

Agosto 2020

# **ESTUDIO DE MANIOBRAS DEL TERMINAL MARÍTIMO MULTIBOYAS QUIMPAC S.A. PARAMONGA**



**Estudio elaborado por:**

**Guillermo BADIOLA Cardeña**  
**Perito Marítimo en Maniobras y Navegación**  
**Nro. Registro: DI-43441285-PN**

**Empresa Propietaria: QUIMPAC S.A.**

Versión 2020

Distribución:

1. Dirección General de Capitanías y Guardacostas (Autoridad Marítima Nacional)
2. Administrado



---

## DATOS GENERALES

### a) IDENTIFICACIÓN DEL ADMINISTRADO

1. Nombre del administrado  
QUIMPAC S.A.
2. Nombre y cargo del representante  
Herbert Mecklemburg Leon - Superintendente de Operaciones Marítimas y Transportes
3. Dirección  
Av. Néstor Gambetta N° 8585 Callao Perú
4. Teléfono  
(51-1) 614-2000
5. Correo electrónico de contacto  
[hmecklemburg@quimpac.com.pe](mailto:hmecklemburg@quimpac.com.pe)

### b) IDENTIFICACIÓN DEL CONSULTOR

1. Razón social  
Guillermo BADIOLA Cardeña Perito Marítimo en Maniobra y Navegación
2. Nombre del representante legal  
Guillermo BADIOLA Cardeña
3. Dirección  
Calle Correggio # 189 Int 102 San Borja
4. Teléfono  
Celular 996594666
5. Correo electrónico de contacto  
[gbadiolac@yahoo.es](mailto:gbadiolac@yahoo.es)
6. Nombre del Práctico Marítimo (asesor que efectuó la concepción y descripción de las maniobras de ingreso / salida y amarres)  
Percy Mario Gfell García
7. Estudio inicial elaborado por Servicios y Estudios Hidrográficos SCRL-SEHIDRO

## ÍNDICE

### CAPÍTULO I

#### ANTECEDENTES GENERALES, CARACTERÍSTICAS DE LA ZONA DE OPERACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LA NAVE TIPO

1.1	Antecedentes generales del terminal, instalación acuática o amarradero	5
1.2	Naves Tipo del Estudio de Maniobras.	20
1.3	Descripción del Área de Operaciones, incluyendo las Instalaciones.	22
1.4	Características oceanográficas y meteorológicas del área de operación.	40
1.5	Descripción de las condiciones de calma, normales y extremas.	73

### CAPÍTULO II

#### DESCRIPCIÓN DE LA MANIOBRA

2.1	Elementos de amarre y defensa.	76
2.2	Naves que maniobran, descripción de las maniobras para naves de dimensiones tipo, mínimas y máximas (diurnas y nocturnas).	87
2.3	Descripción de las maniobras de ingreso y salida de la instalación acuática.	89
2.4	Descripción de las condiciones que afecten la maniobra de las naves.	170
2.5	Medios de apoyo para el ingreso, permanencia y salida de naves.	183
2.6	Procedimientos en caso de fallas y emergencias.	193
2.7	Metodología del cálculo para la determinación de la fuerza de tracción (Bollard Pull), requeridas por los remolcadores para maniobrar naves del tipo establecido.	201
2.8	Condiciones de permanencia de la nave en la instalación.	220
2.9	Determinación de las condiciones meteorológicas y oceanográficas adversas, así como de situaciones que constituyan límites operacionales o condiciones seguras.	229

### CAPÍTULO III

#### CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y ANEXOS

3.1	Conclusiones, Recomendaciones y Restricciones Portuarias.	235
3.2	Anexos. (15 planos, 1 Estudio Hidro-Oceanográfico y 1 Carta Náutica)	242

---

## CAPÍTULO I

### ANTECEDENTES GENERALES, CARACTERÍSTICAS DE LA ZONA DE OPERACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LA NAVE TIPO

#### 1.1 Antecedentes generales del Terminal, Instalación acuática o amarradero

##### a. De las instalaciones:

##### (1) Objetivo del Proyecto:

QUIMPAC S.A. es una empresa industrial del sector químico, constituida hace más de 35 años en el Perú, dedicada inicialmente a la producción de sal para consumo humano e industrial, soda cáustica, cloro líquido, ácido clorhídrico, hipoclorito de sodio, cloruro férrico, entre otros productos.

QUIMPAC S.A. realiza operaciones de descarga de petróleo residual a través de su Terminal Marítimo Multiboyas de Paramonga, lo cual le permite exportar Soda Cáustica y Cloruro de Calcio.

Mediante Decreto Supremo N° 01-2014 de fecha 28 de noviembre del 2014 se aprueba el Reglamento del Decreto Legislativo N°. 1147 de fecha 10 diciembre 2012, que regula el fortalecimiento de las Fuerzas Armadas en las competencias de la Autoridad Marítima Nacional - Dirección General de Capitanías y Guardacostas, el cual considera en su artículo 12°, numeral 27, que una de sus funciones es evaluar y aprobar los estudios de maniobras para las instalaciones en el medio acuático, incluidas las instalaciones portuarias sujetas a la Ley del Sistema Portuario Nacional.

En los artículos 691° y 692° del precitado Reglamento se establecen los lineamientos y criterios para la elaboración de los estudios de maniobras de las instalaciones portuarias, amarraderos a boyas o

unidades flotantes de almacenamiento, carga y descarga de hidrocarburos, gases y sustancias químicas, contemplando sus características particulares y las condiciones climáticas del área, los mismos que son evaluados y aprobados por la Dirección General de Capitanías y Guardacostas en su calidad de Autoridad Marítima Nacional.

En ese sentido, QUIMPAC S.A. requiere contar con un documento técnico aprobado por la Autoridad Marítima Nacional, que contenga la descripción de detalle y justificación técnica de seguridad, de las maniobras que deben efectuar las naves para su aproximación, fondeo, permanencia, atraque, desatraque, amarre y/o desamarre en el Terminal Marítimo Multiboyas QUIMPAC S.A. Paramonga; de acuerdo a las características propias del Terminal, condiciones climáticas del área y a las restricciones existentes en directa relación con la seguridad de la navegación, elementos de apoyo para la maniobra e instalaciones afectadas.

**(2) Titularidad de las instalaciones:**

La titularidad de las instalaciones le corresponde a la empresa QUIMPAC S.A. inscrita en la Partida N° 7000900 del Registro de Personas Jurídicas, Zona Registral IX, Sede Callao, con domicilio procesal en Av. Néstor Gambetta N° 8583-8585.

QUIMPAC S.A., anteriormente conocida como Química del Pacífico S.A., se fundó en el año 1964, dedicándose a la producción y comercialización de soda cáustica, cloro, fosfato bicálcico y otros productos químicos, y sales para uso industrial y doméstico. En 1994 QUIMPAC adquiere la empresa EMSAL S.A. (Empresa de la Sal S.A.) constituyéndose así en el principal productor de sal en el país. En 1997 QUIMPAC cuenta con el complejo Químico-Papelero de Paramonga, activo que fue adquirido a la ex W.R. Grace & Co.-Sociedad Paramonga LTDA, duplicando de esta forma la capacidad de su planta química.

La planta química de Paramonga fue puesta en servicio en febrero de 1998, produciendo soda cáustica, cloro y los derivados correspondientes. El proceso es la electrólisis de la salmuera llevado a cabo en la referida planta. En el mes de enero del 2000 se iniciaron las operaciones de descarga de petróleo residual a través del Terminal de Paramonga. A partir del mes de Mayo del año 2004 se realizó la instalación de dos tuberías más en este Terminal, las cuales permiten exportar Soda Cáustica por una de ellas y por la otra Cloruro de Calcio.

**(3) Ubicación geográfica:**

El sector de emplazamiento de las instalaciones del Terminal Marítimo Multiboyas QUIMPAC S.A. Paramonga, es el Distrito de Paramonga, Provincia de Barranca en el Departamento de Lima. Paramonga forma parte de los 5 distritos en los que se divide la Provincia de Barranca: Barranca (capital de la Provincia), Paramonga, Pativilca, Supe y Supe Puerto.



Figura 1: Mapa de la Provincia de Barranca

Paramonga se encuentra ubicada en la vertiente occidental del Océano Pacífico, a cuatro horas al norte de Lima, la capital del Perú. Tiene una extensión territorial de 414.08 km<sup>2</sup>, se emplaza en la parte baja de la cuenca y margen derecha del río Pativilca; su altitud varía desde los 0 msnm en la línea de costa hasta los 13 msnm en el centro de la ciudad, incrementándose conforme se va avanzando hacia el este, alcanzando 25 msnm en Lampay y llegando en su parte más alta a los 45 msnm aproximadamente. Geomorfológicamente, ocupa la planicie aluvial<sup>1</sup> y terraza aluvial, la pendiente del terreno varía entre 1 a 2%. Es importante la influencia del río Pativilca y el Océano Pacífico en la configuración de la fisiografía<sup>2</sup> del área.



**Figura 2: Ubicación del sector de emplazamiento del Terminal Marítimo Multiboyas**

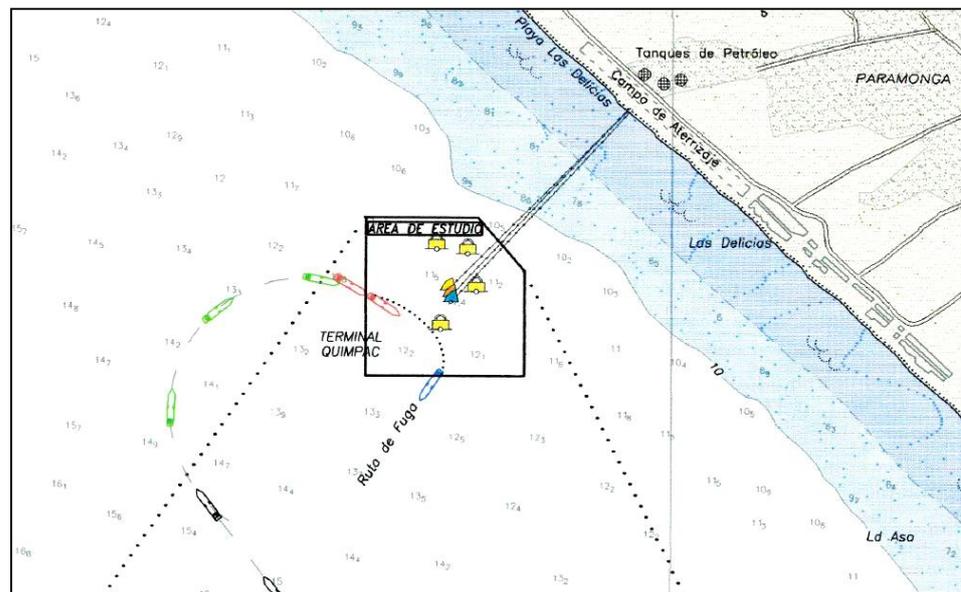
<sup>1</sup> Terreno que se ha formado a partir de materiales arrastrados y depositados por corrientes de agua.

<sup>2</sup> Área de la geografía consagrada al estudio de la disposición de los mares y las tierras.

La zona de estudio denominada Paramonga, está ubicada en el Litoral Norte a la altura del kilómetro 203 de la carretera Panamericana Norte antigua, donde se encuentran las instalaciones de QUÍMPAC S.A. (Planta de papel y Planta de Álcalis), pertenece al distrito de Paramonga, provincia Barranca y departamento de Lima y se le ubica en Latitud  $10^{\circ} 40' 54.77''$  Sur y Longitud  $77^{\circ} 50' 30''$ .191 Oeste.

**(4) Plano general de ubicación del proyecto:**

El Terminal Marítimo Multiboyas QUIMPAC S.A. Paramonga, está ubicado en el mismo Distrito de Paramonga, en Latitud  $10^{\circ} 40' 54.77''$  Sur y Longitud  $77^{\circ} 50' 30.191''$  Oeste, a una distancia de Costa de 1,250 metros o 0.7 millas náuticas, aproximadamente. Asimismo, se encuentra a 16 km. del puerto de Supe, 166 km. desde Lima y 194 km. desde Chimbote.



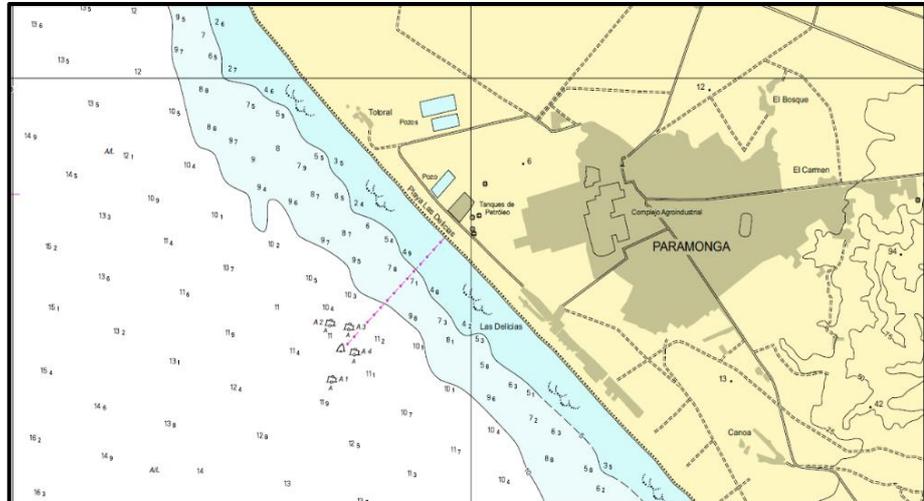
**Figura 3: Ubicación Área de Estudio Terminal QUIMPAC-Paramonga**

**(5) Características generales del Terminal Marítimo Multiboyas:**

**(a) Descripción general de las instalaciones**

El Terminal Marítimo Multiboyas QUIMPAC Paramonga tiene una profundidad: 36.08 pies (11 metros), un calado máximo de 10 metros. Debido a la amplitud del espacio entre boyas, y a su capacidad, el Terminal Marítimo Multiboyas de Paramonga,

puede recibir naves de eslora máxima de 180 metros, 32.20 metros de manga y 30,000 DWT, respetando el calado máximo permisible de 10 metros. La máxima altura de la toma del barco sobre el nivel del mar es de 13 metros.



**Figura 4: Ubicación del Terminal Marítimo Multiboyas**

El amarradero está conformado por cuatro boyas para amarre de primera categoría (A-1: Proa, A-2: Popa estribor, A-3: Centro estribor y A-4: Popa babor), cada una tiene 4.6 metros de diámetro con una altura total de 2.5 metros, pintadas de color amarillo, con un gancho de escape rápido y una capacidad de carga de 120 toneladas; peso de cada boya 9.5 toneladas y una capacidad de levante de fuerza vertical de 18.19 TM.

Las boyas cuentan con un sistema de señalización que consiste de 2 (dos) luces intermitentes que se colocan en las boyas de proa babor (verde) y popa estribor (roja). Estas luces son instaladas únicamente en maniobras nocturnas con la finalidad de facilitar el ingreso del buque a la instalación. Tienen un alcance luminoso de 5 millas.

Cuenta con dos tuberías submarinas para exportación de soda cáustica y cloruro de calcio. Una de ellas para el transporte de soda cáustica y la otra tubería submarina para el transporte de cloruro de calcio con las siguientes características: 8 pulgadas de diámetro, acero Sch80 con revestimiento tricapa de polietileno y 1,250 metros de longitud y 1,450 metros de longitud y una tubería

submarina para la descarga de petróleo residual, con las siguientes características: 10 pulgadas de diámetro, acero Sch40 y 1,250 metros de longitud. y 1,523 metros de longitud para la descarga de petróleo industrial

Se cuenta también con seis boyas de ubicación, de las cuales tres boyas se encuentran emplazadas al término de las tuberías y tres boyas al final de la misma manga submarina.

En el siguiente cuadro se detallan las coordenadas UTM y Geográficas de los puntos significantes del Proyecto:

CUADRO DE UBICACIÓN DE LOS ELEMENTOS QUE CONFORMAN EL TERMINAL EN COORDENADAS REFERIDAS AL WGS-84 (Obtenida a partir de las Coordenadas U.T.M. utilizando el Programa, The Geographic Calculator-Versión 3.07)						
ELEMENTO (Designación)	UBICACIÓN/COLOR	COORDENADAS U.T.M.		COORDENADAS GEOGRÁFICAS		
		NORTE	ESTE	LATITUD	LONGITUD	
B O	TUB. SUB. SODA CAUSTICA (*)	TÉRMINO/CELESTE	8'817,364.040	188,977.170	10'41'07".766 S	77'50'34".745 W
	TÉRMINO MANGA SODA CAUSTICA (**)	(**)/BLANCA	8'817,286.340	188,982.650	10'41'10".294 S	77'50'34".588 W
Y	TUB. SUB. ALCOHOL (*)	TÉRMINO/NARANJA	8'817,390.290	188,971.990	10'41'06".912 S	77'50'34".907 W
A	TÉRMINO MANGA ALCOHOL (**)	(**)/VERDE	8'817,430.780	189,015.370	10'41'05".607 S	77'50'33".468 W
R	TUB. SUB. PETRÓLEO (*)	TÉRMINO/AMARILLO	8'817,422.710	188,961.550	10'41'05".853 S	77'50'35".240 W
I	TÉRMINO MANGA PETRÓLEO (**)	(**)/ROJO	8'817,465.230	188,988.500	10'41'04".482 S	77'50'34".013 W
N	CILINDRICO	AMARRAR BOY. BLANCA/NEGRO	8'817,281.770	188,988.920	10'41'10".445 S	77'50'34".383 W
B O	PROA BABOR (***) Y SU ANCLAJE (A-1)	ARGANEO DE ANCLA/NARAN.	8'817,058.409	188,999.714	10'41'17".711 S	77'50'34".096 W
		MUERTO/AZUL	8'817,190.043	188,949.184	10'41'13".416 S	77'50'35".717 W
		BOYA EN REPOSO/AMAR.	8'817,229.823	188,927.129	10'41'12".115 S	77'50'36".431 W
		BOYA TRABAJANDO/AMAR.	8'817,237.427	188,922.913	10'41'11".867 S	77'50'36".567 W
O Y	POPA BABOR (***) Y SU ANCLAJE (A-4)	ARGANEO DE ANCLA/NARAN.	8'817,359.203	189,199.196	10'41'07".990 S	77'50'27".446 W
		MUERTO/AZUL	8'817,397.753	189,139.835	10'41'06".718 S	77'50'29".386 W
		BOYA EN REPOSO/AMAR.	8'817,415.592	189,098.941	10'04'06".126 S	77'50'30".725 W
		BOYA TRABAJANDO/AMAR.	8'817,418.955	189,091.231	10'41'06".014 S	77'50'30".978 W
Y A	POPA CENTRO (***) Y SU ANCLAJE (A-3)	ARGANEO DE ANCLA/NARAN.	8'817,676.622	189,113.395	10'40'57".642 S	77'50'30".171 W
		MUERTO/AZUL	8'817,633.002	189,082.852	10'40'59".051 S	77'50'31".189 W
		BOYA EN REPOSO/AMAR.	8'817,598.347	189,056.776	10'41'00".170 S	77'50'32".056 W
		BOYA TRABAJANDO/AMAR.	8'817,591.582	189,051.686	10'41'00".389 S	77'50'32".226 W
A	POPA ESTRIBOR (***) Y SU ANCLAJE (A-2)	ARGANEO DE ANCLA/NARAN.	8'817,720.665	188,864.757	10'40'56".135 S	77'50'38".333 W
		MUERTO/AZUL	8'817,662.873	188,892.944	10'40'58".023 S	77'50'37".423 W
		BOYA EN REPOSO/AMAR.	8'817,621.598	188,906.963	10'40'59".369 S	77'50'36".975 W
		BOYA TRABAJANDO/AMAR.	8'817,613.582	188,909.686	10'40'59".631 S	77'50'36".888 W

**Figura 5: Ubicación de los elementos que conforman el Terminal**

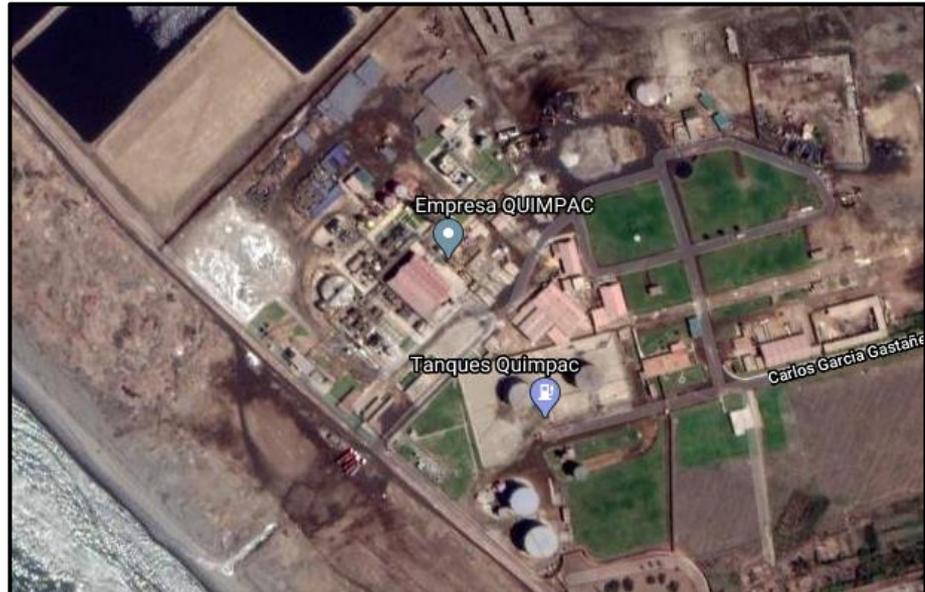
Asimismo, cuenta con dos tanques de almacenamiento de soda cáustica, uno con capacidad de 10,000 metros cúbicos y otro de 7,000 metros cúbicos, un tanque para el almacenamiento de cloruro de calcio, con capacidad de 4,795 metros cúbicos, un tanque para el almacenamiento de petróleo residual con capacidad de 30,000 barriles y un tanque de 250 metros cúbicos para almacenar soda cáustica en solución para desplazamientos, lo que elimina riesgos de contaminación y mermas.



**Figura 6: Vista desde el mar de la Planta QUIMPAC PARAMONGA**

**(b) Descripción general de las operaciones**

En esta planta química situada en Paramonga a 210 kilómetros al Norte de Lima, QUIMPAC S.A. realiza sus operaciones de producción de soda cáustica y cloro, y a partir de ellos, una gama de productos derivados, que tienen una amplia y creciente variedad de aplicaciones en las principales industrias del país y del exterior. El proceso utilizado es la electrólisis de la salmuera, utilizando como insumos la sal obtenida en las salinas propias de la empresa y la energía eléctrica.



**Figura 7: Vista aérea Planta QUIMPAC PARAMONGA**

La energía utilizada en el proceso electrolítico proviene del sistema interconectado nacional. Siendo la alimentación de la energía eléctrica 60 Kv, los transformadores de potencia la convierten en 10 Kv. Un sistema de transformación rectificación permite obtener un suministro de corriente continua y un voltaje adecuado a los requerimientos de las celdas electrolíticas.

El Amarradero Marítimo Multiboyas permite cargar Productos Químicos y descargar Petróleo Industrial a través de tuberías. Actualmente la línea de descarga de petróleo industrial se encuentra fuera de uso.

Tipo y volumen de carga a movilizar:

Cloruro de calcio, soda cáustica, petróleo industrial 500. La capacidad de bombeo para carga de productos químicos es de 300 toneladas/hora. La Frecuencia estimada de arribo de naves es de 03 naves mensuales.

Como se ha mencionado en la planta de QUIMPAC S.A. Paramonga, se produce soda cáustica líquida a partir de la electrólisis de una solución de cloruro de sodio, la cual posteriormente es comercializada en solución al 50 %.

En este caso, el embarque para exportación de la soda cáustica se efectúa a granel, en buques tanque quimiqueros, a través de su línea submarina desde el Terminal Marítimo Multiboyas Paramonga - Barranca, en el departamento de Lima.

A continuación, se presentan algunas de las características de esta carga:

- La apariencia de la soda cáustica es una solución líquida clara y viscosa, altamente higroscópica.
- La soda cáustica es una base fuerte altamente reactiva que ataca metales (zinc, aluminio, cobre, plomo) y aleaciones (bronce, latón).
- Reacciona violentamente con los ácidos y con compuestos como el acrilonitrilo, acroleína, anhídrido maleico.
- Puede formar compuestos explosivos como el dicloroacetileno, por reacción con cloroetilenos.

Especificaciones Técnicas de la soda cáustica líquida:

Hidróxido de Sodio (NaOH)	49.0 - 50.5 % w/w
Alcalinidad Total (Na <sub>2</sub> O)	Mín. 38.0 % w/w
Cloruro de Sodio (NaCl)	Máx. 75 mg/kg
Carbonato de Sodio (Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> )	Máx. 0.25 % w/w
Sulfato de Sodio (Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> )	Máx. 100 mg/kg
Fierro (Fe)	Máx. 5 mg/kg

Asimismo, como se ha señalado, en la planta de QUIMPAC S.A. Paramonga, también se produce el cloruro de calcio, el cual se comercializa en la presentación de estado líquido, bajo la denominación de QUIM KD40 y con una concentración de 40 %. El cloruro de calcio QUIM KD40, es un producto industrial desarrollado por QUIMPAC a partir de la reacción química del carbonato de calcio (caliza) con el ácido clorhídrico.

La síntesis del QUIM KD40 tiene como complemento la participación de aditivos que permiten darle al producto final el aspecto, equilibrio y la calidad requeridos para cumplir eficazmente con las aplicaciones a las que está dirigido.

En este caso, el embarque para exportación del cloruro de calcio QUIM KD40 se efectúa a granel, en buques cisternas, en lotes mínimos de 1000 Tm embarcados a través de su línea submarina desde el Terminal Marítimo Multiboyas Paramonga - Barranca, en el departamento de Lima.

A continuación, se presentan algunas de las características de esta carga:

- La apariencia del cloruro de calcio QUIM KD40, es una Solución transparente claro o ligeramente amarilla.
- Posee una densidad de 1.38-1.42 g/ml y un pH de 7 – 8.
- Solución deliquescente: Se redisuelve en la humedad que absorbe formando una solución clara, resistente a la evaporación.
- Solución crioscópica: Capaz de bajar el punto de congelación de la solución a -50.6° C.
- Supresor de polvos en diversos tipos de carretera. Su acción es de larga duración al retener la humedad por tiempo indefinido.
- Corrosividad negativa. Bajo contenido de cloruro de sodio (máximo 310 ppm).
- Toxicidad negativa. No constituye peligro para el medio ambiente.

Especificaciones Técnicas de cloruro de calcio QUIM KD40:

Cloruro de calcio	40 (%) w mín.	como CaCl <sub>2</sub>
Sulfato de calcio	0.04% w máx.	como CaSO <sub>4</sub>
Cloruro de sodio	310 ppm máx.	como NaCl
Hierro	1.5 ppm	como Fe

Para la realización de sus operaciones cuenta con las siguientes Certificaciones Internacionales:

- Certificación de Calidad ISO 9001:2008.
- Certificación en el Código PBIP (ISPS).
- Certificación como Instalación Portuaria Especial.
- Certificación de Seguridad en la Instalación Portuaria.

QUÍMPAC S.A. tiene presencia tanto en el mercado nacional como en el internacional. Los mercados atendidos por sus distintas divisiones abarcan todo el territorio nacional y países como Argentina, Bolivia, Chile, Colombia, Ecuador, Uruguay, Paraguay, Venezuela, Centroamérica, los Estados Unidos y Canadá.

- (c) Identificar la existencia de otras instalaciones en las cercanías del terminal, indicando si existe algún tipo de relación, riesgo o interferencia.

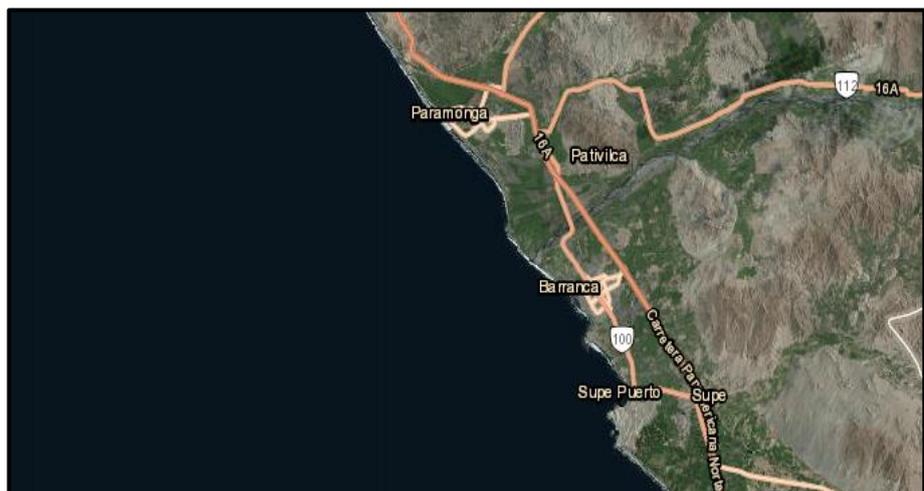
En las cercanías del Terminal Marítimo Multiboyas, no existen instalaciones que puedan representar algún tipo de relación, riesgo o interferencia, que influyan directamente en las operaciones.

Sin embargo, es preciso señalar que al extremo sur de la bahía Barranca se encuentra establecida la caleta de pescadores llamada Puerto Chico (Latitud:10°46'04.4" sur y Longitud: 77°45'45.0" oeste), administrado por el sindicato de Pescadores de Puerto Chico "Miguel Grau Seminario", esta Caleta cuenta con un Sargento de Playa. Las embarcaciones varan en la playa adyacente, la cual es utilizada también como lugar de veraneo; como fondeadero las embarcaciones se ubican a la altura de punta Barranca.



**Figura 8: Caleta de pescadores Puerto Chico**

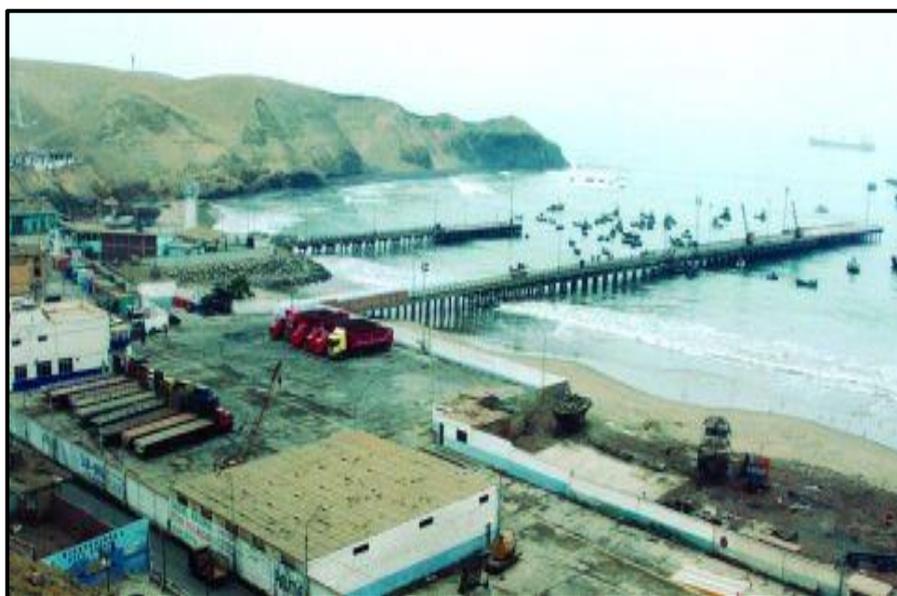
Asimismo, como instalación cercana a Paramonga propiamente dicha, se puede mencionar a Puerto Supe (Latitud:  $10^{\circ}48'01.8''$  sur y Longitud:  $77^{\circ}44'43.7''$  oeste), el cual se encuentra aproximadamente a 16 km. al sur de las instalaciones del Terminal Marítimo Multiboyas QUIMPAC S.A.; se encuentra establecido en el seno Sur de la bahía del mismo nombre, la mejor marca natural para reconocer el Puerto desde el mar a una gran distancia es el cerro “Gallo Grande” de 3,112 metros de altura y forma acampanada, donde se pueden apreciar tres picos en sus cumbres, debiéndose marcar al  $063^{\circ}$  en marcación verdadera desde el fondeadero.



**Figura 9: Ubicación de Puerto Supe**

Cuando se acude en demanda del Puerto de Supe, además del Cerro “Gallo Grande”, destaca en la Bahía de Supe la punta Barranca, que se desprende por el lado sur del cerro Barranca y es de fácil identificación. En la punta Thomas ubicada a  $\frac{3}{4}$  de milla hacia el sur oeste de puerto Supe, se encuentra instalado un faro que sirve como ayuda a la navegación.

El Terminal Portuario de Supe se encuentra ubicado en la provincia de Barranca en el departamento de Lima, en Latitud:  $10^{\circ} 48'$  sur y Longitud:  $77^{\circ} 46'$  oeste. Su área de influencia se caracteriza por la industria de harinas de pescado y del azúcar en Paramonga, Barranca, Supe y Huarney.



**Figura 10: Puerto Supe**

Puerto Supe cuenta con dos muelles, uno de ellos es el muelle de ENAPU, administrado por la Empresa Nacional de Puertos (ENAPU) y el otro es el muelle Desembarcadero Pesquero Artesanal, administrado por el Fondo de Desarrollo Pesquero (FONDEPES).



**Figura 11: Supe - Muelles Muelle ENAPU y Muelle Pesquero Artesanal**

El muelle de ENAPU es un muelle de lanchonaje tipo espigón, el tipo de construcción es plataforma y pilotes de concreto armado. En el cabezo del muelle se muestra una luz fija de color rojo y de 3 millas de alcance nominal.

Las dimensiones del muelle son las siguientes:

- 1er Tramo: 145 metros de largo x 6.10 metros de ancho
- 2do Tramo: 110 metros de largo x 9.30 metros de ancho
- Plataforma: 71 metros de largo x 16 metros de ancho

Existe un buen fondeadero entre 9 a 11 m. de agua, sobre fondo de arena y fango entre 300 y 500 m. marcando al 160° el cabezo del muelle de ENAPU; instalación que se encuentra en este lugar. Existe otro buen fondeadero en 12 m. entre las Puntas Thomas y Patillo unos 400 m. de las rocas que despiden esta última punta y a algo más de 800 m. del Puerto.

También existe un amarradero para buques tanques petroleros operado por Consorcio Terminales, conformado por cuatro boyas de amarre, una a proa y tres a popa, y tres boyarines de referencia, de los cuales un boyarín es de color blanco.

En dicho puerto existen 14 tuberías submarinas pertenecientes a 10 empresas pesqueras, las referidas tuberías tienen dimensiones que van desde los 310 metros hasta los 1557 metros de longitud, parten de la playa y culminan en terminales donde se encuentran chatas absorbentes

Con relación al muelle Desembarcadero Pesquero Artesanal antes mencionado, podemos indicar que se encuentra ubicado en Latitud: 10° 48' sur y Longitud: 77° 46' oeste, posee una estructura de concreto con baranda de madera. Las dimensiones del muelle son las siguientes:

- 1er Tramo: 65.5 metros de largo x 4 metros de ancho
- Plataforma: 45.5 metros de largo x 8 metros de ancho

Del mismo modo, ambos muelles muestran señales luminosas instaladas en su infraestructura. Es así que en el cabezo del muelle ENAPU se muestra una luz fija de color rojo y 3 millas de alcance nominal. Por otro lado, en el cabezo del muelle Desembarcadero Pesquero Artesanal (FONDEPES), se encuentra instalada una luz fija de color rojo.

## **1.2 Las naves tipo del Estudio de Maniobras**

En esta parte del estudio se identificarán las características de las naves tipo conocidas de tamaño máximo, promedio y mínimo que operarán en el Terminal Marítimo Multiboyas QUIMPAC Paramonga.

Estas naves servirán como referencia para efectuar los diversos cálculos de los requerimientos operacionales del Terminal Marítimo Multiboyas necesarios para el presente estudio, así como para desarrollar las maniobras que se realicen en el referido Terminal Marítimo, tomando en consideración las variaciones que podría haber en las maniobras como resultado de las diferentes características operacionales de cada nave.

En tal sentido, para efecto del presente estudio se han considerado las siguientes características de naves:

<b>CARACTERÍSTICAS DE LAS NAVES QUE OPERARÁN EN EL TERMINAL MARÍTIMO MULTIBOYAS QUIMPAC PARAMONGA</b>	
<b>NAVES TIPO CONOCIDAS DE TAMAÑO MÁXIMO</b>	
TIPO DE NAVE	BUQUES TANQUE QUIMIQUEROS
ESLORA	180
ESLORA ENTRE PERPENDICULARES	170
MANGA	28
PUNTAL	14.2
CALADO A MÁXIMA CARGA	10
CALADO EN LASTRE	8
DESPLAZAMIENTO A PLENA CARGA	42,000
DESPLAZAMIENTO EN LASTRE	16,800
TONELAJE DE PESO MUERTO (DWT)	30,000
SISTEMA DE PROPULSIÓN	BOW TRUSTER/STERN TRUSTER/PROPULSIÓN AZIMUTAL

<b>CARACTERÍSTICAS DE LAS NAVES QUE OPERARÁN EN EL TERMINAL MARÍTIMO MULTIBOYAS QUIMPAC PARAMONGA</b>	
<b>NAVES TIPO CONOCIDAS DE TAMAÑO PROMEDIO</b>	
TIPO DE NAVE	BUQUES TANQUE QUIMIQUEROS
ESLORA	144
ESLORA ENTRE PERPENDICULARES	136
MANGA	19
PUNTAL	10
CALADO A MÁXIMA CARGA	7.8
CALADO EN LASTRE	4.8
DESPLAZAMIENTO A PLENA CARGA	15,000
DESPLAZAMIENTO EN LASTRE	4,000
TONELAJE DE PESO MUERTO (DWT)	10,000
SISTEMA DE PROPULSIÓN	BOW TRUSTER/STERN TRUSTER/PROPULSIÓN AZIMUTAL

<b>CARACTERÍSTICAS DE LAS NAVES QUE OPERARÁN EN EL TERMINAL MARÍTIMO MULTIBOYAS QUIMPAC PARAMONGA</b>	
<b>NAVES TIPO CONOCIDAS DE TAMAÑO MÍNIMO</b>	
TIPO DE NAVE	BUQUES TANQUE QUIMIQUEROS
ESLORA	110
ESLORA ENTRE PERPENDICULARES	104
MANGA	15
PUNTAL	8.6
CALADO A MÁXIMA CARGA	6
CALADO EN LASTRE	4
DESPLAZAMIENTO A PLENA CARGA	8,000
DESPLAZAMIENTO EN LASTRE	3,200
TONELAJE DE PESO MUERTO (DWT)	5,000
SISTEMA DE PROPULSIÓN	BOW TRUSTER/STERN TRUSTER/PROPULSIÓN AZIMUTAL

### 1.3 Descripción del área de operación, Incluyendo Instalaciones

#### Morfología y señalización náutica, criterios para definir las áreas y zonas

- a. **Factores a considerar para la determinación de las zonas, esto en adición a las condiciones hidro-oceanográficas, deben tomar en cuenta los siguientes factores:**

El área de operaciones se encuentra frente a las costas de Paramonga, localidad ubicada en nuestro Litoral Norte, en la vertiente occidental del Océano Pacífico. A una distancia de costa de 1.25 km aproximadamente, frente a la playa, la cual forma un relieve que se ubica al oeste de la ciudad y está representado por la playa Las Delicias. El relieve presenta una forma algo rectangular, con una superficie moderadamente inclinada al oeste, cubierta de sedimentos arenosos mezclados con grava y residuos de maleza y caña, la acumulación de materiales de arena y grava y el retiro del mar ha conformado el cordón litoral.



Figura 12: Planta QUIMPAC y área de tuberías

Asimismo, se encuentra a 16 km. del puerto de Supe, 166 km. del puerto del Callao y 194 km. del puerto de Chimbote. Paramonga se emplaza en la parte baja de la cuenca y en la margen derecha del río Pativilca. Como ya se ha mencionado geomorfológicamente, ocupa la planicie y terraza aluvial y el terreno posee una pendiente que varía entre 1 a 2%, siendo importante en la configuración del mismo, la influencia tanto del río Pativilca, como del Océano Pacífico.

Para el presente estudio hemos considerado la costa colindante con el área de operaciones, comprendida por el norte desde la desembocadura del río Fortaleza, hasta la desembocadura del río Pativilca por el sur, tomando como referencia la información contenida en el Derrotero de la costa peruana correspondiente a la zona centro de la publicación HIDRONAV 5002 2da edición 2015.

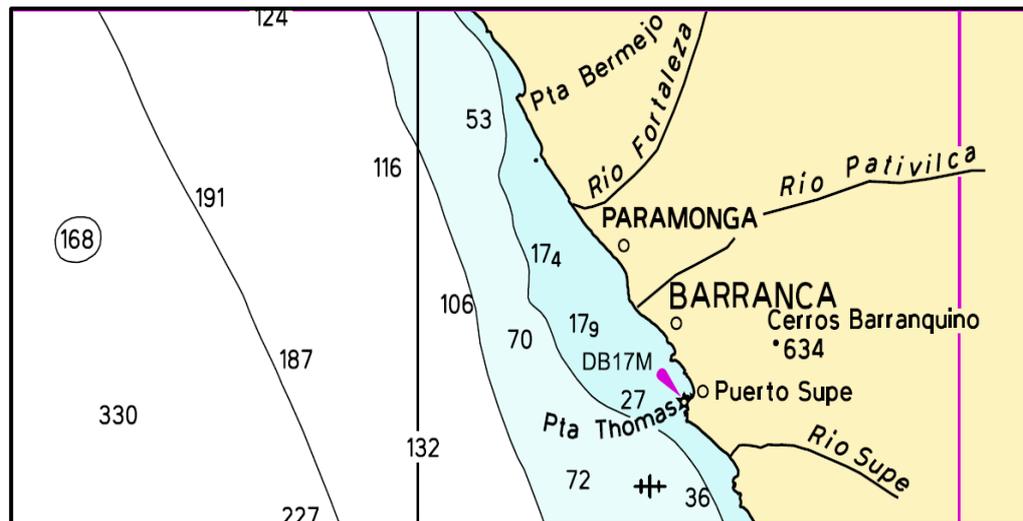


Figura 13: Costa colindante con el área de operaciones

Las características de la costa del área de operaciones, se describe a continuación:

**Desembocadura del Río Fortaleza** ( $10^{\circ} 38'48''$  Sur,  $77^{\circ} 51'41.8''$  Oeste) Carta HIDRONAV 210 – 214 – 2143

El río Fortaleza que tiene sus nacientes en la cordillera Negra, provincia de Recuay, departamento de Ancash, descarga sus aguas al mar por la parte norte del valle del mismo nombre, que aprovecha sus aguas para regadío y aproximadamente a 5 Km. al Nor Oeste de la empresa Agro Industrial Azucarera Paramonga SAA.

**Punta Paramonguilla** (10° 38'51.0" Sur, 77° 51'42.2" Oeste) Carta  
HIDRONAV 210 – 214 - 2143

Hacia el Sur Este de punta La Litera y por aproximadamente 3 millas, se extiende una playa tendida, con médanos de arena con vegetación por detrás, que termina donde la costa hace un pequeño codo y se levanta prominente el cerro Horca que despide hacia el Oeste un promontorio rocoso muy pegado al cerro formando la punta Paramonguilla.

**Playa Las Delicias** (10° 40'38.4" Sur, 77° 50'05.0" Oeste)  
Carta HIDRONAV 214-2143

A continuación de punta Paramonguilla, la costa se dirige aproximadamente 2 millas hacia el Sur Este para llegar al balneario de Las delicias, este ocupa la parte central de la larga playa denominada también Las Delicias, que es recta y de aproximadamente 4.3 millas de largo. En las cercanías de esta playa se encuentran establecidas las instalaciones de la empresa QUIMPAC S.A. (Complejo Químico-Papelero de Paramonga), la cual cuenta con tres tuberías para carga de productos químicos y recepción de petróleo industrial y 5 boyas de amarre (Terminal Marítimo Multiboyas QUIMPAC Paramonga). La empresa QUIMPAC cuenta con un campo de aterrizaje, ubicado cerca de la playa de 700 m. de largo por 20 metros de ancho.



Figura 14: Playa Las Delicias / Instalaciones de la empresa QUIMPAC

**Punta Guamayo** (10° 43'27.5" Sur, 77° 48'17.8" Oeste)  
Carta HIDRONAV 210 – 214 - 2143

La costa, luego de dejar playa Las Delicias, gira hacia el S por un tramo de 2 km., para rematar en una punta poco pronunciada llamada punta Guamayo, también conocida como El Milagro. El Cerro Gallo Grande, es el cerro más alto de un grupo de 3 cerros, que se levantan normal a la costa de Supe hacia el interior, aproximadamente a 40 km. de distancia; sigue el paralelo de la desembocadura del río Fortaleza y tiene una altura de 3,112 msnm. Este cerro que se encuentra más al N es el de mayor altura del grupo de cerros, constituyendo un buen punto de referencia por estar situado hacia el NE de Supe; estos cerros son notables por su forma acampanada.

**DESEMBOCADURA RÍO PATIVILCA** (10°44'11.8" S, 77°47'39.0" W)  
Carta 210 - 214 - 2143 – 2144

Aproximadamente a 1 milla hacia el SE de punta Guamayo se encuentra la desembocadura del río Pativilca; este río tiene sus nacientes en los nevados de Picscapacha en la cordillera Blanca, provincia de Bolognesi, departamento de Ancash; es un río de aguas permanentes, que aumenta su caudal en las épocas de lluvias en la sierra (Enero a Abril). Las condiciones hidrográficas de este tramo de costa se caracterizan por tener aguas poco profundas, de allí que sea fácil encontrar solo 11 metros de agua a 3 millas de la costa.

**BAHÍA BARRANCA** (10°45'26.0" S, 77°46'29.2" W)  
Carta 214 – 2144

A continuación de la desembocadura del río Pativilca, la costa se dirige hacia el SE por aproximadamente 2.5 millas, formando la bahía de Barranca, cuya característica hidrográfica es contener muchos arrecifes y piedras que se separan bastante de la playa haciéndola peligrosa para fines de navegación; por estas razones se recomienda a los navegantes no acercarse a menos de 3 millas de su costa, salvo el caso de tratarse de embarcaciones menores.

En este tramo de costa, aproximadamente a 2 millas hacia el SE de la desembocadura del río Pativilca, se forma un mogote denominado punta Chorrillos, sobre el acantilado del extremo N del balneario del mismo nombre. Por el lado S de este mogote se encuentra la playa Chorrillos. Hacia el WSW de la punta Chorrillos y aproximadamente a 650 metros de la costa, existe un bajo de rocas que aflora en la baja marea; asimismo, en la parte central de la playa Chorrillos y a pocos metros de la playa aflora un pequeño enjambre de rocas. En la parte alta de la costa barrancosa que rodea la bahía se encuentra la ciudad de Barranca.

**CALETA PUERTO CHICO** (10°46'04.4" S, 77°45'45.0" W)  
Carta 210 - 221 - 214 – 2144

Al extremo sur de la bahía Barranca se encuentra establecida la caleta de pescadores llamada Puerto Chico, las embarcaciones varan en la playa adyacente; como fondeadero las embarcaciones se ubican a la altura de punta Barranca. Debido a los bancos de arena existentes se debe tener cuidado al ingresar a esta caleta.

**PUNTA BARRANCA** (10°46'18.8" S, 77°45'55.8" W)  
Carta 210 - 214 – 2144

En el extremo S de la bahía Barranca, la costa sale aproximadamente 600 metros hacia el W para formar la punta Barranca; esta punta es de escasa altura, flancos acantilados, se encuentra rodeada de piedras visibles y con 2 farallones en su parte extrema. El farallón del lado S es más pequeño y el otro, denominado roca Blanca, es casi un islote que se encuentra por el lado N. Estas 2 formaciones se encuentran próximas una de la otra. Hacia el NE de punta Barranca se levanta el cerro Colorado, donde se encuentra la imagen del "Cristo Redentor", en posición 10°46'11.7" S, 77°45'51.5" W, a una altura de 48 msnmm, de color blanco cuyas características son apropiadas como punto conspicuo y de referencia para ingresar al puerto de Supe. Todo este tramo de costa comprendida entre el río Fortaleza y punta Barranca, que abarca aproximadamente 9 millas, está conformado por la unión de los valles Fortaleza y Pativilca, este último se prolonga luego para unirse con el valle de Supe.

- (1) El tamaño, dimensiones y características de maniobrabilidad de las naves y los factores relacionados con las naves.

El amarradero Multiboyas está conformado por cuatro boyas de amarre y seis boyas de ubicación, 02 tuberías para descarga de productos químicos y 01 tubería para recepción de Petróleo Industrial; con longitudes entre 1450 y 1523 metros tendidas sobre el lecho marino, lo cual le permite cargar Productos Químicos y descargar Petróleo Industrial a través de tuberías. Actualmente la línea de descarga de petróleo industrial se encuentra fuera de uso.



**Figura 15: Boya y boyarines del Terminal Marítimo Multiboyas QUIMPAC Paramonga**

Asimismo, las instalaciones permiten operar buques tanque con una eslora máxima de 180 metros, 28 metros de manga y 30,000 DWT, respetando el calado máximo permisible de 10 metros. La máxima altura de la toma del barco sobre el nivel del mar es de 13 metros.

Para efectos de las maniobras que se describirán más adelante, se han considerado que las naves tendrán las siguientes características:

1. Para naves de 180 m. de Eslora y 28 m. de Manga, el manifold de carga/descarga se ubicará a 89.00 m. desde la proa, la posición del repetidor de girocompás coincidente con la posición de la parte delantera del puente y la antena de radar (radar operativo calibrado, capaz de dar marcaciones y distancias desde dicho punto y mostrar distancias en centésimos) se encontrarán a 34.00 m. desde la popa.

2. Para naves de 144 m. de Eslora y 19 m. de Manga, el manifold de carga se ubicará a 71.00 m. desde la proa, la posición del repetidor de girocompás coincidente con la posición de la parte delantera del puente y la antena de radar (radar operativo calibrado, capaz de dar marcaciones y distancias desde dicho punto y mostrar distancias en centésimos) se encontrarán a 26.00 m. desde la popa.
  3. Para naves de 110 m. de Eslora y 15 m. de Manga, el manifold de carga se ubicará a 54.00 m. desde la proa, la posición del repetidor de girocompás coincidente con la posición de la parte delantera del puente y la antena de radar (radar operativo calibrado, capaz de dar marcaciones y distancias desde dicho punto y mostrar distancias en centésimos) se encontrarán a 24.00 m. desde la popa.
- I. En razón a que no todas las naves cuentan con iguales características y con el fin de describir las maniobras de amarre y desamarre, se deberá considerar que la nave cuente con los elementos que intervienen en la maniobra (operativos sin limitaciones) y dotación de la nave equipada, entrenada y suficiente para operarlos:
- a. Una hélice fija de giro derecho o izquierdo o de paso variable (ambas 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 no menor de 3 nudos, debiendo las de hélice fija ser capaz de poder activar el giro de la hélice para dar consecutivamente hacia adelante y atrás un mínimo de 5 veces (cambios de marcha).  
Es aplicable también el uso de dos (2) hélices acimutales.
  - b. Dos (2) anclas, de babor y estribor con sus respectivas cadenas que cuentan con un mínimo de 8 grilletes en babor y 10 en estribor capaces de disponer 7 grilletes en el agua en babor y 9 en estribor, las mismas que podrán ser usadas en caso el Práctico lo considere necesario para amarrar, desamarrar, parar, girar la

nave o de presentarse dificultades de propulsión u otro que exija abortar la maniobra.

c. Para el rango de naves que intervendrán se deberá considerar que cuente con un mínimo de:

- Winches (maquinillas, chigres) capaces de cobrar o lascar líneas de amarre que pudieran ser cabos (espías o estachas), que sirven además (los de proa) para llevar o filar cadena en cuyo extremo se encuentra el ancla (de babor y estribor), considerándose que el número mínimo sería:
  - Dos (2) winches con dos (2) rollos de líneas cada uno y anclas de babor y estribor en inmediaciones de la proa.
  - Dos (2) winches con dos (2) rollos de líneas cada uno en inmediaciones de la popa.
- Líneas de amarre preferentemente cabos o espías o estachas de nylon, polipropileno o similares, poniéndose especial cuidado que no se trate de alambres o cables, considerándose que el número mínimo sería:

En caso contarse con mar y viento calmo o moderado se deberá contar con un mínimo disponible de ocho (8) líneas de amarre (rollos de 220 m. de longitud) listas para ser usadas, las mismas que saldrán:

- Tres (3) de la proa babor que serán operados con los winches ubicados en inmediaciones de la proa y quedarán asegurados con freno de sus correspondientes winches.
- Dos (2) de la popa estribor que serán operados con los winches ubicados en inmediaciones de la popa y quedarán asegurados con freno de sus correspondientes winches.
- Dos (2) de la popa babor que serán operados con winches ubicados en inmediaciones de la popa y quedarán asegurados con freno de sus correspondientes winches.

- Dos (2) de popa centro que será operado a través del tambor del winche ubicado en inmediaciones de la popa, el mismo que será hecho firme en bita de popa.

En caso de preverse o considerarse la posibilidad que el viento y/o el mar incrementen durante la permanencia de la nave amarrada, se deberá contar con un mínimo disponible de nueve (9) líneas de amarre (rollos de 220 m. de longitud) listas para ser usadas, las mismas que saldrán:

- Tres (3) de la proa babor que serán operados con los winches ubicados en inmediaciones de la proa, dos de los cuales quedarán asegurados con freno de su correspondiente winche y uno hecho firme en bita de proa.
- Dos (2) de la popa estribor que serán operados con winches ubicados en inmediaciones de la popa y quedarán asegurados con freno de su correspondiente winche.
- Tres (3) de la popa babor que serán operados con winches ubicados en inmediaciones de la popa, dos de los cuales quedarán asegurados con freno de su correspondiente winche y uno hecho firme en bita de popa.
- Uno (1) de popa centro que serán operado a través del tambor del winche ubicado en inmediaciones de la popa, el mismo que será hecho firme en bita de popa.

- (2)** Las ayudas a la navegación disponibles y los factores que afectan a su exactitud y fiabilidad.

La señalización de las boyas juega un factor importante en la exactitud y fiabilidad de las maniobras de amarre y desamarre del Terminal Marítimo Multiboyas QUIMPAC Paramonga, dicho sistema de señalización consiste en 2 (dos) luces intermitentes que se colocan en las boyas de proa babor (verde) y popa estribor (roja).

Estas luces son instaladas únicamente en maniobras nocturnas con la finalidad de facilitar el ingreso del buque a la instalación. Tienen un alcance luminoso de 5 millas.

- Señalización Náutica de las Tuberías Submarinas

Descripción de los boyarines:

Forma : Conos opuestos

Altura total : 1.80 metros.

Diámetro mayor : 1.30 metros.

Material : Plancha de acero naval de 3/8".

Color de los boyarines:

- Celeste (Soda Cáustica)
- Naranja (Cloruro de Calcio)
- Amarillo (Petróleo Industrial)

La señal antes descrita está instalada a 5 m. hacia el lado de mar del final de la tubería submarina, con el propósito de que sirva de referencia para evitar que se fondeen las anclas y se realicen operaciones de pesca de arrastre y otras actividades que puedan interferir con la tubería submarina, en un área circular de 500 metros de radio con centro en la posición de la boya.

- (3)** Los márgenes de seguridad que se establezcan para prevenir un contacto de la nave con los contornos de las áreas de navegación o flotación, o con otras naves, instalaciones fijas o flotantes que puedan existir en el entorno.

De presentarse problemas de máquinas, timón u otras que impidan continuar con la maniobra, deberá abortarse empleando remolcador, maquina, timón, cadena(s) o ancla(s) y que con su apoyo puedan lograr salvar la nave de tocar el fondo marino o las boyas de amarre y boyarines del Terminal.

En tal sentido, durante la maniobra de amarre y durante la permanencia de la nave en el Terminal Marítimo Multiboyas QUIMPAC Paramonga, se deberá observar lo siguiente:

- Durante el Amarre, desde que se inicie el fondeo de anclas, se coloquen las gazas de las líneas en los ganchos de las boyas de amarre o en el Desamarre, durante el retiro de las líneas y levado de anclas, la nave contará con la ayuda de la(s) línea(s) de amarre, ancla(s) máquina y timón para ocupar la Posición Final de Amarre o Buque Desamarrado; sin embargo, con la finalidad de que la nave no derive hacia las boyas que indican el punto medio del fin de tubería submarina o extremo de mangas y las boyas de amarre, el apoyo con remolcador es importante durante toda la maniobra y en caso presentarse condiciones de viento u oleajes fuertes que lleven la nave hacia las boyas o troncales (fin de tuberías submarinas).
- Mientras permanece la nave amarrada durante la carga o descarga, podrá su posición ser afectada si las condiciones de mar y viento se incrementan, pudiéndose romper líneas de amarre y acercar o alejar la nave al boyarín que señala el final de la tubería submarina correspondiente, originando que la manga que se esté usando pudiera introducirse debajo del casco (de acercarse) o estirarse (de alejarse) poniendo en peligro la integridad de la misma (desgaste por rozamiento con el casco o torcedura o rotura) o del sistema de válvulas utilizado para conectar la manga en el manifold de la nave. En este probable caso se evaluará la posibilidad de reponer las líneas rotas, llevar o filar cadenas, cobrar o lascar líneas de amarre con la finalidad de retornar la nave a su posición original. Si las condiciones de mar no permiten a la nave mantener posición a pesar de haberse tratado de corregir variando posiciones de cadenas y líneas de amarre, apreciándose que se pondría en peligro la seguridad de la nave y las instalaciones del Terminal, deberá reportarse a Costera Supe esta novedad y deberá desamarrarse la nave en espera de mejores condiciones.

**b. Se podrá considerar la información disponible y confiable tomando en consideración la carta náutica de la zona emitida por la Dirección de Hidrografía y Navegación:**

Las naves que ingresan al Terminal Marítimo Multiboyas QUIMPAC Paramonga, arriban inicialmente a la Bahía de Supe para la recepción de la Nave por parte de las autoridades y para el embarque del práctico. Posteriormente enrumbarán al área de maniobras.

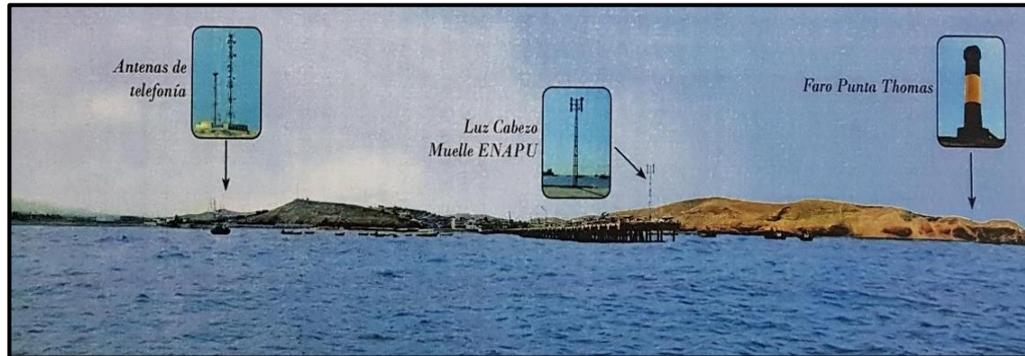


Figura 16: Bahía de Supe

(1) Zona de fondeo:

Al arribo a la Bahía Supe el buque fondeará en el Fondeadero de Carga Peligrosa o en la posición que Costera Supe indique. De acuerdo al HIDRONAV 5002 los límites del área de fondeadero para Naves con Carga Peligrosa y Alije están dispuestos de la siguiente forma: a)  $10^{\circ}47'56.0''$  S,  $77^{\circ}46'07.0''$  W, b)  $10^{\circ}47'56.0''$  S,  $77^{\circ}45'46.0''$  W, c)  $10^{\circ}48'20.0''$  S,  $77^{\circ}45'46.0''$  W, d)  $10^{\circ}48'20.0''$  S,  $77^{\circ}46'07.0''$  W.

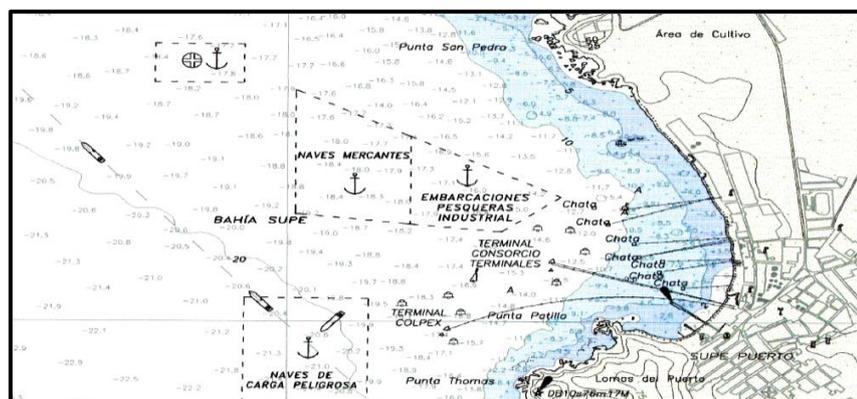


Figura 17: Fondeadero de Carga Peligrosa - Supe

En este puerto las mareas son de tipo semidiurnas, con amplitud promedio del orden de 0.63 metros; las de sicigias alcanzan valores promedios del orden de 0.82 metros. Asimismo, las corrientes marinas son de valor poco significativos, pero durante las bravesas de mar se dejan sentir sus efectos, especialmente en las inmediaciones de los fondeaderos.

(2) Zona de toma de práctico

Es obligatorio y se solicita a través de la Costera Supe de la Capitanía de Puerto de Supe. El área de espera de Práctico se encuentra en las coordenadas: 10°47'48.9" S, 77°45'39.8" W.

En este caso, el práctico suele embarcarse en el mismo fondeadero donde la Nave es recibida por las Autoridades del Puerto de Supe, después de lo cual y conforme al requerimiento del Terminal QUIMPAC podrá ser abordada por el referido Práctico Marítimo y el Loading Master (Representante del Terminal) quien, con apoyo del Supervisor de la carga designado, inspeccionará los tanques que recibirán la Soda Cáustica.

(3) Zona de toma de remolcadores

Los remolcadores serán empleados durante la maniobra de amarre al Terminal Multiboyas QUIMPAC Paramonga. Para lo cual antes de haber obtenido la autorización de Costera Supe (Control de Tráfico Marítimo) para proceder al Terminal Marítimo Multiboyas QUIMPAC Paramonga, se debe disponer previamente por radio o a través de la Agencia Marítima a cargo de la nave que el remolcador que asistirá en la maniobra se encuentre en el lugar requerido para operar cuando la nave arribe al área marítima de Paramonga. Asimismo, las dos embarcaciones que se encargarán de llevar las líneas de amarre desde la nave hacia las boyas, también deberán encontrarse en inmediaciones del Terminal Marítimo Multiboyas QUIMPAC - Paramonga, listas y a la orden para apoyar la maniobra de amarre, cuando la nave arribe a la referida Área Marítima.

(4) Canal de Acceso

Como ya se explicó, las naves que amarren al Terminal Marítimo Multiboyas Paramonga, arriban inicialmente a la Bahía de Supe, lugar donde luego de los trámites e inspecciones respectivas y una vez que el práctico haya abordado la nave, se verificará que las condiciones de mar y viento imperantes (Puerto Abierto) sean las adecuadas, solicitando a Costera Supe (Control de Tráfico Marítimo) la autorización para que la nave que se encuentra fondeada proceda al Terminal Marítimo Multiboyas de QUIMPAC Paramonga.

Luego de contar con las autorizaciones respectivas, la nave llevará ancla y girando hacia una u otra banda concluirá navegando en demanda del Área de Maniobra en aproximación al Canal de Acceso del Terminal Marítimo, con rumbo verdadero  $320^\circ$  aproximadamente.

El canal de acceso al Terminal Marítimo Multiboyas Paramonga posee una longitud de 1,400 metros y cuenta con dos Ayudas a la Navegación para efecto de amarre nocturno: Dos (02) luces intermitentes con capacidad de alcance de 5 millas náuticas que se colocan en las boyas de amarre de proa babor A1 (rojo) y popa estribor A2 (verde).

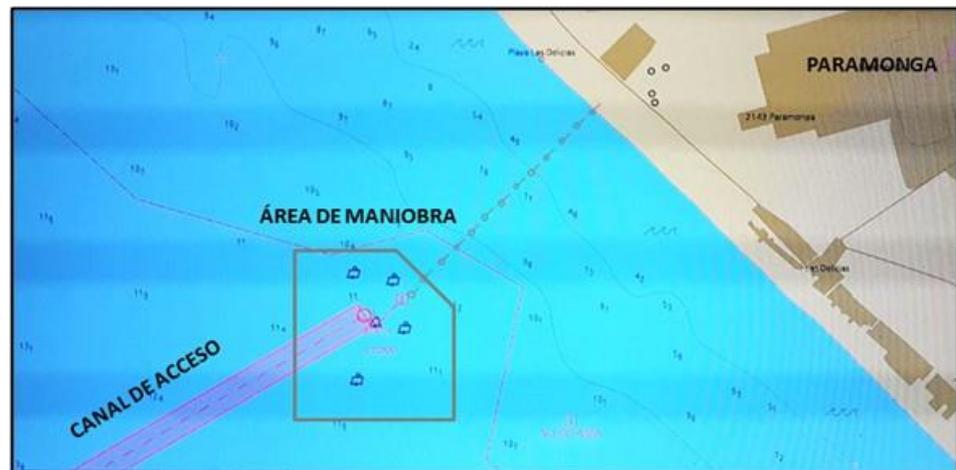


Figura 18: Canal de Acceso al Terminal Marítimo Multiboyas QUIMPAC Paramonga

(5) Área de Maniobra:

El Terminal Marítimo Multiboyas QUIMPAC Paramonga para las maniobras de amarre y desamarre de naves, se encuentra ubicado en el Área Marítima del Distrito de Paramonga Departamento de Lima, Provincia de Barranca, alejado 1,050.00 m. aproximadamente hacia el mar medidos desde la Línea de Alta Marea hasta la boya de popa centro en posición de reposo.

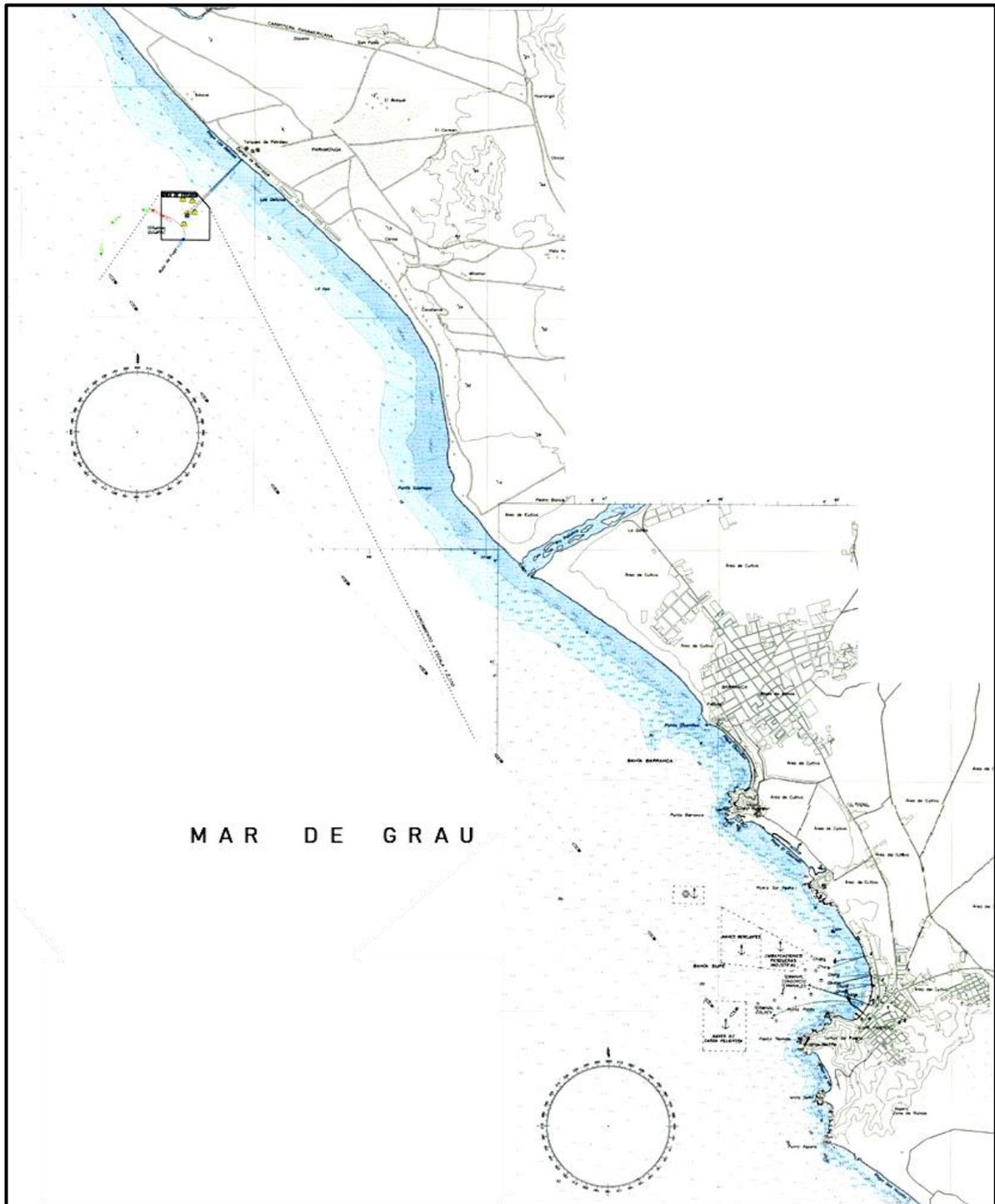


Figura 19: Travesía de fondeadero en Puerto Supe a Terminal Marítimo Multiboyas QUIMPAC Paramonga

(6) Zonas destinadas a las siguientes finalidades

(a) Parar la nave

Durante el acercamiento al área de maniobras la nave recorre un espacio desde que, concluyendo la travesía, cae a estribor de manera que al terminar dicho giro se da inicio a la aproximación al Terminal con una determinada proa y separación respecto de la boya de proa babor.

En esta parte, la nave va reduciendo la velocidad, de manera que le permita concluir el acercamiento a una velocidad no mayor de 3.5 nudos (dependiendo de la distancia hasta el lugar de fondeo).

Durante la fase de aproximación, la nave sigue recorriendo un determinado espacio desde que concluye el acercamiento (cuando la nave se encuentra en inmediaciones del rumbo de ingreso, corrigiendo con ayuda de máquina, timón, y remolcador), en este tramo final la nave habrá reducido su velocidad a no más de 3 nudos (preferentemente), hasta su parada total en la fase de Amarre.

(b) Girar la nave:

Existen muchas condiciones que pueden reunir las naves que hacen que exista diferencias muy grandes entre sus diámetros tácticos al momento de realizar un giro con la nave. Uno de los factores es la carga, pudiendo estar 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 y una vez que empiece a girar se hará difícil controlar ese giro, afectando el punto de pivoteo del buque.

En Buques 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 dónde 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.

(c) Dar arrancada a la nave

Luego de desamarrar la nave, entendiéndose por ello a todas las acciones que requieran la ayuda de remolcador, máquinas, timón, cadenas, líneas de amarre (de ser necesario) que deberán llevarse a cabo para dejar la nave libre de las boyas y anclas de manera que se largan las líneas de amarre de las boyas para luego llevar el ancla de babor y concluir haciendo lo mismo con la de estribor.

Luego de esta fase se inicia el alejamiento, lo cual consiste en todas las acciones con ayuda de remolcador, máquinas, timón, (de ser el necesario) que deberán llevarse a cabo después de concluido el desamarre (ancla de estribor arriba) para dar arrancada a la nave y alejarla fuera del Terminal, dejándola libre de obstáculos (Libre Franquía), lista para proceder al próximo puerto.

El dimensionamiento de la zona de arrancada de buques se efectúa con criterios análogos a los de la zona de parada, suponiendo que los barcos, en esta maniobra, pasen de velocidad nula a la admisible en las vías de navegación o rutas de acceso.

Dado que en este proceso el buque irá mejorando su capacidad de control de la maniobra en la medida que vaya aumentando su velocidad, los aspectos críticos surgen por lo general en el tramo inicial de la maniobra y normalmente quedan cubiertos por las previsiones de espacio que se hayan efectuado en relación con las maniobras de acceso.

(7) Área de atraque/amarre:

Consta de:

1. Una boya de amarre en proa babor señalada como A-1, otra en popa babor (A-4), en popa centro (A-3) y en popa estribor (A-2), todas provistas de 1 gancho en el que se colocará las gazas de las líneas de amarre.
2. Una tubería submarina en cuyo extremo de mar (manifold submarino o troncal) está conectada la manga que servirá para desplazar la soda cáustica desde la planta hacia la nave que amarrará. Cuenta con un boyarín celeste que indica su posición y otro blanco que señala el extremo de su manga.
3. Una segunda tubería submarina en cuyo extremo de mar (manifold submarino) está conectada la manga que servirá para desplazar el Cloruro de Calcio desde la planta hacia la nave que amarrará. Cuenta con un boyarín naranja que indica su posición y otro verde que señala el extremo de su manga.
4. Una tercera tubería submarina en cuyo extremo tiene un cuello de ganso dirigido hacia arriba, en aproximadamente 2 metros sobre el fondo marino, donde se conecta la manga (manifold submarino) que es importante considerar para efectos de ubicación de la nave ya que para el caso de naves que ingresan, permanecen o salen con calados cercanos al máximo, deberá ponerse especial cuidado en no acercarse a su boyarín ya que de suceder, el contacto de la nave con el cuello de ganso podría ser inminente.



Figura 20: Buque amarrado Terminal Marítimo Multiboyas QUIMPAC Paramonga

#### 1.4 CARACTERÍSTICAS OCEANOGRÁFICAS Y METEREOLÓGICAS DEL ÁREA DE OPERACIÓN

- a. Establecer condiciones de viento, mareas y corrientes basados en estudios autorizados y otras fuentes reconocidas:

Con la finalidad de determinar las condiciones océano meteorológicas prevalecientes en el área, se utilizaron diversas fuentes de información, extrayéndose la mayor cantidad de información del Estudio que ha sido realizado por la empresa HIDROVER a solicitud de la empresa QUIMPAC S.A., con el propósito de conocer las condiciones hidro-oceanográficas del área acuática frente a su Planta Química de Paramonga. Cabe mencionar que dicho estudio fue declarado conforme por la Dirección de Hidrografía y Navegación y posteriormente por la Dirección General de Capitanías y Guardacostas (RD 539-2018 MGP/DGCG).

El Estudio comprende aspectos relacionados con las ciencias de la Geodesia, Topografía, Hidrografía, Oceanografía y Cartografía, contándose para ello con personal altamente calificado en la materia y empleando equipos de precisión, de acuerdo a lo establecido por la entidad rectora del sector (Dirección de Hidrografía y Navegación-DHN) y a los lineamientos de la Autoridad Marítima Nacional (DICAPI).

Adicionalmente el estudio consideró observaciones realizadas por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI) y la Dirección de Hidrografía y Navegación de la Marina de Guerra del Perú. (DHN).

b. Información de vientos, corrientes, oleaje, mareas, batimétricas del área en estudio.

**(1) Vientos:**

Como resultado de la evaluación de los datos de dirección y velocidad del viento prevaleciente, obtenidos durante los trabajos de campo en el área de interés: Paramonga, el día 27 de marzo 2013, se ha determinado que la Dirección de donde viene el viento proviene en promedio del rumbo 236°, con una velocidad promedio de 2.5 metros por segundo, según se puede apreciar en las mediciones realizadas durante los trabajos de campo en la fecha antes señalada:

**LECTURA DE VIENTOS DE SUPERFICIE AREA MAR - QUIMPAC-PARAMONGA**

Fecha: 27 marzo 2013

<b>Hora</b>	<b>Dirección °Sex.</b>	<b>Velocidad Nudos</b>	<b>Velocidad m(s)</b>
07:00	350	3	1.5
07:15	345	3	1.5
07:30	320	3	1.5
07:45	330	3	1.5
08:00	320	3	1.5
08:15	310	4	2.1
08:30	280	3	1.5
08:45	260	3	1.5
09:00	235	3	1.5
09:15	220	3	1.5
09:30	230	3	1.5
09:45	220	3	1.5
10:00	235	3	1.5
10:15	240	3	1.5
10:30	225	3	1.5
10:45	220	5	2.6
11:00	205	8	4.1
11:15	205	8	4.1
11:30	205	7	3.6
11:45	200	6	3.1
12:00	205	7	3.6
12:15	205	7	3.6
12:30	200	6	3.1
12:45	200	7	3.6
13:00	165	7	3.6
13:15	170	7	3.6
13:30	180	6	3.1
13:45	175	6	3.1
14:00	190	7	3.6
<b>Promedio:</b>	<b>236.0</b>	<b>4.8</b>	<b>2.5</b>

A continuación, se presenta la estadística de viento prevaleciente media mensual multianual para diferentes puertos de la costa peruana, extraídos del Derrotero de la costa central publicación HIDRONAV 5002, en la cual se puede observar que, en la estación Meteorológica de Huacho, puerto más cercano a la zona de Paramonga, la dirección del viento, es predominantemente del rumbo Sur y el valor de la velocidad promedio es de 5.5 metros por segundo, observando también que todos los valores están por debajo de 8.1 nudos, lo cual no ofrece ninguna limitación a las operaciones en la zona.

VIENTO PREVALECIENTE MEDIA MENSUAL MULTIANUAL (RUMBO, NUDOS)																									
Periodo 1981-2010																									
ESTACIONES METEOROLÓGICAS	ENE		FEB		MAR		ABR		MAY		JUN		JUL		AGO		SET		OCT		NOV		DIC		
	DD	VV	DD																						
El Salto	W	3.4	W	3.7	W	4.5	N	5.7	N	5.3	W	3.8	W	4.1	W	4.5	W	4.6	W	4.5	W	4.8	W	5.1	
Paita	S	9.2	S	8.8	S	8.4	S	8.4	S	9.2	S	9.2	S	10.1	S	10	S	10.4	S	10.2	S	10.4	S	10.1	
Los Lobos de Afuera	SE	11.5	SE	12.7	S	11.1	SE	14.2	SE	15.9	SE	13.5	SE	13.6	SE	12.6	SE	14	SE	13.3	SE	13.7	SE	12.2	
Pacasmayo *	SE	9.1	SE	9.3	SE	9.5	SE	9.1	SE	8.6	SE	8.4	SE	8.1	SE	8.8	SE	9.6	SE	9.8	S	9.1	S	8.6	
Salaverry	S	5.1	S	4.4	S	4.1	S	4.9	S	4.4	S	4.2	S	4.2	S	4.4	S	5.6	S	5.6	S	5.4	S	5.6	
Chimbote	S	5	S	4.6	S	4.9	S	5.1	S	5.1	S	5	S	5.2	S	5.1	S	5.4	S	5.4	S	5.7	S	5.2	
Huacho *	S	8.1	S	5.8	S	5.7	S	5.5	S	5.2	S	4.8	S	4.4	S	4.3	S	5.3	S	5.4	S	5.5	S	5.9	
Chucuito	S	5.0	S	5.1	S	5.1	S	5.0	S	4.7	S	4.3	S	4.6	S	4.6	S	4.9	S	5.1	S	5	S	5.0	
Isla La Vieja *	S	14.1	S	14.9	S	13	S	15.5	S	15.5	S	14.7	S	16.3	S	16.9	S	17.5	S	17.8	S	16	S	14	
Pisco	SW	9.8	SW	10.1	SW	9.8	SW	8.9	SW	8.4	W	6.5	SW	8.7	SW	9.8	SW	10.3	SW	9.8	SW	10.1	SW	5.4	
San Juan	S	9.2	S	8.9	S	10.1	S	11.9	SE	6.9	S	11.8	SE	6.9	SE	6.6	S	11.5	S	10.7	S	10.1	SE	5.1	
Atico	E	11.9	E	14.0	E	14.9	E	14.4	E	13.7	E	13.2	E	13.8	E	13.4	E	13.6	E	13.2	E	12.5	E	12.2	
Mollendo	SE	3.5	SE	3.6	SE	3.9	SE	3.7	SE	3.7	SE	3.4	SE	3.2	SE	3.4	SE	3.4	SE	3.3	SE	3.5	SE	3.6	
Ilo	S	8.0	S	9.0	SE	8.1	SE	6.1	SE	5.5	S	5.8	S	5.9	S	5.8	SE	4.6	S	6.7	S	6.4	S	6.6	

\* Estación cerrada a partir de 1996

Figura 21: Estadística de viento prevaleciente media mensual multianual

Del análisis efectuado puede determinarse las condiciones límites de la velocidad del viento para las diferentes condiciones:

CONDICIÓN	PARÁMETRO	INTENSIDAD
<b>CALMA</b>	Viento	< 6 nudos
<b>MODERADO</b>	Viento	entre 6 y 16 nudos
<b>EXTREMA</b>	Viento	> 16 nudos

Figura 22: Condiciones límites de la velocidad del viento

## **(2) Corrientes:**

Las corrientes marinas son fenómenos importantes que afectan las regiones costeras, por consiguiente, a las obras portuarias y la operación de embarcaciones. Los factores que comúnmente influyen en la dirección y velocidad de las corrientes locales son los vientos, las mareas y la configuración del fondo marino.

Para el cálculo de la trayectoria, dirección y velocidad de las corrientes superficiales y sub-superficiales, se utiliza el método Lagrangiano, entre otros, que consiste en el seguimiento de un objeto a la deriva que se desplaza por un periodo de tiempo determinado en el área acuática con la corriente reinante en el lugar, al cual se le debe posicionar en forma continua.

Asimismo, para analizar correctamente las corrientes en el área de interés, es necesario identificar los tipos de corrientes y las causas de generación de cada una de ellas. En tal sentido, a continuación, hacemos un comentario y descripción general, a fin de identificar aquellas corrientes que se presentan en el área de estudio y discernir sobre la influencia, que tengan cada una de ellas sobre el patrón de circulación en la zona donde se ubica el Terminal Multiboyas.

El Sistema de corrientes frente a las costas del Perú, tiene dirección 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, las olas, etc.

Esto hace que las corrientes cercanas a la costa sean muy variables y difíciles de describir. El Terminal Multiboyas se encuentra en una zona donde las profundidades se desarrollan entre los 10 m. y los 12 m.

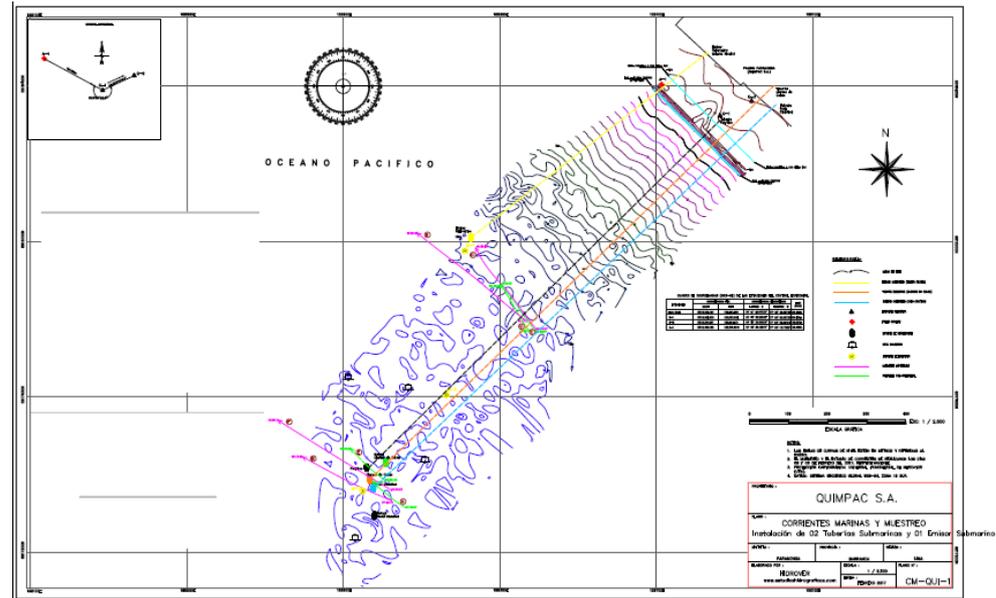
Esta situación origina que la influencia de las corrientes de marea, así como, los cambios por fricción debido a la morfología de costa, sean poco relevantes; y más bien, el área de interés esté influenciada principalmente por el gran sistema de corrientes del Perú y su variabilidad estacional y eventualmente interanual (El Niño y La Niña).

Usando el método Lagrangiano, el día 09 de febrero del 2017, se emplearon flotadores tipo boyas de colores distintivos (celeste y negro) con sus respectivas pértigas para el estudio de corrientes en el área marítima de interés, en las inmediaciones del final de las dos (02) tuberías submarinas (cloruro de calcio y soda cáustica) y del final del emisor submarino (planta álcalis), tanto en la fase de marea ascendente como descendente del ciclo lunar.

En el caso de las corrientes superficiales, el flotador de color celeste estuvo lastrada con una pértiga tipo mariposa, con una longitud de cabo de 1.0 metro por debajo del nivel del mar; mientras que en el caso de las corrientes sub-superficiales, el flotador de color negro estuvo lastrada también con una pértiga tipo mariposa, pero con una longitud de cabo de  $\frac{2}{3}$  de la profundidad reinante por debajo del nivel del mar (07 metros en promedio).

Tanto en la fase de marea ascendente como descendente, los flotadores y pértigas fueron lanzados al mar y dejados a la deriva, recorriendo trayectorias, direcciones y velocidades en un periodo similar de tiempo, de acuerdo a la corriente superficial y sub-superficial reinante en el lugar y momento, a fin de determinar la resultante.

Con los datos obtenidos, se calculó en forma numérica y gráfica la trayectoria, dirección y velocidad de recorrido resultante de cada flotador y pértiga, tanto superficial como sub-superficial. Finalmente, estos datos procesados fueron transferidos a hojas de ploteo.



**Figura 23: Plano de corrientes marinas en inmediaciones de tuberías submarinas del Terminal Marítimo Multiboyas QUIMPAC Paramonga**

El sistema de corrientes frente a las costas del Perú tiene dirección hacia el Norte, pero difiere del sistema de orilla donde se presenta una variabilidad, debida principalmente al perfil de los accidentes costeros.

Específicamente dentro de una bahía, el sistema de corrientes responde también a otros factores como las mareas, la profundidad, los vientos locales, etc.; esto hace que las corrientes 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 genera corrientes litorales que son las más importantes en el transporte de sedimentos. Esta corriente litoral, en general, es también hacia el Norte.

Los efectos de las corrientes marinas en el área de estudio alcanzan valores poco significativos. Los parámetros calculados en el estudio de corrientes superficiales y sub-superficiales, en marea ascendente y descendente, se muestran a continuación:

**MEDICIONES DE CORRIENTES MARINAS - MÉTODO LAGRANGIANO**  
**ÁREA: FRENTE A LA PLANTA DE PARAMONGA DE QUIMPAC S.A.**  
**FECHA: 09 FEBRERO 2017**

CORRIDA	HORAS DE MEDICIÓN		TIPO DE MEDICIÓN	FASE DE MAREA	VELOCIDAD (m/s)	DIRECCIÓN (°)
A	07h53m31s	08h10m17s	SUB-SUPERFICIAL	DESCENDENTE	0.100	306
B	07h54m15s	08h13m06s	SUPERFICIAL	DESCENDENTE	0.225	293
C	08h20m57s	08h46m33s	SUB-SUPERFICIAL	DESCENDENTE	0.095	319
D	08h20m59s	08h47m45s	SUPERFICIAL	DESCENDENTE	0.165	319
E	10h35m35s	10h52m55s	SUB-SUPERFICIAL	ASCENDENTE	0.118	304
F	10h29m03s	10h49m10s	SUPERFICIAL	ASCENDENTE	0.285	301
G	11h00m29s	11h24m35s	SUB-SUPERFICIAL	ASCENDENTE	0.093	328
H	11h01m15s	11h26m26s	SUPERFICIAL	ASCENDENTE	0.235	309

**Figura 24: Parámetros calculados de corrientes superficiales y sub-superficiales**

En los resultados obtenidos en estas mediciones, se observa un flujo de dirección predominante hacia el Nor-Oeste, tanto en los niveles superficiales como subsuperficiales y durante las etapas de marea ascendente y descendente. Las magnitudes promedio de velocidad se encuentran en el rango de 16 a 29 cm/s en niveles superficiales y de 9 a 12 cm/s en niveles subsuperficiales.

Del análisis efectuado puede determinarse las condiciones límites de la velocidad de las corrientes para las diferentes condiciones:

CONDICIÓN	PARÁMETRO	INTENSIDAD
<b>CALMA</b>	Corriente	< 0.26
<b>MODERADO</b>	Corriente	entre 0.26 y 0.55 nudos
<b>EXTREMA</b>	Corriente	> 0.55 nudos

**Figura 25: Características de la intensidad de las corrientes en las diferentes condiciones**

**(3) Olas:**

Las olas tienen gran influencia en la maniobra de las naves en un terminal, en especial si este es un terminal abierto al mar, como es el caso del Terminal Marítimo Multiboyas QUIMPAC.

El oleaje en los puertos es la resultante del movimiento de traslado del oleaje Swell desde aguas profundas, hacia las costas, donde presenta variaciones en su altura y periodo de acuerdo con las diferentes condiciones que va encontrando durante su trayecto. También se puede considerar el efecto de los vientos en la conformación de las características de las olas que arriban al puerto.

De la medición y evaluación de los factores que afectan el movimiento de las olas, se puede determinar las características de las olas en las inmediaciones del terminal y durante el trayecto de la nave rumbo a su posición de amarre:

Las olas que llegan a nuestras costas son generadas en aguas profundas bajo la presión del viento. La zona donde el oleaje se genera se ubica aproximadamente entre las Latitudes 35° y 40° Sur, mientras que la Longitud Oeste del centro de generación varía con mayor amplitud; 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 son la fuente principal de magnitud del oleaje cuya incidencia determina la dinámica en las costas del Perú.

Para la ocupación de un área acuática y la construcción o instalación de obras portuarias, boyas, tuberías y emisores submarinos, es importante contar con información sobre las olas del mar; en particular, es necesario conocer la naturaleza y frecuencia de ocurrencia de las olas definidas por su período, altura y dirección.

Otro aspecto importante en las mediciones de olas es el proceso que sufre el oleaje al acercarse a las playas, por efecto del fondo marino que produce la refracción y difracción en la dirección del frente de olas, modificando las características del oleaje proveniente de aguas profundas.

Como la magnitud del oleaje en el litoral depende de la altura de las olas en aguas profundas y de la zona de rompiente, es necesario conocer las áreas de incidencia de oleajes en el ámbito del estudio, específicamente en la costa del área marítima de interés.

Considerando 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 este periodo, se toma una muestra que sostenga el suficiente número de olas para que los parámetros característicos ( $H_s$  y  $T_s$ ) sean estables y representativos para ese periodo. En otras palabras, se debe calcular  $H_s$  y  $T_s$  de un grupo de olas lo suficientemente grande para que elimine las irregularidades que se presentan en un tiempo determinado. Además, se debe tomar un suficiente número de muestras del oleaje al día, a fin de determinar la variación de los parámetros a largo plazo.

La estadística de olas usada en el presente caso fue del WAVE WATCH III en aguas profundas y corresponde al periodo comprendido entre febrero 2005 a febrero 2011, para que luego, mediante métodos numéricos y fórmulas matemáticas, calcular las características de las olas en aguas poco profundas hasta la zona de rompiente.

La determinación de la climatología de las olas en el área marítima de interés es uno de los factores más importantes a considerar, cuando se va a estudiar la dinámica del oleaje en las zonas

costeras. El tren de olas al aproximarse a la zona costera sufre procesos de refracción, de fricción por el fondo y de ser el caso de difracción, lo que implica que el tren de olas vaya transformándose conforme se aproxima a costa, hasta llegar a un punto donde la energía de la ola es disipada, formándose la zona de rompientes.

De esta manera, para la determinación del clima de olas en la zona de estudio, es necesario contar con registros de olas durante periodos largos de medición (mínimo un año), que permitan identificar las principales características de la dinámica del oleaje, donde se puedan observar las condiciones predominantes y la ocurrencia de eventos extremos.

Sin embargo, la disponibilidad de registros por periodos largos para determinadas zonas del litoral es muy difícil de conseguir, por lo que se tiene que emplear información que se encuentre disponible en las bases de datos globales o modelos numéricos regionales.

En ese sentido, la información de olas en aguas profundas que se ha tomado en consideración para desarrollar el estudio, son las provenientes de la base de datos de re-análisis generados por FUGRO OCEANOR (<http://www.oceanor.no>) en las coordenadas 798520 E y 8719550 S (figura N° 19), información desde 1985 hasta 2005.

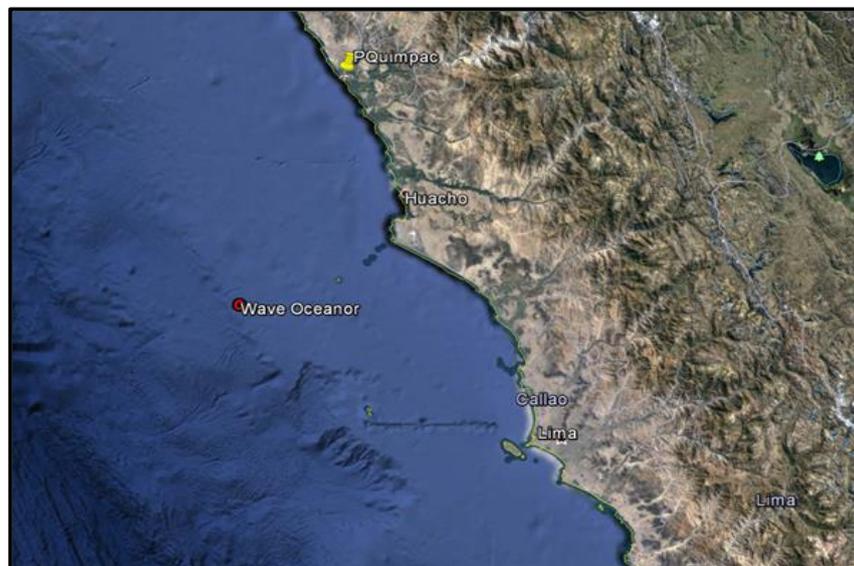


Figura 26: Localización del nodo de re-análisis de oleaje en aguas profundas

En la figura 28, se aprecia las series de tiempo de altura de ola significativa  $H_s$  y período significativo  $T_s$ , mientras que en la figura 29 se muestra la rosa de altura y periodo significativo de la estadística del oleaje empleado.

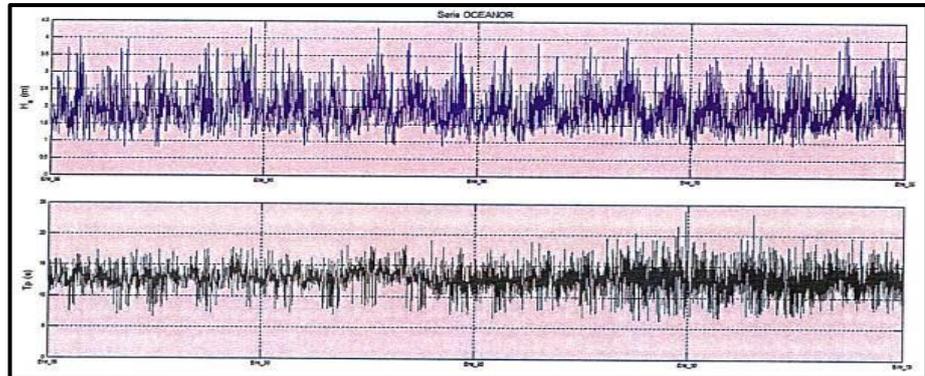


Figura 27: Series de tiempo de altura y periodo significativo de olas en aguas profundas: 798520E 8719550S. Fuente: <http://www.oceanor.no/Localización del nodo de re-análisis de oleaje en aguas profundas>

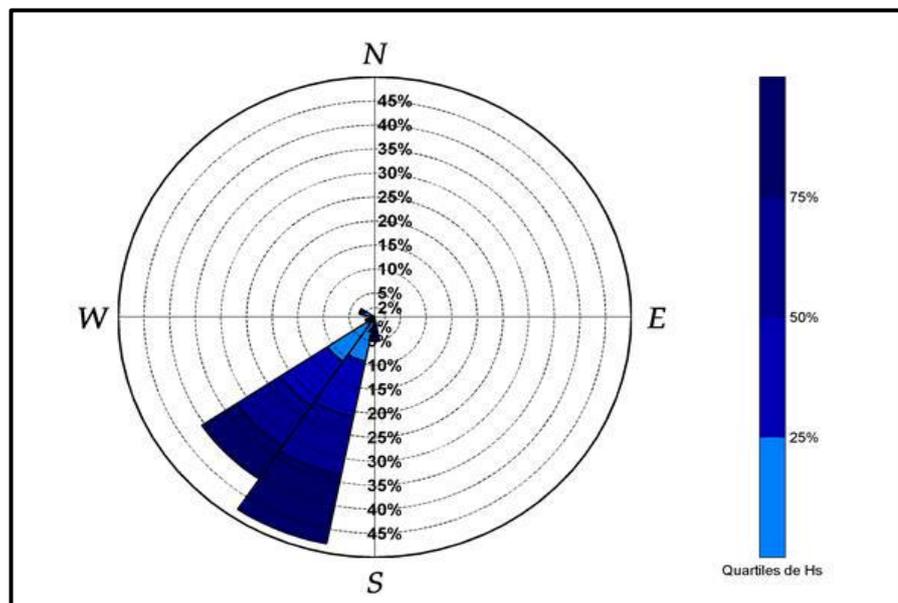


Figura 28: Rosas de dirección y altura significativa de olas en aguas profundas: 798520 E 8719550 S. Fuente: <http://www.oceanor.no/>

#### (a) Tipos de Olas

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

**SEA (Olas de viento):** Son olas originadas por vientos locales, que se caracterizan por ser olas cortas de mucha pendiente y superficie muy confusa, este tipo de olas no se han tomado en cuenta para el presente informe, debido a que en la zona de estudio este tipo de olas es de muy corto período, poca altura y escasa ocurrencia.

SWELL (Olas del mar de fondo): Son olas que se originan en alta mar y viajan grandes distancias, este tipo de oleaje es la fuente principal de las alturas de olas cuya incidencia determina la dinámica de la costa de estudio.

Actualmente existen estudios y compilaciones de datos generales para la región costera que nos permiten describir el comportamiento del oleaje en mar abierto. En general, a lo largo del litoral peruano, el oleaje proviene principalmente del Sur y Suroeste. Finalmente, el objetivo del presente estudio de olas es la caracterización de la dinámica del oleaje en la zona de estudio de Paramonga, empleando el método de rayos ortogonales.

(b) Oleaje en la zona de estudio

A efectos de caracterizar correctamente el oleaje en la zona de estudio (figura 30), se plantea propagar los oleajes del SW desde aguas profundas hasta la zona de interés en la costa, aplicando para ello el Sistema de Modelado Costero Interfase MOPLA, que permite propagar oleajes monocromáticos o espectrales desde aguas profundas hasta la costa, incluyendo los procesos de refracción, asomeramiento, difracción, disipación por rotura y pos-rotura.

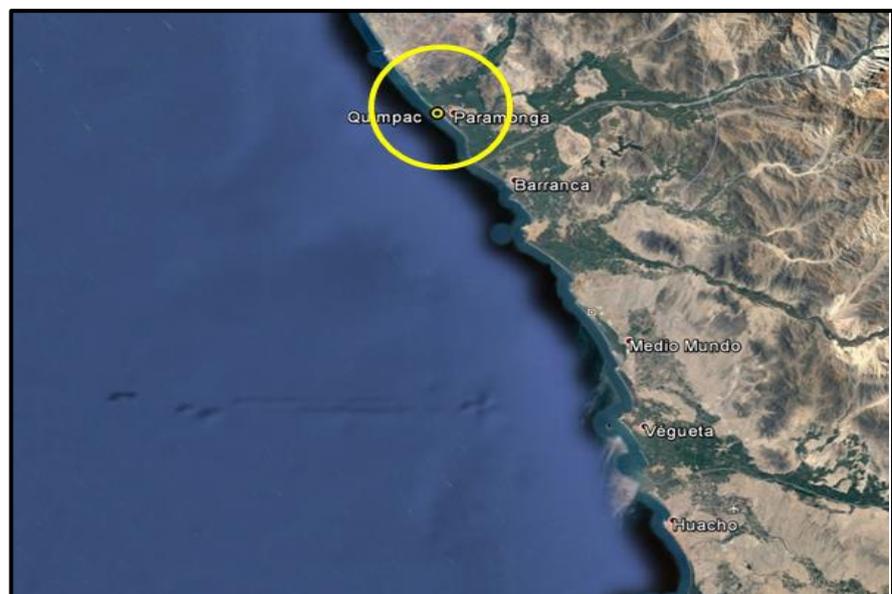


Figura 29: Área de estudio de olas

(c) Sistema de modelamiento numérico MOPLA

Las propagaciones necesarias se han realizado utilizando el modelo integral MOPLA (MORfodinámica de PLAYas). EL MOPLA es un programa que permite simular en una zona litoral la propagación del oleaje desde aguas profundas hasta la línea de costa.

Esta propagación se ha realizado utilizando el Modelo de Propagación de Oleaje y Corrientes (OLUCA) del Grupo de Ingeniería Oceanográfica y de Costas de la Universidad de Cantabria.

El modelo ha sido desarrollado inicialmente en la Universidad de Delaware, U.S.A. y mejorado posteriormente entre miembros de la citada Universidad y del Grupo de Ingeniería Oceanográfica y de Costas de la Universidad de Cantabria.

Este modelo integra un módulo de propagación y rotura de oleaje basado en la ecuación de la pendiente suave (OLUCA) con un modelo de corrientes debidas al oleaje (COPLA) y un modelo de transporte de sedimento y cambio de la batimetría (EROS).

Dicho modelo es capaz de simular los procesos antes descritos, tanto para oleaje monocromático como para oleaje espectral, resolviendo la forma parabólica de la ecuación de pendiente suave (Mild Slope) e incorpora modelos de propagación no lineales, simulación de capa límite turbulenta o laminar, la rugosidad del fondo, entre otros factores.

El modelo de propagación y rotura de oleaje basado en la ecuación de la pendiente suave (OLUCA) es un modelo de propagación de oleaje irregular basado en la versión parabólica de la ecuación de la pendiente suave, Kirby (1986). Esta ecuación incluye los procesos de refracción, asomeramiento, difracción y la disipación por fricción por fondo y rotura del oleaje.

En la figura 31 se muestra el área de estudio implementado en el Sistema de Modelado Costero SMC con la batimetría exterior y de detalle, y con la malla de propagación del oleaje Suroeste desde aguas profundas hasta el punto de rotura.

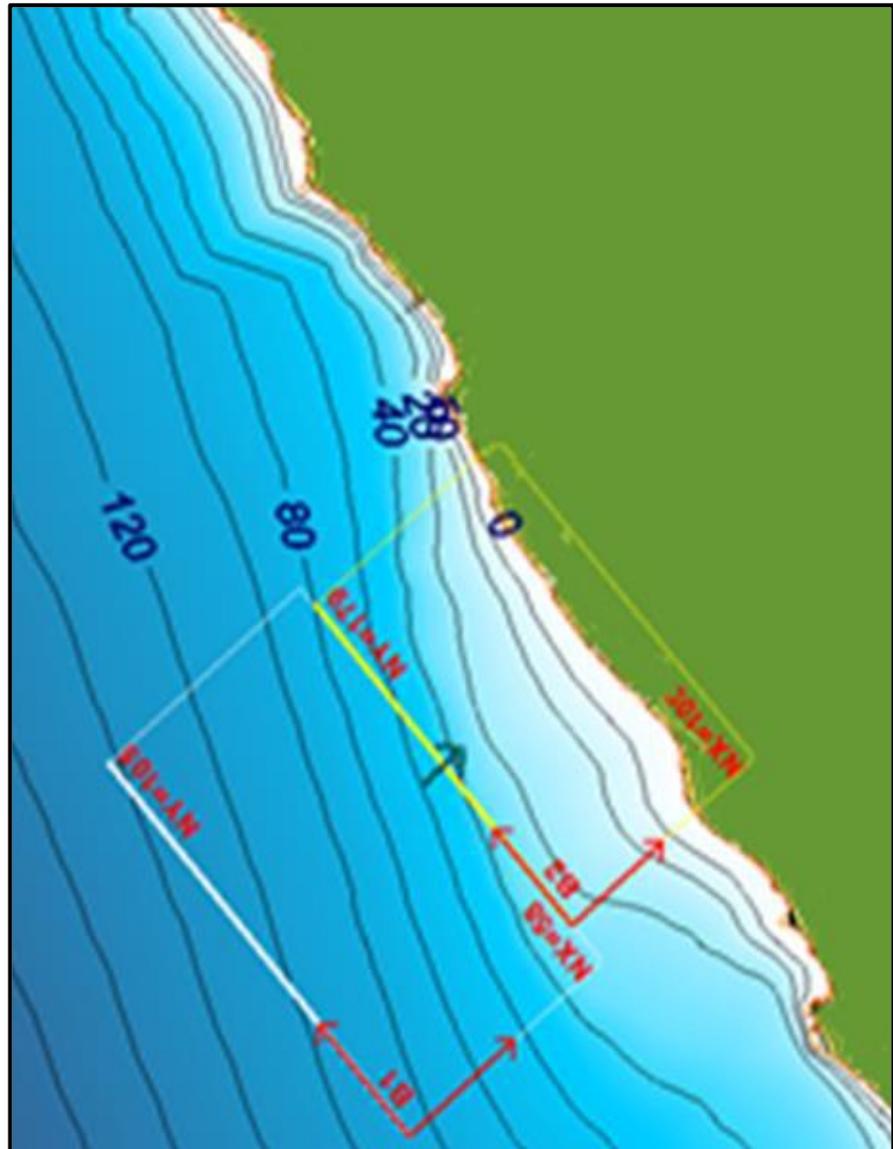


Figura 30: Área de estudio y batimetría generada en el SMC

Para los oleajes del SW se aprecia procesos de refracción del oleaje, condicionada por la configuración de la batimetría y la morfología de la línea de costa; conforme el frente avanza hacia la costa, y específicamente en el área de estudio, el oleaje experimenta procesos de refracción por la configuración del fondo marino.

En las figuras 32 y 33 se muestran los gráficos de diagrama de refracción del oleaje del SW y los coeficientes de refracción, respectivamente. Se observa que, a medida que disminuye la profundidad, la longitud de onda y el ángulo de incidencia respecto a la normal a la costa también disminuyen, al igual que la dispersión direccional (mayor alineación de los frentes).

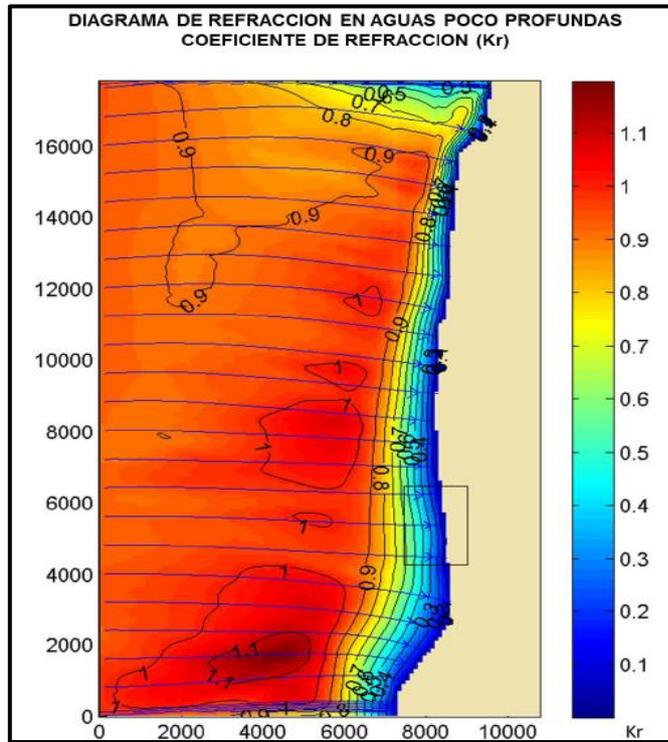


Figura 31: Propagación y coeficiente de refracción - dirección SW

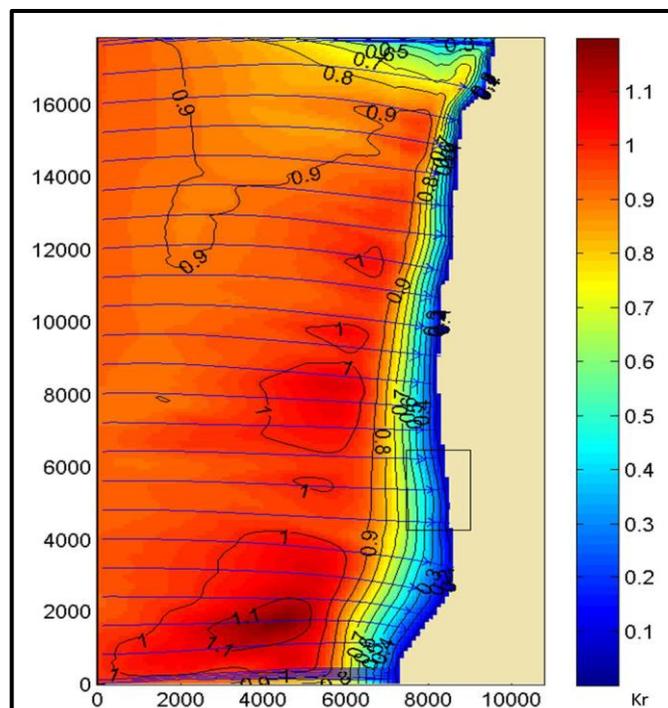


Figura 32: Coeficiente de refracción (Kr) - Dirección SW - Período 14 seg.

## (d) Cálculo de altura de olas

El análisis del oleaje que se ha efectuado está basado en los resultados obtenidos del Modelo Numérico SMC, en base a la información estadística de re-análisis de oleaje de FUGRO OCEANOR. El método consiste en obtener los cálculos de altura y período de olas en aguas profundas.

Con esta información y en base a la batimetría obtenida para la zona de interés, se proyectó el oleaje por el método de rayos ortogonales hasta el área de interés, y mediante diagramas de refracción aplicando la ley de Snell (Wiegle), se efectuó los cálculos de altura de ola utilizando los diferentes coeficientes de refracción y de cambio de profundidad correspondiente, en la zona de la costa donde se ubica el área de interés.

La altura de una ola en aguas poco profundas está dada 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

De la clasificación de períodos promedios máximos, tenemos que:

$$T = 14 \text{ seg.}$$

La longitud de onda está dada por “Lo” en aguas profundas.

Reemplazando para alturas máximas observadas en aguas profundas de 3.60 m, que corresponde a un estado de braveza de mar y una altura significativa de 1.80 metros, de acuerdo al Sailing Directions, se obtiene:

a) A 10 metros de profundidad

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

$$H = (0.7071) (1.1065) (1) (3.60) = 2.82 \text{ m}$$

$$H = (0.7071) (1.1065) (1) (1.80) = 1.41 \text{ m}$$

b) A 05 metros de profundidad

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

$$H = (0.6956) (1.285) (1) (3.60) = 3.22 \text{ m}$$

$$H = (0.6956) (1.285) (1) (1.80) = 1.61 \text{ m}$$

**Cálculo de la altura de Ola en la Rompiente (H<sub>b</sub>):**Cálculo de H'<sub>o</sub>

$$H'_o / H_o = K_r \quad \text{Donde:} \quad H_o = 1.80 \text{ y } 3.60 \text{ m}$$

$$K_r = 0.6956$$

$$H'_o = K_r \cdot H_o$$

$$H'_o = 0.6956 \cdot 1.80 = 1.25 \text{ m}$$

$$H'_o = 0.6956 \cdot 3.60 = 2.50 \text{ m}$$

$$\text{Se evaluó: } H'_o / gT^2 = 1.25 / 1920.8 = 0.00066$$

$$H'_o / gT^2 = 2.50 / 1920.8 = 0.00130$$

$$\text{Cálculo de la Pendiente (m): de: } 5 / 225 = 0.022$$

$$\text{Entonces: } H_b / H'_o = 1.86 \implies H_b = 1.86 \cdot 1.25 = 2.33 \text{ m}$$

$$H_b / H'_o = 1.54 \implies H_b = 1.54 \cdot 2.50 = 3.85 \text{ m}$$

**Cálculo de la Profundidad de la Ola cuando rompe:**

$$H_b / gT^2 = 2.33 / 1920.8 = 0.00121$$

$$H_b / gT^2 = 3.85 / 1920.8 = 0.00200$$

$$m = 0.022$$

$$\text{Se evaluó: } db / H_b = 1.08 \quad db = 2.33 \cdot 1.08 = 2.52 \text{ m}$$

$$db / H_b = 1.12 \quad db = 3.85 \cdot 1.12 = 4.31 \text{ m}$$

**Distancia a la que Rompe la Ola de la Playa:**

$$\text{La ola rompe a: } 2.52 / 0.022 = 115 \text{ m}$$

$$4.31 / 0.022 = 196 \text{ m}$$

### Características del Oleaje en Paramonga:

La altura de ola en el área de estudio para la altura de ola significativa es de:

- 1.41 m, a 10 m de profundidad
- 1.61 m, a 5 m de profundidad

La altura de ola en el área de estudio para la altura de ola significativa máxima es de:

- 2.82 m, a 10 m de profundidad
- 3.22 m, a 5 m de profundidad

Estas olas al proyectarse sobre la rompiente, alcanzan una altura de:

- 2.33 m, a 2.52 m de profundidad de la rompiente y a 115 m de distancia de la playa.
- 3.85 m, a 4.31 m de profundidad de la rompiente y a 196 m de distancia de la playa.

Del análisis efectuado puede determinarse las condiciones límites de las alturas de ola para las diferentes condiciones:

CONDICIÓN	PARÁMETRO	ALTURA	PERIODO
<b>CALMA</b>	Olas (significantes)	< 1.20 metros	< 12 seg.
<b>MODERADO</b>	Olas (significantes)	entre 1.2 y 2.0 metros	entre 12 y 18 seg.
<b>EXTREMA</b>	Olas (significantes)	> 2 metros	> 18 seg.

**Figura 33: Características de las olas en las diferentes condiciones**

#### (4) Mareas

Las mareas son movimientos periódicos y alternativos de ascenso y descenso del nivel del mar producidos por a la atracción gravitacional que ejercen sobre la tierra, la luna y el sol principalmente.

La importancia de las mareas y de su estudio, radica en la necesidad de obtener planos de referencia o datums verticales, con el fin de determinar las elevaciones de los accidentes topográficos y las profundidades del mar, además en la determinación de terrenos ribereños para el establecimiento de linderos y diseño de estructuras en zonas costeras, así como, el de la dinámica del área de estudio de acuerdo principalmente a sus amplitudes.

(a) Tipos de mareas en el sector

Las mareas que se producen en la costa peruana responden al tipo mixto preponderantemente semidiurno, es decir, que en un día mareal (24 horas 50 minutos), se presentan 2 pleamares y 2 bajamares, con amplitudes del orden de 1,0 m para la costa central.

En ese sentido, se ha determinado que, para el área de estudio, las horas de las pleamares y bajamares de la Tabla de Mareas 2017 (Publicación HIDRONAV-5023), correspondientes al puerto de Supe, se pueden emplear para la programación del estudio de corrientes marinas.

La Línea de más Alta Marea (LAM) es aquella línea definida por el máximo valor de altura de marea astronómica observada históricamente, exenta de deformación por agentes externos extraordinarios, cuyo plano es interceptado en el terreno de la playa adyacente. Con la determinación de esta línea, se establecen los límites jurisdiccionales, linderos y el diseño de estructuras en zonas costeras.

El datum o cota de la LAM está referida al Nivel Medio de Bajamares de Sicigias Ordinarias (NMBSO), cuyos valores han sido calculados en base a la data histórica de las

Estaciones Mareográficas de la Dirección de Hidrografía y Navegación instalados a lo largo de nuestra costa; dicha información incluye un ciclo nodal lunar (19 años).

Para el presente caso, se ha considerado la cota de la línea de más alta marea (LAM) correspondiente al puerto de Huacho, cuyo valor es de 1.52 metros con respecto al NMBSO. Este valor se puede apreciar en la web de la DHN ([www.dhn.mil.pe](http://www.dhn.mil.pe)).

Se efectuaron las mediciones de fluctuaciones de las variaciones del nivel del mar, en pleamar y bajamar, en una extensión de aprox. 1,000 m. en la playa comprendida entre el eje de las tuberías que van hacia el Terminal Marítimo Multiboyas QUIMPAC Paramonga. La determinación de los puntos de la taquimetría y de la LAM fue realizada por el método de DGPS RTK desde la Estación T (Techo de sala de bombas).

Asimismo, se determinó la posición de la LAM desde la playa anterior hacia la playa posterior mediante la intersección del plano del nivel de agua con el terreno (frente de la playa), obteniéndose del mareograma la diferencia de altura correspondiente al momento de la observación. La diferencia de altura determinada en ese instante se trasladó al terreno y luego se procedió a la medición de los 50 m. sobre la línea perpendicular a la orientación de la playa en varias secciones.

Del mismo modo, para el posicionamiento de las mediciones en la playa se utilizaron Estaciones de control geodésico de la DHN más próximas, FARO SUPE.

#### (b) Nivel de Mareas

El comportamiento de las mareas en el puerto de Supe es conocido; en tal sentido, en el área de interés no fue necesario instalar un mareógrafo en el área de estudio para calcular,

mediante lecturas comparativas, los diferentes niveles de referencia utilizados principalmente en las obras portuarias, ni por causas morfológicas, ni por razones astronómicas, ni meteorológicas.

Para efectuar la reducción de los sondajes al NMBSO, se consideró el promedio de las mediciones del nivel del espejo de agua en la fecha y horas programadas, el que fue referenciado con la elevación de la estación geodésica determinada en el área de estudio.

Para planificar las horas de inicio y término de las mediciones de corrientes, fue necesario contar con la información contenida en la Tabla de Mareas edición 2017 (Publicación HIDRONAV-5023) correspondiente al puerto de Supe, para determinar las fases de la marea.

El valor de la LAM se consideró en +1.52m sobre el NMBSO.

El régimen de mareas que caracterizan a la zona de Paramonga es mixto, preponderantemente del tipo semidiurno (dos Pleamares y dos Bajamares en 24 horas).

Los datos de mareas han sido utilizados para:

- La determinación de la referencia vertical (NMBSO) para las estaciones geodésicas y para la topografía.

Las correcciones de los sondajes, con el fin de elaborar el plano batimétrico.

- La programación de las mediciones de corrientes, con el fin de determinar las horas y duración de la marea en fase ascendente y descendente.

Los datos de la Tabla de Mareas edición 2017 (Publicación HIDRONAV-5023) correspondientes al puerto de Supe, fueron los siguientes:

7 de febrero de 2017		8 de febrero de 2017		9 de febrero de 2017		AMPLITUD
HORA	ALTURA	HORA	ALTURA	HORA	ALTURA	
01:33	69 cms.	02:39	70 cms.	03:38	73 cms.	PLEAMAR
07:46	7 cms.	08:44	3 cms.	09:36	0 cms.	BAJAMAR
14:57	99 cms.	15:47	107 cms.	16:35	112 cms.	PLEAMAR
21:14	28 cms.	22:04	23 cms.	22:49	19 cms.	BAJAMAR

**Figura 34: Datos de la Tabla de Mareas**

El comportamiento de la marea (mareogramas), en el lugar, fecha y horas en que se realizaron los estudios acuáticos, se muestran en los Anexos del Estudio Hidrográfico.

- (c) Como se ha mencionado en la costa peruana las mareas suelen ser del tipo semidiurnas.

En este caso, tomando como referencia el puerto de Supe (puerto más cercano a nuestra área de estudio), se puede establecer que las mareas que caracterizan el área de Paramonga también son semidiurnas, con amplitud promedio del orden de 0.63 metros. Las mareas de sicigias alcanzan valores promedios del orden de 0.82 metros, de acuerdo con los datos disponibles en el derrotero.

Alturas en metros referidas al Nivel Medio de Bajamares de Sicigias Ordinarias (NMBSO) correspondientes a la predicción 2019				Amplitud (m)	
Pleamar		Bajamar			
Media	Máxima	Media	Mínima	Media	Sicigia
0.84	1.21	0.23	- 0.05	0.63	0.82

**Figura 35: Régimen de mareas Supe/Mixtas preponderantemente Semidiurna**

Complementariamente en el presente estudio se han empleado datos obtenidos de la Tabla de Mareas 2019 emitida por la Dirección de Hidrografía y Navegación para el

Puerto de Supe, tomándolo como referencia por su cercanía al área de estudio.

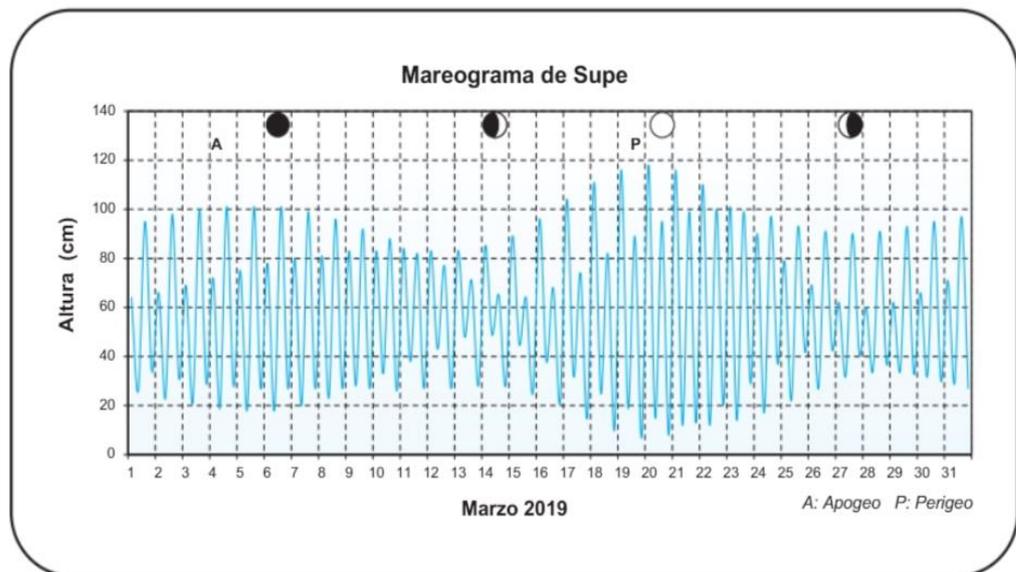
En tal sentido, en la figura 36, puede observarse que el valor promedio de pleamares máximas en Supe es de 1.21 m, mientras que el promedio de bajamares mínimas es de -0.05 m, siendo la amplitud media de marea de 0.63 m y la amplitud de sicigia de 0.82 metros.

Cuando La Tierra, La Luna y El Sol quedan alineados, las fuerzas gravitacionales se suman produciendo mareas de mayor amplitud: pleamares más altas y bajamares más bajas de lo normal, denominadas mareas de sicigia.

Si, por el contrario, la Luna se encuentra a 90 grados respecto de la alineación de la Tierra y el Sol, los efectos de la Luna y del Sol no se suman y en consecuencia, la amplitud de la marea alcanza un mínimo. Las pleamares son más bajas de lo normal y las bajamares son más altas de lo normal, a este fenómeno se le denomina mareas de cuadratura.

Durante un ciclo lunar, la Tierra, la Luna y el Sol se alinean en dos ocasiones: la primera en luna nueva y la siguiente en luna llena, por consiguiente, las mareas de sicigia ocurren dos veces cada 29 días. Lo mismo ocurre con las mareas de cuadratura, presentes dos veces en cada ciclo lunar, cuando la luna está en cuarto creciente y cuarto menguante.

De acuerdo a la tabla de Mareas 2019 se puede apreciar la serie temporal de los ciclos de mareas de cuadratura y de sicigia en el Puerto de Supe.



**Figura 36: Mareograma de Supe**

En base al análisis de la figura 37, puede determinarse la altura máxima y mínima de mareas en sicigia y la altura máxima y mínima de mareas en cuadratura.

- (d) La altura mínima registrada en las tablas de mareas en sicigias es 0.05 m y la altura máxima es de 1.20 m.
- (e) La altura mínima registrada en las tablas de mareas en cuadratura es de 0.2 m y la altura máxima alcanza 0.88 m.

El nivel de referencia es la bajamar media inferior (BMI, promedio de la mareas más bajas registradas cada día durante el periodo de registro (Fuente: tabla de mareas).

### **(5) Marejadas**

Se entiende por Marejada al oleaje anómalo, el cual también “es llamado comúnmente braveza de mar o marejada, cuando el conjunto de olas (tren de olas) se ve alterado con respecto a su comportamiento normal, pudiendo ser ligero, moderado, fuerte o muy fuerte”<sup>3</sup>.

<sup>3</sup> Otiniano Jorge, “Oleajes Anómalos”, Dirección de Hidrografía y Navegación, Enero 2005.

De la estadística sobre oleajes se puede extraer que la frecuencia anual de los oleajes anómalos que se presentan en el litoral sólo el 12% son de fuerte intensidad.

Del mismo modo, las bravezas de mar suelen presentarse con relativa normalidad en las épocas de invierno (julio a septiembre), dejando sentir sus efectos, especialmente en las inmediaciones de los fondeaderos, llegando a entorpecer las faenas portuarias por espacio de varios días.

Como se ha mencionado, por lo general en gran parte del año el mar muestra condiciones de braveza ligera, lo que permite realizar operaciones en los terminales sin mayor problema, sin embargo, debido a olas levantadas en regiones lejanas por efecto de tormentas y que recorren muchas millas por el océano hasta que se elevan delante de la costa, producen bravezas en forma de trenes de olas, descargando su energía en olas de mayor tamaño que el promedio.

(a) Dirección

La dirección usual de estos oleajes irregulares es proveniente del SW y SSW, estos oleajes principalmente afectan las zonas costeras cuya orientación está expuesta hacia el sur y suroeste. Sin embargo, también se presentan oleajes del noroeste y oeste provenientes del hemisferio norte, que ocurren con mayor frecuencia durante el verano y logran extenderse hacia nuestras costas; estos oleajes anómalos principalmente afectan las zonas costeras cuya orientación está expuesta hacia el noroeste y oeste.

(b) Frecuencia

La duración promedio de oleajes irregulares fluctúa entre 2 y 5 días, ocasionando con frecuencia el cierre de puertos.

(c) Periodos

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.

(d) Altura

Se considera como oleaje irregular a partir de 2.5 metros de altura de ola.

(e) Épocas de mayor actividad

Los oleajes anómalos que se aproximan a zona costera, proveniente de medias y altas latitudes del hemisferio sur, se presentan con mayor frecuencia o con mayor incidencia durante la época de invierno (julio a septiembre); sin embargo, puede presentarse en cualquier día del año, dependiendo del desplazamiento e intensidad de los sistemas atmosféricos. Mientras que los oleajes que provienen del Pacífico Norte, son más frecuentes durante la época de verano.

(f) Efectos sobre las instalaciones portuarias

Usualmente ocasiona el cierre de las instalaciones portuarias y se anulan las actividades marítimas y náuticas.

(g) Cualquier información que permita predecir este fenómeno

Usualmente se presentan por la generación de tormentas en el océano Pacífico Sur.

(h) Estadística de cierre de puertos

No es necesario que la autoridad competente cierre el puerto para paralizar las operaciones, el mismo terminal de acuerdo con sus parámetros de condiciones límites puede suspender las operaciones y si el caso lo amerita desamarrar la nave, alejándose y fondear hasta esperar que las condiciones mejoren; comunicando a Costera Supe de tal determinación.

El puerto es cerrado por condiciones de oleajes anómalos un promedio de 24 a 60 días de cierre por año.

 PERÚ Autoridad Portuaria Nacional						
ESTADO DE PUERTOS						
PUERTO	ZONA	INST.PORTUARIA	CIERRE	APERTURA	TIEMPO CERRADO	MOTIVO
PE - SUPE	PUERTO DE SUPE	TP SUPE	29/09/2019 08:30:00	01/10/2019 07:05:00	01d 22h 35m	CONDICIONES ANOMALAS DEL ESTADO DE MAR
PE - SUPE	PUERTO DE SUPE	TM QUIMPAC	29/09/2019 08:30:00	01/10/2019 07:05:00	01d 22h 35m	CONDICIONES ANOMALAS DEL ESTADO DE MAR
PE - SUPE	PUERTO DE SUPE	TP SUPE	09/08/2019 13:30:00	11/08/2019 08:40:00	01d 19h 10m	CONDICIONES ANOMALAS DEL ESTADO DE MAR
PE - SUPE	PUERTO DE SUPE	TM QUIMPAC	09/08/2019 13:30:00	11/08/2019 08:40:00	01d 19h 10m	CONDICIONES ANOMALAS DEL ESTADO DE MAR
PE - SUPE	PUERTO DE SUPE	TP SUPE	11/07/2019 15:00:00	15/07/2019 09:30:00	03d 18h 30m	CONDICIONES ANOMALAS DEL ESTADO DE MAR
PE - SUPE	PUERTO DE SUPE	TM QUIMPAC	11/07/2019 15:00:00	15/07/2019 09:30:00	03d 18h 30m	CONDICIONES ANOMALAS DEL ESTADO DE MAR
PE - SUPE	PUERTO DE SUPE	TP SUPE	06/06/2019 11:00:00	09/06/2019 07:00:00	02d 20h 00m	CONDICIONES ANOMALAS DEL ESTADO DE MAR
PE - SUPE	PUERTO DE SUPE	TM QUIMPAC	06/06/2019 11:00:00	09/06/2019 07:00:00	02d 20h 00m	CONDICIONES ANOMALAS DEL ESTADO DE MAR
PE - SUPE	PUERTO DE SUPE	TP SUPE	02/06/2019 11:15:00	04/06/2019 13:00:00	02d 01h 45m	CONDICIONES ANOMALAS DEL ESTADO DE MAR
PE - SUPE	PUERTO DE SUPE	TM QUIMPAC	02/06/2019 11:15:00	04/06/2019 13:00:00	02d 01h 45m	CONDICIONES ANOMALAS DEL ESTADO DE MAR
PE - SUPE	PUERTO DE SUPE	TP SUPE	17/05/2019 09:00:00	21/05/2019 18:40:00	04d 09h 40m	CONDICIONES ANOMALAS DEL ESTADO DE MAR
PE - SUPE	PUERTO DE SUPE	TM QUIMPAC	17/05/2019 09:00:00	21/05/2019 18:40:00	04d 09h 40m	CONDICIONES ANOMALAS DEL ESTADO DE MAR
PE - SUPE	PUERTO DE SUPE	TP SUPE	09/05/2019 18:15:00	13/05/2019 17:00:00	03d 22h 45m	CONDICIONES ANOMALAS DEL ESTADO DE MAR
PE - SUPE	PUERTO DE SUPE	TM QUIMPAC	09/05/2019 18:15:00	13/05/2019 17:00:00	03d 22h 45m	CONDICIONES ANOMALAS DEL ESTADO DE MAR
PE - SUPE	PUERTO DE SUPE	TP SUPE	16/04/2019 16:30:00	17/04/2019 10:45:00	00d 18h 15m	CONDICIONES ANOMALAS DEL ESTADO DE MAR
PE - SUPE	PUERTO DE SUPE	TM QUIMPAC	16/04/2019 16:30:00	17/04/2019 10:45:00	00d 18h 15m	CONDICIONES ANOMALAS DEL ESTADO DE MAR
PE - SUPE	PUERTO DE SUPE	TP SUPE	17/03/2019 16:00:00	18/03/2019 09:15:00	00d 17h 15m	CONDICIONES ANOMALAS DEL ESTADO DE MAR
PE - SUPE	PUERTO DE SUPE	TM QUIMPAC	17/03/2019 16:00:00	18/03/2019 09:15:00	00d 17h 15m	CONDICIONES ANOMALAS DEL ESTADO DE MAR

Figura 37: Estadística de Puerto Supe cerrado año 2019

## (6) Batimetría

### (a) Medición y Registro de Profundidades

En el área donde se realizó el estudio batimétrico, se registraron profundidades máximas del orden de los 11 metros. Específicamente, en el final de las 02 tuberías submarinas y del emisor submarino, la profundidad alcanza hasta 11.5 metros.

En términos generales, en el área marítima de interés, la pendiente es uniforme desde los 0.0 metros (NMBSO) hasta la profundidad de 9 metros, en una distancia horizontal promedio de 430 metros y con una gradiente promedio de 2.1%.

Luego, la pendiente continua uniforme hasta la profundidad de 11 metros, pero con una gradiente promedio de 0.3%, en una distancia horizontal promedio de 720 metros.

El perfil longitudinal del emisor submarino (planta álcalis), entre la LAM y los 9.5m de profundidad, tiene una distancia horizontal de 605.560 metros, con las distancias parciales y sus correspondientes gradientes que se indican en el siguiente cuadro:

TRAMO (entre profundidades)	Δ (metros)	Dist. Horiz. (metros)	Gradiente (%)	Grad. Prom. (%)
De LAM a 0m	1.52	48.99	3.10	2.4
De 0 a 1m	1	43.64	2.29	
De 1 a 2m	1	45.34	2.21	
De 2 a 3m	1	45.92	2.18	
De 3 a 4m	1	46.28	2.16	
De 4 a 5m	1	45.12	2.22	
De 5 a 6m	1	37.76	2.65	
De 6 a 7m	1	43.95	2.28	
De 7 a 8m	1	45.19	2.21	
De 8 a 8m	0	34.44	0.00	1.5
De 8 a 8m	0	9.83	0.00	
De 8 a 9m	1	19.54	5.12	
De 9 a 9m	0	51.90	0.00	
De 9 a 10m	1	15.59	6.41	
De 10 a 10m	0	8.48	0.00	
De 10 a 9.5m (final emisor)	0.5	63.59	-0.79	
<b>TOTAL</b>		<b>605.560</b>		

**Figura 38: Perfil longitudinal del emisor submarino**

El perfil longitudinal de las tuberías submarinas (eje de referencia: tubería submarina de cloruro de calcio), entre la LAM y los 11.5m de profundidad, tiene una distancia horizontal de 1,224.980 metros, con las distancias parciales y sus correspondientes gradientes que se indican en el siguiente cuadro:

TRAMO (entre profundidades)	$\Delta$ (metros)	Dist. Horiz. (metros)	Gradiente (%)	Grad. Prom (%)
De LAM a 0m	1.52	46.56	3.26	2.2
De 0 a 1m	1	45.42	2.20	
De 1 a 2m	1	44.59	2.24	
De 2 a 3m	1	45.23	2.21	
De 3 a 4m	1	48.39	2.07	
De 4 a 5m	1	50.81	1.97	
De 5 a 6m	1	51.46	1.94	
De 6 a 7m	1	58.87	1.70	
De 7 a 8m	1	43.73	2.29	
De 8 a 9m	1	57.18	1.75	
De 9 a 10m	1	124.82	0.80	0.4
De 10 a 11m	1	395.74	0.25	
De 11 a 11.5m (final tuberías)	0.5	212.18	0.24	
<b>TOTAL</b>		<b>1,224.980</b>		

Figura 39: Perfil longitudinal de la tubería submarina de cloruro de calcio

Todas las profundidades están referidas al NMBSO. El levantamiento batimétrico del área acuática, se muestra en el Plano N° BT-QUI-01 del Anexo E-1 del Estudio Hidro-Oceanográfico que se remite como anexo 16 al presente Estudio de Maniobras.

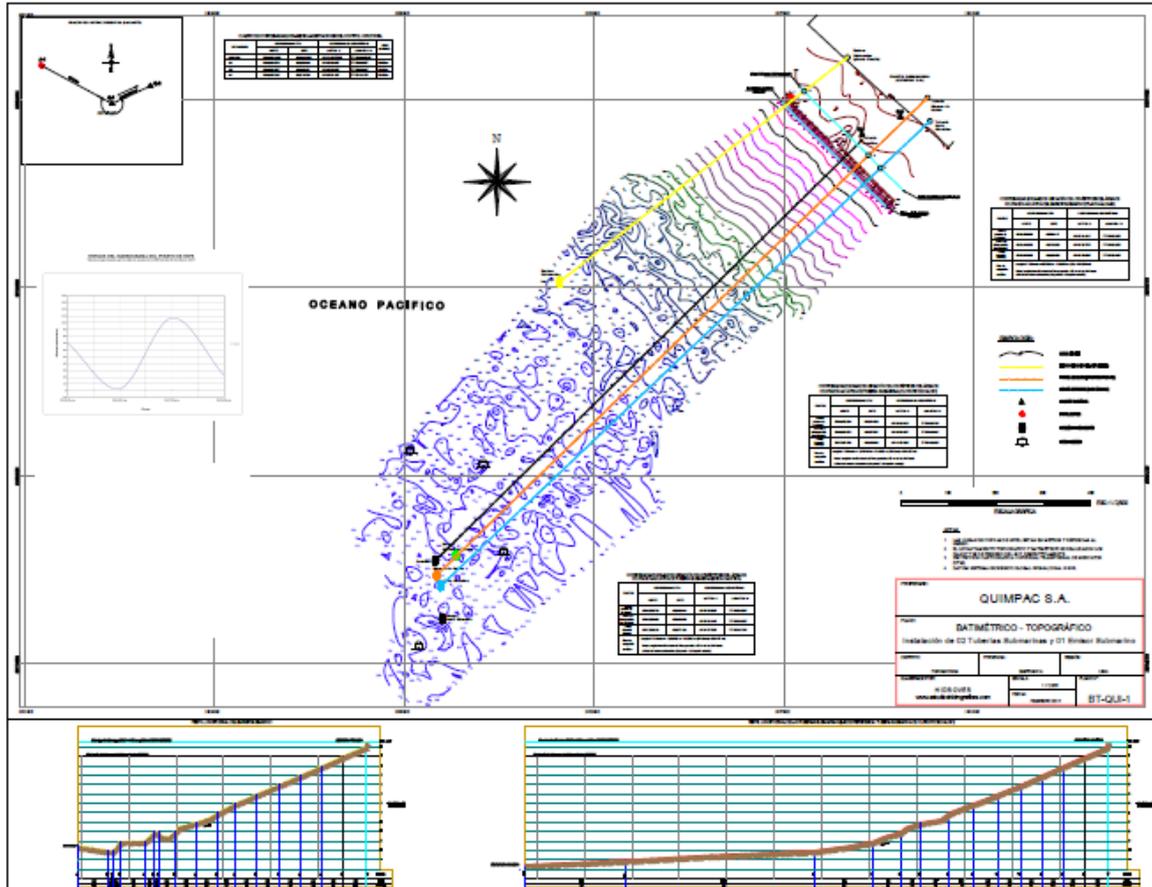


Figura 40: Plano de levantamiento Batimétrico del área de estudio

## **(7) Naturaleza del fondo marino**

### **(a) Muestreo del Material Superficial del Fondo Marino**

El método más utilizado consiste en el uso de un muestreador de fondo (draga) tipo van veen, que funciona en base al principio del cucharón de almeja.

En el área acuática de interés, específicamente en las inmediaciones del final de las dos (02) tuberías submarinas (cloruro de calcio y soda cáustica) y del final del emisor submarino (planta álcalis), así como en el medio de ambos, se realizó la extracción de tres (03) muestras del material superficial del lecho marino. Para estas extracciones se utilizó un muestreador de fondo (draga) tipo Van Veen.

La posición de cada punto donde se efectuó el muestreo, fue determinada por el mismo método empleado para el posicionamiento de los flotadores utilizados en el estudio de corrientes marinas.

Las diferentes muestras obtenidas se colocaron dentro de bolsas esterilizadas, las que posteriormente fueron analizadas en el Laboratorio de Ensayo R-LAB S.A.C. Las posiciones de los muestreos fueron procesadas y transferidas a hojas de ploteo.

La ubicación de las estaciones donde se han extraído las muestras del material superficial del fondo marino, dentro del área marítima de interés, se indica a continuación:

<i>Ubicación: Paramonga</i>			<i>Fecha: 08/02/17</i>	
ESTACIÓN	COORDENADAS UTM		COORDENADAS GEOGRÁFICAS	
	NORTE	ESTE	LATITUD (S)	LONGITUD (W)
M-1	8817976.522	189211.436	10° 40' 47.919"	77° 50' 26.857"
M-2	8817605.752	189163.417	10° 40' 59.961"	77° 50' 28.548"
M-3	8817357.992	188950.243	10° 41' 07.955"	77° 50' 35.632"
<i>Composición del material superficial del fondo marino:</i>				
Estación	Componente Predominante		Otras Composiciones	
	Material	%	Material	%
M-1	Arena fina	99.49	Arena media	0.51
M-2	Arena fina	99.39	Arena media	0.61
M-3	Arena fina	99.59	Arena media	0.41

**Figura 41: ubicación de las estaciones donde se han extraído las muestras**

Esto constituye la graduación de sedimentos típicos de una playa, en que los granos disminuyen progresivamente de tamaño conforme se alejan de la playa, donde la acción de las olas afecta en menor proporción el movimiento del fondo debido a la mayor profundidad, permitiendo que sedimente el material más fino.

De acuerdo al análisis granulométrico realizado a las 03 muestras extraídas en el área marítima de interés, la composición predominante es de arena fina en más del 99% en promedio, mientras que en menos del 1% en promedio es de arena media.

Los resultados del análisis del muestreo realizado, se pueden apreciar en el siguiente gráfico:

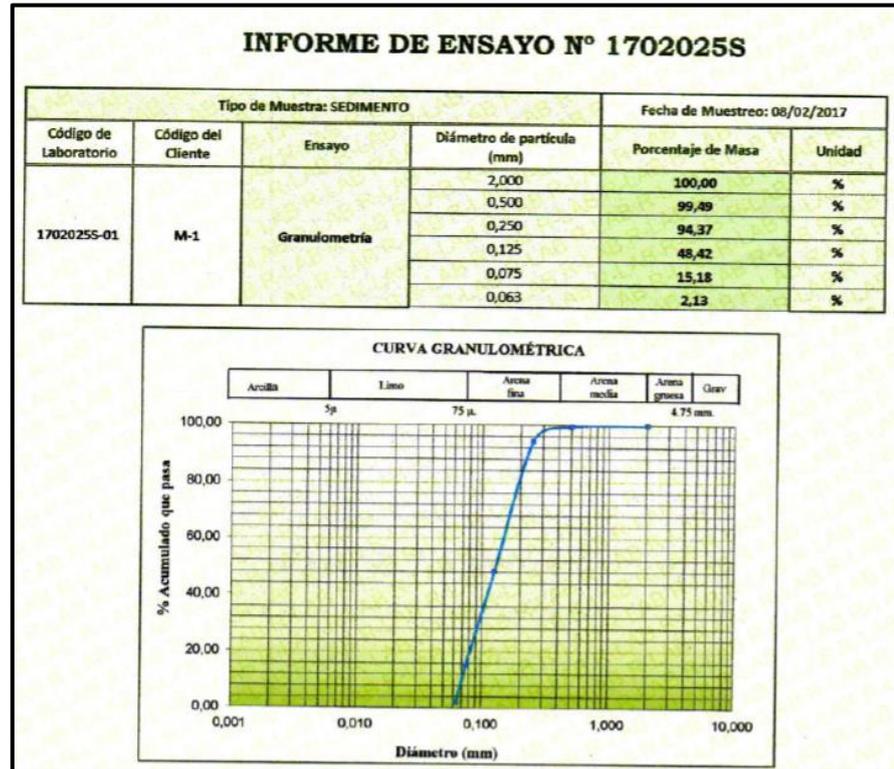


Figura 42: Resultados del análisis del muestreo realizado

(b) Descripción de la gradiente submarina

La topografía del fondo submarino decrece gradualmente desde la playa, y el veril de los 5 m. dista aproximadamente 200 metros desde la línea de más alta marea y se desarrolla siguiendo sus contornos.

Los fondos son limpios de estorbos y las profundidades de las aguas son bastante estables.

La zona de rompientes tiene una extensión aproximada de 400 metros.

La isóbata de los 10 metros se ubica a unos 900 m. desde el perfil de costa. La isóbata de los 12 metros se ubica a unos 1200 m.

## (8) Visibilidad

Durante la época de invierno la presencia de niebla se debe principalmente a la advección de aire húmedo desde el océano producto de la intensificación del Anticiclón de Pacífico Suroeste (APSO) y la superficial del mar en áreas costeras, mientras que en verano la presencia de nieblas se intensifica en las primeras horas de la mañana debido al mayor régimen de evaporación en la superficie del mar ocasionado por el aumento de temperatura y a la ausencia de vientos a esas horas.

No existen registros continuos de visibilidad en el área de Paramonga. Sin embargo, se conoce que la zona es por lo general calimosa en gran parte del año, en época de verano los días amanecen con neblina, en algunos casos muy densa y permanece en ocasiones dos o tres días, lo que ocasiona el cierre de los terminales por ese tiempo.



**Figura 43: Visibilidad durante aproximación al Terminal Marítimo Multiboyas QUIMPAC Paramonga 28 febrero 2020 a 08:50 hrs**

A continuación, se presenta la estadística de visibilidad para diferentes puertos de la costa peruana, extraídos del Derrotero de la costa central publicación HIDRONAV 5002, en el cual se puede observar que, para el puerto de Huacho más cercano a la zona de Paramonga, los valores de visibilidad en promedio mensual multianual están por encima de 6.8 km. lo cual no ofrece ninguna limitación a las operaciones en la zona.

VISIBILIDAD HORIZONTAL MEDIA MENSUAL MULTIANUAL (km.)														
ESTACIÓN METEOROLÓGICA	POSICIÓN		MES											
	Lat. (S)	Long. (W)	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
El Salto	03°25'00"	80°18'30"	13.6	14.3	14.8	14.5	13.7	12.9	12.5	11.8	12.0	11.8	12.2	12.6
Paita	05°05'00"	81°06'30"	14.6	15.2	13.4	11.9	10.5	10.0	11.2	11.3	11.8	12.2	12.7	13.5
Isla Lobos de Afuera	06°36'00"	80°42'30"	12.3	15.1	14.8	13.6	11.8	9.0	9.1	9.8	8.7	8.7	9.8	10.7
Pacasmeyo*	07°24'00"	79°34'00"	14.8	16.7	12.3	14.3	14.3	14.3	13.7	13.3	14.5	15.7	13.3	14.5
Salaverry	08°13'00"	78°58'30"	10.1	10.0	9.5	9.1	8.6	8.6	8.7	8.9	9.0	9.4	10.1	9.6
Chimbote	09°04'00"	78°36'00"	12.2	13.3	13.4	12.6	11.5	10.5	9.9	10.2	10.7	11.1	11.2	11.9
<b>Huacho*</b>	<b>11°07'00"</b>	<b>77°36'30"</b>	<b>13.3</b>	<b>12.9</b>	<b>12.5</b>	<b>13.0</b>	<b>11.6</b>	<b>9.1</b>	<b>8.9</b>	<b>8.4</b>	<b>9.6</b>	<b>9.2</b>	<b>9.6</b>	<b>13.4</b>
Chucuito	12°03'30"	77°09'00"	11.1	11.8	9.8	8.4	6.6	7.1	6.9	7.1	7.4	6.3	9.8	9.6
Isla La Vieja*	14°16'00"	77°12'00"	10.8	11.3	11.3	11.3	11.7	10.8	10.5	11.0	11.7	10.7	12.0	11.7
Pisco	13°42'00"	76°13'00"	13.6	14.4	12.6	12.3	11.3	10.3	10.3	10.5	11.8	11.9	12.6	13.0
San Juan	15°21'00"	75°09'00"	13.2	13.1	12.9	12.2	11.5	10.6	9.8	10.2	10.9	11.5	12.3	12.1
Atico	16°13'00"	73°37'00"	9.2	9.6	9.3	8.3	7.4	7.0	6.8	6.6	6.5	7.2	8.0	8.2
Mollendo	16°59'00"	72°06'00"	10.8	11.0	10.9	9.8	8.9	8.6	7.8	8.1	8.1	9.3	9.5	10.1
Ilo	17°38'36"	71°20'36"	7.8	8.2	8.1	7.4	6.8	7.1	6.6	6.9	7.0	7.8	8.1	7.8

**Figura 44: Estadística de visibilidad para puertos de la costa peruana**

Sin embargo, cuando existe la presencia de neblina en el puerto de Supe, obliga a que las Autoridades del Puerto dispongan por razones de seguridad el cierre del puerto para todo tipo de actividad marítima, por lo que queda prohibida la navegación de cualquier tipo de nave hasta que se normalicen estas condiciones.

## 1.5 DESCRIPCION DE LAS CONDICIONES DE CALMA, NORMALES Y EXTREMAS.

Las olas de bravesas 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, ocasionando con frecuencia el cierre de puertos.

A continuación, se presenta un cuadro resumen de las condiciones meteorológicas y oceanográficas límite para operación en el terminal Multiboyas de QUIMPAC en Paramonga:

<b>CONDICIÓN LÍMITE</b>			
<b>CONDICIÓN</b>	<b>PARÁMETRO</b>	<b>INTENSIDAD/ALTURA</b>	<b>PERIODO</b>
<b>CALMA</b>	Viento	< 6 nudos	
	Corriente	< 0.26 nudos	
	Olas (significantes)	< 1.20 metros	< 12 segundos
<b>MODERADO</b>	Viento	entre 6 y 16 nudos	
	Corriente	entre 0.26 y 0.55 nudos	
	Olas (significantes)	entre 1.2 y 2.0 metros	Entre 12 y 18 segundos
<b>EXTREMA</b>	Viento	> 16 nudos	
	Corriente	> 0.55 nudos	
	Olas (significantes)	> 2 metros	> 18 segundos

**Figura 45: Resumen de las condiciones meteorológicas y oceanográficas límite**

De acuerdo al análisis del cuadro y a lo desarrollado hasta el momento en el presente Estudio, podemos determinar lo siguiente:

La condición de calma es la que cuenta con mayor probabilidad de ocurrencia en el Terminal Marítimo Multiboyas QUIMPAC Paramonga, siendo la fuerza del viento menor a 6 nudos, variando su dirección de proveniencia del Sur o del Suroeste con predominancia sur, la altura de ola para esta condición es menor a 1.2 metros, con un periodo menor a 12 segundos y una corriente menor a 0.26 nudos.

La condición moderada es la que sigue en mayor probabilidad de ocurrencia en el Terminal Marítimo Multiboyas QUIMPAC Paramonga, luego de la condición de calma, siendo la fuerza del viento bajo esta condición entre 6 y 16 nudos, variando su dirección de proveniencia del Sur o del Suroeste con predominancia sur, la altura de ola para esta condición se encuentra en el rango de 1.2 y 2 metros, con un periodo entre 12 y 18 segundos y una corriente entre 0.26 y 0.55 nudos.



La condición extrema es la de menor probabilidad de ocurrencia en el Terminal Marítimo Multiboyas QUIMPAC Paramonga, comparada con las dos condiciones anteriores, debiendo considerarse bajo esta condición una fuerza del viento mayor a 16 nudos, variando su dirección de proveniencia del Sur o del Suroeste con predominancia sur, la altura de ola para esta condición es mayor a 2 metros, con un periodo mayor a 18 segundos y una corriente mayor a 0.55 nudos.

Es importante considerar las tendencias de los pronósticos de tiempo para poder iniciar o no, una maniobra.

Las condiciones de mar y viento indicadas para desconectar la manga previendo roturas u otros que pusieran en peligro la seguridad del Terminal Marítimo y la nave, serán coordinadas entre el Capitán y el Loading Master.

Asimismo, las condiciones de mar y viento indicadas para desamarrar la nave previendo situaciones que pongan en peligro la seguridad del Terminal Marítimo y la nave, serán coordinadas entre el Capitán, el Práctico y el Loading Master.

## CAPÍTULO II

### DESCRIPCIÓN DE LA MANIOBRA

#### 2.1 ELEMENTOS DE AMARRE Y DEFENSA

El sistema de amarre de un buque va a depender del diseño del terminal, de las condiciones meteorológicas y oceanográficas de la zona, así como de las características del buque tipo a máxima carga.

Al respecto, el buque una vez amarrado y realizando sus operaciones, es sometido a una serie de esfuerzos debido a los diferentes movimientos que adopta y que los elementos del sistema de amarre deben de tener la capacidad de resistir de forma segura; las fuerzas que se ejercen sobre estos elementos son las mismas para un sistema de amarre con estachas (cabos), cables o combinados, variando la resistencia de cada uno de ellos, debido a las características propias del material de cada elemento.

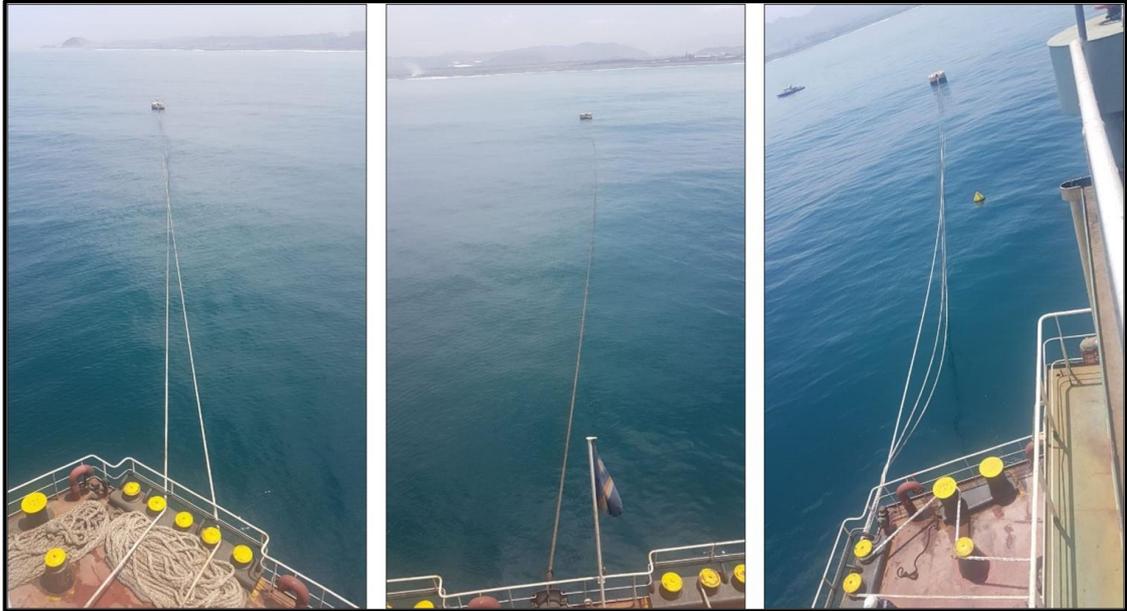
Cabe señalar, que una vez amarrado el buque, es importante la vigilancia permanente de las tensiones de trabajo de los elementos de amarre. Las variaciones de mareas, intensidad y dirección del oleaje, los vientos y las corrientes ejercerán diferentes empujes en la nave amarrada que deben ser compensadas manejando adecuadamente las tensiones de los elementos de amarre.

En ese sentido, el estudio recomienda condiciones límites de seguridad, vinculadas a las variables meteorológicas y oceanográficas de la zona. Cuando estas condiciones son superadas, las operaciones tendrán que paralizarse y si el caso lo amerita el buque tendrá que desamarrar y dejar el amarradero.

##### a. Elementos de amarre

El presente estudio de maniobra propone dos tipos diferentes de amarre (estachas o cabos y cables), los mismos que obedecen al diseño del terminal, como a las características del buque de eslora máxima de 180

metros, 32.20 metros de manga y 30,000 DWT que se tiene previsto opere en el Terminal.



**Figura 46: Amarre a Boya A2 Popa Estribor, Boya A3 Popa Centro, Boya A4 Popa Babor**



**Figura 47: Amarre a Boya A1 Proa Babor**

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.

### (1) Cables y cabos para buques

El problema de someter a cálculo el trabajo de un cable no es tan fácil como a primera vista pudiera suponerse. Por una parte, la determinación de los esfuerzos que actúan sobre un cable durante su trabajo, en especial si éste es dinámico, por su variabilidad y difícil observación, presenta serias dificultades y sólo un minucioso y experimentado estudio de las condiciones particulares de cada trabajo puede hacernos conocer los datos de partida del problema.

Además, y en ello radica la mayor dificultad, la compleja estructura de los cables no permite conocer su comportamiento frente a los distintos esfuerzos de una forma tan simple como con otros elementos constructivos en resistencia de materiales.

Así, esfuerzos de tracción y flexión, por citar sólo los más importantes ejercidos sobre el conjunto cable durante su trabajo, se transforman en virtud de la estructura del mismo cable en otros esfuerzos elementales sobre los alambres constituyentes. Estos últimos esfuerzos se componen con otros, derivados de las tensiones internas del metal, dando por resultado tensiones y compresiones longitudinales, flexiones primarias y secundarias, torsiones y compresiones transversales o radiales en los alambres.

Reviste, pues, gran dificultad establecer las relaciones que ligan los esfuerzos sobre el cable con los que soportan los alambres y mucho más aún conocer cómo estos últimos se componen para dar el esfuerzo total o carga de trabajo del material. El problema es tan complejo, que sólo una especialización y una dilatada experiencia permiten llegar a dominarle con garantía de éxito práctico.

## (2) Características generales del trabajo de cables:

La variadísima gama de aplicaciones de los cables es causa de que los esfuerzos a que se ven sometidos los cables sean muy diferentes; así mientras un cable riostra sólo ha de soportar esfuerzos estáticos de tracción, un cable de una grúa se ve solicitado por esfuerzos estáticos y dinámicos, esfuerzos de flexión, esfuerzos debidos a la rigidez del cable, sacudidas, oscilaciones y giro. Pero el procedimiento normal de cálculo consiste en tener en cuenta exclusivamente la carga de tracción multiplicada por un coeficiente de seguridad suficientemente amplio, variable según el modo de utilización del cable y el tipo de la instalación, de forma que con dicho coeficiente se cubran el resto de los esfuerzos no calculados que puedan actuar sobre el cable.

Ello representa admitir a priori que esos esfuerzos van a tener un valor no superior a un determinado límite para todas las instalaciones de un mismo tipo y similares condiciones de trabajo; pero a veces en casos particulares, alguno de esos esfuerzos alcanza un valor tan elevado que hace insuficiente el coeficiente de seguridad normalmente empleado. En tales casos es necesario conocer el conjunto de las solicitaciones a que ha de verse sometido el cable a fin de que la carga total no sobrepase el límite de fatiga del metal y mucho menos su límite elástico.

## (3) Cables y cabos de amarre

Los cables y cabos de amarre son los encargados de trincar el buque en el punto de atraque. Las Sociedades de Clasificación dictan normas sobre la fabricación, así como de las inspecciones posteriores de los citados cabos de amarre. Estos cabos se dividen en las siguientes partes principales:

- Chicote: extremo del cabo.

- Seno: es la curvatura del cabo entre los extremos que lo sujetan.
- Firme: la parte más larga o principal del cabo.
- Gaza: anillo que se hace en el chicote del cabo que sirve para hacer firme en el cabo
- Vuelta: atadura de un cabo a un objeto.
- Alma: es el núcleo en las estructuras de los cabos, y sirven de soporte al trenzado de sus cordones
- Las características de las amarras se corresponden con la naturaleza de su procedencia y constitución. Pueden agruparse en tres grandes bloques: fibras naturales, sintéticas y metálicas (cables de acero).

a) Fibras naturales

Es el material clásico con el que se construyeron las amarras desde sus primeros momentos de la historia, ahora bien, cada día es menor su disponibilidad. Todavía son utilizadas en ciertas aplicaciones, aprovechando las ventajas que proporcionan y que suelen resultar familiares a las dotaciones de los buques.

- Ventajas: coste bajo inicial, son bien conocidas por los marinos, aportan un comportamiento noble si no se ven sometidas a cargas de trabajo alternativas y de corta duración, flotan cuando están secas, moderada resistencia a la abrasión, escaso alargamiento cuando están sometidas a cargas de trabajo, ruido característico antes de faltar (de romperse) que sirve como aviso y no se funden con el calor.
- Desventajas: muy vulnerables a las acciones del sol, calor, productos químicos, absorben agua, aumenta su peso y se incrementa la dificultad en la manipulación, tienen una vida corta y elevado costo de mantenimiento, tienen una baja relación carga/diámetro y carga/peso por lo que a igualdad de resistencia con otras fibras requieren mayor número de personas para su manipulación segura, lo que las hace más

aparatosas y pesadas. Además, si se estiban húmedas son propensas a la aparición de moho.

b) Fibras sintéticas

Ocupan el primer lugar en el grado de utilización, aunque su uso varía dependiendo de la fibra considerada. Entre las utilizadas destaca el nylon, terileno y polipropileno.

- Ventajas: alta resistencia a los agentes químicos, buena resistencia a la abrasión, no se ven afectadas por la influencia del calor y tienen una larga vida. El nylon y el polipropileno flotan, en especial este último. El nylon y el terileno se funden a razonables temperaturas. El polipropileno tiene un costo más bajo que los otros dos.
- Desventajas: tiene un coste inicial alto, elevados alargamientos (salvo el terileno) en la zona cercana a la rotura. Estas elongaciones pueden evitarse dando coeficientes de seguridad suficientes.

c) Fibras metálicas

Los cables son utilizados para determinadas configuraciones (esprines), y especialmente en los equipos de trabajo a tensión constante, pero no son el medio fundamental de amarre.

- Ventajas: bajo coste, larga vida, casi nulo alargamiento, excelente resistencia a la abrasión, no absorben agua, resistentes a los productos químicos y tienen una alta relación resistencia/diámetro.
- Desventajas: no flotan, poca resistencia a los estrechazos, requieren elevado mantenimiento (en especial a la

corrosión), precisan un número elevado de personas para su manejo y en general desgastan los equipos de amarre.

Para iguales cargas de rotura, las amarras de fibra sintética poseen diámetros inferiores que las de fibra natural. Si se precisa, por ejemplo, de una resistencia a la rotura (CR) de 86 toneladas, los diámetros comparativos según la constitución de la fibra son:

MATERIAL DE LA AMARRA	DIÁMETRO (mm)	MENA (PULG.)
NYLON	72	9
POLIESTER	80	10
POLIPROPILENO	88	11
MANILA SUPERIOR	112	14
CABLE DE ACERO M635	36	4,5

Figura 48: Diámetros comparativos de las amarras según la constitución de la fibra

Las amarras de fibra sintética bajo el mismo esfuerzo de tracción se alargan unas dos veces más que las de fibra natural. No dan indicio de rotura hasta que están a punto de fallar.

En general, las amarras de fibra sintética son más indicadas para buques pequeños y de mediano tonelaje, o para buques que no precisen mantener una posición muy estricta y limitada en el atraque (y no para buques tanque conectados a brazos de carga con limitada variación de la orientación horizontal).

Finalmente, el presente estudio de maniobra propone dos tipos diferentes de amarre (estachas o cabos y cables), los mismos que obedecen al diseño del terminal, como a las características del buque tipo: buque tanque de 30,000 TPM, con unos 180 m de eslora total y 32.20 m de manga.

#### b. Boyas de amarre

El amarradero Marítimo Multiboyas QUIMPAC Paramonga, dispone de un

sistema de cuatro boyas de amarre flotante de metal que garantizan la estabilidad del barco por medio de una cadena a un ancla de 5 TM y un contrapeso de concreto de 7.5 TM.

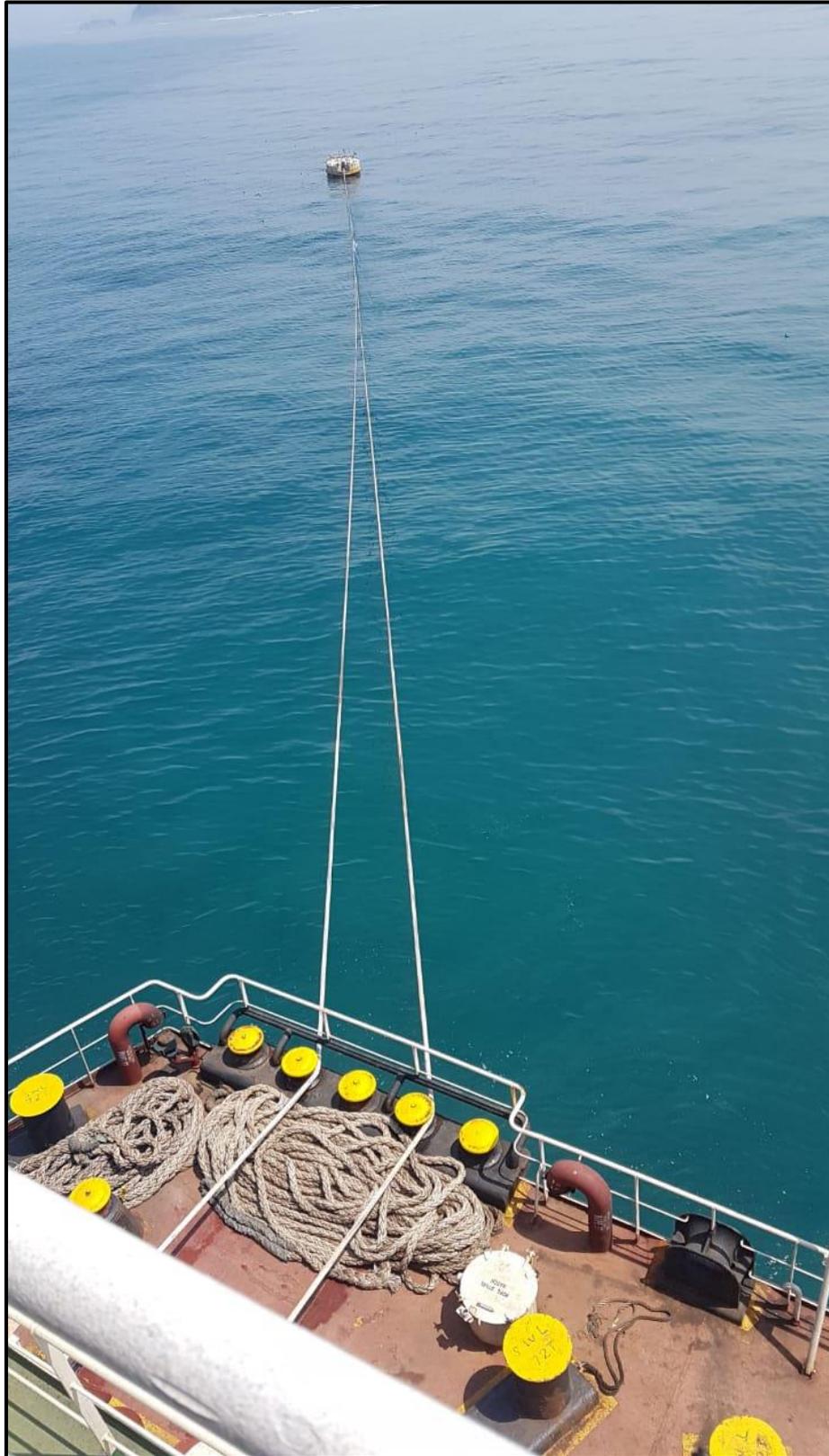


Figura 49: Boyas de amarre Terminal Marítimo Multiboyas QUIMPAC Paramonga

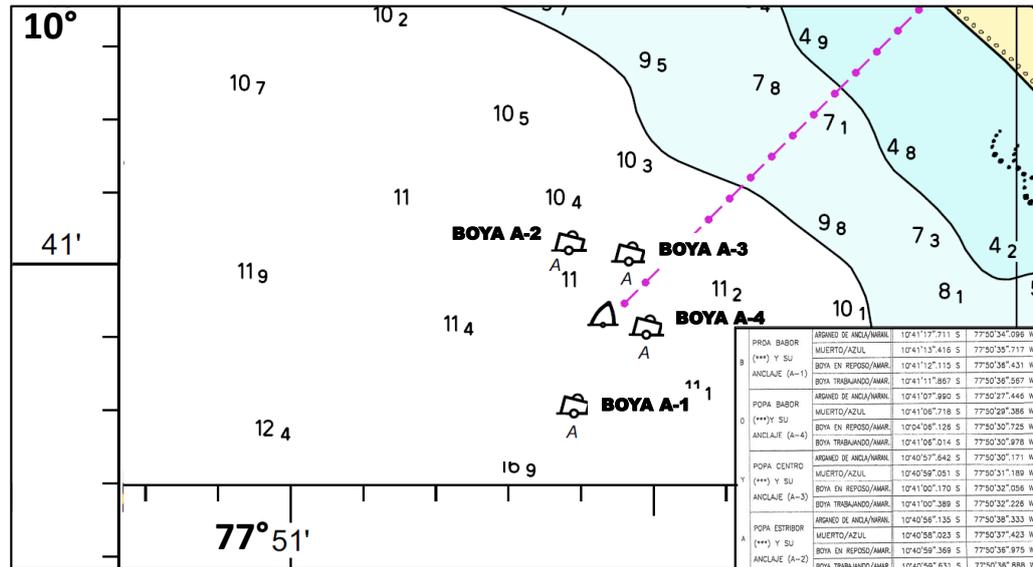


Figura 50: Ubicación Boyas de amarre coordenadas geográficas

Como se ha indicado el amarradero está conformado por cuatro boyas de amarre. Las Boyas de Amarre, se encuentran ubicadas en la siguiente posición:

- A-1: Proa babor
- A-2: Popa estribor
- A-3: Centro estribor
- A-4: Popa babor

Las Boyas de amarre son de Primera Categoría, de 4.6 metros de diámetro con una altura total de 2.5 metros, pintadas de color amarillo, con un gancho de escape rápido y una capacidad de carga de 120 toneladas; peso de cada boya 9.5 toneladas y una capacidad de levante de fuerza vertical de 18.19 TM

Cada boya de amarre cuenta con el siguiente anclaje:

- Pendura. - Constituido por 22 pies de cadena de 2¾" de diámetro.
- Rozadero. - Constituido por un cable de 70 pies de longitud, con un diámetro de 2¼ ", revestido con neopreno de ¼ "de espesor.
- Tendido. - Constituido por 290 pies de cadena de 2¾" de diámetro, a excepción de la Boya de Proa Babor que tiene 450 pies de cadena.
- Tipo de Ancla. - Un ancla tipo Patente de 5.00 toneladas de peso por cada boya.
- Tipo de Muerto. - Muerto de 7.5 toneladas de peso por cada boya

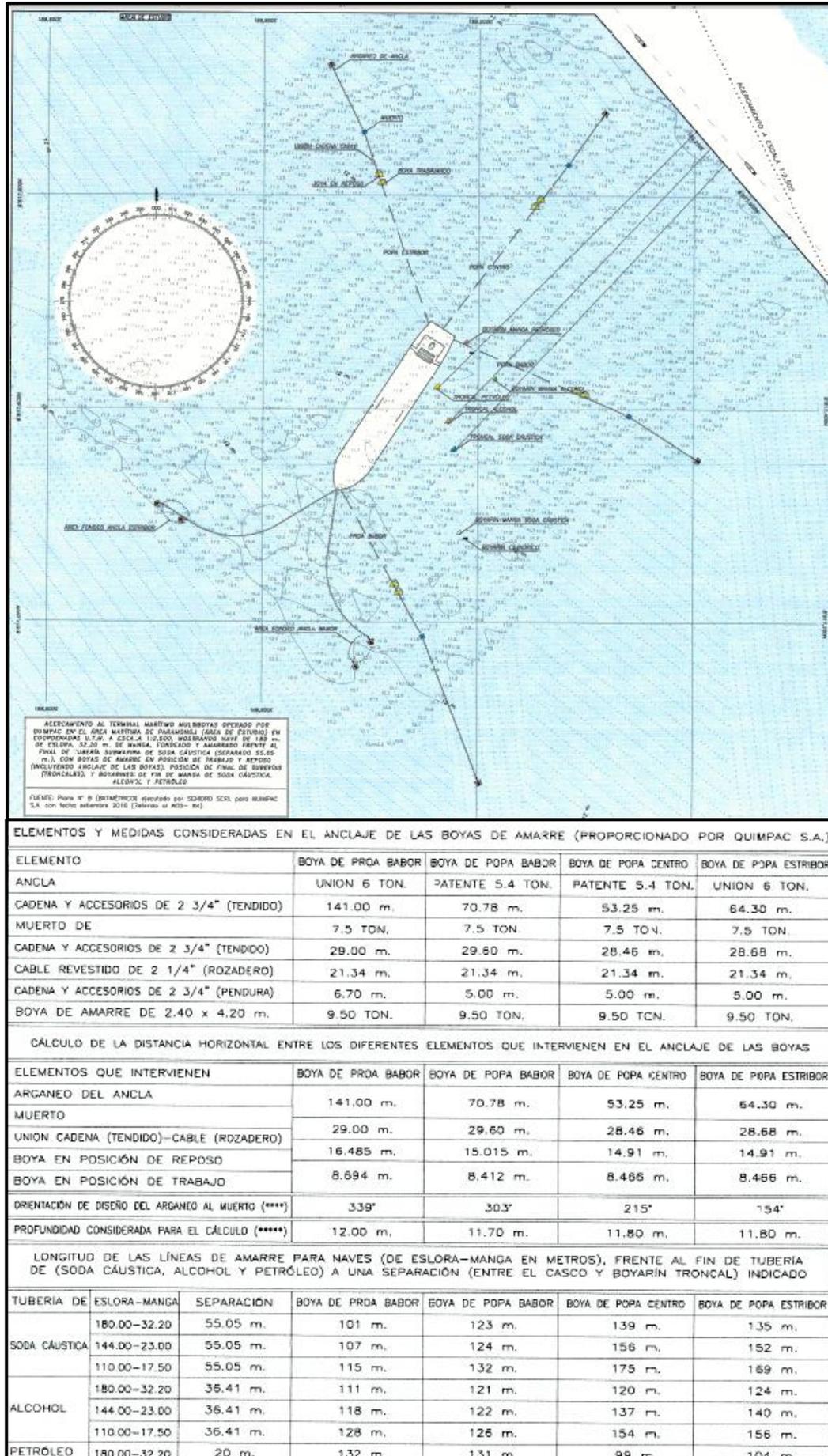


Figura 51: Diagrama de amarre, ubicación y especificaciones de sus componentes

Las boyas cuentan con un sistema de señalización que consiste de 2 (dos) luces intermitentes que se colocan en las boyas de proa babor (verde) y popa estribor (roja). Estas luces son instaladas únicamente en maniobras nocturnas con la finalidad de facilitar el ingreso del buque a la instalación. Tienen un alcance luminoso de 5 millas.

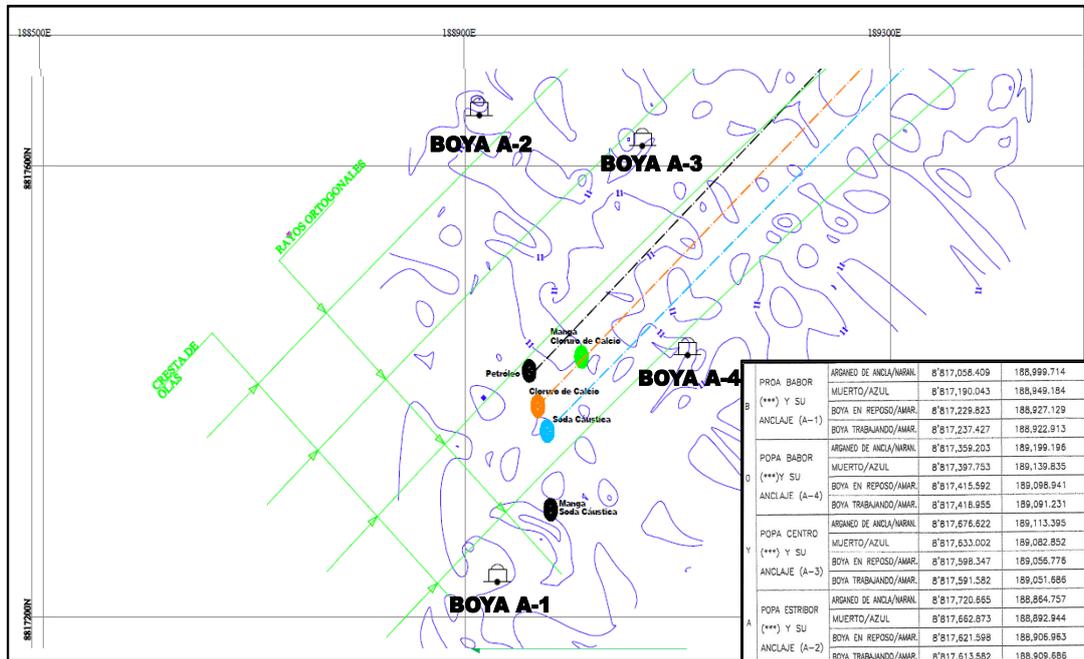


Figura 52: Ubicación Boyas de amarre coordenadas UTM

## Señalización Náutica de las Tuberías Submarinas

### Descripción de los boyarines:

- Forma : Conos opuestos
- Altura total : 1.80 metros.
- Diámetro mayor : 1.30 metros.
- Material : Plancha de acero naval de 3/8".

### Color de los boyarines:

- Celeste (Soda Cáustica)
- Naranja (Cloruro de Calcio)

## 2.2 NAVES QUE MANIOBRAN, DESCRIPCIÓN DE LAS MANIOBRAS PARA NAVES DE DIMENSIONES TIPO, MÍNIMAS, MÁXIMAS

Los estudios realizados consideran naves de eslora máxima de 180 metros; sin embargo, históricamente en los últimos años las naves de mayor tamaño han sido de 165 metros de eslora aproximadamente, por lo que la información que se obtenga será referencial y se deberá adecuar a cada nave que ingrese al Terminal. Del mismo modo, el amarradero recibe naves de 30,000 DWT, para el embarque de productos químicos.

### a. Características de las naves que operan en el Terminal

A continuación, se presenta el Cuadro del cual se ha tomado como referencia las características de las naves que se asemejan al tipo de naves que operan por lo general en el Terminal Marítimo Multiboyas de QUIMPAC en Paramonga, como se señala en la misma Tabla, los valores pueden variar +/- 10% dependiendo del lugar de origen donde han sido construidos:

DWT (t)	$\Delta_m$ (t)	$L_{oa}$ (m)	$L_{pp}$ (m)	B (m)	T (m)	$C_B$ (-)	Min. Lateral Windage: Fully Loaded (m <sup>2</sup> )	Max. Lateral Windage: In Ballast (m <sup>2</sup> )	Approx. Capacity (m <sup>3</sup> )
Tankers (ULCC)									
500,000	590,000	415.0	392.0	73.0	24.0	0.84	6,400	11,000	
400,000	475,000	380.0	358.0	68.0	23.0	0.83	5,700	9,700	
350,000	420,000	365.0	345.0	65.5	22.0	0.82	5,400	9,200	
Tankers (VLCC)									
300,000	365,000	350.0	330.0	63.0	21.0	0.82	5,100	8,600	
275,000	335,000	340.0	321.0	61.0	20.5	0.81	4,900	8,200	
250,000	305,000	330.0	312.0	59.0	19.9	0.81	4,600	7,700	
225,000	277,000	320.0	303.0	57.0	19.3	0.81	4,300	7,300	
200,000	246,000	310.0	294.0	55.0	18.5	0.80	4,000	6,800	
Tankers									
175,000	217,000	300.0	285.0	52.5	17.7	0.80	3,750	6,200	
150,000	186,000	285.0	270.0	49.5	16.9	0.80	3,400	5,700	
125,000	156,000	270.0	255.0	46.5	16.0	0.80	3,100	5,100	
100,000	125,000	250.0	236.0	43.0	15.1	0.80	2,750	4,500	
80,000	102,000	235.0	223.0	40.0	14.0	0.80	2,450	4,000	
70,000	90,000	225.0	213.0	38.0	13.5	0.80	2,250	3,700	
60,000	78,000	217.0	206.0	36.0	13.0	0.79	2,150	3,500	
Product and Chemical Tankers									
50,000	66,000	210.0	200.0	32.2	12.6	0.79	1,900	3,000	
40,000	54,000	200.0	190.0	30.0	11.8	0.78	1,650	2,600	
30,000	42,000	188.0	178.0	28.0	10.8	0.76	1,400	2,200	
20,000	29,000	174.0	165.0	24.5	9.8	0.71	1,100	1,800	
10,000	15,000	145.0	137.0	19.0	7.8	0.72	760	1,200	
5,000	8,000	110.0	104.0	15.0	7.0	0.71	500	800	
3,000	4,900	90.0	85.0	13.0	6.0	0.72	400	600	
Note: Dimensions given in the tables may vary up to $\pm 10\%$ depending on construction and country of origin.									

Table C-1: Typical ship dimensions from ROM 3.1 (Continued)

Figura 53: Dimensiones de Naves tipo según sus características

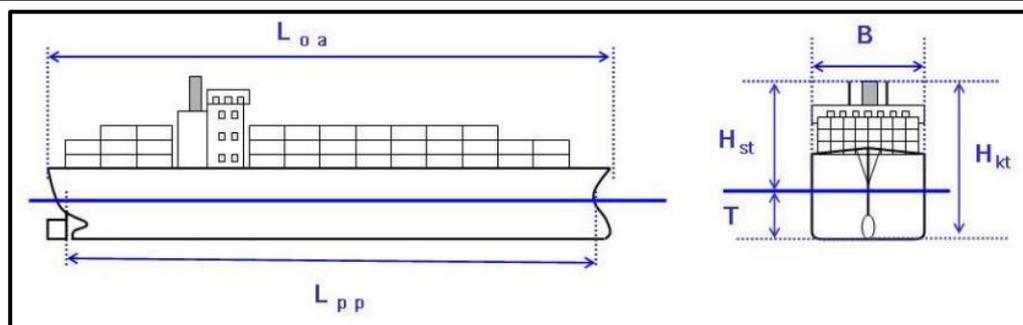


Figura 54: Gráfico de dimensiones principales de una Nave

**NAVE TIPO I**

DWT (t)	$\Delta m$ (t)	Loa (m)	Lpp (m)	B (m)	T (m)
30,000	42,000	180	170	28	10

**NAVE TIPO II**

DWT (t)	$\Delta m$ (t)	Loa (m)	Lpp (m)	B (m)	T (m)
10,000	15,000	144	136	19	7.8

**NAVE TIPO III**

DWT (t)	$\Delta m$ (t)	Loa (m)	Lpp (m)	B (m)	T (m)
5,000	8,000	110	104	15	6

Teniendo en cuenta las consideraciones previamente indicadas, y tomando como referencia las clasificaciones de las naves tipo con los porcentajes de variación aceptables, según las ROM 3.1-99, se describirán las travesías y maniobras de amare y desamarre de naves en el Terminal Marítimo Multiboyas QUIMPAC S.A. en Paramonga, basándonos en naves con las siguientes esloras referenciales de 180 m, de 144 m y de 110 m, de acuerdo al siguiente orden:

1. Nave de 180 m. de Eslora frente a la tubería de **Soda Cáustica**.
2. Nave de 144 m. de Eslora frente a la tubería de **Soda Cáustica**.
3. Nave de 110 m. de Eslora frente a la tubería de **Soda Cáustica**.
4. Nave de 180 m. de Eslora frente a la tubería de **Cloruro de Calcio**.
5. Nave de 144 m. de Eslora frente a la tubería de **Cloruro de Calcio**.
6. Nave de 110 m. de Eslora frente a la tubería de **Cloruro de Calcio**.
7. Nave de 180 m. de Eslora frente a la tubería de **Petróleo**.

### **2.3 DESCRIPCIÓN DE LAS MANIOBRAS DE INGRESO Y SALIDA DE INSTALACIONES ACUÁTICAS**

Antes de desarrollar este aspecto, es fundamental señalar las siguientes consideraciones a tener en cuenta durante el desarrollo de las operaciones y maniobras de ingreso y salida al Terminal Marítimo Multiboyas QUIMPAC Paramonga:

- Es importante considerar que no existe una maniobra igual a otra ya que las características de la nave y las condiciones de mar y viento nunca se repiten, debido a lo cual la descripción y posiciones que se han mencionado solo son referenciales y en condiciones de mar y viento normales. Por lo tanto las Posiciones y Rumbos y velocidades indicados para el Acercamiento, 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 ésta dirección o sea llevar la nave hacia estas fuerzas para compensar su accionar, para lo cual se contará según el caso con la ayuda de máquinas, timón, cadenas, remolcador y cabos de amarre para lograr este objetivo.
- Los lugares indicados en la Travesía de Supe a Paramonga o Paramonga a Supe desde donde la nave variará sus rumbos y la separación (dejando por estribor o babor) que deberá mantener la nave respecto de la desembocadura del río Pativilca o la Punta El Milagro (también conocida como punta Guamayo) , solo es referencial para efectos de describir la maniobra, pudiendo el Práctico Marítimo designado para ella, optar por otros rumbos que lo lleven más o menos distante de los lugares referenciales pero teniendo en consideración las profundidades y el calado de la nave para efectuar la travesía, pudiendo modificar los rumbos que le permitan llegar al lugar a partir del cual considere conveniente iniciar la Aproximación al Terminal. En igual forma los rumbos, velocidades y puntos referenciales descritos en la Travesía, no son fijos, los mismos podrán ser modificados de presentarse cualquier observación como lo serían bolicheras o botes pescando o navegando en su derrota, o cuando a criterio del Práctico que conduce el Pilotaje lo crea conveniente.

- La ubicación considerada como de fin de travesía e inicio de Acercamiento, podrá variar conforme al criterio del Práctico que asesora la maniobra, ya que la nave podría mostrar una inercia excesiva o reducida y un diámetro táctico amplio o pequeño u otra característica que al respecto deba considerarse, sin embargo, es conveniente precisar que en este punto (al inicio del Acercamiento), se deberá suponer que la nave deberá ir reduciendo su velocidad de manera que no exceda una velocidad de 3.5 nudos aproximadamente cuando concluya el Acercamiento, dependiendo también de la distancia que deberá recorrer desde esta posición (inicio de la Aproximación) hasta la de fondeo del ancla de estribor (inicio del Amarre), ya que al concluir la Aproximación no deberá exceder los 3 nudos, teniendo en cuenta que de presentarse problemas de máquinas, timón u otras que impidan continuar con la maniobra, deberá abortarse empleando remolcador, maquina, timón, cadena(s) o ancla(s) y que con su apoyo puedan lograr salvar la nave de tocar el fondo marino o las boyas de amarre y boyarines del Terminal.
- Se deberá establecer que el remolcador o los remolcadores, según sea el caso, actuarán a criterio del Práctico cuando lo considere conveniente, empujando en la banda (babor o estribor) y lugar indicado en el casco para tal fin, pudiendo también actuar a remolque en posición de jalar o colgado en posición de empujar/jalar, si las condiciones así lo exigen.
- Las descripciones de maniobra indicadas, no eximen de poder recurrir a otros manejos o artificios que a juicio del Práctico designado para la maniobra de amarre/desamarre lo crea conveniente, pudiendo variar rumbos o velocidades indicadas, considerándose la posibilidad de alterar la secuencia de colocación/retiro de la(s) línea(s) hacia/desde las boyas de amarre correspondientes.
- La iluminación de boyas en las maniobras nocturnas es importante; sin embargo, aunque no es lo ideal, en caso de no tener operativas las mismas, podría prescindirse de la iluminación de las boyas de proa babor y popa estribor, ubicando a las lanchas al costado de las boyas referidas con luces encendidas.

- En las condiciones de mar y viento imperantes, no podrá prescindirse de la utilización de un (1) remolcador o (2) remolcadores, según sea el caso, para el amarre y desamarre. En igual forma, de contar la nave con hélices transversales en proa (bow truster), popa (stern truster) o propulsión acimutal, por seguridad, siempre será necesario el empleo de un (1) o (2) remolcadores para apoyar la maniobra y encontrarse en espera de órdenes.
- Debe mencionarse que es conveniente que el remolcador o los dos remolcadores solo se utilicen empujando (carnereando) en la banda y lugar indicado en el casco para tal fin, por lo tanto, la agencia marítima a cargo de la nave al momento de gestionar el remolcador o los remolcadores que asistirán la maniobra, deberá considerar la altura desde el mar hasta la parte más alta de su defensa de proa versus la altura del casco expuesta de la nave (medida desde el nivel del mar y la cubierta principal) en el punto de empuje de remolcador que se encuentra señalado en el casco y si las condiciones de mar (balance) esperado pudieran afectar disminuyendo la medida indicada.
- De maniobrarse una nave pequeña y/o sumamente cargada y el haberse asignado un remolcador que no cumpla el requerimiento ante mencionado, podría originar que de empujar el casco en el lugar designado, la defensa de proa del mismo se monte sobre la cubierta de la nave doblando barandas o sus soportes, pudiendo además su roda tocar el casco dañándolo, en cuyo caso el remolcador tendría que empujar en un lugar del casco más vulnerable, como lo sería a la altura de la sala de máquinas sólo si el Capitán de la nave lo autoriza.
- El Práctico Marítimo permanecerá abordo durante el tiempo que permanezca el buque en el Terminal Marítimo, 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 el encontrarse listo para desamarrar. Deberá preverse que la nave cuente con la habitabilidad reglamentaria (cabina de Práctico) de requerirse su presencia durante la permanencia de la nave en el Terminal.

- Las posiciones de las boyas solo son referenciales y se ha considerado como posición de reposo a la que ocuparía la boya después de haber sido usada por una nave de la característica de la nave que ingresaría inmediatamente después y las condiciones de mar y viento se mantengan totalmente calmos (0).
  - Todo el tiempo que permanezca la nave amarrada, para la carga deberá mantenerse una lancha en espera de órdenes (de permanencia), proporcionada por la agencia marítima, con la finalidad de encontrarse lista para reponer cabos de amarre en el supuesto caso de romperse alguno de los dispuestos en el amarre.
- a. Descripción de los preparativos de ingreso y aproximación al área de amarre

Es necesario que previo a la operación de amarre se conozcan las características y limitaciones de maniobra de la nave, así como su diámetro táctico a diferentes velocidades y capacidad para mantener una estipulada proa a una determinada velocidad. En igual forma deberá tenerse en cuenta cual sería el efecto de la cavitación que es originada por el giro de la hélice durante la marcha adelante y atrás.

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 Marítima desestime Cerrar el Puerto, el Práctico con el Capitán y el Loading Master (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, de la nave y de las instalaciones del Terminal son prioritarios.

En este sentido, las maniobras deberán realizarse con las condiciones límites estipuladas en el presente estudio, considerando una profundidad mínima dentro del terminal de 11 m., considerándose que el calado máximo permisible será de 10 m. en condiciones de mar calmo y con olas significantes máximas de 1.20 metro de altura; al igual que en condición moderada con olas significantes máximas de entre 1.20 y 2 metros de altura.

Sin embargo, siempre debe aplicarse el criterio y la recomendación del Práctico encargado de la maniobra para la toma de la decisión final.

Asimismo, para conducir la nave durante el acercamiento y aproximación se deberán tener en cuenta las siguientes consideraciones respecto a las condiciones de mar y viento:

- La acción del mar (corriente, oleaje, acción de la marea) y viento afectarán la conducción de la nave cuando su velocidad se reduce cada vez más, por lo tanto, se debe considerar que estas fuerzas afectarán en mayor o menor medida cuando la acción del mar (oleaje y corriente) y dirección del viento incidan por la banda de estribor o babor, debiéndose compensar estas fuerzas llevando la nave hacia babor o estribor para evitar la deriva de la nave.

Por lo tanto, es importante considerar que, en el tramo comprendido desde que se concluye el Acercamiento y durante la Aproximación, debido a la baja velocidad que viene desarrollando la nave, el oleaje, la corriente y la acción generada por la creciente o vaciante de los niveles del mar, expondrán a la nave cada vez más, a una deriva hacia babor/estribor, que exigiría enmendar cayendo hacia estribor/babor.

Esta corrección podría afectar el rumbo considerado adecuado para iniciar la maniobra (fondear el ancla de estribor) ya que usualmente en esta área marítima, la deriva (originada principalmente por el oleaje) llevaría la nave hacia babor, por lo cual es conveniente considerar el reducir el espacio empleado para la Aproximación o en su defecto, se deberá tener en cuenta que la proa de la nave se encuentre en las inmediaciones o en el punto exacto para fondear de manera que la componente del ancla de estribor pudiera asegurar una distribución de Grillete que permita una barba de gato adecuada.

**b. Maniobra de fondeo**

Dependiendo de la posición que vaya a adoptar el buque al momento de amarrar a boyas, se deberá dar la orden de fondo estribor un espacio antes de la posición requerida debiendo encontrarse la boya de proa a una distancia específica de milla medida desde el puente de la nave, según la posición seleccionada (lo cual será señalado más adelante para cada caso específico).



**Figura 55: Fondeo con ancla de estribor en Terminal Multiboyas QUIMPAC Paramonga**

Para tal efecto, se deberá tener en consideración la cantidad de anclas y grilletes disponibles, según lo siguiente:

- Dos (2) anclas, una de babor y otra de estribor, con sus respectivas cadenas que cuentan con un mínimo de 8 grilletes en babor y 10 en estribor capaces de disponer 7 grilletes en el agua en babor y 9 en estribor, las mismas que podrán ser usadas en caso el Práctico lo considere necesario para amarrar, desamarrar, parar, girar la nave o de presentarse dificultades de propulsión u otro que exija abortar la maniobra.

Asimismo, en el cálculo del fondeo de anclas deberá considerarse dentro de lo posible, una longitud máxima de cadena de estribor debido a que, durante la permanencia del buque amarrado, toda vez que se presenten oleajes inadecuados que lleve a la nave hacia atrás, deberá reubicarse llevando cadena de estribor en mayor proporción que la de babor para retornar la nave a su posición original.

c. Descripción preventiva de seguridad y riesgo ambiental de la nave antes de su ingreso al Terminal

Antes del ingreso al Terminal Marítimo Multiboyas QUIMPAC Paramonga, se deberán evaluar todos los factores involucrados en la operación del Terminal, así como los riesgos implícitos en el ingreso y salida del amarradero, los puntos a tener en cuenta serán:

- 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.
- Calado y asiento, escora, velocidad, viento y corrientes.
- Maniobra dentro del amarradero, máquina atrás, fuerzas y su análisis.
- Maniobra de ingreso al amarradero con apoyo de remolcadores.

Asimismo, se deberá prever que mientras la nave permanezca amarrada durante la carga o descarga, su posición podrá ser afectada si las condiciones de mar y viento se incrementan, pudiéndose romper líneas de amarre y acercar o alejar la nave al boyarín que señala el final de la tubería submarina correspondiente, originando que la manga que se esté usando pudiera introducirse debajo del casco (de acercarse) o estirarse (de alejarse) poniendo en peligro la integridad de la misma (desgaste por rozamiento con el casco o torcedura o rotura) o del sistema de válvulas utilizado para conectar la manga en el manifold de la nave, lo cual conllevará también a un riesgo de contaminación ambiental.

Ante ello, se evaluará la posibilidad de reponer las líneas rotas, llevar o filar cadenas, cobrar o lascar líneas de amarre con la finalidad de retornar la nave a su posición original.

Si las condiciones de mar no permiten a la nave mantener posición a pesar de haberse tratado de corregir variando posiciones de cadenas y líneas de amarre, apreciándose que se pondría en peligro la seguridad de la nave y de las instalaciones del Terminal Marítimo, ocasionando colateralmente un posible riesgo ambiental, se deberá reportar inmediatamente a Costera Supe esta novedad y deberá desamarrarse la nave en espera de mejores condiciones.

Sin embargo, es importante señalar que, en las operaciones de rutina, las condiciones de tiempo se conocen con los pronósticos y si cambian, se van dando en un lapso de tiempo que permiten tomar ciertas acciones como incrementar amarras ante la eventualidad que puedan romperse, apoyarse con remolcadores o realizar las coordinaciones necesarias para que el práctico, los remolcadores, lanchas, gavieros se preparen para una salida de emergencia.

Al respecto, el Terminal cuenta con una tabla donde se detallan los parámetros oceanográficos y meteorológicos límites en cada condición de la nave, lo que permite tomar las acciones necesarias para salvaguardar la vida humana en el mar y las instalaciones de la Terminal.

Del mismo modo, considerando las situaciones de emergencia que puedan presentarse; la empresa cuenta con un plan de contingencias, donde se consideran los procedimientos para derrames de hidrocarburos, incendios a bordo, sismos, etc.

- d. Descripción de la maniobra de atraque/amarre, incluyendo la secuencia, cantidad de espías y número de paños de cadena en la posición final de la nave

A continuación, se describirán las maniobras de amarre de naves en el Terminal Marítimo Multiboyas QUIMPAC Paramonga, para lo cual se tendrá como referencia las clasificaciones de las naves tipo según las ROM 3.1-99, con el siguiente dimensionamiento de esloras y frente a la toma de que tubería debe quedar, según el siguiente orden:

1. Nave de 180 m. de Eslora frente a la tubería de Soda Cáustica.
2. Nave de 144 m. de Eslora frente a la tubería de Soda Cáustica.
3. Nave de 110 m. de Eslora frente a la tubería de Soda Cáustica.
4. Nave de 180 m. de Eslora frente a la tubería de Cloruro de Calcio.
5. Nave de 144 m. de Eslora frente a la tubería de Cloruro de Calcio.
6. Nave de 110 m. de Eslora frente a la tubería de Cloruro de Calcio.
7. Nave de 180 m. de Eslora frente a la tubería de Petróleo.

**(1) Travesía y maniobra de amarre al Terminal Marítimo Multiboyas QUIMPAC Paramonga con nave de 180.00 m. de eslora, 28 m. de manga, 89.00 m. de distancia desde proa al manifold de carga y 34.00 m. desde la popa al Puente de Mando, que quedará orientada al 213° y separada 55.05 m. del boyarín que indica el término de la tubería submarina de soda cáustica (ver Planos QUIMPAC P-1 y QUIMPAC P-2a).**

Al arribo a la Bahía Supe el buque fondeará en el Fondeadero de Carga Peligrosa o en la posición que Costera Supe le indicará o autorice, donde será abordada por las Autoridades quienes la recibirán, después de lo cual y conforme al requerimiento del Terminal QUIMPAC podrá ser abordada por el Práctico Marítimo y el Loading Master (Representante del Terminal) quien con apoyo del Supervisor de la carga designado, inspeccionará los tanques que recibirán la Soda Cáustica, luego de lo cual de ser aprobada la inspección concluyendo que los tanques se encuentran limpios y no contaminantes, comunicará al Capitán y al Práctico si es autorizado su ingreso al Terminal QUIMPAC Paramonga para cargar.

El Práctico tomará conocimiento sobre las características y limitaciones de la nave conforme a la Cartilla de Práctico (Pilot Card) y las características de la nave (Ship's Particulars) y otras observaciones proporcionadas por el Capitán y dará al mismo información sobre el cómo deberá conducirse la nave en la Travesía, las ayudas con que se cuenta para la maniobra, el Acercamiento, la Aproximación al amarradero, las situaciones que le exigirían suspender o abortar la maniobra de amarre indicándole sobre la Ruta de Fuga correspondiente y el cómo se amarrará.

Con el asesoramiento del Práctico, de día o de noche, en las condiciones de mar y viento imperantes (Puerto Abierto) y con la autorización de Costera Supe (Control de Tráfico Marítimo) la nave que se encuentra fondeada podrá proceder al Terminal de QUIMPAC en Paramonga, debiéndose previamente disponer por radio o a través de la Agencia Marítima a cargo de la nave que:

- 1) El remolcador o los remolcadores que asistirán la maniobra, se encuentren en el lugar requerido para operar cuando la nave arribe al área marítima de Paramonga.
- 2) Las dos embarcaciones que se encargarán de llevar las líneas de amarre desde la nave hacia las boyas, se encuentren en inmediaciones del Terminal listas y a la orden para apoyar la maniobra de amarre, cuando la nave arribe al Área Marítima de Paramonga.

(a) Travesía

La nave llevará ancla y procederá desde el fondeadero correspondiente, de manera tal que girando hacia una u otra banda concluya navegando con rumbo tal que deje la desembocadura del río Pativilca a una separación de 1.2 millas por su banda de estribor, sobre la isobata de los 17 m. Conducirá en dicho rumbo hasta que se encuentre a la cuadra de la Punta Guamayo, también conocida como Punta El Milagro, donde caerá a estribor de manera que deje la boya de proa del Terminal QUIMPAC por estribor y a una separación de 0.75 de milla.

Continuará navegando en dicho rumbo y cuando se encuentre a 2 millas de la boya de proa del Terminal, irá reduciendo la velocidad de la nave hasta que se observe a la boya de proa estribor del mismo a la cuadra por estribor.

(b) Acercamiento

La nave presenta por la cuadra de estribor a la boya de proa del Terminal y viene reduciendo la velocidad. En este punto, deberá caer lentamente a estribor describiendo un giro de manera tal que al concluirlo se encuentre navegando a rumbo 123° cuando las

condiciones son totalmente calmas, o  $118^\circ$  o menos si las condiciones son por encima de las normales, dejando a la boya de proa babor a 30.98 m. por la banda de babor y presentando una velocidad no mayor de 3.5 nudos.

(c) Aproximación

- La nave se encuentra navegando a rumbo  $123^\circ$  cuando las condiciones son totalmente calmas, o  $118^\circ$  o menos si las condiciones son por encima de las normales, dejando a la boya de proa babor a 30.98 m. por la banda de babor, aproximándose muy lentamente al Terminal, ocupando **POSICIÓN 1**.
- La aproximación concluirá cuando la nave ocupe **POSICIÓN 2**, en esta posición, la nave deberá dentro de lo posible de tener una velocidad máxima de 3 nudos. Previo a ocupar esta posición, se deberá haber parado máquinas y dar hacia atrás para controlar la arrancada y asegurar que la nave ejecutará la orden de “marcha atrás” (de ser necesario).

(d) Escape

Durante la Aproximación y hasta ocupar la **POSICIÓN 2**, de presentarse problemas de máquinas, anclas u otras que exijan abandonar la maniobra, deberá abortarse asumiendo Ruta de Fuga hacia estribor, con todo timón a estribor a la velocidad requerida (de contar con máquinas) para pasar libre de obstáculos de las boyas de proa babor y boyarines de fin de tubería submarina y extremo de manga.

(e) Amarre

En la **POSICIÓN 2** la boya de proa se encuentra a 0.19 de milla medida desde el puente de la nave, es el punto ideal para que el ancla de estribor se encuentre en el fondo marino, trabajando (sin garrear), es por ello que la orden de fondeo deberá ser dada un espacio antes teniendo en consideración que pueden presentarse las siguientes novedades:

- 1) Que la arrancada sea mayor a 3 nudos.
- 2) Exista un período de tiempo de demora inadecuado entre la orden de fondo y la ejecución o no del mismo.
- 3) Que existe la posibilidad que el freno del ancla, no tenga suficiente desgaste o no se haya abierto convenientemente y origine garreo del ancla de estribor durante el movimiento de la nave hacia la siguiente posición.
- 4) Pudiera no ejecutarse o demorarse excesivamente la ejecución de la orden de fondo estribor y/o marcha atrás.

Por lo tanto, deberá darse la orden de fondo estribor un espacio antes de la posición requerida pudiendo encontrarse la boya de proa a 0.204 de milla medida desde el puente de la nave, teniendo en consideración la cantidad de grilletes disponibles.

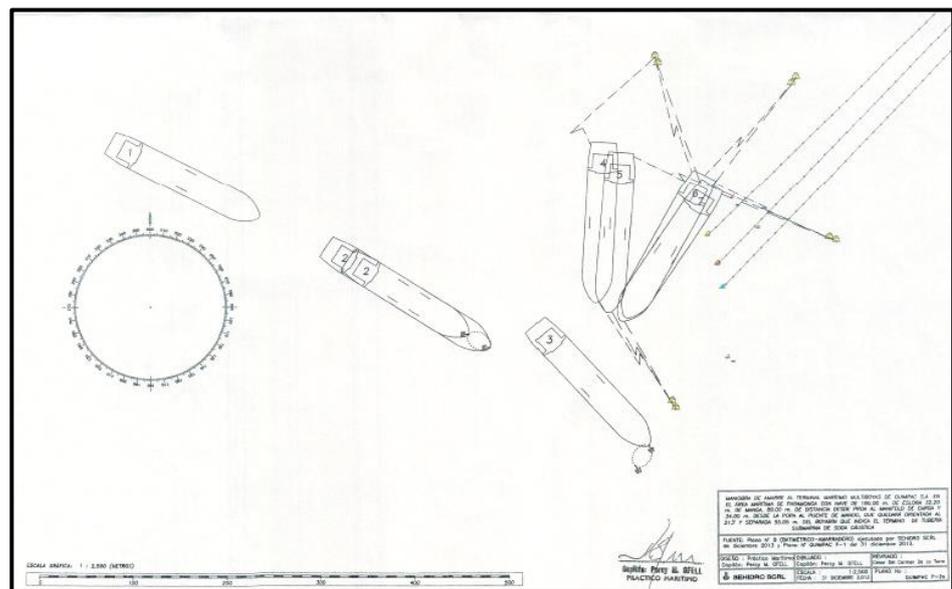
En POSICIÓN 4, con asistencia de las lanchas designadas y sus dotaciones, se llevará la gaza de dos (2) líneas de popa estribor y tres (3) líneas (conforme a las condiciones de mar y viento en el momento del amarre o a lo esperado durante la permanencia) de proa babor, hacia las boyas correspondientes, donde se engancharán, luego de lo cual podrán ser cobradas desde abordo en la medida adecuada, pasando la nave a ocupar la POSICIÓN 5. Esta acción podrá ejecutarse simultáneamente o primero las líneas a la boya de popa estribor y cuando se encuentre asegurada en su boya se haga lo mismo con la de proa.

En POSICIÓN 5, con la ayuda de la lancha designada y su dotación, se llevarán la gaza de dos (2) o tres (3) líneas (conforme a las condiciones de mar y viento en el momento del amarre o a lo esperado durante la permanencia) de popa babor hacia la boya correspondiente, donde se engancharán, luego de lo cual podrán ser cobrados desde abordo en la medida adecuada, pasando a ocupar la POSICIÓN 6.

En POSICIÓN 6, con la ayuda de la lancha designada y su dotación, se llevará la gaza de una (1) o dos (2) línea de popa centro hacia la boya correspondiente, donde se enganchará, luego

de lo cual podrán ser cobrada desde abordó en la medida adecuada, pasando a ocupar la POSICIÓN 7.

En POSICIÓN 7, la nave se encuentra en el lugar requerido por el Loading Master, encontrándose en Posición Final de Amarre, aproando al 213°, pudiendo variar la referida proa desde 208° hasta 218°, separada desde el casco de la nave a la altura del manifold de carga del boyarín que indica el Fin de Tubería Submarina en 55.05 m.



**Figura 56: Maniobra de amarre con Nave de 180 m de eslora**

En esta posición, con las líneas de amarre y anclas trabajando y hechas firme, se da por concluida la maniobra de amarre al Terminal Marítimo de QUIMPAC S.A. en Paramonga, informándose a Costera Supe (Control de Tráfico Marítimo) que se ha dado por concluida la operación, reportando novedades si la hubiera, luego de lo cual, podrá prescindirse del o de los remolcadores y lanchas que asisten la maniobra.

- (2) **Travesía y maniobra de amarre al Terminal Marítimo Multiboyas QUIMPAC Paramonga con nave de 144.00 m. de eslora, 19.00 m. de manga, 71.00 m. de distancia desde proa al manifold de carga y 26.00 m. desde la popa al Puente de Mando, que quedará orientada al 213° y separada 55.05 m. del boyarín que indica el término de la tubería submarina de soda cáustica (ver Planos QUIMPAC P-1 y QUIMPAC P-3a).**

Al arribo a la Bahía Supe el buque fondeará en el Fondeadero de Carga Peligrosa o en la posición que Costera Supe le indicará o autorice, donde será abordada por las Autoridades quienes la recibirán, después de lo cual y conforme al requerimiento del Terminal QUIMPAC podrá ser abordada por el Práctico Marítimo y el Loading Master (Representante del Terminal) quien con apoyo del Supervisor de la carga designado, inspeccionará los tanques que recibirán la Soda Cáustica, luego de lo cual de ser aprobada la inspección concluyendo que los tanques se encuentran limpios y no contaminantes, comunicará al Capitán y al Práctico si es autorizado su ingreso al Terminal QUIMPAC Paramonga para cargar.

El Práctico tomará conocimiento sobre las características y limitaciones de la nave conforme a la Cartilla de Práctico (Pilot Card) y las características de la nave (Ship's Particulars) y otras observaciones proporcionadas por el Capitán y dará al mismo información sobre el cómo deberá conducirse la nave en la Travesía, las ayudas con que se cuenta para la maniobra, el Acercamiento, la Aproximación al amarradero, las situaciones que le exigirían suspender o abortar la maniobra de amarre indicándole sobre la Ruta de Fuga correspondiente y el cómo se Amarrará.

Con el asesoramiento del Práctico, de día o de noche, en las condiciones de mar y viento imperantes (Puerto Abierto) y con la autorización de Costera Supe (Control de Tráfico Marítimo) la nave que se encuentra fondeada podrá proceder al Terminal de QUIMPAC en Paramonga, debiéndose previamente disponer por radio o a través de la Agencia Marítima a cargo de la nave que:

- 1) El remolcador o los remolcadores que asistirán la maniobra se encuentren en el lugar requerido para operar cuando la nave arribe al área marítima de Paramonga.
- 2) Las dos embarcaciones que se encargarán de llevar las líneas de amarre desde la nave hacia las boyas, se encuentren en inmediaciones del Terminal listas y a la orden para apoyar la maniobra de amarre, cuando la nave arribe al Área Marítima de Paramonga.

(a) Travesía

La nave levará ancla y procederá desde el fondeadero correspondiente, de manera tal que girando hacia una u otra banda concluya navegando con rumbo tal que deje la desembocadura del río Pativilca a una separación de 1.2 millas por su banda de estribor, sobre la isobata de los 17 m.

Conducirá en dicho rumbo hasta que se encuentre a la cuadra de la Punta Guamayo, conocida también como Punta El Milagro, donde caerá a estribor de manera que deje la boya de proa del Terminal QUIMPAC por estribor y a una separación de 0.75 de milla.

Continuará navegando en dicho rumbo y cuando se encuentre a 2 millas de la boya de proa del Terminal, irá reduciendo la velocidad de la nave hasta que se observe a la boya de proa estribor del mismo a la cuadra por estribor.

(b) Acercamiento

La nave presenta por la cuadra de estribor a la boya de proa del Terminal y viene reduciendo la velocidad. En este punto, deberá caer lentamente a estribor describiendo un giro de manera tal que al concluirlo se encuentre navegando a rumbo  $123^\circ$  cuando las condiciones son totalmente calmas, o  $118^\circ$  o menos si las condiciones son por encima de las normales, dejando a la boya de proa babor a 21.73 m. por la banda de babor y presentando una velocidad no mayor de 3.5 nudos.

(c) Aproximación

- La nave se encuentra navegando a rumbo  $123^\circ$  cuando las condiciones son totalmente calmas, o  $118^\circ$  o menos si las condiciones son por encima de las normales, dejando a la boya de proa babor a 21.73 m. por la banda de babor, aproximándose muy lentamente al Terminal, ocupando **POSICIÓN 1.**

- La aproximación concluirá cuando la nave ocupe **POSICIÓN 2**, en esta posición, la nave deberá dentro de lo posible de tener una velocidad máxima de 3 nudos. Previo a ocupar esta posición, se deberá haber parado máquinas y dar hacia atrás para controlar la arrancada y asegurar que la nave ejecutará la orden de “marcha atrás” (de ser necesario).

(d) Escape

Durante la Aproximación y hasta ocupar la **POSICIÓN 2**, de presentarse problemas de máquinas, anclas u otras que exijan abandonar la maniobra, deberá abortarse asumiendo Ruta de Fuga hacia estribor, con todo timón a estribor a la velocidad requerida (de contar con máquinas) para pasar libre de obstáculos de las boyas de proa babor y boyarines de fin de tubería submarina y extremo de manga.

(e) Amarre

En la **POSICIÓN 2** la boya de proa se encuentra a 0.173 de milla medida desde el puente de la nave, es el punto ideal para que el ancla de estribor se encuentre en el fondo marino, trabajando (sin garrear), es por ello que la orden de fondeo deberá ser dada un espacio antes teniendo en consideración que pueden presentarse las siguientes novedades:

- 1) Que la arrancada sea mayor a 3 nudos.
- 2) Exista un período de tiempo de demora inadecuado entre la orden de fondo y la ejecución o no del mismo.
- 3) Que existe la posibilidad que el freno del ancla, no tenga suficiente desgaste o no se haya abierto convenientemente y origine garreo del ancla de estribor durante el movimiento de la nave hacia la siguiente posición.
- 4) Pudiera no ejecutarse o demorarse excesivamente la ejecución de la orden de fondo estribor y/o marcha atrás.

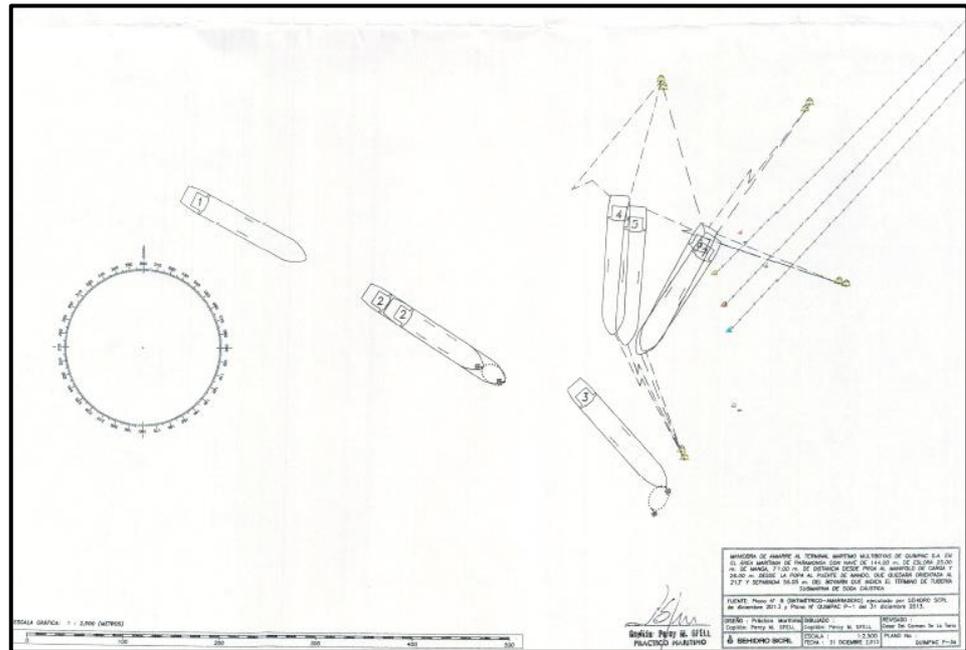
Por lo tanto, deberá darse la orden de fondo estribor un espacio antes de la posición requerida pudiendo encontrarse la boya de proa a 0.187 de milla medida desde el puente de la nave, teniendo en consideración la cantidad de grilletes disponibles.

En POSICIÓN 4, con asistencia de las lanchas designadas y sus dotaciones, se llevará la gaza de dos (2) líneas de popa estribor y tres (3) líneas (conforme a las condiciones de mar y viento en el momento del amarre o a lo esperado durante la permanencia) de proa babor, hacia las boyas correspondientes, donde se engancharán, luego de lo cual podrán ser cobradas desde abordó en la medida adecuada, pasando la nave a ocupar la POSICIÓN 5. Esta acción podrá ejecutarse simultáneamente o primero las líneas a la boya de popa estribor y cuando se encuentre asegurada en su boya se haga lo mismo con la de proa.

En POSICIÓN 5, con la ayuda de la lancha designada y su dotación, se llevarán la gaza de dos (2) o tres (3) líneas (conforme a las condiciones de mar y viento en el momento del amarre o a lo esperado durante la permanencia) de popa babor hacia la boya correspondiente, donde se engancharán, luego de lo cual podrán ser cobrados desde abordó en la medida adecuada, pasando a ocupar la POSICIÓN 6.

En POSICIÓN 6, con la ayuda de la lancha designada y su dotación, se llevará la gaza de una (1) o dos (2) líneas de popa centro hacia la boya correspondiente, donde se enganchará, luego de lo cual podrán ser cobrada desde abordó en la medida adecuada, pasando a ocupar la POSICIÓN 7.

En POSICIÓN 7, la nave se encuentra en el lugar requerido por el Loading Master, encontrándose en Posición Final de Amarre, aproando al 213°, pudiendo variar la referida proa desde 208° hasta 218°, separada desde el casco de la nave a la altura del manifold de carga del boyarín que indica el Fin de Tubería Submarina en 55.05 m.



**Figura 57: Maniobra de amarre con Nave de 144 m de eslora**

En esta posición, con las líneas de amarre y anclas trabajando y hechas firme, se da por concluida la maniobra de amarre al Terminal Marítimo de QUIMPAC S.A. en Paramonga, informándose a Costera Supe (Control de Tráfico Marítimo) que se ha dado por concluida la operación, reportando novedades si la hubiera, luego de lo cual, podrá prescindirse del remolcador y lanchas que asisten la maniobra.

- (3) Travesía y maniobra de amarre al Terminal Marítimo Multiboyas QUIMPAC Paramonga con nave de 110.00 m. de eslora, 15.00 m. de manga, 54.00 m. de distancia desde proa al manifold de carga y 24.00 m. desde la popa al Puesto de Mando, que quedará orientada al 213° y separada 55.05 m. del boyarín que indica el término de la tubería submarina de soda cáustica (ver Planos QUIMPAC P-1 y QUIMPAC P-4a).**

Al arribo a la Bahía Supe el buque fondeará en el Fondeadero de Carga Peligrosa o en la posición que Costera Supe le indicará o autorice, donde será abordada por las Autoridades quienes la recibirán, después de lo cual y conforme al requerimiento del Terminal QUIMPAC podrá ser abordada por el Práctico Marítimo y el Loading Master (Representante del Terminal) quien con apoyo del Supervisor

de la carga designado, inspeccionará los tanques que recibirán la Soda Cáustica, luego de lo cual de ser aprobada la inspección concluyendo que los tanques se encuentran limpios y no contaminantes, comunicará al Capitán y al Práctico si es autorizado su ingreso al Terminal QUIMPAC Paramonga para cargar.

El Práctico tomará conocimiento sobre las características y limitaciones de la nave conforme a la Cartilla de Práctico (Pilot Card) y las características de la nave (Ship's Particulars) y otras observaciones proporcionadas por el Capitán y dará al mismo información sobre el cómo deberá conducirse la nave en la Travesía, las ayudas con que se cuenta para la maniobra, el Acercamiento, la Aproximación al amarradero, las situaciones que le exigirían suspender o abortar la maniobra de amarre indicándole sobre la Ruta de Fuga correspondiente y el cómo se Amarrará.

Con el asesoramiento del Práctico, de día o de noche, en las condiciones de mar y viento imperantes (Puerto Abierto) y con la autorización de Costera Supe (Control de Tráfico Marítimo) la nave que se encuentra fondeada podrá proceder al Terminal de QUIMPAC en Paramonga, debiéndose previamente disponer por radio o a través de la Agencia Marítima a cargo de la nave que:

- 1) El remolcador o los remolcadores que asistirán la maniobra se encuentren en el lugar requerido para operar cuando la nave arribe al área marítima de Paramonga.
- 2) Las dos embarcaciones que se encargarán de llevar las líneas de amarre desde la nave hacia las boyas, se encuentren en inmediaciones del Terminal listas y a la orden para apoyar la maniobra de amarre, cuando la nave arribe al Área Marítima de Paramonga.

(a) Travesía

La nave levará ancla y procederá desde el fondeadero correspondiente, de manera tal que girando hacia una u otra

banda concluya navegando con rumbo tal que deje la desembocadura del río Pativilca a una separación de 1.2 millas por su banda de estribor, sobre la isobata de los 17 m.

Conducirá en dicho rumbo hasta que se encuentre a la cuadra de la Punta Guamayo, conocida también como Punta El Milagro, donde caerá a estribor de manera que deje la boya de proa del Terminal QUIMPAC por estribor y a una separación de 0.75 de milla.

Continuará navegando en dicho rumbo y cuando se encuentre a 2 millas de la boya de proa del Terminal, irá reduciendo la velocidad de la nave hasta que se observe a la boya de proa estribor del mismo a la cuadra por estribor.

(b) Acercamiento

La nave presenta por la cuadra de estribor a la boya de proa del Terminal y viene reduciendo la velocidad. En este punto, deberá caer lentamente a estribor describiendo un giro de manera tal que al concluirlo se encuentre navegando a rumbo  $123^\circ$  cuando las condiciones son totalmente calmas, o  $118^\circ$  o menos si las condiciones son por encima de las normales, dejando a la boya de proa babor a 11.64 m por la banda de babor y presentando una velocidad no mayor de 3.5 nudos.

(c) Aproximación

- La nave se encuentra navegando a rumbo  $123^\circ$  cuando las condiciones son totalmente calmas, o  $118^\circ$  o menos si las condiciones son por encima de las normales, dejando a la boya de proa babor a 11.64 m. por la banda de babor, aproximándose muy lentamente al Terminal, ocupando **POSICIÓN 1**.
- La aproximación concluirá cuando la nave ocupe **POSICIÓN 2**, en esta posición, la nave deberá dentro de lo posible de tener una velocidad máxima de 3 nudos. Previo a ocupar esta

posición, se deberá haber parado máquinas y dar hacia atrás para controlar la arrancada y asegurar que la nave ejecutará la orden de “marcha atrás” (de ser necesario).

(d) Escape

Durante la Aproximación y hasta ocupar la **POSICIÓN 2**, de presentarse problemas de máquinas, anclas u otras que exijan abandonar la maniobra, deberá abortarse asumiendo Ruta de Fuga hacia estribor, con todo timón a estribor a la velocidad requerida (de contar con máquinas) para pasar libre de obstáculos de las boyas de proa babor y boyarines de fin de tubería submarina y extremo de manga.

(e) Amarre

En la **POSICIÓN 2** la boya de proa se encuentra a a 0.156 de milla medida desde el puente de la nave, es el punto ideal para que el ancla de estribor se encuentre en el fondo marino, trabajando (sin garrear), es por ello que la orden de fondeo deberá ser dada un espacio antes teniendo en consideración que pueden presentarse las siguientes novedades:

- 1) Que la arrancada sea mayor a 3 nudos.
- 2) Exista un período de tiempo de demora inadecuado entre la orden de fondo y la ejecución o no del mismo.
- 3) Que existe la posibilidad que el freno del ancla, no tenga suficiente desgaste o no se haya abierto convenientemente y origine garreo del ancla de estribor durante el movimiento de la nave hacia la siguiente posición.
- 4) Pudiera no ejecutarse o demorarse excesivamente la ejecución de la orden de fondo estribor y/o marcha atrás.

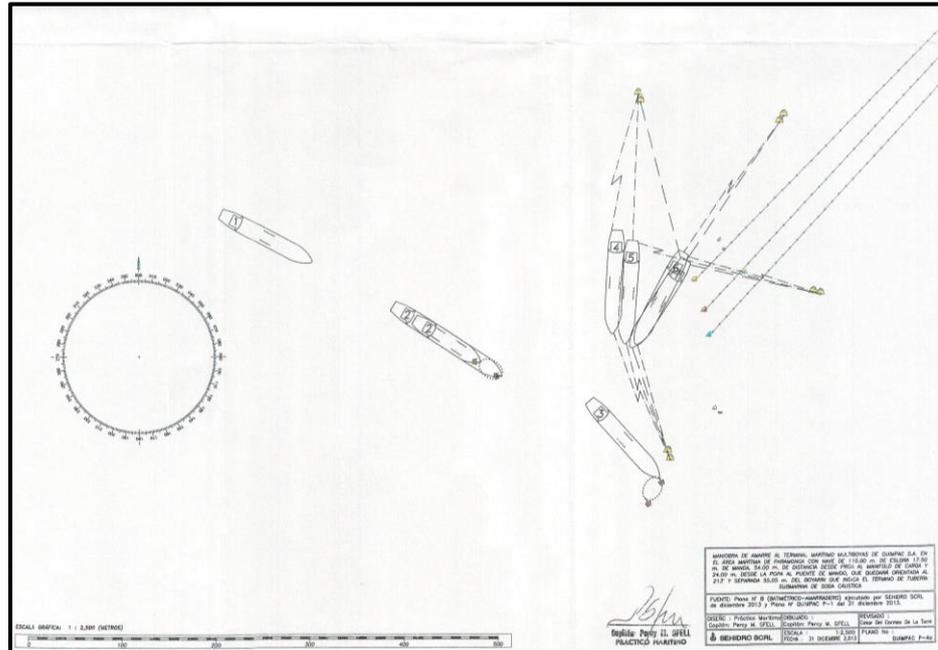
Por lo tanto, deberá darse la orden de fondo estribor un espacio antes de la posición requerida pudiendo encontrarse la boya de proa a 0.17 de milla medida desde el puente de la nave, teniendo en consideración la cantidad de grilletes disponibles.

En POSICIÓN 4, con asistencia de las lanchas designadas y sus dotaciones, se llevará la gaza de dos (2) líneas de popa estribor y tres (3) líneas (conforme a las condiciones de mar y viento en el momento del amarre o a lo esperado durante la permanencia) de proa babor, hacia las boyas correspondientes, donde se engancharán, luego de lo cual podrán ser cobradas desde abordó en la medida adecuada, pasando la nave a ocupar la POSICIÓN 5. Esta acción podrá ejecutarse simultáneamente o primero las líneas a la boya de popa estribor y cuando se encuentre asegurada en su boya se haga lo mismo con la de proa.

En POSICIÓN 5, con la ayuda de la lancha designada y su dotación, se llevarán la gaza de dos (2) o tres (3) líneas (conforme a las condiciones de mar y viento en el momento del amarre o a lo esperado durante la permanencia) de popa babor hacia la boya correspondiente, donde se engancharán, luego de lo cual podrán ser cobrados desde abordó en la medida adecuada, pasando a ocupar la POSICIÓN 6.

En POSICIÓN 6, con la ayuda de la lancha designada y su dotación, se llevará la gaza de una (1) o dos (2) líneas de popa centro hacia la boya correspondiente, donde se enganchará, luego de lo cual podrán ser cobrada desde abordó en la medida adecuada, pasando a ocupar la POSICIÓN 7.

En POSICIÓN 7, la nave se encuentra en el lugar requerido por el Loading Master, encontrándose en Posición Final de Amarre, aproando al 213°, pudiendo variar la referida proa desde 208° hasta 218°, separada desde el casco de la nave a la altura del manifold de carga del boyarín que indica el Fin de Tubería Submarina en 55.05 m.



**Figura 58: Maniobra de amarre con Nave de 110 m de eslora**

En esta posición, con las líneas de amarre y anclas trabajando y hechas firme, se da por concluida la maniobra de amarre al Terminal Marítimo de QUIMPAC S.A. en Paramonga, informándose a Costera Supe (Control de Tráfico Marítimo) que se ha dado por concluida la operación, reportando novedades si la hubiera, luego de lo cual, podrá prescindirse del remolcador y lanchas que asisten la maniobra.

- (4) Travesía y maniobra de amarre al Terminal Marítimo Multiboyas QUIMPAC Paramonga con nave de 180.00 m. de eslora, 28.00 m. de manga, 89.00 m. de distancia desde proa al manifold de carga y 34.00 m. desde la popa al Puente de Mando, que quedará orientada al 213° y separada 36.41 m. del boyarín que indica el término de la tubería submarina de cloruro de calcio (ver Planos QUIMPAC P-1 y QUIMPAC P-5a).**

Al arribo a la Bahía Supe el buque fondeará en el Fondeadero de Carga Peligrosa o en la posición que Costera Supe le indicará o autorice, donde será abordada por las Autoridades quienes la recibirán, después de lo cual y conforme al requerimiento del Terminal QUIMPAC podrá ser abordada por el Práctico Marítimo y el Loading Master (Representante del Terminal) quien con apoyo del Supervisor

de la carga designado, inspeccionará los tanques que recibirán el Cloruro de Calcio, luego de lo cual de ser aprobada la inspección concluyendo que los tanques se encuentran limpios y no contaminantes, comunicará al Capitán y al Práctico si es autorizado su ingreso al Terminal QUIMPAC Paramonga para cargar.

El Práctico tomará conocimiento sobre las características y limitaciones de la nave conforme a la Cartilla de Práctico (Pilot Card) y las características de la nave (Ship's Particulars) y otras observaciones proporcionadas por el Capitán y dará al mismo información sobre el cómo deberá conducirse la nave en la Travesía, las ayudas con que se cuenta para la maniobra, el Acercamiento, la Aproximación al amarradero, las situaciones que le exigirían suspender o abortar la maniobra de amarre indicándole sobre la Ruta de Fuga correspondiente y el cómo se Amarrará.

Con el asesoramiento del Práctico, de día o de noche, en las condiciones de mar y viento imperantes (Puerto Abierto) y con la autorización de Costera Supe (Control de Tráfico Marítimo) la nave que se encuentra fondeada podrá proceder al Terminal de QUIMPAC en Paramonga, debiéndose previamente disponer por radio o a través de la Agencia Marítima a cargo de la nave que:

- 1) El remolcador o los remolcadores que asistirán la maniobra se encuentren en el lugar requerido para operar cuando la nave arribe al área marítima de Paramonga.
- 2) Las dos embarcaciones que se encargarán de llevar las líneas de amarre desde la nave hacia las boyas, se encuentren en inmediaciones del Terminal listas y a la orden para apoyar la maniobra de amarre, cuando la nave arribe al Área Marítima de Paramonga.

(a) Travesía

La nave levará ancla y procederá desde el fondeadero correspondiente, de manera tal que girando hacia una u otra

banda concluya navegando con rumbo tal que deje la desembocadura del río Pativilca a una separación de 1.2 millas por su banda de estribor, sobre la isobata de los 17 m.

Conducirá en dicho rumbo hasta que se encuentre a la cuadra de la Punta Guamayo, conocida también como Punta El Milagro, donde caerá a estribor de manera que deje la boya de proa del Terminal QUIMPAC por estribor y a una separación de 0.75 de milla.

Continuará navegando en dicho rumbo y cuando se encuentre a 2 millas de la boya de proa del Terminal, irá reduciendo la velocidad de la nave hasta que se observe a la boya de proa estribor del mismo a la cuadra por estribor.

(b) Acercamiento

La nave presenta por la cuadra de estribor a la boya de proa del Terminal y viene reduciendo la velocidad. En este punto, deberá caer lentamente a estribor describiendo un giro de manera tal que al concluirlo se encuentre navegando a rumbo  $123^\circ$  cuando las condiciones son totalmente calmas, o  $118^\circ$  o menos si las condiciones son por encima de las normales, dejando a la boya de proa babor a 15.75 m por la banda de babor y presentando una velocidad no mayor de 3.5 nudos.

(c) Aproximación

- La nave se encuentra navegando a rumbo  $123^\circ$  cuando las condiciones son totalmente calmas, o  $118^\circ$  o menos si las condiciones son por encima de las normales, dejando a la boya de proa babor a 15.75 m. por la banda de babor, aproximándose muy lentamente al Terminal, ocupando **POSICIÓN 1**.
- La aproximación concluirá cuando la nave ocupe **POSICIÓN 2**, en esta posición, la nave deberá dentro de lo posible de tener una velocidad máxima de 3 nudos. Previo a ocupar esta

posición, se deberá haber parado máquinas y dar hacia atrás para controlar la arrancada y asegurar que la nave ejecutará la orden de “marcha atrás” (de ser necesario).

(d) Escape

Durante la Aproximación y hasta ocupar la **POSICIÓN 2**, de presentarse problemas de máquinas, anclas u otras que exijan abandonar la maniobra, deberá abortarse asumiendo Ruta de Fuga hacia estribor, con todo timón a estribor a la velocidad requerida (de contar con máquinas) para pasar libre de obstáculos de las boyas de proa babor y boyarines de fin de tubería submarina y extremo de manga.

(e) Amarre

En la **POSICIÓN 2** la boya de proa se encuentra a a 0.19 de milla medida desde el puente de la nave, es el punto ideal para que el ancla de estribor se encuentre en el fondo marino, trabajando (sin garrear), es por ello que la orden de fondeo deberá ser dada un espacio antes teniendo en consideración que pueden presentarse las siguientes novedades:

- 1) Que la arrancada sea mayor a 3 nudos.
- 2) Exista un período de tiempo de demora inadecuado entre la orden de fondo y la ejecución o no del mismo.
- 3) Que existe la posibilidad que el freno del ancla, no tenga suficiente desgaste o no se haya abierto convenientemente y origine garreo del ancla de estribor durante el movimiento de la nave hacia la siguiente posición.
- 4) Pudiera no ejecutarse o demorarse excesivamente la ejecución de la orden de fondo estribor y/o marcha atrás.

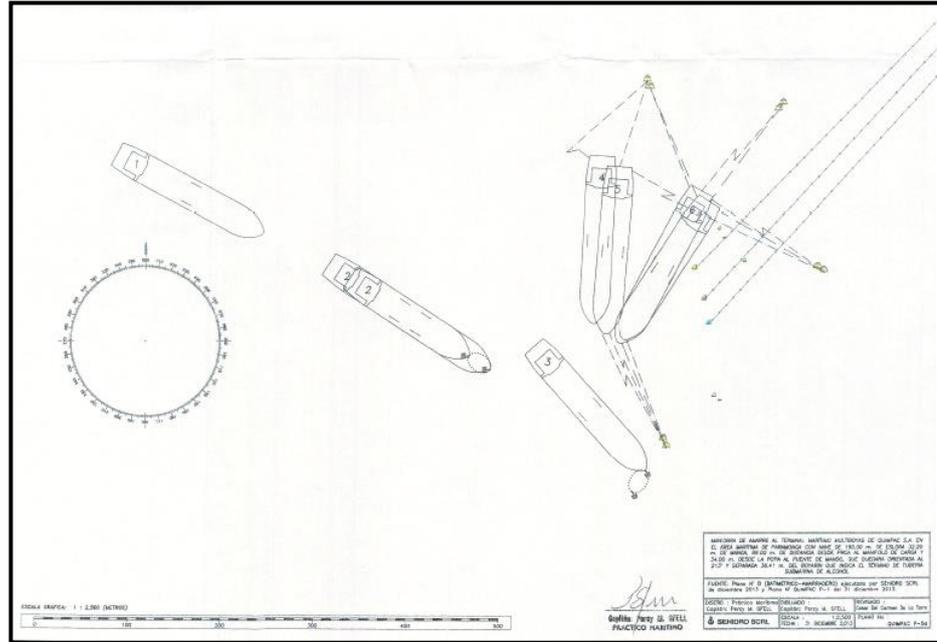
Por lo tanto, deberá darse la orden de fondo estribor un espacio antes de la posición requerida pudiendo encontrarse la boya de proa a 0.205 de milla medida desde el puente de la nave, teniendo en consideración la cantidad de grilletes disponibles.

En POSICIÓN 4, con asistencia de las lanchas designadas y sus dotaciones, se llevará la gaza de dos (2) líneas de popa estribor y tres (3) líneas (conforme a las condiciones de mar y viento en el momento del amarre o a lo esperado durante la permanencia) de proa babor, hacia las boyas correspondientes, donde se engancharán, luego de lo cual podrán ser cobradas desde abordó en la medida adecuada, pasando la nave a ocupar la POSICIÓN 5. Esta acción podrá ejecutarse simultáneamente o primero las líneas a la boya de popa estribor y cuando se encuentre asegurada en su boya se haga lo mismo con la de proa.

En POSICIÓN 5, con la ayuda de la lancha designada y su dotación, se llevarán la gaza de dos (2) o tres (3) líneas (conforme a las condiciones de mar y viento en el momento del amarre o a lo esperado durante la permanencia) de popa babor hacia la boya correspondiente, donde se engancharán, luego de lo cual podrán ser cobrados desde abordó en la medida adecuada, pasando a ocupar la POSICIÓN 6.

En POSICIÓN 6, con la ayuda de la lancha designada y su dotación, se llevará la gaza de una (1) o dos (2) líneas de popa centro hacia la boya correspondiente, donde se enganchará, luego de lo cual podrán ser cobrada desde abordó en la medida adecuada, pasando a ocupar la POSICIÓN 7.

En POSICIÓN 7, la nave se encuentra en el lugar requerido por el Loading Master, encontrándose en Posición Final de Amarre, aproando al 213°, pudiendo variar la referida proa desde 208° hasta 218°, separada desde el casco de la nave a la altura del manifold de carga del boyarín que indica el Fin de Tubería Submarina en 36.41 m.



**Figura 59: Maniobra de amarre con Nave de 180 m de eslora**

En esta posición, con las líneas de amarre y anclas trabajando y hechas firme, se da por concluida la maniobra de amarre al Terminal Marítimo de QUIMPAC S.A. en Paramonga, informándose a Costera Supe (Control de Tráfico Marítimo) que se ha dado por concluida la operación, reportando novedades si la hubiera, luego de lo cual, podrá prescindirse del remolcador y lanchas que asisten la maniobra.

- (5) Travesía y maniobra de amarre al Terminal Marítimo Multiboyas QUIMPAC Paramonga con nave de 144.00 m. de eslora, 19.00 m. de manga, 71.00 m. de distancia desde proa al manifold de carga y 26.00 m. desde la popa al Puente de Mando, que quedará orientada al 213° y separada 36.41 m. del boyarín que indica el término de la tubería submarina de cloruro de calcio (ver Planos QUIMPAC P-1 y QUIMPAC P-6a).**

Al arribo a la Bahía Supe el buque fondeará en el Fondeadero de Carga Peligrosa o en la posición que Costera Supe le indicará o autorice, donde será abordada por las Autoridades quienes la recibirán, después de lo cual y conforme al requerimiento del Terminal QUIMPAC podrá ser abordada por el Práctico Marítimo y el Loading Master (Representante del Terminal) quien con apoyo del Supervisor de la carga designado, inspeccionará los tanques que recibirán el Cloruro de Calcio, luego de lo cual de ser aprobada la inspección

concluyendo que los tanques se encuentran limpios y no contaminantes, comunicará al Capitán y al Práctico si es autorizado su ingreso al Terminal QUIMPAC Paramonga para cargar.

El Práctico tomará conocimiento sobre las características y limitaciones de la nave conforme a la Cartilla de Práctico (Pilot Card) y las características de la nave (Ship's Particulars) y otras observaciones proporcionadas por el Capitán y dará al mismo información sobre el cómo deberá conducirse la nave en la Travesía, las ayudas con que se cuenta para la maniobra, el Acercamiento, la Aproximación al amarradero, las situaciones que le exigirían suspender o abortar la maniobra de amarre indicándole sobre la Ruta de Fuga correspondiente y el cómo se Amarrará.

Con el asesoramiento del Práctico, de día o de noche, en las condiciones de mar y viento imperantes (Puerto Abierto) y con la autorización de Costera Supe (Control de Tráfico Marítimo) la nave que se encuentra fondeada podrá proceder al Terminal de QUIMPAC en Paramonga, debiéndose previamente disponer por radio o a través de la Agencia Marítima a cargo de la nave que:

- 1) El remolcador o los remolcadores que asistirán la maniobra se encuentren en el lugar requerido para operar cuando la nave arribe al área marítima de Paramonga.
- 2) Las dos embarcaciones que se encargarán de llevar las líneas de amarre desde la nave hacia las boyas, se encuentren en inmediaciones del Terminal listas y a la orden para apoyar la maniobra de amarre, cuando la nave arribe al Área Marítima de Paramonga.

(a) Travesía

La nave levará ancla y procederá desde el fondeadero correspondiente, de manera tal que girando hacia una u otra banda concluya navegando con rumbo tal que deje la desembocadura del río Pativilca a una separación de 1.2 millas por su banda de estribor, sobre la isobata de los 17 m.

Conducirá en dicho rumbo hasta que se encuentre a la cuadra de la Punta Guamayo, conocida también como Punta El Milagro, donde caerá a estribor de manera que deje la boya de proa del Terminal QUIMPAC por estribor y a una separación de 0.75 de milla.

Continuará navegando en dicho rumbo y cuando se encuentre a 2 millas de la boya de proa del Terminal, irá reduciendo la velocidad de la nave hasta que se observe a la boya de proa estribor del mismo a la cuadra por estribor.

(b) Acercamiento

La nave presenta por la cuadra de estribor a la boya de proa del Terminal y viene reduciendo la velocidad. En este punto, deberá caer lentamente a estribor describiendo un giro de manera tal que al concluirlo se encuentre navegando a rumbo  $123^{\circ}$  cuando las condiciones son totalmente calmas, o  $118^{\circ}$  o menos si las condiciones son por encima de las normales, dejando a la boya de proa babor a 5.72 m por la banda de babor y presentando una velocidad no mayor de 3.5 nudos.

(c) Aproximación

- La nave se encuentra navegando a rumbo  $123^{\circ}$  cuando las condiciones son totalmente calmas, o  $118^{\circ}$  o menos si las condiciones son por encima de las normales, dejando a la boya de proa babor a 5.74 m. por la banda de babor, aproximándose muy lentamente al Terminal, ocupando **POSICIÓN 1**.
- La aproximación concluirá cuando la nave ocupe **POSICIÓN 2**, en esta posición, la nave deberá dentro de lo posible de tener una velocidad máxima de 3 nudos. Previo a ocupar esta posición, se deberá haber parado máquinas y dar hacia atrás para controlar la arrancada y asegurar que la nave ejecutará la orden de “marcha atrás” (de ser necesario).

(d) Escape

Durante la Aproximación y hasta ocupar la **POSICIÓN 2**, de presentarse problemas de máquinas, anclas u otras que exijan abandonar la maniobra, deberá abortarse asumiendo Ruta de Fuga hacia estribor, con todo timón a estribor a la velocidad requerida (de contar con máquinas) para pasar libre de obstáculos de las boyas de proa babor y boyarines de fin de tubería submarina y extremo de manga.

(e) Amarre

En la **POSICIÓN 2** la boya de proa se encuentra a 0.173 de milla medida desde el puente de la nave, es el punto ideal para que el ancla de estribor se encuentre en el fondo marino, trabajando (sin garrear), es por ello que la orden de fondeo deberá ser dada un espacio antes teniendo en consideración que pueden presentarse las siguientes novedades:

- 1) Que la arrancada sea mayor a 3 nudos.
- 2) Exista un período de tiempo de demora inadecuado entre la orden de fondo y la ejecución o no del mismo.
- 3) Que existe la posibilidad que el freno del ancla, no tenga suficiente desgaste o no se haya abierto convenientemente y origine garreo del ancla de estribor durante el movimiento de la nave hacia la siguiente posición.
- 4) Pudiera no ejecutarse o demorarse excesivamente la ejecución de la orden de fondo estribor y/o marcha atrás.

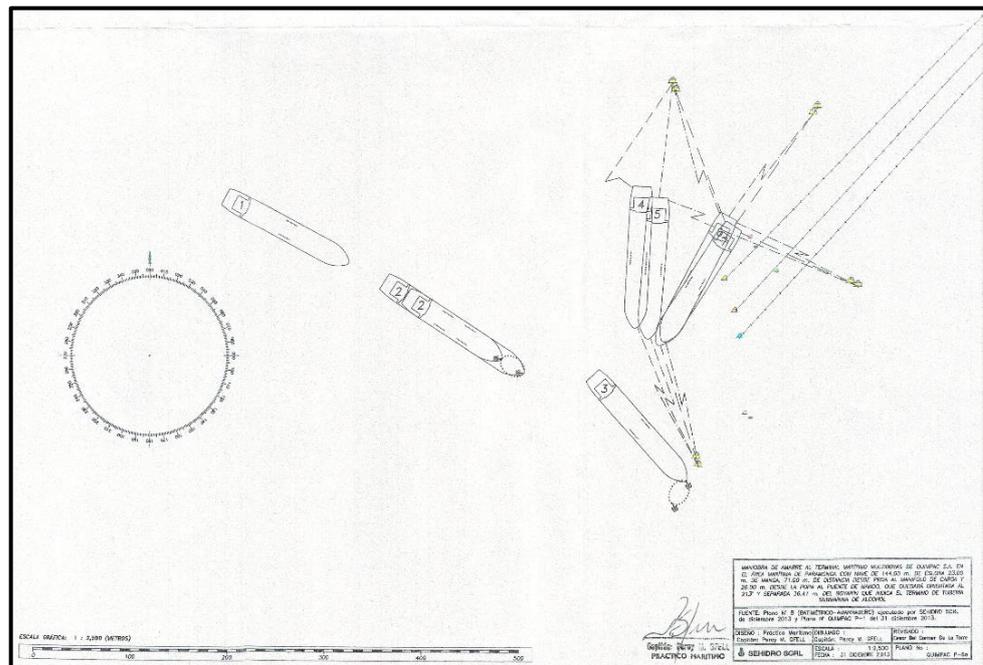
Por lo tanto, deberá darse la orden de fondo estribor un espacio antes de la posición requerida pudiendo encontrarse la boya de proa a 0.188 de milla medida desde el puente de la nave, teniendo en consideración la cantidad de grilletes disponibles.

En POSICIÓN 4, con asistencia de las lanchas designadas y sus dotaciones, se llevará la gaza de dos (2) líneas de popa estribor y tres (3) líneas (conforme a las condiciones de mar y viento en el momento del amarre o a lo esperado durante la permanencia) de proa babor, hacia las boyas correspondientes, donde se engancharán, luego de lo cual podrán ser cobradas desde abordó en la medida adecuada, pasando la nave a ocupar la POSICIÓN 5. Esta acción podrá ejecutarse simultáneamente o primero las líneas a la boya de popa estribor y cuando se encuentre asegurada en su boya se haga lo mismo con la de proa.

En POSICIÓN 5, con la ayuda de la lancha designada y su dotación, se llevarán la gaza de dos (2) o tres (3) líneas (conforme a las condiciones de mar y viento en el momento del amarre o a lo esperado durante la permanencia) de popa babor hacia la boya correspondiente, donde se engancharán, luego de lo cual podrán ser cobrados desde abordó en la medida adecuada, pasando a ocupar la POSICIÓN 6.

En POSICIÓN 6, con la ayuda de la lancha designada y su dotación, se llevará la gaza de una (1) o dos (2) líneas de popa centro hacia la boya correspondiente, donde se enganchará, luego de lo cual podrán ser cobradas desde abordó en la medida adecuada, pasando a ocupar la POSICIÓN 7.

En POSICIÓN 7, la nave se encuentra en el lugar requerido por el Loading Master, encontrándose en Posición Final de Amarre, aproando al 213°, pudiendo variar la referida proa desde 208° hasta 218°, separada desde el casco de la nave a la altura del manifold de carga del boyarín que indica el Fin de Tubería Submarina en 36.41 m.



**Figura 60: Maniobra de amarre con Nave de 144 m de eslora**

En esta posición, con las líneas de amarre y anclas trabajando y hechas firme, se da por concluida la maniobra de amarre al Terminal Marítimo de QUIMPAC S.A. en Paramonga, informándose a Costera Supe (Control de Tráfico Marítimo) que se ha dado por concluida la operación, reportando novedades si la hubiera, luego de lo cual, podrá prescindirse del remolcador y lanchas que asisten la maniobra.

- (6) Travesía y maniobra de amarre al Terminal Marítimo Multiboyas QUIMPAC Paramonga con nave de 110.00 m. de eslora, 15.00 m. de manga, 54.00 m. de distancia desde proa al manifold de carga y 24.00 m. desde la popa al Puesto de Mando, que quedará orientada al 213° y separada 36.41 m. del boyarín que indica el término de la tubería submarina de cloruro de calcio (ver Planos QUIMPAC P-1 y QUIMPAC P-7a).**

Al arribo a la Bahía Supe el buque fondeará en el Fondeadero de Carga Peligrosa o en la posición que Costera Supe le indicará o autorice, donde será abordada por las Autoridades quienes la recibirán, después de lo cual y conforme al requerimiento del Terminal QUIMPAC podrá ser abordada por el Práctico Marítimo y el Loading Master (Representante del Terminal) quien con apoyo del Supervisor

de la carga designado, inspeccionará los tanques que recibirán el Cloruro de Calcio, luego de lo cual de ser aprobada la inspección concluyendo que los tanques se encuentran limpios y no contaminantes, comunicará al Capitán y al Práctico si es autorizado su ingreso al Terminal QUIMPAC Paramonga para cargar.

El Práctico tomará conocimiento sobre las características y limitaciones de la nave conforme a la Cartilla de Práctico (Pilot Card) y las características de la nave (Ship's Particulars) y otras observaciones proporcionadas por el Capitán y dará al mismo información sobre el cómo deberá conducirse la nave en la Travesía, las ayudas con que se cuenta para la maniobra, el Acercamiento, la Aproximación al amarradero, las situaciones que le exigirían suspender o abortar la maniobra de amarre indicándole sobre la Ruta de Fuga correspondiente y el cómo se Amarrará.

Con el asesoramiento del Práctico, de día o de noche, en las condiciones de mar y viento imperantes (Puerto Abierto) y con la autorización de Costera Supe (Control de Tráfico Marítimo) la nave que se encuentra fondeada podrá proceder al Terminal de QUIMPAC en Paramonga, debiéndose previamente disponer por radio o a través de la Agencia Marítima a cargo de la nave que:

- 1) El remolcador o los remolcadores que asistirán la maniobra se encuentren en el lugar requerido para operar cuando la nave arribe al área marítima de Paramonga.
- 2) Las dos embarcaciones que se encargarán de llevar las líneas de amarre desde la nave hacia las boyas, se encuentren en inmediaciones del Terminal listas y a la orden para apoyar la maniobra de amarre, cuando la nave arribe al Área Marítima de Paramonga.

(a) Travesía

La nave llevará ancla y procederá desde el fondeadero correspondiente, de manera tal que girando hacia una u otra

banda concluya navegando con rumbo tal que deje la desembocadura del río Pativilca a una separación de 1.2 millas por su banda de estribor, sobre la isobata de los 17 m.

Conducirá en dicho rumbo hasta que se encuentre a la cuadra de la Punta Guamayo, conocida también como Punta El Milagro, donde caerá a estribor de manera que deje la boya de proa del Terminal QUIMPAC por estribor y a una separación de 0.75 de milla.

Continuará navegando en dicho rumbo y cuando se encuentre a 2 millas de la boya de proa del Terminal, irá reduciendo la velocidad de la nave hasta que se observe a la boya de proa estribor del mismo a la cuadra por estribor.

(b) Acercamiento

La nave presenta por la cuadra de estribor a la boya de proa del Terminal y viene reduciendo la velocidad. En este punto, deberá caer lentamente a estribor describiendo un giro de manera tal que al concluirlo se encuentre navegando a rumbo  $123^\circ$  cuando las condiciones son totalmente calmas, o  $118^\circ$  o menos si las condiciones son por encima de las normales, dejando a la boya de proa babor a 3.73 m por la banda de babor y presentando una velocidad no mayor de 3.5 nudos.

(c) Aproximación

- La nave se encuentra navegando a rumbo  $123^\circ$  cuando las condiciones son totalmente calmas, o  $118^\circ$  o menos si las condiciones son por encima de las normales, dejando a la boya de proa babor a 3.73 m. por la banda de babor, aproximándose muy lentamente al Terminal, ocupando **POSICIÓN 1**.
- La aproximación concluirá cuando la nave ocupe **POSICIÓN 2**, en esta posición, la nave deberá dentro de lo posible de tener una velocidad máxima de 3 nudos. Previo a ocupar esta posición, se deberá haber parado máquinas y dar hacia atrás

para controlar la arrancada y asegurar que la nave ejecutará la orden de “marcha atrás” (de ser necesario).

(d) Escape

Durante la Aproximación y hasta ocupar la **POSICIÓN 2**, de presentarse problemas de máquinas, anclas u otras que exijan abandonar la maniobra, deberá abortarse asumiendo Ruta de Fuga hacia estribor, con todo timón a estribor a la velocidad requerida (de contar con máquinas) para pasar libre de obstáculos de las boyas de proa babor y boyarines de fin de tubería submarina y extremo de manga.

(e) Amarre

En la **POSICIÓN 2** la boya de proa se encuentra a 0.156 de milla medida desde el puente de la nave, es el punto ideal para que el ancla de estribor se encuentre en el fondo marino, trabajando (sin garrear), es por ello que la orden de fondeo deberá ser dada un espacio antes teniendo en consideración que pueden presentarse las siguientes novedades:

- 1) Que la arrancada sea mayor a 3 nudos.
- 2) Exista un período de tiempo de demora inadecuado entre la orden de fondo y la ejecución o no del mismo.
- 3) Que existe la posibilidad que el freno del ancla, no tenga suficiente desgaste o no se haya abierto convenientemente y origine garreo del ancla de estribor durante el movimiento de la nave hacia la siguiente posición.
- 4) Pudiera no ejecutarse o demorarse excesivamente la ejecución de la orden de fondo estribor y/o marcha atrás.

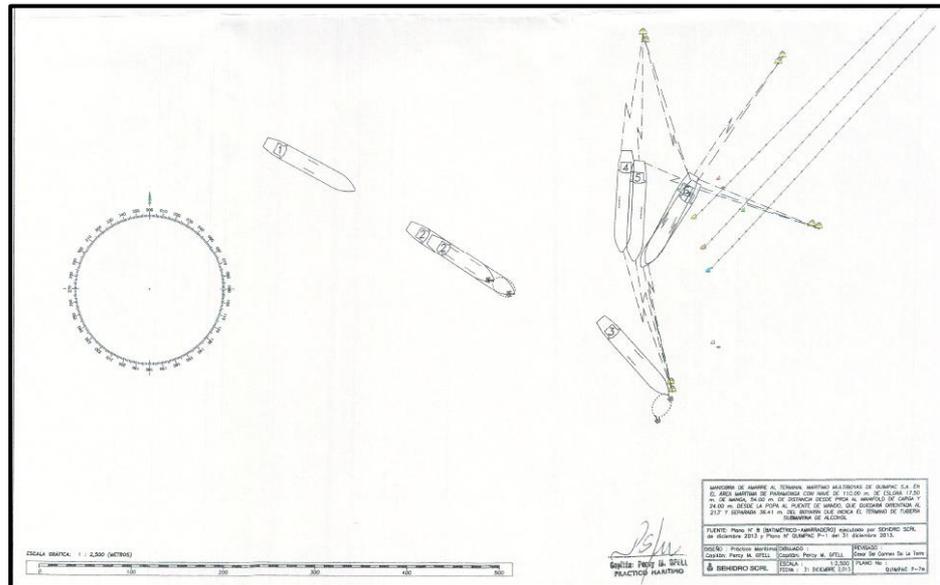
Por lo tanto, deberá darse la orden de fondo estribor un espacio antes de la posición requerida pudiendo encontrarse la boya de proa a 0.17 de milla medida desde el puente de la nave, teniendo en consideración la cantidad de grilletes disponibles.

En POSICIÓN 4, con asistencia de las lanchas designadas y sus dotaciones, se llevará la gaza de dos (2) líneas de popa estribor y tres (3) líneas (conforme a las condiciones de mar y viento en el momento del amarre o a lo esperado durante la permanencia) de proa babor, hacia las boyas correspondientes, donde se engancharán, luego de lo cual podrán ser cobradas desde abordó en la medida adecuada, pasando la nave a ocupar la POSICIÓN 5. Esta acción podrá ejecutarse simultáneamente o primero las líneas a la boya de popa estribor y cuando se encuentre asegurada en su boya se haga lo mismo con la de proa.

En POSICIÓN 5, con la ayuda de la lancha designada y su dotación, se llevarán la gaza de dos (2) o tres (3) líneas (conforme a las condiciones de mar y viento en el momento del amarre o a lo esperado durante la permanencia) de popa babor hacia la boya correspondiente, donde se engancharán, luego de lo cual podrán ser cobrados desde abordó en la medida adecuada, pasando a ocupar la POSICIÓN 6.

En POSICIÓN 6, con la ayuda de la lancha designada y su dotación, se llevará la gaza de una (1) o dos (2) líneas de popa centro hacia la boya correspondiente, donde se enganchará, luego de lo cual podrán ser cobradas desde abordó en la medida adecuada, pasando a ocupar la POSICIÓN 7.

En POSICIÓN 7, la nave se encuentra en el lugar requerido por el Loading Master, encontrándose en Posición Final de Amarre, aproando al 213°, pudiendo variar la referida proa desde 208° hasta 218°, separada desde el casco de la nave a la altura del manifold de carga del boyarín que indica el Fin de Tubería Submarina en 36.41 m.



**Figura 61: Maniobra de amarre con Nave de 110 m de eslora**

En esta posición, con las líneas de amarre y anclas trabajando y hechas firme, se da por concluida la maniobra de amarre al Terminal Marítimo de QUIMPAC S.A. en Paramonga, informándose a Costera Supe (Control de Tráfico Marítimo) que se ha dado por concluida la operación, reportando novedades si la hubiera, luego de lo cual, podrá prescindirse del remolcador y lanchas que asisten la maniobra.

- (7) Travesía y maniobra de amarre al Terminal Marítimo Multiboyas QUIMPAC Paramonga con nave de 180.00 m. de eslora, 28.00 m. de manga, 89.00 m. de distancia desde proa al manifold de carga y 34.00 m. desde la popa al Puente de Mando, que quedará orientada al 213° y separada 20.00 m. del boyarín que indica el término de la tubería submarina de petróleo (ver Planos QUIMPAC P-1 y QUIMPAC P-8a).**

Al arribo a la Bahía Supe el buque fondeará en el Fondeadero de Carga Peligrosa o en la posición que Costera Supe le indicará o autorice, donde será abordada por las Autoridades quienes la recibirán, después de lo cual y conforme al requerimiento del Terminal QUIMPAC podrá ser abordada por el Práctico Marítimo y el Loading Master (Representante del Terminal) quien con apoyo del Supervisor de la carga designado, inspeccionará los tanques que recibirán el

Cloruro de Calcio, luego de lo cual de ser aprobada la inspección concluyendo que los tanques se encuentran limpios y no contaminantes, comunicará al Capitán y al Práctico si es autorizado su ingreso al Terminal QUIMPAC Paramonga para cargar.

El Práctico tomará conocimiento sobre las características y limitaciones de la nave conforme a la Cartilla de Práctico (Pilot Card) y las características de la nave (Ship's Particulars) y otras observaciones proporcionadas por el Capitán y dará al mismo información sobre el cómo deberá conducirse la nave en la Travesía, las ayudas con que se cuenta para la maniobra, el Acercamiento, la Aproximación al amarradero, las situaciones que le exigirían suspender o abortar la maniobra de amarre indicándole sobre la Ruta de Fuga correspondiente y el cómo se Amarrará.

Con el asesoramiento del Práctico, de día o de noche, en las condiciones de mar y viento imperantes (Puerto Abierto) y con la autorización de Costera Supe (Control de Tráfico Marítimo) la nave que se encuentra fondeada podrá proceder al Terminal de QUIMPAC en Paramonga, debiéndose previamente disponer por radio o a través de la Agencia Marítima a cargo de la nave que:

- 1) El remolcador o los remolcadores que asistirán la maniobra se encuentren en el lugar requerido para operar cuando la nave arribe al área marítima de Paramonga.
- 2) Las dos embarcaciones que se encargarán de llevar las líneas de amarre desde la nave hacia las boyas, se encuentren en inmediaciones del Terminal listas y a la orden para apoyar la maniobra de amarre, cuando la nave arribe al Área Marítima de Paramonga.

(a) Travesía

La nave levará ancla y procederá desde el fondeadero correspondiente, de manera tal que girando hacia una u otra banda concluya navegando con rumbo tal que deje la

desembocadura del río Pativilca a una separación de 1.2 millas por su banda de estribor, sobre la isobata de los 17 m.

Conducirá en dicho rumbo hasta que se encuentre a la cuadra de la Punta Guamayo, conocida también como Punta El Milagro, donde caerá a estribor de manera que deje la boya de proa del Terminal QUIMPAC por estribor y a una separación de 0.75 de milla.

Continuará navegando en dicho rumbo y cuando se encuentre a 2 millas de la boya de proa del Terminal, irá reduciendo la velocidad de la nave hasta que se observe a la boya de proa estribor del mismo a la cuadra por estribor.

(b) Acercamiento

La nave presenta por la cuadra de estribor a la boya de proa del Terminal y viene reduciendo la velocidad. En este punto, deberá caer lentamente a estribor describiendo un giro de manera tal que al concluirlo se encuentre navegando a rumbo  $123^{\circ}$  cuando las condiciones son totalmente calmas, o  $118^{\circ}$  o menos si las condiciones son por encima de las normales, dejando a la boya de proa babor a 1.23 m por la banda de babor y presentando una velocidad no mayor de 3.5 nudos.

(c) Aproximación

- La nave se encuentra navegando a rumbo  $123^{\circ}$  cuando las condiciones son totalmente calmas, o  $118^{\circ}$  o menos si las condiciones son por encima de las normales, dejando a la boya de proa babor a 1.238 m. por la banda de babor, aproximándose muy lentamente al Terminal, ocupando **POSICIÓN 1**.
- La aproximación concluirá cuando la nave ocupe **POSICIÓN 2**, en esta posición, la nave deberá dentro de lo posible de tener una velocidad máxima de 3 nudos. Previo a ocupar esta

posición, se deberá haber parado máquinas y dar hacia atrás para controlar la arrancada y asegurar que la nave ejecutará la orden de “marcha atrás” (de ser necesario).

(d) Escape

Durante la Aproximación y hasta ocupar la **POSICIÓN 2**, de presentarse problemas de máquinas, anclas u otras que exijan abandonar la maniobra, deberá abortarse asumiendo Ruta de Fuga hacia estribor, con todo timón a estribor a la velocidad requerida (de contar con máquinas) para pasar libre de obstáculos de las boyas de proa babor y boyarines de fin de tubería submarina y extremo de manga.

(e) Amarre

En la **POSICIÓN 2** la boya de proa se encuentra a 0.19 de milla medida desde el puente de la nave, es el punto ideal para que el ancla de estribor se encuentre en el fondo marino, trabajando (sin garrear), es por ello que la orden de fondeo deberá ser dada un espacio antes teniendo en consideración que pueden presentarse las siguientes novedades:

- 1) Que la arrancada sea mayor a 3 nudos.
- 2) Exista un período de tiempo de demora inadecuado entre la orden de fondo y la ejecución o no del mismo.
- 3) Que existe la posibilidad que el freno del ancla, no tenga suficiente desgaste o no se haya abierto convenientemente y origine garreo del ancla de estribor durante el movimiento de la nave hacia la siguiente posición.
- 4) Pudiera no ejecutarse o demorarse excesivamente la ejecución de la orden de fondo estribor y/o marcha atrás.

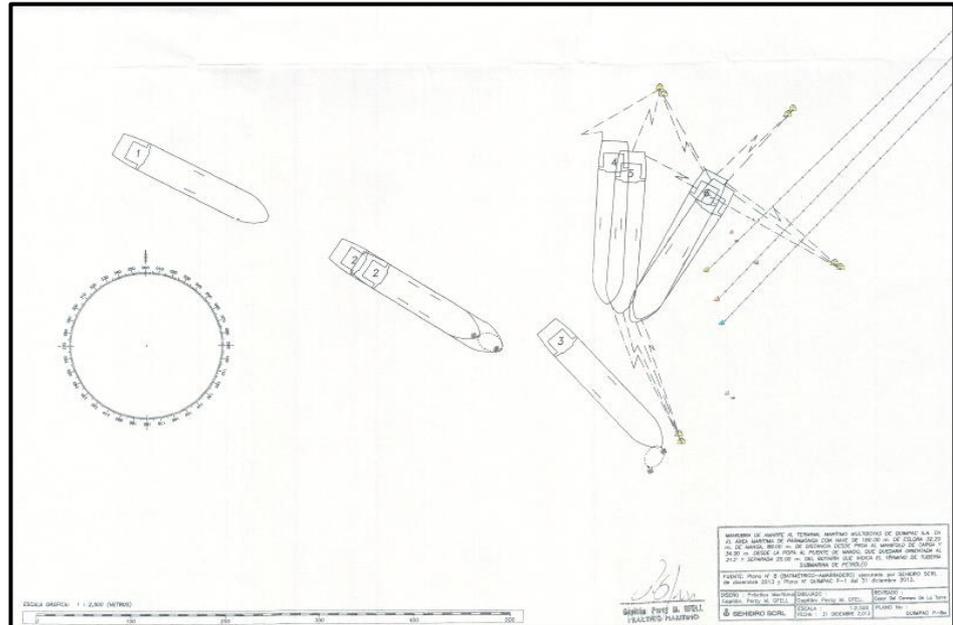
Por lo tanto, deberá darse la orden de fondo estribor un espacio antes de la posición requerida pudiendo encontrarse la boya de proa a 0.205 de milla medida desde el puente de la nave, teniendo en consideración la cantidad de grilletes disponibles.

En POSICIÓN 4, con asistencia de las lanchas designadas y sus dotaciones, se llevará la gaza de dos (2) líneas de popa estribor y tres (3) líneas (conforme a las condiciones de mar y viento en el momento del amarre o a lo esperado durante la permanencia) de proa babor, hacia las boyas correspondientes, donde se engancharán, luego de lo cual podrán ser cobradas desde abordó en la medida adecuada, pasando la nave a ocupar la POSICIÓN 5. Esta acción podrá ejecutarse simultáneamente o primero las líneas a la boya de popa estribor y cuando se encuentre asegurada en su boya se haga lo mismo con la de proa.

En POSICIÓN 5, con la ayuda de la lancha designada y su dotación, se llevarán la gaza de dos (2) o tres (3) líneas (conforme a las condiciones de mar y viento en el momento del amarre o a lo esperado durante la permanencia) de popa babor hacia la boya correspondiente, donde se engancharán, luego de lo cual podrán ser cobrados desde abordó en la medida adecuada, pasando a ocupar la POSICIÓN 6.

En POSICIÓN 6, con la ayuda de la lancha designada y su dotación, se llevará la gaza de una (1) o dos (2) líneas de popa centro hacia la boya correspondiente, donde se enganchará, luego de lo cual podrán ser cobradas desde abordó en la medida adecuada, pasando a ocupar la POSICIÓN 7.

En POSICIÓN 7, la nave se encuentra en el lugar requerido por el Loading Master, encontrándose en Posición Final de Amarre, aproando al 213°, pudiendo variar la referida proa desde 208° hasta 218°, separada desde el casco de la nave a la altura del manifold de carga del boyarín que indica el Fin de Tubería Submarina en 20 m.



**Figura 62: Maniobra de amarre con Nave de 180 m de eslora**

En esta posición, con las líneas de amarre y anclas trabajando y hechas firme, se da por concluida la maniobra de amarre al Terminal Marítimo de QUIMPAC S.A. en Paramonga, informándose a Costera Supe (Control de Tráfico Marítimo) que se ha dado por concluida la operación, reportando novedades si la hubiera, luego de lo cual, podrá prescindirse del remolcador y lanchas que asisten la maniobra.

**e. Descripción del uso de los remolcadores**

Se debe tener en cuenta que, en las condiciones de mar y viento imperantes, no podrá prescindirse de la utilización de un (1) remolcador o dos (2) remolcadores, según sea el caso, para el amarre y desamarre. De igual forma, de contar la nave con hélices transversales en proa (bow truster), popa (stern truster) o propulsión acimutal, por seguridad, siempre será necesario un (1) remolcador o dos (2) remolcadores, dependiendo de las características de la nave y las condiciones de mar y viento, para apoyar la maniobra en espera de órdenes.

Debe mencionarse que es conveniente que el remolcador o los remolcadores, solo se utilicen empujando (carnereando) en la banda y lugar indicado en el casco, por lo tanto, la agencia marítima a cargo de la nave al momento de gestionar el o los remolcadores que asistirán la maniobra, deberá considerar la altura desde el mar hasta la parte más alta

de su defensa de proa versus la altura del casco expuesta de la nave (medida desde el nivel del mar y la cubierta principal) en el punto de empuje de remolcador que se encuentra señalado en el casco y si las condiciones de mar (balance) esperado pudieran afectar disminuyendo la medida indicada.

Finalmente, es importante establecer que para la maniobra de amarre y de desamarre del Terminal Marítimo Multiboyas QUIMPAC Paramonga, el remolcador actuará a criterio del Práctico, cuando este lo considere conveniente, empujando en la banda (babor o estribor) y lugar indicado en el casco, pudiendo también actuar a remolque en posición de jalar o colgado en posición de empujar/jalar, si las condiciones así lo exigen.

- f. Descripción de la maniobra de desatraque/desamarre, incluyendo la secuencia en que se deben largar las espías

A continuación, se describirán las maniobras de desamarre de naves en el Terminal Marítimo Multiboyas QUIMPAC Paramonga, para lo cual se tendrá en cuenta el tipo de nave (eslora) y frente a qué toma de tubería quedaron al finalizar la maniobra de amarre, tomando como referencia las clasificaciones de las naves tipo según las ROM 3.1-99, de acuerdo al siguiente orden:

1. Nave de 180 m. de Eslora frente a la tubería de Soda Cáustica.
2. Nave de 144 m. de Eslora frente a la tubería de Soda Cáustica.
3. Nave de 110 m. de Eslora frente a la tubería de Soda Cáustica.
4. Nave de 180 m. de Eslora frente a la tubería de Cloruro de Calcio.
5. Nave de 144 m. de Eslora frente a la tubería de Cloruro de Calcio.
6. Nave de 110 m. de Eslora frente a la tubería de Cloruro de Calcio.
7. Nave de 180 m. de Eslora frente a la tubería de Petróleo.

**(1) Maniobra de desamarre del Terminal Marítimo Multiboyas QUIMPAC S.A. en Paramonga y travesía con nave de 180.00 m. de eslora, 28.00 m. de manga, 89.00 m. de distancia desde proa al manifold de carga y 34.00 m. desde la popa al puente de mando, que quedó orientada al 213° y separada 55.05 m. del boyarín que indica el término de tubería submarina de Soda Cáustica (ver Planos QUIMPAC P-1 y QUIMPAC P-2b)**

Después de haberse concluido la Carga, el Loading Master (Representante del Terminal) dispondrá el retiro de manga y materiales utilizados luego de lo cual, podrá indicar al Capitán y al Práctico si la nave se encuentra lista para desamarrar del Terminal QUIMPAC Paramonga donde se encuentra ocupando **POSICIÓN 1**

El Práctico tomará conocimiento sobre las características y limitaciones de la nave conforme a la Cartilla de Práctico (Pilot Card) y las características de la nave (Ship's Particulars) y otras observaciones proporcionadas por el Capitán y dará al mismo tiempo, información sobre el cómo deberá conducirse la nave durante el Desamarre, el Alejamiento y la Travesía al Puerto de Supe.

Con el asesoramiento del Práctico, de día o de noche, en las condiciones de mar y viento imperantes y con la autorización de Costera Supe (Control de Tráfico Marítimo) la nave amarrada podrá proceder a dejar el Terminal, debiendo haberse dispuesto previamente (radio) o a través de la Agencia Marítima a cargo de la nave que:

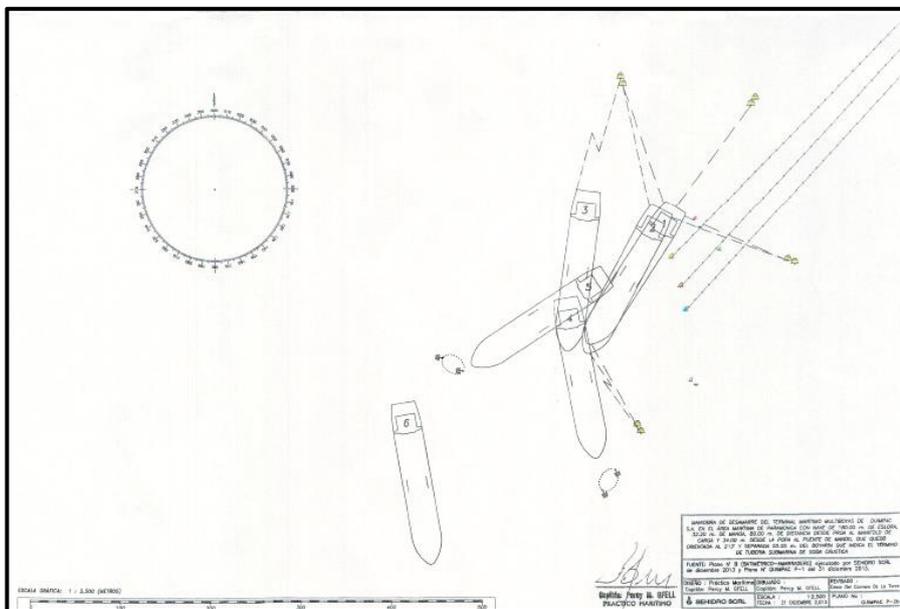
- 1) El remolcador o los remolcadores se encuentren en el lugar requerido para asistir la maniobra.
- 2) Las dos embarcaciones (que se encargarán de largar las líneas de amarre desde las boyas), se encuentren en inmediaciones del Terminal listas para apoyar la maniobra de desamarre a la orden.

(a) **Desamarre**

Desde la **POSICIÓN 1**, con ayuda las lanchas que asisten la maniobra, se largan las líneas de amarre que se encuentran colocadas en la boya de popa centro y las de proa babor cuyas gazas son retiradas de los ganchos de la boya correspondiente por el personal de dotación de las lanchas, los mismos que son

cobrados abordo pasando la nave a ocupar **POSICIÓN 2**. Esta acción podrá ejecutarse simultáneamente o primero las líneas a la boya de popa centro y cuando se estime conveniente se haga lo mismo con la de proa.

A continuación, desde la **POSICIÓN 2**, con ayuda de la lancha que asiste la maniobra, se largan las líneas de amarre que se encuentran colocadas en la boya de popa babor, cuyas gazas son retiradas del gancho de la boya por el personal de dotación de la lancha, los mismos que son cobrados abordo pasando la nave a ocupar **POSICIÓN 3**.



**Figura 63: Maniobra de desamarre con Nave de 180 m de eslora**

Desde la **POSICIÓN 3**, con ayuda de la lancha que asiste la maniobra, se largan las líneas de amarre que se encuentran colocadas en la boya de popa estribor, cuyas gazas son retiradas del gancho de la boya por el personal de dotación de la lancha, los mismos que son cobrados abordo mientras se comienza a levar el ancla de babor hasta que esta se encuentra arriba (abordo) ocupando **POSICIÓN 4**.

En la **POSICIÓN 4**, se dispone llevar el ancla de estribor hasta que esta se encuentra arriba (abordo) ocupando **POSICIÓN 5**.

(b) **Alejamiento**

En **POSICIÓN 5**, después de haberse terminado de llevar el ancla de estribor, la nave inicia su Alejamiento del Terminal, evolucionando con la finalidad de quedar totalmente libre del Terminal hasta alcanzar el área de Libre Franquía (libre de obstáculos), ocupando **POSICIÓN 6**.

Al concluir la maniobra de desamarre de boyas y con la nave en “Libre Franquía” (**POSICIÓN 6**) se prescinde de las lanchas y remolcador y se informa a Costera Supe que se ha dado por terminada la operación reportando novedades si la hubiera, informando que la nave procede en demanda de fondeadero en Puerto Supe.

(c) **Travesía**

Encontrándose la nave en Libre Franquía, procederá cayendo a babor o estribor según convenga, de manera que quede navegando hacia el Sur, dejando la Punta Guamayo, conocida también como Punta El Milagro, a 1.2 de milla por la banda de babor.

Continúa navegando hasta dejar por la cuadra de babor a la desembocadura del río Pativilca, donde caerá a babor de manera tal que aprobe el Fondeadero de Carga Peligrosa u otra posición autorizada a requerimiento de la Costera SUPE.

Cuando se encuentre a 1.5 millas del fondeadero, reducirá la velocidad y se actuará con máquinas de manera que se pare la nave en el fondeadero correspondiente donde se fondeará.

Al concluir el fondeo, se informa a Costera Supe que la nave se encuentra fondeada, luego de lo cual, el Práctico podrá desembarcar.

**(2) Maniobra de desamarre del Terminal Marítimo Multiboyas de QUIMPAC S.A. en Paramonga y Travesía con Nave de 144.00 m. de Eslora, 19.00 m. de Manga, 71.00 m. de distancia desde Proa al Manifold de Carga y 26.00 m. desde la popa al puente de mando, que quedó orientada al 213° y separada 55.05 m. del boyarín que indica el término de tubería submarina de Soda Cáustica (Ver Planos QUIMPAC P-1 y QUIMPAC P-3b).**

Después de haberse concluido la Carga, el Loading Master (Representante del Terminal) dispondrá el retiro de manga y materiales utilizados luego de lo cual, podrá indicar al Capitán y al Práctico si la nave se encuentra lista para desamarrar del Terminal QUIMPAC Paramonga donde se encuentra ocupando **POSICIÓN 1**

El Práctico tomará conocimiento sobre las características y limitaciones de la nave conforme a la Cartilla de Práctico (Pilot Card) y las características de la nave (Ship's Particulars) y otras observaciones proporcionadas por el Capitán y dará al mismo tiempo, información sobre el cómo deberá conducirse la nave durante el Desamarre, el Alejamiento y la Travesía al Puerto de Supe.

Con el asesoramiento del Práctico, de día o de noche, en las condiciones de mar y viento imperantes y con la autorización de Costera Supe (Control de Tráfico Marítimo) la nave amarrada podrá proceder a dejar el Terminal, debiendo haberse dispuesto previamente (radio) o a través de la Agencia Marítima a cargo de la nave que:

- 1) El remolcador o los remolcadores se encuentre en el lugar requerido para asistir la maniobra.
- 2) Las dos embarcaciones (que se encargarán de largar las líneas de amarre desde las boyas), se encuentren en inmediaciones del Terminal listas para apoyar la maniobra de desamarre a la orden.

**(a) Desamarre**

Desde la **POSICIÓN 1**, con ayuda las lanchas que asisten la maniobra, se largan las líneas de amarre que se encuentran colocadas en la boya de popa centro y las de proa babor cuyas gazas son retiradas de los ganchos de la boya correspondiente por el personal de dotación de las lanchas, los mismos que son cobrados abordo pasando la nave a ocupar **POSICIÓN 2**. Esta acción podrá ejecutarse simultáneamente o primero las líneas a la boya de popa centro y cuando se estime conveniente se haga lo mismo con la de proa.

A continuación, desde la **POSICIÓN 2**, con ayuda de la lancha que asiste la maniobra, se largan las líneas de amarre que se encuentran colocadas en la boya de popa babor, cuyas gazas son retiradas del gancho de la boya por el personal de dotación de la lancha, los mismos que son cobrados abordo pasando la nave a ocupar **POSICIÓN 3**.

Desde la **POSICIÓN 3**, con ayuda de la lancha que asiste la maniobra, se largan las líneas de amarre que se encuentran colocadas en la boya de popa estribor, cuyas gazas son retiradas del gancho de la boya por el personal de dotación de la lancha, los mismos que son cobrados abordo mientras se comienza a levar el ancla de babor hasta que esta se encuentra arriba (abordo) ocupando **POSICIÓN 4**.

En la **POSICIÓN 4**, se dispone levar el ancla de estribor hasta que esta se encuentra arriba (abordo) ocupando **POSICIÓN 5**.

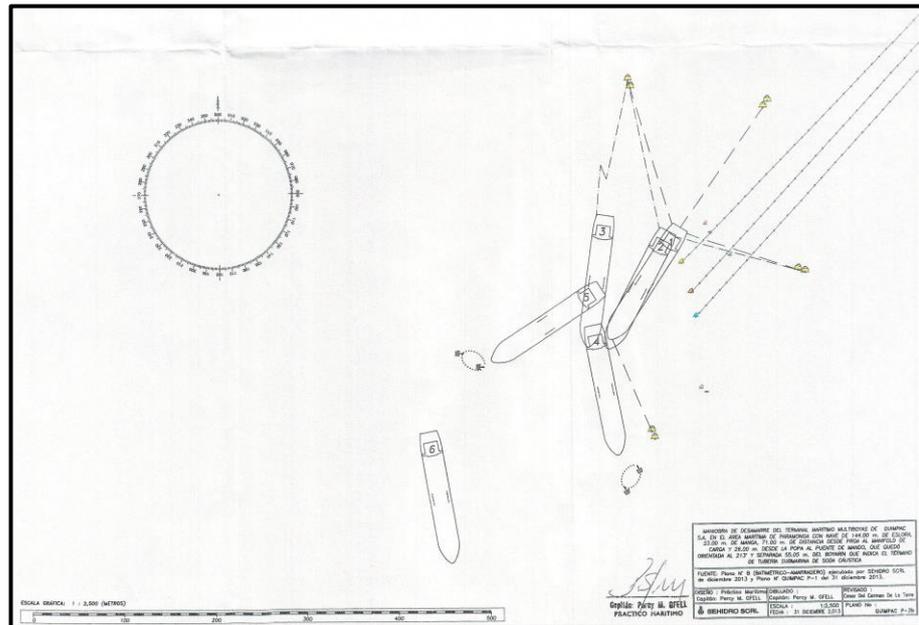


Figura 64: Maniobra de desamarre con Nave de 144 m de eslora

### (b) Alejamiento

En **POSICIÓN 5**, después de haberse terminado de levar el ancla de estribor, la nave inicia su Alejamiento del Terminal, evolucionando con la finalidad de quedar totalmente libre del Terminal hasta alcanzar el área de Libre Franquía (libre de obstáculos), ocupando **POSICIÓN 6**.

Al concluir la maniobra de desamarre de boyas y con la nave en “Libre Franquía” (**POSICIÓN 6**) se prescinde de las lanchas y remolcador y se informa a Costera Supe que se ha dado por terminada la operación reportando novedades si la hubiera, informando que la nave procede en demanda de fondeadero en Puerto Supe.

### (c) Travesía

Encontrándose la nave en Libre Franquía, procederá cayendo a babor o estribor según convenga, de manera que quede navegando hacia el Sur, dejando la Punta Guamayo, conocida también como Punta El Milagro, a 1.2 de milla por la banda de babor.

Continúa navegando hasta dejar por la cuadra de babor a la desembocadura del río Pativilca, donde caerá a babor de manera tal que aprobe el Fondeadero de Carga Peligrosa u otra posición autorizada a requerimiento de la Costera SUPE.

Cuando se encuentre a 1.5 millas del fondeadero, reducirá la velocidad y se actuará con máquinas de manera que se pare la nave en el fondeadero correspondiente donde se fondeará.

Al concluir el fondeo, se informa a Costera Supe que la nave se encuentra fondeada, luego de lo cual, el Práctico podrá desembarcar.

- (3) Maniobra de desamarre del Terminal Marítimo Multiboyas de QUIMPAC S.A. en Paramonga y travesía con nave de 110.00 m. de eslora, 15.00 m. de manga, 54.00 m. de distancia desde proa al manifold de carga y 24.00 m. desde la popa al puente de mando, que quedó orientada al 213° y separada 55.05 m. del boyarín que indica el término de tubería submarina de Soda Cáustica (ver planos QUIMPAC P-1 y QUIMPAC P-4b).**

Después de haberse concluido la Carga, el Loading Master (Representante del Terminal) dispondrá el retiro de manga y materiales utilizados luego de lo cual, podrá indicar al Capitán y al Práctico si la nave se encuentra lista para desamarrar del Terminal QUIMPAC Paramonga donde se encuentra ocupando **POSICIÓN 1**

El Práctico tomará conocimiento sobre las características y limitaciones de la nave conforme a la Cartilla de Práctico (Pilot Card) y las características de la nave (Ship's Particulars) y otras observaciones proporcionadas por el Capitán y dará al mismo tiempo, la información sobre el cómo deberá conducirse la nave durante el Desamarre, el Alejamiento y la Travesía al Puerto de Supe.

Con el asesoramiento del Práctico, de día o de noche, en las condiciones de mar y viento imperantes y con la autorización de Costera Supe (Control de Tráfico Marítimo) la nave amarrada podrá proceder a dejar el Terminal, debiendo haberse dispuesto previamente (radio) o a través de la Agencia Marítima a cargo de la nave que:

- 1) El remolcador o los remolcadores se encuentren en el lugar requerido para asistir la maniobra.
- 2) Las dos embarcaciones (que se encargarán de largar las líneas de amarre desde las boyas), se encuentren en inmediaciones del Terminal listas para apoyar la maniobra de desamarre a la orden.

(a) **Desamarre**

Desde la **POSICIÓN 1**, con ayuda las lanchas que asisten la maniobra, se largan las líneas de amarre que se encuentran colocadas en la boya de popa centro y las de proa babor cuyas gazas son retiradas de los ganchos de la boya correspondiente por el personal de dotación de las lanchas, los mismos que son cobrados abordo pasando la nave a ocupar **POSICIÓN 2**. Esta acción podrá ejecutarse simultáneamente o primero las líneas a la boya de popa centro y cuando se estime conveniente se haga lo mismo con la de proa.

A continuación, desde la **POSICIÓN 2**, con ayuda de la lancha que asiste la maniobra, se largan las líneas de amarre que se encuentran colocadas en la boya de popa babor, cuyas gazas son retiradas del gancho de la boya por el personal de dotación de la lancha, los mismos que son cobrados abordo pasando la nave a ocupar **POSICIÓN 3**.

Desde la **POSICIÓN 3**, con ayuda de la lancha que asiste la maniobra, se largan las líneas de amarre que se encuentran colocadas en la boya de popa estribor, cuyas gazas son retiradas del gancho de la boya por el personal de dotación de la lancha, los mismos que son cobrados abordo mientras se comienza a

levar el ancla de babor hasta que esta se encuentra arriba (abordo) ocupando **POSICIÓN 4**.

En la **POSICIÓN 4**, se dispone levar el ancla de estribor hasta que esta se encuentra arriba (abordo) ocupando **POSICIÓN 5**.

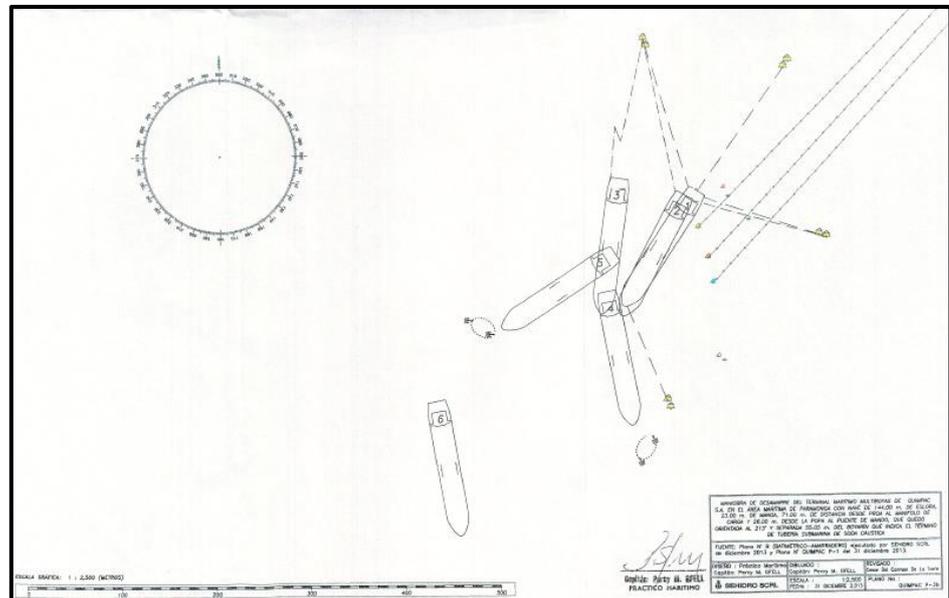


Figura 65: Maniobra de desamarre con Nave de 110 m de eslora

### (b) Alejamiento

En **POSICIÓN 5**, después de haberse terminado de levar el ancla de estribor, la nave inicia su Alejamiento del Terminal, evolucionando con la finalidad de quedar totalmente libre del Terminal hasta alcanzar el área de Libre Franquía (libre de obstáculos), ocupando **POSICIÓN 6**.

Al concluir la maniobra de desamarre de boyas y con la nave en “Libre Franquía” (**POSICIÓN 6**) se prescinde de las lanchas y remolcador y se informa a Costera Supe que se ha dado por terminada la operación reportando novedades si la hubiera, informando que la nave procede en demanda de fondeadero en Puerto Supe.

**(c) Travesía**

Encontrándose la nave en Libre Franquía, procederá cayendo a babor o estribor según convenga, de manera que quede navegando hacia el Sur, dejando la Punta Guamayo, conocida también como Punta El Milagro, a 1.2 de milla por la banda de babor.

Continúa navegando hasta dejar por la cuadra de babor a la desembocadura del río Pativilca, donde caerá a babor de manera tal que apree el Fondeadero de Carga Peligrosa u otra posición autorizada a requerimiento de la Costera SUPE.

Cuando se encuentre a 1.5 millas del fondeadero, reducirá la velocidad y se actuará con máquinas de manera que se pare la nave en el fondeadero correspondiente donde se fondeará.

Al concluir el fondeo, se informa a Costera Supe que la nave se encuentra fondeada, luego de lo cual, el Práctico podrá desembarcar.

**(4) Maniobra de desamarre del Terminal Marítimo Multiboyas de QUIMPAC S.A. en Paramonga y travesía con nave de 180.00 m. de eslora, 28.00 m. de manga, 89.00 m. de distancia desde proa al manifold de carga y 34.00 m. desde la popa al puente de mando, que quedó orientada al 213° y separada 36.41 m. del boyarín que indica el término de tubería submarina de Cloruro de Calcio (ver Planos QUIMPAC P-1 y QUIMPAC P-5b).**

Después de haberse concluido la Carga, el Loading Master (Representante del Terminal) dispondrá el retiro de manga y materiales utilizados luego de lo cual, podrá indicar al Capitán y al Práctico si la nave se encuentra lista para desamarrar del Terminal QUIMPAC Paramonga donde se encuentra ocupando POSICIÓN 1.

El Práctico tomará conocimiento sobre las características y limitaciones de la nave conforme a la Cartilla de Práctico (Pilot Card) y las características de la nave (Ship's Particulars) y otras observaciones proporcionadas por el Capitán y dando al mismo tiempo información sobre cómo deberá conducirse la nave durante el Desamarre, el Alejamiento y la Travesía al Puerto de Supe.

Con el asesoramiento del Práctico, de día o de noche, en las condiciones de mar y viento imperantes y con la autorización de Costera Supe (Control de Tráfico Marítimo) la nave amarrada podrá proceder a dejar el Terminal, debiendo haberse dispuesto previamente (radio) o a través de la Agencia Marítima a cargo de la nave que:

- 1) El remolcador o los remolcadores se encuentre en el lugar requerido para asistir la maniobra.
- 2) Las dos embarcaciones (que se encargarán de largar las líneas de amarre desde las boyas), se encuentren en inmediaciones del Terminal listas para apoyar la maniobra de desamarre a la orden.

(a) **Desamarre**

Desde la **POSICIÓN 1**, con ayuda las lanchas que asisten la maniobra, se largan las líneas de amarre que se encuentran colocadas en la boya de popa centro y las de proa babor cuyas gazas son retiradas de los ganchos de la boya correspondiente por el personal de dotación de las lanchas, los mismos que son cobrados abordo pasando la nave a ocupar **POSICIÓN 2**. Esta acción podrá ejecutarse simultáneamente o primero las líneas a la boya de popa centro y cuando se estime conveniente se haga lo mismo con la de proa.

A continuación, desde la **POSICIÓN 2**, con ayuda de la lancha que asiste la maniobra, se largan las líneas de amarre que se encuentran colocadas en la boya de popa babor, cuyas gazas son retiradas del gancho de la boya por el personal de dotación

de la lancha, los mismos que son cobrados abordo pasando la nave a ocupar **POSICIÓN 3**.

Desde la **POSICIÓN 3**, con ayuda de la lancha que asiste la maniobra, se largan las líneas de amarre que se encuentran colocadas en la boya de popa estribor, cuyas gazas son retiradas del gancho de la boya por el personal de dotación de la lancha, los mismos que son cobrados abordo mientras se comienza a levar el ancla de babor hasta que esta se encuentra arriba (abordo) ocupando **POSICIÓN 4**.

En la **POSICIÓN 4**, se dispone levar el ancla de estribor hasta que esta se encuentra arriba (abordo) ocupando **POSICIÓN 5**.

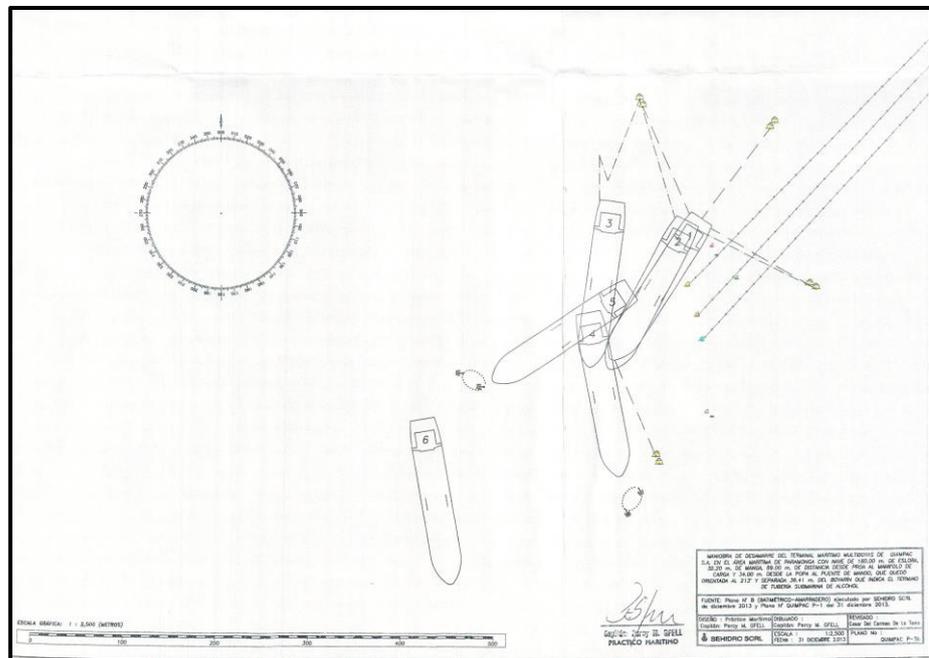


Figura 66: Maniobra de desamarre con Nave de 180 m de eslora

### (b) Alejamiento

En **POSICIÓN 5**, después de haberse terminado de levar el ancla de estribor, la nave inicia su Alejamiento del Terminal, evolucionando con la finalidad de quedar totalmente libre del Terminal hasta alcanzar el área de Libre Franquía (libre de obstáculos), ocupando **POSICIÓN 6**.

Al concluir la maniobra de desamarre de boyas y con la nave en “Libre Franquía” (**POSICIÓN 6**) se prescinde de las lanchas y remolcador y se informa a Costera Supe que se ha dado por terminada la operación reportando novedades si la hubiera, informando que la nave procede en demanda de fondeadero en Puerto Supe.

(c) **Travesía**

Encontrándose la nave en Libre Franquía, procederá cayendo a babor o estribor según convenga, de manera que quede navegando hacia el Sur, dejando la Punta Guamayo, conocida también como Punta El Milagro, a 1.2 de milla por la banda de babor.

Continúa navegando hasta dejar por la cuadra de babor a la desembocadura del río Pativilca, donde caerá a babor de manera tal que aprobe el Fondeadero de Carga Peligrosa u otra posición autorizada a requerimiento de la Costera SUPE.

Cuando se encuentre a 1.5 millas del fondeadero, reducirá la velocidad y se actuará con máquinas de manera que se pare la nave en el fondeadero correspondiente donde se fondeará.

Al concluir el fondeo, se informa a Costera Supe que la nave se encuentra fondeada, luego de lo cual, el Práctico podrá desembarcar.

**(5) Maniobra de desamarre del Terminal Marítimo Multiboyas de QUIMPAC S.A. en Paramonga y travesía con nave de 144.00 m. de eslora, 19.00 m. de manga, 71.00 m. de distancia desde proa al manifold de carga y 26.00 m. desde la popa al puente de mando, que quedó orientada al 213° y separada 36.41m. del boyarín que indica el término de tubería submarina de cloruro de calcio (ver Planos QUIMPAC P-1 y QUIMPAC P-6b).**

Después de haberse concluido la Carga, el Loading Master (Representante del Terminal) dispondrá el retiro de manga y materiales utilizados luego de lo cual, podrá indicar al Capitán y al

Práctico si la nave se encuentra lista para desamarrear del Terminal QUIMPAC Paramonga donde se encuentra ocupando **POSICIÓN 1**

El Práctico tomará conocimiento sobre las características y limitaciones de la nave conforme a la Cartilla de Práctico (Pilot Card) y las características de la nave (Ship's Particulars) y otras observaciones proporcionadas por el Capitán y dará al mismo tiempo, información sobre el cómo deberá conducirse la nave durante el Desamarre, el Alejamiento y la Travesía al Puerto de Supe.

Con el asesoramiento del Práctico, de día o de noche, en las condiciones de mar y viento imperantes y con la autorización de Costera Supe (Control de Tráfico Marítimo) la nave amarrada podrá proceder a dejar el Terminal, debiendo haberse dispuesto previamente (radio) o a través de la Agencia Marítima a cargo de la nave que:

- 1) El remolcador o los remolcadores se encuentre en el lugar requerido para asistir la maniobra.
- 2) Las dos embarcaciones (que se encargarán de largar las líneas de amarre desde las boyas), se encuentren en inmediaciones del Terminal listas para apoyar la maniobra de desamarre a la orden.

(a) **Desamarre**

Desde la **POSICIÓN 1**, con ayuda las lanchas que asisten la maniobra, se largan las líneas de amarre que se encuentran colocadas en la boya de popa centro y las de proa babor cuyas gazas son retiradas de los ganchos de la boya correspondiente por el personal de dotación de las lanchas, los mismos que son cobrados abordo pasando la nave a ocupar **POSICIÓN 2**. Esta acción podrá ejecutarse simultáneamente o primero las líneas a la boya de popa centro y cuando se estime conveniente se haga lo mismo con la de proa.

A continuación, desde la **POSICIÓN 2**, con ayuda de la lancha que asiste la maniobra, se largan las líneas de amarre que se encuentran colocadas en la boya de popa babor, cuyas gazas son retiradas del gancho de la boya por el personal de dotación de la lancha, los mismos que son cobrados abordo pasando la nave a ocupar **POSICIÓN 3**.

Desde la **POSICIÓN 3**, con ayuda de la lancha que asiste la maniobra, se largan las líneas de amarre que se encuentran colocadas en la boya de popa estribor, cuyas gazas son retiradas del gancho de la boya por el personal de dotación de la lancha, los mismos que son cobrados abordo mientras se comienza a levar el ancla de babor hasta que esta se encuentra arriba (abordo) ocupando **POSICIÓN 4**.

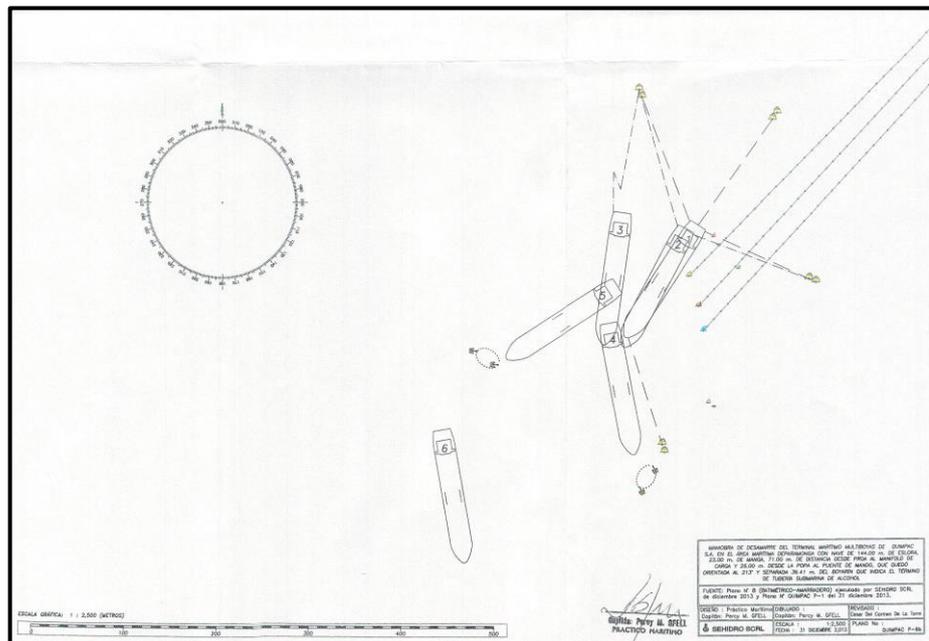


Figura 67: Maniobra de desamarre con Nave de 144 m de eslora

En la **POSICIÓN 4**, se dispone levar el ancla de estribor hasta que esta se encuentra arriba (abordo) ocupando **POSICIÓN 5**.

(b) **Alejamiento**

En **POSICIÓN 5**, después de haberse terminado de levar el ancla de estribor, la nave inicia su Alejamiento del Terminal,

evolucionando con la finalidad de quedar totalmente libre del Terminal hasta alcanzar el área de Libre Franquía (libre de obstáculos), ocupando **POSICIÓN 6**.

Al concluir la maniobra de desamarre de boyas y con la nave en “Libre Franquía” (**POSICIÓN 6**) se prescinde de las lanchas y remolcador y se informa a Costera Supe que se ha dado por terminada la operación reportando novedades si la hubiera, informando que la nave procede en demanda de fondeadero en Puerto Supe.

(c) **Travesía**

Encontrándose la nave en Libre Franquía, procederá cayendo a babor o estribor según convenga, de manera que quede navegando hacia el Sur, dejando la Punta Guamayo, conocida también como Punta El Milagro, a 1.2 de milla por la banda de babor.

Continúa navegando hasta dejar por la cuadra de babor a la desembocadura del río Pativilca, donde caerá a babor de manera tal que aprobe el Fondeadero de Carga Peligrosa u otra posición autorizada a requerimiento de la Costera SUPE.

Cuando se encuentre a 1.5 millas del fondeadero, reducirá la velocidad y se actuará con máquinas de manera que se pare la nave en el fondeadero correspondiente donde se fondeará.

Al concluir el fondeo, se informa a Costera Supe que la nave se encuentra fondeada, luego de lo cual, el Práctico podrá desembarcar.

- (6) Maniobra de desamarre del Terminal Marítimo Multiboyas de QUIMPAC S.A. Paramonga y travesía con nave de 110.00 m. de eslora, 15.00 m. de manga, 54.00 m. de distancia desde proa al manifold de carga y 24.00 m. desde la popa al puente de mando, que quedó orientada al 213° y separada 36.41 m. del boyarín que indica el término de tubería submarina de cloruro de calcio (ver Planos QUIMPAC P-1 y QUIMPAC P-7b).**

Después de haberse concluido la Carga, el Loading Master (Representante del Terminal) dispondrá el retiro de manga y materiales utilizados luego de lo cual, podrá indicar al Capitán y al Práctico si la nave se encuentra lista para desamarrar del Terminal QUIMPAC Paramonga donde se encuentra ocupando **POSICIÓN 1**

El Práctico tomará conocimiento sobre las características y limitaciones de la nave conforme a la Cartilla de Práctico (Pilot Card) y las características de la nave (Ship's Particulars) y otras observaciones proporcionadas por el Capitán y dará al mismo tiempo información sobre el cómo deberá conducirse la nave durante el Desamarre, el Alejamiento y la Travesía al Puerto de Supe.

Con el asesoramiento del Práctico, de día o de noche, en las condiciones de mar y viento imperantes y con la autorización de Costera Supe (Control de Tráfico Marítimo) la nave amarrada podrá proceder a dejar el Terminal, debiendo haberse dispuesto previamente (radio) o a través de la Agencia Marítima a cargo de la nave que:

- 1) El remolcador o los remolcadores se encuentre en el lugar requerido para asistir la maniobra.

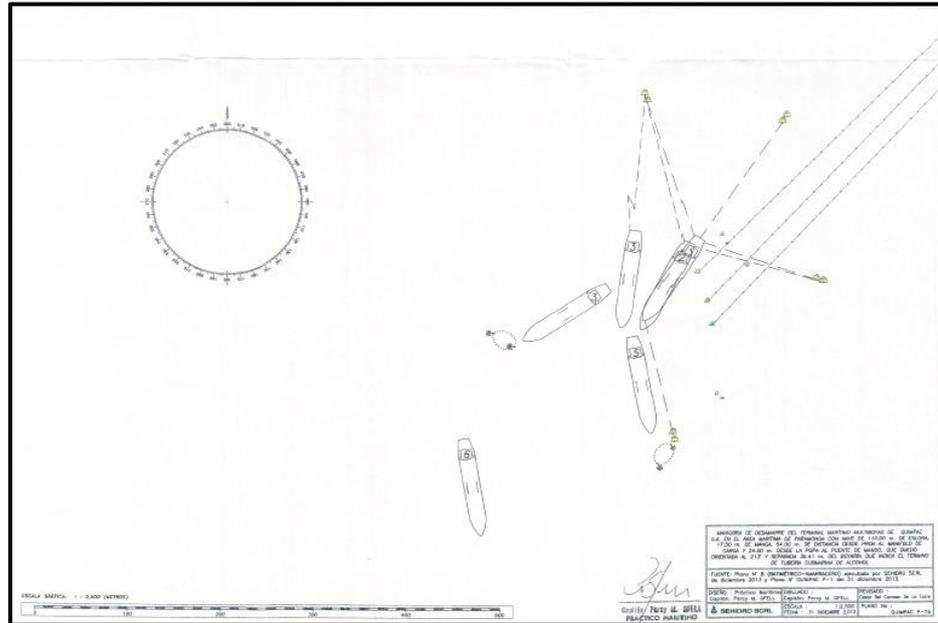
- 2) Las dos embarcaciones (que se encargarán de largar las líneas de amarre desde las boyas), se encuentren en inmediaciones del Terminal listas para apoyar la maniobra de desamarre a la orden.

(a) **Desamarre**

Desde la **POSICIÓN 1**, con ayuda las lanchas que asisten la maniobra, se largan las líneas de amarre que se encuentran colocadas en la boya de popa centro y las de proa babor cuyas gazas son retiradas de los ganchos de la boya correspondiente por el personal de dotación de las lanchas, los mismos que son cobrados abordo pasando la nave a ocupar **POSICIÓN 2**. Esta acción podrá ejecutarse simultáneamente o primero las líneas a la boya de popa centro y cuando se estime conveniente se haga lo mismo con la de proa.

A continuación, desde la **POSICIÓN 2**, con ayuda de la lancha que asiste la maniobra, se largan las líneas de amarre que se encuentran colocadas en la boya de popa babor, cuyas gazas son retiradas del gancho de la boya por el personal de dotación de la lancha, los mismos que son cobrados abordo pasando la nave a ocupar **POSICIÓN 3**.

Desde la **POSICIÓN 3**, con ayuda de la lancha que asiste la maniobra, se largan las líneas de amarre que se encuentran colocadas en la boya de popa estribor, cuyas gazas son retiradas del gancho de la boya por el personal de dotación de la lancha, los mismos que son cobrados abordo mientras se comienza a levar el ancla de babor hasta que esta se encuentra arriba (abordo) ocupando **POSICIÓN 4**.



**Figura 68: Maniobra de desamarre con Nave de 110 m de eslora**

En la **POSICIÓN 4**, se dispone llevar el ancla de estribor hasta que esta se encuentra arriba (abordo) ocupando **POSICIÓN 5**.

**(b) Alejamiento**

En **POSICIÓN 5**, después de haberse terminado de llevar el ancla de estribor, la nave inicia su Alejamiento del Terminal, evolucionando con la finalidad de quedar totalmente libre del Terminal hasta alcanzar el área de Libre Franquía (libre de obstáculos), ocupando **POSICIÓN 6**.

Al concluir la maniobra de desamarre de boyas y con la nave en “Libre Franquía” (**POSICIÓN 6**) se prescinde de las lanchas y remolcador y se informa a Costera Supe que se ha dado por terminada la operación reportando novedades si la hubiera, informando que la nave procede en demanda de fondeadero en Puerto Supe.

**(c) Travesía**

Encontrándose la nave en Libre Franquía, procederá cayendo a babor o estribor según convenga, de manera que quede

navegando hacia el Sur, dejando la Punta Guamayo, conocida también como Punta El Milagro a 1.2 de milla por la banda de babor.

Continúa navegando hasta dejar por la cuadra de babor a la desembocadura del río Pativilca, donde caerá a babor de manera tal que aprobe el Fondeadero de Carga Peligrosa u otra posición autorizada a requerimiento de la Costera SUPE.

Cuando se encuentre a 1.5 millas del fondeadero, reducirá la velocidad y se actuará con máquinas de manera que se pare la nave en el fondeadero correspondiente donde se fondeará.

Al concluir el fondeo, se informa a Costera Supe que la nave se encuentra fondeada, luego de lo cual, el Práctico podrá desembarcar.

- (7) **Maniobra de desamarre del Terminal Marítimo Multiboyas QUIMPAC S.A. Paramonga y travesía con nave de 180.00 m. de eslora, 28.00 m. de manga, 89.00 m. de distancia desde proa al manifold de descarga y 34.00 m. desde la popa al puente de mando, que quedó orientada al 213° y separada 20.00 m. del boyarín que indica el término de tubería submarina de Petróleo (ver Planos QUIMPAC P-1 y QUIMPAC P-8b).**

Después de haberse concluido la Descarga, el Loading Master (Representante del Terminal) dispondrá el retiro de manga y materiales utilizados luego de lo cual, podrá indicar al Capitán y al Práctico si la nave se encuentra lista para desamarrar del Terminal QUIMPAC Paramonga donde se encuentra ocupando **POSICIÓN 1**

El Práctico tomará conocimiento sobre las características y limitaciones de la nave conforme a la Cartilla de Práctico (Pilot Card) y las características de la nave (Ship's Particulars) y otras observaciones proporcionadas por el Capitán y dará al mismo, información sobre el cómo deberá conducirse la nave durante el Desamarre, el Alejamiento y la Travesía al Puerto de Supe.

Con el asesoramiento del Práctico, de día o de noche, en las condiciones de mar y viento imperantes y con la autorización de Costera Supe (Control de Tráfico Marítimo) la nave amarrada podrá proceder a dejar el Terminal, debiendo haberse dispuesto previamente (radio) o a través de la Agencia Marítima a cargo de la nave que:

- 1) El remolcador o los remolcadores se encuentren en el lugar requerido para asistir la maniobra.
- 2) Las dos embarcaciones (que se encargarán de largar las líneas de amarre desde las boyas), se encuentren en inmediaciones del Terminal listas para apoyar la maniobra de desamarre a la orden.

(a) **Desamarre**

Desde la **POSICIÓN 1**, con ayuda las lanchas que asisten la maniobra, se largan las líneas de amarre que se encuentran colocadas en la boya de popa centro y las de proa babor cuyas gazas son retiradas de los ganchos de la boya correspondiente por el personal de dotación de las lanchas, los mismos que son cobrados abordo pasando la nave a ocupar **POSICIÓN 2**. Esta acción podrá ejecutarse simultáneamente o primero las líneas a la boya de popa centro y cuando se estime conveniente se haga lo mismo con la de proa.

A continuación, desde la **POSICIÓN 2**, con ayuda de la lancha que asiste la maniobra, se largan las líneas de amarre que se encuentran colocadas en la boya de popa babor, cuyas gazas son retiradas del gancho de la boya por el personal de dotación de la lancha, los mismos que son cobrados abordo pasando la nave a ocupar **POSICIÓN 3**.

Desde la **POSICIÓN 3**, con ayuda de la lancha que asiste la maniobra, se largan las líneas de amarre que se encuentran colocadas en la boya de popa estribor, cuyas gazas son retiradas del gancho de la boya por el personal de dotación de la lancha, los mismos que son cobrados abordo mientras se comienza a llevar el ancla de babor hasta que esta se encuentra arriba (abordo) ocupando **POSICIÓN 4**.

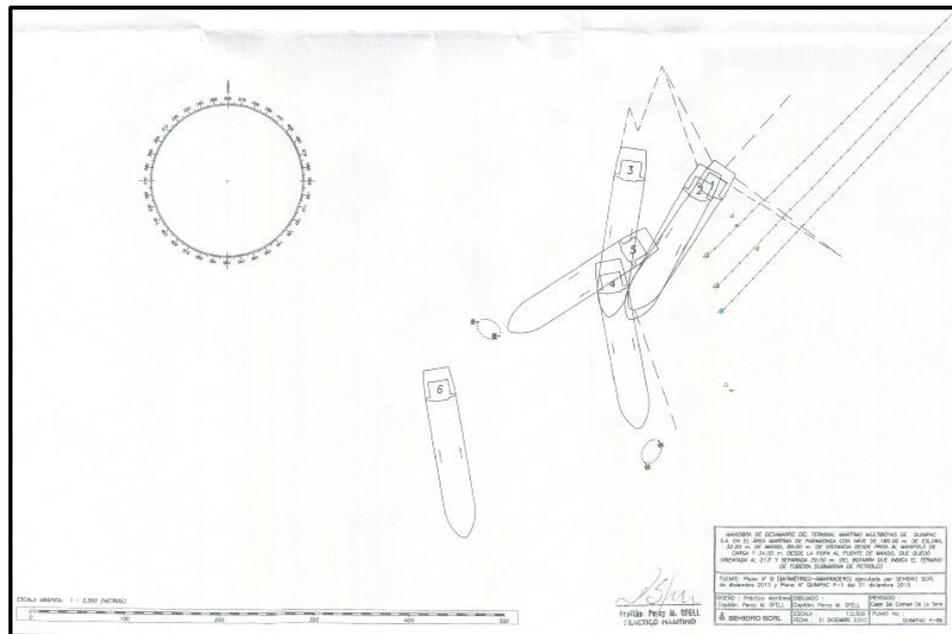


Figura 69: Maniobra de desamarre con Nave de 180 m de eslora

En la **POSICIÓN 4**, se dispone llevar el ancla de estribor hasta que esta se encuentra arriba (abordo) ocupando **POSICIÓN 5**.

#### (b) Alejamiento

En **POSICIÓN 5**, después de haberse terminado de llevar el ancla de estribor, la nave inicia su Alejamiento del Terminal, evolucionando con la finalidad de quedar totalmente libre del Terminal hasta alcanzar el área de Libre Franquía (libre de obstáculos), ocupando **POSICIÓN 6**. Al concluir la maniobra de desamarre de boyas y con la nave en “Libre Franquía” (**POSICIÓN 6**) se prescinde de las lanchas y remolcador y se informa a Costera Supe que se ha dado por terminada la operación reportando

novedades si la hubiera, informando que la nave procede en demanda de fondeadero en Puerto Supe.

**(c) Travesía**

Encontrándose la nave en Libre Franquía, procederá cayendo a babor o estribor según convenga, de manera que quede navegando hacia el Sur, dejando la Punta Guamayo, conocida también como Punta El Milagro a 1.2 de milla por la banda de babor. Continúa navegando hasta dejar por la cuadra de babor a la desembocadura del río Pativilca, donde caerá a babor de manera tal que aprobe el Fondeadero de Carga Peligrosa u otra posición autorizada a requerimiento de la Costera SUPE.

Cuando se encuentre a 1.5 millas del fondeadero, reducirá la velocidad y se actuará con máquinas de manera que se pare la nave en el fondeadero correspondiente donde se fondeará

Al concluir el fondeo, se informa a Costera Supe que la nave se encuentra fondeada, luego de lo cual, el Práctico podrá desembarcar.

**g. Descripción de la maniobra de corrida de la nave**

De acuerdo a las características del Terminal marítimo Multiboyas, no se ha considerado la maniobra de corrida de la nave, pues no es necesaria en este tipo de terminal.

**h. Plano de maniobra**

El Terminal Marítimo Multiboyas QUIMPAC Paramonga, es un terminal marítimo conformado por un área acuática. El plano de la instalación, se muestra en los anexos del presente estudio. Sin embargo, en el siguiente gráfico se muestra el Plano de maniobra, los elementos de fondeo, amarre, señalización y elementos de la instalación en la correspondiente área acuática:

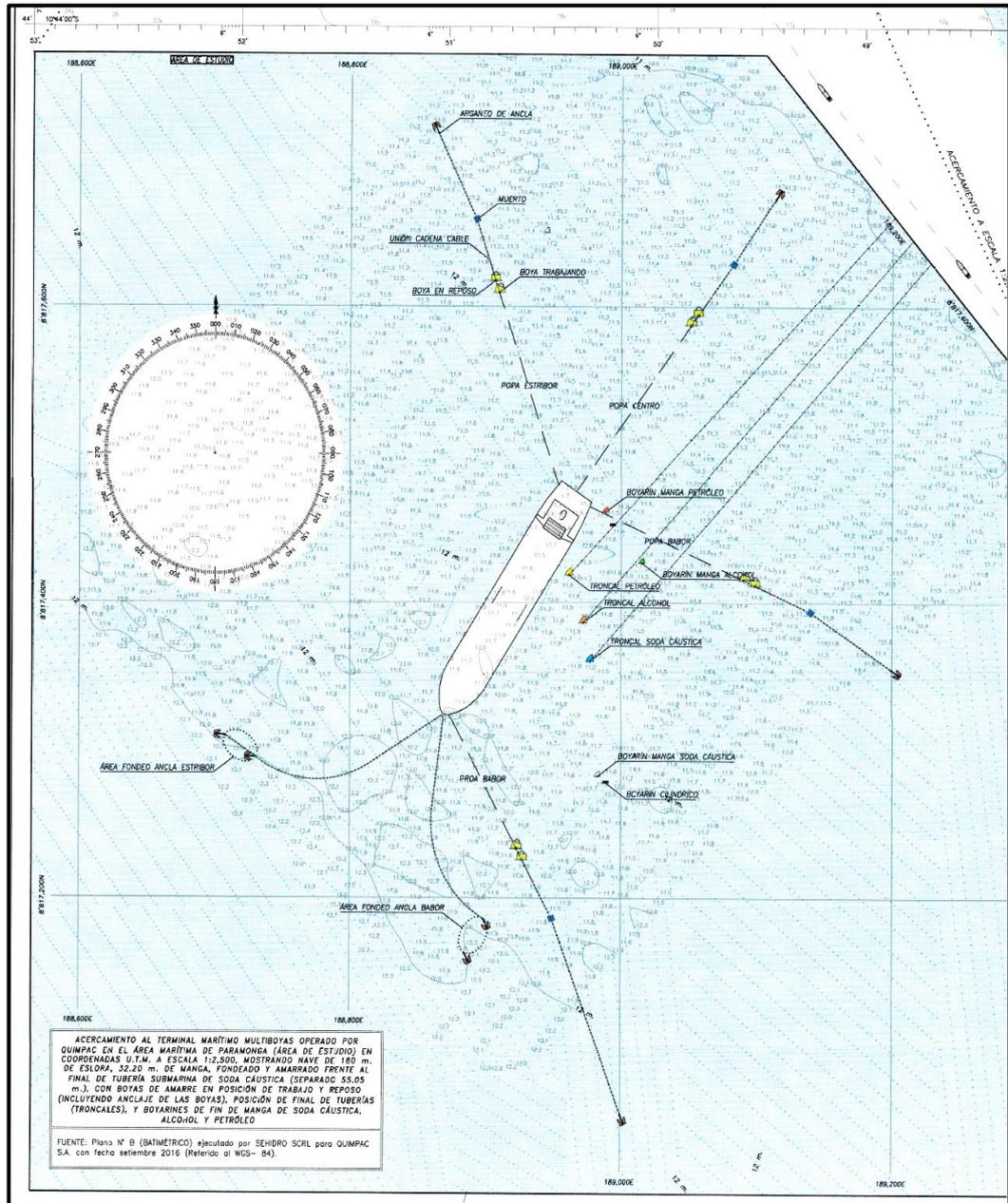


Figura 70: Plano de maniobra Terminal Marítimo Multiboyas QUIMPAC Paramonga

i. Análisis de calados máximos

(1) Determinación de calados máximos

Las ROM 2.0-11 señalan que con independencia de los calados existentes en los canales de accesos y demás áreas de maniobra que condicionan la accesibilidad y la salida de los buques, el calado de atraque será como mínimo aquel que permita el amarre y la permanencia de las naves en sus correspondientes amarraderos incluyendo las situaciones de carga o descarga programadas por el terminal, en las condiciones de seguridad requeridas.

En ese sentido, el procedimiento para determinar las profundidades de agua se basa en los criterios generales siguientes:

- Calcular los espacios ocupados por los buques, que dependen por una parte del propio buque y de los factores que afectan a sus movimientos y por otra del nivel de las aguas y los factores que afectan a su variabilidad.
- Incrementar estos espacios en los Márgenes de Seguridad.
- Comparar estos requerimientos de espacio con los disponibles o exigibles en el emplazamiento.

El procedimiento establecido en la ROM 3.1 toma en consideración múltiples factores relacionados con los barcos:

- El nivel de las aguas, los fondos y los márgenes de seguridad.
- Sigue el método determinístico (salvo en oleaje). Está preparado para aplicar el método semiprobabilístico cuando existan datos fiables.
- Establece criterios de verificación en el plano de crujía y en las bandas del buque.
- Establece criterios para optimizar el nivel de las aguas que se utilice como referencia.

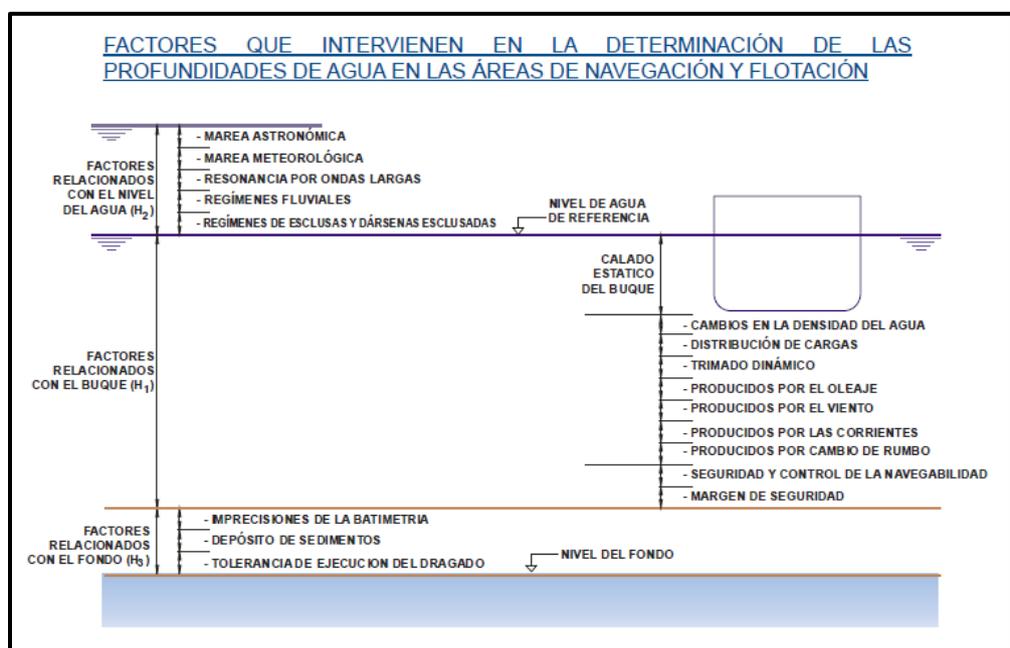


Figura 71: Nivel de agua de referencia – calado estático en agua de mar – nivel de fondo nominal = UKC bruto

---

## **Agrupación de factores por bloques**

- **Factores relacionados con el buque (H1)**

Son todos aquellos que pueden ocasionar que algún punto del casco del buque alcance una cota más baja que la correspondiente a quilla plana en condiciones estáticas en agua de mar.

- **Factores relacionados con el nivel del agua (H2)**

Son todos aquellos que afectan a la variabilidad del nivel de las aguas y que determinan el plano de referencia para emplazar el buque.

- **Factores relacionados con el fondo (H3)**

Son todos aquellos que determinan el nivel del fondo que deberá tomarse como referencia para asegurar que la profundidad normal requerida por el buque (H1+H2) está disponible en el emplazamiento.

### **Criterios generales para la consideración de los bloques de factores**

Los tres bloques citados anteriormente no necesitan siempre ser objeto de análisis detallado:

- El bloque de factores relacionados con el buque normalmente debe analizarse en todos los casos. Los valores que se obtengan dependen en gran medida de las Condiciones Límite de Operación que se establezcan para las diferentes maniobras.
- El estudio de los factores relacionados con el nivel de las aguas se omite cuando la determinación de calados se efectúa a partir del nivel más bajo que puedan alcanzar las aguas.

- El bloque de factores relacionados con el fondo normalmente sólo se considera cuando se trata de realizar proyectos de dragado, pero no cuando se evalúa la navegación de un buque por zonas de calados controlados, en donde, habitualmente, se parte de un nivel conocido del fondo.

## **(2) Factores relacionados con el buque (bloque H1)**

### **(a) Calado estático de los buques (De)**

El calado estático de los buques se determinará para flotación en agua de mar y corresponderá, para cada tipo de barcos (petroleros, graneleros, etc.), al de mayor calado que pueda operar en la instalación según las condiciones previstas de explotación de la misma; en el supuesto de que el estudio se realice considerando la flota subdividida en tramos se considerará el más desfavorable de cada tramo. En ausencia de datos más concretos se considerará que para cada tipo de buques el de más calado corresponderá al de mayor desplazamiento. Dado que en el proceso de determinación de las profundidades de agua en las Áreas de Navegación y Flotación intervienen otros parámetros además del calado del buque, será necesario, en general, analizar los casos más desfavorables correspondientes a los diferentes tipos de buques que puedan operar en el Área, sin que sea válida la simplificación de analizar exclusivamente un solo buque correspondiente al de mayor calado de todos ellos. En general el análisis se efectuará suponiendo que alguna vez los buques operarán a plena carga.

### **(b) Cambios en la densidad del agua (*ds*)**

Se incluye en este concepto el cambio en el calado del buque producido por variaciones en la densidad del agua en la que navega (salinidad, temperatura, sólidos en suspensión, etc.). Dado que los calados de los buques se determinan habitualmente para la condición más desfavorable con densidades del agua del mar, la

corrección sólo debe aplicarse cuando el barco pasa de navegación en agua salada a navegación en agua dulce, ocasionándose incrementos del calado estático del buque del 3%.

### **(C) Sobrecalados por distribución de cargas (dg)**

Se incluyen en este concepto los incrementos de calado (dg) que se producen en el buque en relación con su situación de quilla a nivel, debidos a trimados, escoras o deformaciones ocasionadas por diferentes condiciones de la carga. No se incluye en este concepto los sobrecalados debidos a escoras por carga irregular o desplazamientos de cargas.

Estos sobrecalados alcanzan su mayor valor a proa o popa del buque en donde pueden cuantificarse para mercantes a plena carga en un máximo de 0,0025 Lpp (eslora entre perpendiculares); para grandes petroleros o graneleros pueden reducirse a 0,0015 Lpp y para otro tipo de buques pueden cifrarse en 0,0020 Lpp. Estos valores también pueden considerarse como característicos tanto a efectos de estudios determinísticos como semiprobabilísticos, dada la pequeña cuantía de los mismos.

### **(d) Trimado dinámico o “squat” (dt)**

Se entiende por trimado dinámico o «squat» el incremento adicional de calado de un buque en relación con el nivel estático del agua, producido por el movimiento del barco a una velocidad determinada.

La navegación de un buque en aguas tranquilas ocasiona una velocidad relativa entre el barco y el agua. Esta diferencia de velocidades altera la distribución de presiones hidrodinámicas alrededor del buque generando los efectos siguientes:

- Un descenso del nivel del agua, que es variable a lo largo de la eslora del buque.

- Una fuerza vertical descendente actuando sobre el casco del buque y un momento con relación al eje horizontal transversal, que ocasionan un desplazamiento del buque en su plano longitudinal de simetría, que se compone por tanto de dos movimientos:
  - Una traslación vertical descendente uniforme.
  - Un giro sobre el eje horizontal transversal.

El trimado dinámico es la combinación de ambos efectos (descenso del nivel del agua y los dos movimientos) que producen variaciones del calado del buque de distinto valor a lo largo de su eslora.

Para la navegación que se efectúe en la fase final de las maniobras de aproximación y atraque, o a comienzo de las de salida, en las que la velocidad es inferior a 1 m/s y suele efectuarse con ayudas de remolcadores, puede considerarse que el efecto del squat es despreciable.

#### **(e) Acción y efectos del oleaje**

De acuerdo al ROM 3.1-99, en todas las maniobras que se consideran del buque es imprescindible analizar la incidencia del oleaje, ya que, en cualquier Área de Navegación o Flotación, por resguardada que se encuentre, siempre será posible que se presenten olas, frecuentemente asociadas a la presencia de viento.

El casco de un buque se estudia y diseña para que su deslizamiento sea óptimo en condiciones normales de navegación. Todo movimiento, ya sea de balance o cabeceo que van asociados muy caracterizadamente a la presencia del oleaje, modifica el flujo del agua alrededor del casco, y al destruir la armonía de las líneas de corriente se produce un efecto de frenado por aumento de la resistencia.

Por otra parte, la ola que no llega a romper arrastra en el sentido de su propagación a la parte del buque que se encuentra sobre una cresta y en sentido contrario a la que está más cerca de su seno. En consecuencia, el buque, al desplazarse a través de estas olas, sufre acciones evolutivas alternadas que tienden a hacerlo seguir una trayectoria en zigzag. Este efecto es tanto más pronunciado cuanto mayor es la altura de la ola y cuanto más se aproxima la eslora del buque a una semilongitud de aquélla.

**(f) Movimientos del buque producidos por el oleaje**

Los efectos del oleaje sobre el buque pueden ocasionar un incremento ( $dw$ ) considerable en los requerimientos de calado del barco. La magnitud de estos movimientos verticales depende de los parámetros del oleaje (altura, período y dirección), de las características del barco (tipo de barco, calado, condiciones de carga y velocidad de navegación) y de la profundidad de agua existente en el emplazamiento.

Al respecto, es posible establecer los criterios simplificados que se recogen en la Tabla 7.1. del ROM 3.1-99 para evaluar los incrementos de calado necesarios para hacer frente a los movimientos debidos al oleaje. Esta tabla toma en consideración los factores siguientes:

- El método de estudio, ya sea determinístico o semiprobabilísticos, estableciendo los valores máximos esperables del movimiento vertical del buque, aplicables en uno y otro caso.
- El desplazamiento de los buques en función del porcentaje de carga.
- La velocidad del buque, llegando a considerar el caso de buques parados. Para buques amarrados o fondeados las restricciones impuestas por amarras y anclas tenderán en general a reducir los movimientos, por lo que los valores que se obtengan en estos casos estarán normalmente del lado de la seguridad.

- La relación entre la profundidad de agua disponible en el emplazamiento (en condición de reposo) y el calado del buque.
- La dirección de actuación del oleaje en relación con el buque.
- Las características del oleaje. El procedimiento recomendado supone en primera aproximación que el espectro de los movimientos verticales del buque es proporcional al espectro del oleaje.

TABLA 7.1. MOVIMIENTOS VERTICALES DEL BUQUE DEBIDOS A LA ACCION DEL OLAJE								
	Altura de la ola (m)							
	0,50	1,00	1,50	2,00	2,50	3,00	3,50	4,00
Eslora del buque ( $L_{pp}$ en m)	Desplazamiento vertical (m)							
75	0,10	0,17	0,34	0,58	0,76	1,02	1,30	1,58
100	0,05	0,14	0,28	0,46	0,65	0,87	1,12	1,36
150	0,00	0,09	0,20	0,34	0,51	0,69	0,87	1,08
200	0,00	0,05	0,15	0,26	0,40	0,57	0,72	0,92
250	0,00	0,03	0,10	0,21	0,33	0,48	0,63	0,80
300	0,00	0,00	0,07	0,16	0,25	0,39	0,56	0,68
400	0,00	0,00	0,04	0,11	0,18	0,31	0,51	0,58

Figura 72: Movimientos verticales del buque debido a la acción del oleaje

### (g) Escoras del buque por la acción del viento

La actuación del viento sobre el buque produce movimientos de escora que dan lugar a sobrecalados ( $dv$ ) cuya cuantía depende de las características dinámicas del buque y de la acción del viento que se considere. Este efecto es prácticamente despreciable para la actuación de vientos longitudinales, teniendo una mayor incidencia en el caso de vientos transversales, si bien su repercusión en los calados también es mínima salvo en el caso de embarcaciones de casco plano o de algunas embarcaciones menores de navegación a vela.

### **(h) Escoras de buques por la acción de la corriente**

El movimiento de un buque en navegación sometido a la acción de la corriente, una vez alcanzado el régimen de equilibrio permanente, no produce escoras ni sobrecargados adicionales, ya que la línea de acción de la resultante de las cargas de la corriente sobre el buque coincide con la de las cargas de deriva, no existiendo ningún par desequilibrado generador de ángulos de balance; sin embargo, cuando se altera la situación de equilibrio permanente debido a la presencia de corrientes de actuación variable, lo que sucede frecuentemente en el caso de corrientes transversales por cambios en la alineación de la vía navegable o por interposición de obstáculos físicos, puede presentarse un par desequilibrado ocasionado porque el equilibrio de las fuerzas de la corriente sobre el buque no se produce con las fuerzas de deriva aplicadas en el centro de deriva, sino con las fuerzas de inercia aplicadas en el centro de gravedad

### **(i) Escoras del buque por cambios de rumbo**

Los efectos de escora debidos a la actuación del timón se manifiestan mediante dos movimientos de signos opuestos. En el primer momento en que se pone timón a la banda y antes de que el buque comience a caer, el buque se escorará hacia ese costado porque el centro de presión de la pala del timón está siempre situado por debajo del centro de gravedad del barco. Normalmente este ángulo de escora inicial será pequeño. A medida que el buque comience y continúe su caída se irá desarrollando una fuerza centrífuga aplicada en el centro de gravedad del barco, de valor muy superior a la que actúa en la pala del timón y de sentido contrario, por lo que su acción no sólo anula la escora inicial sino que produce una nueva escora hacia el otro costado, es decir, hacia la banda opuesta a la de caída y de mayor amplitud que la anterior.

La determinación de la escora producida por el cambio de rumbo se determina en este segundo supuesto más desfavorable, admitiendo que las fuerzas centrífugas aplicadas en el centro de gravedad se equilibran con las fuerzas de deriva aplicadas en el centro de deriva, despreciando por tanto el efecto de la carga en la pala del timón o la componente transversal de la acción de las hélices.

**(j) Resguardo para seguridad y control de maniobrabilidad del buque**

El resguardo para seguridad y control de la maniobrabilidad del buque (rvsm) es el espesor mínimo de la lámina de agua que debe quedar bajo la quilla para que el barco pueda mantener el control de la navegación. Para su determinación se tomarán los valores indicados en la Tabla 7.2, en los que se ha supuesto que siempre se cuenta con el Margen de Seguridad (rvsd), por lo que en ningún caso podrán aceptarse valores de “rvsm + rvsd” inferiores a los que se indica en dicha Tabla, medidos en la crujía del buque. Estos valores se tomarán como característicos tanto si el estudio se realiza por métodos determinísticos como semiprobabilísticos.

**(k) Margen de seguridad**

El margen de seguridad (rvsd) es el resguardo vertical libre que deberá quedar siempre disponible entre el casco del buque y el fondo. Para su determinación se tomarán los valores indicados en la Tabla 7.2 que tienden a minimizar el riesgo de contacto del barco con el fondo atendiendo a la naturaleza de éste. Este margen de seguridad deberá tomarse siempre en consideración, tanto si se utilizan métodos determinísticos como semiprobabilísticos.

En la presente Recomendación no se establecen resguardos adicionales atendiendo al tipo de buques o a la naturaleza de la carga, ya que se considera que la navegación debe ser igualmente segura en todos los casos. En el supuesto de que en algún caso

particular se desee adoptar precauciones adicionales de seguridad al respecto, se recomienda adoptar condiciones de operación más restrictivas para determinados tipos de buques, como la velocidad límite del viento más reducida, en lugar de incrementar las exigencias de un mayor calado.

TABLA 7.2. RESGUARDOS PARA SEGURIDAD Y CONTROL DE LA MANIOBRABILIDAD DEL BUQUE ( $r_{sm}$ ) Y MARGEN DE SEGURIDAD ( $r_{sd}$ )			
	$r_{sm}$	$r_{sd}$	$r_{sm} + r_{sd}$
<b>1. Buques de gran desplazamiento (&gt; 30.000 t)</b>			
— Navegación sobre fondos limosos o arenosos			
• Velocidad del buque no limitada (> 8 nudos)	0,80 m	0,30 m	0,90 m
• Velocidad del buque limitada ( $\leq 8$ nudos)	0,30 m	0,30 m	0,60 m
• Buque parado (muelles, atraques, etc.)	0,00 m	0,30 m	0,30 m
— Navegación sobre fondos rocosos			
• Velocidad del buque no limitada (> 8 nudos)	0,80 m	0,80 m	1,20 m
• Velocidad del buque limitada ( $\leq 8$ nudos)	0,30 m	0,60 m	0,90 m
• Buque parado (muelles, atraques, etc.)	0,00 m	0,60 m	0,60 m
<b>2. Buques de mediano y pequeño desplazamiento (<math>\leq 10.000</math> t, excepto embarcaciones menores, deportivas y pesqueros)</b>			
— Navegación sobre fondos limosos o arenosos			
• Velocidad del buque no limitada (> 8 nudos)	0,30 m	0,30 m	0,60 m
• Velocidad del buque limitada ( $\leq 8$ nudos)	0,20 m	0,30 m	0,50 m
• Buque parado (muelles, atraques, etc.)	0,00 m	0,30 m	0,30 m
— Navegación sobre fondos rocosos			
• Velocidad del buque no limitada (> 8 nudos)	0,30 m	0,60 m	0,90 m
• Velocidad del buque limitada ( $\leq 8$ nudos)	0,20 m	0,60 m	0,80 m
• Buque parado (muelles, atraques, etc.)	0,00 m	0,60 m	0,60 m
<b>3. Buques de desplazamientos comprendidos entre 10.000 y 30.000 t.</b>			
— Interpolación linealmente en función del desplazamiento indicado en los apartados 1 y 2			

Figura 73: Resguardos para seguridad y control de la maniobrabilidad del buque

### (3) Factores relacionados con el nivel de las aguas (bloque H<sub>2</sub>)

En este bloque se consideran algunos factores, los cuales no son aplicables al presente Estudio y los otros no son considerados debido a que la determinación de calados se ha efectuado a partir del nivel más bajo que puedan alcanzar las aguas:

- Marea astronómica
- Marea meteorológica
- Resonancias por fenómenos de ondas largas
- Regímenes fluviales
- Esclusas y dársenas esclusadas
- Nivel de agua de referencia

#### (4) Factores relacionados con el fondo marino (bloque H<sub>3</sub>)

Para que la profundidad nominal de agua requerida en un Área de Navegación o Flotación puede quedar garantizada, se precisa tomar en consideración la suma de los factores siguientes (*H* 3).

##### (a) Margen para imprecisiones de la batimetría

Se incluye en este concepto el resguardo adicional que debe preverse para cubrir las imprecisiones de la batimetría. En el estado actual de la técnica de investigación batimétrica realizada con ecosonda y sonar de barrido lateral o sistemas equivalentes puede considerarse que la precisión de los registros obtenidos es superior al 99% de la profundidad de agua existente; las imprecisiones de la batimetría no proceden normalmente del equipo de registro sino de las oscilaciones que puedan presentarse en la embarcación en la que se instalan, oscilaciones que a su vez se deben fundamentalmente al oleaje máximo que se admita durante la campaña de toma de datos y que pueden evitarse con un sistema de compensación del oleaje. Suponiendo que este oleaje está limitado a olas de 0,50 m de altura significativa en aguas exteriores y en 0,25 m en aguas interiores, pueden considerarse los márgenes siguientes:

Aguas exteriores/interiores	Con sistemas de Compensación del oleaje	Sin sistemas de Compensación del oleaje
— Aguas exteriores	1 % de la profundidad de agua	0,25 m + 1 % de la profundidad de agua
— Aguas interiores	1% de la profundidad de agua	0,10 m + 1 % de la profundidad de agua

**Figura 74: Margen para imprecisiones de la batimetría**

Para el área de maniobra del amarradero del Terminal Marítimo Multiboyas de Paramonga, se ha considerado aplicar la condición de aguas exteriores, con sistema de compensación de ola, por lo tanto, para la profundidad de 11 metros, se considera H<sub>3</sub> como: 0.11 m.

## (5) Comprobaciones a realizar referentes a los factores relacionados con el buque

Para determinar la cota más baja que puede alcanzar el buque, incluidos los resguardos para la seguridad y control de la maniobrabilidad y el margen de seguridad, en relación con el nivel de las aguas de referencia se efectuarán las valoraciones siguientes, tomándose la más desfavorable de las dos, en donde las distintas variables tienen el significado definido en los párrafos anteriores:

### (a) Determinación en la crujía del buque:

$$H_1 = D_e + d_s + d_g + d_t + 0.7 d_w + r_{vsm} + r_{vsd}$$

Los valores de las variables de acuerdo a la aplicabilidad para el presente Estudio, según lo definido anteriormente, son los siguientes:

-	$D_e =$	10	<i>Se ha considerado el calado estático señalado en las características del buque de mayor porte.</i>
-	$d_s =$	0	(No es aplicable, ya que la nave permanece en agua de mar)
-	$d_g =$	0.356	(0,0020 Lpp)
-	$d_t =$	0	(Debido a que la profundidad del área de maniobra es de 12 mts. con zonas de hasta 11 mts. en las cercanías del amarradero, no hay problema con la profundidad producida por el trimado dinámico).
-	$d_w =$	0.15	(Factor hallado de Tabla 7.1 ROM)
-	$r_{vsm} =$	0	(Factor hallado de Tabla 7.2 ROM)
-	$r_{vsd} =$	0.3	(Factor hallado de Tabla 7.2 ROM)

Reemplazando tenemos:

$$H_1 = 10 + 0 + 0.356 + 0 + 0.7(0.15) + 0 + 0.3$$

Luego de lo cual se obtiene el Valor de  $H_1$

$$H_1 = 10.761$$

Adicionalmente si consideramos que:

$H_2 = 0$  (Como se ha mencionado anteriormente no se considerará el estudio de los factores relacionados con el nivel de las aguas ( $H_2$ ), debido a que la determinación de calados se ha efectuado a partir del nivel más bajo que puedan alcanzar las aguas).

$H_3 = 0.11$  (Tampoco se debería considerar el bloque de factores relacionados con el fondo ( $H_3$ ), debido a que normalmente sólo se considera cuando se trata de realizar proyectos de dragado, pero no cuando se evalúa la navegación de un buque por zonas de calados controlados, en donde, habitualmente, se parte de un nivel conocido del fondo. Sin embargo, para efectos del presente Estudio, se considerará con un valor de 0.11 m.

Y sabemos que la Profundidad de Seguridad es =  $H_1 + H_2 + H_3$

**Obtenemos finalmente que la Profundidad de Seguridad en la crujía del buque=10.87**

**(b) Determinación en las bandas de babor o estribor del buque:**

$$H_1 = De + ds + dg + dt + dw + dv + dc + dr + 0.7 \cdot rvsm + rvsd$$

Los valores de las variables de acuerdo a la aplicabilidad para el presente Estudio, según lo definido anteriormente, son los siguientes:

-	$De =$	10	Se ha considerado el calado estático señalado en las características del buque de mayor porte.
-	$ds =$	0	(No es aplicable, ya que la nave permanece en agua de mar)
-	$dg =$	0.356	(0,0020 Lpp)
-	$dt =$	0	(Debido a que la profundidad del área de maniobra es de 12 mts. con zonas de hasta 11 mts. en las cercanías del amarradero, no hay problema con la profundidad producida por el trimado dinámico).
-	$dw =$	0.15	(Factor hallado de Tabla 7.1 ROM)
-	$dv =$	0	Este efecto es prácticamente despreciable para la actuación de vientos longitudinales. En el caso del presente estudio, el efecto es mínimo en el área de maniobra y en las cercanías de este la profundidad de agua disuelve dicho efecto.
-	$dc =$	0	El movimiento de un buque en navegación sometido a la acción de la corriente, una vez alcanzado el régimen de equilibrio permanente, no produce escoras ni sobre calados adicionales.
-	$dr =$	0	Cuando se pone timón a la banda y antes de que el buque comience a caer, el buque se escorará hacia esa banda. La maniobra no exige mayores cambios de rumbo, por lo que no se considera este efecto en la maniobra de la nave
-	$rvsm =$	0	(Factor hallado de Tabla 7.2 ROM)
-	$rvsd =$	0.3	(Factor hallado de Tabla 7.2 ROM)

Reemplazando tenemos:

$$H_1 = 10 + 0 + 0.356 + 0 + 0.15 + 0 + 0 + 0 + 0.7(0) + 0.3$$

Luego de lo cual se obtiene el Valor de  $H_1$

$$H_1 = 10.806$$

Adicionalmente si consideramos que:

$$H_2 = 0 \quad (\text{Por las mismas consideraciones indicadas en el punto (a)})$$

$$H_3 = 0.11 \quad (\text{Por las mismas consideraciones indicadas en el punto (a)})$$

Y sabemos que la Profundidad de Seguridad es =  $H_1 + H_2 + H_3$

**Obtenemos finalmente que la Profundidad de Seguridad en las bandas de babor o estribor del buque =10.916**

Para el presente Estudio se considerará la cota más baja, es decir el valor de 10.916

## **2.4 DESCRIPCIÓN DE CONDICIONES QUE AFECTEN LA MANIOBRA DE LAS NAVES**

En este punto se analizarán los factores que afectan el comportamiento de un buque durante su ingreso a las instalaciones de un terminal marítimo. En el caso del Terminal Marítimo Multiboyas QUIMPAC Paramonga, este se encuentra en mar abierto, es decir no está protegido por una rada, lo que le permite contar con un espacio de maniobra lo suficientemente amplio para las operaciones de ingreso y salida de las naves que amarren en este Terminal; más aún si se tiene en consideración que dicho Terminal cuenta con la capacidad de recibir sólo una nave por vez. Sin embargo, no se pueden descartar condiciones de maniobrabilidad de otras naves navegando por el área y condiciones hidrográficas y meteorológicas que podrían influir sobre las maniobras de las naves que ingresen o salgan del Terminal, motivo por el cual el Capitán junto con el Práctico, deberán verificar antes de iniciar la maniobra, las condiciones hidrográficas y meteorológicas; así como, los movimientos de otras naves presentes en el área.

El comportamiento de un buque puede diferir mucho del de otro de distinto tipo, pero siempre hay principios básicos de maniobra que se aplican a todos en general. Para poder apreciar con cierta exactitud el movimiento que adquirirá un buque es indispensable conocer la naturaleza y magnitudes de las fuerzas que actúan sobre el mismo. Las fuerzas que influyen o pueden influir en el movimiento de un buque al momento de ingresar a un Terminal marítimo son múltiples como, por ejemplo: las aplicadas en la propulsión y el timón de la nave; así como, la influencia del calado y la escora durante la maniobra. Del mismo modo, tenemos las fuerzas debidas al viento, corrientes, olas, efecto de las bajas profundidades, efecto de succión y rechazo de las orillas, entre otros factores.

Algunas de estas fuerzas son propias del buque, otras son fuerzas ocasionadas por la naturaleza y escapan al control del Capitán y del Práctico, pero pueden y deben ser utilizadas por éstos durante su ingreso al Terminal para llevar a buen fin la maniobra. Cada una de las fuerzas antes citadas puede producir efectos importantes sobre el buque que se maniobra, pero hay que tener presente que las mismas son sólo fuerzas y que su acción

resultante sobre el movimiento de aquél se pondrá de manifiesto tomando en consideración los efectos de inercia. Todo buque, ya sea estando en reposo o una vez en movimiento, debido a su masa tiene gran inercia para oponerse a las aceleraciones lineales, y al mismo tiempo ofrece un momento de inercia considerable que se opone a las aceleraciones angulares.

### **Sistema de Propulsión**

Todo cuerpo al moverse en el agua experimenta sobre sí mismo una fuerza que se opone al movimiento, es decir, una resistencia al avance. La evaluación de esta resistencia es un proceso complejo que excede al alcance de esta recomendación, precisando recurrir habitualmente a ensayos en modelo reducido, formulaciones complejas y modelos numéricos. A título indicativo se relacionan los factores más importantes que inciden en su determinación.

- La forma de la carena del buque.
- El estado de conservación de la carena.
- Los apéndices del buque que modifican la hidrodinámica de la carena (hélices, timón, etc.).
- El estado del mar (corrientes, oleajes, etc.).
- Las modificaciones en el estado del mar producidas por la propia navegación del buque. Para vencer esta resistencia al avance es necesario disponer de un mecanismo que ejerza una fuerza opuesta a ella, mecanismo que se llama Propulsor, y a la fuerza producida por él se denomina empuje.

### **Acción del timón**

El timón es el elemento principal de gobierno del buque por medio del cual puede éste conservar su rumbo o alterarlo a voluntad. De una forma esquemática el timón está formado por una plancha denominada pala, giratoria, a voluntad del maniobrista, sobre un eje habitualmente vertical denominado mecha, con lo que se consigue generar fuerzas debidas a la

incidencia del flujo de agua sobre él, que se utilizan para dirigir la navegación del barco. Las funciones principales del timón son por tanto dos:

- Producir el momento de gobierno necesario para iniciar la caída del buque a una u otra banda.
- Mantener al buque cayendo en ese sentido, si así se desea, venciendo la resistencia ofrecida por la presión del agua que actúa sobre el casco, que tiende a impedir ese movimiento.

En la práctica el timón permite mantener al buque navegando sobre una derrota rectilínea cuando el viento o el efecto del mar tienden a modificar su rumbo, y a la vez sirve para hacerle evolucionar durante las maniobras en puertos, canales o aguas abiertas.

La eficacia del timón depende de que exista un flujo que incida sobre él formando un cierto ángulo con la orientación de la pala; si la velocidad del flujo incidente es baja o nula el rendimiento del timón es mínimo; si el timón está orientado a la vía sin formar un ángulo con el flujo incidente, las fuerzas generadas en el timón serán exclusivamente en sentido longitudinal al buque, sin capacidad de propiciar acciones de gobierno. La velocidad del flujo incidente viene dada por la velocidad de avance o retroceso del buque, modificada en la zona de emplazamiento del timón por las formas del casco, más la velocidad del flujo inducido por la propia hélice, cuya influencia será diferente según cual sea la posición relativa del timón con respecto a la hélice y según que la hélice gire en sentido de avance o de retroceso.

El análisis de las fuerzas generadas en la pala del timón por un flujo de agua incidente sobre él con un ángulo  $\alpha$ , puede dividirse en sus dos componentes: una en la dirección de la pala, debida fundamentalmente a las fuerzas de rozamiento, cuyo valor es despreciable, y otra perpendicular a la pala "**PT**", denominada fuerza de presión normal o fuerza del timón, cuyo punto de aplicación se llama centro de presión de la pala. El efecto de esta fuerza "**PT**" referido al centro de gravedad del buque puede descomponerse en dos

componentes en los sentidos longitudinal y transversal del buque, ***PTL*** y ***PTN*** respectivamente, y un momento ***Me*** denominado “momento evolutivo” que tiende a hacer girar el buque en el plano horizontal, (despreciando otros momentos secundarios sobre otros ejes).

Si se analizan estos efectos del timón en un buque que navega avante con máquinas avante, según la figura que se presenta a continuación, se puede apreciar que la componente longitudinal ***PTN*** hace abatir el buque a la banda opuesta a la que se metió la pala del timón y el momento evolutivo ***Me*** tiende a girar el buque haciéndole caer con su proa hacia la banda donde se puso el timón.

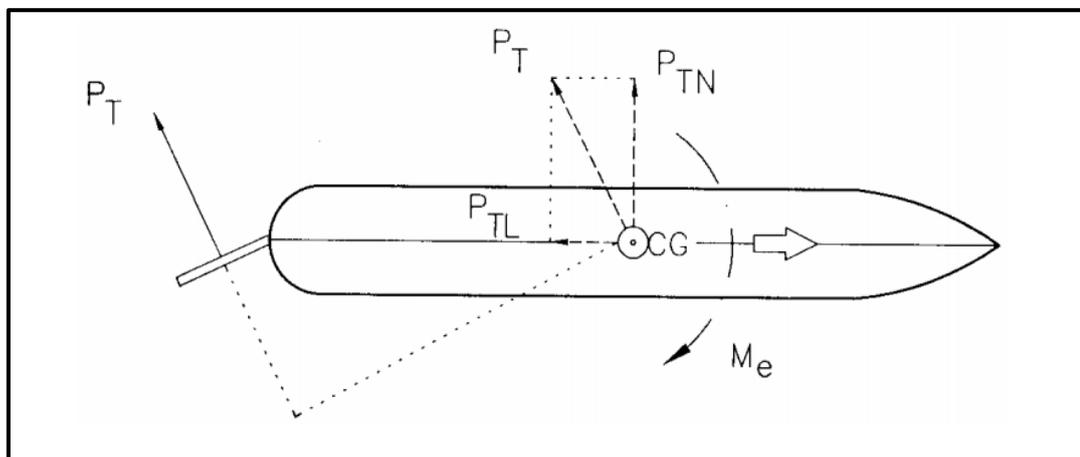


Figura 75: Esquema de actuación del timón (nave avante con máquinas avante)

### Calado y Asiento en la Maniobra

Este factor es muy importante, debido a que las diferencias de calado de la nave afectan las condiciones de maniobra, teniendo las naves en carga por lo general, una curva evolutiva de mayor dimensión que cuando dichas naves se encuentran en lastre. 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. Dado que las fuerzas que intervienen en la evolución del buque no están situadas todas ellas en el mismo plano horizontal se producirán efectos de cabeceo y balance, de los cuales los más importantes son estos últimos. Para el caso de un buque en navegación avante, en el primer momento en que se pone timón a la banda y antes de que el buque comience a caer, es probable que el buque se escore algo hacia ese costado porque el centro de presión de la pala del timón está siempre situado por debajo del centro de gravedad. Normalmente el ángulo de escora inicial es pequeño.

A medida que el buque comienza y continua su caída, se va estableciendo una aceleración hacia el centro de curvatura causada por la fuerza centrípeta, que se ejerce en un punto llamado centro de deriva ubicado más abajo que el centro de gravedad en donde esta aplica la fuerza centrífuga que lo equilibra. Como la fuerza centrípeta es muy superior a la del timón, su acción no solo anula la escora inicial, sino que produce una nueva escora hacia el otro costado, es decir hacia la banda opuesta a la de caída, y de mayor amplitud que la anterior.

### **Acción y efectos del viento**

El viento reinante en las inmediaciones del Terminal Marítimo Multiboyas QUIMPAC Paramonga tiene dirección sur y su velocidad va en aumento desde el orto, hasta alcanzar un promedio de 4 a 8 metros por segundo durante el día. Como es sabido, en todas las maniobras el viento es uno de los principales factores a considerar, especialmente cuando el buque está descargado y presenta una mayor área expuesta al viento, ya que, con mayor o menor intensidad, el viento sopla prácticamente en todo momento.

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.

Si el viento es fuerte, influye marcadamente en la acción del timón y de las hélices en marcha avante y modifica las leyes de las evoluciones con el buque en marcha atrás. La acción del viento uniforme se esquematiza en la figura en la que se ha representado en planta la fuerza resultante horizontal  $R_v$  sobre la obra muerta del buque, cuya línea de acción normalmente no pasará por el centro de gravedad del barco, por lo que el sistema de fuerzas referido a este punto puede descomponerse en los siguientes efectos parciales:

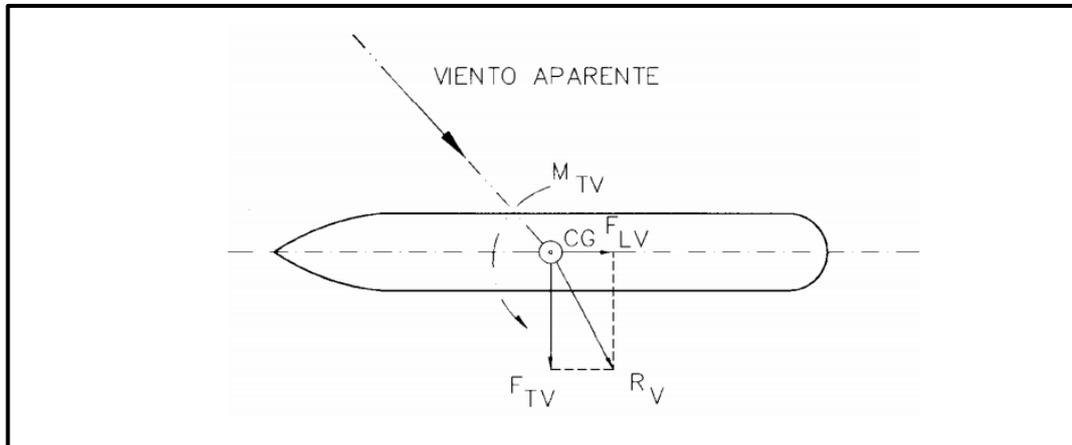
- Una componente  **$FLV$**  en el sentido longitudinal que tiende a hacer avanzar o retroceder al buque, según cual sea el ángulo de incidencia del viento.
- Una componente  **$FTV$**  en el sentido transversal del buque que tiende a desplazarle con un movimiento de deriva.
- Un Momento Resultante  **$Mtv$**  que trata de hacer evolucionar al buque girándolo en el sentido correspondiente sobre un eje vertical.

Adicionalmente a estos tres esfuerzos principales podría considerarse la componente en el sentido vertical del buque que produciría movimientos de alzada y los dos momentos sobre los ejes longitudinal y transversal que producirían movimientos de cabeceo y balance (ver fig. 7.04), algunos de los cuales podrá ser necesarios tomar en consideración para determinar los sobrecargados del buque debidos a la actuación del viento. El efecto de la acción del viento tenderá a llevar al buque en conjunto a sotavento, con una forma de abatimiento que dependerá de la fuerza resultante  **$Rv$**  y del sistema de fuerzas que equilibren a esta.

En el caso más general se llama posición de equilibrio a aquella en que las acciones de las hélices, del timón, del viento, del mar y de cualesquiera otras acciones exteriores se compensan de modo tal que el buque adquiere un movimiento en línea recta. En todos estos casos en los que el buque está en movimiento habrá que tomar en consideración que el viento realmente actuante sobre el buque es el viento aparente o relativo, cuya dirección e intensidad son las resultantes del viento absoluto real y de una velocidad igual y contraria a la absoluta del buque.

La manera cómo reacciona un buque a la fuerza del viento depende fundamentalmente de la dirección e intensidad del viento aparente, de la forma y distribución de la superestructura de su obra muerta, de la forma de la carena, de la diferencia de calados entre proa y popa y de la dirección y velocidad del movimiento del buque a través del agua.

A continuación, se analizan las posiciones de equilibrio para buque al garete, con arrancada avante y con arrancada atrás.



**Figura 76: Acción del viento sobre un buque**

## Corrientes

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.

La resistencia que ofrece la obra viva del buque al flujo de la corriente es similar a la que ofrece la obra muerta al viento, pero para una misma velocidad la fuerza resultante es mucho mayor, debido a que la densidad del agua es muy superior a la del aire. La acción de una corriente uniforme actuando sobre un buque se representa en la figura que se muestra a continuación:

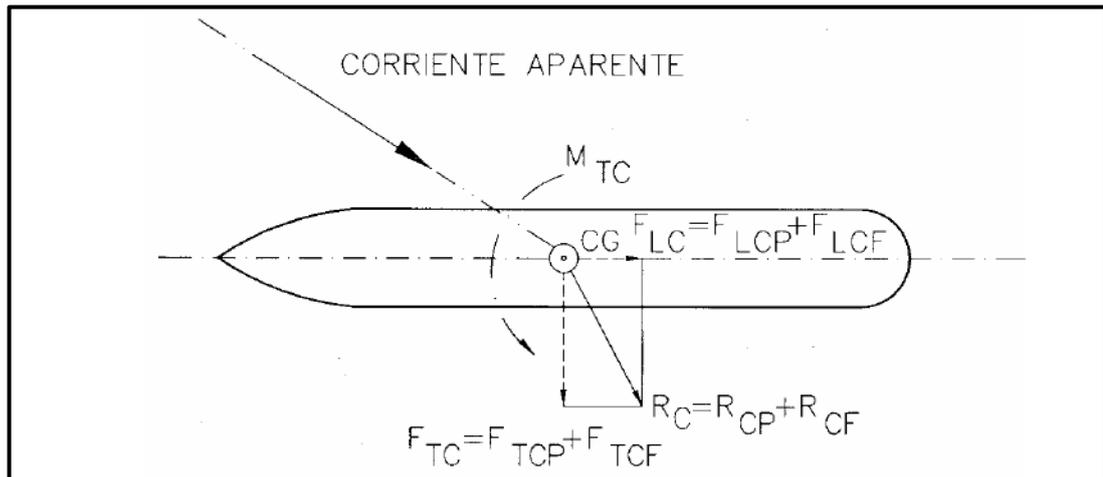


Figura 77: Acción de la corriente sobre el buque

En esta figura, se aprecia que la fuerza horizontal resultante sobre la obra viva del buque  $R_C$  no pasará en general por el centro de gravedad, pudiendo descomponerse en los siguientes efectos parciales:

- Una componente  $F_{LC}$  en el sentido longitudinal del buque, suma de las acciones producidas por la presión y por la fricción respectivamente ( $F_{LCP} + F_{LCF}$ ).
- Una componente  $F_{TC}$  en el sentido transversal del buque, suma de las acciones producidas por la presión y por la fricción respectivamente ( $F_{TCP} + F_{TCF}$ ).
- Un Momento resultante  $M_{TC}$  debido a la excentricidad de las fuerzas de presión en relación con el centro de gravedad del buque.

Adicionalmente a estos tres esfuerzos principales podría considerarse la componente en el sentido vertical del buque y los dos momentos sobre los ejes longitudinal y transversal, cuyos efectos pueden ser necesarios tomar en consideración para determinar los sobrecalados del buque debidos a esta acción de la corriente. El efecto de esta acción de la corriente, cuando es uniforme, tenderá a trasladar al buque en su conjunto en el mismo sentido y velocidad con que fluye aquélla.

En el caso más general de buque en movimiento, será necesario tomar en consideración todas las acciones externas e internas del buque para poder determinar su trayectoria, tomando en consideración que en todos estos

casos la corriente que realmente actúa sobre el buque es la corriente aparente o relativa con relación a él, cuya dirección e intensidad son las resultantes de la corriente absoluta real y de una velocidad igual y contraria a la absoluta del buque.

### **Acción y efectos del Oleaje**

En todas las maniobras que se consideran del buque es imprescindible analizar la incidencia del oleaje, ya que, en cualquier Area de Navegación o Flotación, por resguardada que se encuentre, siempre será posible que se presenten olas, frecuentemente asociadas a la presencia de viento.

El casco de un buque se estudia y diseña para que su deslizamiento sea óptimo en condiciones normales de navegación. Todo movimiento, ya sea de balance o cabeceo que van asociados muy caracterizadamente a la presencia del oleaje, modifica el flujo del agua alrededor del casco, y al destruir la armonía de las líneas de corriente se produce un efecto de frenado por aumento de la resistencia.

Por otra parte, la ola que no llega a romper arrastra en el sentido de su propagación a la parte del buque que se encuentra sobre una cresta y en sentido contrario a la que está más cerca de su seno. En consecuencia, el buque, al desplazarse a través de estas olas, sufre acciones evolutivas alternadas que tienden a hacerlo seguir una trayectoria en zigzag. Este efecto es tanto más pronunciado cuanto mayor es la altura de la ola y cuanto más se aproxima la eslora del buque a una semilongitud de aquélla.

En el caso de las olas rotas o que lleguen a romper sobre el casco del buque, el mar actúa tanto sobre la obra viva como sobre la obra muerta del buque y genera esfuerzos muy superiores a los de las olas no rotas. Si las olas se reciben desde una dirección a proa del través, incidirán en forma más directa y efectiva sobre la parte delantera del buque que sobre la popa y en consecuencia se pondrá de manifiesto una tendencia a aumentar el abatimiento debido al viento que normalmente acompaña el temporal. El barco reducirá la velocidad con respecto al fondo y tratará de caer con su

proa hacia el seno de las olas, atravesándose al mar, especialmente si se mueve avante con poca máquina.

Cuando las olas se reciben desde una dirección a popa del través, su acción tenderá a aumentar la arrancada del buque y a hacerlo orzar cayendo con su popa hacia el seno de las olas, siendo este último efecto más marcado cuando se navega en la pendiente descendente que en la ascendente. Si se reciben las olas de popa, el buque tendrá tendencia a guiñar y atravesarse y se requiere gobernar con bastante timón, lo que retardará su avance, pudiendo esto contrarrestar el efecto del mar de aumentar su velocidad con respecto al fondo.

En consecuencia, el efecto general del mar sobre el gobierno del buque es tender a atravesarlo a las olas, y, vengán éstas de la amura o de la aleta, será necesario aplicar timón para mantenerse al rumbo previsto, lo que ocasionará una pérdida adicional de velocidad. Los efectos del mar que se acaban de describir son más notables cuanto más baja es la velocidad de propulsión del buque, y pueden variar si el viento y las olas se reciben desde distintas direcciones.

Asimismo, la acción del oleaje puede simplificarse con el esquema recogido en la siguiente figura:

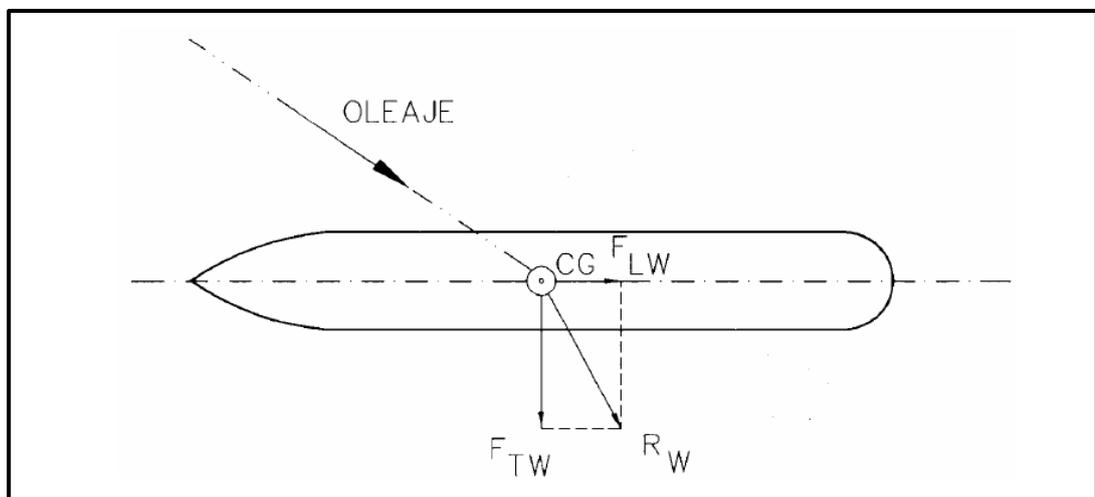


Figura 78: Acción del oleaje sobre el buque

En la figura anterior se ha representado la fuerza horizontal resultante  $R_w$ , que en primera aproximación puede suponerse que pasa por el centro de gravedad del buque, por lo que puede descomponerse en los siguientes efectos:

- Una componente  $F_{L,w}$  el sentido longitudinal, que tiende a hacer avanzar o retro ceder el buque según cual sea el ángulo de incidencia del oleaje.
- Una componente  $F_{TW}$  el sentido transversal del buque, que tiende a desplazarle con un movimiento de deriva.

Adicionalmente a estos dos esfuerzos principales que producen movimientos de traslación es necesario considerar los movimientos oscilatorios producidos sobre los ejes longitudinal y transversal del buque (balance y cabeceo, respectivamente) cuyo efecto más significativo es aumentar los sobrecargados del buque y las profundidades de agua necesarias para una navegación en condiciones de seguridad. En el caso del Terminal Marítimo Multiboyas QUIMPAC Paramonga, se ha determinada que las olas en condiciones de calma tienen una altura de hasta 1.20 metros; en las condiciones de moderado, entre 1.20 a 2.00 metros y en condiciones extremas, olas mayores de 2.00 metros.

### **Efecto de las bajas profundidades**

En forma general, el efecto de las aguas poco profundas es aumentar la resistencia a la propulsión y disminuir las cualidades de maniobra de los buques cuando se desplazan a considerable velocidad. La causa de este fenómeno radica en que, al entrar a navegar en menores profundidades, la separación entre el fondo y la quilla se va reduciendo y con ello el espacio que permite el desarrollo normal de las líneas de corriente, hasta que llega un momento en que se altera el patrón de las líneas de flujo en las proximidades del casco, y las presiones disminuyen.

Como resultado se forman en la superficie ondas transversales a la altura de la proa y de la popa que parecen acompañar al buque en su movimiento. De hecho, el incremento de las dimensiones de la onda de popa es un indicio claro de que se navega en aguas someras. La pérdida de energía gastada por el buque en la formación de esas ondas significa una reducción en la

potencia disponible para propulsarlo (menor empuje real), y además las perturbaciones producidas en el flujo de aguas afectan a la eficiencia de las hélices; como consecuencia de todo ello se produce una disminución en la velocidad del buque.

Los efectos de las bajas profundidades sobre el gobierno de los buques suelen ser más marcados en aquéllos en que las corrientes de expulsión de las hélices no actúan directamente sobre el timón. Tales efectos normalmente son más pronunciados cuando se navega en aguas restringidas (ríos, puertos o canales), que cuando se hace en aguas abiertas de similar profundidad, y es probable que también tengan consecuencias más peligrosas en el primer caso. La única forma de recuperar el control del buque cuando se ha perdido por causa del efecto de aguas poco profundas es reducir de inmediato la velocidad en forma drástica.

Cuando en aguas someras y restringidas se maniobra a velocidad, o se trata de virar un buque con movimientos de máquinas, es posible que no se cumplan todos los efectos evolutivos normalmente esperables del timón y las hélices. El agua se ve impedida para fluir libremente de una u otra banda por debajo del buque y hasta puede ocurrir que las fuerzas laterales de las hélices se comporten en forma opuesta a la previsible. A veces se suelen formar remolinos que contrarrestan el efecto del timón o de la fuerza lateral.

### **Efecto de succión y rechazo de las orillas**

Cuando un buque navega avante según una trayectoria recta en un medio homogéneo, el flujo del agua alrededor del casco es prácticamente simétrico en la banda de estribor que la de babor y no se producen esfuerzos desequilibrados excepto los que puedan derivarse del funcionamiento de las hélices.

Si esta navegación se produce en las proximidades de una orilla o margen de ella, como podría ser el caso de las naves que ingresen a las proximidades del amarradero del Terminal Marítimo Multiboyas QUIMPAC Paramonga, el flujo de agua alrededor del casco puede dejar de ser simétrico,

produciéndose alteraciones en la distribución de presiones sobre el casco, que dependen no solo de la diferente velocidad del agua a una y otra banda, sino también de la generación de vórtices y separación del flujo del agua en la banda más próxima a la orilla.

La consecuencia práctica de este efecto es la aparición de los dos fenómenos siguientes:

- Una succión transversal del buque hacia la orilla que ocasiona derivas del barco en ese sentido.
- Un momento sobre el eje vertical del buque que pasa por su centro de gravedad, que ocasiona un movimiento de guiada en el sentido de separar la proa del buque de la orilla.

Ambos efectos dependen de la velocidad de navegación, de la separación del buque a la orilla y de la configuración de esta orilla, siendo más importante cuando se trata de una pared vertical que de un talud inclinado. El fenómeno anterior puede corregirse haciendo uso del timón, si bien en el caso de tratarse de una navegación por un canal, podría suceder que el resultado de esta maniobra fuera un movimiento hacia la banda contraria que no pudiera controlarse posteriormente, por lo que el maniobrista debe estar atento para emplear las máquinas de inmediato o fondear un ancla si ello resultase necesario.

## **2.5 MEDIOS DE APOYO PARA EL INGRESO Y PERMANENCIA Y SALIDAS DE LAS NAVES**

### **a. Características de maniobrabilidad del servicio de remolque**

Las principales características que debe tener un remolcador son las siguientes: maniobrabilidad, estabilidad y potencia.

#### **(1) Maniobrabilidad**

Los factores de capacidad y facilidad de maniobra de un remolcador, son fundamentales para el desarrollo de sus funciones principales, ya que en maniobras con grandes buques en espacios reducidos es necesario

poder moverse en todas las direcciones. La maniobrabilidad de un remolcador depende de la forma del casco, para lo cual suele estar especialmente construido de forma hidrocónica a popa, o bien, de fondo plano a fin de que las corrientes de aspiración lleguen a las hélices sin turbulencias.

Los sistemas de propulsión y gobierno son elementos determinantes de la maniobrabilidad del remolcador, especialmente los sistemas combinados de propulsión-gobierno, que como ya se ha visto proporcionan una movilidad al remolcador en todas las direcciones. Otro factor que influye en la maniobrabilidad es la posición del gancho de remolque, que deberá estar muy cerca del centro de resistencia lateral o algo hacia popa de él.

Otro elemento que influirá en la maniobrabilidad es la capacidad que tenga el remolcador para pasar de una situación de avante toda a completamente parado. El tiempo de parada no deberá sobrepasar los 25 segundos.

## (2) **Estabilidad**

La curva de estabilidad estática para un remolcador debe ser positiva hasta los 60-70° con un brazo de estabilidad (distancia entre el metacentro y el centro de gravedad) de unos 60 cm, por lo que será necesario que las puertas de los alojamientos y entrada de la sala de máquinas sean estancas ante la posibilidad de alcanzar grandes escoras al tirar el cable de remolque en dirección del través. Los métodos por los que se puede mejorar la estabilidad estática de los remolcadores se basan en el incremento de la manga (los remolcadores actuales tienen relaciones eslora/mangas inferiores a 3.0), en la reducción de la resistencia transversal del casco, en la reducción de la altura del gancho o punto de tiro y de la altura del punto de empuje y en la utilización de líneas de amarre o cabos de remolque con buenas características de absorción de cargas de impacto.

### (3) **Potencia**

La potencia del remolcador deberá ser aquélla que le permita acometer de una forma segura la función que tenga encomendada. Para las operaciones de transporte (arrastre o empuje) la potencia del remolcador deberá ser como mínimo la necesaria para remolcar o empujar un remolque de un determinado desplazamiento a una cierta velocidad mínima que le permita gobernar en las peores condiciones meteorológicas esperables durante el transporte. Esta potencia necesaria para lograr una determinada velocidad dependerá del rendimiento del motor propulsor, del rendimiento de la línea de ejes, del rendimiento de la hélice del rendimiento del casco del remolcador y del remolcado.

La potencia requerida para el remolcador será la suma de la potencia necesaria para mover el remolque y el propio remolcador; de una manera aproximada se puede suponer que la potencia que necesita el remolcador para alcanzar una determinada velocidad es del 9 al 10% de la potencia total necesaria para efectuar el remolque; luego conociendo la potencia necesaria para mover el remolque se puede calcular aproximadamente la potencia que necesitará el remolcador para efectuar un determinado remolque.

Dentro del concepto de potencia del remolcador se debe resaltar el de tracción a punto fijo, valor que está más ligado con la determinación de la potencia necesaria de los remolcadores en el caso de las restantes funciones desarrolladas por ellos y especialmente con las maniobras a realizar con los buques en puertos y áreas restringidas.

#### **b. Prestación del Servicio de Remolque**

La determinación de las necesidades de remolcadores para la realización de una maniobra correcta depende de un gran número de factores entre los que pueden citarse:

- Las características del área en las que va a desarrollarse la maniobra.
- Las condiciones climáticas existentes.
- El tipo de buque y sus condiciones de maniobrabilidad.

- El tipo de maniobra a realizar y la forma de actuación de los remolcadores en condiciones
- de seguridad.
- La flota de remolcadores disponibles.
- La experiencia de los maniobristas que intervengan en la operación.
- La prestación de servicios complementarios a la propia maniobra.
- Las condiciones económicas que regulen la intervención de los remolcadores.

En el caso de buques sensibles a la acción del viento, del oleaje y de la corriente, la necesidad de remolque se estima a partir de las últimas fases de las maniobras (aproximación, retiro y atraque o el proceso contrario de inicio de la salida, en la que se cuantifican las mayores exigencias de tracción a punto fijo).

Durante esta fase el buque está casi sin velocidad, con lo cual la posibilidad de utilizar sus medios propios en el control de las acciones externas es prácticamente nula y, por tanto, se precisa una ayuda más importante por parte de los remolcadores. El resultado obtenido a partir de los cálculos realizados en este apartado se tomará como punto de partida para iniciar el estudio en el simulador en tiempo real. El empleo de esta herramienta avanzada permitirá valorar entonces con mayor precisión las necesidades de remolque en cada una de las fases de la maniobra.

El procedimiento general de dimensionamiento de las necesidades de remolque se basa en que las fuerzas aportadas por éstos serán capaces de equilibrar las fuerzas exteriores y las inerciales o residuales del propio barco, manteniendo un margen de seguridad adecuado para que el buque pueda permanecer controlado en todo momento.

Las fuerzas exteriores proporcionadas por los remolcadores (más medios auxiliares de maniobra, si procede) deberán equilibrar la resultante (fuerzas y momentos) de las cargas sobre el barco correspondiente a la acción de los vientos, las corrientes y oleajes que se hayan establecido como condiciones límite de operación para la maniobra que se considere. Sobre las cargas así obtenidas se aplicará un coeficiente de seguridad de 1.25.

Este criterio general puede tener una hipótesis alternativa en la que se admita que las fuerzas de los remolcadores no sean capaces de equilibrar todas las fuerzas exteriores y las inerciales o residuales del propio buque, quedando cargas desequilibradas que producirán movimientos del barco (avances o retrocesos, derivas y guiñadas), para los cuales deber haber reservas de espacio en cuantía suficiente para las condiciones más desfavorables que pudieran presentarse; en cualquier caso se recomienda que este procedimiento no se utilice cuando los movimientos del buque puedan producirse hacia zonas sin calado suficiente, muelles u otras instalaciones fijas o buques parados o en movimiento dada la gravedad que podría tener un accidente en estos casos. Los supuestos que habitualmente suelen presentarse pueden resolverse con los casos siguientes o con una combinación de los mismos:

(1) Mantenimiento en posición de un buque sometido a cargas climáticas

Las fuerzas exteriores proporcionadas por los remolcadores (más las hélices transversales de maniobra en su caso) deberán equilibrar la resultante (fuerzas y momentos) de las cargas sobre el barco correspondientes a la acción de los vientos, oleajes y corrientes que se hayan establecido como condiciones límite de operación para la maniobra que se considere. Sobre las cargas así obtenidas se aplicará un coeficiente de seguridad de valor 1,25. Para pasar de estas fuerzas exteriores que deben ser proporcionadas por los remolcadores, a requerimientos concretos en términos de tracción a punto fijo, se tomarán en consideración las correcciones que cuantifican la pérdida de eficacia del remolcador en función de la velocidad y del ángulo de empuje o tiro en relación con la dirección de marcha avante de cada remolcador que se considere.

Se hace notar que en el caso de que la configuración del buque y las acciones exteriores ocasionen unos momentos desequilibrados importantes, las fuerzas exteriores a ser proporcionadas por los remolcadores no serán iguales en proa que en popa, lo que aconsejará emplazar los remolcadores disponibles del modo más idóneo para equilibrar estos esfuerzos y con la mayor excentricidad posible con

respecto al centro de gravedad del buque para conseguir la mayor eficacia en la absorción de estos esfuerzos. Por lo que se refiere a la conveniencia de disponer los remolcadores trabajando en flecha, de proa o incluso abarloados (de haber muchas fuerzas longitudinales desequilibradas) se estará en general al espacio disponible y a lo que mejor resulte para las maniobras siguientes que haya que efectuarse con posterioridad a Esta, ya sea un reviro, una traslación hacia un muelle que admita o no la navegación de remolcadores por detrás de la línea de atraque, etc.

(2) Retiro de un buque parado no sometido a cargas climáticas

Las fuerzas exteriores proporcionadas por los remolcadores (más las hélices transversales de maniobra en su caso) deberán equilibrar las fuerzas y momentos debidos a la velocidad de la corriente relativa al buque que se genera a consecuencia del propio reviro. La acción de la corriente se determinará suponiendo que los coeficientes de forma se mantienen para una distribución lineal de la velocidad relativa de la corriente con respecto al buque, y que el reviro se afectaría en un tiempo máximo de 20 minutos para un giro de 180°.

Sobre las cargas así obtenidas se aplicará un coeficiente de seguridad de valor 1,25. Las ecuaciones de equilibrio se determinarán suponiendo que el reviro se produce a velocidad uniforme, despreciando por tanto las fases de aceleración y desaceleración del movimiento; la formulación matemática resultante dependerá del número de remolcadores utilizado y de la forma en que se dispongan. Para pasar de estas fuerzas exteriores que deben ser proporcionadas por los remolcadores a requerimientos concretos en términos de tracción a punto fijo, se tomarán en consideración las correcciones que cuantifiquen la pérdida de eficacia del remolcador en función de la velocidad y del ángulo de empuje o tiro en relación con la dirección de marcha avante de cada remolcador que se considere.

(3) Movimiento transversal de un buque no sometido a cargas climáticas

En este supuesto que corresponde a la fase final más habitual de aproximación a un muelle se supondrá que la energía cinética del buque debido a velocidad transversal inicial (incluyendo la masa añadida del agua) se absorbe íntegramente por el trabajo de las fuerzas exteriores proporcionadas por los remolcadores y las hélices transversales de maniobra en su caso, actuando uniformemente sobre el espacio disponible para la parada del buque, que, en cualquier caso no se tomará con un valor superior a una manga del barco que maniobra.

Para pasar de estas fuerzas exteriores que deben ser proporcionadas por los remolcadores a requerimientos concretos en términos de tracción a punto fijo, se tomarán en consideración las correcciones que cuantifiquen la pérdida de eficacia del remolcador en función de la velocidad y del ángulo de empuje o tiro en relación con la dirección de marcha avante de cada remolcador que se considere. Como puede deducirse del procedimiento anterior, el cálculo de las necesidades de remolque no es un proceso unívoco que conduzca siempre a una misma solución; ni siquiera conocidos los requerimientos globales expresados en términos de tracción a punto fijo puede llegarse a una determinación invariable del número y potencia de remolcadores a utilizar en cada caso.

El procedimiento sin embargo si es objetivo y en cada caso concreto puede plasmarse en unas Normas de Operación que asignen remolcadores según tipo de buques en función del tipo de maniobra a realizar, de los remolcadores disponibles, y de las condiciones climáticas límites de operación que se establezcan para cada caso o para cada intervalo de buques/condiciones climáticas en el supuesto de que se desee establecer una mayor flexibilidad al respecto.

En el supuesto de que el buque cuente con hélices transversales podría considerarse su efecto en la compensación de la resultante de las acciones externas sobre el buque, disminuyendo así los requerimientos

de remolcadores. Estas consideraciones se tuvieron en cuenta para efectuar el cálculo de Bollard Pull de los remolcadores para el Terminal Marítimo Multiboyas QUIMPAC Paramonga.

(4) Remolcador requerido

Para el apoyo en las maniobras del Terminal Marítimo Multiboyas QUIMPAC Paramonga, de acuerdo a las condiciones antes descritas, se requiere uno o más remolcadores, de ser el caso, debidamente dotados y operativos sin limitaciones de la potencia indicada en el Estudio, que deberá ser ubicado conforme a lo que disponga u ordene el Práctico que asesora la maniobra de amarre. Los remolcadores requeridos en base al tamaño de la nave y condición de operación en el cual se desarrollen las maniobras de ingreso y salida al Terminal Marítimo Multiboyas QUIMPAC Paramonga, deberán contar con las características adecuadas para el cumplimiento de sus funciones de apoyo a la maniobra.

En caso de requerirse una mayor cantidad de Bollard Pull que supere la capacidad de uno de los remolcadores, puede emplearse un remolcador adicional para satisfacer las necesidades de la maniobra.

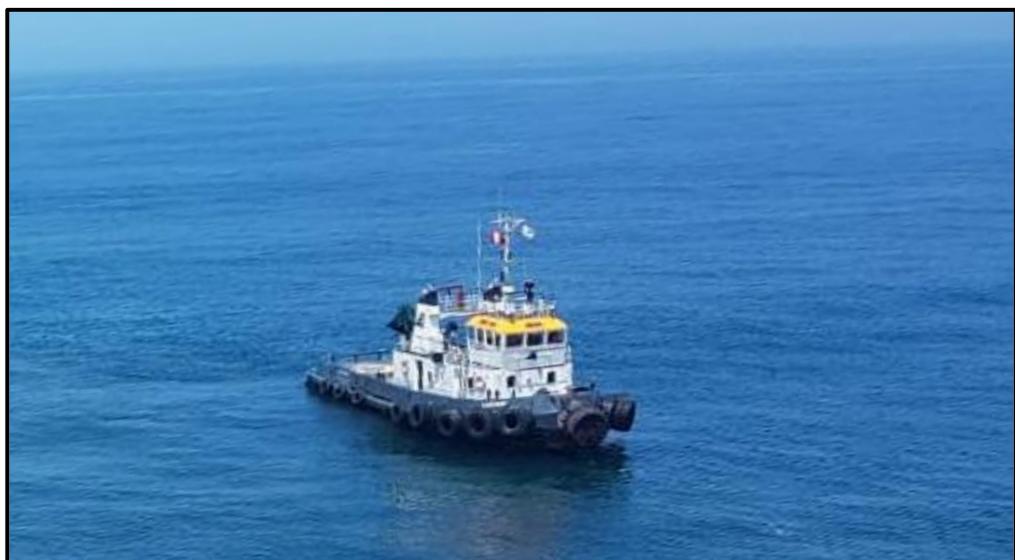


Figura 79: Remolcador en aproximación al área de operaciones

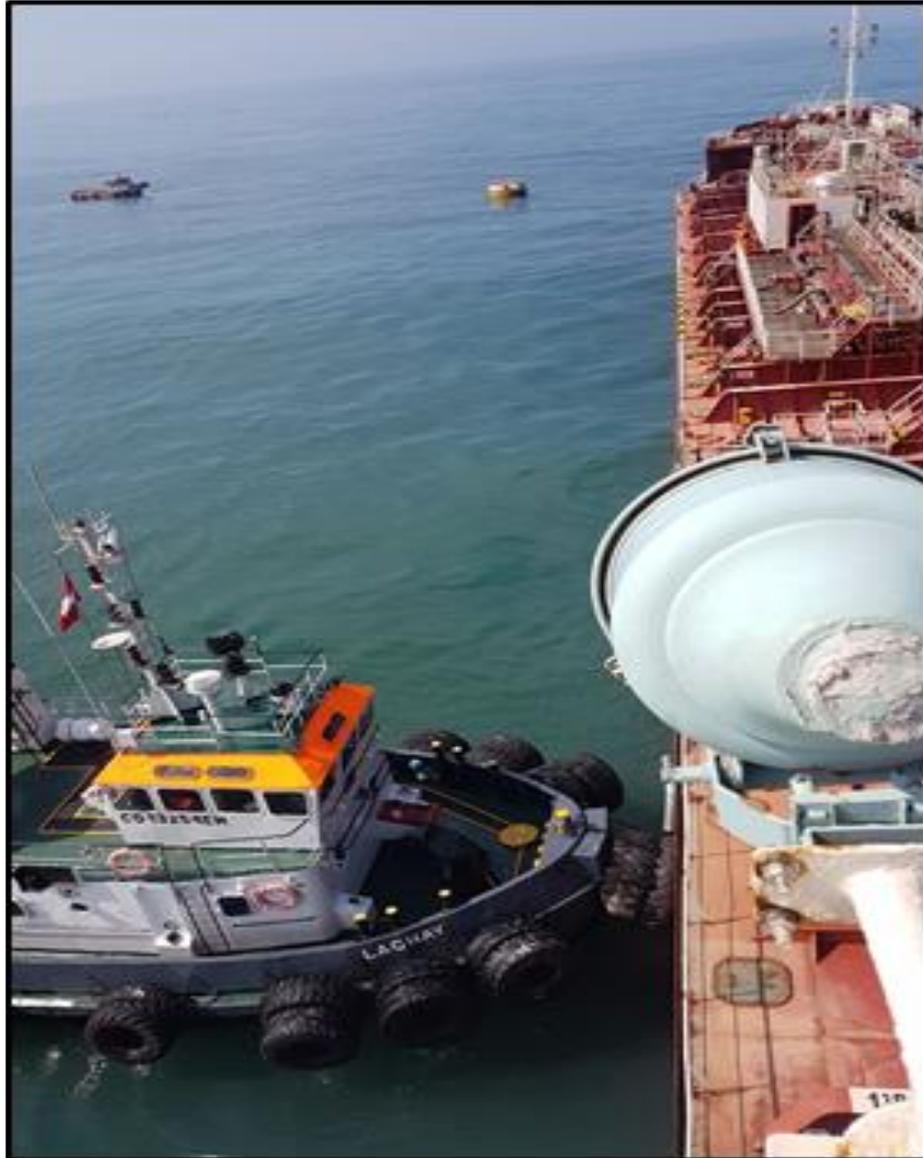


Figura 80: Remolcador en plena operación Terminal Marítimo Multiboyas QUIMPAC Paramonga

### c. Prestación del Servicio de Lanchas

El Terminal ha considerado el uso de Dos (2) lanchas operativas sin limitaciones, debidamente dotadas con tripulación entrenada y equipada, capaces de poder recibir la(s) línea(s) de amarre desde abordo de la nave poniendo especial cuidado de no soltarla(s) o enredarla(s) en su hélice, hacerla(s) firme(s) y remolcarla(s) hacia la boya designada de acuerdo a las indicaciones del Práctico, donde será(n) asegurada(s) colocando su(s) gaza(s) en el gancho para permitir que sea(n) cobrada(s) desde a bordo de la nave en la medida adecuada.



**Figura 81: Lancha remolcando línea de amarre hacia una Boya en el Terminal Marítimo Multiboyas QUIMPAC Paramonga**

#### **d. Prestación de otros servicios requeridos**

Cada nave que ingresa al Terminal Marítimo Multiboyas QUIMPAC Paramonga exige diferentes elementos que apoyen la maniobra de Amarre por lo que, en adición a los servicios ya mencionados en este punto, se deberá contar con:

Servicio de practicaje, de acuerdo a la normatividad de DICAPI, las maniobras en el Terminal Marítimo Multiboyas QUIMPAC Paramonga para amarre de buques, deberán contar con Un (1) Práctico Marítimo autorizado que deberá encontrarse disponible en el Puerto para constituirse a bordo de la nave para la travesía de Supe a Paramonga y el Amarre. Considerándose indispensable que permanezca abordo después de haber amarrado en caso preverse incremento de las condiciones normales de mar y viento.

- (1) Lancha del práctico, el Terminal gestionará una lancha para el transporte del Práctico disponible en forma permanente, su uso principal es el de facilitar el embarque y desembarco del practico en las maniobras de amarre y desamarre al terminal multipropósito, así mismo se puede utilizar para apoyar en la maniobra de pasar cabos en caso se requiera una mayor celeridad por efectos de las condiciones meteorológicas existentes en el terminal.

- (2) Servicio de un (1) Representante del Terminal (Loading Master), deberá encontrarse disponible en el Puerto para constituirse a bordo de la nave para el amarre. Se considerará además que éste guiará al Práctico dando información de la posición que ocupará la nave en el amarradero en relación a la posición requerida por el manifold de carga/descarga y el fin de Tubería Submarina que se empleará.
- (3) Del mismo modo, 24 horas antes del ingreso de una nave, se efectuará el zarpe de la Barcaza “Paramonga” con personal de QUIMPAC y personal de la empresa de buceo, a fin de efectuar las operaciones de desentierro e inspección del tren de mangas submarinas. Una vez que la nave zarpa del Terminal se procederá al zarpe de la barcaza “Paramonga”, remolcada por la lancha fletera, con el personal de QUIMPAC y de la empresa de buceo que participó en las operaciones, con destino a Puerto Supe, donde quedará fondeada.
- (4) Para efecto de amarre nocturno se instalarán linternas marinas con capacidad de alcance de 5 millas náuticas en las boyas de amarre de proa babor (rojo) y popa estribor (verde).

## **2.6 PROCEDIMIENTOS EN CASO DE FALLAS Y EMERGENCIAS**

Lo primero que deben considerar el capitán, y cada uno de los oficiales de una nave, es la seguridad de las vidas que hay a bordo del buque. Para evitar accidentes y afrontar con éxito una situación de emergencia depende por completo del nivel de destreza alcanzado, y el capitán deberá ocuparse personalmente de todos los aspectos del adiestramiento a bordo en los procedimientos de seguridad y de emergencia, así como en el uso del equipo de seguridad. Los simulacros y ejercicios periódicos deberán llevarse a cabo de forma realista en situaciones imaginarias o simuladas.

Es por ello que, una vez analizadas y definidas las maniobras que se consideren factibles y aceptables, es necesario analizar los supuestos que se pueden presentar en casos de emergencia, entre los que pueden citarse: errores de maniobra, fallos de los sistemas del buque o de los medios auxiliares (amarras, remolcadores, etc.), modificación de las condiciones climáticas existentes en el inicio de la maniobra, o incluso aquellas

provocadas por agentes externos a la propia maniobra, como puede ser la necesidad de efectuar salidas de emergencia producidas por siniestros o accidentes en instalaciones próximas al buque.

En todos estos casos, y si bien se pueden aceptar resguardos o márgenes de seguridad más estrictos que en los supuestos normales de operación, debe verificarse que las maniobras siguen siendo factibles sin ocasionar situaciones de riesgo inaceptables. Esta consideración es especialmente importante cuando se navega en aguas restringidas, ya que la presentación de un fallo o de una situación de emergencia puede dar lugar a situaciones muy arriesgadas. El estudio de estas situaciones de emergencia normalmente conducirá a una mejora de los procedimientos de operación, reforzando las medidas que contribuyan a incrementar la seguridad y eliminando las maniobras que conllevan riesgos inaceptables.

A continuación, se señalarán algunos procedimientos en caso de presentarse fallas y emergencias:

### **Falla sistema de propulsión**

Durante la maniobra de aproximación de presentarse problemas en el sistema de propulsión que exijan abandonar la maniobra, deberá abortarse asumiendo Ruta de Fuga hacia estribor, con todo timón a estribor para pasar libre de obstáculos de las boyas de proa babor y boyarines de fin de tubería submarina y extremo de manga, informando de lo sucedido a Costera Supe (Control de Tráfico Marítimo). En caso de ser necesario parar el buque, se podrá fondear las anclas para frenar la arrancada y emplear el o los remolcadores disponibles para ayudar a detener la marcha de la nave hasta controlar la dirección de la proa, así como la velocidad del buque; una vez controlado, se procederá a remolcar la nave hacia un fondeadero seguro. Asimismo, se deberá establecer que el remolcador actuará a criterio del Práctico cuando lo considere conveniente, empujando el lugar indicado en el casco para tal fin, pudiendo también actuar a remolque en posición de jalar o colgado en posición de empujar/jalar, si las condiciones así lo exigen.

### **Falla sistema de gobierno**

Durante la maniobra de aproximación de presentarse problemas en el sistema de gobierno que impidan continuar con la maniobra, deberá abortarse empleando remolcador, maquina, cadena(s) o ancla(s), con el fin de lograr con su apoyo, salvar la nave de tocar el fondo marino o las boyas de amarre y boyarines del Terminal, hasta controlar la dirección de la proa; una vez controlado, se procederá a remolcar la nave hacia un fondeadero seguro, debiendo informar de lo sucedido a Costera Supe (Control de Tráfico Marítimo). Asimismo, se deberá establecer previamente que el remolcador actuará a criterio del Práctico cuando lo considere conveniente, empujando en la banda (babor o estribor) y lugar indicado en el casco para tal fin, pudiendo también actuar a remolque en posición de jalar o colgado en posición de empujar/jalar, si las condiciones así lo exigen.

### **Falla en el sistema de generación eléctrica**

En caso falla sistema de generación eléctrica, la nave quedará sin propulsión y sin gobierno asimismo sin poder operar los sistemas eléctricos ni electrónicos como las ayudas a la navegación, ni el sistema de comunicaciones internas sin embargo la nave seguirá avanzando en la misma dirección en que quedó el timón antes de la pérdida de energía, pudiendo solamente tomar referencia de dirección con el compás magnético.

En tales circunstancias, se deberán fondear las 2 anclas de inmediato, colocando freno en el segundo grillete, asimismo se ordenará a los remolcadores frenar la arrancada de la nave, según lo ordene el Práctico. Controlada la nave, se procederá a remolcar al buque a un fondeadero seguro, debiendo informar de lo sucedido a Costera Supe (Control de Tráfico Marítimo). Asimismo, se deberá establecer previamente que el remolcador actuará a criterio del Práctico cuando lo considere conveniente, empujando en la banda (babor o estribor) y lugar indicado en el casco para tal fin, pudiendo también actuar a remolque en posición de jalar o colgado en posición de empujar/jalar, si las condiciones así lo exigen.

### **Incendio abordó**

En caso de producirse un incendio a bordo, el personal de lucha contra incendio procederá a combatir el fuego con los medios disponibles. Informando de lo sucedido a Costera Supe (Control de Tráfico Marítimo) y a las autoridades internas y externas correspondientes, de manera de gestionar el apoyo de unidades de lucha contra incendio.

De producirse durante su permanencia en el terminal se solicitará apoyo adicional de los grupos contra incendio emplazados en las instalaciones en tierra. Como medida de seguridad cuando se produzca un incendio abordó durante su permanencia en el terminal, el buque deberá ser conducido de inmediato a la posición de fondeo, tomando las precauciones necesarias para salvaguardar la vida de los tripulantes de la nave.

De producirse durante la maniobra de aproximación se procederá a abortar la maniobra y se procederá a un fondeadero seguro.

### **Rotura de Amarras**

Es importante considerar las tendencias de los pronósticos de tiempo para poder o no iniciar una maniobra. Sin embargo, mientras permanece la nave amarrada durante la carga o descarga, podrá su posición ser afectada si las condiciones de mar y viento se incrementan, pudiéndose romper líneas de amarre y acercar o alejar la nave al boyarín que señala el final de la tubería submarina correspondiente, originando que la manga que se esté usando pudiera introducirse debajo del casco (de acercarse) o estirarse (de alejarse) poniendo en peligro la integridad de la misma (desgaste por rozamiento con el casco o torcedura o rotura) o del sistema de válvulas utilizado para conectar la manga en el manifold de la nave.

En este probable caso se evaluará la posibilidad de reponer las líneas rotas, levar o filar cadenas, cobrar o lascar líneas de amarre con la finalidad de retornar la nave a su posición original. Si las condiciones de mar no permiten a la nave mantener posición a pesar de haberse tratado de corregir variando posiciones de cadenas y líneas de amarre, apreciándose que se pondría en peligro la seguridad del personal, de la nave y de las instalaciones del Terminal, se procederá a desconectar la manga.

Dichas acciones serán coordinadas entre el Capitán y el Loading Master (Representante del Terminal). Luego de ello, el Loading Master dispondrá el retiro de manga y materiales utilizados, indicando al término de la maniobra de desconexión de manga al Capitán y al Práctico que la nave se encuentra lista para desamarrar del Terminal QUIMPAC en Paramonga.

En caso las referidas condiciones de mar y viento ameriten desamarrar la nave con el fin de prevenir situaciones que pongan en un peligro mayor la seguridad del terminal y de la nave, las acciones serán coordinadas entre el Capitán, el Práctico y el Loading Master.

En tal sentido, con el asesoramiento del Práctico y bajo las condiciones de mar y viento imperantes, y con la autorización de Costera Supe (Control de Tráfico Marítimo) la nave amarrada podrá proceder a dejar el Terminal, debiendo haberse dispuesto previamente por radio o a través de la Agencia Marítima a cargo de la nave que: El o los remolcadores que asistirán en la maniobra, se encuentre en el lugar requerido para dicho propósito.

Del mismo modo, se deberá coordinar previamente que las dos embarcaciones que se encargarán de largar las líneas de amarre desde las boyas, se encuentren en inmediaciones del Terminal, listas para apoyar la maniobra de desamarre a la orden.

Con ayuda de las lanchas que asisten la maniobra, se largan las líneas de amarre que se encuentran colocadas en la boya de popa centro y las de proa babor, posteriormente se largan las líneas de amarre que se encuentran colocadas en la boya de popa babor y finalmente se largan las líneas de amarre que se encuentran colocadas en la boya de popa estribor, cuyas gazas son retiradas de los ganchos de las referidas boyas en el orden descrito por el personal de dotación de las lanchas, las mismas que son cobradas abordo, mientras se comienza a levar el ancla de babor hasta que esta se encuentre abordo.

Posteriormente se dispone levar el ancla de estribor hasta que esta se encuentra también abordo. Después de haberse terminado de levar el ancla de estribor, la nave inicia su Alejamiento del Terminal, evolucionando con la finalidad de quedar totalmente libre del Terminal hasta alcanzar el área de Libre Franquía (libre de obstáculos).

Al concluir la maniobra de desamarre de boyas y con la nave en "Libre Franquía" se prescinde de las lanchas y remolcador y se informa a Costera Supe que se ha dado por terminada la operación, reportando novedades si la hubiera, informando que la nave procede en demanda de fondeadero seguro en Puerto Supe.

### **Oleaje anómalo**

En este caso, el Terminal no se orienta exactamente hacia dónde viene el oleaje, sino que, teniéndose en consideración el esquema de ubicación de boyas de amarre versus tubería submarina a emplear, al viento prevaleciente que normalmente viene de la amura de babor y el oleaje por la amura de estribor, la nave deberá quedar orientada al 213°, pudiendo aceptarse entre 208° y 217° y el casco a la altura del Manifold de carga o descarga separado del boyarín Troncal que se ubica en el fin de tubería submarina (debido a la longitud de las mangas), conforme a las medidas que se indican y tomando como referencia las clasificaciones de las naves tipo según las ROM 3.1-99:

Naves de Eslora/Manga en metros	Separación entre Troncal y Casco		
	Soda Cáustica	Cloruro de Calcio	Petróleo
180.00/28	55.05 m.	36.41 m.	20 m.
144.00/19	55.05 m.	36.41 m.	
110.00/15	55.05 m.	36.41 m.	

**Figura 82: Separación entre troncal y casco**

Sin embargo, durante la permanencia, de incrementarse la acción del mar (oleaje y correntada), la nave tenderá a estirar las cadenas principalmente la de estribor ya que el oleaje viene por su amura, llevando la nave hacia atrás y adelante, originando que debido a este movimiento se estirarán las cadenas y la proa tenderá a ir hacia atrás yendo la proa a babor obligada por la acción ejercida por las líneas de amarre de proa babor y en consecuencia se reduciría la tensión de las líneas de popa estribor, ocasionando que la popa podría ser llevada hacia la banda de babor o sea hacia la troncal de petróleo (principalmente), acercando peligrosamente la nave hacia el cuello de ganso de su tubería submarina.

Es por ello que en el cálculo del fondeo de anclas deberá considerarse dentro de lo posible, una longitud máxima de cadena de estribor debido a que, durante la permanencia del buque amarrado, toda vez que se presenten oleajes inadecuados que lleve a la nave hacia atrás, deberá reubicarse levando cadena de estribor en mayor proporción que la de babor para retornar la nave a su posición original.

Si las condiciones de mar no permiten a la nave mantener posición a pesar de haberse tratado de corregir levando, y se apreciara que se pondría en peligro la seguridad del personal, de la nave y de las instalaciones del Terminal, se reportará a Costera Supe esta novedad y se desamarrará la nave en espera de mejores condiciones.

---

### **Maniobra con visibilidad reducida**

Como medida de seguridad cuando exista exceso de neblina que impida la visibilidad para realizar una maniobra de ingreso o salida del muelle, el Práctico abortará la intención de maniobra hasta que se normalicen las condiciones del tiempo, procediendo a un fondeadero seguro y debiendo informar de lo sucedido a Costera Supe (Control de Tráfico Marítimo).

Cabe resaltar que, en las operaciones de rutina, las condiciones de tiempo se conocen con los pronósticos y si cambian, se van dando en un lapso de tiempo que permiten tomar ciertas acciones como incrementar amarras ante la eventualidad que puedan romperse, apoyarse con remolcadores o realizar las coordinaciones necesarias para que el práctico, los remolcadores, lanchas, gavieros se preparen para una salida de emergencia. Al respecto, el terminal cuenta con una tabla donde se detallan los parámetros oceanográficos y meteorológicos límites en cada condición de la nave, lo que permite tomar las acciones necesarias para salvaguardar la vida humana en el mar y las instalaciones de la terminal.

Es importante también tener en cuenta que previo a la operación de amarre se conozcan las características y limitaciones de maniobra de la nave, así como su diámetro táctico a diferentes velocidades y capacidad para mantener una estipulada proa a una determinada velocidad. En igual forma deberá tenerse en cuenta cual sería el efecto de la cavitación que es originada por el giro de la hélice durante la marcha adelante y atrás.

En consecuencia, a pesar que las predicciones de mar y viento nos adelanten condiciones normales o moderadas, manteniendo la Autoridad Portuaria (o quien la represente) el “Puerto Abierto” y previo o durante la maniobra de amarre se observara niebla cerrada o incremento de la acción del mar y viento de manera que de continuar maniobrando se ponga en peligro la seguridad de la nave y las instalaciones del Terminal, deberá reportarse a Costera Supe esta novedad y deberá abortarse o suspenderse el amarre, procediendo desamarrarla y alejarse en espera de mejores condiciones.

## **2.7 METODOLOGÍA DE CÁLCULO, PARA DETERMINACIÓN DE LA FUERZA DE TRACCIÓN (BOLLARD PULL) REQUERIDAS POR LOS REMOLCADORES PARA MANIOBRAR NAVES DEL TIPO ESTABLECIDO**

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 Multiboyas QUIMPAC Paramonga.

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

Es la cantidad de fuerza horizontal que puede aplicar el remolcador trabajando avante en el supuesto de velocidad nula de desplazamiento, coincidir la por tanto con la tracción que el remolcador produciría en una amarra que le fijase a un bolardo fijo de un muelle.

La tracción a punto fijo depende del área de giro de la hélice, su paso, la potencia al freno y la potencia en el eje, además del desplazamiento, forma del casco y tipo de propulsor.

### **Determinación del requerimiento de Bollard Pull:**

Para la determinación del requerimiento de Bollard Pull para los remolcadores que operan en el Terminal Marítimo Multiboyas QUIMPAC Paramonga se consideró trabajar en base a 3 naves tipo, una de dimensiones mayores, una media y otra menor, buscando se aproximen lo más posible al tipo de naves que ingresan al Terminal Marítimo:

### Características de las naves tipo

CARACTERÍSTICAS DE LAS NAVES QUE OPERARÁN EN EL TERMINAL MARÍTIMO MULTIBOYAS QUIMPAC PARAMONGA			
CARÁCTERÍSTICAS	NAVES TIPO DE TAMAÑO MÁXIMO	NAVES TIPO DE TAMAÑO PROMEDIO	NAVES TIPO DE TAMAÑO MÍNIMO
TIPO DE NAVE	BUQUES TANQUE QUIMIQUEROS	BUQUES TANQUE QUIMIQUEROS	BUQUES TANQUE QUIMIQUEROS
ESLORA	180	144	110
ESLORA ENTRE PERPENDICULARES	170	136	104
MANGA	28	19	15
CALADO MÁXIMA CARGA	10	7.8	6
PUNTAL	14.2	10	8.6
DESPLAZAMIENTO A PLENA CARGA	42,000	15,000	8,000
TONELAJE DE PESO MUERTO (DWT)	30,000	10,000	5,000

**Fig. 83: Características de las naves usadas para el cálculo del Bollard Pull.**

Para poder determinar el efecto del viento, corriente y olas en las naves que maniobran en el terminal se necesita determinar las áreas que estas naves exponen ante las fuerzas que se oponen.

### CÁLCULO DEL ÁREA LONGITUDINAL Y TRANSVERSAL DE LAS NAVES

Cálculo del área longitudinal y transversal al viento y sumergida para las naves de tamaño máximo, promedio y mínimo.

CONDICIÓN	TIPO	ÁREA LONGITUDINAL (X)				
		EPP*FB	CASTILLO	ÁREA SUPEREST.	ÁREA LATERAL AL VIENTO Al (m <sup>2</sup> )	ÁREA LATERAL SUMERGIDA Alc (m <sup>2</sup> )
En lastre	Nave Tipo I Tamaño máximo	1054.00	40	300	<b>1394</b>	<b>1360</b>
Cargado		714.00	40	300	<b>1054</b>	<b>1700</b>
En lastre	Nave Tipo II Tamaño promedio	707.20	30	200	<b>937</b>	<b>653</b>
Cargado		299.20	30	200	<b>529</b>	<b>1061</b>
En lastre	Nave Tipo III Tamaño mínimo	478.40	20	160	<b>658</b>	<b>416</b>
Cargado		270.40	20	160	<b>450</b>	<b>624</b>

**Fig. 84: Cálculo del área longitudinal de las naves que maniobran.**

CONDICIÓN	TIPO	AREA TRANSVERSAL (Y)			
		MANGA*FB	MANGA*ALT SUPEREST.	AREA TRANSVERSAL AL VIENTO At (m2)	AREA TRANSVERSAL SUMERGIDA Atc (m2)
En lastre	Nave Tipo I Tamaño máximo	173.60	448	<b>622</b>	<b>224</b>
Cargado		117.60	448	<b>566</b>	<b>280</b>
En lastre	Nave Tipo II Tamaño promedio	98.80	266	<b>365</b>	<b>91</b>
Cargado		41.80	266	<b>308</b>	<b>148</b>
En lastre	Nave Tipo III Tamaño mínimo	69.00	180	<b>249</b>	<b>60</b>
Cargado		39.00	135	<b>174</b>	<b>90</b>

**Fig. 85: Cálculo del área transversal de las naves que maniobran.**

### Cálculo de las fuerzas producidas por el viento

Las fuerzas sobre una nave ocasionadas por el viento pueden ser calculadas por las siguientes formulas:

Fuerza lateral:  $F_{Yw} = 0.5 C_{Yw} \rho V^2 A_L$  Newton

Fuerza longitudinal:  $F_{Xw} = 0.5 C_{Xw} \rho V^2 A_T$  Newton

Momento de guiñada:  $M_{XYw} = 0.5 C_{XYw} \rho V^2 A_L L_{BP}$  Newton-metro

$C_{Yw}$  = Coeficiente de fuerza de viento lateral.

$C_{Xw}$  = Coeficiente de fuerza de viento longitudinal.

$C_{XYw}$  = Coeficiente de momento de guiñada por el viento.

$\rho$  = Densidad del aire en Kg. / m<sup>3</sup>.

V = Velocidad del viento en m/seg.

$A_L$  = Área longitudinal expuesta al viento en m<sup>2</sup>.

$A_T$  = Área transversal expuesta al viento en m<sup>2</sup>.

$L_{BP}$  = Eslora entre perpendiculares en m.

Los coeficientes para la fuerza de viento lateral, longitudinal y el momento de guiñada dependen de la forma del barco, el calado y el trimado, la superestructura tal como el puente, las casamatas en cubierta, los mástiles y la rampa, así como el ángulo de ataque del viento. También debe notarse que la carga en cubierta, como en el caso de los buques porta contenedores, debe ser incluida en el cálculo del área expuesta al viento. Los coeficientes  $C_{Yw}$ ,  $C_{Xw}$  y  $C_{XYw}$  son diferentes para cada barco y pueden ser determinados por medio de pruebas en modelos en los túneles de viento.

Para los diferentes tipos de barcos, se conocen los coeficientes para todos los ángulos de ataque y para ciertas condiciones de carga. Las fuerzas laterales son las más grandes y las más importantes para calcular la fuerza de tracción en bita requerida.  $C_{Yw}$  varía entre aproximadamente 0.8 y 1.0 para vientos al través, dependiendo del tipo de barco y de las condiciones de carga, pero casi siempre cae entre 0.9 y 1.0. Con el valor de 1.0 para  $C_{Yw}$ , 1.28 Kg. / m<sup>3</sup> para la densidad de aire y calculando la salida en kilogramos en lugar de Newton, podemos simplificar la fórmula para fuerza de viento al través:

$$F_{Yw} = 0.065 V^2 A_L \text{ kgf.}$$

Para mantener un factor de seguridad del 20%, 25% debe ser agregado a la fórmula anterior, resultando en la útil fórmula para estimar la fuerza de tracción en bita para vientos al través:

$$F_w = 0.08 V^2 A_L \text{ kgf.}$$

El gráfico se basa en esta fórmula, donde 1 m/seg. = 2 nudos. La fuerza de tracción en bita requerida en el gráfico del viento de la figura es aproximadamente 5% mayor cuando, para la velocidad del viento en nudos se utiliza un equivalente más exacto en m/seg. El factor de seguridad del 20% incluido en algunos casos es mayor, debido a que el coeficiente de viento lateral se toma como 1.0, cuando en algunos casos es de solo 0.8 o 0.85, sin embargo, es difícil establecerlo en la práctica.

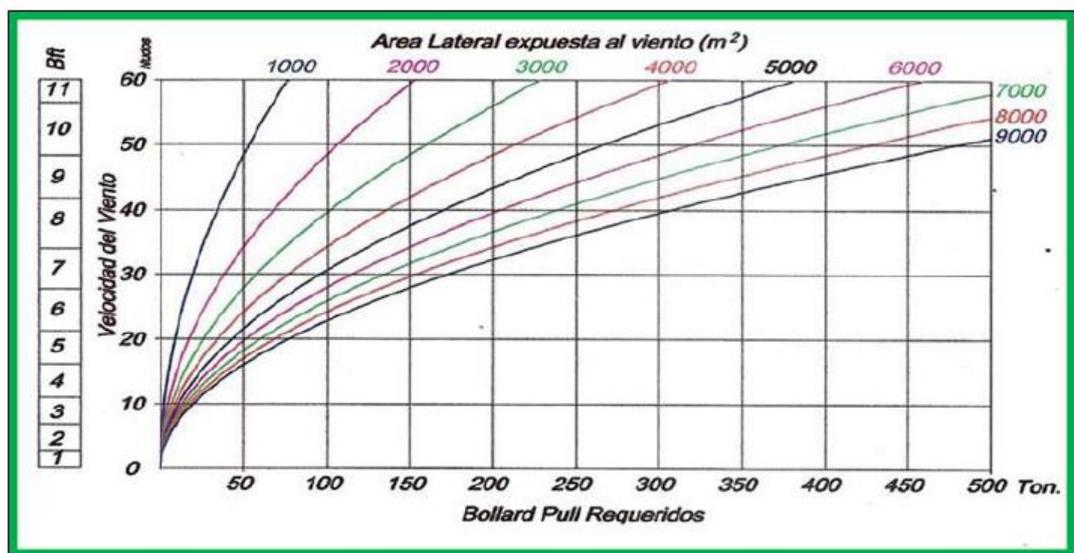


Fig. 86: Bollard Pull por efecto del viento.

Para los vientos que no proceden del través la fuerza total de tracción en bita requerida puede ser a groso modo derivada de la fuerza de tracción en bita requerida para vientos al través. Puede notarse que cuando el ángulo de ataque del viento es entre el través o menos hasta aproximadamente 30 grados a cada lado del través, la fuerza de tracción en bita requerida es casi la misma que para vientos de través.

En general, el momento de guiñada es máximo para vientos por las amuras, pero depende, entre otras cosas, del tipo de barco, las condiciones de carga, el trimado y la carga en cubierta.

El viento no sopla constantemente con la misma fuerza, la velocidad del viento cambia constantemente. Es por ello por lo que no debe considerarse solo la velocidad del viento promedio sino, el viento que podría experimentarse en rachas o ventiscas. Un anemómetro, apropiadamente instalado con un dispositivo de grabación en la estación de prácticos, da la mejor información. Si se considera necesario el factor ventisca, Ej. del PIANC, puede aplicarse tentativamente para encontrar la relación entre la velocidad promedio del viento y la asociada con la velocidad máxima para períodos cortos.

La velocidad del viento también varía con la altura, como se muestra en el gráfico de la figura. El gráfico se basa en la siguiente fórmula:

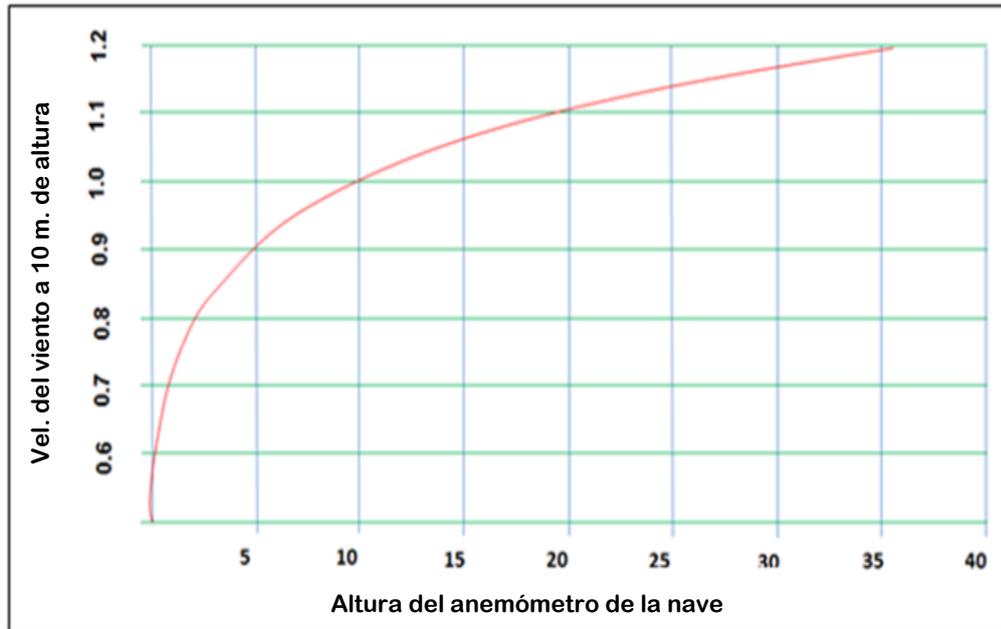
$$V_w = v_w (10/h)^{1/7}$$

$V_w$  = velocidad del viento a 10 metros de altura (m/seg.).

$v_w$  = la velocidad del viento a una altura  $h$  (m/seg.).

$h$  = altura desde tierra / superficie del mar (metros).

Para calcular la fuerza del viento en las ecuaciones, se debe utilizar la velocidad a 10 metros de altura. Para las velocidades obtenidas a diferentes alturas, se pueden hacer ajustes a la velocidad equivalente de 10 metros con la fórmula dada. Por otro lado, las indicaciones del viento que se encuentran dadas por un anemómetro en lo alto del mástil del barco proporcionan una aproximación segura para la evaluación de la fuerza del viento al través y de la fuerza de tracción en bita necesaria.



**Fig. 87: Bollard Pull por efecto del viento.**

Un barco deriva bajo la influencia del viento cuando la fuerza del viento actúa en él y no son compensadas. Un factor que influencia la velocidad de deriva es la luz de agua bajo la quilla. Un barco a la deriva tiene una velocidad relativa en el agua como con la corriente. La velocidad de deriva de un barco disminuye con la luz de agua bajo la quilla, debido a que las fuerzas creadas por el agua que se opone aumentan cuando la luz de agua bajo la quilla disminuye.

Por supuesto, una menor velocidad de deriva no significa que se requiere menos fuerza de tracción en bita. Un barco a la deriva tiene que ser detenido y devuelto a su posición inicial a través del agua. La cantidad de agua que se mueve con el barco cuando está a la deriva, la masa añadida, también aumenta con la disminución de la luz de agua bajo la quilla, requiriendo una fuerza de tracción en bita adicional para parar y devolver a su posición original al barco en aguas tranquilas.

### Cálculo de la Fuerza ocasionada por el viento:

Naves de tamaño máximo, promedio y mínimo:

BOLLARD PULL POR LA FUERZA DEL VIENTO							
NAVE GRANDE ESLORA 180 METROS							
COEFICIENTE	VIENTO (M/S)	VIENTO (NUDOS)	V <sup>2</sup>	AREA LATERAL LASTRE	AREA LATERAL CARGADO	BP LASTRE	BP CARGADO
CALMA	1.5	3	2.25	1394.0	1054.0	<b>0.3</b>	<b>0.2</b>
CALMA	2.5	5	6.25	1394.0	1054.0	<b>0.7</b>	<b>0.5</b>
NORMAL	3	6	9	1394.0	1054.0	<b>1.0</b>	<b>0.8</b>
NORMAL	4	8	16	1394.0	1054.0	<b>1.8</b>	<b>1.3</b>
NORMAL	5	10	25	1394.0	1054.0	<b>2.8</b>	<b>2.1</b>
NORMAL	6	12	36	1394.0	1054.0	<b>4.0</b>	<b>3.0</b>
NORMAL	8	16	64	1394.0	1054.0	<b>7.1</b>	<b>5.4</b>
EXTREMO	8.5	17	72.25	1394.0	1054.0	<b>8.1</b>	<b>6.1</b>
EXTREMO	9	18	81	1394.0	1054.0	<b>9.0</b>	<b>6.8</b>

**Figura 88: Cálculo del Bollard Pull por la fuerza del viento para Naves de mayor tamaño**

BOLLARD PULL POR LA FUERZA DEL VIENTO							
NAVE INTERMEDIA 144 METROS							
COEFICIENTE	VIENTO (M/S)	VIENTO (NUDOS)	V <sup>2</sup>	AREA LATERAL LASTRE	AREA LATERAL CARGADO	BP LASTRE	BP CARGADO
CALMA	1.5	3	2.25	937.0	529.2	<b>0.2</b>	<b>0.1</b>
CALMA	2.5	5	6.25	937.0	529.0	<b>0.5</b>	<b>0.3</b>
NORMAL	3	6	9	937.0	529.0	<b>0.7</b>	<b>0.4</b>
NORMAL	4	8	16	937.0	529.0	<b>1.2</b>	<b>0.7</b>
NORMAL	5	10	25	937.0	529.0	<b>1.9</b>	<b>1.1</b>
NORMAL	6	12	36	937.0	529.0	<b>2.7</b>	<b>1.5</b>
NORMAL	8	16	64	937.0	529.0	<b>4.8</b>	<b>2.7</b>
EXTREMO	8.5	17	72.25	937.0	529.0	<b>5.4</b>	<b>3.1</b>
EXTREMO	9	18	81	937.0	529.0	<b>6.1</b>	<b>3.4</b>

**Figura 89: Cálculo del Bollard Pull por la fuerza del viento para Naves de tamaño intermedio**

BOLLARD PULL POR LA FUERZA DEL VIENTO							
NAVE PEQUEÑA 110 METROS							
COEFICIENTE	VIENTO (M/S)	VIENTO (NUDOS)	V <sup>2</sup>	AREA LATERAL LASTRE	AREA LATERAL CARGADO	BP LASTRE	BP CARGADO
CALMA	1.5	3	2.25	658.0	450.0	0.1	0.1
CALMA	2.5	5	6.25	658.0	450.0	0.3	0.2
NORMAL	3	6	9	658.0	450.0	0.5	0.3
NORMAL	4	8	16	658.0	450.0	0.8	0.6
NORMAL	5	10	25	658.0	450.0	1.3	0.9
NORMAL	6	12	36	658.0	450.0	1.9	1.3
NORMAL	8	16	64	658.0	450.0	3.4	2.3
EXTREMO	8.5	17	72.25	658.0	450.0	3.8	2.6
EXTREMO	9	18	81	658.0	450.0	4.3	2.9

**Figura 90: Cálculo del Bollard Pull por la fuerza del viento para Naves de menor tamaño**

### Fuerzas producidas por la corriente

Las fuerzas de la corriente de agua que actúan sobre un barco pueden calcularse de la misma forma que las fuerzas del viento. Por razones de amplitud se mencionan las fórmulas dadas en las publicaciones de OCIMF:

Fuerza lateral:  $F_{Yc} = 0.5 C_{Yc} \rho V^2 L_{BP} T$  Newton.

Fuerza longitudinal:  $F_{Xc} = 0.5 C_{Xc} \rho V^2 L_{BP} T$  Newton.

Momento de guiñada:  $M_{XYc} = 0.5 C_{XYc} \rho V^2 L_{BP}^2 T$  Newton-metro

$C_{Yc}$  = Coeficiente de fuerza de corriente lateral.

$C_{Xc}$  = Coeficiente de fuerza de corriente longitudinal.

$C_{XYc}$  = Coeficiente de momento de guiñada por la corriente.

$\rho$  = Densidad del agua en kg/ m<sup>3</sup>.

$V$  = Velocidad de la corriente en m/seg.

$L_{BP}$  = Eslora entre perpendiculares en m.

$T$  = Calado.

Los coeficientes  $C_{Yc}$ ,  $C_{Xc}$  y  $C_{XYc}$  son diferentes para forma sumergida del barco, calado, trimado y el ángulo de ataque, y también son afectados por la luz de agua bajo la quilla la cual tiene un gran efecto en estos coeficientes. Estos son determinados por medio de modelos en los estudios en los tanques de pruebas.

Para la fuerza de tracción en bita requerida, son importantes las fuerzas máximas transversales ejercidas por una corriente al través. La fuerza transversal se calcula usando la fórmula  $F_{Yc} = 0.5 C_{Yc} \rho V^2 L_{BP} T$ .

El coeficiente de fuerza lateral para las corrientes al través en aguas profundas es cerca de 0.6. Esto es, entre otros, los coeficientes dados por OCIMF para los tanqueros cargados. Cuando  $C_{Yc}$  es igual a 0.6, la densidad del agua de mar es 1025 Kg. / m<sup>3</sup>, añadiendo 25% de seguridad y dando el resultado en kilogramos en lugar de Newton, puede utilizarse, la siguiente fórmula simplificada, para calcular la fuerza de tracción en bita aproximada para las corrientes en aguas profundas.

$$F_C = 40 V^2 L_{BP} T \text{ kgf.}$$

La velocidad de la corriente se toma en metros/segundo, el resultado en kilogramos. Esta fórmula es válida solo para aguas profundas, más de seis veces el calado del barco.

Como la luz de agua bajo la quilla en el área portuaria es pequeña, las fuerzas de la corriente en estas condiciones son tan importantes como lo son en aguas profundas. Con una luz bajo la quilla disminuida a 1.5 veces el calado del barco, la fuerza de tracción en bita requerida aumenta considerablemente a aproximadamente:

$$F_C = 110 V^2 L_{BP} T \text{ kgf}$$

Con una luz bajo la quilla de 20% del calado del barco, la fuerza de tracción en bita requerida es de:  $F_C = 150 V^2 L_{BP} T \text{ kgf}$

Cuando la luz de agua bajo la quilla se reduce más de 10%, la fuerza de tracción en bita requerida es casi cinco veces más grande que en aguas profundas, aproximadamente:

$$F_C = 185 V^2 L_{BP} T \text{ kgf}$$

Se ha incluido 25% en todos los casos por razones de seguridad.

**Cálculo de la Fuerza ocasionada por el corriente en la rada exterior:**

CÁLCULO DEL BOLLARD PULL POR EFECTO DE LA CORRIENTE					
VELOCIDAD DE LA CORRIENTE EN NUDOS		VELOCIDAD DE LA CORRIENTE EN M/S		AREA SUMERGIDA (EPP*CALADO) m2	BOLLARD PULL EN TM BP CORRIENTE
<b>BUQUE GRANDE 180 METROS ESLORA</b>					
CONDICION	VELOC. (NUDOS)	VELOC m/s	V <sup>2</sup>	CALADO EN LASTRE/CARGADO	ESLORA ENTRE PERPENDICULARES
				8	170.00
				10	
				AREA SUMERGIDA	BOLLARD PULL REQUERIDO
CALMA/LASTRE	0.20	0.1	0.01	1360.0	1.5
CALMA/CARGADO	0.20	0.1	0.01	1700.0	1.9
CALMA LASTRE	0.25	0.125	0.015625	1360.0	2.3
CALMA CARGADO	0.25	0.125	0.015625	1700.0	2.9
NORMAL LASTRE	0.26	0.13	0.0169	1360.0	2.5
NORMAL CARGADO	0.26	0.13	0.0169	1700.0	3.2
NORMAL LASTRE	0.50	0.25	0.0625	1360.0	9.4
NORMAL CARGADO	0.50	0.25	0.0625	1700.0	11.7
EXTREMA LASTRE	0.56	0.28	0.0784	1360.0	11.7
EXTREMA CARGADO	0.56	0.28	0.0784	1700.0	14.7

**Fig. 91: Cálculo del Bollard Pull por efecto de la corriente para Naves de mayor tamaño**

CÁLCULO DEL BOLLARD PULL POR EFECTO DE LA CORRIENTE					
VELOCIDAD DE LA CORRIENTE EN NUDOS		VELOCIDAD DE LA CORRIENTE EN M/S		AREA SUMERGIDA (EPP*CALADO) m2	BOLLARD PULL EN TM BP CORRIENTE
<b>BUQUE INTERMEDIO 144 METROS ESLORA</b>					
CONDICION	VELOC. (NUDOS)	VELOC m/s	V <sup>2</sup>	CALADO EN LASTRE/CARGADO	ESLORA ENTRE PERPENDICULARES
				4.8	136.00
				7.8	
				AREA SUMERGIDA	BOLLARD PULL REQUERIDO
CALMA/LASTRE	0.20	0.1	0.01	652.8	0.7
CALMA/CARGADO	0.20	0.1	0.01	1060.8	1.2
CALMA LASTRE	0.25	0.125	0.015625	652.8	1.1
CALMA CARGADO	0.25	0.125	0.015625	1060.8	1.8
NORMAL LASTRE	0.26	0.13	0.0169	652.8	1.2
NORMAL CARGADO	0.26	0.13	0.0169	1060.8	2.0
NORMAL LASTRE	0.50	0.25	0.0625	652.8	4.5
NORMAL CARGADO	0.50	0.25	0.0625	1060.8	7.3
EXTREMA LASTRE	0.56	0.28	0.0784	652.8	5.6
EXTREMA CARGADO	0.56	0.28	0.0784	1060.8	9.1

**Fig. 92: Cálculo del Bollard Pull por efecto de la corriente para Nave de tamaño intermedio**

CÁLCULO DEL BOLLARD PULL POR EFECTO DE LA CORRIENTE					
VELOCIDAD DE LA CORRIENTE EN NUDOS		VELOCIDAD DE LA CORRIENTE EN M/S		AREA SUMERGIDA	BOLLARD PULL EN TM BP CORRIENTE
<b>BUQUE PEQUEÑO 110 METROS ESLORA</b>					
CONDICION	VELOC. (NUDOS)	VELOC m/s	V <sup>2</sup>	CALADO EN LASTRE/CARGADO	ESLORA ENTRE PERPENDICULARES
				4	104.00
				6	
				AREA SUMERGIDA	BOLLARD PULL REQUERIDO
CALMA/LASTRE	0.20	0.1	0.01	416.0	0.5
CALMA/CARGADO	0.20	0.1	0.01	624.0	0.7
CALMA LASTRE	0.25	0.125	<b>0.015625</b>	416.0	0.7
CALMA CARGADO	0.25	0.125	<b>0.015625</b>	624.0	1.1
NORMAL LASTRE	0.26	0.13	<b>0.0169</b>	416.0	0.8
NORMAL CARGADO	0.26	0.13	<b>0.0169</b>	624.0	1.2
NORMAL LASTRE	0.50	0.25	0.0625	416.0	2.9
NORMAL CARGADO	0.50	0.25	0.0625	624.0	4.3
EXTREMA LASTRE	0.56	0.28	0.0784	416.0	3.6
EXTREMA CARGADO	0.56	0.28	0.0784	624.0	5.4

**Fig. 93: Cálculo del Bollard Pull por efecto de la corriente para Naves de menor tamaño**

### Fuerzas producidas por las olas

Dependiendo de las condiciones medioambientales en o alrededor del puerto, la fuerza de las olas puede ser también un factor que considerar cuando se establece la fuerza de tracción en bita requerida. Los remolcadores del puerto solo pueden operar efectivamente hasta una cierta altura de ola, de tal manera que solo se considera mar atravesada de períodos cortos.

Es difícil calcular la fuerza de las olas de manera exacta. Asumimos que el calado del barco es lo suficientemente grande como para reflejar completamente las olas. Debido al corto período relativo de ola, se asume además que las olas no ocasionan ningún movimiento en el barco.

En términos prácticos ello significa que estamos considerando condiciones como las que se encuentran en áreas confinadas pero protegidas. Las olas son cortas y seguidas y el largo de la ola es relativamente pequeño comparado con el largo de la nave. No estamos considerando las áreas abiertas, donde las olas del océano o la resaca pueden caer sobre el barco y ocasionar movimiento de cabeceo, guiñada, etc.

Las fuerzas por metro de la eslora del barco debidas a estas olas de período corto son aproximadamente:

$$F_{WAVE} = 0.5 \rho g \zeta^2 \text{ Newton}$$

Como el casco del barco no es plano sobre toda su longitud y calado, la fuerza total en un barco ocasionada por olas de período corto es a groso modo:

$$F_{WAVE} = 0.35 \rho g L \zeta_n^2 \text{ Newton}$$

$\rho$  = Densidad del agua de mar en Kg/

$L$  = Longitud de la línea de agua, asuma el largo entre perpendiculares.

$\zeta_n^2$  = Amplitud de la ola, equivale a  $0.5 \times$  altura de ola ( $H_s$ ).

$H_s$  = Altura significativa de la ola desde la cresta a la garganta, según lo indique un observador experimentado cuando se estima visualmente.

Nuevamente se añade un 25% de factor de seguridad, y se convierte a kilogramos en lugar de Newton y una amplitud de ola significativa, la formula simplificada para el cálculo

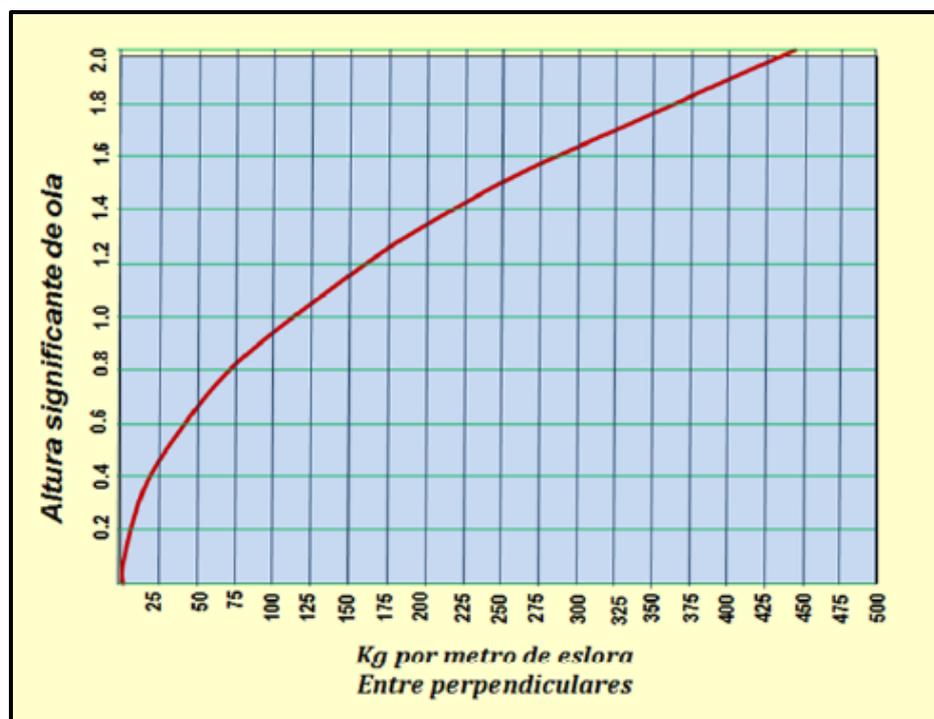


Fig. 94: Grafica del Bollard Pull para altura de ola

### Cálculo de la Fuerza ocasionada por la fuerza de la ola:

CONDICIONES DE CALMA, NORMAL Y EXTREMAS DE LAS OLAS	
ESTADOS	OLAS
CALMA	MENOR A 1.20 METROS
NORMAL	1.20 - 2.00 METROS
EXTREMA	MAYOR A 2 METROS

Fig. 95: Condiciones de ola Terminal Marítimo Multiboyas QUIMPAC Paramonga

### Naves de mayor tamaño, tamaño intermedia y menor tamaño

CALCULO DEL BOLLARD PULL EN TONELADAS POR LA FUERZA DE OLA				
CONDICION	ALTURA OLA (Hs)	BARCO GRANDE 180 MTS	BARCO INTERMEDIO 144 MTS	BARCO PEQUEÑO 110 MTS
		180	144	110
CALMA	0.5	5.0	4.0	3.1
	1.1	24.4	19.5	14.9
NORMAL	1.2	29.0	23.2	17.7
	1.5	45.4	36.3	27.7
	1.9	72.8	58.2	44.5
	2.0	80.6	64.5	49.3
EXTREMA	2.01	81.4	65.2	49.8

Fig. 96: Cálculo del Bollard Pull por la fuerza de la ola

### Bollard Pull Total:

A continuación, se presenta el cálculo del Bollard Pull para los tres tipos de nave evaluadas en las condiciones de calma, normal y extremas.

### Para Naves tipo de dimensiones más grandes

CÁLCULO DEL BOLLARD PULL								
NAVE GRANDE ESLORA 180 METROS								
CONDICIÓN	VELOCIDAD DEL VIENTO (NUDOS)	BP REQUERIDO POR VIENTO CARGADO	BP REQUERIDO POR VIENTO EN LASTRE	VELOC. (NUDOS)	BOLLARD PULL REQUERIDO POR VELOCIDAD DE LA CORRIENTE CARGADO	BOLLARD PULL REQUERIDO POR LA VELOCIDAD DE LA CORRIENTE EN LASTRE	ALTURA DE OLA	BOLLARD PULL REQUERIDO POR LA ALTURA DE OLA
CALMA	3	0.2	0.3	0.2	1.9	1.5	0.5	5.0
CALMA	5	0.5	0.7	0.2	2.9	2.3	1.1	24.4
NORMAL	6	0.8	1.0	0.3	3.2	2.5	1.2	29.0
NORMAL	8	1.3	1.8	0.5	11.7	9.4	1.5	45.4
NORMAL	10	2.1	2.8				1.9	72.8
NORMAL	12	3.0	4.0				2.0	80.6
NORMAL	16	5.4	7.1					
EXTREMO	17	6.1	8.1	0.6	14.7	11.7	2.01	81.4
EXTREMO	18	6.8	9.0					

Fig. 97: Cálculo del BP total nave de mayor tamaño.

### Para Naves tipo de dimensiones medianas

CÁLCULO DEL BOLLARD PULL								
NAVE MEDIANA DE ESLORA 144 METROS								
CONDICIÓN	VELOCIDAD DEL VIENTO (NUDOS)	BP REQUERIDO POR VIENTO CARGADO	BP REQUERIDO POR VIENTO EN LASTRE	VELOC. (NUDOS)	BOLLARD PULL REQUERIDO POR VELOCIDAD DE LA CORRIENTE CARGADO	BOLLARD PULL REQUERIDO POR LA VELOCIDAD DE LA CORRIENTE EN LASTRE	ALTURA DE OLA	BOLLARD PULL REQUERIDO POR LA ALTURA DE OLA
CALMA	3	0.1	0.2	0.2	1.2	0.7	0.5	4.0
CALMA	5	0.3	0.5	0.2	1.8	1.1	1.1	19.5
NORMAL	6	0.4	0.7	0.3	2.0	1.2	1.2	23.2
NORMAL	8	0.7	1.2	0.5	7.3	4.5	1.5	36.3
NORMAL	10	1.1	1.9				1.9	58.2
NORMAL	12	1.5	2.7				2	64.5
NORMAL	16	2.7	4.8					
EXTREMO	17	3.1	5.4	0.6	9.1	5.6	2.01	65.2
EXTREMO	18	3.4	6.1					

Fig. 98: Cálculo del BP total nave de tamaño intermedio

### Para Naves tipo de dimensiones menores

CÁLCULO DEL BOLLARD PULL								
NAVE DE MENOR TAMAÑO DE ESLORA 110 METROS								
CONDICIÓN	VELOCIDAD DEL VIENTO (NUDOS)	BP REQUERIDO POR VIENTO CARGADO	BP REQUERIDO POR VIENTO EN LASTRE	VELOC. (NUDOS)	BOLLARD PULL REQUERIDO POR VELOCIDAD DE LA CORRIENTE CARGADO	BOLLARD PULL REQUERIDO POR LA VELOCIDAD DE LA CORRIENTE EN LASTRE	ALTURA DE OLA	BOLLARD PULL REQUERIDO POR LA ALTURA DE OLA
CALMA	3	0.1	0.1	0.2	0.7	0.5	0.5	3.1
CALMA	5	0.2	0.3	0.2	1.1	0.7	1.1	14.9
NORMAL	6	0.3	0.5	0.3	1.2	0.8	1.2	17.7
NORMAL	8	0.6	0.8	0.5	4.3	2.9	1.5	27.7
NORMAL	10	0.9	1.3				1.9	44.5
NORMAL	12	1.3	1.9				2	49.3
NORMAL	16	2.3	3.4					
EXTREMO	17	2.6	3.8	0.6	5.4	3.6	2.01	49.8
EXTREMO	18	2.9	4.3					

Fig. 99: Cálculo del BP total nave de menor tamaño

De los cuadros presentados en las páginas anteriores podemos determinar el requerimiento de tracción de tiro para los remolcadores que operan en el Terminal Marítimo Multiboyas QUIMPAC Paramonga.

**Requerimiento de Bollard Pull para naves tipo de mayor tamaño (grandes), de tamaño intermedio (mediano) y de menor tamaño (más pequeños)**

<b>BOLLARD PULL TOTAL PARA NAVES DE MAYOR TAMAÑO HASTA 180 METROS DE ESLORA</b>				
CONDICION	OLAS	CORRIENTE	VIENTO	TOTAL
CALMA MIN	5.0	1.9	0.2	7.1
CALMA MAX	24.4	2.9	0.5	27.8
NORMAL MIN	29.0	3.2	0.8	33.0
NORMAL MAX	45.4	11.7	3.0	60.1
EXTREMA MIN	81.4	14.7	6.1	102.2

**Fig. 100: Requerimiento de BP total para nave de mayor tamaño**

<b>BOLLARD PULL TOTAL PARA NAVES DE MAYOR TAMAÑO HASTA 144 METROS DE ESLORA</b>				
CONDICION	OLAS	CORRIENTE	VIENTO	TOTAL
CALMA MIN	4.0	1.2	0.1	5.3
CALMA MAX	19.5	1.8	0.3	21.6
NORMAL MIN	23.2	2.0	0.4	25.6
NORMAL MAX	36.3	7.0	1.5	44.8
EXTREMA MIN	65.2	9.0	3.1	77.3

**Fig. 101: Requerimiento de BP total para nave de tamaño intermedio**

<b>BOLLARD PULL TOTAL PARA NAVES DE MAYOR TAMAÑO HASTA 110 METROS DE ESLORA</b>				
CONDICION	OLAS	CORRIENTE	VIENTO	TOTAL
CALMA MIN	3.1	0.7	0.1	3.9
CALMA MAX	14.9	1.1	0.2	16.2
NORMAL MIN	17.7	1.2	0.3	19.2
NORMAL MAX	27.7	4.3	1.3	33.3
EXTREMA MIN	49.8	5.4	2.6	57.8

**Fig. 102: Requerimiento de BP total para nave de menor tamaño**

De acuerdo al desarrollo presentado para hallar el requerimiento de Bollard Pull en diferentes condiciones y para diferentes tipos de nave, se ha podido determinar que:

En el caso la nave tipo de mayor tamaño (180 metros de eslora), en condiciones de calma mínimas puede requerir un remolcador con un Bollard Pull igual o mayor a 7.1 toneladas y en condiciones de calma máximas requerirá un remolcador igual o mayor a un Bollard Pull de 27.8 toneladas. La misma nave tipo de mayor tamaño para condiciones normales mínimas requerirá un remolcador igual o mayor a un Bollard Pull de 33 toneladas. Bajo las condiciones antes descritas el ingreso de la nave de mayor porte al Terminal, requerirá el apoyo de un remolcador que pueda cubrir dichos requerimientos de tiro a punto fijo, en los 2 primeros casos podría ser un solo remolcador de 29 toneladas de Bollard Pull y en el tercer caso un remolcador de 44 toneladas de Bollard Pull.

Por otro lado, la nave tipo de mayor porte requerirá en condiciones normales cargado, con una altura de ola de 1.5 metros y con un viento de 12 nudos un Bollard Pull de 60 toneladas, bajo estas condiciones dicho requerimiento puede ser cubierto por la combinación de 2 remolcadores, pudiendo ser uno de 44 toneladas de Bollard Pull, apoyado por otro de 29 toneladas de Bollard Pull, debiendo considerar que estos requerimientos cubren los valores máximos del buque tipo, pudiendo disminuir, si las dimensiones de la nave se alejan de estos valores.

Finalmente, para estas naves tipo de mayor tamaño (180 metros de eslora), en condiciones extremas mínimas, con olas mayores a 2 metros y vientos superiores a los 16 nudos, que impliquen la salida de la nave del Terminal por malas condiciones, considerando que el Terminal Marítimo Multiboyas QUIMPAC Paramonga, es un Terminal Marítimo ubicado a 1,250 metros de costa con considerable amplitud de espacio entre boyas, lo cual le permite una mayor capacidad de maniobrabilidad ante una salida de emergencia, se ha determinado que puede requerir remolcadores de apoyo para su salida a mar abierto con un Bollard Pull equivalente al 70% de su requerimiento para estos casos (102.2 toneladas de Bollard Pull), es decir un remolcador de 44

toneladas de Tiro a punto fijo, sumado a otro remolcador con un Tiro a punto fijo de 29 toneladas, podrían cubrir el requerimiento estimado de 71.54 toneladas de Bollard Pull.

En el caso la nave tipo de mediano tamaño (144 metros de eslora), en condiciones de calma mínimas puede requerir un remolcador con un Bollard Pull igual o mayor a 5.3 toneladas y en condiciones de calma máximas requerirá un remolcador igual o mayor a un Bollard Pull de 21.6 toneladas. La misma nave tipo de mediano tamaño para condiciones normales mínimas requerirá un remolcador igual o mayor a un Bollard Pull de 25.6 toneladas. Bajo las condiciones antes descritas el ingreso de la nave de mediano porte al Terminal, Marítimo Multiboyas requerirá el apoyo de un remolcador que pueda cubrir dichos requerimientos de tiro a punto fijo, en los 3 casos podría ser un solo remolcador de 29 toneladas de Bollard Pull.

Del mismo modo, la nave tipo de mediano porte requerirá en condiciones normales cargado, con una altura de ola de 1.5 metros y con un viento de 12 nudos un Bollard Pull de 44 toneladas, bajo estas condiciones dicho requerimiento puede ser cubierto por 1 sólo remolcador de 44 toneladas de Bollard Pull, debiendo considerar que estos requerimientos cubren los valores máximos del buque tipo, pudiendo disminuir, si las dimensiones de la nave se alejan de estos valores.

Finalmente, para este tipo de naves de mediano porte, en condiciones extremas mínimas, con olas mayores a 2 metros y vientos superiores a los 16 nudos, que impliquen la salida de la nave del Terminal, considerando el mismo sustento expuesto en el párrafo referido a las Naves tipo de mayor porte, se ha determinado que puede requerir remolcadores de apoyo para su salida a mar abierto con un Bollard Pull equivalente al 70% de su requerimiento para estos casos (77.3 toneladas de Bollard Pull), es decir un remolcador de 44 toneladas de Tiro a punto fijo, sumado a otro remolcador con un Tiro a punto fijo de 29 toneladas, podrían cubrir en exceso el requerimiento estimado de 54 toneladas de Bollard Pull.

En el caso la nave tipo de menor tamaño (110 metros de eslora), en condiciones de calma mínimas puede requerir un remolcador con un Bollard Pull igual o mayor a 3.9 toneladas y en condiciones de calma máximas requerirá un remolcador igual o mayor a un Bollard Pull de 16.2 toneladas. La misma nave tipo de menor tamaño para condiciones normales mínimas requerirá un remolcador igual o mayor a un Bollard Pull de 19.2 toneladas. Bajo las condiciones antes descritas el ingreso de la nave tipo de menor porte al Terminal, Marítimo Multiboyas requerirá el apoyo de un remolcador que pueda cubrir dichos requerimientos de tiro a punto fijo, en los 3 casos podría ser un solo remolcador de 29 toneladas de Bollard Pull.

Del mismo modo, la nave tipo de menor porte requerirá en condiciones normales cargado, con una altura de ola de 1.5 metros y con un viento de 12 nudos un Bollard Pull de 33.3 toneladas, bajo estas condiciones dicho requerimiento puede ser cubierto por 1 sólo remolcador de 44 toneladas de Bollard Pull, debiendo considerar que estos requerimientos cubren los valores máximos del buque tipo, pudiendo disminuir, si las dimensiones de la nave se alejan de estos valores.

Finalmente, para este tipo de naves de menor porte, en condiciones extremas mínimas, con olas mayores a 2 metros y vientos superiores a los 16 nudos, que impliquen la salida de la nave del Terminal, considerando el mismo sustento expuesto en los párrafos precedentes referidos a las Naves tipo de mayor y mediano porte, se ha determinado que puede requerir remolcadores de apoyo para su salida a mar abierto con un Bollard Pull equivalente al 70% de su requerimiento para estos casos (57.8 toneladas de Bollard Pull), es decir un sólo remolcador de 44 toneladas de Tiro a punto fijo podría cubrir satisfactoriamente el requerimiento estimado de 40.5 toneladas de Bollard Pull.

Como se puede apreciar del análisis efectuado, se observa que en condiciones de calma máxima para los tres tipos de nave se requerirá un remolcador con un Bollard Pull en el rango de 16.2 a 27.8 toneladas de Tiro a punto fijo, pudiendo ser cubierto por 1 remolcador de 29 toneladas de Bollard Pull, requerimiento que tiende a disminuir si las condiciones de calma se alejan de la condición de calma máxima y se aproximan a las condiciones

de calma promedio o condiciones de calma mínimas. Del mismo modo, se aprecia que en condiciones normales mínimas para los tres tipos de nave se requerirá un remolcador con un Bollard Pull en el rango de 19.2 a 33 toneladas de Tiro a punto fijo, pudiendo ser cubierta esta necesidad por 1 remolcador de 29 toneladas, para los requerimientos bajo su valor (naves tipo de menor y mediano porte) y con 1 remolcador de 44 toneladas de Bollard Pull para el requerimiento de la nave tipo de mayor porte.

Para el caso de condiciones normales máximas para los tres tipos de nave, este rango oscila entre los 33.3 y 60.1 toneladas, pudiendo ser cubierto inicialmente por 1 remolcador de 44 toneladas de Bollard Pull (naves tipo de menor y mediano porte) y en el caso de las naves tipo de mayor tamaño, se requerirá la sumatoria de los Bollard Pull de 1 remolcador de 29 toneladas y 1 remolcador de 45 toneladas de tiro a punto fijo. Cabe mencionar, que dicho requerimiento tiende a disminuir si las condiciones normales se alejan de la condición normal máxima y se aproximan a la condición normal mínima, dependiendo también de las dimensiones de la nave.

Por último, puede observarse que para las condiciones extremas mínimas considerando los tres tipos de nave, el rango requerido de Bollard Pull varía entre las 57.8 y 102.2 toneladas, en cuyo caso y considerando en promedio que se cumpla en un 70 % el requerimiento de Bollard Pull, dicha acción podría ser cubierta óptimamente por 1 o 2 remolcadores: 1 remolcador de 44 toneladas de Bollard Pull para buques tipo de menor porte y la suma de ambos: 1 remolcador de 44 y otro de 29 toneladas de Bollard Pull, para buques de mediano y mayor porte, de acuerdo a como se presenten los escenarios anteriormente descritos.

Cabe mencionar, que la principal característica que debe predominar en la elección de los remolcadores está directamente relacionada con su capacidad de Bollard Pull, pudiendo variar las características de los mismos, de acuerdo a la disponibilidad en la zona de dichas naves de apoyo, siempre que su empleo individual o combinado, cumpla con cubrir las necesidades requeridas de tiro a punto fijo para cada maniobra, según las especificaciones señaladas.

## **2.8 CONDICIONES LÍMITE DE PERMANENCIA DE LA NAVE EN LA INSTALACIÓN**

- a. Las condiciones límites de permanencia de las naves en el Terminal Marítimo Multiboyas QUIMPAC Paramonga dependen de otros factores además del propio buque; la paralización de las operaciones de carga y descarga dependerá fundamentalmente de las características de los equipos que se utilicen para esta función.

Asimismo, es importante indicar que, durante la permanencia de la nave en el Terminal, se encuentra a bordo el práctico y el Loading master representante de la empresa que está en constante comunicación con la planta y es el nexo entre la nave y la planta ante cualquier emergencia, el mismo que coordinará permanentemente con el Capitán de la nave.

En este caso, no es necesario que la autoridad competente cierre el puerto para paralizar las operaciones, el mismo terminal de acuerdo a sus parámetros de condiciones límites puede suspender las operaciones y si el caso lo amerita desamarrar la nave, alejarse y fondear hasta esperar que las condiciones mejoren; comunicando a Costera Supe de tal acción y los motivos que la sustentan.

Es importante tener en cuenta que el Práctico Marítimo deberá encontrarse a bordo, durante la permanencia del buque en el Terminal marítimo Multiboyas QUIMPAC Paramonga, con el propósito de poder asesorar al Capitán de la nave en relación al comportamiento del buque amarrado a boyas, de la condición y trabajo de sus amarras; así como, respecto a las condiciones de mar y viento reinantes.

Del mismo modo, de alguna forma puede evitarse la presentación de las condiciones límite de permanencia de la nave, si se desarrolla un adecuado análisis del pronóstico de las condiciones climáticas en el área de operaciones; sin embargo, es importante considerar que no siempre el pronóstico coincide con los datos reales, llegando a variar en algunas oportunidades con relación a las condiciones que se esperan.

Tal como se ha podido apreciar en el desarrollo del presente estudio de maniobras, de acuerdo a los análisis y cálculos efectuados se ha podido determinar las condiciones límite en las cuales los buques que se encuentren maniobrando para ingresar al área de operaciones o ya se encuentren amarrados en el Terminal Marítimo Multiboyas QUIMPAC Paramonga, podrán continuar con sus operaciones de ingreso o de faena de carga, o en su defecto abortarlas, con el propósito de cumplir con las condiciones límites y los márgenes de seguridad necesarios para el buque.

b. Condiciones de permanencia de la nave en el Terminal

(1) Por otro lado, en caso de preverse o considerarse la posibilidad que las condiciones climáticas se vuelvan desfavorables durante la permanencia de la nave amarrada al Terminal Marítimo, se deberán tener preparadas y listas un mínimo de nueve (9) líneas de amarre (rollos de 220 m. de longitud) con el fin de ser empleadas de la siguiente forma, en caso de ser necesario:

- Tres (3) líneas de amarre a proa babor, a ser operadas con los winches ubicados en inmediaciones de la proa, dos de los cuales quedarán asegurados con freno de su correspondiente winche y uno hecho firme en la bita de proa.
- Dos (2) líneas de amarre a popa estribor, que serán operadas con winches ubicados en inmediaciones de la popa y quedarán asegurados con freno de su correspondiente winche.
- Tres (3) líneas de amarre a popa babor, que serán operadas con winches ubicados en inmediaciones de la popa, dos de los cuales quedarán asegurados con freno de su correspondiente winche y uno hecho firme en la bita de popa.
- Una (1) línea de amarre a popa centro que será operada a través del tambor del winche ubicado en inmediaciones de la popa, el mismo que será hecho firme en la bita de popa.

Estas acciones permitirán reducir las oscilaciones en los ejes longitudinal y transversal, al igual que los movimientos de guiñada ocasionados por las variaciones del asiento y calado del buque al momento de las operaciones de carga del producto.

(2) Condición de calma: Dirección y fuerza máxima del viento, mareas, altura de olas, dirección y velocidad de las corrientes y otras consideradas en esta condición.

- Olas  
Calma: menores a 1.20 m.
- Corrientes  
Calma: No considerables, menores a 0.26 nudos
- Vientos  
Calma: menores a 6 nudos
- Visibilidad  
Mayor de 10 millas

(3) Condición moderada: Dirección y fuerza máxima del viento, mareas, altura de olas, dirección y velocidad de las corrientes y otras consideradas en esta condición.

- Olas  
Moderado: entre 1.20 m y 2.00 m
- Corrientes  
Moderado: No considerables, entre 0.26 y 0.55 nudos
- Vientos  
Moderado: 6 a 16 nudos
- Visibilidad  
Mayor de 5 millas

(4) Condición extrema: Dirección y fuerza máxima del viento, mareas, altura de olas, dirección y velocidad de las corrientes y otras consideradas en esta condición. (no se realizan maniobras)

- Olas  
Extrema: mayor de 2.00 metros con periodos de 18 segundos
- Corrientes  
Extrema: Mayores a 0.55 nudos
- Vientos  
Extrema: mayor a 16 nudos
- Visibilidad  
Menor de 0.35 millas

### c. Procedimiento de Seguridad

#### (1) Procedimiento Operativos de Seguridad antes del inicio de trabajos de la nave en el Terminal

Antes del inicio de las operaciones de ingreso y amarre al Terminal Marítimo Multiboyas QUIMPAC PARAMONGA, el Práctico tomará conocimiento sobre las características y limitaciones de la nave conforme a la Cartilla de Práctico (Pilot Card) y las características de la nave (Ship's Particulars) y otras observaciones proporcionadas por el Capitán y dará al mismo, información sobre cómo deberá conducirse la nave durante la Travesía, con que medios de apoyo se cuenta para la maniobra, el acercamiento, la aproximación al amarradero, las situaciones que le exigirían suspender o abortar la maniobra de ingreso y amarre, indicándole al mismo tiempo la Ruta de Fuga correspondiente y el cómo se amarrará.

Este intercambio de información debe ser un proceso permanente, que por lo general continúa a medida que se lleva a cabo el practicaje. El tipo y cantidad de información que se intercambie vendrán dados por las características específicas de navegación que se desarrolle, lo cual no limita que durante la operación se pueda continuar intercambiando información complementaria.

Con el asesoramiento del Práctico, de día o de noche, en las condiciones de mar y viento imperantes (Puerto Abierto) y con la autorización de Costera Supe (Control de Tráfico Marítimo) la nave que se encuentra fondeada podrá proceder al Terminal de QUIMPAC en Paramonga, debiéndose previamente disponer por radio o a través de la Agencia Marítima a cargo de la nave que el remolcador que asistirá la maniobra se encuentre en el lugar requerido para operar cuando la nave arribe al área marítima de Paramonga.

Del mismo modo, se dispondrá que las dos embarcaciones que se encargarán de llevar las líneas de amarre desde la nave hacia las boyas, se encuentren en inmediaciones del Terminal listas y a la orden para apoyar la maniobra de amarre, cuando la nave arribe al Área Marítima de Paramonga.

En el caso de que contándose con pronósticos desfavorables y la Autoridad Marítima desestime Cerrar el Puerto, el Práctico con el Capitán y el Loading Master (como Representante del Terminal) evaluarán las condiciones de mar y viento decidiendo sobre la conveniencia o no de ingresar y amarrar al Terminal, teniendo en cuenta que la seguridad del personal, la nave y las instalaciones del Terminal priman sobre cualquier otra consideración.

En este sentido, las maniobras deberán realizarse siempre teniendo en cuenta las condiciones límites estipuladas en el presente estudio, considerando entre otros datos importantes, la profundidad mínima dentro del terminal, la cual es de 11 m., por lo que el calado máximo permisible será de 10 m. en condiciones de mar calmo y con olas significantes máximas de 1.20 metro de altura; al igual que en condición moderada con olas significantes máximas de entre 1.20 y 2 metros de altura.

**(2) Procedimiento de Seguridad durante la permanencia de la nave en el Terminal**

Durante la permanencia de la nave en el Terminal Marítimo Multiboyas QUIMPAC Paramonga, se ha tomado en cuenta con la debida anticipación efectuar la evaluación respectiva respecto a las condiciones de tiempo en base a los pronósticos. Lo cual una vez amarrada la nave en el Terminal, nos permite ante algún cambio que ocurra en las condiciones meteorológicas y oceanográficas, tener el lapso de tiempo suficiente para tomar las acciones preventivas necesarias, como incrementar amarras ante la eventualidad que puedan romperse, apoyarse con remolcadores o realizar las coordinaciones necesarias para que el práctico, los remolcadores, lanchas, gavieros se preparen para una salida de emergencia.

Es importante mencionar también que, durante la permanencia de la nave en el Terminal Marítimo, 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.

Al respecto, el terminal cuenta con una tabla donde se detallan los parámetros oceanográficos y meteorológicos límites en cada condición de la nave, lo que permite tomar las acciones necesarias para salvaguardar la vida humana en el mar y las instalaciones de la terminal.

Es importante señalar que, durante la permanencia de la nave en el Terminal, se encuentra a bordo el práctico y el Loading master representante de la empresa que está en constante comunicación con la planta y es el nexo entre la nave y la planta ante cualquier emergencia, el mismo que coordinará permanentemente con el Capitán de la nave. Los tres formarán un pequeño comité para tomar las decisiones ante una emergencia.

**(3) Procedimiento de Control de las operaciones de transferencia de carga durante la permanencia de la nave en el Terminal**

Durante la permanencia de la nave en el Terminal Marítimo Multiboyas QUIMPAC Paramonga una vez amarrada y mientras realiza las operaciones de transferencia de carga, es sometido a una serie de esfuerzos debido a los diferentes movimientos que adopta y que los elementos del sistema de amarre deben de tener la capacidad de resistir de forma segura; las fuerzas que se ejercen sobre estos elementos son las mismas para un sistema de amarre con estachas (cabos), cables o combinados, variando la resistencia de cada uno de ellos, debido a las características propias del material de cada elemento.

Cabe señalar, que las naves son ubicadas en relación a los términos de tubería submarina a través de las cuales puede su planta en tierra bombear hacia ella Soda Cáustica o Cloruro de Calcio o de ser el caso recibir Petróleo. El rango de naves que utilizarán el Terminal QUIMPAC en Paramonga se referirán al tipo de producto que embarcará (soda cáustica o Cloruro de Calcio) o desembarcará (petróleo), e irá desde una Eslora de 110 m. hasta 180 m., tomando como referencia las clasificaciones de las naves tipo según las ROM 3.1-99. Sin embargo, lo recomendable es que las naves más pequeñas tengan una eslora superior a los 120 m. con la finalidad de facilitar la maniobra de amarre al Terminal.

Mientras permanece la nave amarrada durante la carga o descarga, podrá su posición ser afectada si las condiciones de mar y viento se incrementan, pudiéndose romper líneas de amarre y acercar o alejar la nave al boyarín que señala el final de la tubería submarina correspondiente.

Esto puede originar que la manga que se esté usando pudiera introducirse debajo del casco (de acercarse) o estirarse (de alejarse) poniendo en peligro la integridad de la misma (desgaste por rozamiento con el casco o torcedura o rotura) o del sistema de válvulas utilizado para conectar la manga en el manifold de la nave. En este probable caso se evaluará la posibilidad de reponer las líneas rotas, levar o filar cadenas, cobrar o lascar líneas de amarre con la finalidad de retornar la nave a su posición original.

Asimismo, de incrementarse la acción del mar (oleaje y correntada), la nave tenderá a estirar las cadenas principalmente la de estribor ya que el oleaje viene por su amura, llevando la nave hacia atrás y adelante, originando que debido a este movimiento se estirarán las cadenas y la

proa tenderá a ir hacia atrás yendo la proa a babor obligada por la acción ejercida por las líneas de amarre de proa babor y en consecuencia se reduciría la tensión de las líneas de popa estribor, ocasionando que la popa podría ser llevada hacia la banda de babor o sea hacia la troncal de petróleo (principalmente), acercando peligrosamente la nave hacia el cuello de ganso de su tubería submarina.

Es por ello que en el cálculo del fondeo de anclas deberá considerarse dentro de lo posible, una longitud máxima de cadena de estribor debido a que, durante la permanencia del buque amarrado, toda vez que se presenten oleajes inadecuados que lleve a la nave hacia atrás, deberá reubicarse levando cadena de estribor en mayor proporción que la de babor para retornar la nave a su posición original.

Si las condiciones de mar no permiten a la nave mantener posición a pesar de haberse tratado de corregir variando posiciones de cadenas y líneas de amarre, apreciándose que se pondría en peligro la seguridad del personal, de la nave y las instalaciones del Terminal, deberá reportarse a Costera Supe esta novedad y deberá desamarrarse la nave en espera de mejores condiciones.

En este caso, el Terminal no se orienta exactamente hacia dónde viene el oleaje, sino que, teniéndose en consideración el esquema de ubicación de boyas de amarre versus tubería submarina a emplear, al viento prevaleciente que normalmente viene de la amura de babor y el oleaje por la amura de estribor, la nave deberá quedar orientada al 213°, pudiendo aceptarse entre 208° y 217° y el casco a la altura del Manifold de carga o descarga separado del boyarín Troncal que se ubica en el fin de tubería submarina (debido a la longitud de las mangas).

#### (4) Procedimiento Operativos de Seguridad antes de la salida de la nave del Terminal

Los procedimientos operativos antes de la salida de la nave del Terminal Marítimo Multiboyas QUIMPAC Paramonga, se iniciarán al haber concluido las operaciones de carga o ante una salida de emergencia en caso las condiciones de mar no permiten a la nave mantener posición y se considere que el personal, la nave y las instalaciones del Terminal, corren un peligro inminente.

En dichos casos, el Loading Master (Representante del Terminal) dispondrá el retiro de la manga y materiales utilizados. Posteriormente, indicará al Capitán y al Práctico que la nave se encuentra lista para desamarrar del Terminal Marítimo Multiboyas QUIMPAC Paramonga.

En ese contexto, el Práctico tomará conocimiento sobre las características y limitaciones actuales de la nave conforme a la Cartilla de Práctico (Pilot Card) y las características de la nave (Ship's Particulars) y otras observaciones proporcionadas por el Capitán y dará al mismo, información sobre el cómo deberá conducirse la nave durante el Desamarre, el Alejamiento y la Travesía al Puerto de Supe.

Con el asesoramiento del Práctico, de día o de noche, en las condiciones de mar y viento imperantes y con la autorización de Costera Supe (Control de Tráfico Marítimo) la nave amarrada podrá proceder a dejar el Terminal, debiéndose disponer previamente por radio o por medio de la Agencia Marítima a cargo de la nave, que el remolcador que asistirá en la maniobra, se encuentre en el lugar requerido para este propósito, debido a que durante esta fase el buque está sin velocidad, con lo cual la posibilidad de utilizar sus propios medios en el control de las acciones externas son limitadas (en caso de una salida de emergencia) y por lo tanto se precisa una ayuda más importante por parte de los remolcadores.

Por otro lado, se deberá disponer que las dos embarcaciones que se encargarán de largar las líneas de amarre desde las boyas, se encuentren en inmediaciones del Terminal Marítimo, listas para apoyar en la maniobra de desamarre a la orden.

## 2.9 DETERMINACIÓN DE CONDICIONES METEREOLÓGICAS Y OCEANOGRÁFICAS ADVERSAS ASI COMO SITUACIONES QUE CONSTITUYAN LÍMITES OPERACIONALES O CONDICIONES INSEGURAS

### a. Condiciones inseguras por la presencia de las condiciones límites de operación durante la ejecución de maniobras y permanencia de la nave

Como se ha mencionado a lo largo de este Estudio, existen condiciones meteorológicas y oceanográficas adversas, así como situaciones que constituyen límites operacionales o condiciones inseguras durante la ejecución de maniobras y permanencia de la nave en el Terminal Marítimo Multiboyas QUIMPAC Paramonga.

Estas condiciones limitan la capacidad de las naves para contrarrestar las fuerzas a las que son expuestas. En el siguiente cuadro, se presentan las condiciones límites medioambientales para las operaciones en el Terminal Marítimo, tanto para la aproximación y amarre como para la permanencia en el Terminal; si los factores externos alcanzan estos valores, no deberá llevarse a cabo o deberá abortarse, en caso ya se haya iniciado, la maniobra de aproximación y amarre. Del mismo modo, en caso la nave se encuentre amarrada, deberá desamarrarse y salir a una zona segura en espera de mejores condiciones.

CONDICIÓN LÍMITE			
CONDICIÓN	PARÁMETRO	INTENSIDAD/ALTURA	PERIODO
CALMA	Viento	< 6 nudos	
	Corriente	< 0.26 nudos	
	Olas (significantes)	< 1.20 metros	< 12 segundos
MODERADO	Viento	entre 6 y 16 nudos	
	Corriente	entre 0.26 y 0.55 nudos	
	Olas (significantes)	entre 1.2 y 2.0 metros	Entre 12 y 18 segundos
EXTREMA	Viento	> 16 nudos	
	Corriente	> 0.55 nudos	
	Olas (significantes)	> 2 metros	> 18 segundos

Figura 103: Condiciones límites

Tal como se aprecia en el cuadro anterior, las olas en condiciones de calma tienen una altura de hasta 1.20 metros; en las condiciones de moderado, entre 1.20 a 2.00 metros y en condiciones extremas, olas mayores de 2.00 metros.

Asimismo, es importante considerar las tendencias de los pronósticos de tiempo para poder o no iniciar una maniobra. Del mismo modo, las condiciones de mar y viento indicadas para desconectar la manga previendo roturas u otros que pusieran en peligro la seguridad del terminal y la nave, serán coordinadas previamente entre el Capitán y el Loading Master. Finalmente, las condiciones de mar y viento indicadas para desamarrar la nave previendo situaciones que pongan en peligro la seguridad del terminal y la nave, serán coordinadas entre el Capitán, el Práctico y el Loading Master.

Al respecto, se presenta a continuación un cuadro resumen de las operaciones que se pueden realizar en el Terminal Marítimo Multiboyas QUIMPAC Paramonga en función del estado del mar y del tiempo.

<b>CONDICIÓN</b>	Puede realizar maniobra de ingreso al amarradero	Puede permanecer en el amarradero operando.	Puede permanecer en el amarradero sin operar. Se desconecta la manga.	Deberá salir del amarradero.	No deberá realizar maniobra de ingreso al amarradero
<b>CALMA</b>	X	X			
<b>MODERADO</b>	X	X	X		
<b>EXTREMO</b>				X	X

Figura 104: Cuadro resumen de las operaciones que se pueden realizar

Las naves podrán realizar maniobra de ingreso y permanecer en el amarradero operando en Condición Moderado, siempre y cuando los parámetros se encuentran cercanos a los límites inferiores del nivel y la tendencia sea a la calma, por lo cual deberán encontrarse en estado de alerta verificando la tendencia señalada. Caso contrario, de incrementarse los parámetros, deberá permanecer inicialmente en el Terminal, pero sin operar, de continuar incrementándose los parámetros y pasar a condición extrema, deberá salir del Terminal.

## **b. Requerimiento de remolcadores**

La determinación de las necesidades de remolcadores para la realización de una maniobra correcta depende de un gran número de factores entre los que pueden citarse:

- (1) Las características del área en las que va a desarrollarse la maniobra.
- (2) Las condiciones climáticas existentes.
- (3) El tipo de buque y sus condiciones de maniobrabilidad.
- (4) El tipo de maniobra a realizar y la forma de actuación de los remolcadores en condiciones de seguridad.
- (5) La flota de remolcadores disponibles.
- (6) La experiencia de los maniobristas que intervengan en la operación.
- (7) La prestación de servicios complementarios a la propia maniobra.
- (8) Las condiciones económicas que regulen la intervención de los remolcadores.

Dejando al margen las operaciones puras de remolque, la asistencia de remolcadores en la llegada o partida de un buque a una instalación portuaria comprende normalmente tres fases:

- (1) La fase en la que el buque mantiene una velocidad apreciable en la que puede mantener un adecuado control de la navegación con sus medios propios (hélices, timones, etc.). En esta fase la asistencia de remolcadores puede ser necesaria, con unos requerimientos que en general no demandarán una potencia o tracción a punto fijo excesiva, pero si unas condiciones específicas de navegabilidad y eficiencia para poder asistir a un buque en movimiento.
- (2) La fase intermedia en la que el buque reduce su velocidad para aproximarse a un área de maniobra, dársena, muelle, etc. y en la que el buque está realizando parte de su proceso de parada. Durante esta fase el buque reduce su velocidad y en consecuencia disminuye la eficacia de sus medios propios, en consecuencia, la influencia de los agentes externos (vientos, oleajes, corrientes, etc.) se queda descompensada y es necesario recurrir a la asistencia de remolcadores más frecuentemente y en actuaciones más prolongadas.

- (3) La fase final en la que se realizan las maniobras últimas de aproximación, reviro y atraque o el proceso contrario de inicio de la salida. Durante esta fase el buque está casi sin velocidad con lo cual la posibilidad de utilizar sus medios propios en el control de las acciones externas es prácticamente nula y por tanto se precisa una ayuda más importante por parte de los remolcadores.

La demanda de remolcadores, al menos para buques sensibles a la acción de los vientos, oleajes y corrientes, suele venir determinada por esta última fase en la que se cuantifican las mayores exigencias de tracción a punto fijo. En esta última fase en la que el buque se mueve a velocidad reducida es donde las hélices transversales del barco actúan con mayor eficacia, por lo que deberán ser tomadas en consideración a efectos de cuantificar las necesidades de tracción a punto fijo que deben ser proporcionadas por los remolcadores.

El procedimiento general de dimensionamiento de las necesidades de remolcadores se basa en que las fuerzas proporcionadas por éstos (más las hélices transversales del buque de ser el caso), serán capaces de equilibrar las fuerzas exteriores y las inerciales o residuales del propio buque, manteniendo un margen de seguridad adecuado para que la nave pueda permanecer controlada en todo momento.

### **c. Resguardo bajo la quilla**

El resguardo para seguridad y control de la maniobrabilidad del buque “rvsm” es el espesor mínimo de la lámina de agua que debe quedar bajo la quilla para que el barco pueda mantener el control de la navegación. Para su determinación se tomarán los valores indicados en la Tabla 7.2 de la ROM 3.1-99, en los que se ha supuesto que siempre se cuenta con el Margen de Seguridad “rvsd”, que es el resguardo vertical libre que deberá quedar siempre disponible entre el casco del buque y el fondo.

TABLA 7.2. RESGUARDOS PARA SEGURIDAD Y CONTROL DE LA MANIOBRABILIDAD DEL BUQUE ( $rv_{sm}$ ) Y MARGEN DE SEGURIDAD ( $rv_{sd}$ )			
	$rv_{sm}$	$rv_{sd}$	$rv_{sm} + rv_{sd}$
<b>1. Buques de gran desplazamiento (&gt; 30.000 t)</b>			
— Navegación sobre fondos limosos o arenosos			
• Velocidad del buque no limitada (> 8 nudos)	0,60 m	0,30 m	0,90 m
• Velocidad del buque limitada ( $\leq$ 8 nudos)	0,30 m	0,30 m	0,60 m
• Buque parado (muelles, atraques, etc.)	0,00 m	0,30 m	0,30 m
— Navegación sobre fondos rocosos			
• Velocidad del buque no limitada (> 8 nudos)	0,60 m	0,60 m	1,20 m
• Velocidad del buque limitada ( $\leq$ 8 nudos)	0,30 m	0,60 m	0,90 m
• Buque parado (muelles, atraques, etc.)	0,00 m	0,60 m	0,60 m
<b>2. Buques de mediano y pequeño desplazamiento (<math>\leq</math> 10.000 t, excepto embarcaciones menores, deportivas y pesqueros)</b>			
— Navegación sobre fondos limosos o arenosos			
• Velocidad del buque no limitada (> 8 nudos)	0,30 m	0,30 m	0,60 m
• Velocidad del buque limitada ( $\leq$ 8 nudos)	0,20 m	0,30 m	0,50 m
• Buque parado (muelles, atraques, etc.)	0,00 m	0,30 m	0,30 m
— Navegación sobre fondos rocosos			
• Velocidad del buque no limitada (> 8 nudos)	0,30 m	0,60 m	0,90 m
• Velocidad del buque limitada ( $\leq$ 8 nudos)	0,20 m	0,60 m	0,80 m
• Buque parado (muelles, atraques, etc.)	0,00 m	0,60 m	0,60 m
<b>3. Buques de desplazamientos comprendidos entre 10.000 y 30.000 t.</b>			
— Interpolar linealmente en función del desplazamiento indicado en los apartados 1 y 2			
<b>4. Embarcaciones menores, deportivas y pesqueros</b>			
— Navegación sobre fondos limosos o arenosos			
• Velocidad del buque no limitada (> 8 nudos)	0,20 m	0,20 m	0,40 m
• Velocidad del buque limitada ( $\leq$ 8 nudos)	0,10 m	0,20 m	0,30 m
• Buque parado (muelles, atraques, etc.)	0,00 m	0,20 m	0,20 m
— Navegación sobre fondos rocosos			
• Velocidad del buque no limitada (> 8 nudos)	0,20 m	0,40 m	0,60 m
• Velocidad del buque limitada ( $\leq$ 8 nudos)	0,10 m	0,40 m	0,50 m
• Buque parado (muelles, atraques, etc.)	0,00 m	0,40 m	0,40 m

Figura 105: Resguardo para seguridad y control de la maniobrabilidad del buque

Por lo que en ningún caso podrán aceptarse valores de “ $rv_{sm} + rv_{sd}$ ” inferiores a los que se indica en dicha Tabla, medidos en la crujía del buque. Estos valores se tomarán como característicos tanto si el estudio se realiza por métodos determinísticos como semiprobabilísticos.

Para la determinación del Margen de Seguridad “ $rv_{sd}$ ”, se tomarán los valores indicados en la tabla antes mencionada 7.2 de la ROM 3.1-99, que tienden a minimizar el riesgo de contacto del barco con el fondo atendiendo a la naturaleza de éste. Este margen de seguridad deberá tenerse igualmente siempre en consideración, tanto si se utilizan métodos determinísticos como semiprobabilísticos.

En la presente recomendación no se establecen resguardos adicionales atendiendo al tipo de buques o a la naturaleza de la carga, ya que se considera que la navegación debe ser igualmente segura en todos los casos.

En el supuesto de que en algún caso particular se desee adoptar precauciones adicionales de seguridad al respecto, se recomienda adoptar condiciones de operación más restrictivas para determinados tipos de buques (velocidad límite del viento más reducida), en lugar de incrementar las exigencias de un mayor calado.

Si seguimos un enfoque determinístico y sumamos todos los factores que requieren un espacio vertical debemos agregar un valor final como resguardo bajo quilla neta mínima que es lo que nos asegura que, si todos los factores se producen, siempre se tendrá un resguardo mínimo por debajo del casco. Los valores de ese resguardo pueden ser del orden de los 2 pies para el caso de fondos arenosos o limosos o 3 pies para el caso de fondos rocosos donde las consecuencias de tocar el fondo son graves.

En este sentido, las maniobras deberán realizarse siempre teniendo en cuenta las condiciones límites estipuladas en el presente estudio, considerando entre otros datos importantes, la profundidad mínima dentro del terminal, la cual es de 11 m., por lo que el calado máximo permisible será de 10 m. en condiciones de mar calmo y con olas significantes máximas de 1.20 metro de altura; al igual que en condición moderada con olas significantes máximas de entre 1.20 y 2 metros de altura.

## CAPÍTULO III

### RECOMENDACIONES, CONCLUSIONES Y ANEXOS

#### 3.1 Recomendaciones, Conclusiones y Restricciones

Como resultado del Estudio de Maniobras desarrollado, se han establecido las conclusiones, recomendaciones y las restricciones portuarias que se señalan a continuación, las mismas que permitirán la realización de operaciones en el Terminal Marítimo Multiboyas QUIMPAC Paramonga, bajo las consideraciones señaladas para las naves tipo, en las cuales se ha basado el Estudio. Inicialmente se considerará presentar los aspectos más relevantes:

#### Características de las naves tipo

Para el presente Estudio, se consideró trabajar en base a 3 naves tipo, una de dimensiones mayores, una media y otra menor, buscando se aproximen lo más posible al tipo de naves que ingresan al Terminal Marítimo:

CARACTERÍSTICAS DE LAS NAVES QUE OPERARÁN EN EL TERMINAL MARÍTIMO MULTIBOYAS QUIMPAC PARAMONGA	
NAVES TIPO CONOCIDAS DE TAMAÑO MÁXIMO	
TIPO DE NAVE	BUQUES TANQUE QUIMIQUEROS
ESLORA	180
ESLORA ENTRE PERPENDICULARES	170
MANGA	28
CALADO MÁXIMA CARGA	10
DESPLAZAMIENTO A PLENA CARGA	42,000
TONELAJE DE PESO MUERTO (DWT)	30,000

Figura 106: Características de las Naves tipo de mayor tamaño

CARACTERÍSTICAS DE LAS NAVES QUE OPERARÁN EN EL TERMINAL MARÍTIMO MULTIBOYAS QUIMPAC PARAMONGA	
NAVES TIPO CONOCIDAS DE TAMAÑO PROMEDIO	
TIPO DE NAVE	BUQUES TANQUE QUIMIQUEROS
ESLORA	144
ESLORA ENTRE PERPENDICULARES	136
MANGA	19
CALADO MÁXIMA CARGA	7.8
DESPLAZAMIENTO A PLENA CARGA	15,000
TONELAJE DE PESO MUERTO (DWT)	10,000

Figura 107: Características de las Naves tipo de tamaño promedio

CARACTERÍSTICAS DE LAS NAVES QUE OPERARÁN EN EL TERMINAL MARÍTIMO MULTIBOYAS QUIMPAC PARAMONGA	
NAVES TIPO CONOCIDAS DE TAMAÑO MÍNIMO	
TIPO DE NAVE	BUQUES TANQUE QUIMIQUEROS
ESLORA	110
ESLORA ENTRE PERPENDICULARES	104
MANGA	15
CALADO MÁXIMA CARGA	6
DESPLAZAMIENTO A PLENA CARGA	8,000
TONELAJE DE PESO MUERTO (DWT)	5,000

Figura 108: Características de las Naves tipo de menor tamaño

## Condiciones límite para la ejecución de maniobras y permanencia en el Terminal

CONDICIÓN LÍMITE			
CONDICIÓN	PARÁMETRO	INTENSIDAD/ALTURA	PERIODO
CALMA	Viento	< 6 nudos	
	Corriente	< 0.26 nudos	
	Olas (significantes)	< 1.20 metros	< 12 segundos
MODERADO	Viento	entre 6 y 16 nudos	
	Corriente	entre 0.26 y 0.55 nudos	
	Olas (significantes)	entre 1.2 y 2.0 metros	Entre 12 y 18 segundos
EXTREMA	Viento	> 16 nudos	
	Corriente	> 0.55 nudos	
	Olas (significantes)	> 2 metros	> 18 segundos

Figura 109: Condiciones límite para la ejecución de maniobras y permanencia

En este sentido, las maniobras deberán realizarse con las condiciones límites estipuladas en el presente estudio, en condiciones de mar calmo y con olas significantes máximas de 1.20 metro de altura; al igual que en condición moderada con olas significantes de entre 1.20 y 2 metros de altura como máximo. Sin embargo, siempre debe aplicarse el criterio y la recomendación del práctico encargado de la maniobra para la toma de la decisión final.

### Requerimiento de Remolcadores

En base al cálculo de Bollard Pull de los remolcadores para el Terminal Marítimo Multiboyas QUIMPAC Paramonga y de acuerdo a lo que ya se ha mencionado en un análisis previo; se ha determinado lo siguiente:

En el caso la nave tipo de mayor tamaño (180 metros de eslora), en condiciones de calma mínima puede requerir un remolcador con un Bollard Pull igual o mayor a 7.1 toneladas; asimismo, en condiciones de calma máxima requerirá un remolcador con un Bollard Pull de 27.8 a más toneladas. La misma nave tipo de mayor tamaño, para condiciones moderadas o normales mínimas requerirá un remolcador con un Bollard Pull igual o mayor a 33 toneladas, o dos remolcadores que sumado su Bollard Pull den 33 o más toneladas de tracción de tiro. Este mismo buque tipo de mayor porte en condiciones moderadas o normales máximas con el buque

cargado, con una altura de ola promedio de 1.5 metros y con un viento promedio de 12 nudos, requerirá dos remolcadores con una sumatoria de Bollard Pull igual o mayor a 60 toneladas. Para el caso de buques de menor tamaño que la nave tipo seleccionada, el requerimiento de Bollard Pull se irá alejando de los requerimientos planteados para Buques de 180 metros de eslora y se irá aproximando a los requerimientos planteados para las naves tipo de mediano tamaño.

En el caso la nave tipo de mediano tamaño (144 metros de eslora), en condiciones de calma mínima puede requerir un remolcador con un Bollard Pull igual o mayor a 5.3 toneladas y en condiciones de calma máxima requerirá un remolcador con un Bollard Pull igual o mayor a 21.6 toneladas. La misma nave tipo de mediano tamaño, para condiciones moderadas o normales mínimas requerirá un remolcador con un Bollard Pull igual o mayor a 25.6 toneladas y en condiciones moderadas o normales máximas con el buque cargado, con una altura de ola promedio de 1.5 metros y con un viento promedio de 12 nudos, requerirá un remolcador con un Bollard Pull igual o mayor a 44 toneladas, o dos remolcadores cuya suma de Bollard Pull cubra las 44 toneladas requeridas de tiro a punto fijo.

En el caso la nave tipo de menor tamaño (110 metros de eslora), en condiciones de calma mínima puede requerir un remolcador con un Bollard Pull igual o mayor a 3.9 toneladas y en condiciones de calma máximas requerirá un remolcador con un Bollard Pull igual o mayor a 16.2 toneladas. La misma nave tipo de menor tamaño, en condiciones moderadas o normales mínimas requerirá un remolcador con un Bollard Pull igual o mayor a 19.2 toneladas y en condiciones moderadas o normales máximas con el buque cargado, con una altura de ola promedio de 1.5 metros y con un viento promedio de 12 nudos, requerirá un remolcador con un Bollard Pull igual o mayor a 33.3 toneladas, o dos remolcadores cuya suma de Bollard Pull cubra las 33.3 toneladas requeridas de tiro a punto fijo.

Teniendo en consideración las apreciaciones antes señaladas, y los diversos requerimientos planteados que varían entre las 16.2 y 27.8 toneladas de tracción de tiro para condiciones de calma máxima considerando las tres

naves tipo; puede determinarse que existen condiciones claras en las cuales se podría operar con un solo remolcador promedio de 29 toneladas, el cual reúne las características necesarias para cubrir la demanda de tracción de tiro requerida.

Del mismo modo, en el caso de las naves tipo de mediano y menor tamaño, bajo condiciones moderadas o normales mínimas y cercanas a dicha condición, existirá un requerimiento de tracción de tiro que se encontrará en el rango de 19.2 y 25.6 toneladas aproximadamente, lo cual indica que en operaciones de ingreso y salida que se realicen con este tipo de naves bajo las condiciones expuestas; puede requerirse los servicios de un solo remolcador promedio de 29 toneladas, el cual reúne las características necesarias para cubrir la demanda de tracción de tiro requerida.

En el caso del buque tipo de mayor tamaño, bajo condiciones moderadas o normales mínimas y cercanas a dicha condición, existirá un requerimiento de tracción de tiro de 33 toneladas, pudiendo requerirse en este caso, la operación de un remolcador promedio de 33 toneladas, o en su defecto dos remolcadores que reúnan en su conjunto dichas características de tracción de tiro requeridas.

A partir de las condiciones moderadas o normales máximas con el buque cargado, con una altura de ola promedio de 1.5 metros y con un viento promedio de 12 nudos, puede apreciarse en los cuadros resumen de las diferentes naves tipo (menor, mediano y mayor porte), que debido al requerimiento de toneladas de tracción de tiro: 33.3 ton, 44 ton y 60 ton toneladas respectivamente, sería necesario operar con un remolcador que pueda cubrir como mínimo los requerimientos de las naves tipo de menor porte y de las naves tipo medianas, o en su defecto con dos remolcadores cuya suma de Bollard Pull cubra el requerimiento señalado, en este caso para los tres naves tipo.

### **Calado/Profundidad**

La profundidad mínima dentro del terminal es de 11 m., y el calado máximo permisible será de 10 m.

## Uso de anclas

La maniobra de amarre al Terminal puede requerir el uso de anclas de la siguiente forma: Dos (2) anclas, de babor y estribor con sus respectivas cadenas que cuentan con un mínimo de 8 grilletes en babor y 10 en estribor capaces de disponer 7 grilletes en el agua en babor y 9 en estribor.

## Recomendaciones

- a) Se recomienda mantener actualizada la información correspondiente al presente Estudio de Maniobra y contrastarlo con las experiencia y estudios que se presenten en el terminal.
- b) De acuerdo a los estudios realizados, bajo ciertas condiciones de calma y moderada mínima se podrá emplear un solo remolcador para la maniobra de amarre/desamarre. En el caso de las naves tipo de menor tamaño se requerirá un Bollard Pull igual o mayor a 20 toneladas. Por otro lado, las naves tipo de mediano tamaño, requerirán un Bollard Pull igual o mayor a 26 toneladas. De la misma forma, en el caso de las naves tipo de mayor tamaño, bajo ciertas condiciones de calma, el Bollard Pull máximo requerido es de 27.8 toneladas. En tal sentido, para este tipo de naves, bajos las condiciones antes descritas, puede recomendarse el empleo de un remolcador con un Bollard Pull de 29 toneladas, con el fin de que cubra el requerimiento de los tres tipos de nave señalados.
- c) Del mismo modo, el Bollard Pull requerido para naves tipo de menor tamaño en condiciones normales máximas es de 33.3 toneladas y el Bollard Pull requerido para las naves tipo de mediano porte para esta misma condición es de 44 toneladas, por lo que se recomienda el empleo de un remolcador con un Bollard Pull de 44 toneladas, o dos remolcadores cuyo Bollard Pull en conjunto pueda cubrir el requerimiento de ambos tipos de nave bajo las condiciones señaladas.

- d) En el caso de las naves tipo de mayor tamaño, bajo condiciones normales mínimas requerirá un Bollard Pull de 33 toneladas, y en condiciones normales máximas, requerirá un Bollard Pull de 60 toneladas, por lo que en el primer caso un remolcador de 44 toneladas podría cubrir el requerimiento señalado, y en el segundo caso, dicho requerimiento puede ser cubierto por la combinación de 2 remolcadores. Recomendándose que se opte por dos remolcadores de 30 toneladas aproximadamente, o uno de 44 toneladas de Bollard Pull, apoyado por otro que lo complemente, en este caso un remolcador de 29 toneladas de Bollard Pull sería más que suficiente.
- e) Se recomienda contar con Dos (2) lanchas de apoyo operativas sin limitaciones, debidamente dotadas con tripulación entrenada y equipada, capaces de poder recibir la(s) línea(s) de amarre desde abordó.
- f) Se recomienda que durante el tiempo que esté amarrada la nave al Terminal Marítimo Multiboyas realizando sus operaciones, permanezca el Práctico abordó.
- g) Se recomienda la permanente vigilancia de las tensiones de trabajo de los cabos de amarre. 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.
- h) Se recomienda que el Terminal cuente con un ológrafo y correntómetro para verificar las magnitudes de corrientes en el área del amarradero en tiempo real.
- i) Si bien es cierto se han trabajado los cálculos de naves tipo de menor dimensión correspondiente a 110 metros de eslora, se recomienda la entrada de buques al Terminal con esloras mayores a 120 Metros, para facilitar las maniobras de amarre, debido a las dimensiones del amarradero (distancia entre boyas).

- j) Se recomienda limitar las maniobras cuando las condiciones de visibilidad (neblina) sean inferiores a 0.35 millas. Que es casi el doble de la distancia promedio de fondeo medido desde el puente a la boya de Proa.
- k) Finalmente, el presente estudio de maniobra propone dos tipos diferentes de amarre (estachas o cabos y cables), los mismos que obedecen al diseño del terminal, como a las características del buque tipo de mayor tamaño: buque tanque de 30,000 TPM, con unos 180 m de eslora total y 28 m de manga.

### **Conclusiones**

- a) De acuerdo a la normatividad de DICAPI, las maniobras en el Terminal Marítimo Multiboyas con buques de más de DOSCIENTOS (200) m. de eslora deben ser asistidas por DOS (02 Remolcadores principales), en este caso ningún buque tipo pasa los doscientos metros de eslora. En tal sentido, el empleo de uno o más remolcadores dependerá de las condiciones de operación y de las características de las naves en cuanto a su tamaño, debiendo tomar como referencia el análisis efectuado para los tres tipos de nave de mayor, medio y menor tamaño, sobre los cuales se han efectuado los diversos cálculos.
- b) De acuerdo a la normatividad de DICAPI, las maniobras en el Terminal Marítimo Multiboyas 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. En este caso ningún buque tipo pasa los doscientos metros de eslora, por lo que las Naves que operen en el Terminal serán atendidas por un sólo Práctico Marítimo.
- c) De acuerdo a los estudios realizados se ha determinado que la profundidad mínima dentro del Terminal es de 11 metros, debido a lo cual, los cálculos realizados determinan que el calado máximo permisible para las naves que ingresen al Terminal deberá ser de 10 metros.

## **Restricciones Portuarias**

El acceso de las naves al Terminal Marítimo Multiboyas QUIMPAC Paramonga, se encuentra condicionado a las siguientes restricciones portuarias:

- a) Disponibilidad de medios para la realización de la maniobra, como Prácticos, remolcadores y lanchas de apoyo entre otros.
- b) Límites oceanográficos y meteorológicos adecuados para la realización de la maniobra.
- c) Disponibilidad de fondeadero previo.
- d) Cierre del Puerto por la autoridad competente.

### **3.2 ANEXOS**

- (1) Plano QUIMPAC p-1 (plano de ubicación del Terminal Marítimo Multiboyas operado por QUIMPAC S.A. en el área marítima de Paramonga indicándose la travesía de puerto supe a Paramonga, el acercamiento, la aproximación y escape de una nave de mayor magnitud que ingresa para ocupar posición frente al manifold submarino de petróleo, mostrándose además un acercamiento a sus instalaciones en escala 1:2,500 y en coordenadas U.T.M.) de fecha 30 diciembre 2,013.
- (2) Plano QUIMPAC p-2a (maniobra de amarre al Terminal Marítimo Multiboyas de QUIMPAC S.A. en el área marítima de Paramonga con nave de 180.00 m. de eslora, 89.00 m. de distancia desde proa al manifold de carga y 34.00 m. desde la popa al puente de mando, que quedará orientada al 213° y separada 55.05 m. del boyarín que indica el término de tubería submarina de soda cáustica) de fecha 30 Junio 2,015.
- (3) Plano QUIMPAC p-2b (maniobra de desamarre del Terminal Marítimo Multiboyas de QUIMPAC S.A. en el área marítima de Paramonga con nave de 180.00 m. de eslora, 89.00 m. de distancia desde proa al manifold de carga y 34.00 m. desde la popa al puente de mando, que quedó orientada al 213° y separada 55.05 m. del boyarín que indica el término de tubería submarina de soda cáustica) de fecha 30 Junio 2,015.

- (4) Plano QUIMPAC p-3a (maniobra de amarre al Terminal Marítimo Multiboyas de QUIMPAC S.A. en el área marítima de Paramonga con nave de 144.00 m. de eslora, 71.00 m. de distancia desde proa al manifold de carga y 26.00 m. desde la popa al puente de mando, que quedará orientada al 213° y separada 55.05 m. del boyarín que indica el término de tubería submarina de soda cáustica) de fecha 30 Junio 2,015.
- (5) Plano QUIMPAC p-3b (maniobra de desamarre del Terminal Marítimo Multiboyas de QUIMPAC S.A. en el área marítima de Paramonga con nave de 144.00 m. de eslora, 71.00 m. de distancia desde proa al manifold de carga y 26.00 m. desde la popa al puente de mando, que quedó orientada al 213° y separada 55.05 m. del boyarín que indica el término de tubería submarina de soda cáustica) de fecha 30 Junio 2,015
- (6) Plano QUIMPAC p-4a (maniobra de amarre al Terminal Marítimo Multiboyas de QUIMPAC S.A. en el área marítima de Paramonga con nave de 110.00 m. de eslora, 54.00 m. de distancia desde proa al manifold de carga y 24.00 m. desde la popa al puente de mando, que quedará orientada al 213° y separada 55.05 m. del boyarín que indica el término de tubería submarina de soda cáustica) de fecha 30 Junio 2,015.
- (7) Plano QUIMPAC p-4b (maniobra de desamarre del Terminal Marítimo Multiboyas de QUIMPAC S.A. en el área marítima de Paramonga con nave de 110.00 m. de eslora, 54.00 m. de distancia desde proa al manifold de carga y 24.00 m. desde la popa al puente de mando, que quedó orientada al 213° y separada 55.05 m. del boyarín que indica el término de tubería submarina de soda cáustica) de fecha 30 Junio 2,015.

- (8) Plano QUIMPAC p-5a (maniobra de amarre al Terminal Marítimo Multiboyas de QUIMPAC S.A. en el área marítima de Paramonga con nave de 180.00 m. de eslora, 89.00 m. de distancia desde proa al manifold de carga y 34.00 m. desde la popa al puente de mando, que quedará orientada al 213° y separada 36.41 m. del boyarín que indica el término de tubería submarina de Cloruro de Calcio) de fecha 30 Junio 2,015.
- (9) Plano QUIMPAC p-5b (maniobra de desamarre del Terminal Marítimo Multiboyas de QUIMPAC S.A. en el área marítima de Paramonga con nave de 180.00 m. de eslora, 89.00 m. de distancia desde proa al manifold de carga y 34.00 m. desde la popa al puente de mando, que quedó orientada al 213° y separada 36.41 m. del boyarín que indica el término de tubería submarina de Cloruro de Calcio) de fecha 30 Junio 2,015.
- (10) Plano QUIMPAC p-6a (maniobra de amarre al Terminal Marítimo Multiboyas de QUIMPAC S.A. en el área marítima de Paramonga con nave de 144.00 m. de eslora, 71.00 m. de distancia desde proa al manifold de carga y 26.00 m. desde la popa al puente de mando, que quedará orientada al 213° y separada 36.41 m. del boyarín que indica el término de tubería submarina de Cloruro de Calcio) de fecha 30 Junio 2,015.
- (11) Plano QUIMPAC p-6b (maniobra de desamarre del Terminal Marítimo Multiboyas de QUIMPAC S.A. en el área marítima de Paramonga con nave de 144.00 m. de eslora, 71.00 m. de distancia desde proa al manifold de carga y 26.00 m. desde la popa al puente de mando, que quedó orientada al 213° y separada 36.41 m. del boyarín que indica el término de tubería submarina de Cloruro de Calcio) de fecha 30 Junio 2,015.

- (12) Plano QUIMPAC p-7a (maniobra de amarre al Terminal Marítimo Multiboyas de QUIMPAC S.A. en el área marítima de Paramonga con nave de 110.00 m. de eslora, 54.00 m. de distancia desde proa al manifold de carga y 24.00 m. desde la popa al puente de mando, que quedará orientada al 213° y separada 36.41 m. del boyarín que indica el término de tubería submarina de Cloruro de Calcio) de fecha 30 Junio 2,015.
- (13) Plano QUIMPAC p-7b (maniobra de desamarre del Terminal Marítimo Multiboyas de QUIMPAC S.A. en el área marítima de Paramonga con nave de 110.00 m. de eslora, 54.00 m. de distancia desde proa al manifold de carga y 24.00 m. desde la popa al puente de mando, que quedó orientada al 213° y separada 36.41 m. del boyarín que indica el término de tubería submarina de Cloruro de Calcio) de fecha 30 Junio 2,015.
- (14) Plano QUIMPAC p-8a (maniobra de amarre al Terminal Marítimo Multiboyas de QUIMPAC S.A. en el área marítima de Paramonga con nave de 180.00 m. de eslora, 89.00 m. de distancia desde proa al manifold de carga y 34.00 m. desde la popa al puente de mando, que quedará orientada al 213° y separada 20.00 m. del boyarín que indica el término de tubería submarina de petróleo) de fecha 30 Junio 2,015.
- (15) Plano QUIMPAC p-8b (maniobra de desamarre del Terminal Marítimo Multiboyas de QUIMPAC S.A. en el área marítima de Paramonga con nave de 180.00 m. de eslora, 89.00 m. de distancia desde proa al manifold de carga y 34.00 m. desde la popa al puente de mando, que quedó orientada al 213° y separada 20.00 m. del boyarín que indica el término de tubería submarina de petróleo) de fecha 30 Junio 2,015
- (16) Estudio Hidro-Oceanográfico para la renovación y modificación de la Resolución Directoral de DICAPI que otorga el derecho de uso de área acuática para la instalación de tuberías submarinas en el Terminal Marítimo Multiboyas QUIMPAC Paramonga. Marzo 2017.

- 
- a) Anexo E-1 (Plano Batimétrico-Topográfico EHO Paramonga QUIMPAC S. A.)
  - b) Anexo E-2 (Plano Refracción de olas aguas pocos profundas EHO Paramonga QUIMPAC S. A.)
  - c) Anexo E-3 (Plano Refracción de olas aguas profundas EHO Paramonga QUIMPAC S. A.)
  - d) Anexo E-4 (Plano corrientes y muestreo EHO Paramonga QUIMPAC S. A.)
  - e) Anexo E-5 (Plano ubicación área de estudio EHO Paramonga QUIMPAC S. A.)
- (17) Carta Náutica HIDRONAV N° 2143 Paramonga (sondajes en metros referidos al nivel medio de bajamares de sicigias ordinarias, alturas en metros sobre el nivel medio del mar, curvas de nivel con intervalos de 25 metros). Fuente: Levantamiento Hidrográfico realizado por la Dirección de Hidrografía y Navegación-Marina de Guerra del Perú.