). Continúa alineada al muelle hasta sobrepasar su extremo NE en 50 m., a continuación casi perpendicular a la orientación 029° (muelle), continúa una línea recta de orientación 118° hasta tocar el límite Este del Canal a Dragar que se encuentra separada del vértice entre los muelles 5B y 5C (NO del muelle 5) en 94 m.

Por lo tanto el calado máximo permisible será de 13 m. en condiciones de mar calmo y de 12.5 m. en condiciones de presentarse alteraciones en las condiciones normales del mar.

En el lado Este con 15 m., de profundidad en el lugar donde se encuentran las líneas que definen la Enfilación 098° y el centro de la Zona a Dragar a 14 m. (con orientación 006°/186°), en este punto, se encuentra el Centro del Área de Giro (no balizado) que consiste de un Círculo de 295 m. de radio cuyo lado hacia el Este queda a 54 m. del punto medio entre los muelles 2C y 3C, que coincide con el límite Este del Dragado a 15 m., el lado hacia el Sur queda a 133 m. del muelle Sur y a 31 m. del límite Sur del Dragado a 15 m. en su parte más cercana y el lado hacia el Norte se introduce en el lado Sur de la Zona a Dragar de 14 m.

En la Bahía Callao (Plano **S/TPCM6-1**) existe un Fondeadero para Buques Mercantes (1) y otro para Operación en Bahía para Abastecimiento de Combustible hacia tanques de Consumo y Alijes (12) y una Estación de Prácticos (9). Asimismo conforme a lo que se observa en el Plano, existe un Esquema de Separación de Tráfico Marítimo que define la Ruta de Ingreso y Salida que tendrán las naves que ingresen y se retiren del Terminal Portuario Callao.

2. El brazo de Carga que se ubicará sobre la bodega a cargar teniendo el shiploader la posibilidad de desplazarse a lo largo del muelle, levantando el brazo de carga es por esto que las coordinaciones para cumplir el Plan de Carga acorde con el requerimiento de la nave para mantener su trimado no exigen la necesidad de ubicar la nave en una determinada ubicación y posterior movimiento hacia una nueva posición, razón por la cual la nave se ubicará con su punto medio coincidente al punto medio del muelle, salvo requerimiento contrario que especifique el Representante del Terminal.

Previo al arribo de la nave, su comando deberá informar sobre su Plan de Estiba, la Secuencia de Embarque (Loading Plan) y el Plano de Amarre (Mooring Arrangement), con la finalidad que el Representante del Terminal coordine con el Práctico Marítimo sobre cualquier observación que pudiera involucrar a la maniobra.



3. En razón a que no todas las naves cuentan con iguales características y con la finalidad de describir las maniobras de amarre y desamarre del Terminal, se deberá considerar que la nave cuenta con los siguientes elementos que intervienen en la maniobra (operativas sin limitaciones):
- a. Una hélice fija (de giro derecho o izquierdo) o de paso variable o azimutal con tendencia a caer a estribor cuando la máquina da hacia atrás). Siendo el porcentaje de la marcha atrás versus la de adelante del 70% y la capacidad de gobierno se mantenga mientras se esté propulsando con muy despacio adelante o con máquina parada con una arrancada mínima de 2.5 nudos (hacia adelante) .
  - b. Máquinas capaces de activar el giro de la hélice para dar hacia adelante y atrás 10 veces (cambios de marcha) durante la maniobra (en el caso de hélice fija).
  - c. Anclas (2) de babor y estribor con sus respectivas cadenas que cuentan con un mínimo de 10 grilletes en babor y 10 en estribor capaces de disponer 9 grilletes en el agua en babor y/o 9 grilletes en estribor, las mismas que podrán ser usadas en caso el Práctico lo considere necesario de presentarse problemas para amarrar, parar, girar la nave o de presentarse dificultades de propulsión u otro que exija abortar la maniobra.
  - d. Dotación equipada, entrenada y suficiente para operar los elementos que intervienen en la maniobra.
  - e. Específicamente para el caso del rango de naves que intervienen en la maniobra a describir, las bodegas tendrán las medidas indicadas que quedarán ubicadas como se señala:
    - 1) Para naves de 228.00 m. de Eslora y 32.70 m. de Manga: 6 bodegas de 20 m. de lado quedando la primera a 25 m de la proa, separadas 8 m. y la posterior a 8 m. delante del Puente de Mando cuyo extremo delantero queda a 35 m. de la popa. La antena de radar (radar calibrado, capaz de mostrar distancias en centésimos) y el repetidor de girocompás coincidente con la posición de la parte delantera del puente.
    - 2) Para naves de 161.00 m. de Eslora y 23.50 m. de Manga: 4 bodegas de 16 m. de lado quedando la primera a 25 m de la proa, separadas 12 m. y la posterior a 8.00 m. delante del Puente de Mando cuyo extremo delantero queda a 28 m. de la popa. La antena de radar (radar calibrado, capaz de mostrar distancias en centésimos) y el repetidor de girocompás coincidente con la posición de la parte delantera del puente.
  - f. Deberán contar con equipos multiplicadores de fuerzas para el manejo de líneas de amarre (cabos, espías o estachas) y cadenas llamados Winche (maquinilla, chigre, cabrestante) capaces de cobrar o lascar líneas de amarre (preferentemente cabos), que sirven además (los de proa) para llevar o filar cadenas en cuyo extremo se encuentra el ancla

(de babor y estribor), considerándose el número mínimo de winches serían:

- 1) En inmediaciones de la proa dos (2) winches que cuente cada uno con dos (2) carretes de almacenamiento (cabos), dos carretes de trabajo, un tambor y un (1) engranaje para llevar o filar cadenas de ancla, y
  - 2) En las inmediaciones de la popa, (2) winches que cuente cada uno con dos (2) carretes de almacenamiento, dos carretes de trabajo y un tambor.
- g. Para el rango de naves que intervendrán se deberá considerar que cuente con Líneas de amarre que deberán ser cabos de polipropileno en perfectas condiciones, considerándose que; el número mínimo en condiciones normales serían:
1. En proa: Seis (06) que se usarían: 3 hacia el muelle (bitones/cornamusas) para trabajar como Través y 3 hacia el muelle (cornamusas) para trabajar como spring.
  2. En popa: Seis (06) que se usarían: 3 hacia el muelle (bitones/cornamusas) para trabajar como Través y 3 hacia el muelle (cornamusas) para trabajar como spring.

Previendo la posibilidad que las líneas de amarre con que cuente la nave, no sean las suficientes, se encuentren defectuosas o sus medidas no adecuadas para el tipo de trabajo a realizar, especialmente los spring que trabajan hacia el muelle, el Terminal deberá contar con un stock de cabos que podrían ser provistos a la nave, previo a la maniobra de amarre.

- h. Para el rango de naves que intervendrán se deberá considerar que:
1. Las naves de 228.00 m. de Eslora ingresarán con un calado máximo de 13 m. y saldrán con un calado máximo de 13 m.
  - i. Las naves de 161.50 m. de Eslora ingresarán con un calado máximo de 10 m. y saldrán con un calado máximo de 10 m.
4. Cada nave que ingresa o sale del terminal exige elementos que apoyen la maniobra de Amarre y Desamarre por lo que se deberá contar con:
- a. Un. Práctico autorizado que deberá encontrarse disponible en el Puerto para constituirse a bordo de la nave para el Amarre y Desamarre.
  - b. Dos Contra maestres a cargo de personal de amarre debidamente equipados con radio (4 gaviosos cada uno) deberán encontrarse en el muelle y ubicados en el lado Sur y Norte del muelle para el manejo de las líneas de amarre hacia el muelle (spring). Se considerará además que (Amarre) éste guiará al Práctico dando información de la posición que ocupará la nave en el terminal en relación al punto medio de la nave y el muelle.

- c. Dos (2) remolcadores, debidamente dotados y operativos sin limitaciones de la potencia indicada en el Estudio, listos para constituirse a órdenes del Práctico que asiste la maniobra los que deberán ser ubicados conforme a la siguiente disposición:
- 1) Que los remolcadores acompañen en la banda de babor y estribor para actuar "empujando" en la posición indicada por el Práctico para asistir la maniobra.
  - 2) Un primer remolcador se "cuelgue" en proa babor de la nave (en lugar indicado en el casco para uso de remolcador) pasando 2 cabos de remolque desde su proa hacia la cubierta de la nave donde se hará firme en una bita para actuar "empujando" o "jalando" en dicho punto y disponer que un segundo remolcador acompañe en la banda de estribor/babor para actuar "empujando" en la posición indicada por el Práctico para asistir la maniobra.
  - 3) Que ambos remolcadores se "cuelguen" en proa y popa babor en el lugar indicado en el casco para tal fin pasando 2 cabos de remolque desde su proa hacia la cubierta de la nave donde se hará firme en una bita para actuar "empujando o jalando" en dicho punto.

1. MANIOBRA DE AMARRE AL MUELLE 6 DEL TERMINAL PORTUARIO CALLAO, CON NAVE DE 228.00 m. DE ESLORA, 32.20 m. DE MANGA, QUE QUEDARÁ ORIENTADA AL 209° SEPARADA 1.00 m. DE LAS DEFENSAS DEL MUELLE, (Plano S/TPCM6-2a)

- a. Al arribo a la Bahía Callao (Plano S/TPCM6-1) la nave fondeará en el Fondeadero 1 o 12 (según el caso) donde será abordada por la Autoridad Portuaria (quien la recibirá) o en la Estación de Prácticos (en caso de ser recibida después del amarre) luego de lo cual será abordada el Práctico Marítimo con licencia emitida por la Autoridad Marítima para operar en el Terminal Portuario Callao.
- b. El Práctico tomará conocimiento sobre las características y limitaciones de la nave (información proporcionada por el Pilot Card y Ship's Particulars y otras observaciones proporcionadas por el Capitán sobre las condiciones de operatividad de los equipos de la nave indispensables para la maniobra), evaluando dicha información con la finalidad de decidir sobre la suficiencia de éstos y por lo tanto la posibilidad de no tener impedimento para desarrollar la maniobra.

Asimismo, dará información al Capitán sobre el Área Marítima donde se operará, las ayudas con que se cuenta para la maniobra y el cómo deberá conducirse la nave en el Acercamiento al Terminal, las situaciones que le exigirían suspender o abortar la maniobra (indicándole sobre las posibilidades de evitar contacto con las instalaciones y profundidades no adecuadas) el Tránsito por Área Restringida (Aproximación) y el cómo se Amarrará al Muelle 6.

FECHA DE ELABORACIÓN: OCTUBRE 2011

PÁGINA 66

- c. Con la asistencia del Práctico Marítimo debidamente reconocido por la Autoridad Marítima, de día o de noche, en las condiciones de mar y viento imperantes, con la autorización del Terminal y de Tramar (Control de Tráfico Marítimo), la nave podrá proceder al muelle 6, debiendo previamente disponerse (radio) que:
- 1) Que los dos (2) remolcadores que asistirán la maniobra se ubiquen en inmediaciones de las boyas R1 y V1 para asistir la maniobra a órdenes del Práctico Marítimo.
  - 2) Que los Contra maestres que se ubicarán en el lado Norte y Sur del Muelle 6 se encuentren listos.

#### ACERCAMIENTO

- d. Después de levar ancla desde el Fondeadero 1 o 12 o de la Estación de Prácticos (de ser el caso), la nave procederá en demanda del Terminal, evolucionando hacia estribor y/o babor según convenga, de manera tal que concluya el Acercamiento dirigiéndose hacia el Canal de Ingreso con Rumbo 098° (aproximadamente) a mínima velocidad suficiente para gobernar poniendo especial cuidado que de parar máquinas no se pierda el gobierno, dejando por la banda de babor la boya verde V1, y por estribor la boya roja R1, ocupando **POSICIÓN 1**.

#### ESCAPE

- e. A partir de la **POSICIÓN 1** hasta la **POSICIÓN 10**, de presentarse problemas de máquinas, anclas u otras que exijan abandonar la maniobra, deberá abortarse dándose hacia atrás o hacia adelante cayendo a estribor (según convenga) a la velocidad requerida (de contar con máquinas), de manera tal que la nave pase libre obstáculos (muelles y profundidades no adecuadas), de ser necesario con ayuda de remolcador/es, anclas, máquina y timón. Podrá considerarse la posibilidad que la nave fondee en profundidades adecuadas dentro de la rada interior hasta solucionar los problemas que originaron abortar la maniobra.

#### TRÁNSITO POR ÁREA RESTRINGIDA (Aproximación)

- f. Desde la **POSICIÓN 1** (dentro del canal de ingreso), la nave deberá aproximarse muy lentamente a los rompeolas navegando con rumbo 098° (aproximadamente), dejando por babor las boyas verdes V2, V3 y Balizada de Entrada F1 y las rojas R1, R2, R3, R4 y Balizada de Entrada F2 por la banda de estribor, alcanzando **POSICIÓN 2**. Previo a ocupar esta posición, se parará máquinas y dará hacia atrás para controlar la arrancada y asegurar que la nave ejecutará la orden de "marcha atrás" (de ser necesario).

- g. A partir de la POSICIÓN 2, la nave avanza muy lentamente pudiendo continuar con la enfilación (098°) o caer a babor, pasando a ocupar **POSICIÓN 3** (fuera del Área de Giro) y luego completamente parada en **POSICIÓN 4**. En ésta **POSICIÓN 4** la nave deberá coincidir su punto medio con la intersección de las líneas de enfilación (098°) y el Centro del Canal a Dragar a 14 m. (006°) de haber continuado navegando con la enfilación, o coincidir su punto medio con el centro del Canal a Dragar a 14 m. hacia el Norte del Área de Giro de haber caído hacia babor.
- h. En POSICIÓN 4, la nave girará sobre su punto medio de manera que la proa caerá a estribor y la popa hacia babor, ocupando **POSICIÓN 5** y al concluir el giro se encuentre en **POSICIÓN 6** con la popa orientada hacia el 006° (proa 186°), dejando por la banda de estribor el vértice NE del muelle 6 y por la banda de babor el vértice NO del Varadero El Ancla.
- i. A partir de la POSICIÓN 6, la nave procede hacia atrás en inmediaciones del centro de la Zona a Dragar (14 m.) ocupando **POSICIÓN 7** (entre muelle 5 y muelle 7) y luego completamente parado en **POSICIÓN 8** con la popa a la cuadra del vértice NE del muelle 6.
- j. En POSICIÓN 8, la nave es llevada hacia estribor de manera tal que quede paralela al muelle a una separación de 20 m. ocupando **POSICIÓN 9**.

**AMARRE**

- k. En POSICIÓN 9, desde abordó, se lanzan jibilay de proa y popa que conducen cada uno un mínimo de 1 spring hacia el muelle 6, los mismos que serán colocados por los gavieros en las cornamusas convenientes (primera línea), a partir de lo cual se van cobrando spring llevando la nave paralela al muelle hasta que toque el Muelle 6, ocupando **POSICIÓN 10**. (Posición Final de Amarre), a partir de lo cual se lanzan los jibilay que conducen los través de proa y popa los mismos que serán colocados por los gavieros en las bitas o cornamusas convenientes para luego ser cobrados abordó.
- l. Manteniendo POSICIÓN 10, la nave refuerza líneas de amarre.
- m. Concluida la maniobra de amarre ocupando POSICIÓN 10, con cabos tesos y firmes, se da por concluida la Maniobra de Amarre al Muelle 6 del Terminal Portuario Callao informándose a TRAMAR (Control de Tráfico Marítimo) que se ha dado por concluida la operación, reportando novedades si la hubiera, luego de lo cual el Práctico podrá desembarcar.

SEHIDRO S.C.R.L.  
César Del Carmen De La Torre  
DIRECTOR

RAUL RIBS AIMENEZ  
INGENIERO CIVIL  
CIP 3623



**2. MANIOBRA DE DESAMARRE DEL MUELLE 6 DEL TERMINAL PORTUARIO CALLAO, CON NAVE DE 228.00 m. DE ESLORA, 32.20 m. DE MANGA, QUE QUEDÓ ORIENTADA AL 209° SEPARADA 1.00 m. DE LAS DEFENSAS DEL MUELLE, (Plano S/TPCM6-2b))**

- a. Habiéndose cerrado el Puerto o cuando las condiciones de mar y viento lo ameriten o después de concluir la carga de mineral, la nave podrá ser despachada por la Autoridad Portuaria (de ser el caso) terminado lo cual y con el asesoramiento del Práctico la nave podrá proceder a desatracar del Muelle 6.
- b. El Práctico tomará información sobre las características y limitaciones de la nave (Pilot Card y Ship's Particulars y otras observaciones proporcionadas por el Capitán) y dará información al Capitán sobre el Área Marítima donde se operará, las ayudas con que se cuenta para la maniobra y el cómo deberá conducirse la nave en el Desamarre del Terminal, el Tránsito por Zona Restringida y su Alejamiento y como se conducirá para proceder al Fondeadero o al próximo puerto.
- c. Con la asistencia del Práctico Marítimo debidamente reconocido por la Autoridad Marítima, de día o de noche, en las condiciones de mar y viento imperantes, con la autorización del Terminal y de Tramar (Control de Tráfico Marítimo), la nave que se encuentra amarrada en POSICIÓN 1 con proa 209°, separada 1.00 m. de las defensas del muelle, desde podrá proceder a Desamarrar del Terminal, debiendo previamente disponerse (radio) que:
  - 1) Que los dos (2) remolcadores que asistirán la maniobra se mantengan en el lugar para asistir la maniobra a órdenes del Práctico Marítimo.
  - 2) Que los Contraмаestres y gavieros de proa y popa y muelle se encuentren listos.

**DESAMARRE**

- d. Desde la **POSICIÓN 1**, se largan los cabos de amarre (excepto 1 cabo) que se encontraban trabajando como spring y travez de proa y popa hacia el muelle 6 (poner en simple) los que son retirados de sus cornamusas por los gavieros del muelle, los mismos que son cobrados abordo.
- e. Quedando solo un spring y un travez en proa y popa, a continuación se largan los travez y luego los spring de proa y popa (en ese orden), para luego abriéndose la nave pase a ocupar **POSICIÓN 2**, con la nave aproada al 186°, coincidente con el Centro de la Zona a Dragar a 14 m.

**TRÁNSITO POR ÁREA RESTRINGIDA**

- f. Desde la **POSICIÓN 2**, la nave se conduce dentro del canal dragado, de manera que pase a ocupar **POSICIÓN 3** dejando por babor el muelle 5 y estribor el muelle 7, hasta ocupar **POSICIÓN 4** (dentro del Área Achurada).
- g. La nave en **POSICIÓN 4**, podrá encontrarse dentro del Área de Giro:



1. Con la parte delantera del Puente a la cuadra del muelle marginal en el punto de inicio del muelle 5A, hasta,
  2. Con su punto medio coincidente con la intersección de la línea que define la Enfilación 098° y la que define el centro de la Zona a Dragar a 4 m. cuya orientación es 006°.
- h. Respectivamente, a partir de esta POSICIÓN 4, la nave podrá:
1. Caer a estribor pasando a ocupar **POSICIÓN 5** hasta **POSICIÓN 6** con proa hacia el Centro de la Bocana.
  3. Con la nave parada girar hacia estribor sobre su punto medio ocupando **POSICIÓN 5** hasta que se encuentre en **POSICIÓN 6** con proa al Centro de la Bocana.
- i. Luego, la nave continuará navegando hasta que se encuentre en el medio de la Bocana (entre los cabezos de los rompeolas Norte y Sur, ocupando **POSICIÓN 7**, desde donde se conducirá entre los faroletes de babor (rojos) y estribor (verdes). A continuación, continúa hasta ubicarse entre los faroletes R1 y V1, con proa en Libre Franquía ocupando **POSICIÓN 8**.

En esta posición, el Práctico Marítimo, informará a Tramar haber dado por concluida la operación reportando novedades si la hubiera, informando que la nave procede en demanda de fondeadero o a su Puerto de Destino, después de lo cual el Práctico Marítimo podrá desembarcar.

**ALEJAMIENTO**

- j. Con la nave en POSICIÓN 8, inicia su Alejamiento, dirigiéndose hacia fondeadero o hacia el Esquema de Separación de Tráfico Marítimo dejando la boya racon por estribor para luego proceder al Norte o Sur conforme a sus requerimientos.

**Notas:**

1. La maniobra de Amarre solo será llevada a cabo si el puerto no se encuentre "Cerrado". En el caso de que contándose con pronósticos favorables o desfavorables y la Autoridad Portuaria desestime Cerrar el Puerto, el Práctico con el Supervisor de Embarque (como Representante del Terminal) evaluarán las condiciones de mar y viento decidiendo sobre la conveniencia o no de amarrar o permanecer amarrado teniendo en cuenta que la seguridad del personal, la nave y las instalaciones del terminal son prioritarios.
2. A pesar de tomarse todas las precauciones posibles, una nave amarrada en el muelle 6, implica riesgos, los que deberán asumirse en razón a que ésta deberá cargar minerales, caso contrario, de presentarse problemas en la carga o los elementos involucrados, deberá desamarrar para fondear en espera que se solucionen los problemas que originaron la suspensión de la carga.



**RAUL RIBS NIMENEZ**  
**INGENIERO CIVIL**  
**CIP 3623**

**SEHIDRO S.C.R.L.**  
*CME*  
César Del Carmen De La Torre  
DIRECTOR

3. En el caso de que la nave arribe al Puerto procedente del Norte, Oeste o Sur con autorización de ingreso directo (a ser recibida después de su amarre), procederá hacia las inmediaciones de la Estación de Práctico o, de encontrarse la nave fondeada en las inmediaciones del fondeadero 1 o 12 podrá considerarse a ésta ubicación como Estación de Práctico donde será abordada por el Práctico Marítimo designado. Ver Plano: S/TPCM6-1, o a través de Tramar ordenarle que leve desde el fondeadero y se conduzca hasta la Estación de Práctico..
4. Deberá considerarse que los remolcadores actuarán a criterio del Práctico desde cuando lo considere conveniente, empujando en la banda (babor o estribor) y lugar indicado en el casco para tal fin, no descartándose la posibilidad de poder actuar a remolque ("colgado" o "al gancho") o libre, sin pasar líneas (solo empujando), si las condiciones así lo exigen, por lo tanto deberán contar con un mínimo de dos cabos para actuar "colgado" y otro de longitud mayor a 140 m. de requerirse actuar al remolque "al gancho".

Durante el Amare, es recomendable que los remolcadores actúen inicialmente desde la POSICIÓN 1 hasta la POSICIÓN 2 acompañando en la banda de babor y estribor para actuar "empujando" en la posición indicada por el Práctico para asistir la maniobra. Posteriormente, a partir de que la nave ocupe POSICIÓN 2, se "colgará" el remolcador que se encontraba "a órdenes" en babor, en la proa babor de la nave (en lugar indicado en el casco para uso de remolcador) pasando 2 cabos de remolque desde su proa hacia la cubierta de la nave donde se hará firme en una bita para actuar "empujando" o "jalando" en dicho punto y disponer que el segundo remolcador acompañe en popa de la banda de estribor para actuar "empujando" en la posición indicada por el Práctico para asistir la maniobra. A continuación cuando la nave se encuentra en inmediaciones de la POSICIÓN 5, se dispone que el remolcador que se encontraba listo para empujar en popa estribor, proceda a babor y se "cuelgue" en popa babor de la nave (en lugar indicado en el casco para uso de remolcador) pasando 2 cabos de remolque desde su proa hacia la cubierta de la nave donde se hará firme en una bita para actuar "empujando" o "jalando" en dicho punto.

A partir de este momento, la acción de los remolcadores "empujando" o "jalando" (llevando la nave hacia estribor o babor) serán imprescindibles para ejecutar la maniobra ya los movimientos de máquina y timón que ayudarán principalmente a evitar que la nave se dirija hacia atrás, a babor o estribor dentro de la parte central de la Zona a Dragar ya que la maniobra se realiza en un espacio reducido.

Durante el Desamarre, es recomendable que los remolcadores actúen inicialmente desde la POSICIÓN 1 hasta la POSICIÓN 4 "colgados" en la banda de babor uno en proa y el otro en popa (en lugar indicado en el casco para uso de remolcador) pasando 2 cabos de remolque desde su proa hacia la cubierta de la nave donde se hará firme en una bita para actuar "empujando" o "jalando" en dicho punto. A partir de la POSICION 4 o 6, podrá largarse remolcadores para actuar "empujando" en las bandas de babor y estribor de la nave.

5. De presentarse condiciones de mar y viento calmos, no podrá prescindirse de la utilización de dos (2) remolcadores para el Amarre, y Desamarre. En igual forma, de contar la nave con hélices transversales en proa (bow truster), popa (stern truster) o propulsión azimutal, por seguridad será necesario para el amarre y desamarre de dos (2) remolcadores para apoyar la maniobra.
6. Se deberá suponer que la nave concluirá la Aproximación a velocidad reducida teniendo en consideración que de presentarse problemas de máquinas, timón u otras que impidan continuar con la maniobra, deberá abortarse empleando máquina y remolcadores que con su apoyo puedan lograr salvar la nave de tocar bajos fondos, los faroletes, los rompeolas o los muelles del Terminal.
7. El esquema descrito para las maniobras de Amarre y Desamarre, obedecen a situaciones ideales, por lo tanto las Posiciones y Rumbos mencionados para el Acercamiento, Transito por Área Restringida (Aproximación), Escape, Amarre, Desamarre y Alejamiento, no son rígidas, las mismas podrán ir siendo modificadas según las exigencias de mar y viento en un momento determinado, debiendo preverse que mientras la nave se encuentre afectada por una determinada dirección del viento, corriente u ola, deberá actuarse en esta dirección (llevar la nave hacia estas fuerzas para compensar su accionar).  
Las descripciones antes indicadas, no eximen de poder recurrir a otros manejos o artificios que a juicio del Práctico designado para la maniobra de Amarre y Desamarre lo crea conveniente, considerándose la posibilidad de alterar la secuencia de colocación/retiro de línea/s hacia/del muelle.
8. Durante la carga, de presentarse variaciones en las condiciones de mar y viento, que a criterio del Representante del Terminal lo ameriten, podrá exigirse la presencia de un Práctico Marítimo autorizado quien deberá permanecer embarcado durante el tiempo que permanezca amarrada la nave bajo estas condiciones con la finalidad de asesorar al Capitán sobre el comportamiento de la nave amarrada y sus amarras, en las condiciones de mar y viento imperantes, así como también encontrarse listo para desamarrar la nave.

9. Considerándose que las características de maniobra de la nave (diámetro táctico, capacidad de mantener una determinada proa a una determinada velocidad, etc.), la acción del mar (corriente, oleaje) y viento afectan cuando la velocidad de la nave se reduce cada vez más, se debe prever que estas fuerzas afectarán en mayor o menor medida cuando la acción del mar (oleaje, corriente) y principalmente la dirección del viento incidan por la banda de estribor/babor, debiéndose compensar estas fuerzas llevando la nave hacia estribor/babor evitando la deriva de la nave hacia babor/estribor fuera de la zona que permita el calado de la nave en ese momento.
  
10. Si durante el Acercamiento y Tránsito por Área Restringida se apreciara que se presentará algún impedimento a causa de la nave que nos exija abortar la maniobra (inercia no controlable, rumbo no apropiado a pesar de contarse con todos los elementos que intervienen en la maniobra), ya que podríamos llegar a profundidades peligrosas (por debajo del calado máxima de la nave) o a tocar faroletes, rompeolas o muelles, se deberá Abortar la maniobra con ayuda de remolcadores, maquinas, y timón, de forma tal que la nave se aleje de las instalaciones del Terminal Portuario Callao y las naves acoderadas, considerándose que con autorización de Tramar podría fondearse la nave dentro de la rada interior, hasta que se subsanen los motivos que originaron abortar o suspender los movimientos de la nave.

#### RELACIÓN DE ANEXOS

1. Anexo Uno (1).- Plano S/TPCM6-1.- (PLANO DE UBICACIÓN DEL TERMINAL PORTUARIO CALLAO, QUE INCLUYE MUELLE 6, MOSTRANDO ÁREA DE ESTUDIO)
2. Anexo Dos (2).- Plano S/TPCM6-2a.- MANIOBRA DE AMARRE AL MUELLE 6 DEL TERMINAL PORTUARIO CALLAO CON NAVE DE 228 M. DE ESLORA, 32.20 M. DE MANGA ( )
3. Anexo Tres (3).- Plano S/TPCM6-2b.- (MANIOBRA DE DESAMARRE DELL MUELLE 6 DEL TERMINAL PORTUARIO CALLAO CON NAVE DE 228 M. DE ESLORA, 32.20 M. DE MANGA)
4. Anexo Cuatro (4).- Plano S/TPCM6-3a.- (MANIOBRA DE AMARRE AL MUELLE 6 DEL TERMINAL PORTUARIO CALLAO CON NAVE DE 161 M. DE ESLORA, 23.50 M. DE MANGA)
5. Anexo Cinco (5).- Plano S/TPCM6-3b.- (MANIOBRA DE DESAMARRE DELL MUELLE 6 DEL TERMINAL PORTUARIO CALLAO CON NAVE DE 161 M. DE ESLORA, 23.50 M. DE MANGA)
6. Esquema de amarre para naves de 60,000 DWT y naves de 25,000DWT



**RAUL RIVERA JIMENEZ**  
**INGENIERO CIVIL**  
**CIP 3623**

**SEHIDRO S.C.R.L.**  
César Del Carmen De La Torre  
DIRECTOR

## SECCION VI

### DETERMINACIÓN DE LAS CONDICIONES METEOROLÓGICAS, OCEANOGRÁFICAS Y DE FALTA DE APOYO QUE CONSTITUYAN LIMITES O CONDICIONES INSEGURAS.



SEHIDRO S.C.R.L.  
César Del Carmen De La Torre  
DIRECTOR

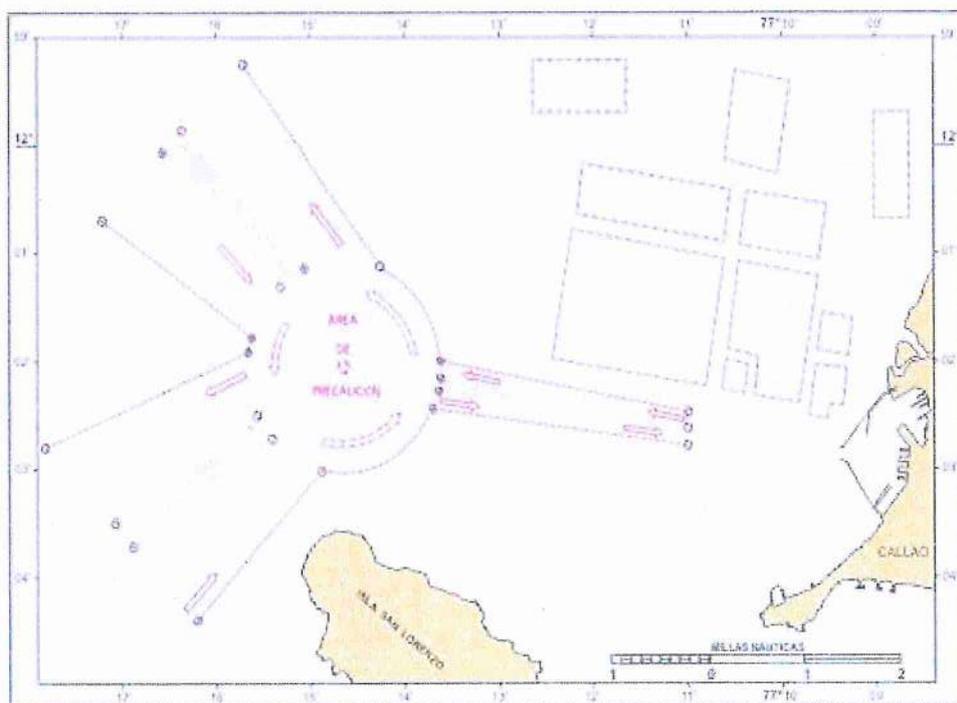
RAUL BIAS JIMENEZ  
INGENIERO CIVIL  
CIP 3623

### 6.1. Señalización Náutica

Las disposiciones sobre este particular, están contenidas en el Reglamento de Señalización Náutica HIDRONAV-5111 Edición 2003 de la Dirección de Hidrografía y Navegación.

El muelle contara con DOS (02) luces de color rojo colocadas sobre postes de 5 m. de altura sobre la plataforma.

### ESQUEMA DE SEPARACION DEL TRAFICO MARITIMO PARA EL INGRESO AL TERMINAL MARITIMO DEL CALLAO



### 6.2. Personal de maniobristas

Para el ingreso y salida al muelle, se ha previsto emplear un grupo de maniobristas conformado de la siguiente manera:

- UN (01) Jefe del grupo de maniobristas.
- DOS (02) maniobristas en cada una de las BITAS de amarre, en total CATORCE (14).
- DOS (02) maniobristas - Técnicos en primeros auxilios que permanecen en las embarcaciones auxiliares pasando los cabos desde el buque a las bitas de amarre

**6.3. Limitaciones en líneas de amarre**

Las indicadas por el fabricante en lo relativo a la resistencia de materiales. Se tendrá en cuenta la resistencia de amarras simples, de amarras dobles y el número de amarras requeridas para el tipo de buque y el estado del mar.

**6.4. Limitaciones por condiciones de mar y de viento**

Las indicadas por el fabricante en lo relativo a la resistencia de materiales de los elementos que conforman el sistema de amarre.

**6.5. Acciones a tomar en caso de braveza con nave amarrada al Muelle**

En el caso de pronósticos de bravezas, el práctico designado deberá permanecer abordo durante todo el tiempo que tome la operación de carga.

**6.6. Factores que intervienen en las maniobras en el amarradero.**

Se evalúan todos los factores involucrados en la operación de un Terminal Marítimo, así como los riesgos implícitos en el ingreso y salida del amarradero, los puntos a tratar son:

- Factores que afectan al incremento o pérdida de velocidad de los buques que ingresan o salen del amarradero.
- Incremento o pérdida de velocidad para la aproximación al amarradero
- Factores que determinan la energía cinética de buques
- Desplazamiento y maniobrabilidad
- Maniobra en aguas poco profundas
- Maniobra del buque con arrancada atrás
- Condiciones del buque y del medio ambiente que afectan las propiedades de maniobra del buque: calado y asiento, escora, velocidad, viento y corrientes.
- Maniobra dentro del amarradero, máquina atrás - buque con arrancada adelante, fuerzas y su análisis.
- Maniobra de ingreso al amarradero con apoyo de remolcadores.

**6.7. Condiciones del buque y del medio ambiente que afectan las propiedades de maniobra del buque.**

Son varias las condiciones transitorias que afectan las propiedades de maniobra de los buques que ingresan o salen de un amarradero, y entre las más importantes se distinguen los siguientes:

- 1) Calado y Asiento
- 2) Escora
- 3) Velocidad
- 4) Viento
- 5) Corrientes

### Calado y Asiento en la Maniobra

En buques tanque, hay una diferencia muy grande entre sus diámetros tácticos estando cargados, a media carga o en lastre. Un buque de carga en su máximo desplazamiento tiene mayor calado y generalmente poca diferencia de asiento; su diámetro táctico es mucho mayor que estando sin carga (poco calado); además es perezoso para responder al timón.

Con el buque ligeramente asentado a popa, se hace mayor el diámetro táctico, pero el hecho de estar la pala del timón a mayor profundidad contribuye a mantener un buen gobierno cuando se navega a rumbo fijo.

Con el buque aproado probablemente disminuirá el diámetro táctico, pero el buque no responderá al timón con tanta facilidad como usualmente, y una vez que empiece a girar se hace difícil controlar ese giro, hace que el práctico tenga que efectuar la aproximación en forma perpendicular a la orientación del amarradero para fondear el ancla de estribor en el lugar adecuado, lo cual puede tornarse difícil si el viento reinante es fuerte, pudiendo ocurrir que no sea posible orientar la proa en el lugar apropiado para fondear, en cuyo caso tendrá que salir para volver a iniciar la aproximación, para lo cual se necesitará, teniendo en cuenta el diámetro táctico promedio de este tipo de buques una distancia libre, de por lo menos 750 metros.

El asiento afecta el punto de pivoteo del buque en los giros, trasladando ese punto hacia el extremo en que hay mayor calado.

### Escora

El efecto de la escora es dificultar el giro del buque hacia la banda a que está escorando; en cambio ayuda al giro hacia la banda contraria. Una escora a babor reduce el diámetro táctico si el giro es por estribor, y viceversa.

### Velocidad

A mayor velocidad, mayor es el diámetro táctico. Sin embargo, en los buques modernos, con modernos timones, éstos son más eficientes usados a grandes velocidades y ángulos de timón mayores.

### Viento

El viento reinante, tiene una dirección prevaleciente desde el Sur y su velocidad va en aumento desde el orto, hasta alcanzar un promedio de 4 a 8 metros por segundo durante el día.



FECHA DE ELABORACIÓN: OCTUBRE 2011

PÀGINA 77

En la mayor parte de los buques el punto de pivoteo se halla aproximadamente a un tercio de la eslora, contando desde la proa, cuando el buque en la

aproximación recibe el viento por estribor y cuando sale del amarradero lo recibe por babor, de modo que la presión sobre el área tan grande situada a popa de ese punto hace caer al buque proa al viento (orzar), esta situación unida al efecto de deriva hace que el buque tenga que tomar una posición lo más a sur posible antes de la aproximación al amarradero cuando el viento es fuerte.

A partir del momento en que el buque fondea el ancla de estribor, da marcha atrás a media fuerza o a toda fuerza según la inercia de buque, que se determina previamente de acuerdo con la velocidad del viento, lo cual producirá un giro de la proa hacia estribor hasta tomas poca arrancada atrás.

Con arrancada atrás, el punto de pivoteo se corre a popa, situándose entre el centro del buque y la popa. Entonces la presión se ejerce sobre el área grande situada a proa de ese punto, y la tendencia resultante es llevar la proa en la dirección del viento, o sea la popa al viento. Este efecto depende mucho de las superestructuras del buque, así los petroleros, con castillaje en el centro o todo a popa, tienden a orzar y con mayor razón si todo está a popa; ésta actúa como si el buque tuviera cazada una vela a proa.

Por tal razón para girar un buque de ese tipo en un espacio restringido, habiendo viento fuerte del sur y estando el buque con la proa hacia tierra durante la aproximación al amarradero, lo más conveniente es operar la máquina con timón hacia donde se desee girar; cuando el buque arranca y empieza a girar a la banda deseada, se para la máquina y se da atrás con el timón a la vía, si es monohélice; la presión del viento sobre su obra muerta acelerará el giro a la banda deseada.

Si el buque se ve obligado a salir del fondeadero para repetir la maniobra, deberá dar un giro completo, la curva se deforma y se hace alargada en la dirección hacia adonde va el viento; en los cuadrantes del giro en que está atravesado casi al viento, abate y sufre la resistencia del mismo mientras cae, hasta recibirlo por su proa.

Al comienzo de la maniobra, el viento opuso resistencia a la popa, en la caída contra su dirección; también produjo abatimiento en su dirección. Por tales razones, la curva de giro resulta deformada en la dirección hacia adonde va el viento; estas propiedades de la curva de maniobra hace que se requiera un mayor espacio de maniobra en la dirección Norte - Sur del amarradero.

Los efectos del viento son mayores cuando es poca la velocidad y cuando más en lastre se halle el buque; en este caso su efecto sobre la proa es muy grande. Al reducir la velocidad y al pararse recibirá al viento probablemente por el través.

Si la proa está muy en el aire, ella constituye una vela a proa equilibrando a la de popa; en general, la posición del buque al detenerse dependerá de la posición de su castillaje y de las áreas a proa y popa expuestas al viento. El calado influirá en gran parte sobre esa posición.

Si el buque está en reposo, con buen tiempo, el punto de pivoteo se halla entre su centro de gravedad y el centro del área de su perfil sumergido.

En general se halla a proa del centro de gravedad del buque y se mueve o desplaza hacia proa o popa con el asiento, hacia adonde el calado es mayor.

La deriva se produce en la dirección hacia adonde va el viento y afecta a los buques que ingresan al amarradero, aumentando su efecto a medida que se reduce la velocidad del barco y con el aumento del ángulo que el viento forma con la crujía del buque.

Si el buque se detiene con el viento por el través, comunica su movimiento al agua que lo rodea, arrastrando parte de ella en su deriva, constituyendo el buque y el agua una masa única; es la llamada masa aparente del buque, que se pone de manifiesto en los giros, en la fricción del agua contra el casco.

En el cálculo del momento polar de inercia respecto al eje vertical que pasa por el centro de gravedad del buque, se emplea la masa virtual o aparente del buque. Naturalmente, esos cálculos son de ingeniería, pero interesa al capitán y al práctico conocer cómo afecta a una guiñada la distribución longitudinal de los pesos.

Con mucho peso en sus extremos, el momento de inercia será mayor; entonces necesitará meter el timón a la banda contraria más tiempo para contrarrestar la guiñada. En cambio si la concentración de pesos está más próxima al centro de gravedad del buque, la inercia del buque en los giros será menor y se anulará con mayor facilidad la guiñada.

Tan pronto el buque arranque adelante o atrás, entra en aguas que no están en movimiento, no abaten con él, en tal forma se reduce la deriva.

### ***Corrientes y Corrientes de Marea***

Las condiciones de maniobra de un buque no varían si lo afecta una corriente existente en el área de maniobra cuya velocidad sea uniforme, lo mismo que su dirección. Maniobrando para ingresar o salir del amarradero, debe tomarse en cuenta el abatimiento o deriva que sufrirá el buque en el caso de que sea influido por una corriente.

Es frecuente, que en lugares poco distantes de la costa y en lugares abrigados respecto del viento, la corriente cambie de dirección e intensidad, sea al entrar al Antepuerto o al entrar a las Dársenas u otros lugares restringidos; la proa puede estar afectada por una corriente mientras que la popa está en aguas tranquilas o viceversa.

#### **6.8. Permanencia en amarradero del muelle de minerales**

Teniendo en cuenta los resultados del estudio de olas, la estadística de bravezas en el puerto del Callao y las experiencias de los prácticos que operan en la zona, se considera que solo será necesario interrumpir las operaciones en los amarraderos en casos de bravezas fuertes y muy fuertes.

#### **Permanencia en Amarraderos de los muelles 7A y 5C versus permanencia por efecto del oleaje**

En situaciones de braveza moderada y de braveza fuerte, se debe interrumpir las operaciones de carga y sacar el barco del amarradero.

Nota. La opinión del práctico prevalece sobre otras consideraciones.

SEHIDRO S.C.R.L.  
César Del Carmen De La Torre  
DIRECTOR



RAUL RIBO JIMENEZ  
INGENIERO CIVIL  
CIP 3623

## SECCION VII

### CONCLUSIONES GENERALES

**RAUL RIOS AIMENEZ**  
**INGENIERO CIVIL**  
CIP 3623

  
SEHIDRO S.C.R.L.  
César Del Carmen De La Torre  
DIRECTOR

## 7. Conclusiones.

### 7.1. Necesidad de remolcadores.

Según se puede observar en los cuadros de resultados de los cálculos de bollard pull necesarios para DOS (02) tipos de barcos, diferentes condiciones de carga y diferentes condiciones de medio ambiente, se puede observar que con el bollard pull que se propone (40 BHP) es posible operar, durante las maniobras de Atraque, con todos los barcos indicados en el cuadro del anexo 3.

### 7.2. Necesidad de prácticos marítimos

Las maniobras en el Terminal marítimo con buques de más de DOSCIENTOS (200) m. de eslora, según las circunstancias, pueden ser asistidas por DOS (02) prácticos marítimos registrados en DICAPI y con experiencia en la zona.

### 7.3. Amarraderos

Muelle	Profundidad
Minerales	14.00 metros.
7 A	34 pies.
5 B	36 pies
5 C	34 pies.
1 B	34 pies.
2 A	31 pies
2 B	32 pies.
3 A	33 pies
3 B	33 pies.
4 A	34 pies
4 B	33 pies.



**RAUL RIOS JIMENEZ**  
**INGENIERO CIVIL**  
**CIP 3623**

**SEHIDRO S.C.R.L.**  
César Del Carmen De La Torre  
DIRECTOR

#### 7.4. Permanencia de Practico Abordo.

Teniendo en consideración el Estudio de Olas, estadística de bravezas y experiencia de los prácticos que operan en la rada interior del Callao, se ha determinado que no es imprescindible que los barcos dejen los amarraderos aun en condiciones de bravezas fuertes.

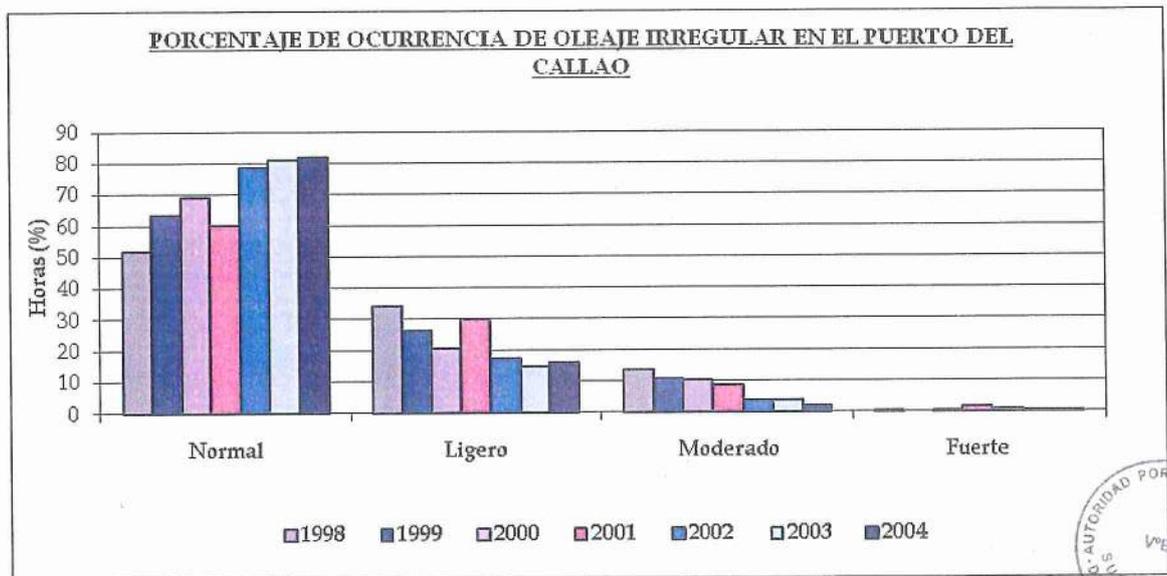
En casos de vientos fuertes y de bravezas muy fuertes, a juicio de la Autoridad Portuaria y del operador del muelle, pueden disponer la interrupción de las operaciones, en cuyo caso, los prácticos de guardia en el terminal, se hacen cargo de las maniobras de salida.

#### 7.5. Permanencia en Amarraderos versus efecto del oleaje y del Viento

Teniendo en consideración el Estudio de Olas, estadística de bravezas y experiencia de los prácticos que operan en la rada interior del Callao, se ha determinado que no es imprescindible que los barcos dejen los amarraderos aun en condiciones de bravezas fuertes.

En casos de vientos fuertes y de bravezas muy fuertes, a juicio de la Autoridad Portuaria y del operador del muelle, pueden disponer la interrupción de las operaciones.

#### 7.6. Estadística de Bravezas del mar en el Callao



**RAUL RIOS JIMENEZ**  
INGENIERO CIVIL  
CIP 3623

**SEHIDRO S.C.R.L.**  
César Del Carmen De La Torre  
DIRECTOR

**7.7. Resumen de Vientos**

**DISTRIBUCION DE FRECUENCIAS DE DIRECCION Y VELOCIDAD DEL VIENTO**

Periodo: 01 Enero al 31 Diciembre 2004

Estación: Aeropuerto  
CORPAC del Callao

Velocidad:  
m. / seg

FF	0.000- 1.000	1.001 2.000	2.001 3.000	3.001- 4.000	4.001 5.000	5.001 6.000	6.001 7.000	7.001- 8.000	> 8.000	Sub Total	Frec. %
DD											
Frec. %	5.2	20.0	28.5	22.5	13.5	6.4	2.8	0.9	0.1		100.0

**7.8. Resumen sobre los cálculos del bollard pull para los remolcadores que operaran con las naves que amarran o desamarran en el muelle 6.**

Los cálculos de bollard pull para DOS (02) tamaños de barcos en diferentes condiciones de carga y para OCHO (08) condiciones de medio ambiente, vientos, olas y corriente (moderada y fuerte) han sido realizados tomando como referencia la Guía autorizada por la OMI "Tug use in Ports" de Henk Hensen y las mediciones oceanográficas disponibles, a saber:

**a. Olas:**

- altura significativa condición 5 : 0.50 m.
- altura significativa condición 6 : 0.60 m.
- altura significativa condición 7 : 0.70 m.
- altura significativa condición 8 : 0.80 m.

**b. Corrientes : 20 cm/seg.**

**c. Vientos:**

- Condición 5 : 19 nudos
- Condición 6 : 24.5 nudos
- Condición 7 : 30.5 nudos
- Condición 8 : 37 nudos

**d. Bollard pull barco 60000 DWT full;**

- Condición 5 : 12.3 BP
- Condición 6 : 18.4 BP
- Condición 7 : 26.4 BP
- Condición 8 : 36.7 BP



**RAUL RIOS VIMENEZ**  
**INGENIERO CIVIL**  
**CIP 3623**

**SEHIDRO S.C.R.L.**  
César Del Carmen De La Torre  
DIRECTOR

**7.9. Conclusiones sobre las maniobras en el muelle 6 , respecto de los otros amarraderos 5C y 7A.**

- a. Las operaciones en el muelle 6 no afectan las maniobras en los muelles 5C ni 7A. Ver planos.
- b. La presencia del muelle 6, no afecta a las maniobras ni las condiciones de operatividad de los muelles próximos, en particular sobre el Muelle 5C y muelle 7A. Ver planos
- c. Las distancias perpendiculares promedio entre la trayectoria de ingreso al muelle N° 6 y los muelles más cercanos son:
  1. Al muelle 7 A: 200 m. con buque amarrado.
  2. Al muelle 5 C: 220 m. con buque amarrado.

**7.10. Interferencia entre las maniobras en los muelles N° 6, muelle 5C y muelle 7A.**

Como resultado del análisis de las descripciones de las maniobras en los TRES (03) muelles evaluados y de la observación de los planos correspondientes, se ha determinado que, teniendo en consideración que el ingreso a estos muelles será secuencial, es decir un barco a la vez por muelle, no habrá ninguna interferencia con los buques amarrados en los muelles mencionados.

**7.11. Necesidad de Dolpines para el amarre de la nave de 60000 DWT.**

No es necesario el uso de dolphines en el muelle 6. Ver plano donde se muestra la disposición de bitas y cornamusas para el amarre de la embarcación mas grande de 228 m. de eslora.

**7.12. Área de Dragado para las maniobras de ingreso al muelle N° 6.**

El área de dragado propuesta por el diseñador del muelle, se considera adecuada en lo referido al tamaño y ubicación.

**7.13. Aspectos de señalización náutica:**

En el plano se han colocado 2 luces rojas sobre postes metálicos a 5 m. de altura sobre la plataforma y a 15 m. de cada vértice norte y sur en ángulo de 45 grados.



**RAUL RIBO LIMENEZ**  
**INGENIERO CIVIL**  
CIP 3623

**SEHIDRO S.C.R.L.**  
César Del Carmen De La Torre  
DIRECTOR

## SECCION VIII

# RECOMENDACIONES

**RAUL RIOS VIMENEZ**  
**INGENIERO CIVIL**  
**CIP 3623**



**SEHIDRO S.C.R.L.**  
*[Signature]*  
**César Del Carmen De La Torre**  
**DIRECTOR**

## 8. Recomendaciones

### 8.1. Requerimiento de embarcación auxiliar (Practico y para emergencias)

En razón de las características del estado del mar dentro de la rada Interior del Callao (de la zona protegida por rompeolas), se recomienda una embarcación de buena capacidad de maniobra, para brindar seguridad al embarque y desembarque del practico en la bahía, en particular esta habilidad se consigue con una embarcación con 2 hélices (mayor maniobrabilidad) y en lo posible con casco de madera para que sea más ligera.

### 8.2. Requerimiento de remolcadores

Las maniobras en el muelle de Minerales N° 6 con buques de hasta 228 m. de eslora deben ser asistidas por DOS (02) remolcadores de aprox. **40 BHP** que participan directamente de las maniobras según lo requiera el práctico.

Ver anexo 3 con los cuadros resumen de resultados de cálculos de bollard pull. En particular para el ingreso al amarradero para la Maniobra de Atraque, cuyo resumen se muestra a continuación.

NAVE TIPO	CONDICIONES METEOROLOGICAS (Corrientes 0.2 m/s en todos los casos)	DEMANDA DE BOLLARD PULL PARA CONDICIONES METEOROLOGICAS , CONDICION 5 Y CONDICION 6		
		Lastre	Media carga	Carga máx.
MINERALERA 60000 DWT	5 (vientos 19 m/s. Olas 0.5 m.)	25.4	23.4	20.1
	6 (Vientos 24.5 m/s. Olas 0.6m.)	<b>39.6</b>	35.3	28.5
MINERALERA 15000 DWT	5 (vientos 19 m/s. Olas 0.5 m.)	17.1	15.0	12.3
	6 (Vientos 24.5 m/s. Olas 0.6m.)	26.9	23.1	18.4

### 8.3. Requerimiento de DOS (02) prácticos marítimos

Se ha previsto que las maniobras en el Terminal marítimo, para barcos de más de 200 m. de eslora, deben ser asistidas por DOS (02) prácticos marítimos registrados en DICAPI y con experiencia en la zona.

### 8.4. Permanencia a bordo del o de los prácticos en caso de pronóstico de bravesas de mar o de vientos fuertes

Teniendo en consideración el Estudio de Olas, estadística de bravesas y experiencia de los prácticos que operan en la rada interior del Callao, se ha determinado que no es imprescindible que los barcos dejen los amarraderos aun en condiciones de bravesas fuertes.

En casos de vientos fuertes y de bravesas muy fuertes, a juicio de la Autoridad Portuaria y del operador del muelle, pueden disponer la interrupción de las operaciones, en cuyo caso, los prácticos de guardia en el terminal, se hacen cargo de las maniobras de salida.

#### 8.5. Cuidado con los cabos de amarre

La vigilancia de las tensiones de trabajo de los cabos de amarre debe ser una tarea permanente. Las variaciones de mareas, intensidad y dirección del oleaje, los vientos y las corrientes ejercerán diferentes empujes en la nave amarrada que deben ser compensadas manejando adecuadamente las tensiones de los elementos de amarre.

#### 8.6. Cables de emergencia

De acuerdo a lo recomendado tanto en el Foro Internacional de operadores de buques tanque y gaseros (OCIMF y ISGOTT), como por la Organización Marítima Internacional (OMI), por seguridad, deben existir permanentemente cables de acero colgando tanto en la zona de proa como en la zona de popa, de manera tal que en caso de una emergencia los remolcadores puedan desatracar el buque en el menor tiempo posible.

Para buques de 20,000 a 100,000 DWT se recomienda cable de 28 mm. de espesor y 45 m. de longitud, con límite de rotura de 100 Ton.

#### 8.7. Limitaciones de operación del Terminal

Teniendo en consideración el Estudio de Olas con los rompeolas de protección (Rada Interior del Callao), se recomienda que los barcos deben dejar los amarraderos solo en condiciones de bravesas fuertes y muy fuertes.

En casos de vientos fuertes, o cuando la Autoridad Portuaria de la localidad así lo indica, o a juicio del operador del muelle, se puede disponer la interrupción de las operaciones.

Nota. La opinión del práctico prevalece sobre otras consideraciones.

#### 8.8. Área de Dragado para las maniobras de ingreso al muelle N° 6.

Se recomienda mantener el área de dragado propuesta por el diseñador del muelle.



SEHIDRO S.C.R.L.  
César Del Carmen De La Torre  
DIRECTOR

RAUL RIBO JIMENEZ  
INGENIERO CIVIL  
CIP 3623

## 9. Bibliografía

- 9.1. Derrotero de la Costa Peruana, Volumen I, HIDRONAV-34. Editada por la Dirección de Hidrografía y Navegación, DHN.
- 9.2. Tabla de Mareas para 2010; HIDRONAV-5023. Editada por la DHN.
- 9.3. Reglamento de Señalización Náutica, Publicación HIDRONAV-5111, 3ra. Edición 2003 por la DHN.
- 9.4. Cartografía producida por la Dirección de Hidrografía y Navegación de la Marina.
- 9.5. Normas y recomendaciones de la Organización Marítima Internacional, OMI.
- 9.6. Normas y recomendaciones de la Organización Hidrográfica Intergubernamental, OHI.
- 9.7. Normas y recomendaciones del Asociación Internacional de Autoridades de Faros, IALA.
- 9.8. Sailing Directions for South America U.S.A.
- 9.9. Texto Único de Procedimientos de la Marina de Guerra del Perú, TUPAM-15001 edición Julio 2005.

SEHIDROS S.C.R.L.  
César Del Carmen De La Torre  
DIRECTOR

RAUL RIBS NIMENEZ  
INGENIERO CIVIL  
CIP 3623



## SECCION IX

## ANEXOS



**RAUL RIOS JIMENEZ**  
**INGENIERO CIVIL**  
**CIP 3623**

**SEHIDRO S.C.R.L.**  
*CME*  
César Del Carmen De La Torre  
DIRECTOR

**Anexos:**

1. Glosario de términos
2. Resumen de resultados de los cálculos de Bollard Pull.
3. Planos

RAUL RIOS JIMENEZ  
INGENIERO CIVIL  
CIP 3623

SEHIDRO S.C.R.L.  
*am*  
César Del Carmen De La Torre  
DIRECTOR



ANEXO 1

GLOSARIO DE TERMINOS

**ANCLA**.- Instrumento de hierro o acero que, cuando la embarcación fondea, se lanza al mar para hacerla firme al fondo y evitar que sea arrastrada.

**ARGANEO**.- Argolla de hierro situada en el extremo superior de la caña del ancla y en la que se tiene la cadena.

**AUTORIDAD MARÍTIMA**.- Es el Director General de Capitanías y Guardacostas, quien para el ejercicio de sus funciones cuenta con los Distritos de Capitanías, Capitanías de Puerto, Puestos de Control de Capitanías y Unidades Guardacostas.

**AUTORIDAD PORTUARIA**.- Es el Presidente del Directorio de la Autoridad Portuaria Nacional - APN

**BOYA**.- Artefacto flotante sujeto al fondo acuático que sirve para el amarre de naves, señalización náutica y otros fines.

**BOYARIN**.- Boya de pequeñas dimensiones o flotador.

**BOYA DE AMARRE**.- Boya utilizada para amarrar naves.

**BUQUE**.- Construcción naval destinada a navegar, cualquiera sea su clase y con un Tonelaje de Registro Bruto, igual o mayor a 100 TRB. Incluidas sus partes integrantes y partes accesorias, tales como aparejos, repuestos, pertrechos, máquinas, instrumentos y accesorios que sin formar parte de la estructura misma de la nave se emplean en su servicio, tanto en el mar como en el puerto.

**DOLPHIN**.- Estructura normalmente conformada por un bloque de concreto apoyado sobre pilotes, que es parte de un terminal marítimo y se utiliza para colocar bitas o ganchos de amarre y/o defensas.

**DESPLAZAMIENTO**.- Es el peso total del volumen de agua desalojado por el casco de una nave.

**DESPLAZAMIENTO MÁXIMO**.- Es el peso del volumen de agua desalojado por el casco a carga máxima.

**DESPLAZAMIENTO EN ROSCA O LIVIANO**.- Es el peso del volumen de agua desalojado por el casco de una nave cuando este se encuentra completamente descargado y sin combustible ni pertrechos.



RAUL RIBS JIMENEZ  
INGENIERO CIVIL  
CIP 3623

SEHIDRO S.C.R.L.  
César Del Carmen de La Torre  
DIRECTOR

**ETA.**- Viene de **Estimated Time of Arrival**, se llama así a la hora que el Capitán de la nave estima llegará a un punto o Puerto determinado.

**ETD.**- Viene de **Estimated Time of Departed**, se llama así a la hora que el Capitán de la nave estima zarpará de un punto o Puerto determinado.

**EMBARCACIÓN.**- Construcción Naval menor de 100 Toneladas de Registro Bruto (TRB), susceptible de locomoción en el agua, cualquiera que sea su característica.

**SPRING.**- Línea de amarre (Cabo o cable) de un buque, dado hacia la popa si el punto firme a bordo está a proa y al revés, hacia proa, cuando el firme se halla a popa. Es un importante cabo de maniobra, tanto para abrir el buque de un muelle como para detener su arrancada en uno u otro sentido. Género de cable que trabaja en sentido contrario al de los cabos denominados **largos**, sea más a popa o proa del firme en los propios puntos.

**LARGO.**- Línea de amarre (Cable o cabo) de un buque, dado hacia la proa si el punto firme a bordo está a proa y al revés, hacia popa, cuando el firme se halla a popa. Cable o cabo de amarre que trabaja en sentido contrario al de los cabos denominados **spring**.

**TRAVÉS.**- Línea de amarre (Cable o cabo) de un buque dado perpendicular o casi perpendicular a su crujía.

**JIBILAY.**- Viene de give me the line (en inglés), se le llama así a un cabo de pequeño diámetro sujeto a un extremo con una piña o bulto pesado que sirve para bolear y lanzar desde la nave hacia el muelle u otro con la finalidad de que, amarrando el cabo de amarre en su otro extremo pueda ser llevado al muelle u otro para agilizar el amarre de la nave u otro fin.

**NAVE.**- Es el término común utilizado al referirse a buque, embarcación y artefacto naval en forma conjunta o parcial de más de una.

**REMOLCADOR.**- Buque de poco porte, con una fuerza desproporcionada al tonelaje del casco y que se emplea para remolcar otros buques. Los hay de salvamento, de puerto y de alta mar. Para el apoyo de las maniobras en los Terminales Portuarios o Multiboyas o mixtos, usualmente se usa el remolcador (de puerto) para empujar o jalar la nave desde el punto de aplicación que el práctico determine (empujando dando adelante o jalando dando atrás con cabo de remolque asegurado en la proa del remolcador o jalando dando adelante con cabo de remolque al gancho).

**REMOLCAR.**- Llevar algún buque o artefacto flotante tirando de él por medio de cabos o cable preparado al efecto.

**TIPOS DE NAVES DE CARGA:**

1. De Carga General
2. Graneleras
3. Metaleros (Minerales)
4. Petroleras (Tanques)
5. Metaleras-Petroleras (OBO)
6. Gaseras (GAS CARRIERS)
7. De Productos Químicos o Quimiqueras (Chemical)
8. De contenedores (CONTEINERAS) (Container)
9. De Carga Rodante (Ro-Ro)
10. Frigoríficas (Reefer)
11. Multipropósito (Multi-purpose)

**TERMINAL.**- Se llama así a las instalaciones marítimas capaces de recibir (atraque-amarre) naves (muelles, amarraderos o mixtos), con la finalidad de cargar o descargar productos.

**TIPO DE TERMINALES.**

1. Muelles.- Construcción levantada sobre pilotes a orillas de un río, alrededor de un dársena o a lo largo de la costa. Ejemplo: Muelle 5 del Terminal Portuario Callao.
2. Multiboyas.- Grupo de boyas de amarre que sirven para asegurar una nave en una determinada posición con la finalidad de mantenerla lo mas fija posible para que le permita cargar o descargar un fluido o producto. Ejemplo; Terminal Multiboyas de QUIMPAC en Oquendo.
3. Monoboyas.- Boya de amarre que sirve para asegurar la proa de una nave y a través de la cual pasa una tubería o manga que sirve para conducir un fluido para ser cargado o descargado de la nave.
4. Mixto.- Conjunto de plataforma de carga o descarga y boyas de amarre. Ejemplo; Terminal Marítimo ANTAMINA.

**PRÁCTICO MARÍTIMO.**- Es el Capitán de la Marina Mercante Nacional, licenciado o titulado por la Autoridad Marítima como experto reconocido en el conocimiento de las Ayudas a la Navegación, condiciones meteorológicas, oceanográficas e hidrográficas, así como de sus efectos, en zonas de practica obligatorio específicas y preparado para asesorar a los Capitanes de las Naves, de acuerdo a lo que le faculta su título o licencias, en las maniobras de practica, para garantizar la seguridad de la vida humana en el mar, la seguridad de las naves, de su carga y sus instalaciones.



**MANIOBRAR**.- Efectuar una maniobra.

**MANIOBRA**.- Conjunto de reglas prácticas gracias a las cuales se llega a dominar el arte de saber dar a los buques las posiciones y movimientos requeridos por medio del timón y hélices.

**TONELAJE DE REGISTRO BRUTO (TRB)**.- Es el volumen de los espacios cerrados de la estructura del buque (Calculados de Acuerdo al Convenio Internacional sobre Arqueo de Buques 1969).

**TONELAJE DE REGISTRO NETO (TRN)**.- Es el volumen de todos los espacios de carga que hayan sido incluidos en el cálculo del Registro Bruto de un Buque (Calculados de Acuerdo al Convenio Internacional sobre Arqueo de Buques 1969).

**TONELAJE DE PESO MUERTO (TPM o Dead Weight Tonnage DWT)**.- Es la diferencia entre el desplazamiento del buque ligero y el desplazamiento a la línea máxima de carga, e incluye dotación, pasajeros, aprovisionamiento de víveres, repuestos, agua, petróleo y carga.

**RUMBO**.- Cada una de las divisiones de la Rosa Náutica.

**ROSA NÁUTICA**.- Llamada también Rosa de los Vientos y Rosa de los Rumbos, es una representación del horizonte mediante un círculo dividido en 32 partes iguales. Los radios correspondientes a cada una de estas divisiones son los rumbos o vientos.

**ISOBATA**.- Línea resultante de unir todos los puntos de la superficie que tienen la misma profundidad.

**FONDEAR**.- Dejar caer el ancla teniendo en cuenta el fondo, dirección y fuerza del viento, de la corriente, distancia a tierra o a otros buques, filando cadena necesaria para que el buque quede sujeto a ella.

**FONDEADERO**.- Paraje de profundidad suficiente para que puedan fondear los buques.

**CADENA**.- Conjuntos de eslabones unidos entre sí que se caracterizan por su resistencia a la tracción. Se fabrican en tramos de 12.5 brazas (inglesas) llamados grilletes.

**BRAZA**.- Medida de longitud equivalente a dos varas. La más comúnmente empleada es la braza inglesa (fathom) que mide 1.83 mts., la española 1.671 mts., y la francesa 2.127 mts.



**CABO.**- Denominación genérica de las cuerdas que se usan en los buques. Pueden recibir diversos nombres tales como: Braza, codera, driza, estacha, orinque, etc.

**CABLE.**-

- Cabo compuesto de cordones de hilo de acero, empleado en la jarcia firme como en la volante. Medida de longitud equivalente a 12 brazas, es decir 190.64 mts.
- En algunos países el cable posee longitudes diferentes, por ejemplo: el cable francés (200 mts.). Maroma gruesa por lo general de acero, pudiendo ser cáñamo, alambres, etc.

**ESTACHA.**- Espía, cable o cabo usado en varias faenas. Ejemplos: amarrar, dar remolque, etc.

**GAZA.**- Ojos que se forman en los cabos, alrededor de un guardacabo o sin nada, o alrededor de un palo.

**BOZA.**- Cabo hecho firme por uno de sus extremos o chicotes a una bita o cáncamo y por el otro, ligado (abozado) al cable o espía o cuerpo al que se esta halando, para que éste no ceda.

**BITA.**- Pieza en forma de columna o poste, de hierro y que está sólidamente fija a la cubierta de un buque o muelle. Sirve para hacer firme cabos, espías, cadenas, etc.

**NORAY.**- Bita de muelle.

**CORNAMUSA.**- Pieza de hierro que se utiliza para tomar vuelta los cabos.

**CRUJÍA.**- Línea o eje longitudinal de toda embarcación.

SEHIDRO S.C.R.L.  
*me*  
César Del Carmen De La Torre  
DIRECTOR

RAUL RIOS JIMENEZ  
INGENIERO CIVIL  
PIP 3623



**FACTORES CONSIDERADOS POR EL PRÁCTICO EN LA EJECUCIÓN DE UNA MANIOBRA EN UN PUERTO DETERMINADO.-**

1. **Viento.-** Su fuerza y dirección.
2. **Corriente.-** Su fuerza y dirección.
3. **Ola o tumbo.-** Altura de la ola, frecuencia y su dirección.
4. **Timón.-** Su ángulo y reacción ante determinada revolución (hélice) fija o ángulo de ataque de la hélice (hélice de paso variable).
5. **Anclas y cadenas.-** Peso y diámetro, ubicación de ancla en el fondo, la posición del tendido de cadena y como afecta en fuerza y dirección el trabajo de sus cadenas en el punto de apoyo del escobén.
6. **Boyas de amarre.-** Su posición de reposo y la posición de trabajo que asumirá cuando la nave se encuentre en posición final de amarre.
7. **Hélice.-** Tipo (Fija o paso variable), número y ubicación de la o las hélices (Bow thruster, Stern thruster, hélices propulsoras), velocidades de la nave, potencia de las máquinas, porcentaje de reacción de la marcha atrás versus la marcha adelante. Relación respecto al estado de la nave ya sea ligera, media carga o en carga.
  
8. **Líneas de Amarre.-** Clase (cable o cabos), su estado (trabajando con fuerza, sin fuerza o sin trabajar) y la dirección u orientación respecto al lugar de salida desde la nave y la posición geográfica de cada bita o cornamusa del muelle o cada boya de amarre.
9. **Muelle o Plataforma de Carga.-** La ubicación geográfica, profundidades en el área de maniobra, ubicación de los elementos que ayudan a amarrar una nave (bitas, cornamusas, etc.).
10. **Ayudas a la Maniobra.-** Remolcador (s) a usar y sus características, Lanchas de apoyo a la maniobra (para pasar líneas de amarre), equipo de gavieros disponibles.

SEHIDRO S.C.R.L.  
*César*  
César Del Carmen De La Torre  
DIRECTOR

RAUL RIVERA JIMENEZ  
INGENIERO CIVIL  
CIP 3623



ANEXO 2

CALCULOS DEL BOLLARD PULL

SEHIDRO S.C.R.L.  
*[Signature]*  
César Del Carmen De La Torre  
DIRECTOR

*[Signature]*  
RAUL RIOS JIMENEZ  
INGENIERO CIVIL  
CIP 3623



ANEXO 3

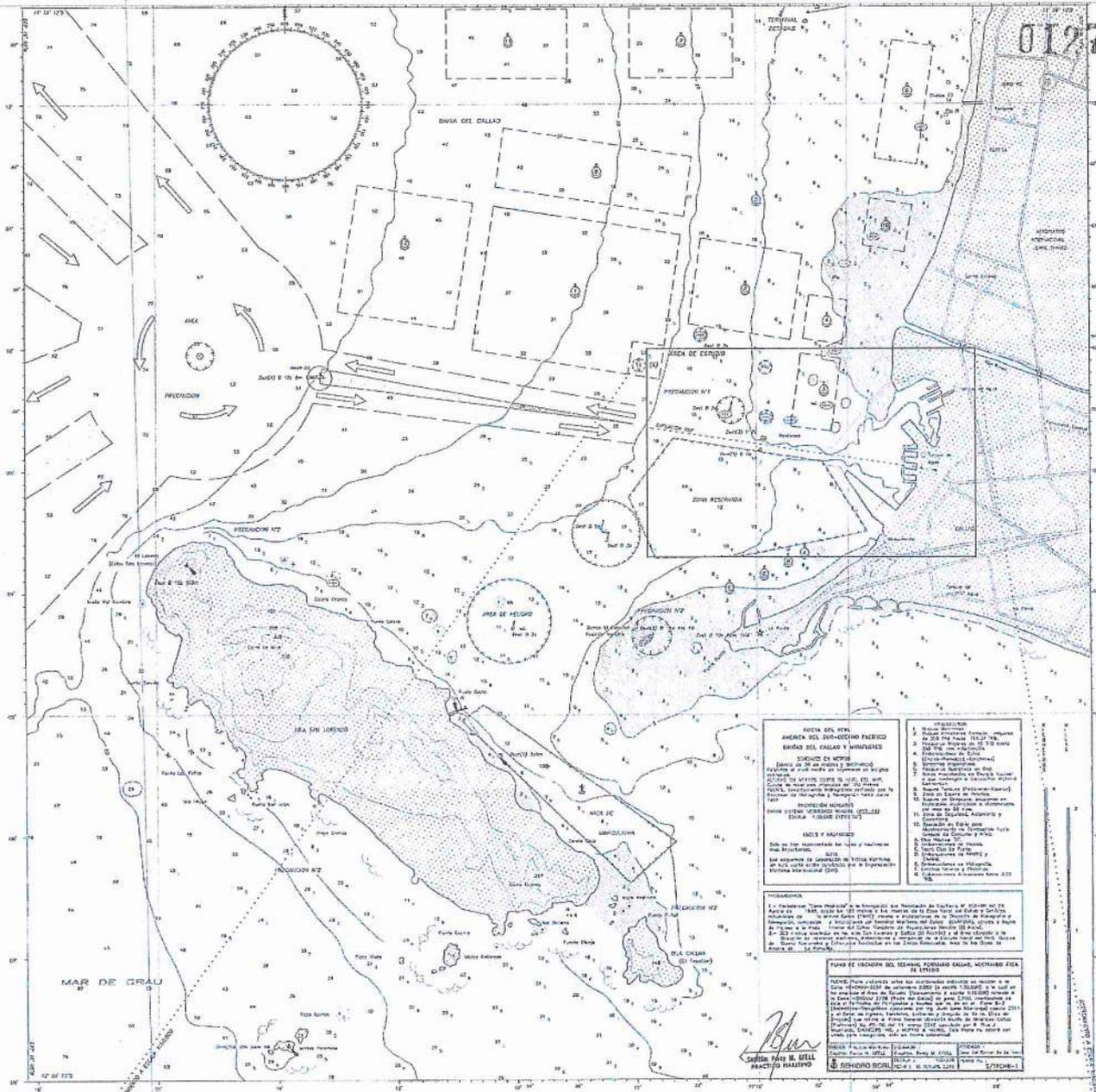
PLANOS

RAUL RIOS JIMENEZ  
INGENIERO CIVIL  
CIP 3623

SEHIDRA S.C.R.L.  
César Del Carmen De La Torre  
DIRECTOR



0127



**COSTA DEL NOROCCIDENTE DEL BAHIO DE CALLAO**  
**SECCION DE LA COSTA DEL NOROCCIDENTE DEL BAHIO DE CALLAO**  
**SECCION DE LA COSTA DEL NOROCCIDENTE DEL BAHIO DE CALLAO**

**SECCION DE LA COSTA DEL NOROCCIDENTE DEL BAHIO DE CALLAO**  
 Sección de la costa del noroeste del Bahío de Callao, desde el punto de partida hasta el punto de llegada.

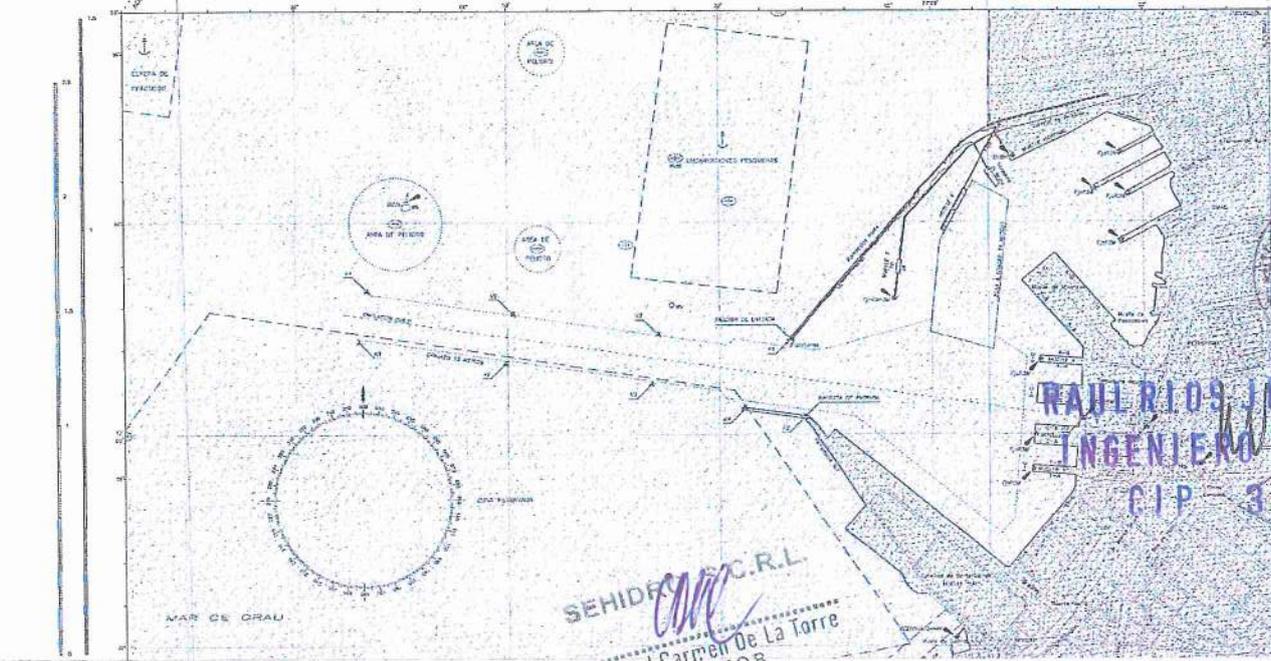
**SECCION DE LA COSTA DEL NOROCCIDENTE DEL BAHIO DE CALLAO**  
 Sección de la costa del noroeste del Bahío de Callao, desde el punto de partida hasta el punto de llegada.

**SECCION DE LA COSTA DEL NOROCCIDENTE DEL BAHIO DE CALLAO**  
 Sección de la costa del noroeste del Bahío de Callao, desde el punto de partida hasta el punto de llegada.

**SECCION DE LA COSTA DEL NOROCCIDENTE DEL BAHIO DE CALLAO**  
 Sección de la costa del noroeste del Bahío de Callao, desde el punto de partida hasta el punto de llegada.

**SECCION DE LA COSTA DEL NOROCCIDENTE DEL BAHIO DE CALLAO**  
 Sección de la costa del noroeste del Bahío de Callao, desde el punto de partida hasta el punto de llegada.

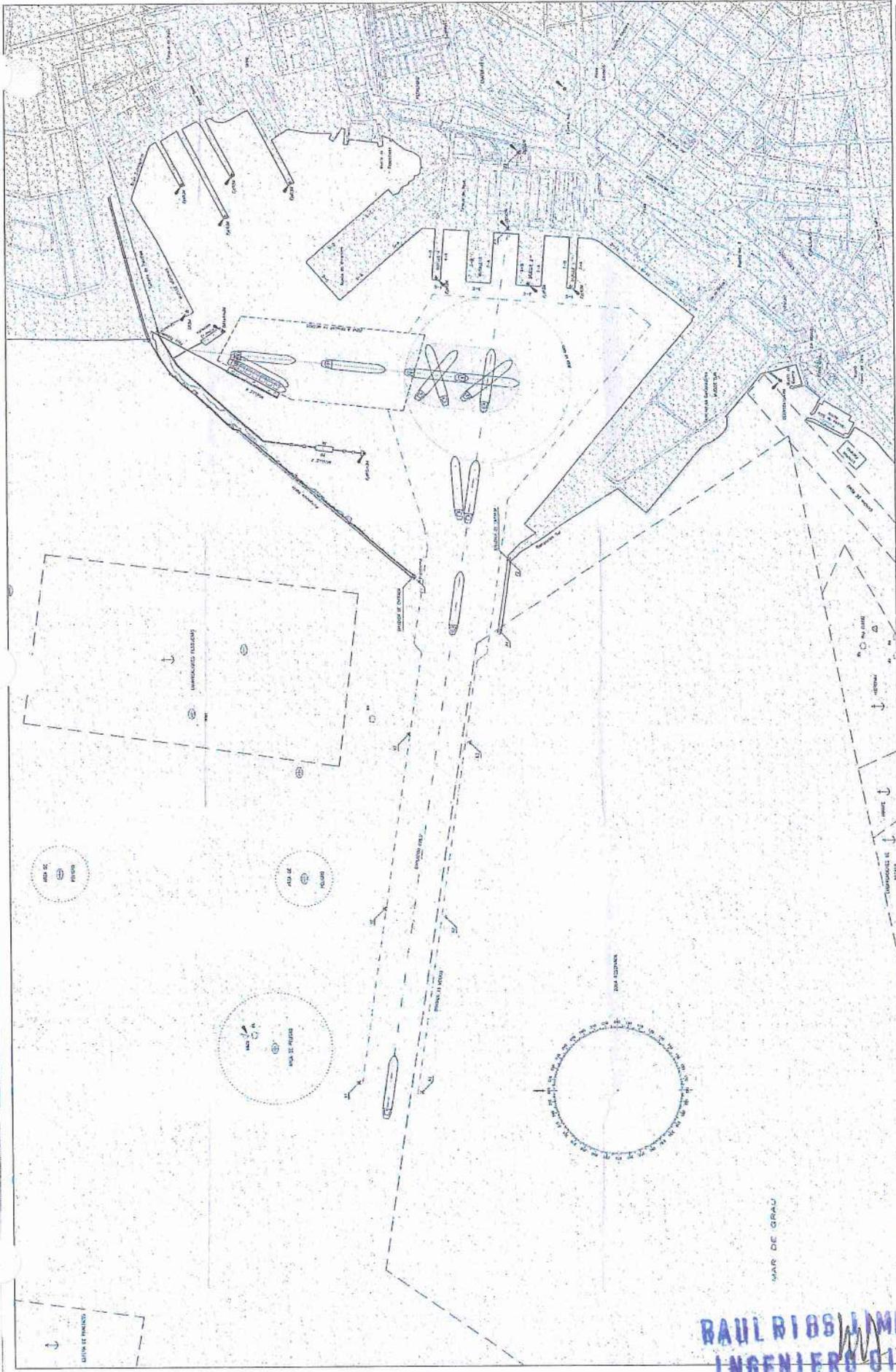
**SECCION DE LA COSTA DEL NOROCCIDENTE DEL BAHIO DE CALLAO**  
 Sección de la costa del noroeste del Bahío de Callao, desde el punto de partida hasta el punto de llegada.



**RAUL RIOS JIMENEZ**  
**INGENIERO CIVIL**  
**CIP - 3623**

**SEHIDE S.C.R.L.**  
*Cesar Del Carmen De La Torre*  
**Cesar Del Carmen De La Torre**  
**DIRECTOR**

**RAUL RIOS JIMENEZ**  
**INGENIERO CIVIL**  
**CIP 3623**



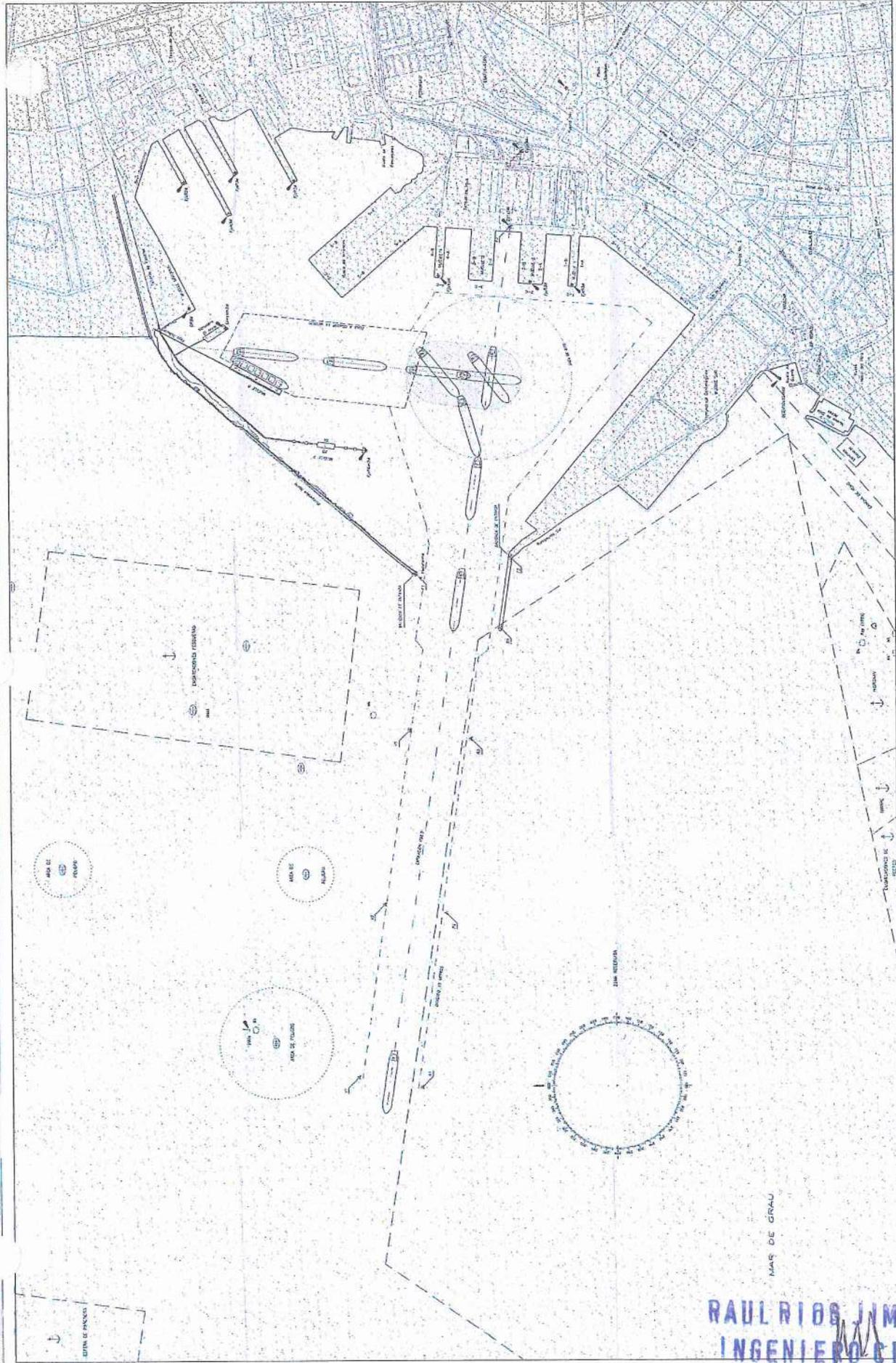
SEHIDRO S.C.R.L.  
 INGENIERIA CIVIL  
 CIP 3623

RAUL RIBS LIMENEZ  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 3623

SEHIDRO S.C.R.L.  
 Cesar Del Carmen De La Torre  
 DIRECTOR



RAUL RIBS LIMENEZ  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 3623



RAUL RIOS JIMENEZ  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 3623

SEHIDRO S.C.R.L.  
 Director

SEHIDRO S.C.R.L.  
 César Del Carmen De La Torre  
 DIRECTOR



RAUL RIOS JIMENEZ  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 3623







**3. COMPROMISO DE EJECUCIÓN DE ESTUDIO DE MANIOBRAS Y  
AMARRES POR SIPORT21**

RAUL RIOS JIMENEZ  
INGENIERO CIVIL  
CIP 3623



CARGO



TC - PRO-159-2012

Señores Autoridad Portuaria Nacional  
Av. Santa Rosa No 135, La Perla  
Callao.-

Atención: Ing. Roy Legoas Montejo  
Gerente Técnico

Asunto: Levantamiento de Observaciones a los Expedientes Técnicos de  
Infraestructura y Equipamiento Portuario

Referencia: Carta No 382-2012-APN/GG recibida el 9 de abril de 2012  
Informe No 003-2012-APN/SUPERV.DISEÑO TCM-TPC y sus anexos  
recibidos el 9 de abril de 2012.

Estimados Señores:

Por medio de la presente, hacemos entrega del documento para cumplir con absolver las observaciones planteadas al Expediente Técnico del proyecto "Terminal de Embarque de Concentrados de Minerales en el Terminal Portuario del Callao" por la Autoridad Portuaria Nacional (en adelante, "la APN") en la carta de la referencia.

De acuerdo a las observaciones efectuadas por la APN, que ha considerado necesario el desarrollo de los Estudios Complementarios de Maniobras en tiempo real y un estudio de Amarres, hemos procedido a contratar los servicios de **Siport**, empresa española de gran prestigio, la cual cuenta con experiencia de estudios previos del mismo tipo en el puerto del Callao. Cabe señalar que para el desarrollo de los Estudios se considerará la asistencia de uno de los asesores de la entidad, así como de la asistencia de nuestros asesores..

En ese sentido, Transportadora Callao se compromete a incluir en el proyecto "Terminal de Embarque de Concentrados de Minerales en el Terminal Portuario del Callao" los dolphins de amarre, en el caso que las recomendaciones en los Estudios Complementarios determinen la necesidad de incluir los mismos en el diseño. Los mencionados estudios se ejecutarán en un tiempo no mayor a 10 semanas. Por lo tanto, requerimos que se den como absueltas las observaciones del expediente técnico referentes a ambos estudios.

Se adjunta documentación en Original (1), Copias (2) y versión digital (CD).

(733144.DOC.1)

RAUL RIOS JIMENEZ  
INGENIERO CIVIL  
CIP 3623



El expediente técnico que hemos presentado es el desarrollo del proyecto presentado en la iniciativa privada con las observaciones hechas por APN al proyecto en su momento, e incorporadas en la Declaración de Interés, y en el Contrato de Concesión.

Del mismo modo, la cláusula 6.3. del Contrato de Concesión establece claramente que "(...). Para la formulación del Expediente Técnico, el concesionario deberá considerar el proyecto declarado de interés, la Declaratoria de Interés y comprenderá cuando menos lo dispuesto lo dispuesto en el Anexo 6 (...)."

Sin otro particular quedamos de usted.

Atentamente,

Raúl Ríos Jiménez  
Jefe de Proyecto

RAUL RIOS JIMENEZ  
INGENIERO CIVIL  
CIP 3623



# COMPLEMENTO ESTUDIO DE AMARRES

**Abril 2012**



**RAUL RIOS JIMENEZ**  
INGENIERO CIVIL  
CIP 3623

## INDICE

1. **Complemento Estudio de amarres: Estudio de corrientes, vientos y olas para determinar las condiciones más desfavorables de sitio.**
2. **Resultantes de fuerza actuando sobre la nave.**
3. **Detalle Sistema de amarre.**
4. **Determinación de la cargas en las líneas de amarre.**
5. **Modelaje de las líneas de amarre.**
6. **Modelaje de las defensas.**
7. **Casos de carga considerados**
8. **Resultados**

## Anexos

- **Anexo: 1 Resumen del estudio de vientos, olas y corrientes para la zona de atraque**
- **Anexo: 2 Líneas de Amarre: información**
- **Anexo: 3 Información de Defensas**



**RAUL RIOS JIMENEZ**  
**INGENIERO CIVIL**  
**CIP 3623**

## Muelle Norte de Minerales.

### Complemento Estudio de amarres: Verificación de esfuerzos para diferentes situaciones

1. En las memorias de cálculo presentadas se determina acuerdo al estudio de olas presentado por Hidramar, "*Estudio de olas al interior del Puerto del Callao*" que ha sido aprobado por APN, que las condiciones en la zona del muelle, en cuanto a corrientes vientos y olas, obtenidas específicamente para este estudio, considerando las condiciones actuales de ampliación de la bocana a 300m, son:

- Vientos de 12 nudos
- Corrientes de 0.25 nudos
- Olas de tamaño inferior a 0.50m para periodos de retorno de 25 y 50 años.
- Amplitud de marea 0.75m

Con lo que de acuerdo al "*Unified Facilities Criteria (UFC)*", DESIG OF MOORINGS, US ARMY CORP OF ENGINEERS, UFC 4-159, 03 October 2005, se clasifica el muelle como una instalación portuaria del "tipo I", desde que :

- Los vientos son menores a 35 nudos
- La corriente predominante es menor a 1.0 nudos
- Las olas son menores a 1.0m
- La amplitud de mareas no es significativa

2. En los cálculos presentados, realizados por el Practico, capitán Percy Felt, se determina las siguientes resultantes de fuerzas actuando sobre la nave de 60,000DWT amarrada al muelle

Caso 1: Considerando las fuerzas actuantes según información de mediciones: en este caso no se considera el oleaje por ser de menor orden y no tener efecto por su bajo periodo (menor a 20seg) en la nave, no dando tiempo a que la embarcación reaccione y genere acciones longitudinales.

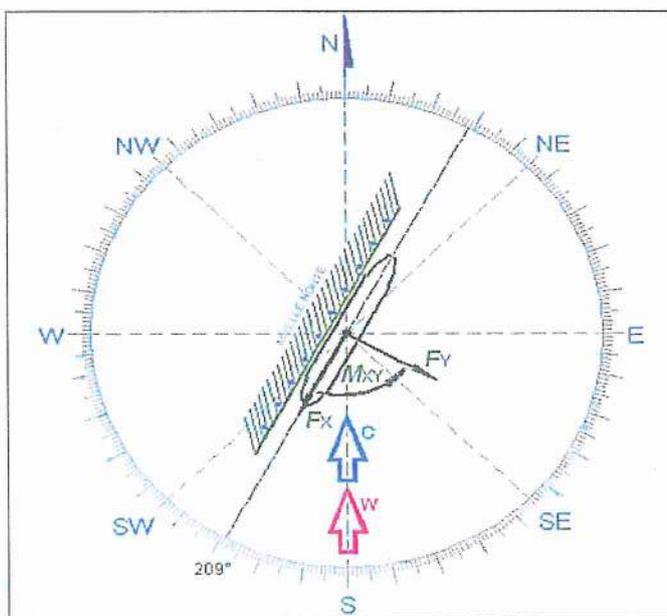


RAUL RIOS JIMENEZ  
INGENIERO CIVIL  
CIP 3623

Fuerzas generadas por	FX (ton)	FY(ton)	Resultante(ton)	Momento de Borneo MXY (ton-m)
Resultantes	-4.703	-20.849	21.373	1151.740

Caso 2: A modo de ejercicio, se simulo el posible efecto de un mayor oleaje duplicando el efecto de la corriente según apreciación del ejecutor del estudio, en ese caso se obtuvo lo siguiente:

Fuerzas generadas por	FX (ton)	FY(ton)	Resultante(ton)	Momento de Borneo MXY (ton-m)
Resultantes	-5.119	-69.871	70.058	1,151.879



Se concluye de las fuerzas resultantes que el barco tiende a recostarse o aconcharse contra el muelle. Se determina asimismo que las fuerzas son del orden de 21.373 ton en el caso 1, y de 70.058 ton en el caso 2 (simulación de supuesto efecto del oleaje).



RAUL RIOS JIMENEZ  
INGENIERO CIVIL  
CIP 3623

**CONSIDERANDO CARGAS COMBINADAS**

(A)

Artexo (4) 0139

**FUERZAS PROVOCADAS POR EL VIENTO**

Angulo del Viento por Proa

$\theta_w$  29.00 deg

**CARGADO**

**LASTRADO**

Fuerza Longitudinal	$F_{XWF}$	-3.703 t
Fuerza Lateral	$F_{YWF}$	-4.508 t
Momento de Borneo	$M_{XYWF}$	7.483 E+02 t-m

Fuerza Longitudinal	$F_{XWL}$	-4.556 t
Fuerza Lateral	$F_{YWL}$	-7.577 t
Momento de Borneo	$M_{XYWL}$	1.152 E+03 t-m

**FUERZAS PROVOCADAS POR LA CORRIENTE**

Angulo de la Corriente por Proa

$\theta_c$  29.00 deg

Fuerza Longitudinal (Forma)	$F_{Xform F}$	-0.096 t
Fuerza Longitudinal (Fricción)	$F_{Xfric F}$	-0.070 t

Fuerza Longitudinal (Forma)	$F_{Xform L}$	-0.083 t
Fuerza Longitudinal (Fricción)	$F_{Xfric L}$	-0.058 t

**Fuerza Longitudinal (Hélice)**

$F_{Xprop F}$  -0.026 t

Fuerza Longitudinal	$F_{XCF}$	-0.192 t
Fuerza Lateral	$F_{YCF}$	-16.341 t
Momento de Borneo	$M_{XYCF}$	-1.213 E-01 t-m

Fuerza Longitudinal	$F_{XCL}$	-0.147 t
Fuerza Lateral	$F_{YCL}$	-2.711 t
Momento de Borneo	$M_{XYCL}$	-2.012 E-02 t-m

**FUERZAS COMBINADAS VIENTO Y CORRIENTE**

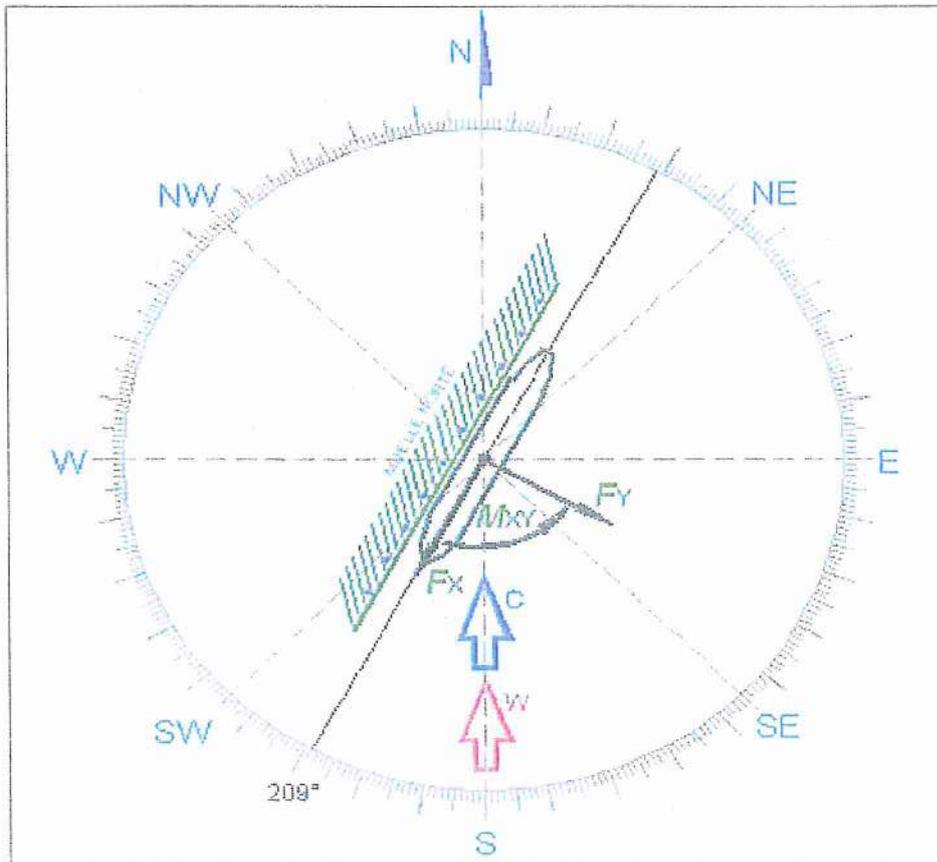
Fuerza Longitudinal	$F_{XTF}$	-3.895 t
Fuerza Lateral	$F_{YTF}$	-20.849 t
Momento de Borneo	$M_{XYTF}$	7.482 E+02 t-m

Fuerza Longitudinal	$F_{XTL}$	-4.703 t
Fuerza Lateral	$F_{YTL}$	-10.287 t
Momento de Borneo	$M_{XYTL}$	1.152 E+03 t-m

Fuerza Longitudinal	$F_x$	-4.703 t
Fuerza Lateral	$F_y$	-20.849 t
Momento de Borneo	$M_{xy}$	1,151.740 t-m

**FUERZA HORIZONTAL RESULTANTE**

H 21.373 t



**CONSIDERANDO AUMENTO DE 100% EN LA CORRIENTE Y CARGAS COMBINADAS**

**(B) 0140**

Anexo (4)

**FUERZAS PROVOCADAS POR EL VIENTO**

Angulo del Viento por Proa

$\theta_w$  29.00 deg

**CARGADO**

Fuerza Longitudinal	$F_{XWF}$	-3.703	t
Fuerza Lateral	$F_{YWF}$	-4.508	t
Momento de Borneo	$M_{XWVF}$	7.463 E+02	t-m

Fuerza Longitudinal			
Fuerza Lateral			
Momento de Borneo			

**LASTRADO**

Fuerza Longitudinal	$F_{XWL}$	-4.556	t
Fuerza Lateral	$F_{YWL}$	-7.577	t
Momento de Borneo	$M_{XYWL}$	1.152 E+03	t-m

**FUERZAS PROVOCADAS POR LA CORRIENTE**

Angulo de la Corriente por Proa

$\theta_c$  29.00 deg

Fuerza Longitudinal (Forma)	$F_{Xform F}$	-0.384	t
Fuerza Longitudinal (Fricción)	$F_{Xfric F}$	-0.250	t

Fuerza Longitudinal (Forma)	$F_{Xform L}$	-0.250	t
Fuerza Longitudinal (Fricción)	$F_{Xfric L}$	-0.207	t

Fuerza Longitudinal (Hélice)

$F_{Xprop F}$  -0.105 t

Fuerza Longitudinal	$F_{XCF}$	-0.740	t
Fuerza Lateral	$F_{YCF}$	-65.362	t
Momento de Borneo	$M_{XYCF}$	-4.851 E-01	t-m

Fuerza Longitudinal	$F_{XCL}$	-0.563	t
Fuerza Lateral	$F_{YCL}$	-10.843	t
Momento de Borneo	$M_{XYCL}$	-8.047 E-02	t-m

**FUERZAS COMBINADAS VIENTO Y CORRIENTE**

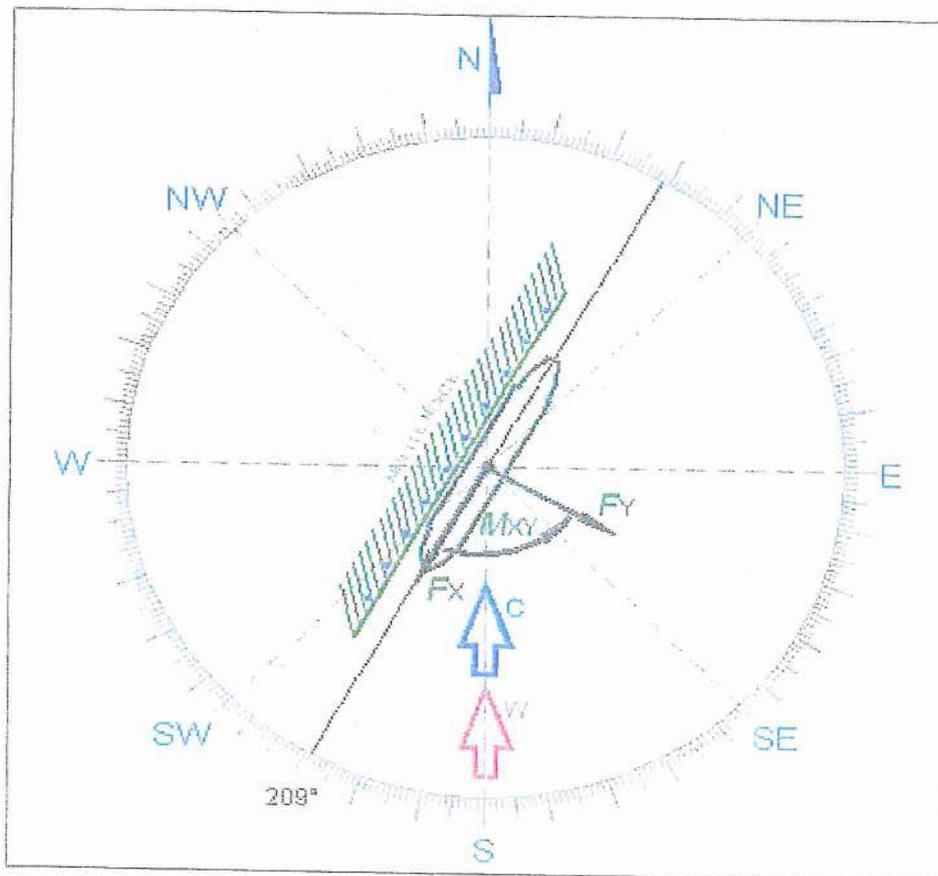
Fuerza Longitudinal	$F_{XTF}$	-4.443	t
Fuerza Lateral	$F_{YTF}$	-69.871	t
Momento de Borneo	$M_{XYTF}$	7.459 E+02	t-m

Fuerza Longitudinal	$F_{XTL}$	-5.119	t
Fuerza Lateral	$F_{YTL}$	-18.419	t
Momento de Borneo	$M_{XYTL}$	1.152 E+03	t-m

Fuerza Longitudinal	$F_x$	-5.119	t
Fuerza Lateral	$F_y$	-69.871	t
Momento de Borneo	$M_{xy}$	1,151.679	t-m

**FUERZA HORIZONTAL RESULTANTE**

H 70.053 t



**RAUL RIOS JIMENEZ**  
INGENIERO CIVIL  
CIP 3623

3. Sistema de amarres

Tal como se presenta en el documento adjunto, preparado por el Practico, Capitán Alejandro Chavez, la nave será amarrada mediante 6 líneas en proa y en popa.

En este documento se presenta adecuada documentación y que respalda la configuración de amarres propuesta y se adjunta a continuación.



RAUL RIOS JIMENEZ  
INGENIERO CIVIL  
CIP 3623

**INFORMACION COMPLEMENTARIA  
PROYECTO DE INVERSION  
TERMINAL DE EMBARQUE DE CONCENTRADO DE MINERALES  
EN EL PUERTO DEL CALLAO**

**1.0 SISTEMA DE AMARRE**

- El Sistema de amarre de una nave es importante para mantener a la misma fija o estática en su posición de trabajo, tratando de que estén distribuidas de la mejor manera posible, de acuerdo al tamaño y características de la nave y del amarradero, soportando los movimientos que sean motivados por agentes externos (viento, corriente, oleaje, etc.)
- Las amarras en general, reciben nombres distintos según la dirección en que trabajen al salir del buque por la guía. Cuando saliendo de proa trabajan hacia proa o saliendo de popa trabajan hacia popa, se denomina "largo", si trabaja en dirección sensiblemente perpendicular al plano longitudinal del buque, recibe el nombre de "través", y si trabaja desde una extremidad del buque, proa o popa, hacia una extremidad opuesta popa o proa, toma la denominación de "Esprín".
- La distribución de las líneas de amarre en el muelle de minerales será del sistema "Fixes Mooring", con el amarre en la propia eslora, mediante el uso de través y esprines, dando un mejor efecto de retención, tratando de que los ángulos de amarre no superen los 15° respecto a la horizontal ni 25° respecto a la vertical <sup>(i)</sup>. Con un número de 4-2-2 ó 4-1-2, como mínimo (ver gráfico adjunto). En nuestro caso específico los llamados "largos" trabajarían casi como "Través", con un ángulo no mayor a 15°, para que de un mayor efecto de resistencia; de acuerdo a lo recomendado en las publicaciones adjuntas. *"Para obtener una fuerza máxima, el cabo debe de estar casi perpendicular a la Quilla (Través). Por otra parte, para permitir un movimiento lateral máximo, con un movimiento avante o atrás mínimo, el cabo deberá darse lo más posible en la dirección proa-popa (Esprín)."*<sup>(ii)</sup>
- Prueba o sustento de la viabilidad de este sistema de amarre podrá leerse en los anexos a este reporte; no necesitándose necesariamente el uso de Dolphin especiales para las amarras.

**2.0 FUERZAS EXTERNAS**

- Se está tomando en cuenta en el estudio de maniobras, lo referente al "Oleaje, Corrientes y Dragado", dando las condiciones más críticas ambientales, no siendo de mayor influencia, debido a que el área de maniobra a ser utilizada es relativamente tranquila y protegida.

**Capt. Alejandro Chávez G.**

Consultor - Perito Naval  
Práctico Marítimo Experto  
Puerto del CALLAO.

(1) <sup>i</sup> "Maniobra de Buques" (Ver Anexo 01), Punto 12.4 (Pag.267-270)

<sup>ii</sup> "Naval Shiphandling" (T-010501), Capítulo V, Maniobras de Atraque (Ver Anexo 02).



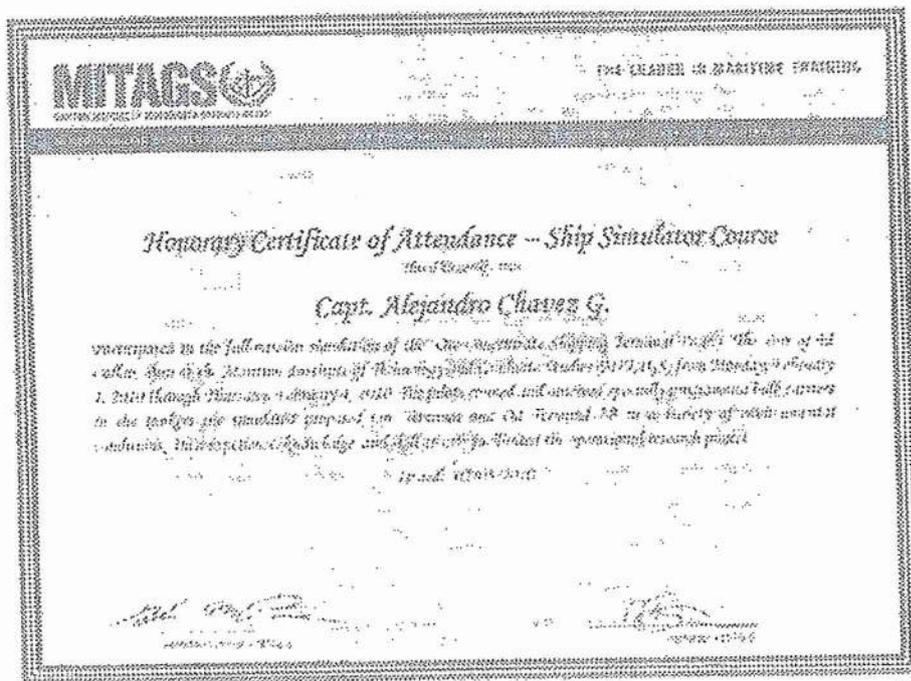
**RAUL RIOS JIMENEZ**  
**INGENIERO CIVIL**  
**CIP 3623**

CONSIDERACIONES A TENER EN CUENTA

Del Capitán Práctico Evaluador

El presente reporte es confeccionado por el Capitán de Travesía de la Marina Mercante Nacional, Señor Alejandro Fernando CHAVEZ GURMENDI, quien tiene actualmente vigente la Licencia de Práctico Marítimo Experto desde el año 1992, en la actualidad es el Práctico más antiguo en actividad, del puerto del Callao; ha sido Práctico Marítimo del puerto de San Juan y San Nicolas desde Abril 1990 a Setiembre 1993 y posee la Licencia de Perito Naval en la especialidad de Maniobras y otros (RD.0279-92/DGC). Embarcado como oficial de Marina Mercante desde Enero 1977 hasta el año 1989 (13 años). Con amplia experiencia en maniobras de naves de todo tipo y tamaño y de la nueva generación. Contando con las siguientes referencias:

- Entrenamiento a los nuevos Prácticos de TRAMARSA y otras compañías de practica en todas las categorías, en el puerto del Callao. Supervisión de sus maniobras e implementación de los Procedimientos para el servicio de practica para todas las sedes del Litoral peruano.
- Asesoramiento en todas las maniobras de ingreso y salida de muelles de todo tipo de naves, en todo el Litoral peruano.
- Representante de la Unión de Prácticos Marítimos del Perú ante el Consejo de Calidad del puerto del Callao, interviniendo en el asesoramiento de la implementación del Reglamento y Procedimiento de las operaciones de Practicaje.
- Asistencia al XVIII Congreso de la IMPA (Asociación Internacional de Prácticos Marítimos), como representante del Perú, en la Havana - Cuba el año 2006.
- Operación de naves de hasta 220,000 TM de Deadweight tipo Ore/Oil/Bulk, en maniobras de atraque y desatraque a/de muelle (sin la ayuda de remolcadores), como Práctico Marítimo en los puertos de San Juan, San Nicolás y el Callao.
- Participación activa en el Estudio de Maniobras efectuado para la construcción del nuevo muelle de Minerale en el puerto del Callao, realizado en el Maritime Institute of Technology and Graduate Studies (MITAGS), en Washintong DC USA, en Mayo del 2010.
- Maniobras de atraque y desatraque de la nave de pasajeros "Queen Mary 2", en el puerto del Callao, en sus dos arribos en el año 2006, nave de eslora 345 mts. y manga 45 mts., efectuando coordinaciones previas con el Capitán de la nave días antes de su arribo, sobre el tipo de maniobra a efectuar. Así como naves de pasajeros "GTS Infinity" (294 mts.), "Golden Princess" (290 mts.), "Millenium" (294 mts) y similares. Además de las naves "CSAV Valencia" / "CSAV Paris" (334 mts.), "Ever Delight" / "Ever Develop" (294 mts.) y otros similares.



Participated in the full-mission simulation of the "Ore Concentrate Shipping Terminal Project. The Port of El Callao, Perú at the Maritime Institute of Technology and Graduate Studies (MITAGS)



RAUL RIOS JIMENEZ  
INGENIERO CIVIL  
CIP - 3623

## ANEXOS

- GRAFICOS DE AMARRE (Proa – Popa)
- Pub. "MANIOBRA DE BUQUES". Punto 12.4 (Pag.267-270)
- Pub. "NAVAL SHIPHANDLING" (T-010501), Capitulo V
- Pub. UFC 4-159-03 "Unified Facilities Criteria" Mooring DF USA

\*\*\*\*\*



RAUL RIOS JIMENEZ  
INGENIERO CIVIL  
CIP 3623

ANALISIS DEL GRAFICO  
DE AMARRAS

Líneas que evitarían el traslado de la nave hacia PROA

- Dos (02) líneas ( $A_1B_1 - A_1B_2$ )
- Dos (02) líneas ( $A_3B_4$ )
- Dos (02) líneas ( $A_4B_6$ )

Líneas que evitarían el traslado de la nave hacia POPA

- Dos (02) líneas ( $A_3B_2$ )
- Dos (02) líneas ( $A_5B_5$ )
- Dos (02) líneas ( $A_6B_6 - A_6B_7$ )

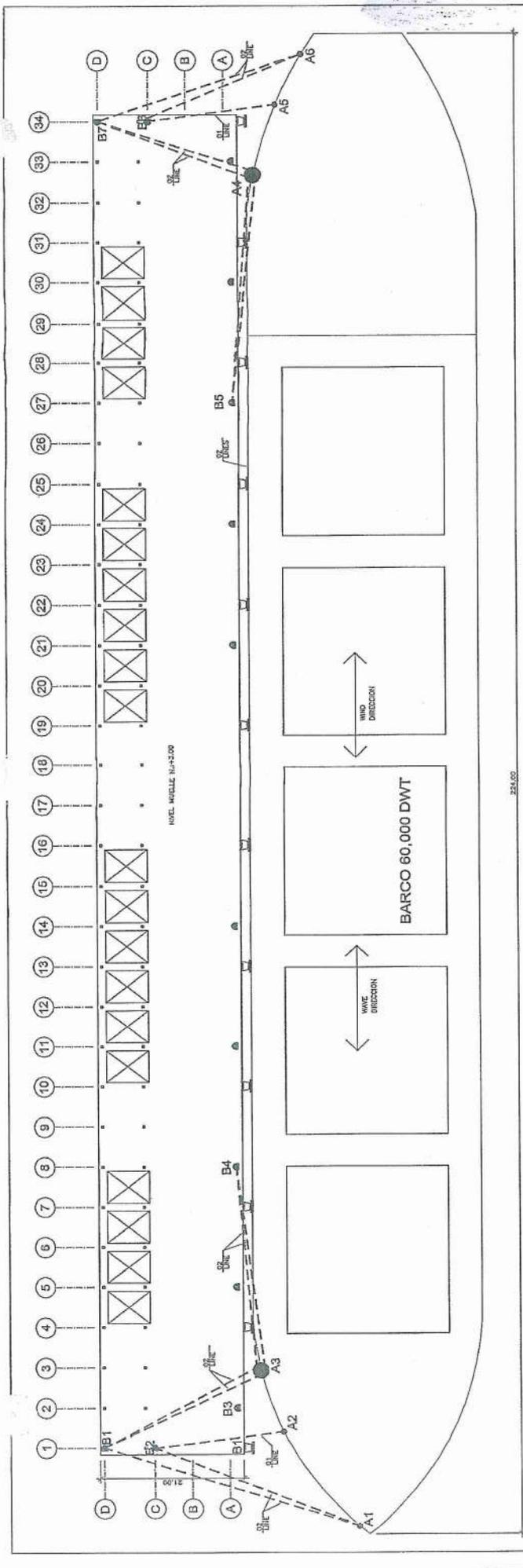
Líneas que mantendrían pegada la nave al muelle.

- Proa, cinco (05) líneas (1  $A_1B_1$ , 1  $A_1B_2$ , 1  $A_2B_2$ , 2  $A_3B_1$ )
- Popa, cinco (05) líneas (2  $A_4B_7$ , 1  $A_5B_6$ , 1  $A_6B_6$ , 1  $A_6B_7$ )

\*\*\*\*\*

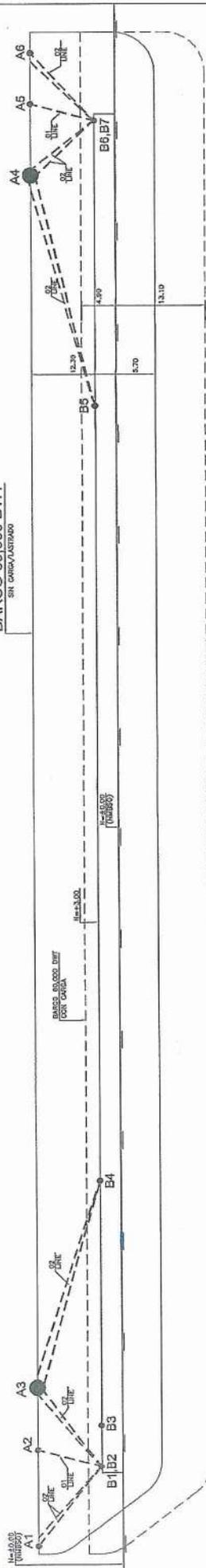


RAUL RIOS JIMENEZ  
INGENIERO CIVIL  
CIP 3623



BARCO 60,000 DWT  
SIT. CONVULSIONADO

PLANTA  
ESCALA 1/200

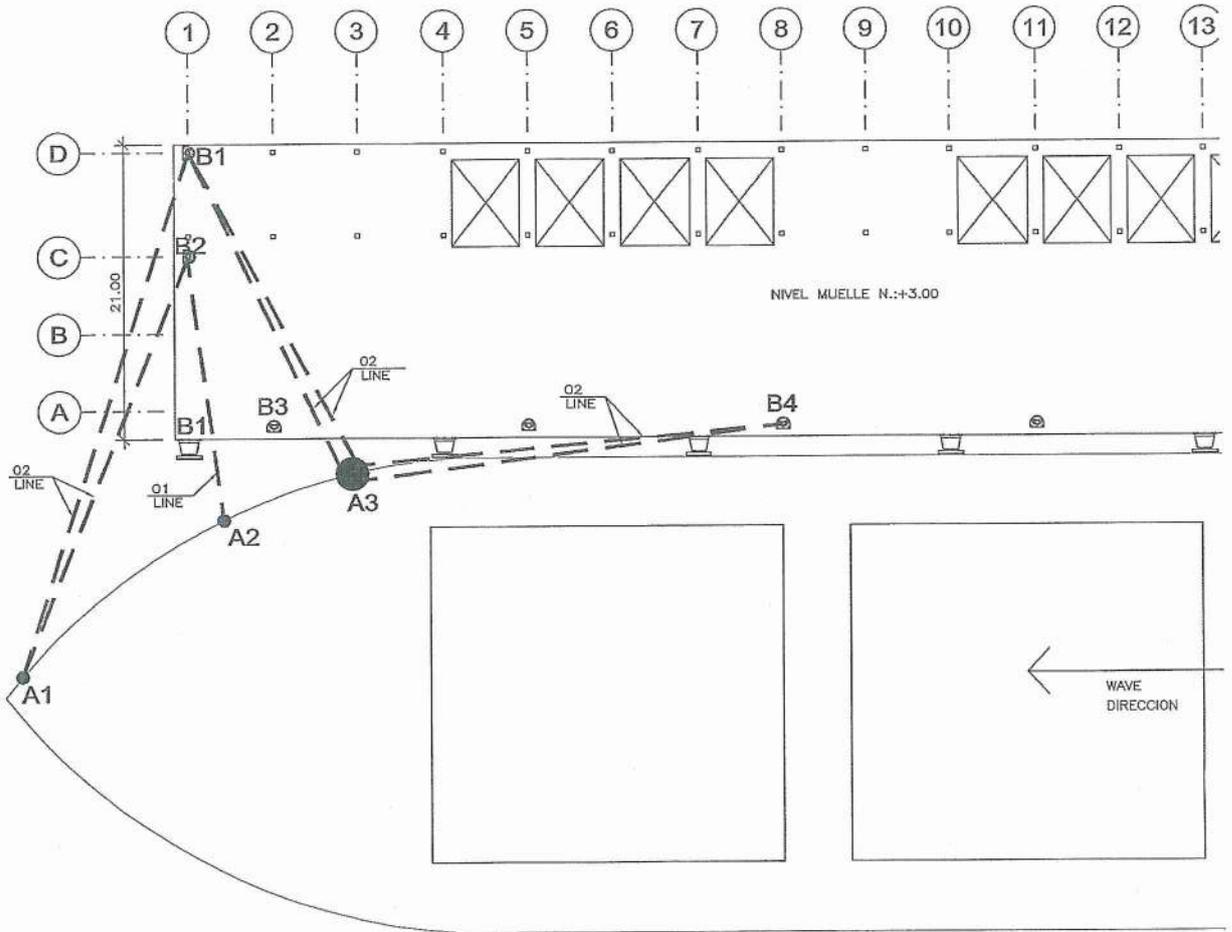


ELEVACIÓN  
ESCALA 1/200

CTC - CONSORCIO TRANSPORTADOR CALLAO PROYECTO TERMINAL DE EMBARQUE DE CONCENTRADO DE MINERALES	
DIAGRAMA AMARRE DE BARCO 60,000 DWT	
R. RIOS J. INGENIEROS INGENIERO EN CIVIL N.º 12.100	CWA ENGINEERS INC. INGENIEROS EN CIVIL N.º 12.100
INGENIERO EN CIVIL N.º 12.100	INGENIERO EN CIVIL N.º 12.100

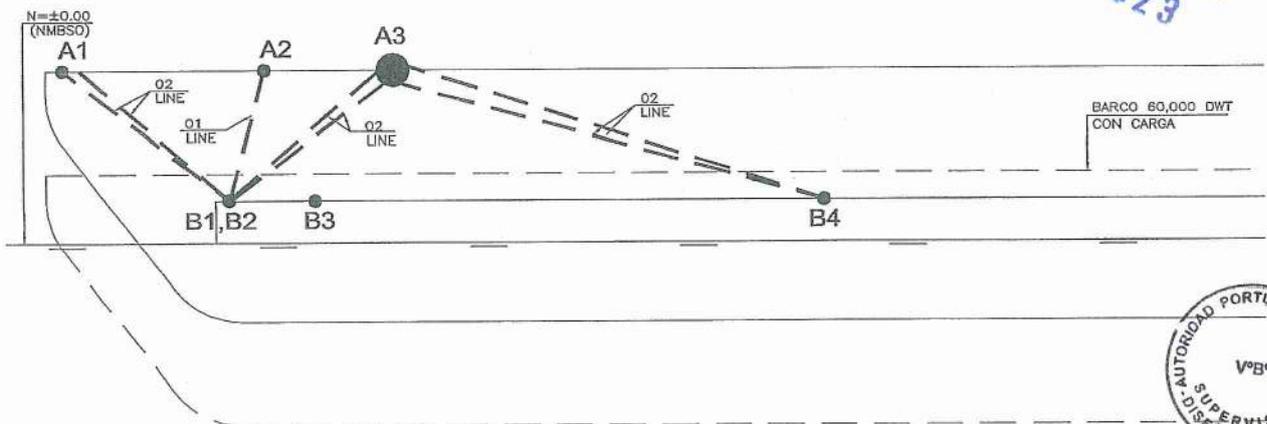


RAUL RIOS JIMENEZ  
INGENIERO CIVIL  
CIP 3623



PLANTA

RAUL RIOS JIMENEZ  
 INGENIERO CIVIL  
 R.P. 3623

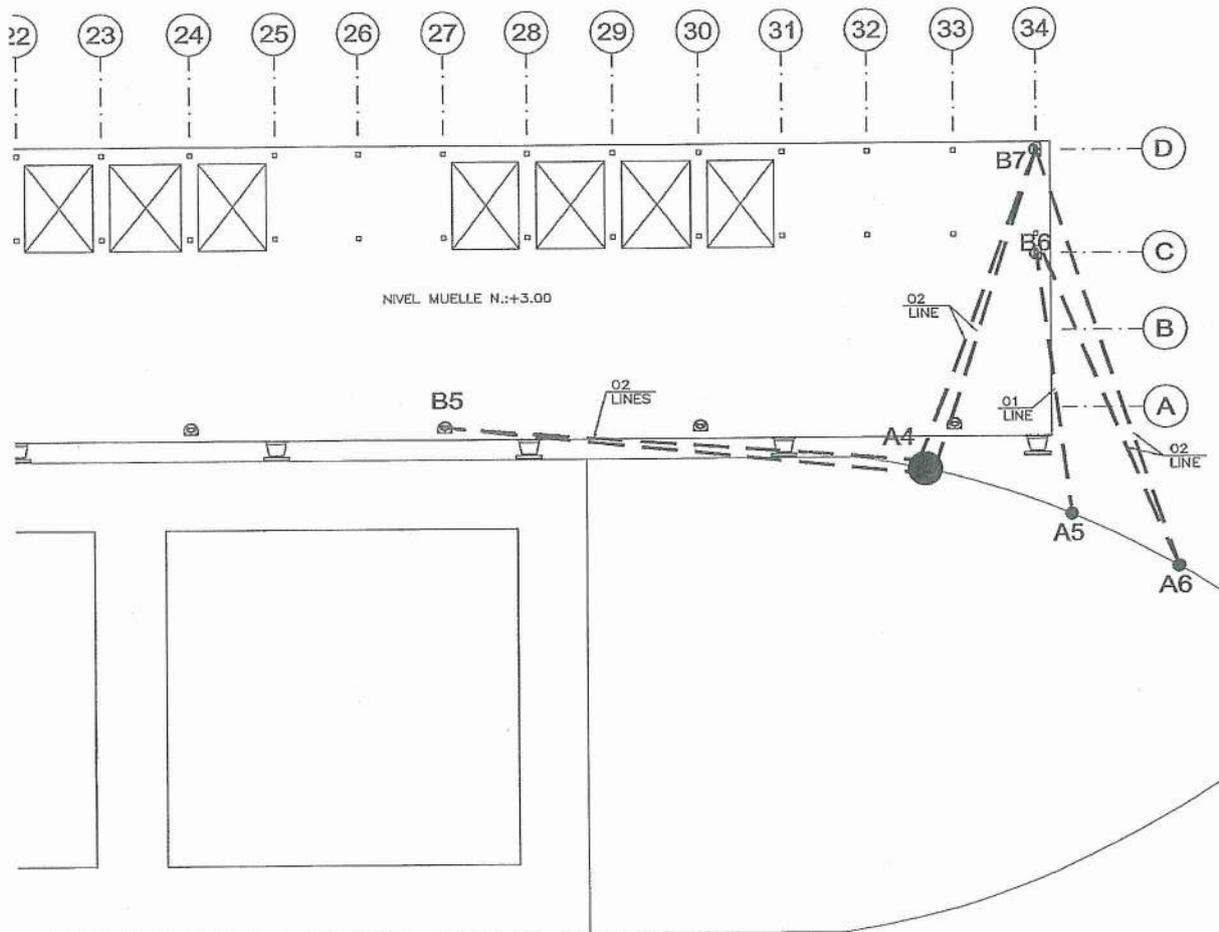


ELEVACIÓN



AMARRAS DE PROA  
 (Fore Ship)

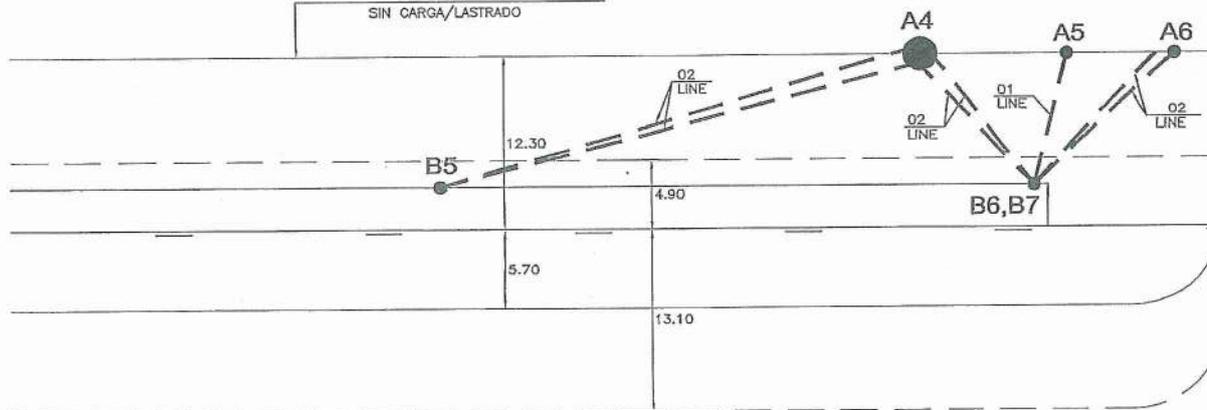
ESCALA : 1/500



PLANTA

PAUL RIOS JIMENEZ  
 INGENIERO CIVIL  
 PIP 3623

BARCO 60,000 DWT  
 SIN CARGA/LASTRADO



ELEVACIÓN

AMARRAS DE POPA  
 (Stern)

ESCALA : 1/500



# Maniobra de los buques

Ricard Marí Sagarra

RAUL RIOS JIMENEZ  
INGENIERO CIVIL  
CIP 3623

© los autores, 1998. © Edicions UPC, 1998. Quedan rigurosamente prohibidas, sin la autorización escrita de los titulares del "copyright", bajo las sanciones establecidas en las leyes, la reproducción total o parcial de esta obra por cualquier medio o procedimiento, comprendidos la reprografía y el tratamiento informático, y la distribución de ejemplares de ella mediante alquiler o préstamo públicos.



## Prólogo

El perfil de maniobra, reglamentos y señales abarca un amplio campo de conocimientos, procedimientos y prácticas, todas ellas procedentes de un dilatado período de tiempo que se adentra en la oscuridad de la historia. Nuestro país, si bien marítimo por naturaleza, perdió hace tiempo su preponderancia en ese ámbito, dejando su lugar a la influencia anglosajona, que desde entonces ha marcado la pauta, imponiendo sus criterios al resto de la comunidad que agrupa la actividad marítima.

No obstante la importancia que ello representó para el sector marítimo internacional al cubrir las carencias y despreocupación de otros, puede decirse que bloquearon cualquier otra tentativa externa que no fuera de su misma procedencia. Esta situación ha llegado al extremo de no existir, en lengua castellana publicación actualizada y de nivel universitario que permita sentar las bases para cubrir, no solo las necesidades que la tecnología aplicada precisa, sino también las que abran las vías de investigación que el sector espera para mejorar su competitividad empresarial y, muy especialmente, las que permitan minimizar los trágicos accidentes marítimos, traducidos en cuantiosas pérdidas de vidas humanas, sin olvidar las consecuencias negativas sobre el medio ambiente marítimo.

Por otra parte, las publicaciones existentes provocan ciertas perturbaciones a quienes las reciben; en este sentido, la bibliografía disponible para los estudios universitarios de Náutica provoca una gran confusión, incluso en los profesionales, por cuanto están mezcladas las aplicaciones para buques de guerra junto con las de embarcaciones deportivas, todo ello con las específicas de los buques mercantes, situación que no cumple con el requisito de aportar claridad a los objetivos académicos y su aprovechamiento por los actuales y futuros profesionales que las reciben.

Esta publicación pretende aportar una visión actualizada de las nuevas técnicas de maniobra, algunas de las cuales todavía precisan esfuerzos para profundizar bajo los criterios y el rigor de la investigación, en beneficio inmediato para la seguridad marítima y de la gente de mar.



RAUL RIOS JIMENEZ  
INGENIERO CIVIL  
CIP 3623

Tabla 3. Número de amarras por tonelaje

TIPO	LARG PROA	TRAV PROA	ESPR PROA	ESPR POPA	TRAV POPA	LARG POPA	TOTAL
B/T < 20 KT	3	1	2	2	2	3	13
20 - 40 KT	3	2	2	2	2	3	14
40 - 60 KT	3	2	2	2	2	3	14
> 60 KT	4	2	2	2	2	3	15
BULK < 20KT	3	1	1	1	0	3	9
20 - 40 KT	3	1	1	1	0	3	9
> 40 KT	3	2	2	2	1	3	13

En determinadas terminales que reciben grandes buques, conforme a las disposiciones allí establecidas (Ras Tamura), se indica el número de cables a dar en función del peso muerto del buque; para los buques con amarras de fibra y de cable, estas se utilizarán para una misma finalidad de largos, través o esprines. En condiciones meteorológicas adversas, los buques mayormente equipados con cables tienen prioridad de atraque sobre los de fibra sintética que deberán fondear hasta la mejoría de las condiciones ambientales. Si estos últimos estuvieran ya atracados, pararán las operaciones de carga, desconectarán los brazos de acople y permanecerán en esas condiciones hasta que mejore el tiempo. En cualquier caso se prohíbe el uso de amarras de nylon.

En otras (Kharg), además de disposiciones y número similares, se hace referencia a las condiciones atmosféricas límites, por ejemplo, fuerza del viento de 35 nudos en cualquier dirección, fuerza del viento entre 25 a 30 nudos con ángulos de incidencia de 45° en relación a la dirección del atraque, viento de 20 nudos en conjunción con olas de más de 1 m, viento de más de 20 nudos con ángulos de 45° o fuerza del viento superior a 25 nudos para aquellos buques que necesiten ciabogar para atracar en la parte interna de los pantalanes.

#### 12.4 Fuerzas que deben soportar las amarras

Las amarras deberán soportar el movimiento del buque, desde el primer momento que se dan a tierra para llevar el buque al atraque, crear el movimiento necesario para moverlo en



el atraque hasta posicionarlo en el segmento asignado y, posteriormente, mientras dure su estancia en el atraque, los que sean motivados por los agentes externos al actuar sobre el buque, principalmente a causa del viento, corriente, oleaje, interacciones por el paso próximo de otros buques, mareas, cambios bruscos de calado y hielos a la deriva.

No obstante, las fuerzas generadas sobre los buques variarán sustancialmente de uno a otro buque en función, no solo de los parámetros influyentes que se verán posteriormente por naturaleza de las superestructuras y calado, sino también por la configuración de la proa, ya que según la misma alteran el flujo del viento con generación de fuerzas de succión que se desarrollan alrededor de las proas de tipo cilíndrico y ángulos de incidencia del viento, comprendidas entre los 40 y 100°, no significativas en los buques con proa de configuración convencional.

Por otro lado, el resultado de la retención que ejerce una amarra no vendrá solamente dado por la carga de rotura (CR) que puede soportar, sino por la resultante que proporcione la orientación de la misma respecto a los puntos de firme en tierra y de salida del buque, correspondiendo a la diagonal del paralelepípedo que la contiene, con notables pérdidas de eficacia respecto a la teórica amarra pura que alcanzaría la mencionada CR propia por constitución de la amarra.

La eficacia de las amarras, según lo dicho anteriormente, depende de los ángulos vertical y horizontal en los que se descomponga la acometida de la amarra (Fig. 12.1).

En el plano vertical se obtendrá:

$$S_v = S \sin \theta \quad S_h = S \cos \theta \quad (125)$$

mientras que en el plano horizontal:

$$R_l = S \cos \theta \cos \phi \quad R_t = S \cos \theta \sin \phi \quad (126)$$

en las que el valor "S" corresponde a la carga de rotura (CR) de la amarra.

- . Se mejora la eficacia de la retención, bajando el punto de amarra a bordo para hacer más pequeño el ángulo vertical.
- . También, alejando el punto de amarre en tierra, hasta lograr valores del ángulo inferiores a 25°, si a 30 m. se requieren 8 estachas, a 60 m solo precisan 2 estachas.
- . Aumentando la longitud del cabo, siguiendo el principio de que al aumentar al doble su longitud, se divide por 2 la resistencia que debe de soportar.



Los esprines deben tener una dirección de acometida, lo más paralelo posible al eje longitudinal para que el ángulo de abertura sea muy pequeño, aportando el máximo de eficacia.

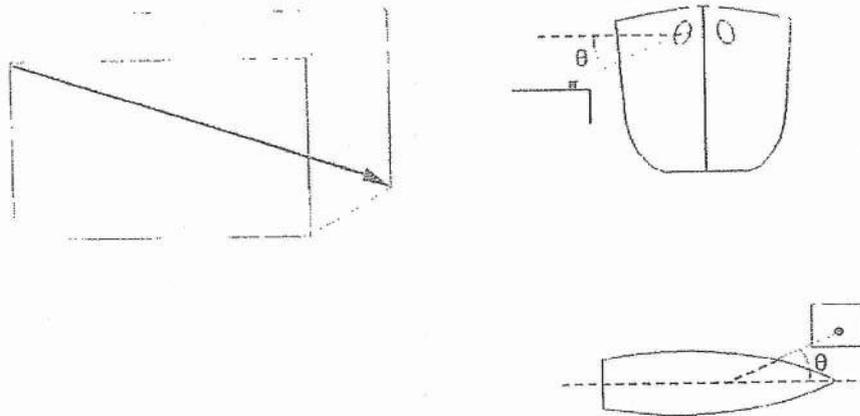


Fig. 12.1 Retención resultante de cada amarra

En cuanto a la distribución de las amarras por grupos, la capacidad de retención del conjunto se tiende a pasar de un sistema tradicional de largos y esprines a otro sistema de amarre en que las estachas sujeten al buque en su misma eslora, mediante el uso de traveses y esprines, (Fig. 12.2).



Fig. 12.2 Distribución de las amarras



Con el método tradicional de los grupos A y B, efectuado en un muelle típico, las capacidades de retención son:

a) Capacidad a la resistencia transversal,

$$A = 2A \cdot \sin 30^\circ \cdot \cos 30^\circ = 0,87A$$

b) Capacidad a la resistencia longitudinal,

$$B = 1B \cdot \cos 30^\circ + 1A \cdot \cos 30^\circ \cdot \cos 30^\circ = 0,87B + 0,75A$$

Con el nuevo método, los ángulos de acometida no deben superar los  $15^\circ$  respecto a la horizontal ni  $25^\circ$  respecto a la vertical.

Con el amarre en la propia eslora, en atraques especiales, las capacidades de retención pasan a ser:

a) Capacidad de resistencia transversal,

$$C = 2C$$

b) Capacidad de resistencia longitudinal,

$$B = 1B$$

Es evidente el notable aumento de la retención cuando el buque es retenido en su misma eslora; sin embargo, solo es posible para amarres y buques específicos, en cuyas instalaciones se hayan previsto las características de los buques que deban acoger, tales como pantalanes, jetties, duques de alba, etc. Mientras, en las instalaciones portuarias sin especial intencionalidad, válidas para todo tipo de buque de tonelajes medios, tal tipo de amarre resulta imposible de llevar a cabo, ya que los puntos de amarre sobre muelle están muy próximos al nivel del mar y, por tanto, las amarras adquieren importantes inclinaciones superiores a las requeridas (Fig. 12.3).

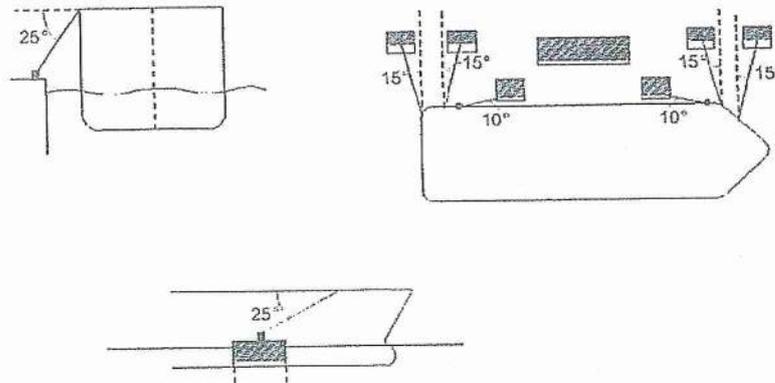


Fig. 12.3 Disposición de amarras según instalaciones portuarias



# MANIOBRA DE BUQUES

T-010501

*Traducción del "Naval Shiphandling", U.S.N.I.*



RAUL RIOS JIMENEZ  
INGENIERO CIVIL  
CIP 3623

la regla  
las reglas  
en el  
siga

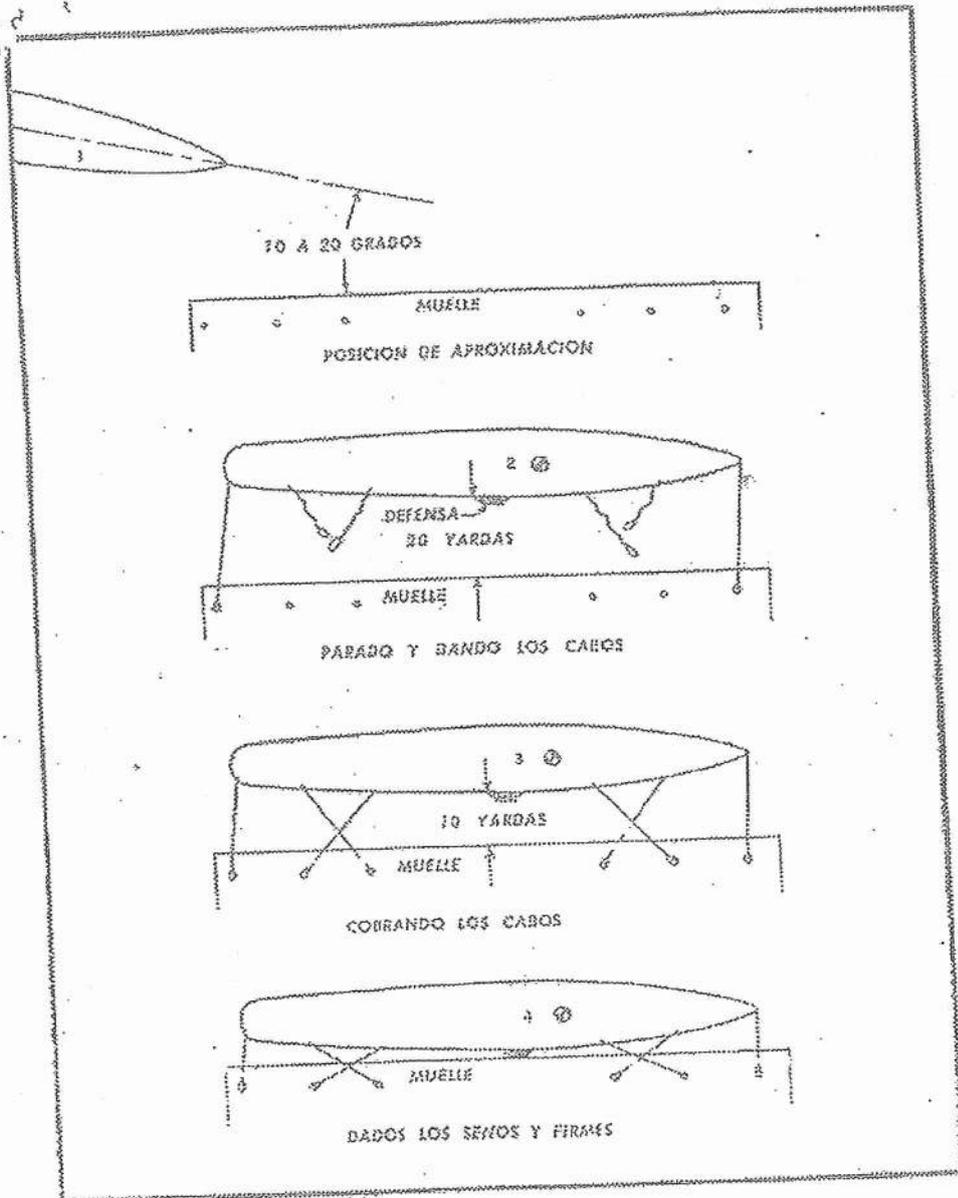


Fig. 24.—Secuencia de una maniobra normal y sin complicaciones al atracar a un muelle

pasar es que se añada la pintura de nuestro hermoso buque.

Para abarlotarte a un buque fondeado (véase la Fig. 25) se pueden aplicar los mismos principios que cuando atracamos a un muelle con la excepción de que el Oficial al mando deberá doblar las precauciones. Si el buque al cual nos aproximamos está amarrado a una boya solamente o fondeado, el buque, por lo general,

estará campaneando y por lo tanto la maniobra es mucho más complicada. En este caso debemos aproximarnos con un ángulo no menor de 20 grados, y a un poco más de distancia para dar un margen de seguridad más amplio y así evitar una avería en caso de que el buque caiga rápidamente hacia nosotros. Debido a estas precauciones adicionales, es conveniente dar nuestros cabos de proa primero y después hacer caer



RAUL RIBS JIMENEZ  
INGENIERO CIVIL  
CIP 3623

UFC 4-159-03  
3 October 2005

# UNIFIED FACILITIES CRITERIA (UFC)

## DESIGN: MOORINGS



APPROVED FOR PUBLIC RELEASE; DISTRIBUTION UNLIMITED



RAUL RIOS JIMENEZ  
INGENIERO CIVIL  
CIP 3623

UFC 4-159-03  
3 October 2005

8-3 **FIXED MOORING - BASIC APPROACH.** Development of a design concept for a fixed mooring, a mooring that includes both tension and compression members, is illustrated here.

8-3.1 **Background.** Several new aircraft carrier berthing wharf facilities are being programmed. Users expressed concerns regarding the possibility of excessive ship movement. Wind is the major environmental parameter of concern. Assume the proposed sites have small tidal ranges and tidal currents.

8-3.2 **Goal.** Develop a concept to moor USS NIMITZ (CVN-68) class ships at newly constructed wharves. Assume the Mooring Service Type is II and the design wind speed is 75 mph (33.5 m/s).

8-3.3 **Ship.** Fully loaded USS NIMITZ (CVN-68) class ships are used in this example. Table 8-2 gives some ship parameters. Additional information is found in the Ships Characteristics Database (WATERS TOOLBOX).

Table 8-2. CVN-68 Criteria (Fully Loaded)

PARAMETER	DESIGN BASIS BASIS (SI units)	DESIGN BASIS (English units)
Length Overall At Waterline	332.8 m 317.0 m	1092 ft 1040 ft
Beam @ Waterline	40.8	134 ft
Draft	11.55 m	37.91 ft
Displacement	9,317 kg	91,700 long tons
Bitt Size	-	12 inches
Line Size (nylon)	-	8 and 9 inches



RAUL RIBE JIMENEZ  
INGENIERO CIVIL  
CIP 3623

UFC 4-159-03  
3 October 2005

8-3.4 **Forces/Moments.** Methods in Section 4 are used to compute the forces and moments on the ship. These values are summarized in Figure 8-4.

8-3.5 **Definitions.** In this example we define a global coordinate system with "X" parallel to the wharf, as shown in Figure 8-5. Then "Y" is a distance perpendicular to the wharf in a seaward direction and "Z" is a vertical distance. Let "Pt 2" be the ship chock coordinate and "Pt 1" be the pier fitting. A spring line is defined as a line whose angle in the horizontal plane is less than 45 degrees and a breasting line whose angle in the horizontal plane is greater than or equal to 45 degrees, as shown in Figure 8-5.

8-3.6 **Preliminary Analysis.** The first step for fixed mooring design is to analyze the mooring requirements for the optimum ideal mooring shown in Figure 8-6. Analyzing the optimum ideal arrangement is recommended because: (1) calculations can be performed by hand and; (2) this simple arrangement can be used as a standard to evaluate other fixed mooring configurations (NFESC TR-6005-OCN, *EMOOR - A Quick and Easy Method for Evaluating Ship Mooring at Piers and Wharves*).

The optimum ideal mooring shown in Figure 8-6 consists of two spring lines, Lines 1 and 4, which are assumed to resist longitudinal forces. There are two breast lines, Lines 2 and 3, which are assumed to resist lateral forces and moments for winds with directions from 0 to 180 degrees. Fenders are not shown. All lines are assumed to be parallel to the water surface in the ideal mooring.

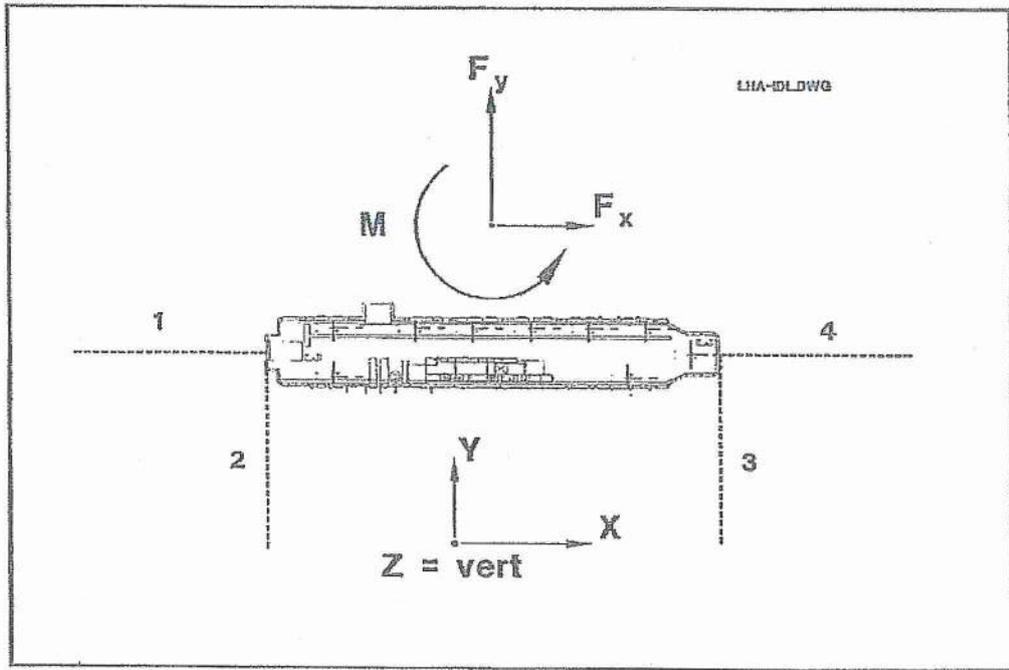
A free body diagram is made of the optimum ideal mooring for a loaded CVN-68 in 75-mph (33.5-m/s) winds. It is found that the sum of the working mooring capacity required for Lines 1 and 4 is 174 kips (7.7 E5 newtons) and the sum of the working mooring capacity required for Lines 2 and 3 is 1069 kips (4.76 E5 newtons), as shown in Figure 8-7. Note that no working line capacity is required in the 'Z' direction, because the ship's buoyancy supports the ship. The sum of all the mooring line working capacities for the optimum ideal mooring is 1243 kips (5.53 E6 newtons).



RAUL RIOS JIMENEZ  
INGENIERO CIVIL  
CIP 3623

UFC 4-159-03  
3 October 2005

Figure 8-6. Optimum Ideal Mooring (Lines are parallel to the water surface and breasting lines are spaced one-half ship's length from midships)

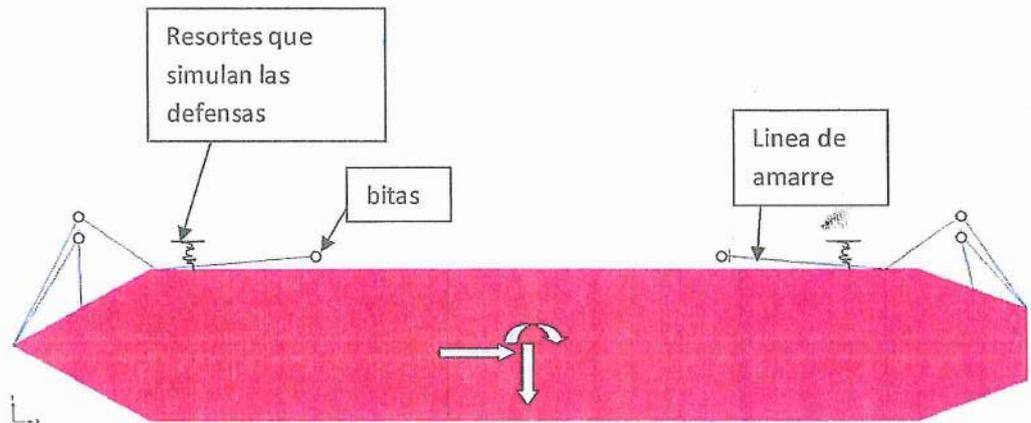


RAUL RIOS JIMENEZ  
INGENIERO CIVIL  
CIP 3623

#### 4. Determinación de las cargas en las líneas de amarre.

Utilizando el programa SAP2000, se hace un análisis paramétrico considerando las fuerzas y momento de borneo calculados actuando sobre la nave, así como la disposición de líneas de amarre previstas, incluyendo las propiedades de resistencia y sección de las mismas, así como el efecto de las defensas del muelle en contacto con la nave en el atraque, considerando sus propiedades de deformación y capacidad de carga simuladas a manera de resorte.

Es objetivo de este modelaje y calculo evaluar de una manera objetiva la distribución de cargas en las diferentes líneas y verificar las condiciones de seguridad del sistema propuesto.



MODELAJE DEL BARCO Y SISTEMA DE AMARRES Y DEFENSAS



RAUL RIOS JIMENEZ  
INGENIERO CIVIL  
CIP 3623

## 5. Modelaje de las líneas de amarre

Para las líneas de amarre se ha considerado de HTP-12 de 2 - 5/8 "considerando como deformación elástica al 30% de la carga de rotura 5.8% según la especificación de referencia adjunta de "Samson" en que se indica las principales propiedades.

## 6. Modelaje de las defensas

Para las defensas se ha considerado resortes en base a las reacciones que transmiten y una deformación al 60% de su dimensión, obteniéndose la equivalencia un resorte de  $K=50,000$  kg/cm.

## 7. Casos de cargas consideradas

Los casos de carga considerados y sus consideraciones son los siguientes:

Caso	Descripción	FX (ton)	FY (ton)	MXY (ton-m)
A	Combinación de cargas de vientos y corrientes máximas predominantes según estudios de sitio	4.7	20.87	1151.74
B	Combinación de vientos, corrientes y simulación de efecto de olas de acuerdo a consideraciones del Cap. Percy Pfelt	5.12	69.87	1151.68
C	Cargas similares al caso B, considerando dirección opuesta a la predominante para FY: caso de investigación de sensibilidad	5.12	-69.67	1151.68
D	Carga de ola equivalente a 100ton en la proa de la nave. Caso de investigación de sensibilidad	100	---	---
E	Carga de 100ton en la popa de la nave. Caso de investigación de sensibilidad	100	---	---



RAUL RIOS JIMENEZ  
INGENIERO CIVIL  
CIP 3623

## 8. Resultados

Se presenta 5 gráficos con los resultados de cargas en las líneas de amarre y en las defensas, en los casos que el barco se acerca al muelle, indicándose también los desplazamientos que ocurren.

Se puede apreciar que en el Caso A, que corresponde a las cargas deducidas de las condiciones máximas predominantes y siguiendo las recomendaciones normativas las cargas en las líneas de amarre son mínimas, menores a 5ton, esto debido a la tendencia que la nave se recueste contra el muelle.

En el Caso B, en que se simula la perturbación por oleaje, las cargas son asimismo de menor orden superando las 5ton (5.1 ton)

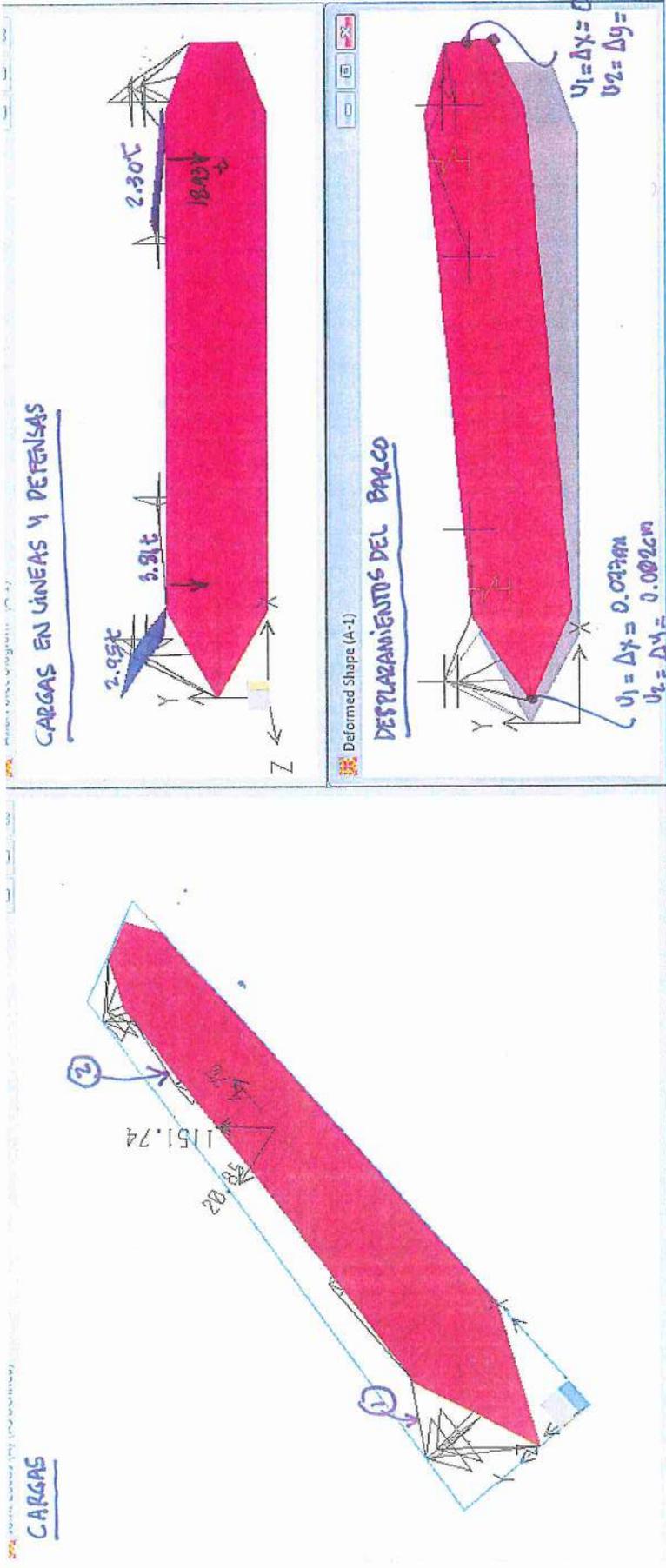
En el caso C, en que se invierte la dirección de la carga hacia el muelle ( FY), poniéndose en dirección contraria, se obtiene una carga máxima de 20ton.

En el Caso D, que sería equivalente a una ola extraordinaria que ingresa al puerto en la dirección X, se obtiene de carga máxima 65.48t, que tratándose de 2 líneas, sería de 32.73 ton, carga que está al 30% de capacidad de trabajo la línea, y al 60% de la capacidad de la bita , ya que ambas líneas van a la misma bita.

En el Caso E, que es similar al anterior se coloca la carga en popa, obteniéndose valores y seguridades del mismo orden.



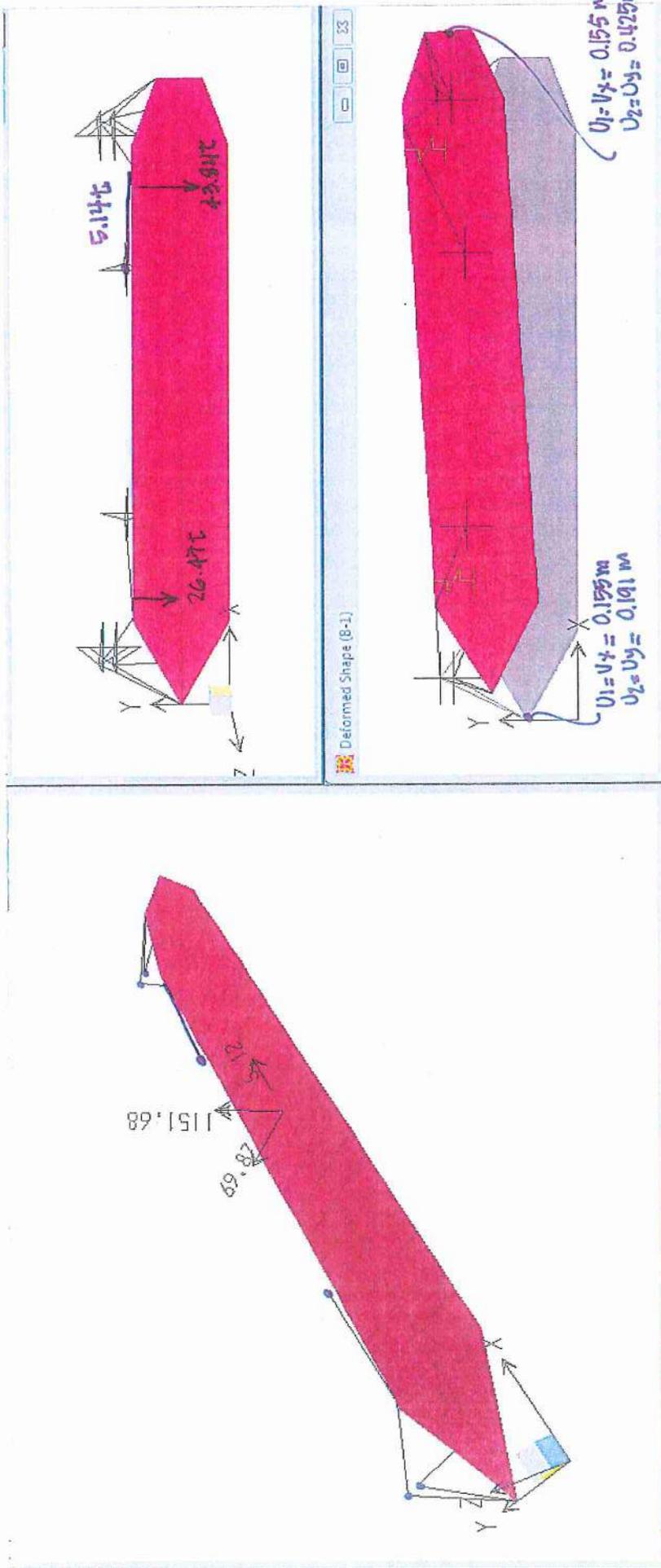
RAUL RIOS JIMENEZ  
INGENIERO CIVIL  
CIP 3623



Caso A : Combinación de corrientes y vientos



RAUL RIOS JIMENEZ  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 3623

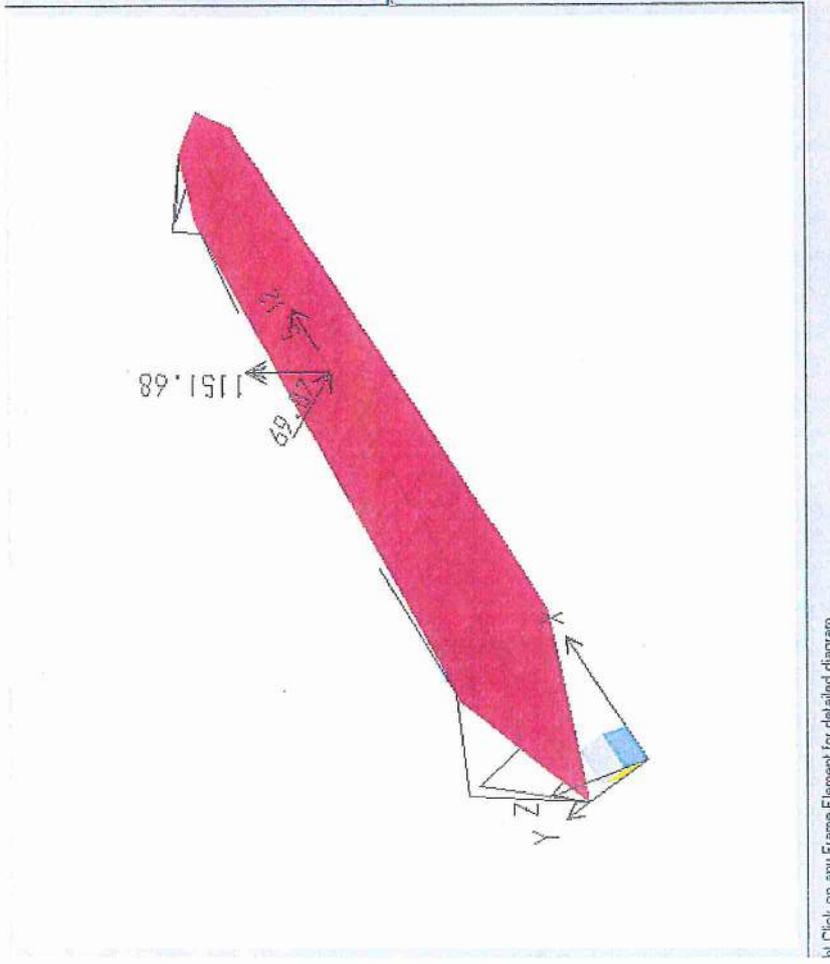
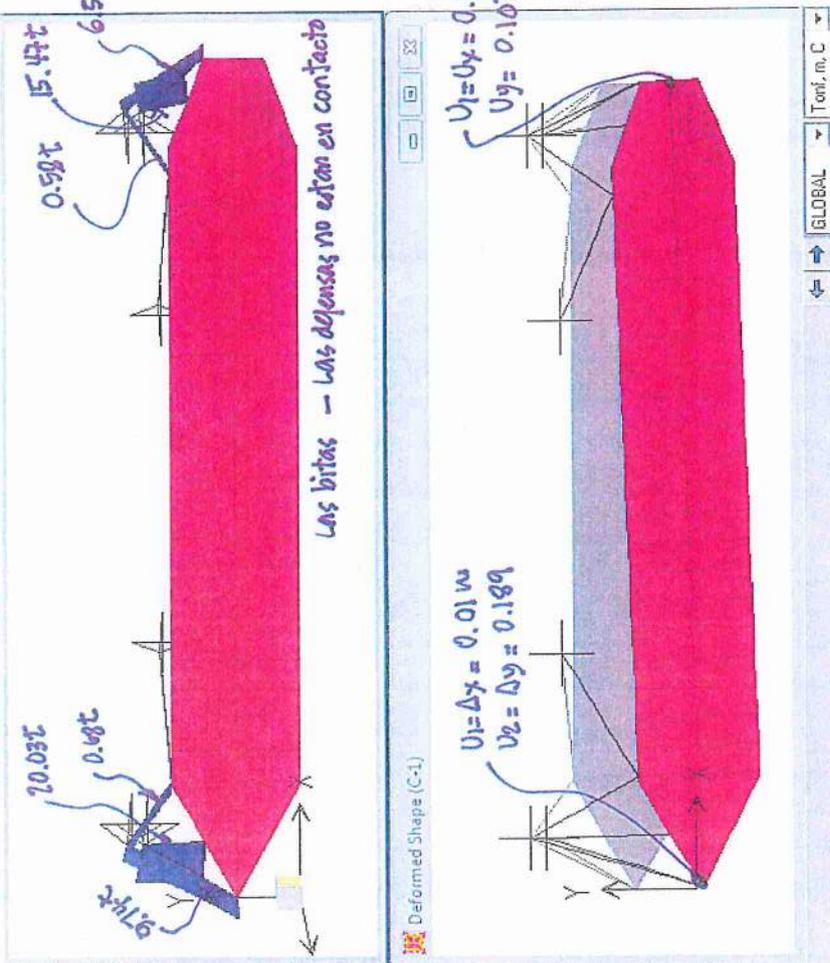


Combinación de corrientes, vientos y olas (aumentando las corrientes)

Caso B



RAUL RIOS JIMENEZ  
INGENIERO CIVIL  
CIP 3623



Click on any Frame Element for detailed diagram

0166

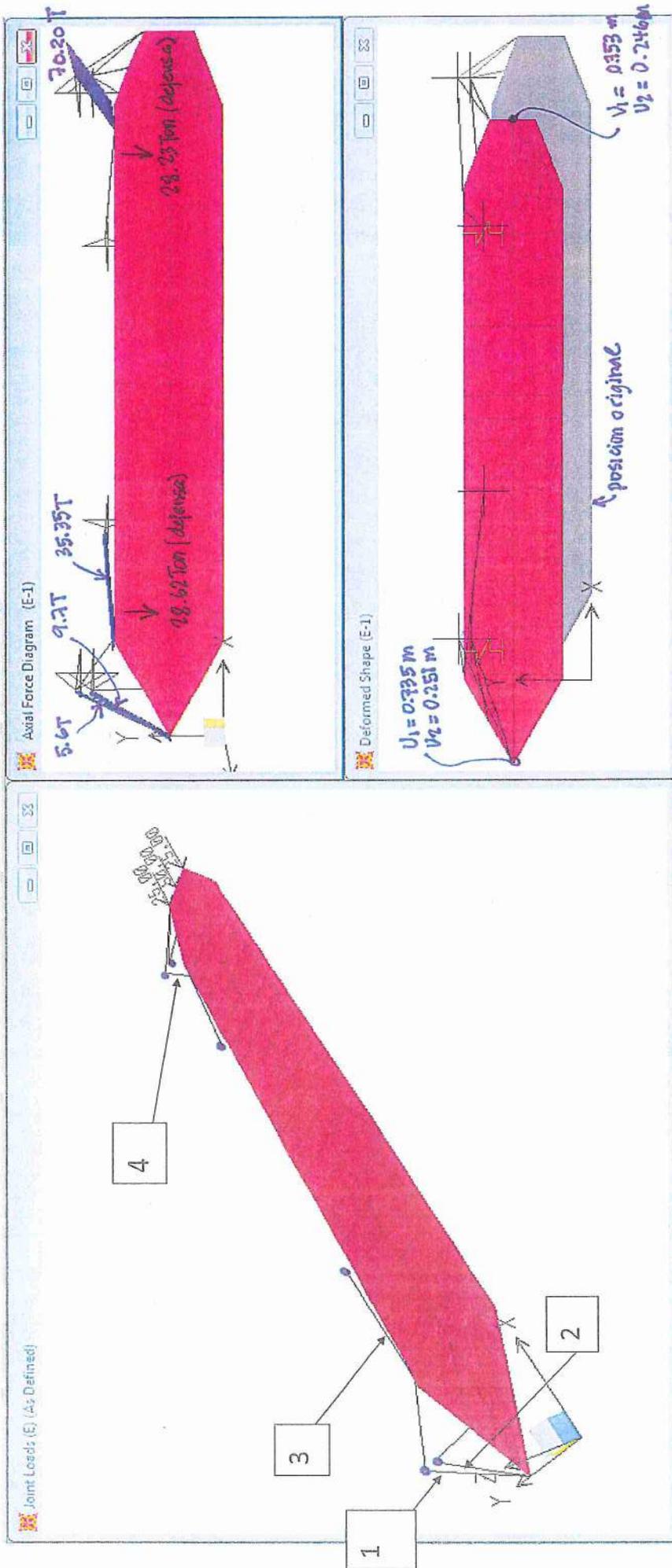
Similar a combinacion caso B  
invirtiendo la direccion de la carga en X.



CASO C

RAUL RIOS JIMENEZ  
INGENIERO CIVIL  
CIP 3623





CASO E: *Carga de 100 tons en popa.*  
 Fuerza actuante  $F_1=5.6, F_2=9.2, F_3=35.35, F_4=18.62$ .  $F_3/F_4$  en 2 líneas. (5060/0)  
 Desplazamiento de la nave

RAUL RIOS JIMENEZ  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 3623





**Anexo: 1**  
**Resumen del estudio de vientos, olas y**  
**corrientes para la zona de atraque**



**RAUL RIOS JIMENEZ**  
**INGENIERO CIVIL**  
**CIP 3623**

#### 4.4 Viento

Estadísticamente la componente principal del viento es del SSE, su velocidad media mensual multianual oscila entre 6 y 8 nudos, manteniendo su estabilidad direccional durante el 80 % del tiempo.

Generalmente, el componente del viento varía al SSW en horas de la tarde, aumentando su velocidad hasta 12 nudos. En algunas ocasiones del año, el viento presenta componentes del Noroeste a Norte que se mantienen por algunas horas y en casos extremos entre 2 a 3 días. Durante la madrugada y primeras horas de la mañana el viento es débil con tendencia a la calma.

En el orden de meso-escala, la circulación es modificada debido a la presencia de vientos locales o térmicos que soplan de tierra a mar y de mar a tierra a lo largo de la línea de costa. Esta situación se da por diferencial de temperatura entre el mar y la tierra, acentuándose en las zonas del litoral con mayor área de desierto, como por ejemplo entre las áreas interfluviales.

Por el mismo principio de diferencia de temperatura, la circulación es levemente modificada mar afuera por presencia de bulbos de agua cálida y de acuerdo al gradiente térmico horizontal respecto a su periferia.



RAUL RIOS JIMENEZ  
INGENIERO CIVIL  
CIP 3623

Las prominencias y entrantes (penínsulas, bahías) que se presentan a lo largo de la línea costera también producen modificaciones en la circulación del aire debido al efecto de fricción y al cambio en la cantidad de movimiento entre el flujo del aire sobre el mar y tierra.

#### 4.4.1 Dirección

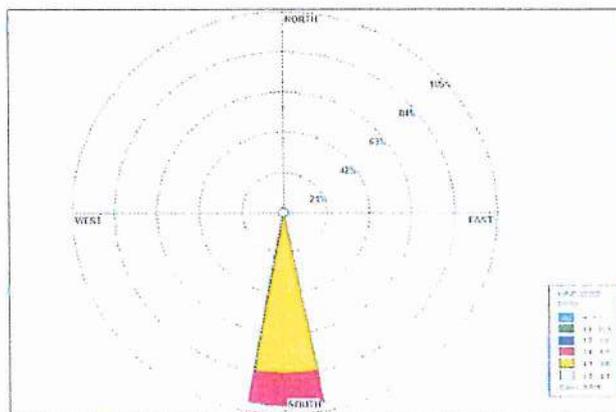
Es necesario conocer la dirección de los vientos por su importancia como agente de transporte de material particulado y posibles elementos contaminantes. En la estación meteorológica se han registrado vientos de predominancia sur, sin presentar cambios durante el periodo 1993-2011. (Ver Gráfico 10).

Cuadro 09. Dirección predominante del Viento

Año	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.
1993	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
1994	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
1995	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
1996	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
1997	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
1998	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
1999	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
2000	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
2001	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
2002	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
2003	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
2004	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
2005	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
2006	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
2007	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
2008	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
2009	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
2010	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
2011	S	S	S	S	S	S	S	S	-	-	-	-

Fuente: Corporación Peruana de Aeropuertos y Aviación Comercial, CORPAC  
 Elaborado por el Consultor

Gráfico 10. Rosa de vientos. Periodo 1993-2011

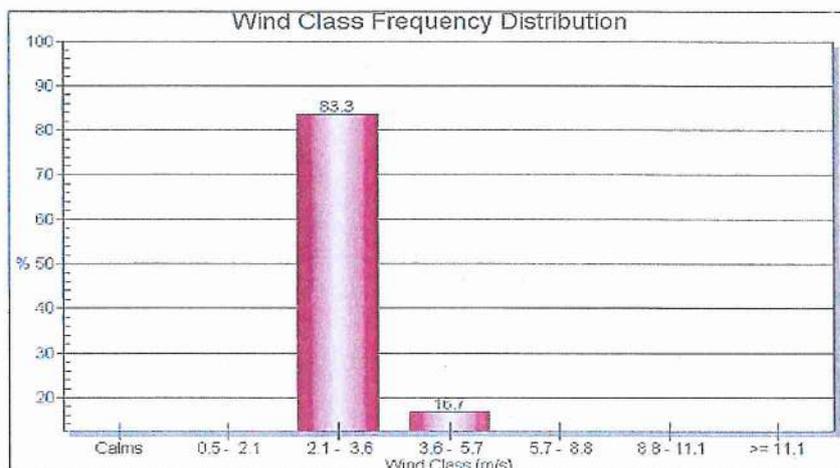


Elaborado por el Consultor



RAUL RIOS JIMENEZ  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 3623

Gráfico 11. Histograma de distribución frecuencia del viento, periodo 1993-2011.



Elaborado por el Consultor

#### 4.4.2 Velocidad

La velocidad del viento varía de una intensidad moderada a débil a lo largo de todo el año. El promedio máximo se presenta en enero (3.94 m/s) y el mínimo en junio (2.39 m/s). (Ver cuadro 10).

Cuadro 10. Promedio mensual de velocidad del viento (m/s)

Año	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
1993	3.75	3.65	3.5	3.25	3.4	3.25	3.15	3.25	3.55	3.3	3.65	4.2
1994	4.1	3.1	3.65	3.25	2.95	2.5	2.5	2.8	3.7	3.35	3.5	3.95
1995	4.15	4.1	3.35	3.2	3.2	2.3	2.9	2.9	3.05	3.4	4.15	4.75
1996	4.3	3.1	3.1	2.8	2.9	2.45	2.45	3.4	3.45	3.45	3.75	3.8
1997	4.3	3.8	3.15	2.95	3.8*	4.1*	3.85*	3.95*	4.45*	4.3*	4.85*	5.15*
1998	9.65*	4.9*	4.8*	3.9*	3.25*	2.95*	2.75	2.8	3.2	3.9	4.1	4.05
1999	4.55	3.8	3.55	3.2	2.65	2.5	2.85	3.4	3.25	3.6	3.6	3.65
2000	3.45	3	2.6	2.9	2.4	2.1	2.35	2.4	2.8	2.65	2.95	3.15
2001	2.85	2.2	2.1	1.75	1.9	1.6	1.75	1.75	2	2.1	2.35	2.75
2002	2.7	2.2	2.15	2.6	2.25	1.95	2.15	1.95	2.55	2.65	2.85	3.25
2003	3.45	3.7	3.05	2.75	2.15	2.15	2.2	2.35	2.55	3.05	3.3	3.05
2004	3.8	3.55	2.95	2.6	1.9	1.95	2.5	2.5	2.45	2.75	2.9	3.45
2005	3.7	2.95	2.7	2.55	2.25	2.05	2.4	1.25	2.45	1.25	2.95	3.8
2006	3.45	2.65	2.65	2.7	1.95	2.1	2.25	2.4	2.8	2.9	2.8	3.1
2007	3.5	2.9	2.95	2.45	2.1	1.75	2.1	2.35	2.65	2.95	3.05	3.3
2008	3.25	2.45	2.5	2.3	1.95	2.1	2.85	2.9	3.2	2.8	3.2	3.6
2009	2.95	3.3	2.75	2.35	2.05	2.3	2.95	2.8	2.95	3.2	3.25	3.55
2010	3.8	3.65	3.7	3.3	3	2.45	2.6	2.85	3.4	2.8	2.95	2.85
2011	3.15	2.9	2.1	2.65	2.65	2.8	2.75	2.4	S/D	S/D	S/D	S/D
Prom.	3.94	3.26	3.02	2.81	2.56	2.39	2.59	2.65	3.03	3.02	3.34	3.63

Fuente: Corporación Peruana de Aeropuertos y Aviación Comercial, CORPAC

S/D: Sin dato

\* Presencia del Fenómeno del Niño

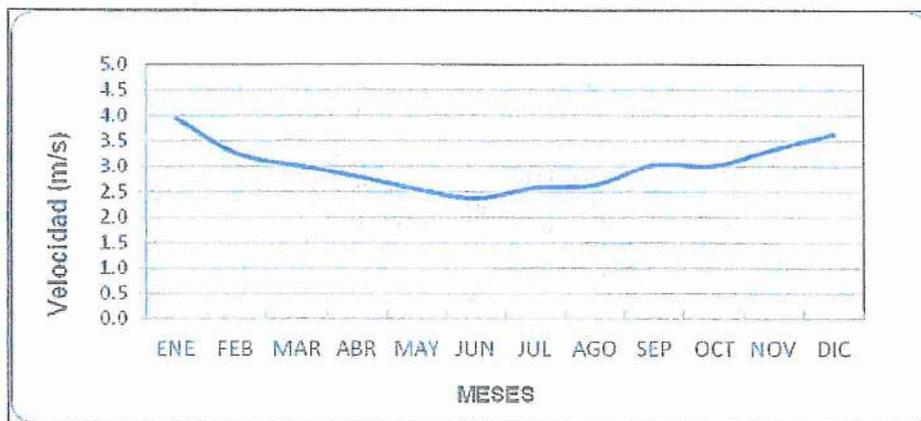
Elaborado por el consultor





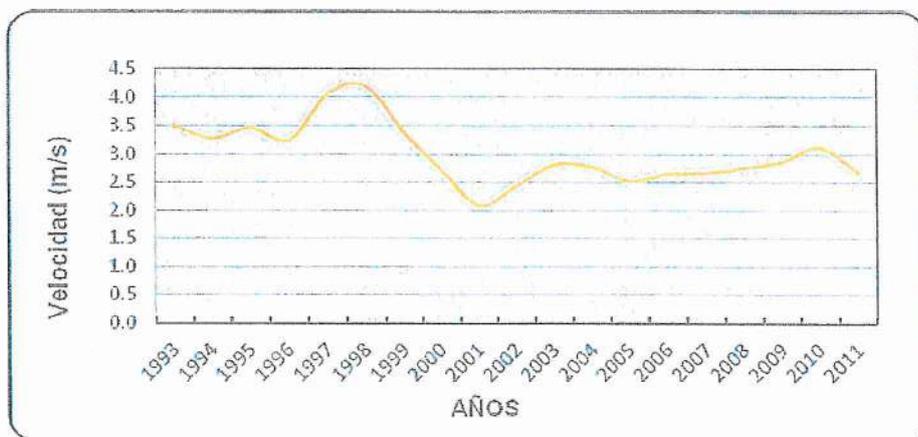
En el gráfico 12 se presentan los promedios mensuales multianuales de la velocidad del viento.

Gráfico 12. Promedio mensual multianual de velocidad de viento Período 1993 – 2011



Fuente: Corporación Peruana de Aeropuertos y Aviación Comercial, CORPAC  
Elaborado por el Consultor

Gráfico 13. Promedio anual de velocidad de viento Período 1993 – 2011



Fuente: Corporación Peruana de Aeropuertos y Aviación Comercial, CORPAC  
Elaborado por el Consultor



RAUL RIOS JIMENEZ  
INGENIERO CIVIL  
CIP 3623

**+ INCLUSION DE ROMPEOLAS SUMERGIDO EN LA MODELACION DE CORRIENTES DENTRO DEL TP - CALLAO**

**INTRODUCCION**

Con la finalidad de obtener una modelación de corrientes más realista dentro del TP- Callao, se han incluido en la modelación de corrientes realizada, el rompeolas sumergido que se encuentra al ingreso del TP- Callao, y cuya información se encuentra disponible en la página web de la Autoridad Portuaria Nacional:

- <http://www.apn.gob.pe/web/apn/batimetria>
- <http://www.apn.gob.pe/web/apn/comunicados1>

Tal como se muestra en la Figura 1, se pueden observar las dimensiones de dicho rompeolas sumergido, el cual presenta una profundidad de 5 metros y la que ha sido interpolada a la malla de cálculo empleada, cuyos resultados se presentan en la Figura 3 y Figura 4.

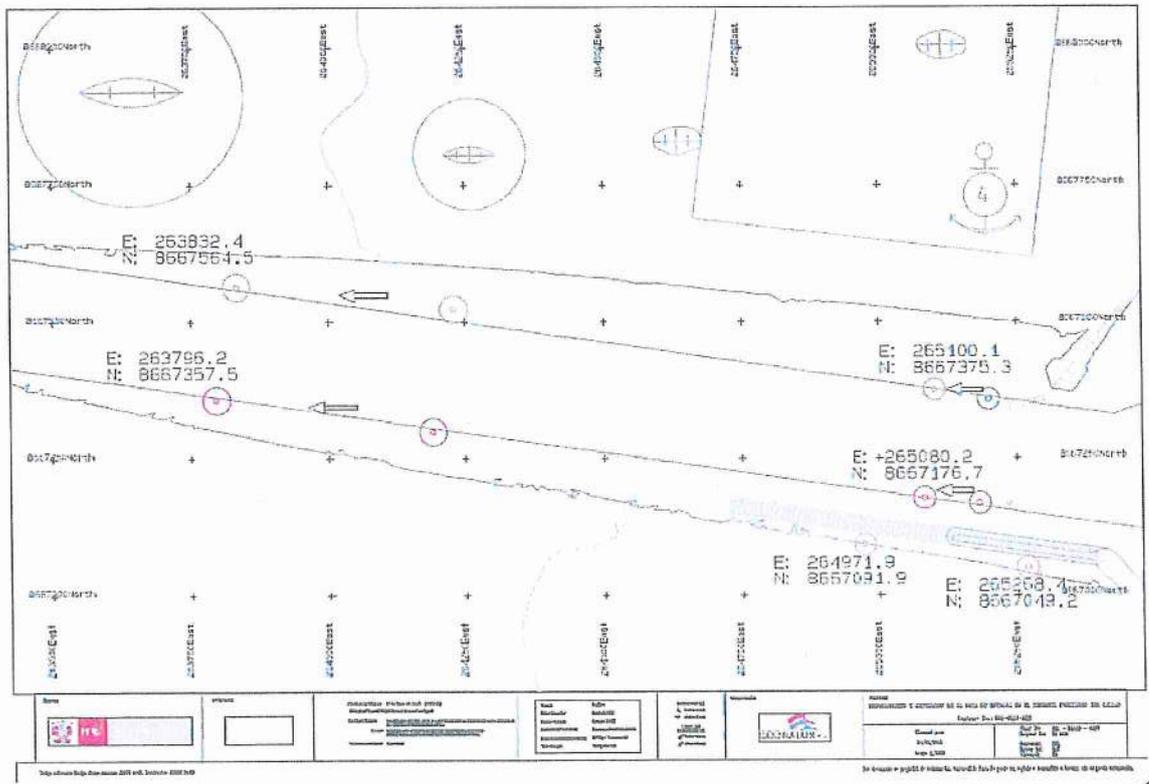


Figura 1.- Configuración del rompeolas sumergido a la entrada del TP-Callao



RAUL RIOS JIMENEZ  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 3623



- Batimetría: Se han empleado los datos de batimetría de las cartas de navegación HIDRONAV-223 e HIDRONAV-2235 elaboradas por la Dirección de Hidrografía y Navegación (DHN), las que han sido complementadas con la información batimétrica de detalle del Puerto del Callao, la interpolación de dichas fuentes batimétricas se presentan en la Figura 3 y Figura 4.

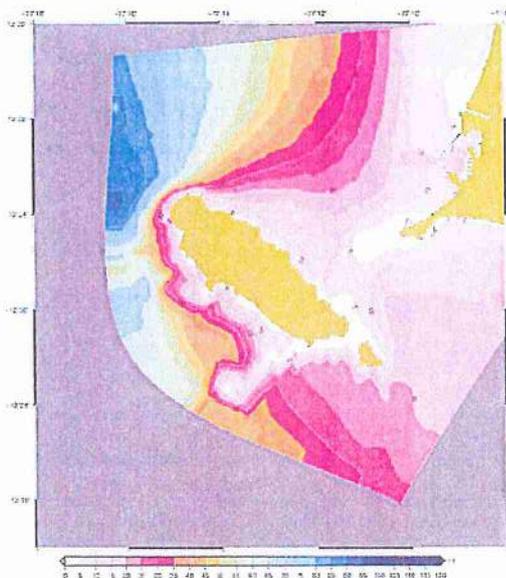


Figura 3.- Batimetría usada en la modelación de corrientes

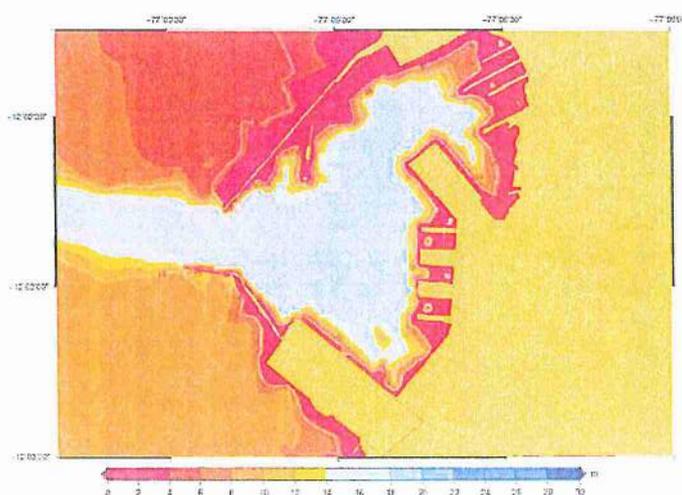


Figura 4.- Detalle de la batimetría usada en la modelación de corrientes



RAUL RIOS JIMENEZ  
INGENIERO CIVIL  
CIP 3623

Con toda esta información base, la forma de acción de las forzantes sobre el dominio de modelación se presentan en la Figura 5.

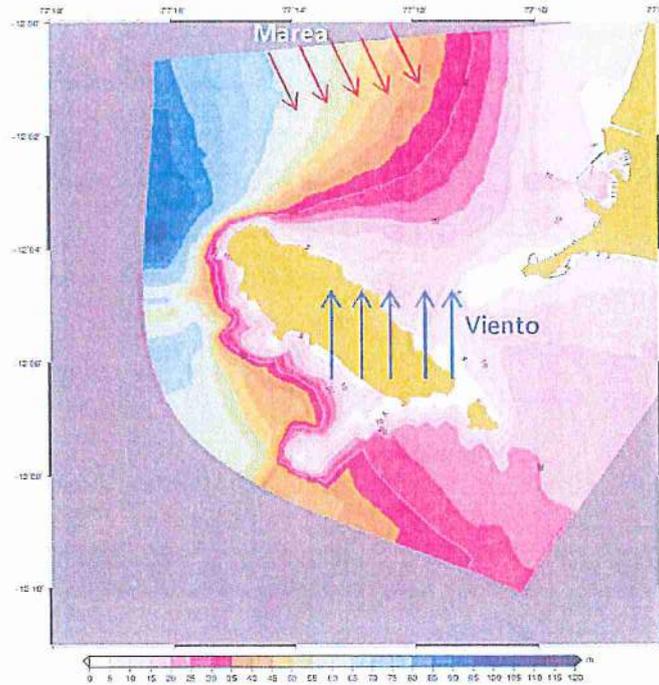


Figura 5.- Interacción de las forzantes al modelo

## RESULTADOS

Habiendo definido las forzantes del modelo, se procede a ejecutar el modelo, las que han sido mostradas para las etapas de marea ascendente como descendente, considerando tres niveles de profundidad, como son a nivel superficial, 5 metros y 10 metros de profundidad. Los resultados se presentan en las siguientes figuras:



RAUL RIOS JIMENEZ  
INGENIERO CIVIL  
CIP 3623

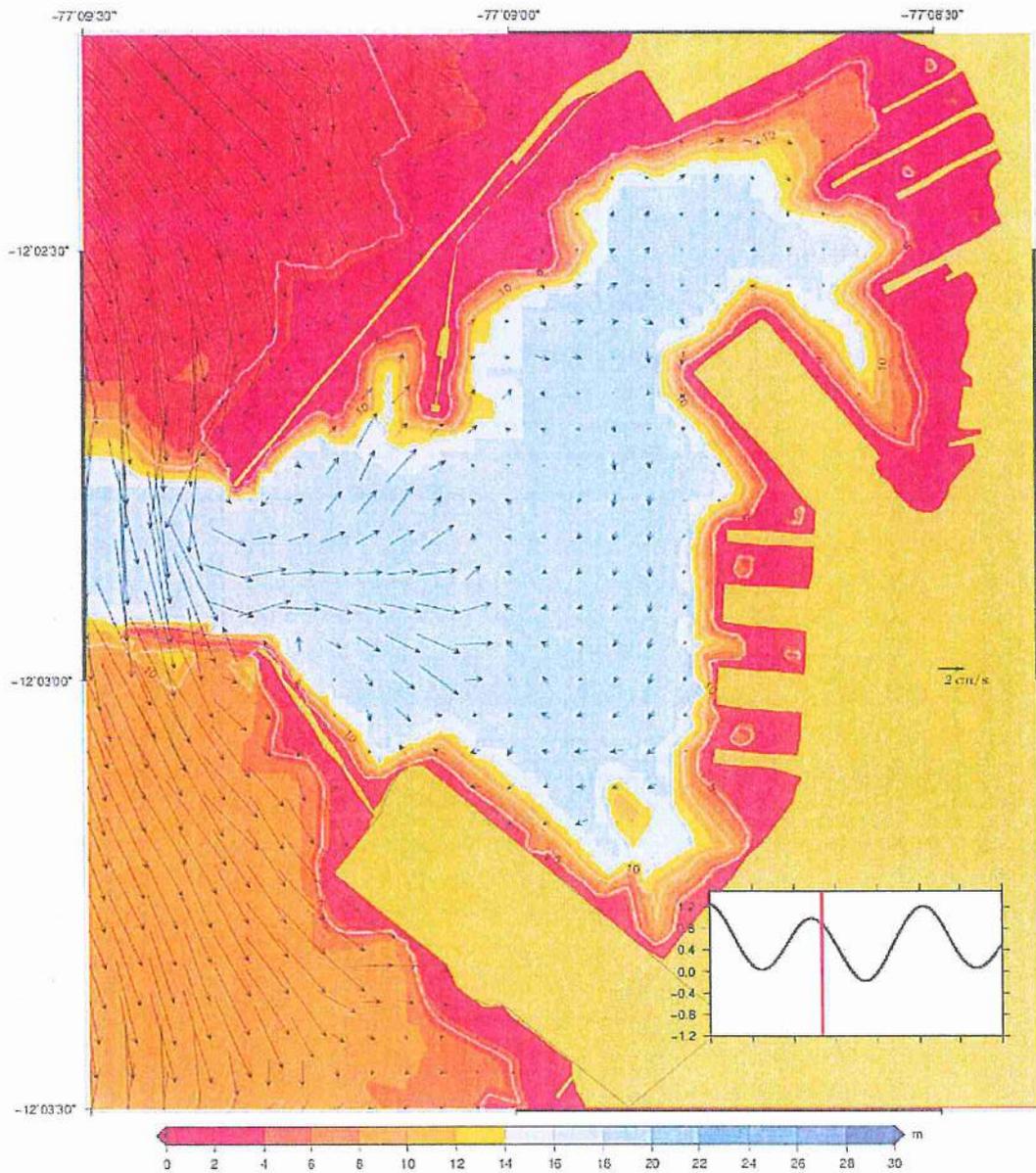


Figura 6- Modelación de corrientes superficiales en el TP Callao. Marea descendente.

En esta figura se puede observar que durante la marea descendente el flujo fuera del puerto presenta dirección hacia el sur y parte de este flujo ingresa por la bocana central, donde debido a la reducción del área se intensifica la magnitud (hasta 3 a 4 cm/s), sin embargo, ya dentro del puerto las magnitudes se ven reducidas considerablemente. Se aprecia que en las instalaciones del muelle de interés, la dirección de corrientes es hacia el noreste, con una magnitud aproximada entre 2 y 3 cm/s.



RAUL RIOS JIMENEZ  
INGENIERO CIVIL  
CIP 3623

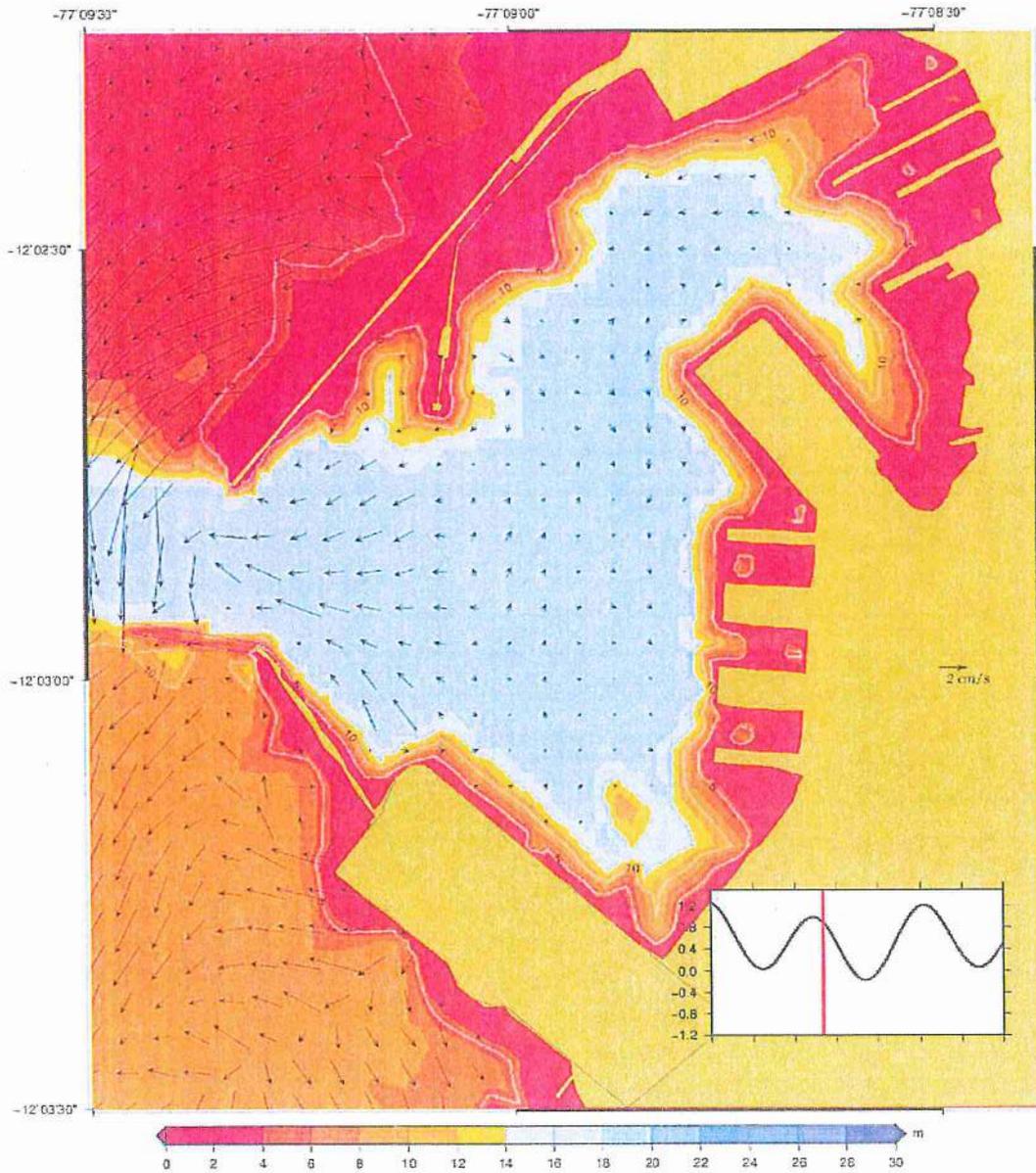


Figura 7- Modelación de corrientes a 5m de profundidad en el TP Callao. Marea descendente.

A 5 metros de profundidad, aun se puede observar que fuera del puerto la dirección de corrientes es hacia el sur, observándose asimismo, que existe un flujo de corrientes de salida del puerto con magnitudes de 2 a 3 cm/s. Cercano al muelle de interés, se presenta una dirección de corrientes hacia el suroeste con magnitudes muy reducidas (menores a 2 cm/s).



RAUL RIOS JIMENEZ  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 3623

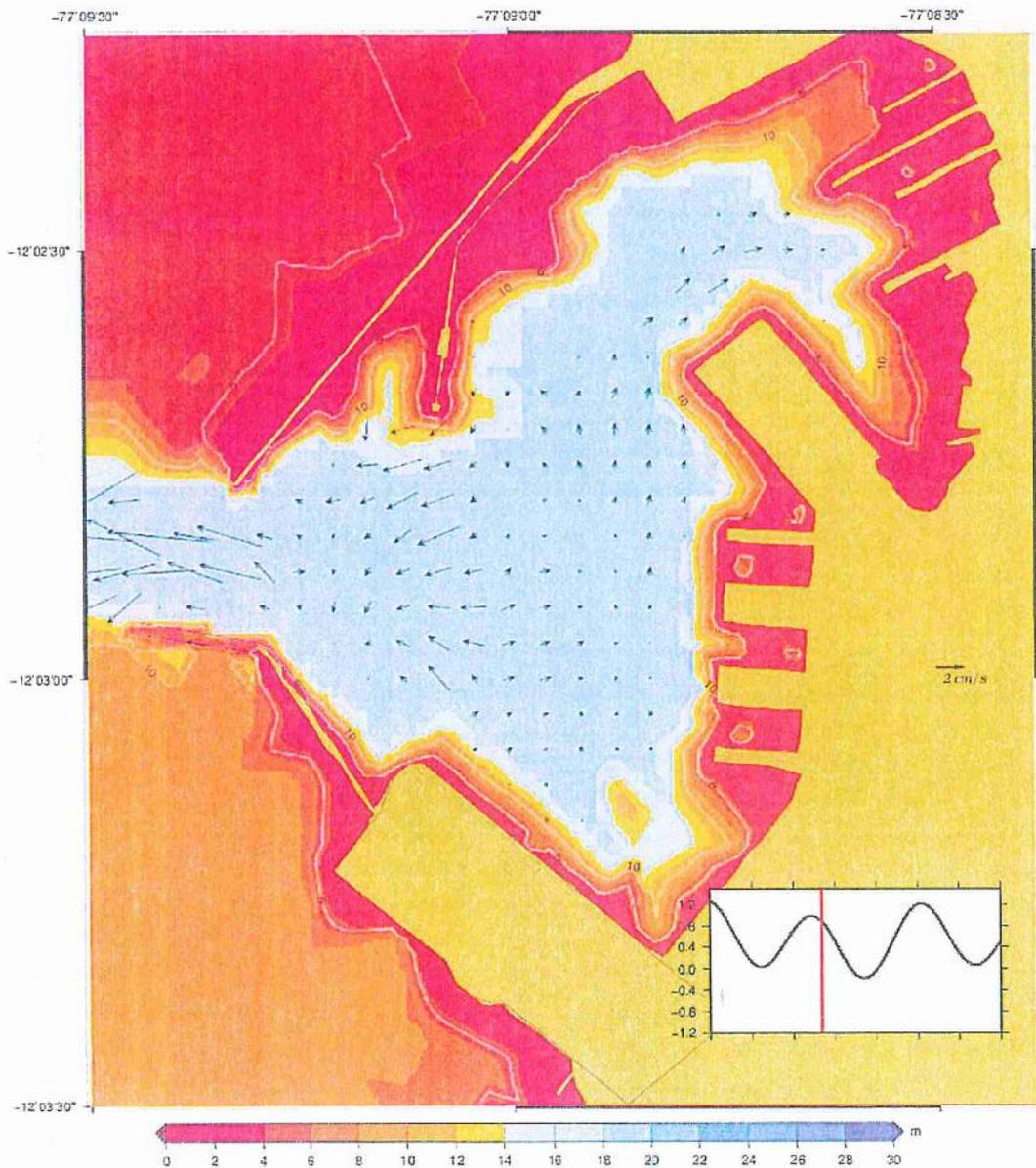


Figura 8- Modelación de corrientes a 10m de profundidad en el TP Callao. Marea descendente.

A 10 metros de de profundidad, el flujo viaja por el canal formado luego del proceso de dragado, presentando una dirección hacia el oeste, cercano al muelle de interés, el flujo es muy lento. Asimismo, se observa la presencia de un flujo de corrientes que se dirige hacia las instalaciones de la base naval, sin embargo, su magnitud se encuentra en el rango de 2 cm/s.



RAUL RIOS JIMENEZ  
INGENIERO CIVIL  
CIP 3623

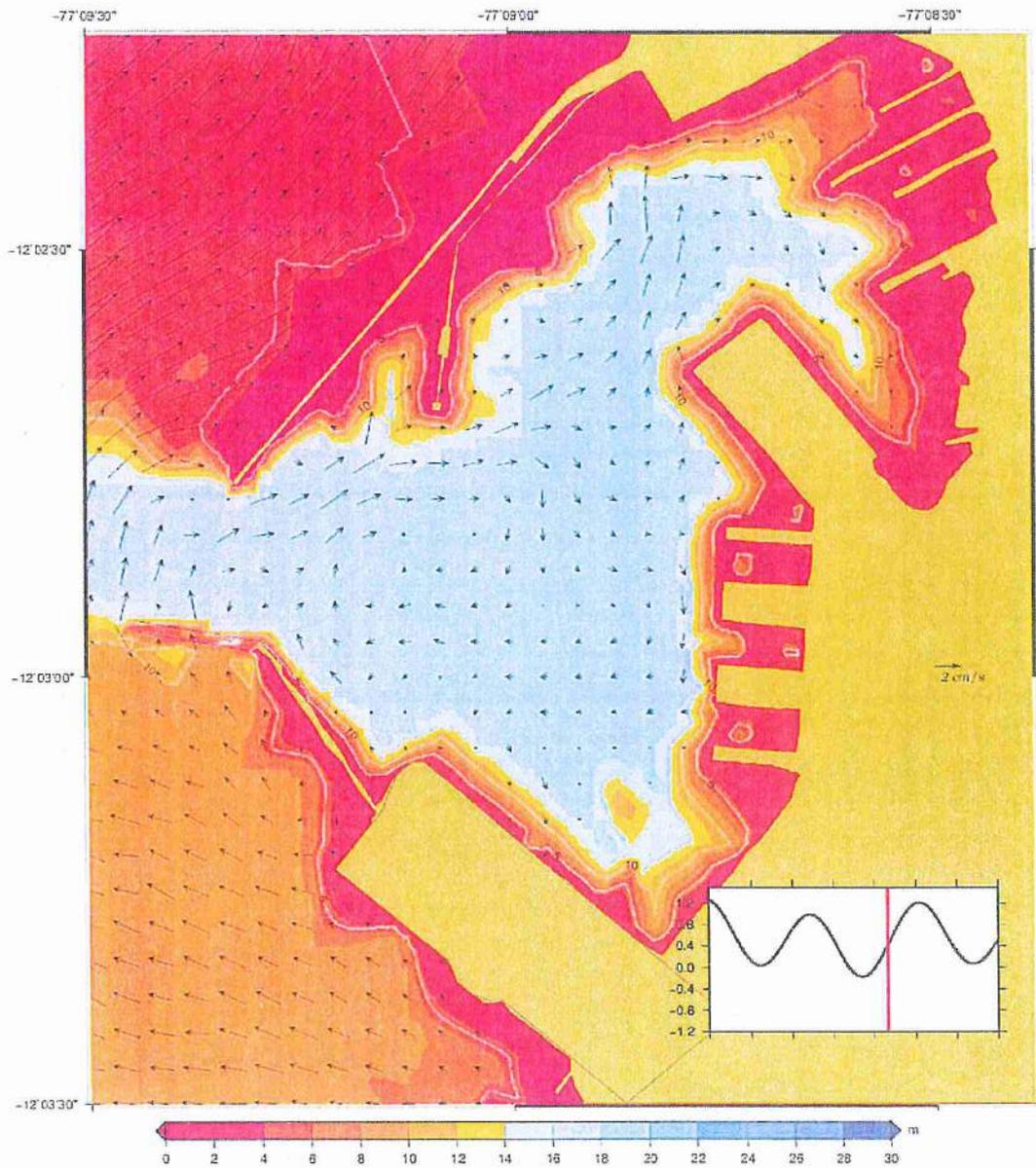


Figura 9- Modelación de corrientes superficiales en el TP Callao. Marea ascendente.

En marea ascendente, se observa que el flujo de corrientes fuera del puerto presenta una dirección hacia el norte y parte de este flujo ingresa por la bocana central al puerto, donde se observa la existencia de formación de vórtices con magnitudes menores a los 2 cm/s. Cercano al muelle de interés, existe un flujo de corrientes que se desplaza en la dirección noreste, con magnitudes de 2cm/s.



RAUL RIOS JIMENEZ  
INGENIERO CIVIL  
CIP 3623

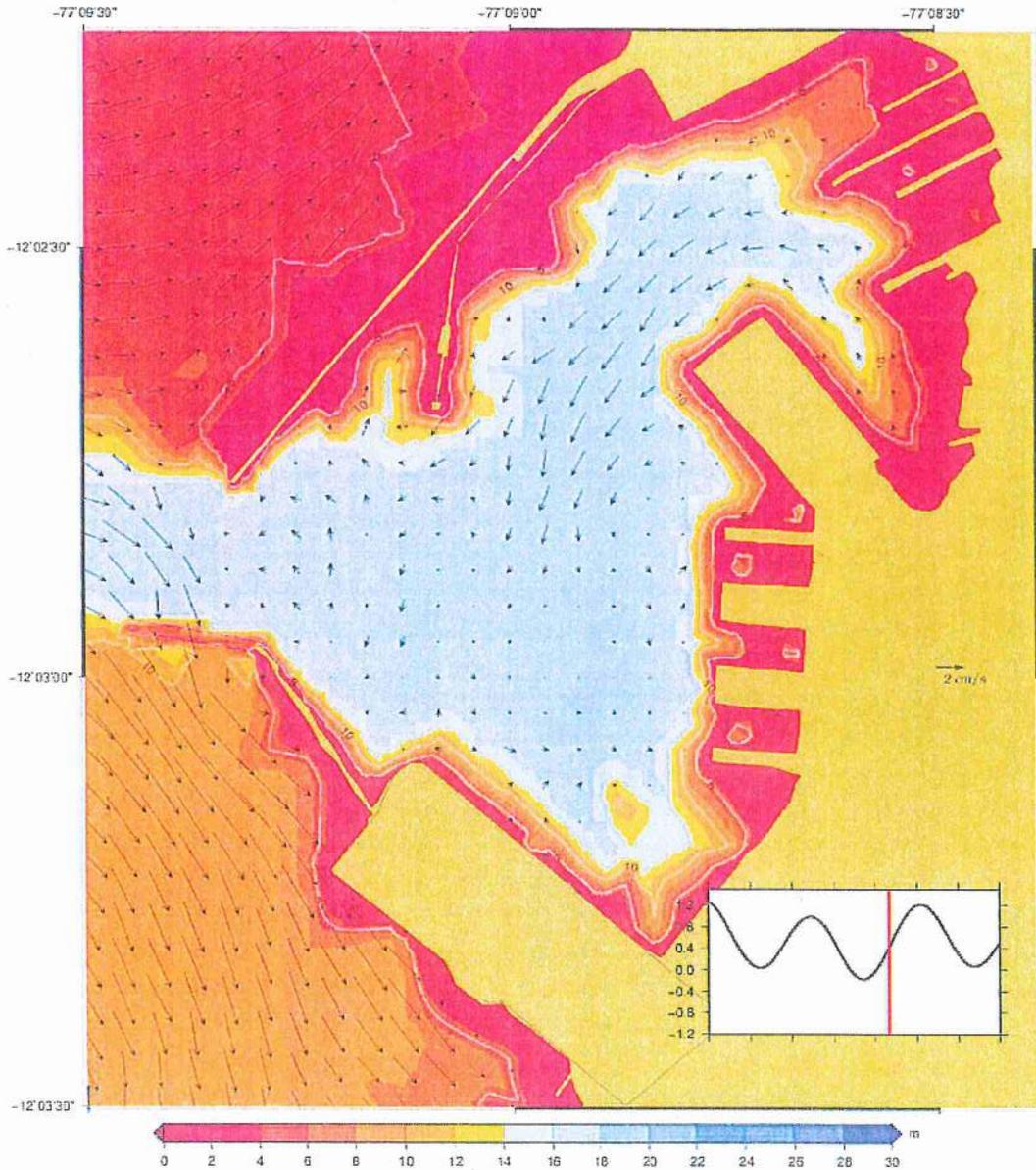


Figura 10- Modelación de corrientes a 5m de profundidad en el TP Callao. Marea ascendente.

A 5 metros de profundidad, existe un flujo divergente sobre el eje de la bocana de ingreso, donde parte del flujo se desplaza hacia el sureste y otra parte hacia el noreste. Dentro del puerto, el flujo de corrientes es lento, con magnitudes máximas entre 2 a 3 cm/s. Se observa que desde las instalaciones de la Base Naval, se



RAUL RIOS JIMENEZ  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 3623

presenta un flujo que se dirige hacia el centro del puerto, y que a su vez va disminuyendo de magnitud.

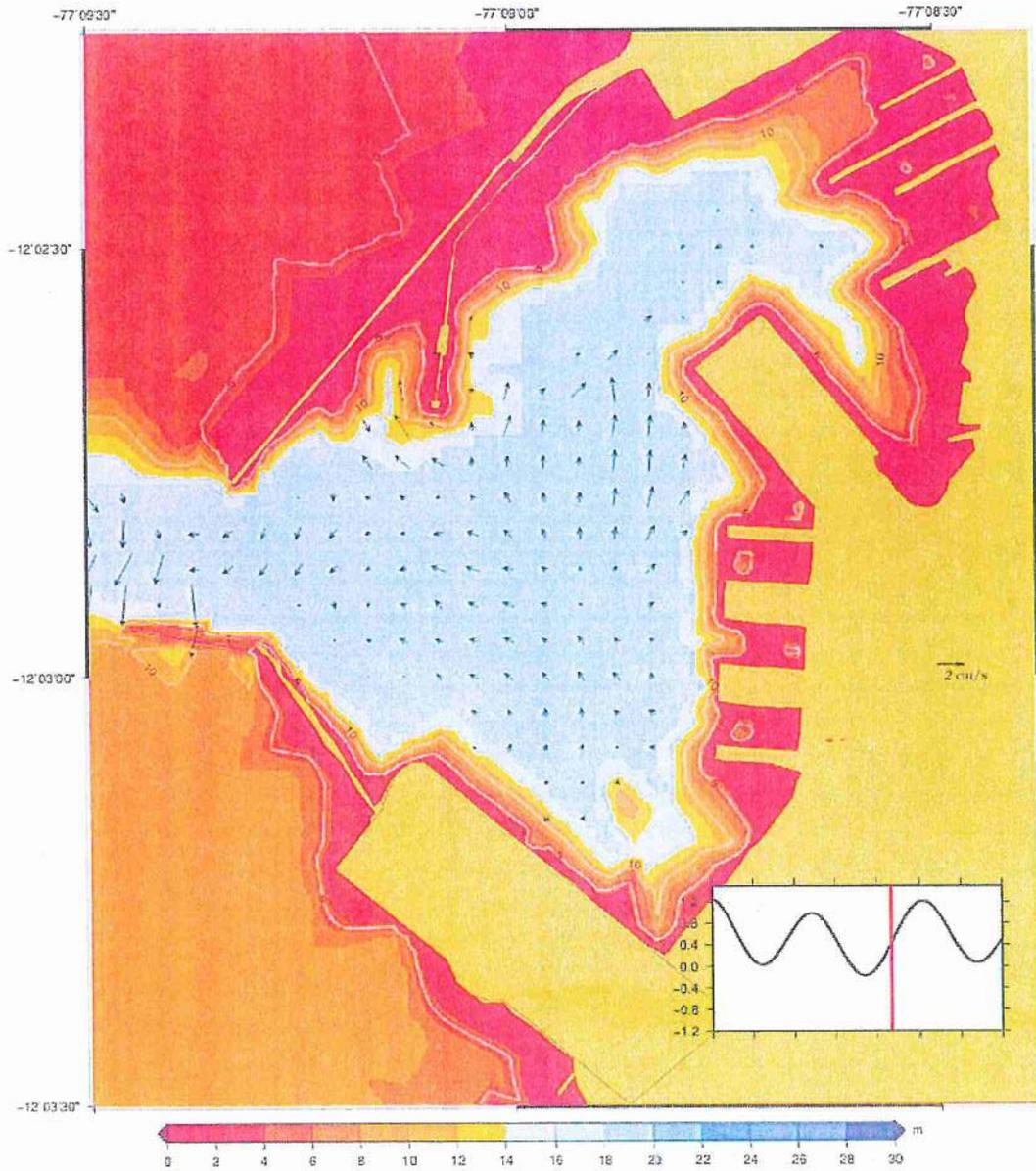


Figura 11- Modelación de corrientes a 10m de profundidad en el TP Callao. Marea ascendente.



RAUL RIVERA JIMENEZ  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 3623

A 10 metros de profundidad, se observa un flujo con características desordenadas, con velocidades muy bajas.

## CONCLUSIONES

- La circulación dentro de la rada del TP Callao generada por viento y marea local, es poco significativa en comparación al flujo que se presenta fuera de ella, y esta condición se ve influenciada por la forma casi cerrada de la rada del Callao, lo que permite que se generen flujos con magnitudes de corrientes predominantes de 5 cm/s. Por otro lado, los resultados de la modelación, indican que dentro de la rada se generan remolinos con magnitudes de corrientes débiles (menores a 5 cm/s).
- Se observó que tanto en marea ascendente como en marea descendente, dentro del puerto, los flujos de corrientes ingresan a la rada del Callao por los niveles superficiales (Figura 6 y Figura 9) y salen de ella por los niveles subsuperficiales (Figura 7 y Figura 10).
- A pesar que en zona de estudio, se presenta un viento proveniente del Sur, el patrón de circulación no se mostró influenciada de manera significativa, por el aporte del viento, ya que el sistema de corrientes modelado no se desplazó en la dirección hacia donde sopla el viento, por lo que se deduce que es más importante la marea en la generación de corrientes dentro de la rada del Callao.
- De los resultados de la modelación se observa que la inclusión del rompeolas sumergido, presenta poca influencia sobre las corrientes superficiales, siendo su influencia más notoria en las corrientes obtenidas en los niveles subsuperficiales (5 y 10 metros de profundidad), ya que funciona a manera de barrera y tiende a desviar la dirección de corrientes (Figura 7, Figura 8, Figura 10 y Figura 11). Asimismo, la inclusión de este rompeolas no genera variaciones significantes dentro de la rada en comparación a los obtenidos cuando no se incluyó dicha estructura en la modelación.
- Fuera de las instalaciones del puerto, durante la marea descendente, en los niveles superficiales y subsuperficiales (Figura 6 y Figura 7), el flujo de corrientes se desplaza hacia el sur, mientras que en la marea ascendente, en los niveles superficiales, el flujo se desplaza hacia el norte (Figura 9), así mismo, en los niveles subsuperficiales existe un flujo divergente sobre el eje de la bocana de entrada, presentándose un flujo hacia el norte y otro hacia el sur (Figura 10).

RAUL RIOS JIMENEZ  
INGENIERO CIVIL  
CIP 3623



## INCLUSION DEL ROMPEOLAS SUMERGIDO EN LA BOCA DE ENTRADA AL TP – CALLAO PARA LA MODELACION DE OLAS

### INTRODUCCION

Con la finalidad de obtener una modelación más realista, a la modelación de olas realizada, se ha incluido el rompeolas sumergido, tal como se muestra en la Figura 01.

Dicha información ha sido ingresada al modelo de olas mediante la interpolación de la batimetría sobre su grilla de cálculo, tal como se muestra en la Figura 01.

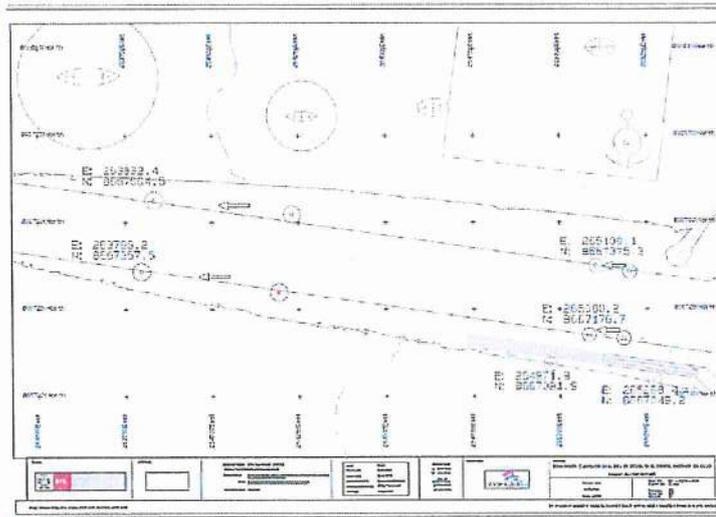


Figura 01.- Configuración del rompeolas sumergido a la entrada del TP-Callao

### DATOS EMPLEADOS

Se han empleado toda la información que ha sido descrita en el informe de modelaje de olas desde aguas profundas hasta aguas poco profundas, las que se describen brevemente a continuación:

- Batimetría: se ha empleado la información de cartas batimétricas de la Dirección de Hidrografía, complementada con la información batimétrica de detalle de la zona de estudio así como de la información de ubicación y características del rompeolas sumergido que se encuentra en la bocana de



RAUL RIOS JIMENEZ  
INGENIERO CIVIL  
CIP - 3623

acceso al puerto (Figura 01). Dicha información ha sido interpolada a la malla de cálculo, la misma que se muestra en la Figura 02.

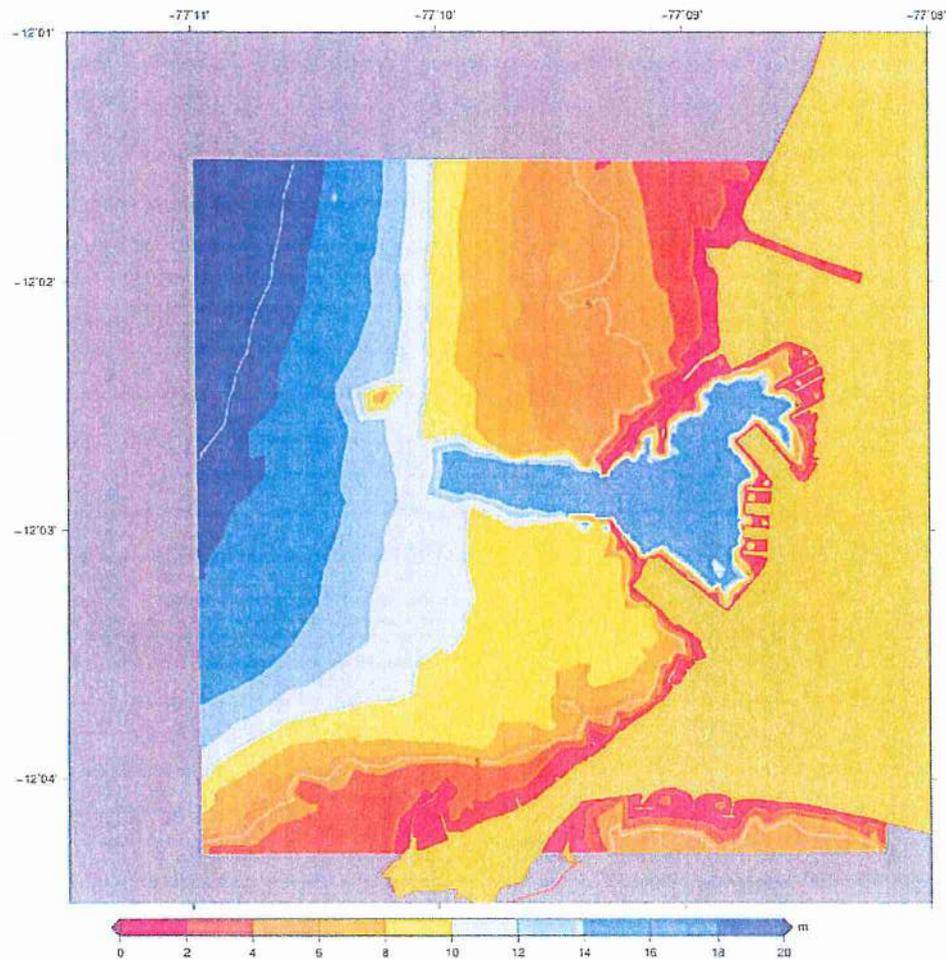


Figura 02.- Inclusión del rompeolas sumergido a la grilla de cálculo del modelo de olas



RAUL RIOS JIMENEZ  
INGENIERO CIVIL  
CIP 3623

- Climatología de olas cercano a la zona de estudios

Después de haber propagado la información de oleaje en aguas profundas, se extrajo los resultados para un punto cercano a la bocana de acceso al puerto, donde se observa que la principal dirección de arribo de las olas es del oeste, y que se presenta una altura predominante de olas de 0.5 metros.

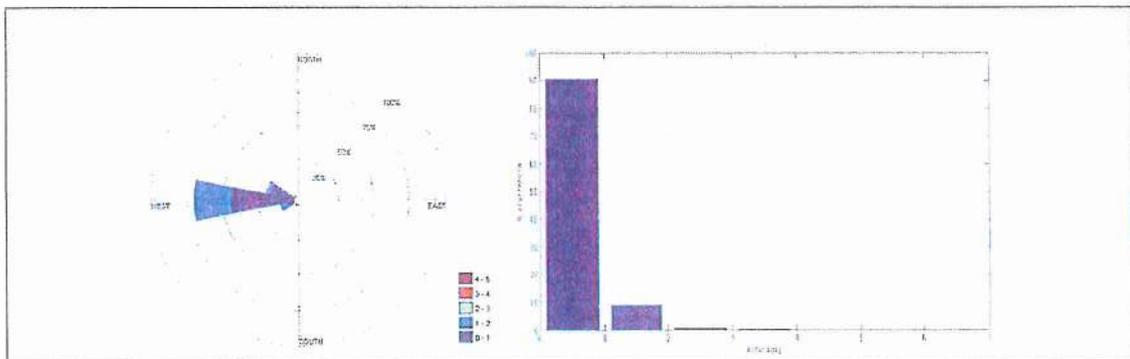


Figura 3.- Rosa e histograma de altura de olas para el punto de extracción de oleaje

- Periodos de retorno

En la Tabla 1, se muestran las alturas de olas correspondientes a periodos de retorno de 2, 5, 10, 25 y 50 años, observándose que para el método POT, se presentan alturas de olas de 3.04 y 3.25 metros para periodos de retorno de 25 y 50 años.

Tabla 1.- Altura de ola en función al periodo de retorno empleando métodos GEV, POT y máximos de Gumbel en aguas poco profundas.

Método	Periodo de retorno				
	2 años	5 años	10 años	25 años	50 años
GEV	1.95 m	2.25 m	2.53 m	2.90 m	3.20 m
POT	2.00 m	2.45 m	2.71 m	3.04 m	3.25 m
Máximos anuales de Gumbel	1.98 m	2.32 m	2.60 m	2.93 m	3.20 m



RAUL RIOS JIMENEZ  
INGENIERO CIVIL  
CIP 3623

## ESCENARIOS DE MODELACION

Se han definido tres casos de modelación, las que son presentados en la Tabla 2, donde se representan las condiciones normales (de acuerdo a la Figura 3) y las alturas de olas para los periodos de retorno de 25 y 50 años. De acuerdo a la orientación del puerto y de la dirección de aproximación de las olas hacia la zona de estudio, se ha tomado como principal dirección de propagación de olas la dirección oeste.

Tabla 2.- Casos de estudio de propagación de olas

Caso	Dirección aguas poco profundas	Hs (metros)	Tp (segundos)	Observación
01	Oeste	0.70	14	Condiciones normales
02	Oeste	3.04	20	Para un periodo de retorno de 25 años
03	Oeste	3.25	20	Para un periodo de retorno de 50 años

## RESULTADOS

Los resultados de la modelación son presentados de la Figura 5 a la Figura 7, mientras que los resultados tabulares para dos puntos de control (Figura 4) son presentados en la Tabla 3, apreciándose que las alturas de olas que se obtienen en el muelle llegan a alcanzar alturas de olas entre 0.2 a 0.3 m para periodos de retorno de 25 y 50 años.



RAUL RIOS JIMENEZ  
INGENIERO CIVIL  
CIP 3623



Figura 4.- Ubicación de los puntos de control dentro del puerto.

Tabla 3.- Resultados de la propagación de olas en dos puntos de control.

Caso	Puntos de control	Coordenadas		Hs (m)	Observación
		Longitud	Latitud		
01	P01	-77.151551	-12.045236	0.1	Muelle de interés
	P02	-77.155079	-12.048031	0.3	Entrada al terminal portuario
02	P01	-77.151551	-12.045236	0.2	Muelle de interés
	P02	-77.155079	-12.048031	1.1	Entrada al terminal portuario
03	P01	-77.151551	-12.045236	0.3	Muelle de interés
	P02	-77.155079	-12.048031	1.2	Entrada al terminal portuario



RAUL RIOS JIMENEZ  
INGENIERO CIVIL  
CIP 3623

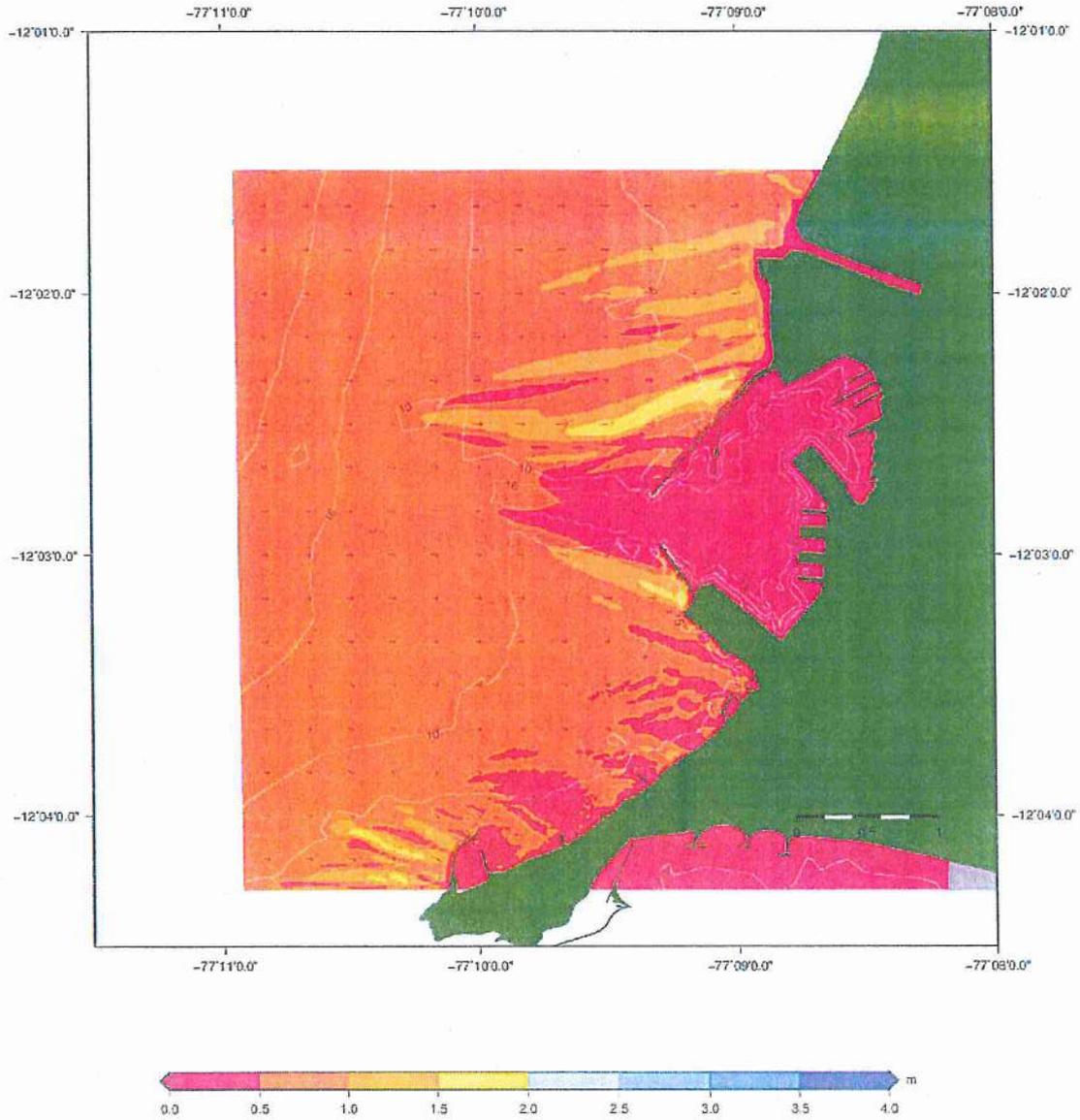


Figura 5.- Modelación de olas en aguas poco profundas. Condiciones normales:  $H_s=0.70m$ ,  $T_p=14s$ .



RAUL RIOS JIMENEZ  
INGENIERO CIVIL  
CIP 3623

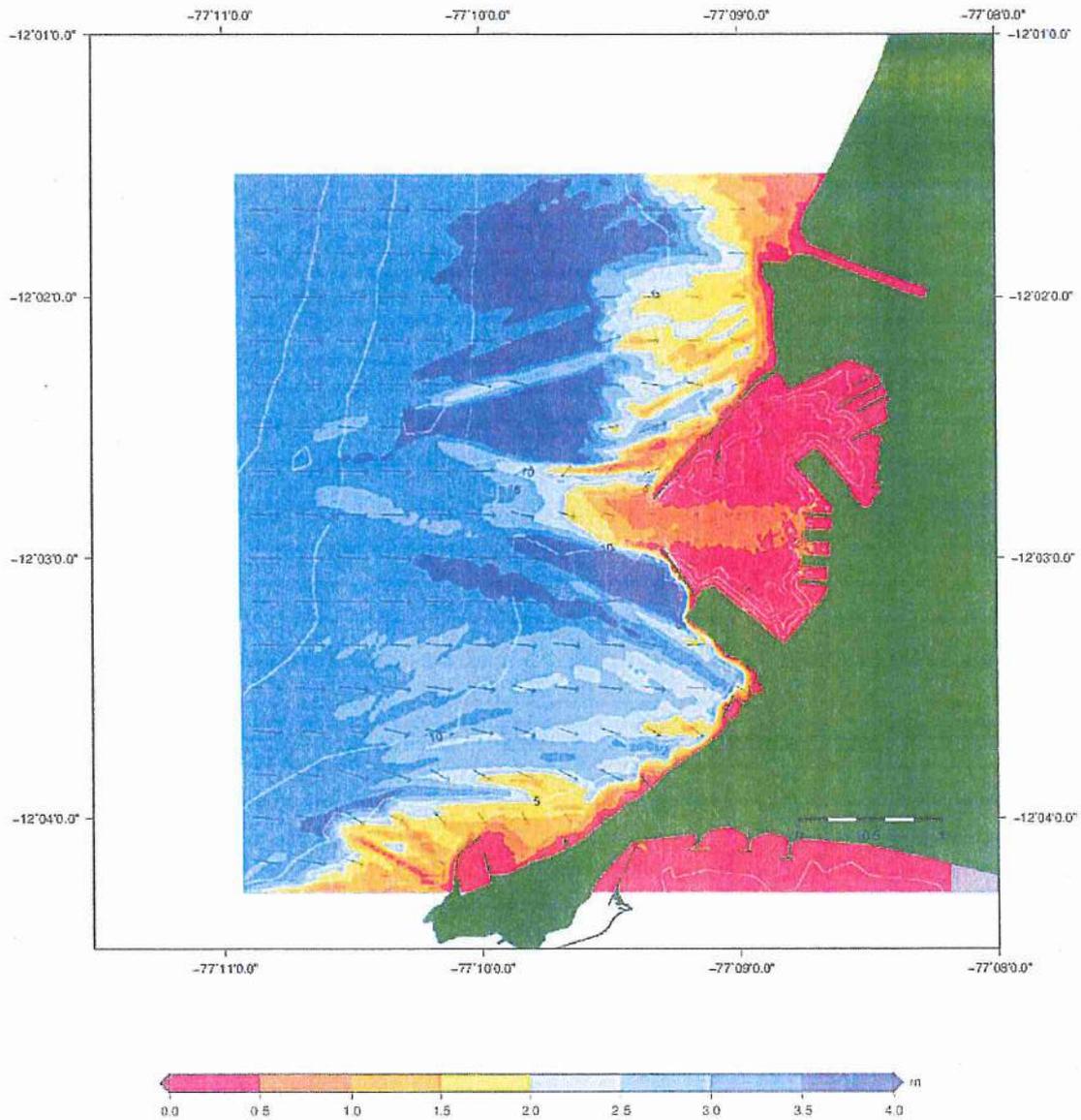


Figura 6.- Modelación de olas en aguas poco profundas.  $H_s=3.04m$ ,  $T_p=20s$ ,  $T_r=25$  años



RAUL RIOS JIMENEZ  
INGENIERO CIVIL  
CIP 3623

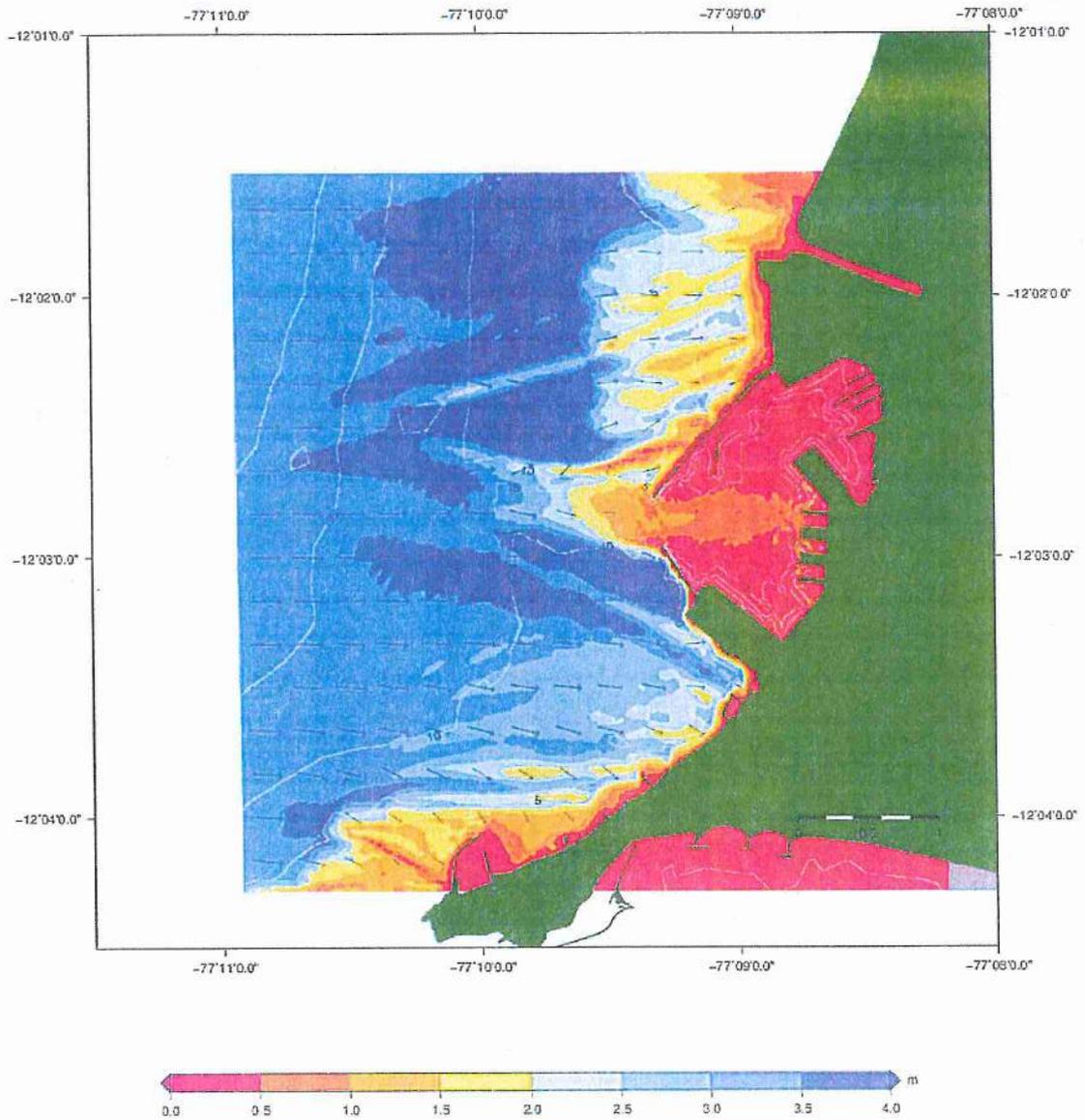


Figura 7.- Modelación de olas en aguas poco profundas.  $H_s=3.25m$ ,  $T_p=20s$ .  $T_r=50$  años.



RAUL RIVERA JIMENEZ  
INGENIERO CIVIL  
CIP 3623

## CONCLUSIONES

Se ha podido observar lo siguiente:

- Bajo condiciones normales, toda el área de estudio presenta condiciones de oleaje muy débiles por debajo de los 0.5 metros de altura (Figura 5), mientras que para las condiciones de olas con periodos de retorno de 25 y 50 años (Figura 6 y Figura 7), el área fuera del puerto presenta altura de olas importantes que pueden llegar a alcanzar olas entre 3.5 a 4 metros.
- Sin embargo, dentro el puerto se observan alturas de olas muy bajas, siendo la zona central cercana a la bocana de acceso la que presenta mayor altura de ola que van entre los 1 a 1.5 metros.
- Para el área de interés (Punto de control 01), las alturas de olas que se llegan a alcanzar se encuentran en el rango de 0.10 a 0.30 metros en condiciones normales y para un periodo de retorno de 50 años.
- Se puede observar que el canal de dragado presenta un efecto disipador de la altura de ola, ya que esta al ingresar a la bocana de acceso presenta una reducción de su altura de ola que es más notoria cuando se han considerado las alturas de ola para periodos de retorno de 25 y 50 años (Figura 6 y Figura 7).
- Con respecto a la inclusión del rompeolas sumergido, su influencia es sobre la zona que se encuentra fuera de la rada del Callao, sobre todo en la bocana de acceso, ya que de acuerdo a lo que se ha calculado en los puntos de control, hubo un incremento de 0.10 metros con respecto a lo obtenido sin considerar dicho rompeolas. En la parte del muelle de interés, las alturas de olas mostraron valores similares a los que se obtuvieron sin incluir dicho rompeolas sumergido.



RAUL RIOS JIMENEZ  
INGENIERO CIVIL  
CIA 3623



**Anexo: 2**

**Líneas de Amarre: información**



RAUL RIVERA JIMENEZ  
INGENIERO CIVIL  
CIP 3623

LINEAS



Home >> Vessel Mooring Lines >> Mooring Line Pendants >> HTP-12

April 30, 2012

**HTP-12**

Product Code: 703



HTP-12 is a 12-strand construction that provides optimum performance in static bending situations by allowing even distribution of loads across the bend, making HTP-12 ideal for use where small D/d ratios are common. Made with high-tenacity polyester fiber to provide good flex-fatigue resistance and shock absorption, HTP-12 is available with Samson's proprietary Pro-Gard Marine Finish for enhanced performance.

**APPLICATIONS**

- Mooring Line Pendants
- Winch Lines
- Lifting Slings
- General Working Lines
- Ship-assist lines

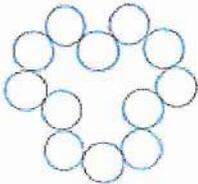
**TECHNICAL SPECIFICATIONS**

<b>Specific Gravity</b>
1.38

<b>Elastic Elongation</b>		
At % break strength		
10%	20%	30%
1.7%	3.4%	5.8%

All strengths are for spliced ropes unless otherwise noted.

Rope stabilized from 200D2. Ropes cycled 50 times at each percent of average break strength.



INCH	MM	LBS/100 FT	KG/100M	SAMSON AVERAGE STRENGTH LBS	SAMSON AVG STRENGTH KG	SAMSON MIN STRENGTH LBS	SAMSON MIN STRENGTH KG
1 1/2	36.0	72.0	107	91,800	41,600	82,600	37,500
1 5/8	40.0	93.0	138	113,000	51,300	102,000	46,100
1 3/4	44.0	111	165	136,000	61,700	122,000	55,500
1 7/8	46.0	118	176	145,000	65,800	131,000	59,200
2.0	48.0	130	193	167,000	75,800	150,000	68,200
2 1/8	52.0	144	214	181,000	82,100	163,000	73,900
2 1/4	56.0	162	241	210,000	95,300	189,000	85,700
2 3/8	57.0	182	271	231,000	105,000	208,000	94,300
2 1/2	60.0	198	295	242,000	110,000	218,000	98,800
2 5/8	64.0	224	333	267,000	121,000	240,000	109,000
2 3/4	68.0	257	382	296,000	134,000	266,000	121,000
2 7/8	70.0	266	396	317,000	144,000	285,000	129,000
3.0	72.0	292	434	332,000	151,000	299,000	136,000
3 1/8	76.0	320	476	361,000	164,000	325,000	147,000
3 3/16	78.0	355	528	397,000	180,000	357,000	162,000
3 7/16	84.0	390	580	430,000	195,000	387,000	176,000



©2012 Samson Rope Technologies, Inc. All rights reserved.  
 2090 Thornton Street | Ferndale, WA USA 98248 | (T) 360.384.4669 | (F) 360.384.0572  
 www.samsonrope.com

**RAUL RIOS JIMENEZ**  
**INGENIERO CIVIL**  
 CIP 3623



**Anexo: 3**  
**Información de Defensas**



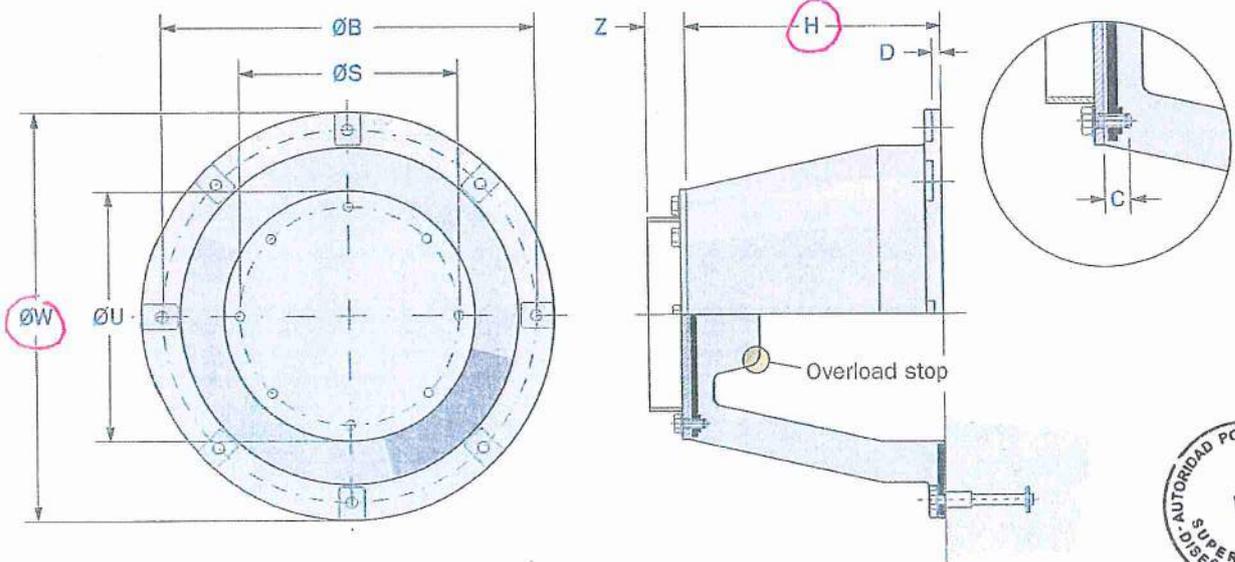
RAUL RIOS JIMENEZ  
INGENIERO CIVIL  
CIP 3623

**SUPER CONE FENDERS**

H  
↓  
φW  
↓

	H	φW	V	φU	C	D	φB	φS	Anchors/ Head bolts	Z <sub>min</sub>	Weight
SCN 300	300	500	-	295	27-37	20-25	440	255	4 × M20	45	40
SCN 350	350	570	-	330	27-37	20-25	510	275	4 × M20	52	50
SCN 400	400	650	-	390	30-40	20-28	585	340	4 × M24	60	76
SCN 500	500	800	-	490	32-42	30-38	730	425	4 × M24	75	160
SCN 550	550	880	-	540	32-42	30-38	790	470	4 × M24	82	210
SCN 600	600	960	-	590	40-52	35-42	875	515	4 × M30	90	270
SCN 700	700	1120	-	685	40-52	35-42	1020	600	4 × M30	105	411
SCN 800	800	1280	-	785	40-52	35-42	1165	685	6 × M30	120	606
SCN 900	900	1440	-	885	40-52	35-42	1313	770	6 × M30	135	841
SCN 950	950	1520	1440	930	40-52	40-50	1390	815	6 × M30	142	980
SCN 1000	1000	1600	-	980	50-65	40-50	1460	855	6 × M36	150	1125
SCN 1050	1050	1680	-	1030	50-65	45-55	1530	900	6 × M36	157	1360
SCN 1100	1100	1760	-	1080	50-65	50-58	1605	940	8 × M36	165	1567
SCN 1200	1200	1920	-	1175	57-80	50-58	1750	1025	8 × M42	180	2028
SCN 1300	1300	2080	-	1275	65-90	50-58	1900	1100	8 × M48	195	2455
SCN 1400	1400	2240	2180	1370	65-90	60-70	2040	1195	8 × M48	210	3105
SCN 1600	1600	2560	2390	1570	65-90	70-80	2335	1365	8 × M48	240	4645
SCN 1800	1800	2880	2700	1765	75-100	70-80	2625	1540	10 × M56	270	6618
SCN 2000	2000	3200	-	1955	80-105	90-105	2920	1710	10 × M56	300	9560

[Units: mm, kg]




 Some SCN sizes have a modified flange for reduced shipping dimensions.



**RAUL RIOS JIMENEZ**  
**INGENIERO CIVIL**  
 CIP 3623

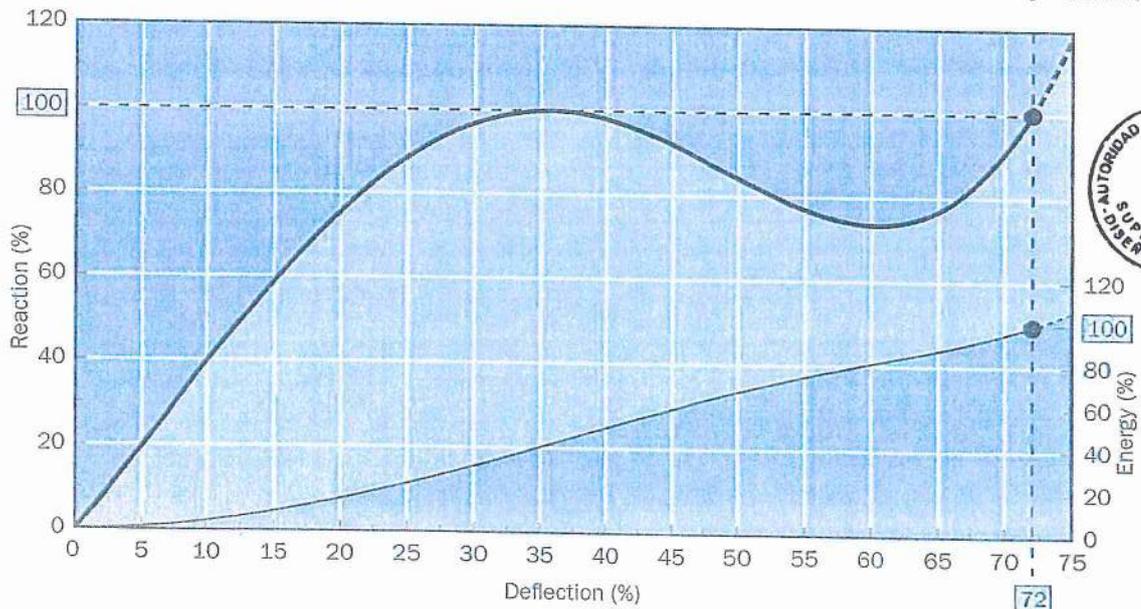
# SUPER CONE FENDERS

## Rated Performance Data (RPD)\*

		E0.9	E1.0	E1.1	E1.2	E1.3	E1.4	E1.5	E1.6	E1.7	E1.8	E1.9	E2.0
SCN 300	E <sub>R</sub>	7.7	8.6	8.9	9.2	9.5	9.8	10.1	10.4	10.6	10.9	11.2	11.5
	R <sub>R</sub>	59	65	67	68	70	72	74	75	77	79	80	82
SCN 350	E <sub>R</sub>	12.5	13.9	14.4	14.8	15.3	15.7	16.2	16.7	17.1	17.5	18	18.5
	R <sub>R</sub>	80	89	91	93	96	98	100	102	104	107	109	111
SCN 400	E <sub>R</sub>	18.6	20.7	21.4	22.1	22.8	23.5	24.2	24.8	25.5	26.2	26.9	27.6
	R <sub>R</sub>	104	116	119	122	125	128	131	133	136	139	142	145
SCN 500	E <sub>R</sub>	36.5	40.5	41.9	43.2	44.6	45.9	47.3	48.6	50	51.3	52.7	54
	R <sub>R</sub>	164	182	187	191	196	200	205	209	214	218	223	227
SCN 550	E <sub>R</sub>	49	54	56	58	59	61	63	65	67	68	70	72
	R <sub>R</sub>	198	220	226	231	237	242	248	253	259	264	270	275
SCN 600	E <sub>R</sub>	63	70	72	74	76	78	80	82	84	86	88	90
	R <sub>R</sub>	225	250	257	263	270	276	283	289	295	302	309	315
SCN 700	E <sub>R</sub>	117	130	134	137	141	144	148	151	155	158	162	165
	R <sub>R</sub>	320	355	365	374	384	393	403	412	422	431	441	450
SCN 800	E <sub>R</sub>	171	190	196	201	207	212	218	223	229	234	240	245
	R <sub>R</sub>	419	465	478	490	503	515	528	540	553	565	578	590
SCN 900	E <sub>R</sub>	248	275	282	289	296	303	310	317	324	331	338	345
	R <sub>R</sub>	527	585	601	617	633	649	665	681	697	713	729	745
SCN 950	E <sub>R</sub>	305	338	347	356	366	375	384	393	402	411	420	429
	R <sub>R</sub>	559	622	638	655	672	688	705	722	739	755	772	789
SCN 1000	E <sub>R</sub>	338	375	385	395	405	415	425	435	445	455	465	475
	R <sub>R</sub>	653	725	745	764	784	803	823	842	862	881	901	920
SCN 1050	E <sub>R</sub>	392	435	447	458	470	481	493	504	515	527	539	550
	R <sub>R</sub>	720	800	822	843	865	886	908	929	951	972	994	1015
SCN 1100	E <sub>R</sub>	450	500	514	527	541	554	568	581	595	608	622	635
	R <sub>R</sub>	788	875	899	923	947	971	995	1019	1043	1067	1091	1115
SCN 1200	E <sub>R</sub>	585	650	668	685	703	720	738	755	773	790	808	825
	R <sub>R</sub>	941	1045	1073	1101	1129	1157	1185	1213	1241	1269	1297	1325
SCN 1300	E <sub>R</sub>	743	825	847	869	891	913	935	957	979	1001	1023	1045
	R <sub>R</sub>	1103	1225	1258	1291	1324	1357	1390	1423	1456	1489	1522	1555
SCN 1400	E <sub>R</sub>	927	1030	1058	1085	1113	1140	1168	1195	1223	1250	1278	1305
	R <sub>R</sub>	1278	1420	1459	1497	1536	1574	1613	1651	1690	1728	1767	1805
SCN 1600	E <sub>R</sub>	1382	1535	1577	1618	1660	1701	1743	1784	1826	1867	1909	1950
	R <sub>R</sub>	1670	1855	1905	1955	2005	2055	2105	2155	2205	2255	2305	2355
SCN 1800	E <sub>R</sub>	1967	2185	2244	2303	2362	2421	2480	2539	2598	2657	2716	2775
	R <sub>R</sub>	2115	2350	2413	2476	2539	2602	2665	2728	2791	2854	2917	2980
SCN 2000	E <sub>R</sub>	2700	3000	3080	3160	3240	3320	3400	3480	3560	3640	3720	3800
	R <sub>R</sub>	2610	2900	2978	3056	3134	3212	3290	3368	3446	3524	3602	3680

\*in accordance with PIANC.

[Units: kNm, kN]



Standard manufacturing and performance tolerances apply (see pages 12-26 to 12-30)

M111030 V1.1 EN 1996-1-3, 2007

**RAUL RIOS JIMENEZ**  
**INGENIERO CIVIL**  
 CIP 3623

**NOTA:**

**EL PRESENTE APÉNDICE 7 INICIA EN EL FOLIO 0001 Y TERMINA EN EL FOLIO 0199.**

**ESTE APENDICE 7 ES COMPLEMENTARIO CON EL ESTUDIO DE MANIOBRA Y AMARRES DE SIPORT 21, ESTE ESTUDIO INICIA EN EL FOLIO 0001 Y TERMINA EN FOLIO 0392**

**RAUL RIOS JIMENEZ**  
**INGENIERO CIVIL**  
**CIP 3623**