

ES COPIA FIEL DEL ORIGINAL  
Capitán de Fragata  
Jefe de la Secretaría de la Dirección  
General de Capitanías y Guardacostas  
Diego GIBREONERO Robinson  
00919949

RESOLUCIÓN DIRECTORAL  
Nº RD. 132-2024 MGP/DICAPI  
FOLIO 368-369

19 MAR 2024



SALAVERRY TERMINAL  
INTERNACIONAL  
RECIBO DE PARTES  
03 ABR 2024  
Firma: [Firma] 17:00 Hrs  
FIRMA HORA

## Resolución Directoral

Vista, la Carta Nº 007-2023/STI-GO de fecha 6 de marzo del 2023, presentada por el señor Antenor LEÓN León, Gerente de Operaciones y Comercial Salaverry Terminal Internacional S.A., mediante la cual solicitó la aprobación de la adenda del estudio de maniobras del Terminal Portuario Multipropósito de Salaverry, ubicado en la jurisdicción de la Capitanía de Puerto de Salaverry.

### CONSIDERANDO:

Que, el artículo 3 del Decreto Legislativo Nº 1147, que regula el fortalecimiento de las Fuerzas Armadas en las competencias de la Autoridad Marítima Nacional – Dirección General de Capitanías y Guardacostas (en adelante el Decreto Legislativo Nº 1147), señala que corresponde a la Autoridad Marítima Nacional aplicar y hacer cumplir el presente Decreto Legislativo, las normas reglamentarias y complementarias, las regulaciones de los sectores y organismos competentes y los tratados o convenios en que el Perú es parte, en el ámbito de su competencia;

Que, el numeral (9) del artículo 5 del Decreto Legislativo Nº 1147, establece que es función de la Autoridad Marítima evaluar y aprobar los estudios de maniobra para las instalaciones en el medio acuático, para velar por la seguridad de la vida humana y la protección del medio ambiente acuático;

Que, el numeral (83) del Artículo II – Glosario de Términos del Título Preliminar del Reglamento del Decreto Legislativo Nº 1147, aprobado mediante el Decreto Supremo Nº 015-2014-DE de fecha 26 de noviembre del 2014, refiere que el estudio de maniobra es el documento técnico que contiene la descripción de detalle de las maniobras que efectúa una nave para ingresar, permanecer y salir de una instalación portuaria, determinando las restricciones existentes en directa relación con la seguridad de la navegación e instalaciones;

Que, los numerales (20) y (27) del artículo 12 del Reglamento, establecen como función de la Dirección General de Capitanías y Guardacostas, emitir resoluciones administrativas sobre asuntos de su competencia; así como, 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;





ES COPIA FIEL DEL ORIGINAL

Capitán de Fragata  
Jefe de la Secretaría de la Dirección  
General de Capitanías y Guardacostas  
Diego GARREÓN Robison  
00919949



Que, mediante el Decreto Supremo N° 001-2024-DE de fecha 24 de enero del 2024, se modificó el Reglamento del Decreto Legislativo N° 1147, Decreto Legislativo que regula el fortalecimiento de las Fuerzas Armadas en las competencias de la Autoridad Marítima Nacional – Dirección General de Capitanías y Guardacostas, aprobado mediante el Decreto Supremo N° 015-2014-DE;

Que, el numeral 691.1 del artículo 691 del Reglamento del Decreto Legislativo N° 1147, modificado por el Decreto Supremo N° 001-2024-DE, indica que las instalaciones portuarias, amarraderos a boyas o unidades flotantes de almacenamiento, carga y descarga de hidrocarburos, gases y sustancias químicas, deben contar con un estudio de maniobras, el cual contiene la descripción de detalle y la justificación técnica de seguridad, de las maniobras que debe de efectuar una nave de características específicas para su aproximación, fondeo, permanencia, atraque, desatraque, amarre y/o desamarre en una instalación, determinando las restricciones existentes en directa relación con la seguridad de la navegación, elementos de apoyo para la maniobra e instalaciones afectadas;



Que, el numeral 691.2 del artículo 691 del Reglamento del Decreto Legislativo N° 1147, modificado por el Decreto Supremo N° 001-2024-DE, establece que los estudios de maniobra son desarrollados y elaborados por los operadores de las instalaciones indicadas en el párrafo precedente, de acuerdo a la metodología establecida en la norma complementaria emitida por la Dirección General. La aprobación se realiza en su etapa preliminar para determinar que el citado estudio se elaboró utilizando la metodología adecuada, emitiéndose la aprobación provisoria, dándose inicio a la validación operacional a través de la junta de evaluación de maniobras en puerto quien determina la aprobación definitiva del estudio por la Dirección General, una vez aprobado se debe dar cumplimiento a las capacidades máximas permitidas para las naves, cantidad y capacidad de tracción a punto fijo de los remolcadores autorizados, para ejecución de las maniobras:

Que, mediante la Resolución Directoral N° 1314-2016 MGP/DGCG de fecha 29 de diciembre del 2016, se aprobaron los procedimientos y exigencias técnicas para la elaboración, tramitación y aprobación de los estudios de maniobras que efectúa una nave para ingresar, permanecer y salir de una instalación acuática, que como Anexo "A" forma parte de la referida resolución directoral; asimismo, en el numeral 2.1 del artículo 2 del anexo antes mencionado, se establece que el estudio de maniobras es presentado por el administrado y su elaboración se ciñe a la estructura metodológica de la citada norma;

Que, el numeral (g) del artículo 4 del Anexo "A" de la Resolución Directoral N° 1314-2016 MGP/DGCG de fecha 29 de diciembre del 2016, establece que cuando se solicite la modificación o complementación de un estudio de maniobras aprobado, se debe presentar una adenda que contenga exclusivamente aquellos aspectos que tengan directa relación con la modificación requerida;





## RESOLUCIÓN DIRECTORAL

Nº RD. 132-2024 MGP/DICAPI

FOLIO 369

ES COPIA FIEL DEL ORIGINAL

Capitán de Fragata  
Jefe de la Secretaría de la Dirección  
General de Capitanías y Guardacostas  
Diego GURREONERO Robinson  
00919949

19 MAR 2024

Que, mediante la Resolución Directoral Nº 464-2020 MGP/DGCG de fecha 18 de diciembre del 2020, se aprobó el estudio de maniobras del Terminal Portuario Multipropósito de Salaverry Muelles Nº 1 y Nº 2 de propiedad de la Empresa Salaverry Terminal Internacional S.A., ubicado en la jurisdicción de la Capitanía de Puerto de Salaverry, Provincia de Trujillo del Departamento de La Libertad, el mismo que ha sido evaluado de acuerdo a los lineamientos establecidos en la Resolución Directoral Nº 1314-2016 MGP/DGCG de fecha 29 de diciembre del 2016;

Que, mediante la Carta Nº 007-2023/STI-GO de fecha 6 de marzo del 2023, presentada por el señor Antenor LEÓN León, Gerente de Operaciones y Comercial Salaverry Terminal Internacional S.A. solicitó la aprobación de la adenda del estudio de maniobras del Terminal Portuario Multipropósito de Salaverry, ubicado en la jurisdicción de la Capitanía de Puerto de Salaverry, consistente en las naves tipo del estudio de maniobras;

Que, con el Oficio Nº 494/21 de fecha 15 de marzo del 2023, el Capitán de Puerto Accidental de Salaverry remitió a esta Dirección General, la Adenda del Estudio de Maniobra del Terminal Portuario Multipropósito de Salaverry, ubicado en la jurisdicción de la Capitanía de Puerto de Salaverry, para los fines que estime pertinentes, en cumplimiento a lo dispuesto en la Resolución Directoral Nº 1314-2016 MGP/DGCG;

Que, mediante el Oficio Nº 3736/21 de fecha 8 de noviembre del 2023, el Director General de Capitanías y Guardacostas comunicó a la Empresa Salaverry Terminal Internacional S.A., que la adenda al estudio de maniobras del Terminal Portuario Multipropósito, resulta viable desde el punto de vista metodológico; por lo cual, los muelles 1 y 2 se encuentran en la capacidad de atender naves comerciales de 330 metros de eslora con capacidad hasta 70.000 DWT; asimismo, dispuso efectuar coordinaciones con el Capitán de Puerto de Salaverry para la ejecución de la evaluación operacional;

Que, mediante el Oficio Nº 221/21 de fecha 12 de febrero del 2024, el Capitán de Puerto de Salaverry emitió el informe técnico de evaluación operacional a la adenda del estudio de maniobras del Terminal Portuario Multipropósito de Salaverry, elaborado por la junta de evaluación y validación de maniobras, donde se consideró viable la adenda al estudio de maniobras del Terminal Portuario Multipropósito, de propiedad de la Empresa Salaverry Terminal Internacional S.A.;

Que, mediante la Hoja Informativa Nº 02-2024-EM de fecha 19 de febrero del 2024, el Director de Control de Actividades Acuáticas de esta Dirección General concluyó que de acuerdo al resultado de la evaluación y validación en su forma metodológica y operacional de la Adenda al estudio de maniobras Terminal Portuario Multipropósito de Salaverry, comunicado mediante el Oficio Nº 221/21 de fecha 12 de febrero del 2024 por el Capitán de Puerto de Salaverry, quién recomendó dar trámite favorable al proyecto de Resolución Directoral. Asimismo, señaló que las maniobras de atraques, estadía y desatraques de las naves que se efectúen en el Terminal Portuario Multipropósito de Salaverry, se encuentran sujetas a los lineamientos, restricciones y precauciones de seguridad indicados en la adenda al estudio de maniobras; así como, los muelles 1 y 2 se encuentran en la capacidad de atender naves comerciales de 330 metros de eslora con capacidad hasta 70.000 DWT;





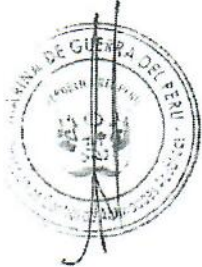
ES COPIA FIEL DEL ORIGINAL

Capitán de Fragata  
Jefe de la Secretaría de la Dirección  
General de Capitanías y Guardacostas  
Diego GUERRONERO Robinson  
00919949



De conformidad a lo dispuesto en el Decreto Legislativo N° 1147, que regula el fortalecimiento de las Fuerzas Armadas en las competencias de la Autoridad Marítima Nacional - Dirección General de Capitanías y Guardacostas, su Reglamento aprobado mediante el Decreto Supremo N° 015-2014-DE, su modificatoria aprobado mediante el Decreto Supremo N° 001-2024-DE, a lo propuesto por el Jefe del Departamento de Seguridad y Protección, a lo evaluado por el Director de Control de Actividades Acuáticas con el visto bueno del Jefe de la Oficina de Asesoría Jurídica y a lo recomendado por el Subdirector General de Capitanías y Guardacostas:

**SE RESUELVE:**



**Artículo 1.-** Aprobar la adenda al estudio de maniobras del Terminal Portuario Multipropósito de Salaverry, perteneciente a la Empresa Salaverry Terminal Internacional S.A., ubicado en la jurisdicción de la Capitanía de Puerto de Salaverry, el mismo que ha sido evaluado y validado de acuerdo a los lineamientos establecidos en la Resolución Directoral N° 1314-2016 MGP/DGCG de fecha 29 de diciembre del 2016.



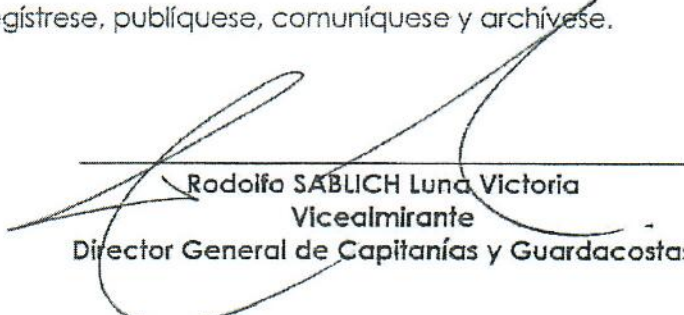
**Artículo 2.-** Las maniobras de atraques, estadía y desatraques de las naves que se efectúen en el Terminal Portuario Multipropósito de Salaverry, se encuentran sujetas a los lineamientos, restricciones y precauciones de seguridad indicados en la adenda al estudio de maniobras, asimismo, los muelles 1 y 2 se encuentran en la capacidad de atender naves comerciales de 330 metros de eslora con capacidad hasta 70.000 DWT.

**Artículo 3.-** La Empresa Salaverry Terminal Internacional S.A. en su condición de propietario del Terminal Portuario Multipropósito de Salaverry, deberá dar cumplimiento a lo dispuesto en el párrafo precedente; debiendo la Autoridad Marítima Nacional tomar las acciones que estime conveniente en caso de incumplimiento, en salvaguarda de la seguridad y protección de la vida humana; así como la protección del medio ambiente acuático.

**Artículo 4.-** De acuerdo a lo contemplado en la Resolución Directoral N° 1314-2016 MGP/DGCG de fecha 29 de diciembre del 2016, el estudio de maniobras aprobado debe ser revisado permanentemente por el propietario u operador de la instalación acuática y actualizarlo cuando se presenten cambios a los factores considerados en el mencionado estudio.

**Artículo 5.-** Publicar la presente resolución directoral en el portal electrónico de la Autoridad Marítima Nacional [www.dicapi.mil.pe](http://www.dicapi.mil.pe).

Regístrese, publíquese, comuníquese y archívese.

  
Rodolfo SABLICH Luna Victoria  
Vicealmirante  
Director General de Capitanías y Guardacostas

DISTRIBUCIÓN:

Copia: CAPISALA  
EMPRESA SALAVERRY TERMINAL INTERNACIONAL S.A.  
Archivo



# ESTUDIO DE MANIOBRA DEL TERMINAL PORTUARIO MULTIPROPOSITO DE SALAVERRY



**Estudio elaborado por:**

**José ZORRILLA Ruiz**  
**Perito Marítimo en Navegación y Maniobra, Carga y Estiba.**  
**Nro. Registro: DI 2550101PN**

**Empresa Propietaria:** Salaverry Terminal Internacional S.A.

Versión: Febrero 2023

Distribución:

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

José ZORRILLA Ruiz  
Perito Marítimo en Navegación y Maniobra, Carga y Estiba.  
Nro. Registro: DI 2550101PN







# TERMINAL PORTUARIO MULTIPROPOSITO DE SALAVERRY

## IDENTIFICACION DEL ADMINISTRADO:

Nombre de la Empresa: Salaverry Terminal Internacional S.A.

Nombre y Cargo del representante: Diego CASSINELLI Montero – Gerente General.

Dirección: Calle Córdova S/N Salaverry La Libertad

Teléfono: Gerente 946860249

Correo Electrónico: [aleon@sati.com.pe](mailto:aleon@sati.com.pe) ; [dcassinelli@sati.com.pe](mailto:dcassinelli@sati.com.pe) .

Dirección de la Planta/Oficina: Calle Córdova S/N Salaverry La Libertad

## IDENTIFICACION DEL CONSULTOR:

Consultor: José ZORRILLA Ruiz

Dirección: Av. Belén 489 Dpto. 301 A San Isidro Lima Perú

Teléfono: Cel 999995856

Correo Electrónico: [izorri@hotmail.com](mailto:izorri@hotmail.com)

Perito Marítimo: José ZORRILLA Ruiz

Diseño de Maniobra: Practico Experto Luis MURGUIA Ruiz  
Manuel IZAGUIRRE Valdez



Jose ZORRILLA Ruiz  
PERITO MARITIMO  
DI-25501-01-PN  
DNI 43853595





# INDICE

## CAPITULO I

### ANTECEDENTES GENERALES, CARACTERISTICAS DE LA ZONA DE OPERACIÓN Y CARACTERISTICAS DE LA NAVE TIPO.

- 1.1 Antecedentes Generales del Terminal.
- 1.2 Naves Tipo del Estudio de Maniobras.
- 1.3 Descripción del Área de Operaciones y de las Instalaciones.
- 1.4 Características Oceanográficas y Meteorológicas del Área.
- 1.5 Descripción de las Condiciones de Calma, Normal y Extrema.

## CAPITULO II

### DESCRIPCION DE LA MANIOBRA

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

## CAPITULO III

### CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y ANEXOS

- 3.1 Conclusiones, Recomendaciones y restricciones portuarias.
- 3.2 Anexos.



# CAPITULO I

## ANTECEDENTES GENERALES, CARACTERISTICAS DE LA ZONA DE OPERACIÓN Y CARACTERISTICAS DE LA NAVE TIPO.

### 1.1 ANTECEDENTES GENERALES DEL TERMINAL

#### (1) OBJETIVO DEL PROYECTO:

#### TERMINAL PORTUARIO MULTIPROPOSITO DE SALAVERRY (TPMS)

El Terminal Portuario de Salaverry se encuentra localizado en el departamento de La Libertad en el puerto del mismo nombre, uno de los principales puertos del país, el terminal brinda servicios portuarios a la ciudad de Trujillo y a todos los centros urbanos del área, así como a las empresas ubicadas en esta importante área económica del país.

El objetivo del terminal es el de alcanzar una posición de liderazgo en la operación y manipuleo de todo tipo de cargas cuyo origen o destino se encuentra dentro de su área de influencia, siendo una de sus prioridades la de movilizar la carga y producción agroindustrial, de modo de convertirse en el aliado estratégico que esa industria requiere para una eficiente y efectiva logística de exportación de sus productos a través de las instalaciones del terminal.

Además de brindar servicios con estándares internacionales para todo tipo de carga y productos, compitiendo con los puertos de Callao y Paita, generando ahorros en toda la cadena logística, tanto para los productos de exportación como de importación.

Cumplir con la función social de generar desarrollo y empleo en la Región La Libertad, privilegiando en todo momento la contratación de personal de la zona.

Con la finalidad de cumplir con lo dispuesto en el 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 y su Reglamento, que dispone que las instalaciones portuarias, amarraderos a boyas o unidades flotantes de almacenamiento, carga y descarga de





hidrocarburos, gases y sustancias químicas, deben contar con un estudio de maniobras acorde a sus características particulares y las condiciones climáticas del área, el cual es evaluado y aprobado por dicha Dirección General, se elabora el presente Estudio de Maniobras del Terminal Portuario Multipropósito de Salaverry.

## **(2) TITULARIDAD DE LAS INSTALACIONES:**

De acuerdo con el contrato de concesión “CONCURSO DE PROYECTOS INTEGRALES PARA MODERNIZACION Y DESARROLLO DEL TERMINAL PORTUARIO MULTIPROPOSITO DE SALAVERRY” firmado en el mes de octubre 2018, entre el Estado Peruano representado por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones a través de la Autoridad Portuaria Nacional y la empresa Salaverry Terminal Internacional S.A., esta empresa ha recibido en concesión las siguientes áreas acuáticas y costeras donde se encuentran ubicadas las instalaciones del terminal portuario de Salaverry, en la región La Libertad.

| AREA EN CONCESION |                  |
|-------------------|------------------|
| AREA TERRESTRE    | 1,200,034.463 M2 |
| AREA ACUATICA     | 1.842,440.688 m2 |

Cuadro N°01: Áreas em concesión

## **(3) UBICACIÓN GEOGRAFICA:**

El Terminal Portuario de Salaverry se encuentra ubicado en el distrito de Salaverry, provincia de Trujillo, Región La Libertad.

En las siguientes coordenadas: Latitud 08° 13' 27" S, Longitud 78° 59-52" O, según se ilustra en la siguiente figura:



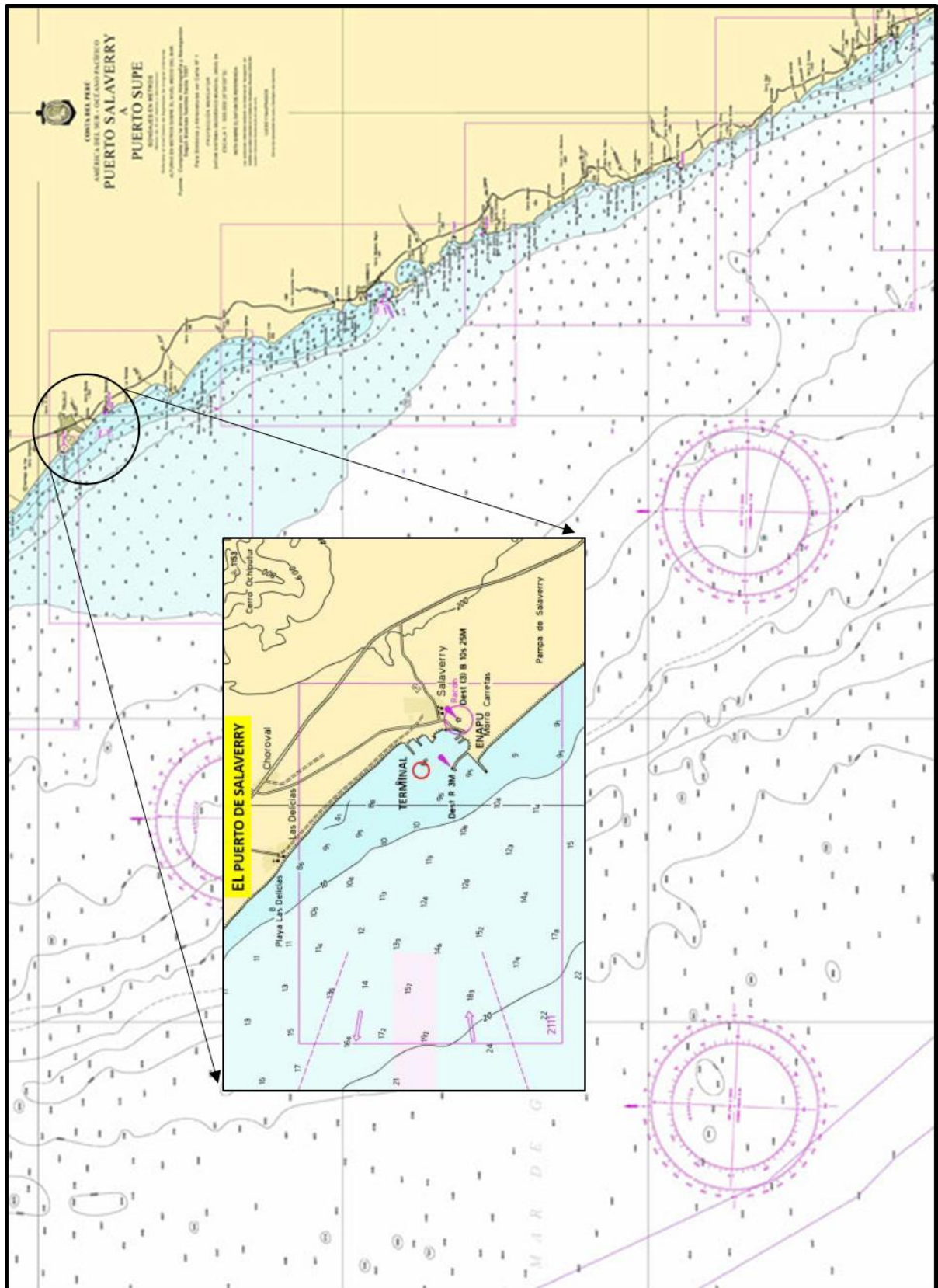


Figura 01: Plano de ubicación del terminal en la carta náutica de Salaverry a Supe


  
 JUN 2018  
 RICHARD MANTUA  
 CAPTAN DE PUERTO  
 42810235



#### (4) PLANO GENERAL DE UBICACIÓN DEL PROYECTO:

El terminal portuario de Salaverry se encuentra localizado en el puerto del mismo nombre a aproximadamente 14 km de la ciudad de Trujillo, y es accesible por tierra por una carretera asfaltada de 6 km de longitud que conecta el terminal con la carretera Panamericana Norte.

Por vía aérea el terminal se encuentra comunicado con el resto del país mediante el aeropuerto de la ciudad de Trujillo, el cual se encuentra localizado en el distrito de Huanchaco a 20 km de distancia del puerto siguiendo el trazo de la carretera Panamericana Norte.

En el siguiente grafico extraído de la aplicación Google Earth se aprecia la ubicación dentro de la costa del Perú del Terminal Multipropósito de Salaverry.



Figura 02: Ubicación del terminal con relación a la costa peruana vista de Google Earth.

JUAN JOSÉ RAMÍREZ  
INGENIERO EN SISTEMAS DE INGENIERÍA  
CÓDIGO PROFESIONAL: 42880335

## **(5) CARACTERISTICAS GENERALES DEL TERMINAL**

### **a. Descripción de las Instalaciones:**

El terminal portuario de Salaverry cuenta con dos (2) muelles tipo espigón, con dos (2) amarraderos en cada muelle, el primero de los muelles fue construido en el año 1960, junto a un almacén para carga con capacidad de 10,000 toneladas.

El segundo muelle fue inaugurado en el año 1965 junto a un nuevo almacén con capacidad de almacenamiento para 60,000 toneladas. En dicho año también se implementó una faja transportadora de azúcar con un régimen de 600 toneladas/hora con el fin de embarcar este producto en naves graneleras con la finalidad de atender la producción de los ingenios azucareros existentes en la zona.

Durante los siguientes años se produjo una fuerte sedimentación en el área sur del puerto y una gran erosión en el sector norte. La acreción del sur llegó al cabezo del rompeolas formando una lengua de arena alrededor del cabezo, ingresando parte de la arena al puerto, reduciendo el ancho del canal de acceso al terminal, por lo que los operadores tuvieron que realizar la primera operación de dragado en el puerto.

En el año 1973 se construyó el primer molón retenedor de arena con una longitud de ciento treinta (130) metros a continuación del cabezo del rompeolas sur para evitar la entrada de arena al puerto. No lográndose este objetivo.

Entre los años 1982 y 1983 se construyó un segundo molón contenedor/retenedor de arena de quinientos (500) metros en la primera curva del rompeolas, el cual detuvo el ingreso de arena, efectuándose el dragado del área de maniobra paralelamente.

En el año 1987 se construye la primera prolongación en trescientos (300) metros de este segundo molón. En el año 2004 se efectúa una segunda prolongación del molón esta vez de doscientos cincuenta (250) metros de longitud, con lo cual llega a tener mil cincuenta (1,050) metros de longitud que tiene actualmente.

En el año 2021 se inicia la modernización y modificación del muelle 1 a las características que se indican en el presente estudio.







Figura N 03: Ubicación del rompeolas, molo retenedor y diques antierosivos.

### **Descripción de los muelles del terminal en la actualidad.**

Los muelles N°1 y N°2 tipo espigón del terminal de Salaverry se encuentran orientados en Marcación Verdadera  $318^{\circ} - 138^{\circ}$ , el terminal cuenta con la capacidad de amarrar en el muelle 1, 2 naves de máximo tamaño o hasta 4 naves de esloras medianas y pequeñas en diferentes configuraciones, usando ambos lados del muelle, en el muelle 2 puede amarrar dos naves de 199 metros, 2 naves medias o hasta cuatro naves de esloras pequeñas (máximo 100 metros) en diferentes configuraciones, usando ambos lados del muelle.



Figura N 04: Configuración de amarre de los muelles de Salaverry.

Entre los amarraderos 1B y 2A existe una separación de noventa y siete (97) metros adicionalmente cada uno de los muelles cuenta con defensas de 1.2 metro de ancho, por lo que el espacio remanente para amarre y maniobra es de noventa y cuatro (94.6) metros.



Figura N 05: Distribución de amarraderos y espacio entre muelles.

La configuración y características actuales de ambos muelles la detallamos a continuación:

### **Muelle N°1,**

Cuenta con dos (2) amarraderos, el muelle está conformado por una plataforma de concreto de doscientos ochenta y cinco (285) metros de largo por cuarenta y tres (43) metros de ancho, con un área total de doce mil doscientos cincuenta y cinco (12,255) metros cuadrados.

El muelle está provisto de bitas a ambos lados para el amarre de las naves.

APR 2018  
INGENIERIA DE  
PROYECTOS  
CONSTRUCCION  
428/2018



Los amarraderos del muelle 1 cuentan en la actualidad con una profundidad de 12 metros y una calado operacional de 10.5 metros.

### **Muelle N°2,**

Muelle de tipo espigón, con dos amarraderos, construido en concreto armado que consta de una plataforma de doscientos treinta (230) metros de largo y treinta (30) metros de ancho,

Cuenta con una configuración similar de defensas y bitas que el muelle N°1, pero cuenta adicionalmente con defensas tipo V-FENDER 150 x L2000 en el cabezo.

Los amarraderos cuentan con una profundidad de 12 metros y un calado operacional de 10.5 metros en ambas posiciones.

### **Área del Terminal:**

Desde playa las Delicias, la costa se presenta baja y con fondo de arena con dirección sur este por un espacio de cuatro millas al final del cual se forma un pequeño seno donde se encuentra localizado el puerto de Salaverry, el área se encuentra rodeada de cerros más o menos alto tanto hacia el Este como hacia el Sur, en donde destaca el morro Carretas.

Hacia el lado sur se cuenta con un espigón o dique rompeolas.

El puerto está sujeto a un fuerte arenamiento, que hace necesario el constante dragado del mismo, para disminuir el proceso de arenamiento se han construido hacia el sur del terminal un molón retenedor de arena.

### **Peligros submarinos en el área:**

#### **Roca sumergida:**

Existe una roca sumergida, en posición aproximada 08°07'32.0" S y 79°14'34.5" W la cual se constituye como un peligro para la navegación.

En la siguiente figura se puede observar la ubicación de esta roca y su proximidad al puerto de Salaverry



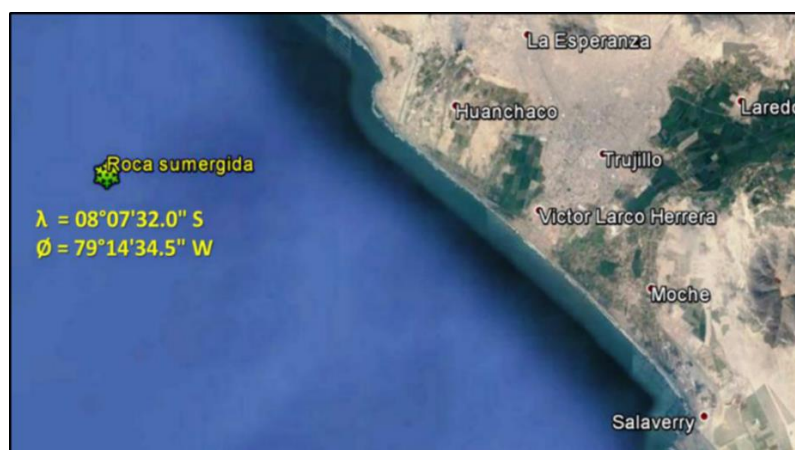


Figura N° 06: Ubicación de roca sumergida.

**b. Descripción de las operaciones, faenas de carga y descarga.**

El Terminal Portuario de Salaverry moviliza principalmente carga sólida a granel, siendo los principales productos:

**Carga de exportación:** azúcar, minerales (concentrado de cobre, Carbón), contenedores y alcohol.

**Carga de Importación:** trigo, maíz, soya, carbón y fertilizantes, escoria de fierro y Clinker, fierro corrugado, alambrón, contenedores, etc.

El análisis estadístico de los volúmenes anuales de carga movilizados por el Terminal Portuario de Salaverry en el periodo de los últimos 10 años revela que su mejor rendimiento lo obtuvo el año 2022 con 3.52 millones de toneladas.

Por tipo de carga, en los últimos 7 años, se evidencia con claridad que Salaverry es un Terminal Portuario que maneja diversas cargas pero que principalmente se especializa en graneles sólidos.

El Terminal Portuario de Salaverry ha recibido, en los últimos 5 años, 210 naves en promedio anualmente.

En el último año, arribaron 204 naves al terminal, de ellas, el 76% fueron bulkcarriers, 16% naves de carga general, 3% naves de pasajeros, y 1% de tanqueros.

Las faenas de carga y descarga se realizan con el apoyo de diverso equipamiento que permite eficiencia en las faenas, manteniendo altos niveles de seguridad.





Cada amarradero de los muelles 1 y 2 del terminal de Salaverry cuentan con entre 12 y 18 metros de ancho para el manejo de sus operaciones, por lo que manteniéndose las faenas de carga/descarga en el área correspondiente no existe riesgo de interferencia con las maniobras de amarre y desamarre en el amarradero contiguo.

**c. Identificación de otras instalaciones cercanas**

**Desembarcadero Pesquero Artesanal,**

La existencia del desembarcadero artesanal de Salaverry ocasiona la presencia de grandes cantidades de embarcaciones pesqueras en áreas cercanas a los muelles del Terminal de Salaverry las que podrían ocasionar en algunas ocasiones dificultades para las maniobras de amarre al terminal, pues estas no siempre fondean en el área dispuesta para este tipo de naves que normalmente operan en el terminal pesquero artesanal y podrían afectar las maniobras de ingreso y salida del terminal.



Figura N° 07: Ubicación de muelle artesanal con relación al terminal.

**Terminal Multiboyas de Consorcio Terminales,** el terminal multiboyas se encuentra cercano a las instalaciones del terminal de Salaverry, las maniobras de ingreso y salida de naves a este terminal, así como las de descarga no generan ningún tipo de interferencias con las operaciones del terminal



## 1.2 LAS NAVES TIPO DEL ESTUDIO DE MANIOBRA

Sobre la base de la estadística evaluada correspondiente al periodo enero 2008 - julio 2016, proporcionada por la Autoridad Portuaria Nacional se pudo observar que el tipo de nave que ingresa con mayor frecuencia al terminal de Salaverry son las naves del tipo granelero, seguido por naves que transportan carga general, en los últimos años se puede apreciar un aumento de la frecuencia de arribos de naves de transporte de pasajeros.

Para poder establecer con mayor precisión las características de las naves que operan en el Terminal Portuario de Salaverry, se efectuó un análisis puntual de la estadística mencionada anteriormente, tomando especial consideración a los ingresos de naves a muelle en el periodo correspondiente a los meses de enero a julio 2016, así mismo se evaluó el ingreso de naves tipo crucero de pasajeros en los primeros diez (10) meses del año 2018, debido al aumento constante del arribo de este tipo de naves en los últimos años.

De este análisis se pudo observar que las esloras de las naves que arriban al puerto de Salaverry han aumentado considerablemente, principalmente por el creciente número de arribos de naves de transporte de pasajeros en razón al crecimiento de la industria turística en el área del departamento de La Libertad.

Asimismo, en el tiempo transcurrido desde que se diseñó y construyó el terminal de Salaverry, se ha producido una significativa evolución de la flota dedicada al transporte marítimo mundial con la construcción y operación de naves de mayor tamaño y capacidad de carga para satisfacer la demanda de servicios aplicando el principio de economía de escalas para obtener fletes más competitivos.

De acuerdo con la nueva tendencia de naves que arriban al terminal la nueva administración del terminal continúa adecuando las instalaciones del terminal para operar con naves de mayores esloras y calados, por lo que ha considerado el mejoramiento y ampliación de los muelles, así como el dragado del área aledaña a los mismos, y de los canales de ingreso y área de maniobra.



Las naves que arriban al terminal portuario de Salaverry ingresan para efectuar faenas de carga como descarga, por lo que pueden ingresar cargados o lastrados indistintamente.

Teniendo en consideración lo indicado en el Reglamento del Decreto Legislativo N° 1147, en donde se indica que corresponde precisar en el estudio de maniobras las características de las naves que ingresan, permanecen y salen de una instalación portuaria, determinando las restricciones existentes en el terminal en directa relación con la seguridad de la navegación y de las instalaciones con relación a este tipo de nave.

Para efectos del presente estudio se ha tomado en cuenta para la determinación de la nave tipo de mayor tamaño, las características de una nave con máxima eslora tomando en consideración la longitud actual de los muelles, adicionalmente se ha considerado una nave de tamaño promedio de las que usualmente arriban al terminal y como nave tipo de menor tamaño las características de una nave de transporte de carga general.

Asimismo, se ha considerado las características de la barcaza de transporte de guano "Islas Chincha" la cual opera en forma regular en el terminal y de la que se ha considerado en adición la descripción de su maniobra de amarre y desamarre.

**NAVES DE MAYOR TAMAÑO CONSIDERADAS PARA EL ESTUDIO**  
**NAVE TIPO PORTACONTENEDORES/MULTIPROPOSITO MUELLE 1**

| <b>CARACTERISTICAS DE LAS NAVES DE MAYOR TAMAÑO QUE ARRIBARAN AL TERMINAL PORTUARIO DE SALAVERRY</b> |                        |
|--|------------------------|
|  | <b>CARACTERISTICAS</b> |
| ESLORA   | 261 M                  |
| ESLORA ENTRE PERPENDICULARES   | 248 M                  |
| MANGA  | 38 M                   |
| CALADO MAXIMO  | 12.8 M                 |
| CALADO MINIMO  | 11.5 M                 |
| PUNTAL   | 22.4 M                 |
| DWT  | 55,000 T               |

Cuadro N°02: Nave de mayor tamaño a operar en el muelle N°1.



Handwritten signature and stamp in the bottom right corner of the page.



### **NAVE TIPO GRANELERO MUELLES N°1 Y N°2:**

| <b>CARACTERISTICAS DE LAS NAVES DE MAYOR TAMAÑO QUE ARRIBARAN AL TERMINAL PORTUARIO DE SALAVERRY</b> |                        |
|--|------------------------|
| <b>GRANELERO</b>   | <b>CARACTERISTICAS</b> |
| ESLORA   | 199 MTS                |
| ESLORA ENTRE PERPENDICULARES   | 189 MTS                |
| MANGA  | 29.9 MTS               |
| CALADO MAXIMO  | 11.4 MTS               |
| CALADO MINIMO  | 10.0 MTS               |
| PUNTAL   | 19 MTS                 |
| DWT  | 45,000 TONS            |

Cuadro N°03: Nave de mayor tamaño a operar en el terminal.

### **NAVE DE TAMAÑO INTERMEDIO CONSIDERADA PARA EL ESTUDIO MUELLES N°1 Y N°2:**

| <b>CARACTERISTICAS DE LAS NAVES DE TAMAÑO INTERMEDIO QUE ARRIBARAN AL TERMINAL PORTUARIO DE SALAVERRY</b> |                        |
|---|------------------------|
| <b>GRANELERO</b>  | <b>CARACTERISTICAS</b> |
| ESLORA  | 179.90 MTS             |
| ESLORA ENTRE PERPENDICULARES  | 172.0 MTS              |
| MANGA   | 28.20 MTS              |
| CALADO MAXIMO   | 10.5 MTS               |
| CALADO MINIMO   | 8.2 MTS                |
| PUNTAL  | 17 MTS                 |
| DWT   | 33,677 TONS            |

Cuadro N°04: Nave de tamaño medio a operar en el terminal.

### **NAVE DE MENOR TAMAÑO CONSIDERADA PARA EL ESTUDIO MUELLES N°1 Y N°2:**

| <b>CARACTERISTICAS DE LAS NAVES DE MENOR TAMAÑO QUE ARRIBARAN AL TERMINAL PORTUARIO DE SALAVERRY</b> |                        |
|--|------------------------|
| <b>CARGA GENERAL</b>   | <b>CARACTERISITCAS</b> |
| ESLORA   | 120 MTS                |
| ESLORA ENTRE PERPENDICULARES   | 114 MTS                |
| MANGA  | 20 MTS                 |
| CALADO MAXIMO  | 7 MTS                  |
| CALADO MINIMO  | 5.5 MTS                |
| PUNTAL   | 14 MTS                 |
| DWT  | 13500 TONS             |

Cuadro N°05: Nave de menor tamaño a operar en el terminal



Handwritten signature and stamp, likely a professional seal or signature, located in the bottom right corner of the page.

Adicionalmente, se ha considerado que en el terminal operen naves de menores dimensiones las cuales no requieren de condiciones especiales de amarre y una barcaza de transporte de guano la cual cuenta con las siguientes características:

| CARACTERISTICAS DE LA BARCAZA DE TRANSPORTE DE GUANO ISLA CHINCHA |              |
|---|--------------|
| ESLORA  | 51.05 METROS |
| MANGA   | 10.8 METROS  |
| PUNTAL  | 4.53 METROS  |

Cuadro N°06: Características de la barcaza que opera en el terminal.

| CARACTERISTICAS DEL REMOLCADOR DELFIN |             |
|---------------------------------------|-------------|
| ESLORA                                | 13 METROS   |
| MANGA                                 | 3.9 METROS  |
| PUNTAL                                | 2.13 METROS |

Cuadro N°07: Características del remolcador que opera con la barcaza.

### **NAVES DE TRANSPORTE DE PASAJEROS**

En adición a las naves grande, intermedia y pequeña consideradas en el estudio, ingresa al terminal de Salaverry naves del tipo crucero de transporte de pasajeros, las cuales tienen una consideración especial en cuanto a su maniobra de ingreso, así como su configuración de amarre al terminal, situaciones que se describen en el presente documento.

La nave de mayor dimensión de este tipo que se ha considerado para ingresar al terminal en el presente estudio es la siguiente:

| CARACTERISTICAS NAVE TIPO CRUCERO DE PASAJEROS |                 |
|--|-----------------|
| CRUCERO DE PASAJEROS                           | CARACTERISTICAS |
| ESLORA   | 330 M           |
| ESLORA ENTRE PERPENDICULARES                   | 307 M           |
| MANGA  | 30 MTS          |
| CALADO MAXIMO                                  | 8.6 MTS         |
| CALADO MINIMO                                  | 8.6 MTS         |
| PUNTAL   | 20 MTS          |
| DWT  | 70000 TONS      |

Cuadro N°08: Características nave crucero de pasajeros que opera en el terminal.

JUN 2018  
 PROYECTO DE INVERSIÓN  
 CONSTRUCCIÓN DEL  
 TERMINAL

### **1.3 DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE OPERACIONES, INCLUYENDO LAS INSTALACIONES.**

El área correspondiente al presente estudio de maniobra se encuentra ubicada en la costa central del Perú, en el distrito de Salaverry, Provincia de Trujillo, Departamento de La Libertad.

Dentro de la bahía de Salaverry se encuentran ubicado el Terminal Portuario, el cual se encuentra configurado para el atraque directo de naves, al contar con muelles de tipo espigón.

Por la configuración de la bahía, el puerto se encuentra en una rada abierta y expuesta, por lo que fue necesario protegerlo por el lado sur mediante la construcción de un dique rompeolas de aproximadamente mil (1,000 m) metros de longitud y 6.50 metros de altura, y por el norte por tres diques retenedores separados 300 metros entre sí.

Los límites compuestos por estos diques rompeolas conforman un área acuática de 700,000 metros cuadrados de extensión.



Figura N° 08: Configuración de la bahía.

JUAN JOSÉ SANCHEZ  
INGENIERO EN SISTEMAS DE INGENIERIA  
C.O.P.I. N° 12.774  
42810235



a. **FACTORES QUE CONSIDERAR PARA LA DETERMINACIÓN DE ZONAS**

(1) **TAMAÑO, DIMENSIONES Y CARACTERÍSTICAS DE MANIOBRABILIDAD DE LAS NAVES Y FACTORES RELACIONADOS.**

Como se ha indicado en los párrafos precedentes, luego de haber verificado las estadísticas de las naves que arribaron al terminal de Salaverry en los últimos años, se ha determinado las características de las naves de mayor tamaño, tamaño intermedio y menor tamaño que operan en este terminal. Estas características van a ser consideradas para determinar los requerimientos de apoyo que se requieran durante sus operaciones, así como sus capacidades para operar con seguridad dentro de las instalaciones.

Siendo el Terminal de Salaverry, un terminal multipropósito, diferentes tipos de buque hacen uso de las instalaciones con la finalidad de embarcar y desembarcar carga, estas naves pueden ser de tipo granelero, carga en contenedores, carga general, pasajeros u otros, todos con diferentes tipos de capacidad de maniobra.

**Características de maniobrabilidad de las naves que arriban al terminal.**

Para efectos del presente estudio de maniobras se han evaluado tres tipos de naves de diferentes esloras, capacidades y tonelajes, sin considerar el tipo de carga, pudiendo ser esta carga general, carga a granel o contenedores. Adicionalmente y bajo una consideración distinta se ha considerado a las naves de transporte de pasajeros.

Las naves del tipo carga general y graneleros que arriban al terminal son por lo general naves de dimensiones similares, con una sola hélice y de buena maniobrabilidad, que maniobran para el ingreso al terminal apoyados permanentemente por remolcadores.

Las naves de pasajeros que arriban al terminal son naves muy maniobrables que cuentan con sistemas de propulsión modernos y adicionalmente en la mayoría de los casos cuentan con más de un thrusters, lo que les permite efectuar las maniobras de amarre y desamarre con poca o ninguna ayuda por parte de los remolcadores.



Los que permanecen en standby en forma permanente durante las maniobras.

## **(2) AYUDAS A LA NAVEGACION DISPONIBLES:**

### **Faro y Luces:**

#### **Faro:**

En el morro Carretas se encuentra instalado un faro sobre la parte más alta del picacho del morro, equipado con un RACON, como ayuda para recalar en puerto Salaverry, las características específicas del faro se encuentran detalladas en la publicación HIDRONAV-5020, Lista de Faros y Señales Náuticas.

#### **Luces:**

En el cabezo del rompeolas oeste existe un faroleta automático de destellos rojos, montado sobre un poste de fierro color rojo, a una altura de 15 msnm contando con un alcance nominal de tres (03) millas.

En el cabezo del muelle N° 1 existe un faroleta con luz intermitente color rojo, con dos (2) millas de alcance nominal.

En el muelle N° 2 existe una luz fija color rojo, con dos (2) millas de alcance nominal.

El desembarcadero artesanal cuenta con una luz fija color rojo en el cabezo del muelle, la cual cuenta con tres (03) millas de alcance nominal.

#### **Boyas**

El canal de acceso se encuentra balizado con tres (03) boyas laterales dos (2) de color verde con luz intermitente y una (1) roja con las mismas características.



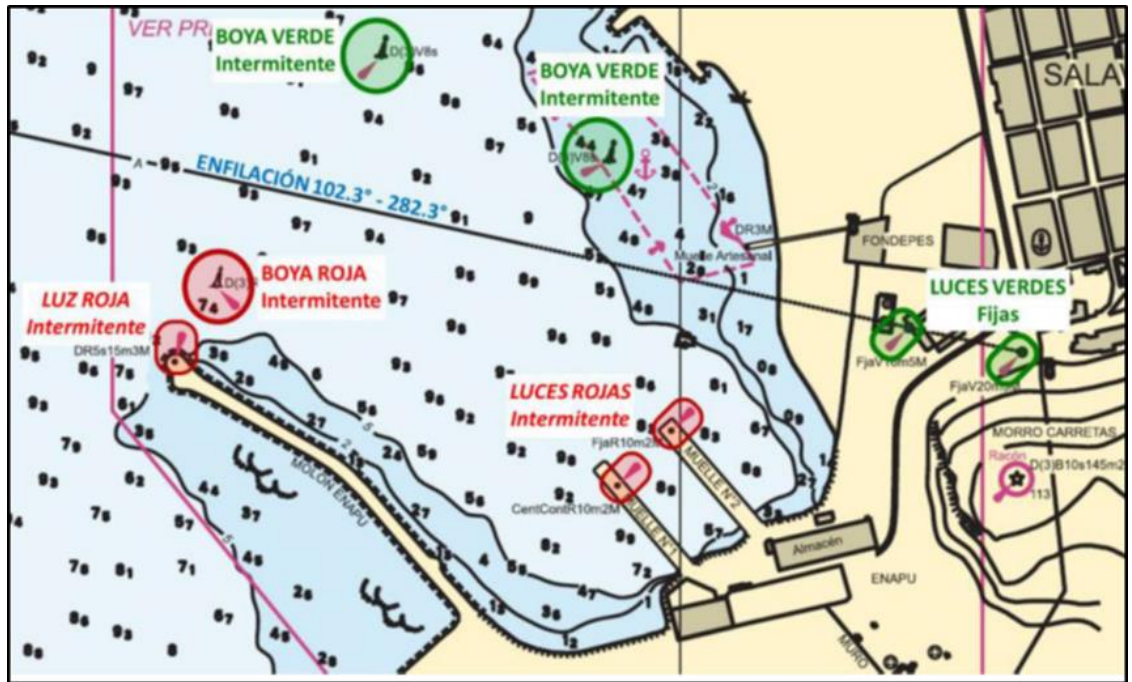


Figura N° 09: Ubicación de boyas y luces.

### Luces de enfilación y luces del puerto

El canal de acceso al puerto, y la demanda a los muelles N° 1 y N°2, está indicado por DOS (02) luces fijas color verde:

Anterior: 08°13'30.4" S, 78°58'47.9" W

Posterior: 08°13'31 .7" S, 78°58'41.9" W

Orientadas en marcación 102.3° MV, cuentan con cinco (5) millas de alcance nominal y se encuentran ubicadas sobre dos (02) torres metálicas de doce (12) y dieciséis (16) metros de altura respectivamente ubicadas sobre la falda del cerro Carretas.

Ambos muelles cuentan con luces rojas intermitentes en el cabezo, así como el espigón del puerto que también cuenta con una luz roja intermitente en el cabezo.

### Puntos conspicuos

Existen 3 antenas de telefonía en posición: 08°12'34.9" S, 78°57'48.2" W; 08°12'35.3" S, 78°57'49.0" W; 08°12'36.8" S, 78°57'50.3" W de aproximadamente cuarenta (40) metros la primera, treinta (30) metros y treinta (30) metros de altura respectivamente, que sirven como puntos conspicuos para la navegación.





En posición 08 °11 '19.6" S, 78°59'02.5" W se encuentra un tanque de agua color blanco, de aproximadamente 60 metros de altura, que sirve como punto conspicuo para la navegación.



Figura N° 10: Esquema de ubicación de luces de enfilación.

### **(3) MARGENES DE SEGURIDAD ESTABLECIDOS:**

Para el acceso al puerto se ha establecido un esquema de separación de tráfico marítimo el cual se encuentra constituido de la siguiente manera:

|  |  |
|--|--|
| Zona de separación limitada por los siguientes puntos geográficos  | (1) 08°12'39.0"S, 79°02'13.8"W<br>(2) 08°12'39.0"S, 79°04'37.8"W<br>(3) 08°13'18.0"S, 79°04'37.8"W<br>(4) 08°13'18.0"S, 79°02'13.8"W |
| Vía de circulación para tráfico marítimo que se dirige al Oeste entre la zona de separación y una línea que une las siguientes posiciones geográficas. | (5) 08°11'57.6"S, 79°02'13.8"W<br>(6) 08°11'06.0"S, 79°04'37.8"W   |
| Vía de circulación para tráfico marítimo que se dirige al Este entre la zona de separación y una línea que une las siguientes posiciones geográficas.  | (7) 08°14'48.0"S, 79°04'37.8"W<br>(8) 08°14'00.0"S, 79°02'13.8"W   |

Cuadro N°09: Márgenes de Seguridad.

JUAN JOSÉ GARCÍA GARCÍA  
INGENIERO MARÍTIMO  
CÓDIGO 01174  
42810235



| TIPO DE NAVES  | PUNTO | LATITUD        | LONGITUD      |
|--|-------|----------------|---------------|
| BUQUES TANQUES   | A     | 08°12'19.0" S  | 79°00'40.0" W |
|  | B     | 08°12'50.0" S  | 79°00'40.0" W |
|  | C     | 08°12'54.0" S  | 79°00'06.0" W |
|  | D     | 08°12'19.0" S  | 79°00'06.0" W |
| BUQUES DE CARGA GENERAL                                    | A     | 08°13'08.0" S  | 79°00'40.0" W |
|  | B     | 08°13'08.0" S  | 79°00'29.0" W |
|  | C     | 08°13'18.0" S  | 79°00'00.0" W |
|  | D     | 08°13'47.0" S  | 79°00'00.0" W |
|  | E     | 08°13'47.0" S  | 79°00'40.0" W |
| BUQUES DE CARGA PELIGROSA                                  | A     | 08°13'47.0" S  | 79°00'40.0" W |
|  | B     | 08°13'47.0" S  | 79°00'00.0" W |
|  | C     | 08°14'12.0" S  | 79°00'00.0" W |
|  | D     | 08°14'12.0" S  | 79°00'40.0" W |
| BUQUES DE ARRASTRE, NACIONALES Y CIENTÍFICOS               | A     | 08°13'18.0" S  | 79°00'00.0" W |
|  | B     | 08°13'24.0" S  | 78°59'40.0" W |
|  | C     | 08°13'47.0" S  | 78°59'40.0" W |
|  | D     | 08°13'47.0" S, | 79°00'00.0" W |
| EMBARCACIONES PESQUERAS INDUSTRIALES, ARTESANALES Y RECREO | A     | 08°13'17.0" S  | 78°59'08.0" W |
|  | B     | 08°13'16.0" S  | 78°59'05.0" W |
|  | C     | 08°13'20.0" S  | 78°59'01.0" W |
|  | D     | 08°13'27.0" S  | 78°58'56.0" W |
|  | E     | 08°13'28.0" S  | 78°59'00.0" W |
|  | F     | 08°13'22.0" S  | 78°59'04.0" W |
| CUARENTENA   | A     | 08°14'13.0" S  | 79°00'40.0" W |
|  | B     | 08°14'13.0" S  | 79°00'00.0" W |
|  | C     | 08°14'38.0" S  | 79°00'00.0" W |
|  | D     | 08°14'38.0" S  | 79°00'40.0" W |

Cuadro N°10: Áreas con coordenadas de zonas de fondeo.

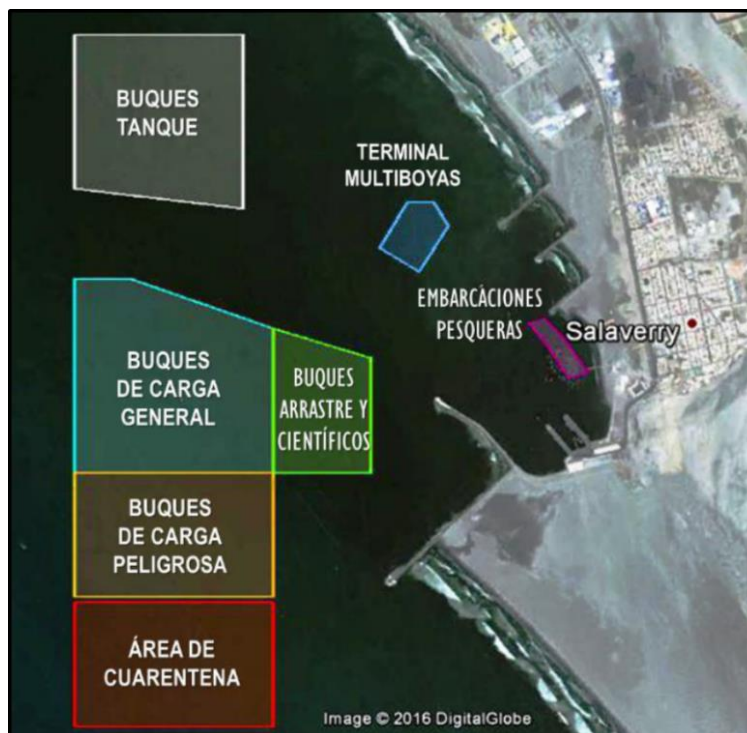


Figura N°13: Esquema de ubicación de áreas de fondeo.





(2) Estación de prácticos:

El practicaaje es obligatorio, los prácticos abordan las naves en la estación de prácticos la cual se encuentra se encuentra a 1.5 millas al oeste del rompeolas de protección del puerto en posición 08°13'10.5" S, 79°00'08.0" W.

Los prácticos pueden solicitarse a través de las Agencias Marítimas o al arribo a puerto por radio (VHF Canal 16) a través de la Costera Salaverry de la Capitanía Guardacostas Marítima de puerto.

(3) Zona de toma de remolcadores:

Los remolcadores deberán de encontrarse esperando a la nave en las inmediaciones de las boyas del canal de acceso al terminal, debiendo encontrarse en dicha posición al momento en que el práctico sube a la nave a maniobrar.

(4) Área de Maniobra:

El área de maniobra es un área de cuatrocientos treinta (430) metros de diámetro en las inmediaciones de los muelles de amarre en la cual las naves que tengan que girar en caso sea necesario ya sea durante la maniobra de amarre o durante la maniobra de desamarre, podrán hacerlo libres de obstáculos que limiten la seguridad de la nave.

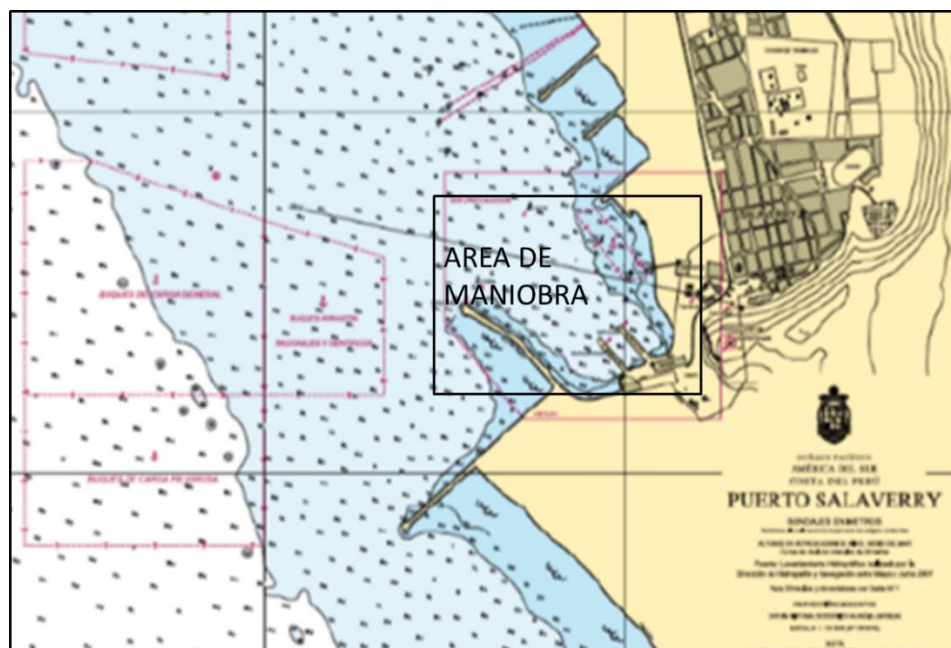


Figura N°14: Esquema de ubicación de área de maniobra.

JUAN ZAPATA  
DIRECTOR GENERAL  
DEPORTES Y RECREACION  
4280035

(5) Descripción de las siguientes áreas:

(a) Área de parar la nave:

Durante la maniobra de aproximación la nave procederá al muelle directamente, únicamente se detendrá en el punto designado como Estación del Practico para facilitar el embarque de este y se mantendrá detenido o propulsando a mínima velocidad durante el intercambio de información entre el práctico y el Capitán de la nave.

(b) Área de girar la nave:

Para efectos de la maniobra de salida de la nave del terminal o en caso se requiera amarrar la nave con proa al mar, la nave girará en el área de maniobra en las proximidades de los muelles de amarre, la cual tiene un diámetro de cuatrocientos treinta (430) metros.

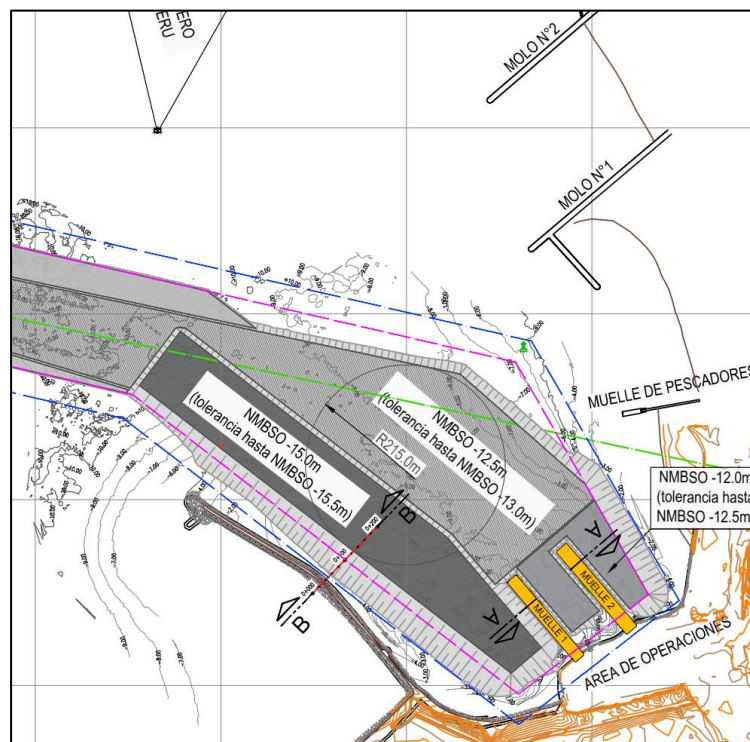


Figura N°15: Esquema de ubicación de área de maniobra.

(c) Área de Atraque/Desatraque:

El área de atraque y desatraque está conformada por el área donde se encuentran los muelles de amarre de acuerdo como se aprecia en el siguiente gráfico:





Figura N°16: Área de atraque y desatraque.

JUAN JOSÉ SANCHEZ  
DIRECTOR GENERAL  
CORPORACIÓN  
2018/03/23



#### **1.4 CARACTERISTICAS OCEANOGRAFICAS Y METEREOLÓGICAS DEL AREA DE OPERACIONES.**

- a. Con la finalidad de determinar las condiciones océano meteorológicas en el área de la bahía de Salaverry se realizaron diversos estudios mediante los cuales se pudo calcular las condiciones de vientos, marea, corrientes, oleajes, sondajes, así como detalles del fondo del mar en el área del terminal, estos estudios fueron realizados por las siguientes empresas:

La información correspondiente a las características océano meteorológicas se han extraído del estudio realizado por la empresa Marcilob Maritime & civil global consultancy solutions “Estudio de los niveles e inoperatividad debido a oleajes y de los aterramientos para el proyecto de ampliación del Puerto de Salaverry.

- b. El Estudio batimétrico ha sido considerado del estudio, “Servicio de levantamiento batimétrico multihaz en las áreas de muelles, operaciones y canal de acceso del terminal portuario de Salaverry, pero este fue realizado por la empresa H&O para las áreas del canal de ingreso, zona de operaciones y rada interior, en el marco del desarrollo del Expediente técnico de dragado inicial aprobado por la Autoridad Portuaria Nacional. El estudio se realizó teniendo como base información observacional de corrientes, olas e información proveniente de modelos globales, lo que permitió caracterizar el área correspondiente al Terminal Portuario de Salaverry.

##### **(1) Vientos:**

La información de caracterización de vientos correspondiente al área del Terminal Portuario de Salaverry se ha extraído del estudio realizado por la empresa Marcilob Maritime & Civil Global Consultan Solutions “Estudio de los niveles e inoperatividad debido a oleajes y de los aterramientos para el proyecto de ampliación del Puerto de Salaverry”.

##### **Caracterización del régimen de vientos**

Con la serie temporal de dirección y velocidad del viento se ha podido caracterizar el régimen de vientos y cotejar los datos con la información suministrada por la Dirección de Hidrografía y Navegación.



Como se puede observar, casi el 65% de los vientos presentan una dirección S-SE, existiendo una menor presencia de vientos provenientes del Este y, así como del Suroeste.

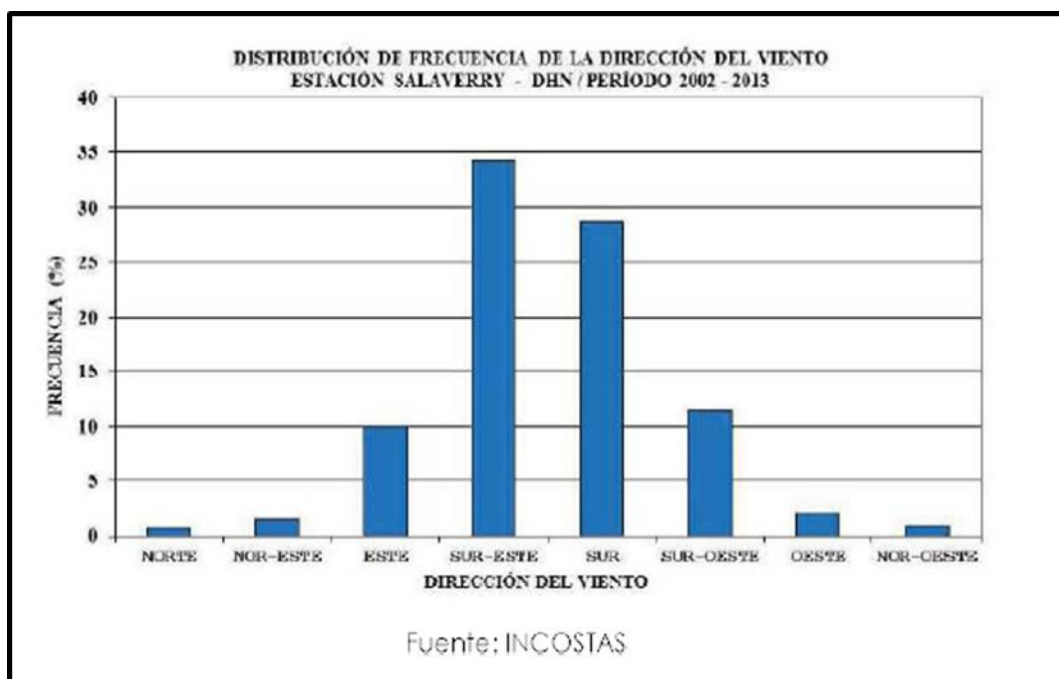


Figura N°17: Distribución de frecuencias de la dirección del viento.

Analizando la tabla de datos por dirección y las de velocidad, las velocidades medias tienen una variación direccional importante, siendo más las velocidades de viento más elevadas en las direcciones S-SE. (Fig. 18) En cuanto a las velocidades máximas se puede observar que estas superan ligeramente los 17 nudos en las direcciones S-SE, siendo inferior en todas las demás direcciones evaluadas.

Desde el punto de vista de la estacionalidad no se observan variaciones importantes de la velocidad media y de la dirección del viento. Se observa una ligera disminución de la velocidad media durante los meses de junio, julio y agosto.

Teniendo en cuenta la escasa variabilidad direccional del viento en las inmediaciones del puerto de Salaverry, se estima suficiente analizar para el estudio maniobras los vientos de dirección SSE y S (casi 50% del tiempo). En la siguiente rosa de vientos se puede apreciar nuevamente la predominancia de la dirección sursureste para como los de mayor ocurrencia y la dirección sur como segunda dirección de ocurrencia, en ambos casos la velocidad del viento se mantiene entre los 4 nudos y 7



nudos (área marcada en amarillo) y con una menor ocurrencia de vientos con velocidades entre 7 y 11 nudos, pudiendo llegar en condiciones normales hasta los 17 nudos.

De acuerdo con lo observado las velocidades superiores a los 17 nudos no son usuales en el área.

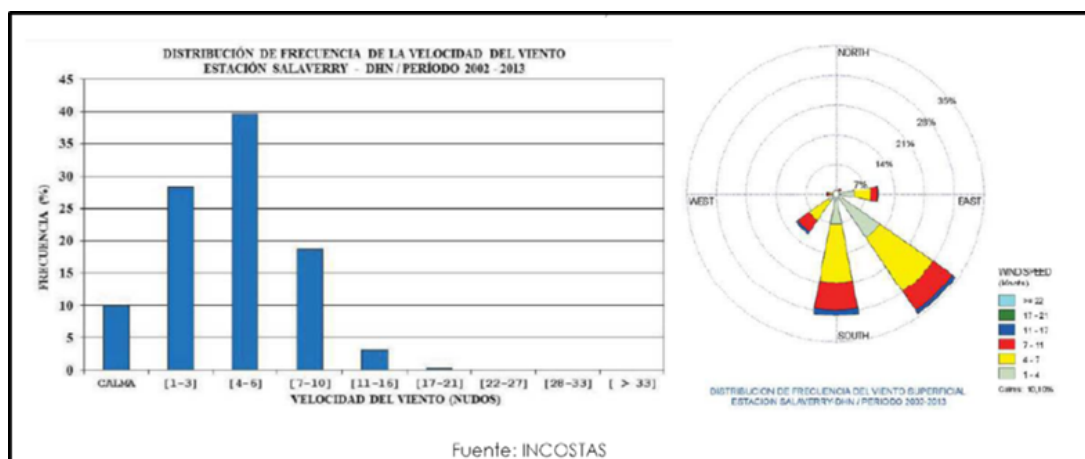


Figura N°18 Distribución de frecuencia de la velocidad del viento en la Estación de Salaverry.

## CONDICIONES DE VIENTO PARA EL AREA DE SALAVERRY

- a) Condición mínima de 0 – 3 nudos
- b) Condición normal: 4 – 17 nudos
- c) Condición máxima: Superior a 17 nudos.

### (2) Corrientes:

La dinámica de las corrientes en la zona de Salaverry se encuentra influenciada notoriamente por la Corriente Costera Peruana (CCP) proveniente del sur, mientras que por el norte se encuentra influenciada por el régimen local de vientos, así como por la batimetría del área.

Para la caracterización de las corrientes en la zona del terminal portuario se utilizó la información obtenida de los estudios realizados por Knight Piesold en el año 2012, donde se realizaron mediciones de corrientes marinas en invierno y verano evaluándose veinticuatro (24) puntos oceanográficos desde la playa Las Delicias hasta Punta La Ramada por el Sur.

JUAN 2018/01/11  
 JUAN 2018/01/11  
 JUAN 2018/01/11  
 JUAN 2018/01/11

### Corrientes Superficiales:

Durante la época de verano, las corrientes marinas en la capa superficial presentan magnitudes de débiles a moderadas oscilando entre los 0.05 nudos a 0.35 nudos, con un desplazamiento del sur al noroeste, completando un giro hacia el oeste una vez pasada la zona donde se encuentra ubicado el puerto.

Las corrientes más intensas se ubicaron en el centro y el norte del área evaluada, fuera del puerto de Salaverry.

En la zona del muelle del terminal y del muelle artesanal del puerto de Salaverry, áreas que se encuentran protegidas por los molones y que desvían notablemente el ingreso de las masas de agua hacia el interior del puerto, la circulación de la corriente presentó un desplazamiento del sureste a noreste con intensidad débil encontrándose un rango de velocidades de corriente de 0.05 nudos a 0.18 nudos.

Durante los meses de invierno las corrientes marinas superficiales (hasta 1 metro de profundidad) presentaron magnitudes de débiles a moderadas oscilando entre 0.022 y 0.322 nudos.

En la zona del muelle del puerto de Salaverry, la intensidad de la corriente fue ligeramente mayor que en los meses de verano presentado intensidades entre los 0.042 nudos y los 0.20 nudos.

### Corriente en profundidades medias:

Para efecto de la corriente en profundidades medias a cinco (5) metros de profundidad se ha observado que en época de verano se presentaron tendencias hacia el oeste con giros anticiclónicos en el centro de la bahía, en las cercanías del puerto de Salaverry, la circulación marina presento un desplazamiento hacia noreste (bastante influenciado por el régimen local de vientos) mostrando intensidades muy débiles que oscilaron entre 0.04 y 0.13 nudos.

### Corriente de fondo: (Diez metros de profundidad)

Durante el verano se presentaron flujos asociados a la corriente costera peruana con dos escenarios claramente identificados, uno hacia el sur con flujos hacia el oeste generado como consecuencia del impacto de





la corriente con el talud de la línea de costa, y un segundo escenario hacia el norte del puerto de Salaverry mostrando flujos con dirección hacia el norte y noroeste. Las magnitudes de corriente para para la época de verano fluctuaron entre los 0.05 nudos y 0.35 nudos.

En época invernal fluctuaron entre magnitudes de 0.05 nudos y 0.27 nudos, ligeramente inferiores que en verano

#### Análisis de las corrientes marinas:

Las corrientes marinas en el verano se presentaron más intensas que en el invierno definiendo mejor los flujos hacia el norte y noroeste en la zona costera influenciados por el fortalecimiento de los vientos alisios y el régimen local de vientos.

Las corrientes marinas durante el invierno se mostraron ligeramente más débiles en la capa superficial que en verano, influenciado por el debilitamiento de los vientos.

De la información levantada se obtuvo los siguientes resultados:

La dirección principal de las corrientes registradas es en general en paralelo a la costa y en dirección noroeste.

Aun así, la distribución direccional de las velocidades de corriente presenta variaciones con relación a la profundidad, en el área cercana a la superficie se observa la influencia del viento con cambios direccionales, durante cambios de marea o durante episodios de relajación del viento predominante, cerca del fondo las velocidades presentan una única dirección noroeste.

Se pudo constatar que existe una similitud entre la información obtenida por ENAPU en el año 2014 y la información obtenida de la medición con el equipo ADCP en el año 2018, dicha similitud radica en la predominancia de direcciones y magnitudes de velocidad de las corrientes.



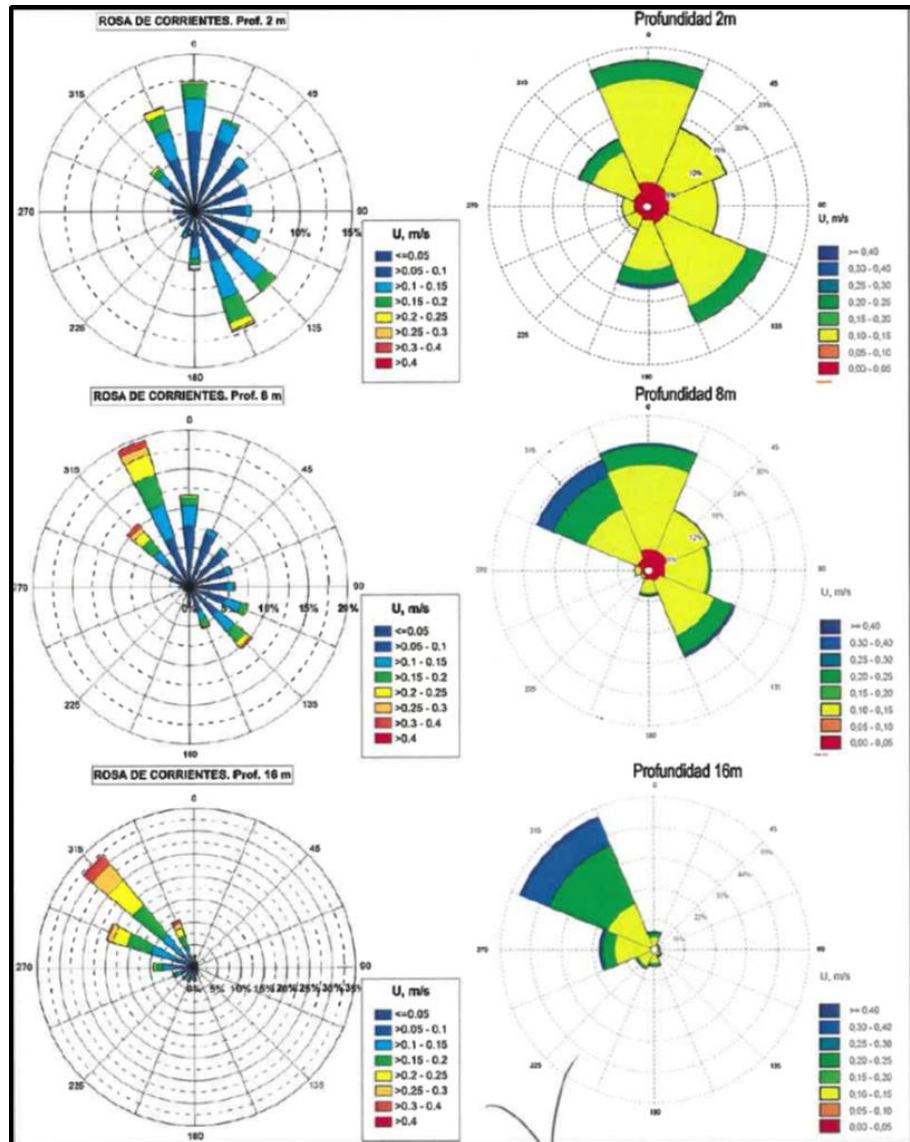
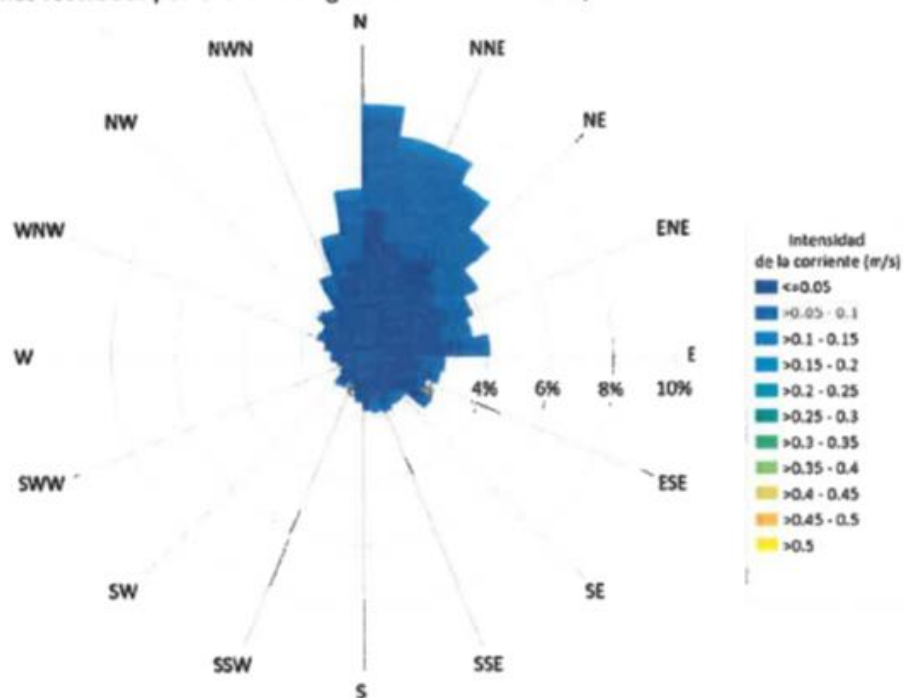


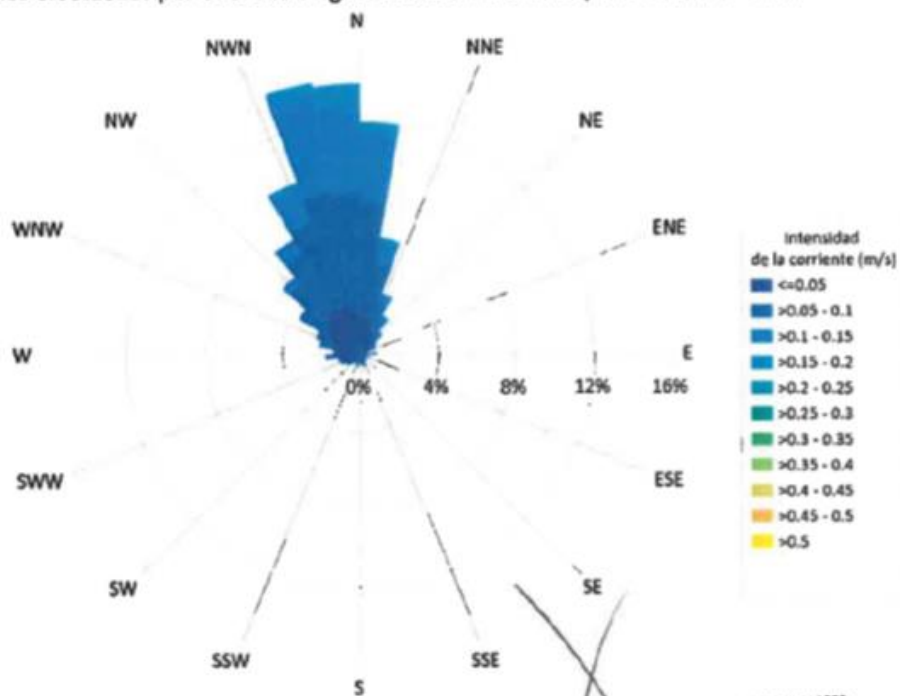
Figura N°19: Rosa de corrientes en función de profundidades.


  
 JUN 2018 11:45 AM
   
 ROBERTO MARTINEZ
   
 DISEÑO 01-27
   
 42810235

**Rosa de Velocidad de la Corriente (m/s) para el Nivel Intermedio**  
 Mediciones efectuadas por CTS entre Agosto a Setiembre 2018, en el veril de -11m



**Rosa de Velocidad de la Corriente (m/s) para el Nivel Superficial**  
 Mediciones efectuadas por CTS entre Agosto a Setiembre 2018, en el veril de -11m



ROBERTO JESUS FLORES JIMENEZ  
 INGENIERO CIVIL

Figura N°20: Rosa de velocidad de corrientes en función de profundidades.

Del análisis de la información y teniendo en cuenta la escasa variabilidad direccional de las corrientes en las inmediaciones del puerto de Salaverry, se ha determinado las velocidades de la corriente en el área para ser utilizadas en el presente estudio:

- a) **Condición calma: Entre 0 a 0.1 nudos.**
- b) **Condición normal: Entre 0.1 nudos a 0.35 nudos.**
- c) **Condición máxima promedio: Mayor a 0.35 nudos.**

### (3) Olas:

El oleaje en aguas profundas frente al puerto de Salaverry se caracteriza por una alta predominancia (casi el 85%) de olas provenientes desde el SO (aproximadamente del 202°) y en menor grado de las direcciones S (180°) y SSO (225°).

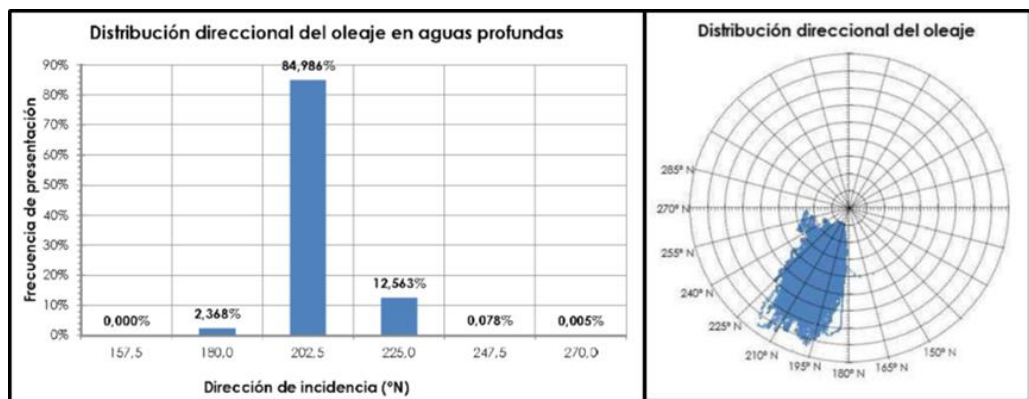


Figura N°21: Histograma y Rosa de olas para el primer punto de propagación de olas.

En base a esta información se adoptaron diversas condiciones de mar para la modelación del oleaje en aguas profundas del estudio, tres provenientes del SO y una proveniente del S.

El oleaje en aguas profundas empleado fue generado mediante el empleo de modelos numéricos en el punto de coordenadas geográficas (9°S' 79 30"W) a unos 100 kilómetros de Salaverry.

Para ser utilizadas en el análisis por medio de modelos matemáticos, las olas fueron propagadas desde aguas profundas sobre un nivel de superficie libre correspondiente al nivel medio del mar utilizando el modelo espectral de oleaje MIKE 21 SW del DHI.

JUAN JOSÉ SANCHEZ  
INGENIERO EN SISTEMAS DE INGENIERIA  
CARRERA DE INGENIERIA EN SISTEMAS DE INGENIERIA  
UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CAJON  
47800035



Para todas las condiciones mar se escogió un nivel libre correspondiente al Nivel medio del mar que se encuentra 0.68 por encima del nivel medio de bajamares de sicigias ordinarias.

#### Propagación del oleaje desde aguas profundas a la Zona de Estudio

A fin de ser utilizadas en el análisis, las olas calculadas para aguas profundas fueron propagadas hasta la frontera exterior de la batimetría de la zona de estudio empleando el modelo espectral de oleaje MIKE 21 SW.

#### Análisis de las olas offshore

Del análisis del modelo espectral WAVEWATCH para aguas profundas para el periodo entre el año 2005 y 2012 se puede observar que la ola típica con mayor ocurrencia en aguas profundas presenta un periodo de ola de catorce (14) segundos y proviene del suroeste con una altura de ola significativa de 2.5 metros, este tipo de olas tiene un porcentaje de ocurrencia de 20.62% lo que representa alrededor de 75 días al año, se pudo observar que existen algunas otras alturas de ola pero la predominante es la que se indica.

Con respecto a altura de olas se determinó que la altura de olas predominante es de 2.5 metros, sin embargo, existe un porcentaje importante de ocurrencia de olas con altura de 1.5 metros. Asimismo, la altura máxima de olas sería de 3.5 metros.

#### Análisis Estacional de Datos

Las principales diferencias estacionales se encuentran con relación a la altura de olas, ya que se ha podido apreciar que durante las estaciones de primavera y verano la altura de ola predominante alcanza 1.5 metros mientras que en época de verano y primavera la altura predominante de ola alcanza los 2.5 metros, lo mismo ocurre con la máxima altura de ola que en las estaciones de otoño e invierno alcanza alturas de entre tres (3) y cuatro (4) metros.

De esta manera se establece que durante la época de invierno se presentan en aguas profundas mayores alturas de ola en comparación a las que se presentan en las estaciones más cálidas.



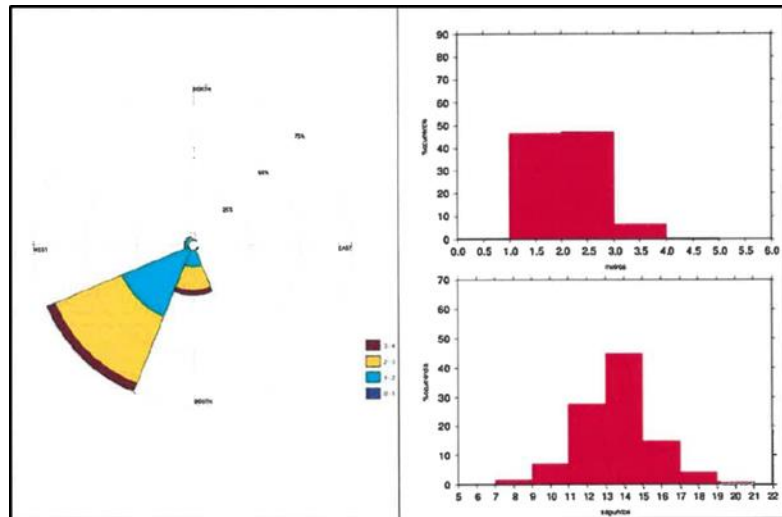


Figura N°22: Histograma del oleaje. Febrero 2010 a febrero 2012.

Para la propagación de olas desde aguas profundas hasta la zona del estudio fue necesario definir la dirección del tren de olas para lo cual se ha tomado en consideración lo siguiente:

Debido a la configuración del área donde se encuentra ubicado el puerto no se ha considerado el oleaje proveniente del sureste, sur y del norte debido a que llegará a la zona en estudio en forma muy disipada, ejerciendo una influencia insignificante sobre el área en estudio.

Por lo que únicamente se considerará las olas provenientes del suroeste, oeste y noroeste.

Para la modelación de la propagación de las olas se ha efectuado el cálculo sobre tres puntos, el primero llevará la propagación hasta aguas intermedias información que fue validada en esta posición para luego ser propagada hasta aguas costeras y finalmente al área del proyecto.

#### Resultados de la propagación de olas de aguas profundas a aguas intermedias.

El tren de olas proveniente del suroeste no sufre procesos de refracción considerables por lo que no se observan cambios considerables en la dirección del tren de olas.

Los resultados que se presentan en este primer punto de propagación muestran que la dirección predominante durante la mayor parte del año es del suroeste y que la altura de olas presenta dos rangos predominantes casi similares, las olas de uno a dos metros presenta un porcentaje de

JUAN CARLOS GARCÍA
   
 DIRECTOR GENERAL
   
 COMISIÓN DE FOMENTO
   
 47810035

ocurrencia de treinta y siete (37) por ciento y de dos a tres metros un porcentaje de ocurrencia de treinta y seis (36) por ciento.

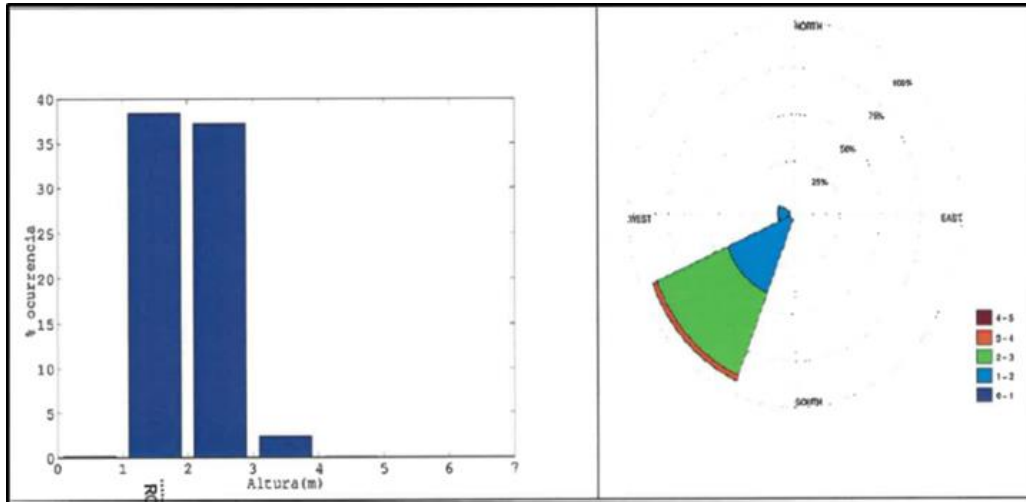


Figura N°23: Histograma y Rosa de olas para el segundo punto de propagación de olas.

### Resultados de la propagación de olas de aguas intermedias a aguas costeras.

Se aprecia que el tren de olas proveniente del suroeste es el que genera mayores alturas de olas, las olas que provienen del norte y del noroeste sufren cambios en su dirección de aproximación y por lo tanto llegan atenuadas.

Los resultados observados en el punto asignado como llegada a aguas costeras muestran que la dirección predominante es suroeste. La altura de olas predominante presenta dos rangos que se aproximan en porcentajes de ocurrencia como fue el caso del punto 1 de propagación. Para este segundo punto los porcentajes varían ligeramente presentando el rango de altura de olas de uno a 1.5 metros una ocurrencia de 38.4% mientras que el rango de 1.5 a 2.5 metros presenta una ocurrencia ligeramente menor con 37.21%, variando también el porcentaje de dirección de ola hacia 225 en un 91% de casos y al 202 en un 6.5% de casos.

  
 JUAN JOSÉ GARCÍA GARCÍA  
 DIRECTOR GENERAL  
 INSTITUTO VENEZOLANO  
 DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS

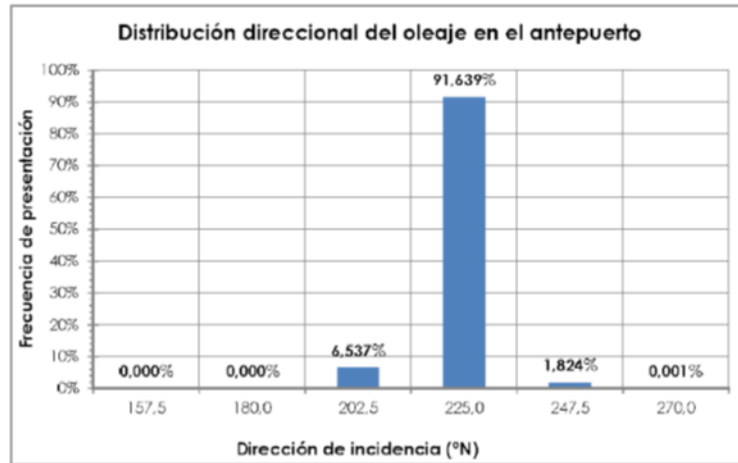


Fig. 24 Distribución direccional del oleaje en el antepuerto.

| Hs (m)       | Dirección de procedencia (límites y valor medio del sector direccional) |              |               |                |               |              |              | Escalar        |
|--------------|---|--------------|---------------|----------------|---------------|--------------|--------------|----------------|
|              | 146,25° N   | 168,75° N    | 191,25° N     | 213,75° N      | 236,25° N     | 258,75° N    | 281,25° N    |                |
|              | 168,75° N   | 191,25° N    | 213,75° N     | 236,25° N      | 258,75° N     | 281,25° N    | 303,75° N    |                |
| 0,0-0,25     | 0   | 0            | 0             | 0              | 0             | 0            | 0            | 0              |
| 0,25-0,5     | 0   | 0            | 114           | 512            | 0             | 0            | 0            | 626            |
| 0,5-0,75     | 0   | 0            | 5.820         | 14.590         | 65            | 0            | 0            | 20.475         |
| 0,75-1,0     | 0   | 0            | 14.680        | 66.853         | 492           | 0            | 0            | 82.025         |
| 1,0-1,25     | 0   | 0            | 10.825        | 116.199        | 1.330         | 5            | 0            | 128.359        |
| 1,25-1,5     | 0   | 0            | 4.269         | 111.237        | 1.677         | 0            | 0            | 117.183        |
| 1,5-1,75     | 0   | 0            | 864           | 84.592         | 1.563         | 0            | 0            | 87.019         |
| 1,75-2,0     | 0   | 0            | 99            | 53.562         | 1.366         | 0            | 0            | 55.027         |
| 2,0-2,25     | 0   | 0            | 1             | 31.194         | 1.319         | 0            | 0            | 32.514         |
| 2,25-2,5     | 0   | 0            | 0             | 18.220         | 871           | 0            | 0            | 19.091         |
| 2,5-2,75     | 0   | 0            | 0             | 9.011          | 642           | 0            | 0            | 9.653          |
| 2,75-3,0     | 0   | 0            | 0             | 4.429          | 354           | 0            | 0            | 4.783          |
| 3,0-3,25     | 0   | 0            | 0             | 2.490          | 242           | 0            | 0            | 2.732          |
| 3,25-3,5     | 0   | 0            | 0             | 806            | 165           | 0            | 0            | 971            |
| 3,5-3,75     | 0   | 0            | 0             | 326            | 83            | 0            | 0            | 409            |
| 3,75-4,0     | 0   | 0            | 0             | 47             | 37            | 0            | 0            | 84             |
| 4,0-4,25     | 0   | 0            | 0             | 39             | 19            | 0            | 0            | 58             |
| 4,25-4,5     | 0   | 0            | 0             | 7              | 8             | 0            | 0            | 15             |
| <b>Total</b> | <b>0</b>  | <b>0</b>     | <b>36.672</b> | <b>514.114</b> | <b>10.233</b> | <b>5</b>     | <b>0</b>     | <b>561.024</b> |
|              | <b>0,00%</b>  | <b>0,00%</b> | <b>6,54%</b>  | <b>91,64%</b>  | <b>1,82%</b>  | <b>0,00%</b> | <b>0,00%</b> | <b>100,0%</b>  |

Fig. 25 Tabla de alturas de ola significativa – dirección media en el antepuerto.

### Propagación de olas de aguas intermedias a la zona del proyecto.

En la zona del antepuerto, las olas que provienen del suroeste son las que presentan las mayores alturas, tanto en condiciones de mayor ocurrencia, así como en condiciones de bravesas.

En la zona del inicio del canal de acceso donde no se encuentra protegido por el rompeolas la altura de ola existen alturas de ola de hasta 1.4 metros proveniente del sur oeste.

Dentro de las instalaciones del terminal, área protegida y atenuada por el rompeolas y los molones protectores las alturas de olas calculadas por el





modelo se encuentran debajo de los 50 centímetros y esto se debe principalmente a los efectos de difracción que produce el molón paralelo a la línea de costa que actúa como protección del puerto frente a la acción de las olas.

Los resultados más importantes para el oleaje en la zona del proyecto muestran una altura de ola predominante de 0.4 metros con un promedio de ocurrencia de 20.6% mientras que el segundo componente que presenta un porcentaje considerable son olas con alturas en el rango de los 0.2 metros con un porcentaje de presencia de 15.79%.

Con estos resultados se obtienen los coeficientes de transformación donde se relacionan las alturas de ola en aguas profundas y en la zona del estudio con lo que se transforma la serie de tiempo hacia la zona del proyecto.

#### Determinación de las características las olas en el área del proyecto

De los resultados de la transformación de la serie de tiempo de olas a la zona del proyecto se aprecia que la altura de olas en el área de los amarraderos se encuentra debajo de 1 metro.

Se observa un comportamiento similar entre el comportamiento anual y estacional del tren de oleaje en lo concerniente a la dirección de proveniencia, ya que la dirección principal de aproximación del tren de olas se encuentra proveniente del suroeste.

Los resultados por estaciones indican que en las estaciones cálidas (verano y primavera) la altura de ola predominante se encuentra en el orden de 0.2 metros, mientras que en las estaciones frías la altura de ola se encuentra en el orden de 0.5 metros por lo que se observa que en las estaciones frías se generan mayores alturas de ola, sin embargo debido a la protección con que cuenta la zona donde se encuentra ubicada el área en estudio estos rangos son bajos producto de los efectos de la difracción.



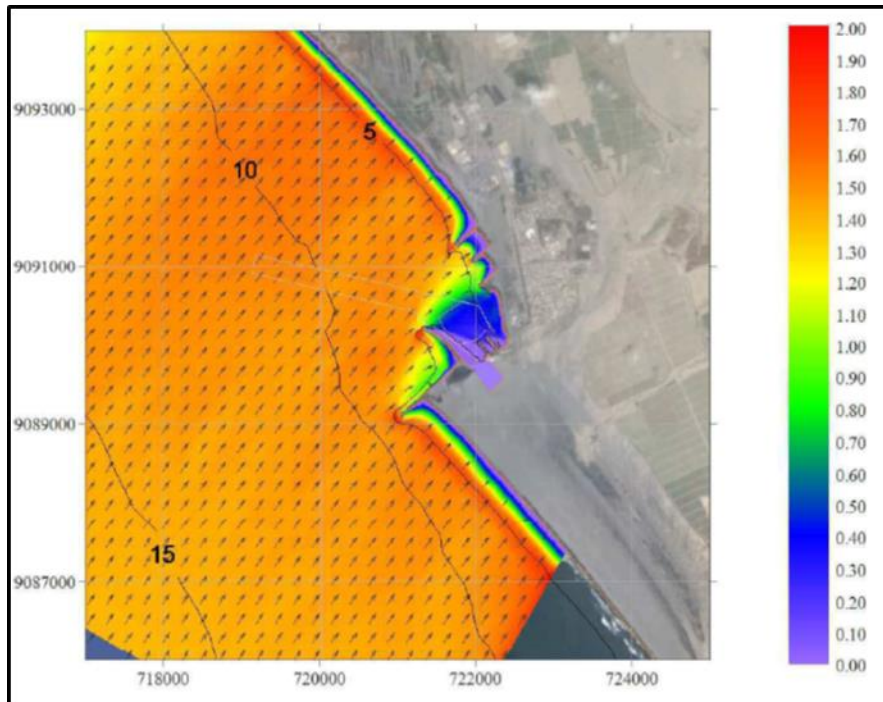


Figura N°26: Altura de olas área del proyecto Oleaje dirección S, Periodo 12.5 seg.

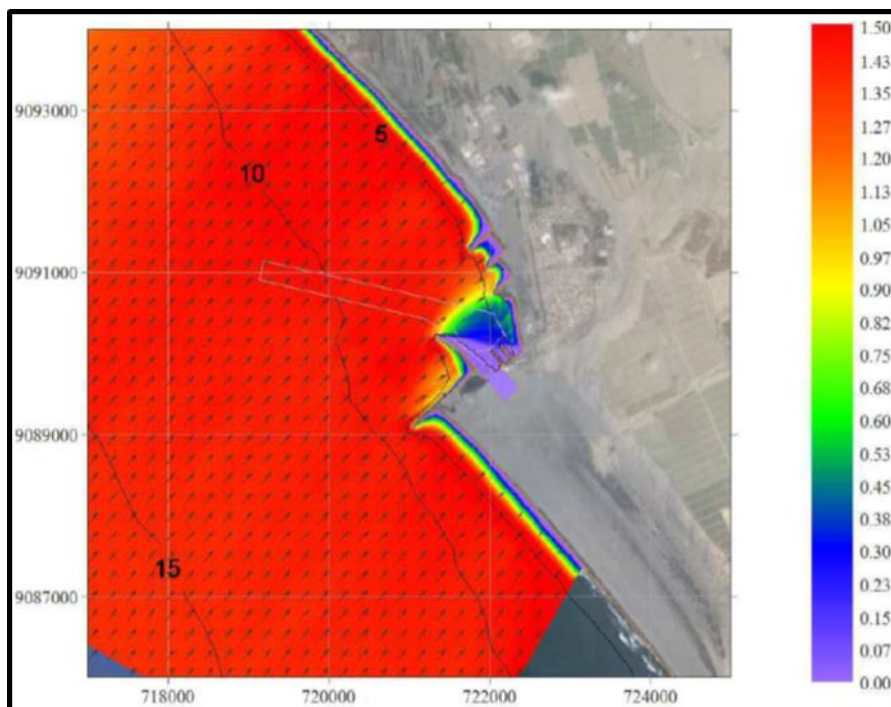


Figura N°27: Altura de olas área del proyecto Oleaje dirección SSW, Periodo 12.5 seg.

En el cuadro N°23 se puede apreciar la altura de ola que se presenta en el canal de ingreso la cual varía desde 1 metro hasta 1.4 metros de altura y va disminuyendo conforme el canal entra bajo la protección del rompeolas, encontrándose el tamaño de ola en el área de maniobras y entre 0.6 metros a 0.4 metros y en el área del amarradero de 0.2 a 0.5 metros.



Propagación de olas desde aguas profundas hasta la zona del puerto en  
base al modelo WAVE WATCH III Periodo Feb 2005-Feb 2012

| Caso | Aguas profundas       |               |          |              | Aguas intermedias<br>Punto P01 |        | Aguas poco profundas<br>Punto P02 |        | Zona del proyecto<br>Punto P03 |        |               |
|------|-----------------------|---------------|----------|--------------|--------------------------------|--------|-----------------------------------|--------|--------------------------------|--------|---------------|
|      | Periodo<br>(segundos) | Dirección (°) | Hs (m)   | % Ocurrencia | Días/año                       | Hs (m) | Dirección (°)                     | Hs (m) | Dirección (°)                  | Hs (m) | Dirección (°) |
| 01   | 14                    | 225           | Suroeste | 20.62        | 75.25                          | 2.3    | 229.8                             | 2.4    | 230.8                          | 0.4    | 305.4         |
| 02   | 12                    | 225           | Suroeste | 15.79        | 57.62                          | 1.5    | 231.1                             | 1.6    | 231.6                          | 0.2    | 310.7         |
| 03   | 14                    | 225           | Suroeste | 13.88        | 50.66                          | 1.4    | 230                               | 1.4    | 230.9                          | 0.2    | 304.8         |
| 04   | 16                    | 225           | Suroeste | 6.33         | 25.31                          | 2      | 229.7                             | 2      | 231                            | 0.3    | 305.7         |
| 05   | 12                    | 225           | Suroeste | 5.16         | 18.84                          | 2.4    | 231.3                             | 2.4    | 231.7                          | 0.3    | 306.4         |
| 06   | 16                    | 225           | Suroeste | 2.57         | 9.39                           | 1.2    | 229.8                             | 1.2    | 231.1                          | 0.2    | 311.3         |
| 07   | 14                    | 225           | Suroeste | 2.01         | 7.33                           | 3.2    | 229.7                             | 3.2    | 230.7                          | 0.4    | 305.9         |
| 08   | 18                    | 225           | Suroeste | 1.91         | 6.96                           | 2.1    | 231.6                             | 2.3    | 231.6                          | 0.4    | 307.4         |
| 09   | 10                    | 225           | Suroeste | 1.89         | 6.89                           | 1.4    | 306.9                             | 1.3    | 289.7                          | 0.6    | 302.7         |
| 10   | 16                    | 225           | Suroeste | 1.44         | 5.24                           | 2.8    | 229.8                             | 2.8    | 230.9                          | 0.4    | 303.7         |
| 11   | 14                    | 270           | Oeste    | 0.99         | 3.6                            | 1.2    | 259.2                             | 1.5    | 252.9                          | 0.4    | 307.5         |
| 12   | 16                    | 315           | Noroeste | 0.87         | 3.16                           | 0.9    | 277.3                             | 1      | 266.1                          | 0.3    | 309.8         |
| 13   | 18                    | 225           | Suroeste | 0.67         | 2.44                           | 1.3    | 231.9                             | 1.5    | 231.9                          | 0.3    | 308.7         |
| 14   | 18                    | 315           | Noroeste | 0.42         | 1.53                           | 0.9    | 274.1                             | 1      | 264                            | 0.3    | 290.2         |
| 15   | 20                    | 225           | Suroeste | 0.36         | 1.32                           | 1.9    | 232.9                             | 2.1    | 231.8                          | 0.4    | 306.5         |
| 16   | 18                    | 225           | Suroeste | 0.34         | 1.23                           | 2.8    | 231.2                             | 2.8    | 231.3                          | 0.4    | 305.4         |
| 17   | 16                    | 270           | Oeste    | 0.33         | 1.2                            | 1.4    | 257.2                             | 1.7    | 251.1                          | 0.4    | 304.4         |
| 18   | 14                    | 315           | Noroeste | 0.3          | 1.09                           | 1.1    | 280.6                             | 1.2    | 270.3                          | 0.3    | 306.9         |
| 19   | 20                    | 225           | Noroeste | 0.17         | 0.62                           | 0.9    | 271.8                             | 1      | 263                            | 0.3    | 310.2         |
| 20   | 16                    | 225           | Suroeste | 0.17         | 0.62                           | 3.6    | 230.1                             | 3.5    | 230.8                          | 0.5    | 302.4         |
| 21   | 16                    | 315           | Oeste    | 0.14         | 0.51                           | 2.3    | 257                               | 2.8    | 251.4                          | 0.5    | 305.6         |
| 22   | 20                    | 225           | Suroeste | 0.13         | 0.47                           | 1.2    | 233                               | 1.3    | 232.1                          | 0.3    | 306.5         |
| 23   | 12                    | 270           | Oeste    | 0.13         | 0.46                           | 1.2    | 261.5                             | 1.4    | 255.4                          | 0.3    | 307.4         |
| 24   | 12                    | 225           | Suroeste | 0.13         | 0.46                           | 3.1    | 231.6                             | 3.2    | 231.8                          | 0.4    | 306.5         |
| 25   | 10                    | 225           | Suroeste | 0.12         | 0.42                           | 2.5    | 232.3                             | 2.6    | 232.2                          | 0.4    | 292.1         |
| 26   | 16                    | 315           | Noroeste | 0.09         | 0.32                           | 1.6    | 277.7                             | 1.7    | 267                            | 0.5    | 309.8         |
| 27   | 18                    | 315           | Noroeste | 0.08         | 0.3                            | 1.5    | 274.5                             | 1.6    | 264.6                          | 0.4    | 301.3         |
| 28   | 14                    | 270           | Oeste    | 0.08         | 0.3                            | 2.1    | 259                               | 2.6    | 252.8                          | 0.5    | 305.3         |


  
 JUN 2012  
 PUNTO P03  
 DIRECCIÓN DE  
 4281023



| Caso | Aguas profundas    |               |          |              | Aguas intermedias |        |               |          | Aguas poco profundas |        |               |        | Zona del proyecto |          |               |        |
|------|--------------------|---------------|----------|--------------|-------------------|--------|---------------|----------|----------------------|--------|---------------|--------|-------------------|----------|---------------|--------|
|      | Periodo (segundos) | Dirección (°) | Hs (m)   | % Ocurrencia | Días/año          | Hs (m) | Dirección (°) | Hs (m)   | Dirección (°)        | Hs (m) | Dirección (°) | Hs (m) | Dirección (°)     | Hs (m)   | Dirección (°) | Hs (m) |
| 29   | 18                 | 270           | Oeste    | 0.05         | 0.19              | 1.7    | 255.7         | Oeste    | 2.1                  | 250.4  | Oeste         | 0.5    | 295.5             | Noroeste |               |        |
| 30   | 22                 | 225           | Suroeste | 0.04         | 0.14              | 1.6    | 234.2         | Suroeste | 1.7                  | 232.5  | Suroeste      | 0.3    | 286.5             | Oeste    |               |        |
| 31   | 20                 | 225           | Suroeste | 0.04         | 0.14              | 2.4    | 232.9         | Suroeste | 2.5                  | 231.7  | Suroeste      | 0.4    | 301.6             | Noroeste |               |        |
| 32   | 18                 | 225           | Suroeste | 0.04         | 0.14              | 3.4    | 231           | Suroeste | 3.4                  | 231    | Suroeste      | 0.5    | 306.6             | Noroeste |               |        |
| 33   | 14                 | 270           | Oeste    | 0.04         | 0.14              | 0.4    | 259.5         | Oeste    | 0.5                  | 253.2  | Oeste         | 0.1    | 302.3             | Noroeste |               |        |
| 34   | 22                 | 225           | Suroeste | 0.02         | 0.07              | 1.2    | 234           | Suroeste | 1.3                  | 232.5  | Suroeste      | 0.2    | 290.8             | Oeste    |               |        |
| 35   | 14                 | 225           | Suroeste | 0.02         | 0.07              | 4.1    | 229.6         | Suroeste | 4.1                  | 230.5  | Suroeste      | 0.5    | 303.7             | Noroeste |               |        |
| 36   | 10                 | 225           | Suroeste | 0.01         | 0.07              | 2.1    | 235.7         | Suroeste | 2.1                  | 234.8  | Suroeste      | 0.4    | 295.3             | Noroeste |               |        |
| 37   | 24                 | 225           | Suroeste | 0.01         | 0.04              | 0.9    | 232.7         | Suroeste | 1.1                  | 232.3  | Suroeste      | 0.2    | 278.7             | Oeste    |               |        |
| 38   | 22                 | 315           | Noroeste | 0.01         | 0.04              | 1      | 269.8         | Oeste    | 1                    | 261.2  | Oeste         | 0.3    | 311.2             | Noroeste |               |        |
| 39   | 18                 | 270           | Oeste    | 0.01         | 0.05              | 2.7    | 255.1         | Oeste    | 3.1                  | 250.3  | Oeste         | 0.7    | 297               | Noroeste |               |        |
| 40   | 14                 | 315           | Noroeste | 0.01         | 0.04              | 1.7    | 280.7         | Oeste    | 1.9                  | 270.8  | Oeste         | 0.5    | 307.7             | Noroeste |               |        |
| 41   | 14                 | 225           | Suroeste | 0.01         | 0.05              | 0.5    | 230.3         | Suroeste | 0.6                  | 231    | Suroeste      | 0.1    | 320               | Noroeste |               |        |
| 42   | 12                 | 270           | Oeste    | 0.01         | 0.05              | 0.4    | 261.4         | Oeste    | 0.5                  | 255.4  | Oeste         | 0.1    | 328.1             | Noroeste |               |        |
| 43   | 10                 | 225           | Suroeste | 0.01         | 0.05              | 0.5    | 306.8         | Noroeste | 0.6                  | 289.1  | Oeste         | 0.3    | 298.9             | Noroeste |               |        |
| 44   | 14                 | 315           | Noroeste | 0            | 0.02              | 0.4    | 280.5         | Oeste    | 0.4                  | 269.5  | Oeste         | 0.1    | 311.9             | Noroeste |               |        |
| 45   | 12                 | 315           | Noroeste | 0            | 0.02              | 1.2    | 287.5         | Oeste    | 1.2                  | 275.4  | Oeste         | 0.3    | 317.8             | Noroeste |               |        |

Figura N°28: Altura de olas área aguas profundas hasta área del proyecto.

  
 JUN 2018  
 ROLANDO MONTAÑA  
 INGENIERO CIVIL  
 42880235



En los cuadros presentados en las páginas anteriores también se puede observar la variación del tamaño de la ola desde el punto en aguas profundas hasta la zona de las instalaciones del terminal.

De todo lo observado obtenemos las siguientes conclusiones:

- a) **En aguas someras el valor medio de la altura de ola es 1.5 metros en promedio como se puede ver en las figuras N°23 y n°24. El valor medio del periodo de pico es de 12S, sin observarse una estacionalidad.**
- b) **En el área de maniobras la altura de ola en condiciones calma es de hasta 0.2 metros, en condiciones normales varía de 0.2 a 0.9 metros y en condiciones extremas se presentan alturas de ola superiores a 0.9 metros.**
- c) **La altura de ola en los amarraderos varía entre 0.2 metros hasta 0.9 metros.**
- d) **El régimen medio direccional se limita a las direcciones SSW y SW, siendo el 97% de los estados de mar del SW. El valor de la altura de ola es similar para los dos sectores, siendo el periodo de pico de 12.5 S para la dirección SW y 9.5 S para la dirección SSW.**
- e) **La altura de ola con un periodo de retorno de 100 años desciende a 2.5 m para el sector SW y 2.2 m para el sector SSW fuera del puerto.**
- f) **Condición extrema:  $H_s=2.2$  m, periodo  $T=17$ s, fuera del puerto.**
- g) **La altura de ola máxima en las afueras del puerto es de 3.5 metros con proveniencia desde el SO**
- h) **La altura de ola máxima que llega al sector del canal de ingreso es 1.4 metros con proveniencia del oeste.**
- i) **La altura de ola máxima límite para permanencia en el muelle que llega al sector de amarre es de 0.9 metros.**



### 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

Las mareas en Salaverry son preponderantemente semidiurnas (dos pleamares y dos bajamares en 24 horas). La magnitud media del pleamar es de 0.79 m mientras que la amplitud promedio de sicigias ordinarias es de 0.68 m.

52

**SALAVERRY**

Latitud: 08° 13' 40.6" S                      Longitud: 78° 58' 54.6" W

Régimen de mareas: Mixta preponderantemente Semidiurna

| Alturas en metros referidas al Nivel Medio de Bajamares de Sicigias Ordinarias (NMBSO) correspondientes a la predicción 2019 |        |         |        | Amplitud (m) |         |
|--|--------|---------|--------|--------------|---------|
| Pleamar  |        | Bajamar |        | Media        | Sicigia |
| Media  | Máxima | Media   | Mínima |              |         |
| 0.97   | 1.34   | 0.21    | - 0.07 | 0.87         | 1.44    |

**Fig. 29. Magnitud de mareas.**

Los datos obtenidos de las mareas que se han utilizado en el presente estudio han sido sacados de la Tabla de Mareas 2019 emitida por la Dirección de Hidrografía y Navegación

El valor de pleamares máximas en Salaverry es de 1.34 m, mientras que las bajamares mínimas son de -0.07 m, siendo la amplitud media de marea de 0.87 m y la amplitud de marea de sicigias de 1.44 metros.

### Marejadas:

Es usual que durante la temporada de invierno se presenten oleajes anómalos en el área del terminal de Salaverry, con olas que pasan los 2 metros en el área de maniobra, estos oleajes ocasionan que la autoridad marítima cierre el puerto a las operaciones del terminal, debiendo las naves



programadas para el ingreso al terminal esperar en los fondeaderos asignados que la situación anómala se detenga para ingresar al puerto, así mismo las naves que se encuentran en puerto deben reforzar amarras o en caso sea necesario salir de muelle a fondeadero para esperar que se reestablezcan las operaciones.

| SALAVERRY MUELLES |                 |                 |
|-------------------|-----------------|-----------------|
| FECHA CIERRE      | FECHA APERTURA  | DURACION CIERRE |
| 2/11/2018 10:00   | 2/13/2018 12:00 | 2.08            |
| 3/5/2018 8:30     | 3/8/2018 8:00   | 2.98            |
| 3/15/2018 11:00   | 3/21/2018 12:30 | 6.06            |
| 3/27/2018 10:00   | 3/28/2018 13:00 | 1.13            |
| 3/31/2018 20:00   | 4/5/2018 8:00   | 4.50            |
| 4/8/2018 8:00     | 4/10/2018 8:00  | 2.00            |
| 4/18/2018 8:00    | 4/20/2018 12:00 | 2.17            |
| 4/22/2018 8:30    | 4/27/2018 8:30  | 5.00            |
| 5/16/2018 12:30   | 5/24/2018 7:00  | 7.77            |
| 5/28/2018 8:30    | 6/2/2018 7:30   | 4.96            |
| 6/8/2018 8:00     | 6/17/2018 8:00  | 9.00            |
| 6/21/2018 10:00   | 6/27/2018 8:00  | 5.92            |
| 6/29/2018 13:00   | 7/5/2018 8:30   | 5.81            |
| 7/6/2018 23:00    | 7/10/2018 14:00 | 3.63            |
| 7/21/2018 18:00   | 7/26/2018 10:00 | 4.67            |
| 8/2/2018 10:00    | 8/6/2018 16:00  | 4.25            |
| 8/11/2018 0:30    | 8/17/2018 8:30  | 6.33            |
| 9/6/2018 13:00    | 9/9/2018 9:00   | 2.83            |
| 9/11/2018 8:30    | 9/18/2018 8:30  | 7.00            |

**Cuadro N°11: Estadística de cierre de puertos del año 2018.**

(4) **Batimetría:**

De la información de batimetría se puede observar que los veriles batimétricos tienden a ser paralelos al perfil costero, Así mismo, la distancia de costa el veril de 10 metros es aproximadamente 1200 m en el área del estudio, por lo que la pendiente aproximada es de 0.01.

La profundidad y el calado operacional en el área del terminal se encuentra de acuerdo con el siguiente cuadro:

| PROFUNDIDADES EN LOS AMARRADEROS TERMINAL SALAVERRY |                    |                            |
|---|--------------------|----------------------------|
|   | CALADO OPERACIONAL | PROFUNDIDAD DEL FONDEADERO |
| AMARRADERO 1A                                       | 10.5               | 12                         |
| AMARRADERO 2A                                       | 10.5               | 12                         |
| AMARRADERO 1B                                       | 10.5               | 12                         |
| AMARRADERO 2B                                       | 10.5               | 12                         |

**Cuadro N°12: Profundidad y calado operacional en los amarraderos.**

Los planos batimétricos se encuentran en los anexos del presente estudio.

DIRECTOR GENERAL  
 INSTITUTO VENEZOLANO  
 DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS  
 Y TECNOLÓGICAS

(5) Naturaleza del Fondo Marino:

En el Estudio se efectuó una evaluación del tipo de fondo marino existente en el área del terminal de Salaverry obteniéndose los siguientes resultados de las muestras analizadas.

| TIPO DE PARTÍCULA | CODIGO DE MUESTRA        |                 |       |
|-------------------|--------------------------|-----------------|-------|
|                   | INTERVALO DE TAMAÑO (mm) | ZONA DE DRAGADO |       |
|                   |                          | G-01            | G-02  |
| Gujarro           | 64-4                     | 0.00            | 0.00  |
| Grava             | 4-2                      | 0.00            | 0.00  |
| Arena muy gruesa  | 2-1                      | 0.24            | 0.04  |
| Arena gruesa      | 1-0.5                    | 1.88            | 0.04  |
| Arena media       | 0.5-0.25                 | 4.52            | 0.24  |
| Arena fina        | 0.25-0.125               | 22.05           | 59.84 |
| Arena muy fina    | 0.125-0.0625             | 11.16           | 28.70 |
| Limo grueso       | 0.0625-0.031             | 0.54            | 0.52  |
| Limo mediano      | 0.031-0.0156             | 8.78            | 1.90  |
| Limo fino         | 0.0156-0.0078            | 18.25           | 3.02  |
| Limo muy fino     | 0.0078-0.0039            | 14.78           | 2.24  |
| Arcilla gruesa    | 0.0039-0.002             | 5.24            | 1.00  |
| Arcilla mediana   | 0.002-0.00098            | 4.06            | 0.34  |
| Arcilla fina      | 0.00098-0.00049          | 5.86            | 1.28  |
| Arcilla muy fina  | <0.00049                 | 2.84            | 0.84  |

**Cuadro N°13: Cuadro Naturaleza del Fondo Marino en el área del Terminal**

De acuerdo con la evaluación realizada al fondo marino en el área del terminal se ha determinado que el fondo es de arena fina en mayor cantidad, seguida en cantidad de limo fino.

(6) Visibilidad:

La visibilidad es bastante buena en toda época del año. Eventualmente en los veranos se presenta neblina que obliga a cerrar el puerto por horas tanto de día como de noche. No obstante, esta anomalía se presenta de 3 a 10 veces al año, sin constituir una limitación. En horarios nocturnos, la visibilidad y balizaje no son ninguna limitación para las maniobras.



## **1.5 DESCRIPCIÓN DE LAS CONDICIONES DE CALMA, CONDICIONES NORMALES Y CONDICIONES EXTREMAS.**

De la información recabada de los estudios océano meteorológicos realizados en el área del Terminal se ha determinado las siguientes condiciones como las de calma, normal y extrema para efectos de la maniobra de naves en el terminal.

### **CONDICIÓN DE CALMA**

En general son las condiciones de buen tiempo de la zona con vientos de hasta 3 nudos, equivalente a fuerza 1 a 2 de la Escala de Beaufort denominado Flojito (Brisa muy débil). Sin olas o hasta los 0.20 metros de altura, denominado Mar Calma o Llana según la Escala de Douglas y corriente de hasta 0.1 nudos.

### **CONDICIONES NORMALES**

Son las condiciones que se presentan entre las condiciones de calma y el nivel máximo permitido para efectuar maniobras de atraque y desatraque en el Terminal Marítimo, correspondiente para el caso del viento hasta 17 nudos, fuerza 4 de la Escala de Beaufort denominada Bonancible (Brisa moderada), mientras que el estado de la mar corresponde a olas medianas y alargadas, muy abundantes de hasta 0.9 metros de altura en el área de los muelles. La corriente podría aumentar velocidad hasta 0.35 nudos.

### **CONDICIONES EXTREMAS**

Las áreas de navegación tienen que paralizar o limitar su operatividad mientras subsistan acciones climáticas superiores a los límites de explotación. Esta condición está asociada a las más severas condiciones climáticas para las cuales estarán diseñadas las estructuras de sus contornos.

En general son las condiciones de mal tiempo que afectan a la zona, determinándose una fuerza máxima del viento superior a 17 nudos y altura de la ola superior a los 0.9 metros. La fuerza de la corriente es superior a 0.35 nudos en el área del amarradero.

## **RANGO DE VIENTOS, CORRIENTES Y OLEAJES EN LA ZONA DE OPERACIONES**

De lo anteriormente expuesto, se determinó las siguientes características meteorológicas y oceanográficas existentes para las condiciones normal y extrema dentro del área de operaciones del proyecto.



| <b>CONDICIONES DE CALMA, NORMAL Y EXTREMAS EN EL PUERTO DE SALAVERRY</b> |                |               |                   |
|--|----------------|---------------|-------------------|
| <b>ESTADOS</b>   | <b>VIENTOS</b> | <b>OLAS</b>   | <b>CORRIENTES</b> |
| <b>CALMA</b>   | 0 - 3 N        | 0- 0.2 M      | HASTA 0.1 N       |
| <b>NORMAL</b>  | 3 - 17 N       | 0.2 - 0.9 M   | DE 0.1 A 0.35 N   |
| <b>EXTREMA</b>   | MAYOR A 17 N   | MAYOR A 0.9 M | MAYOR A 0.35 N    |

**Cuadro N°14 Condiciones de Calma, Normal y Extremas.**

Para el caso de los vientos las direcciones de proveniencia son del Sur y del sureste, para el caso de las olas en la mayoría de los casos provienen del suroeste.



## CAPITULO II

### DESCRIPCION DE LA MANIOBRA

#### 2.1 ELEMENTOS DE AMARRE Y DEFENSA

Para determinar la disposición de amarres de las naves que ingresan a los muelles del terminal portuario multipropósito de Salaverry, es necesario tomar en consideración los diversos factores que afectan el amarre de la nave al terminal como son, el viento, las olas, la corriente, y la marea la cual afecta las variaciones de calado de la nave.

Por parte del amarradero y la nave los elementos de amarre y defensa más importantes son:

- Líneas de amarre de la nave al muelle.
- Bitas y bolardos en el muelle
- Defensas del muelle.
- Bitas o bolardos de la nave, winches, grúas, cabrestantes y caballetes.

#### a. Descripción de las características de los elementos empleados en el diagrama de amarre, de acuerdo con Plan de Arreglo General de la Nave.

#### EQUIPOS Y DISPOSITIVOS DE AMARRE EN LA CUBIERTA DE BUQUES CARGUEROS.

Las Sociedades Clasificadoras (SC) de buques indican, en diferentes capítulos de sus reglamentos, recomendaciones y requerimientos para la selección del equipo de amarre del barco en lo referente a la cuantificación para cada tipo de buque, al análisis de los materiales empleados y a las pruebas que sufrirán los distintos elementos del equipamiento de amarre.

Las normas internacionales establecidas y descritas en los lineamientos para el equipamiento de amarre, determinan que los buques graneleros, cargueros o porta contenedores deben estar dotados del equipamiento y maquinaria de maniobra en cubierta suficiente para operar simultáneamente con diez (10) líneas de amarre, de manera de poder efectuar con rapidez y eficiencia las maniobras de amarre del buque.



A continuación, se indican los componentes de maniobra mínimos exigibles a los buques que ingresan al terminal:

#### Castillo de proa

Dos cabrestantes con winche dotados de tambor para cabos.

Dos retenidas para las cadenas de ambas anclas.

Un winche con cabezal doble para maniobra con espías

Seis bitas, (tres en cada banda)

Una guía de cabos en proa centro

Cuatro guías de cabos en cada banda del castillo de proa

Las guías de cabos deben ser sólidas y estar ancladas a la estructura de cubierta del buque y deberán estar dotadas de rolas dispuestas en modo perpendicular al sentido en que trabajan los cabos, a fin de evitar el rozamiento de estos con las gateras de salida de cabos, situación que produce un rápido desgaste del cabo durante la permanencia del buque en el terminal.

#### Cubierta principal sector proa

Un winche con cabezal doble para maniobra con espías en cada banda

Una guía de cabos en cubierta, dos guías de cabos en la banda de borda y una bita en cada banda.

#### Cubierta principal sector popa

Un winche con cabezal doble para maniobra con espías en cada banda

Una guía de cabos en cubierta, dos guías de cabos en la borda y una bita en cada banda.

#### Castillo de popa

Tres winches con cabezal doble para maniobra con espías

Seis bitas

Cuatro guías de cabos en cada banda

Cuatro guías de cabos en la cubierta del castillo de popa.





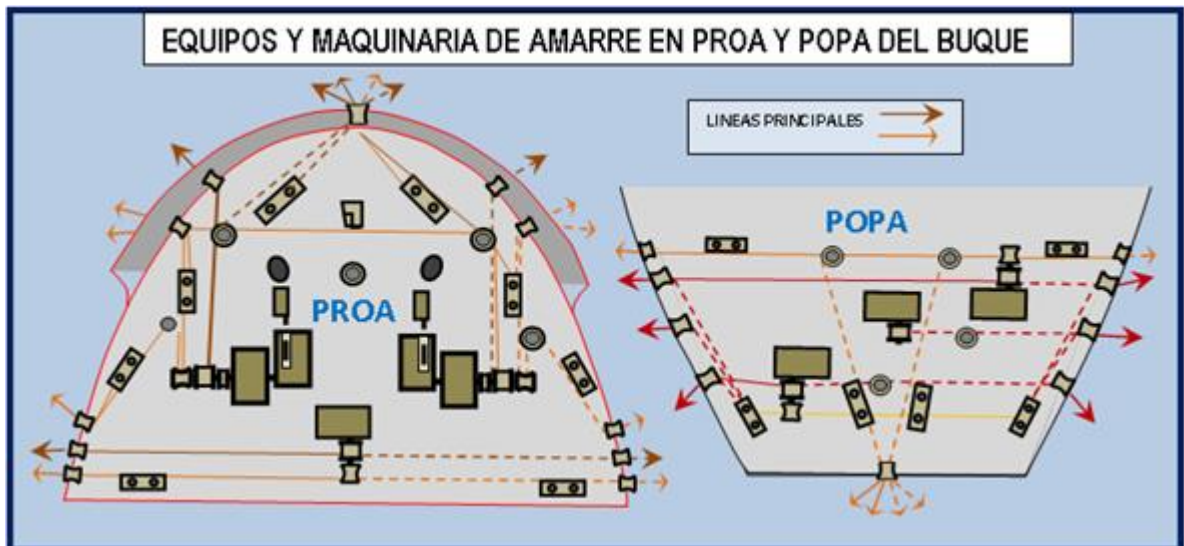


Figura 30: Equipos y Maquinarias de Amarre en las naves.

### Espías de Amarre:

Las espías de amarre tienen la función básica de mantener al buque sujeto al amarradero, en la posición asignada para las operaciones de carga/descarga, dentro del alcance de las grúas de darse el caso.

Las características de las espías de amarre corresponden al material del que están fabricadas y a su diámetro, siendo dicho material principalmente fibras sintéticas y cables de acero, descartando las fibras naturales que ya no se utilizan.

### Fibras Sintéticas:

Ocupan el primer lugar en el grado de utilización para amarras de buques, y su diámetro para un mismo esfuerzo depende del material del que están constituidas, teniendo la ventaja con respecto a los cables de acero, de contar con un menor peso, mayor facilidad de maniobra, y alta resistencia a los agentes químicos, no se ven afectadas por la agresiva corrosión del medio, sin embargo tienen una menor resistencia a la abrasión, y se ven afectadas por la influencia de la radiación solar, teniendo una vida útil que depende del uso que se les dé y a la menor exposición a la radiación solar.

Los cabos de polipropileno son más livianos, flotan en el agua y sus filamentos se deterioran a moderadas temperaturas. Por lo que pueden sellarse las puntas, pero se deterioran mucho cuando se exponen a la radiación solar.



Los cabos de nylon son más elásticos y resistentes que otras fibras comúnmente usadas, no flotan en el agua, y sus filamentos se deterioran a moderadas temperaturas, por lo que pueden sellarse las puntas, y también se deterioran, pero en menor grado cuando se exponen a la radiación solar. Cabos de poliéster, conocidos como Trevira, son de menor resistencia que el nylon y más pesados que este, ligeramente más costosos que los de polipropileno también flotan en el agua, pero son menos elásticos que los otros dos.

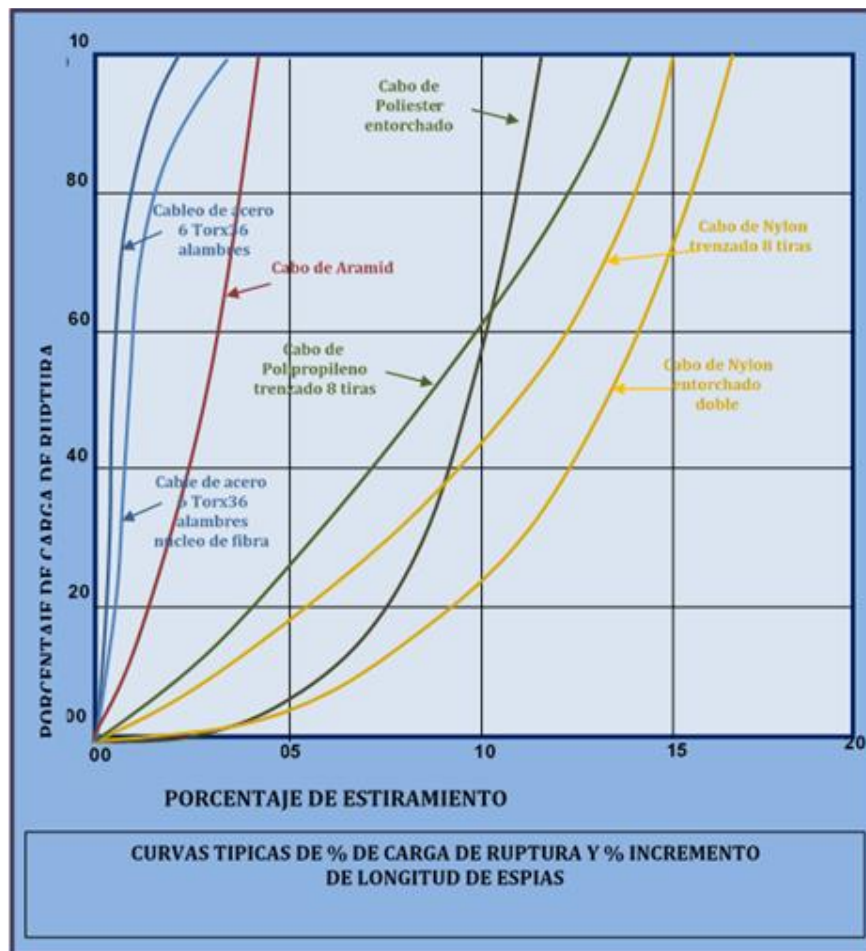


Figura 31: Curvas típicas de ruptura e incremento de longitud de espías

### Curvas de Esfuerzo/ Estiramiento de espías de amarre:

La elasticidad, que es el alargamiento unitario que experimenta una espía, el mismo que es proporcional a la fuerza aplicada sobre la espía mientras no sobrepase el límite de ruptura, está establecida para fines de cálculo por la Ley de Hooke, en la página anterior, se muestran las curvas de elasticidad para diferentes tipos de espías de cabos de amarre.



En la figura que antecede, se muestran las curvas que grafican el comportamiento de espías de diferentes tipos de material, relacionando el estiramiento elástico de la espía con el porcentaje de carga de ruptura que lo produce, las cuales han sido utilizadas para aproximar el grado de esfuerzo en el cual la espía pasa de la deformación elástica a la deformación plástica.

#### Cables de Acero:

Los cables son utilizados para determinadas configuraciones de gran esfuerzo, y se utilizan especialmente en equipos que trabajan a tensión constante, tienen la ventaja de un costo relativamente bajo, una larga vida útil si se les da un buen mantenimiento, o se alargan con los esfuerzos, tienen una excelente resistencia a la abrasión, no absorben agua, y son resistentes parcialmente a los productos químicos, sin embargo, tienen las desventajas de que son pesados y no flotan.

Las espías de acero utilizadas por buques mercantes están dotadas de colas de nylon, sin embargo, al ser entregadas y al ser recogidas se produce rozamiento con la borda de la cubierta del buque lo que genera micro chispas, por lo que el uso de cables de acero como espías de amarre no es recomendable en terminales que operan con productos altamente inflamables.

Los buques que arriban al Terminal deben contar con la cantidad de cabos de amarre necesaria para completar el dispositivo de amarre y reforzarlo en caso de presentarse condiciones adversas, el tipo de espía mínimo permitido es polyester trenzado o nylon de 8 tiras o similar cabo sintético, con diámetro proporcional al desplazamiento del buque que opera en terminal.

#### **b. Descripción de las características técnicas de las bitas de amarre del Terminal.**

Ambos muelles cuentan con bitas y bolardos de amarre dispuestos en cada uno de los dos amarraderos con que cuenta cada muelle.

Las bitas y bolardos tienen capacidad de resistencia de 100 y 150 toneladas y se encuentran distribuidos en toda la longitud de los



amarraderos de manera de proporcional como puntos de amarre seguros para las naves que atracan en los muelles.

El muelle N°1 (amarraderos A y B) cuentan con (46) bolardos de 100 y 150 toneladas:

- Veinticuatro (24) bolardos de 100 toneladas
- Veintiséis (22) bolardos de 150 toneladas

En el cabezo están incluidos: seis (06) de estos bolardos: DOS (02) P de 150 toneladas y CUATRO (04) de 100 toneladas.

| MUELLE N°1, AMARRADERO "A"                    |    |
|---|----|
| BOLARDOS DE 100 TONELADAS                     | 10 |
| BOLARDOS DE 100 TONELADAS (Cabezo)            | 04 |
| BOLARDOS DE 150 TONELADAS                     | 10 |
| BOLARDOS TIPO PILAR DE 150 TONELADAS (Cabezo) | 1  |

**Cuadro 15: Bolardos amarradero A Muelle 1**

| MUELLE N°1, AMARRADERO "B"                    |    |
|---|----|
| BOLARDOS DE 100 TONELADAS                     | 10 |
| BOLARDOS DE 150 TONELADAS                     | 10 |
| BOLARDOS TIPO PILAR DE 150 TONELADAS (Cabezo) | 1  |
|   |    |

**Cuadro 16: Bolardos amarradero B muelle 1**

En el muelle N°2, se cuenta con VENTISEIS (22) bolardos de 100 toneladas de capacidad, DOS (2) bolardos de 120 toneladas, CATORCE (14) bolardos de 150 toneladas y DOS (2) bolardos pilares de 150 toneladas cada uno.

Estos se encuentran distribuidos de la siguiente manera, ONCE (11) bolardos de 100 toneladas, UN (01) bolardo de 120 toneladas y SIETE (07) de 150 toneladas a lo largo de cada amarradero (A y B).

En el cabezo del muelle se cuenta con DOS (2) bolardos pilares de 150 toneladas y DOS (2) de 100 toneladas.

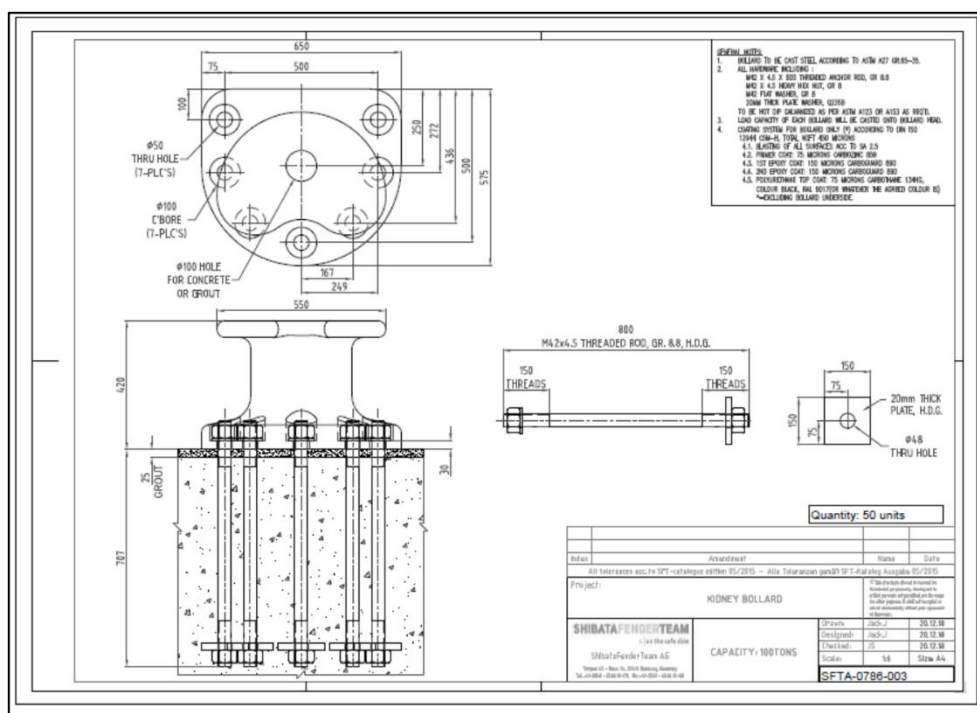






Fig.32: Bitas de 100 y 150 toneladas instaladas en los muelles de STI

En las siguientes figuras podemos apreciar las características de las bitas instaladas en el terminal:



Handwritten signature and date: 2000-10-10

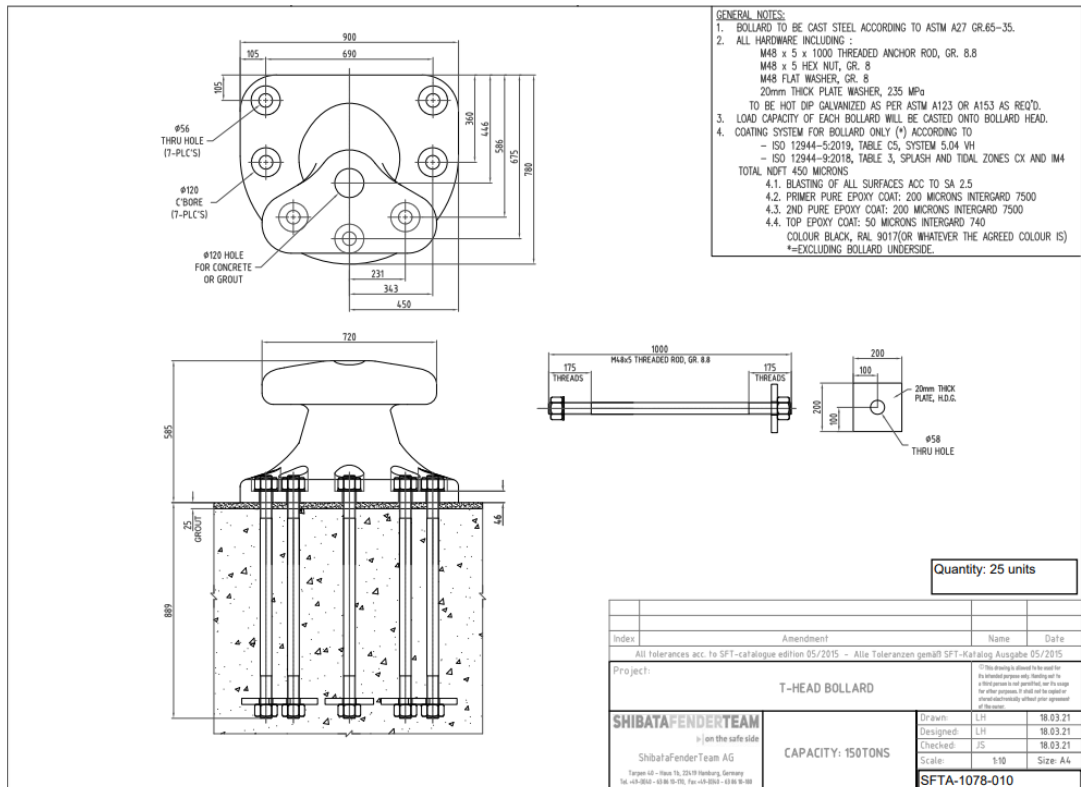


Fig.33: Características de las bitas de 100 y 150 toneladas.

JUN 2018 LHT  
 PROJECT MANAGER  
 42810235

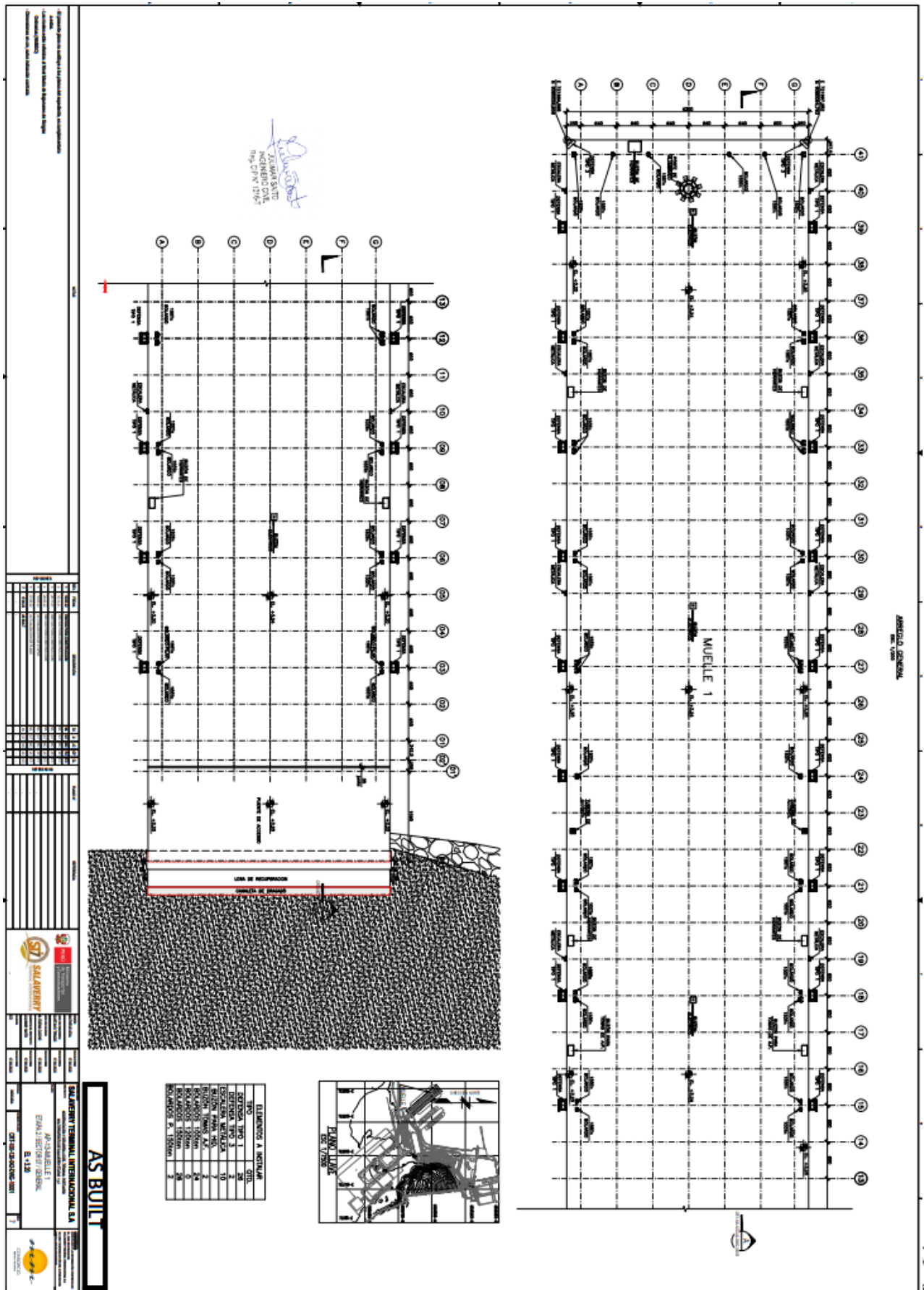


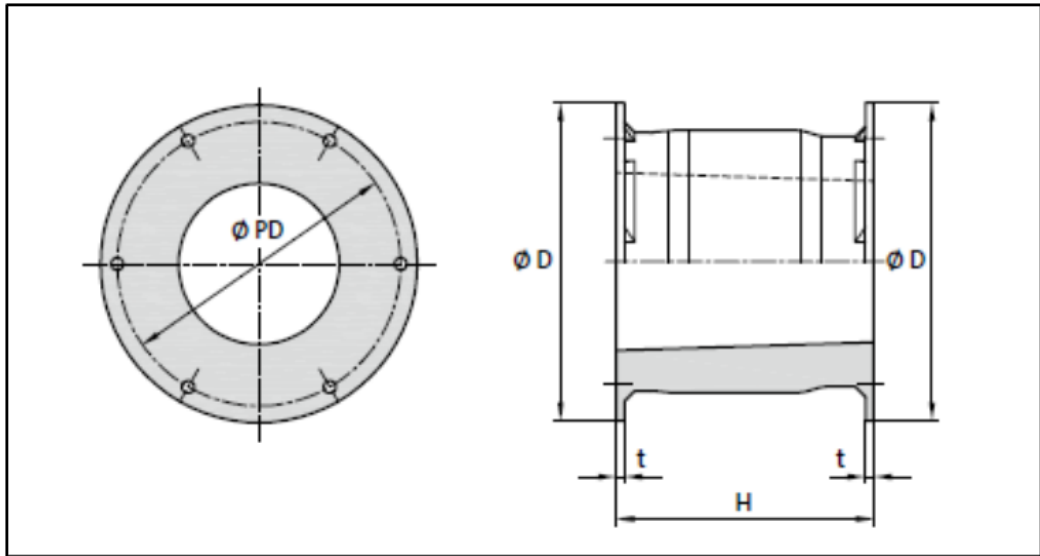
Fig.34: Situación de bolardos y defensas muelle N°1 amarradero A y B







Buena resistencia a las fuerzas de cizallamiento debido a contar con un mayor diámetro en las bridas.



| CSS - DIMENSIONES DE LA DEFENSA |           |             |           |              |                     |              |
|---------------------------------|-----------|-------------|-----------|--------------|---------------------|--------------|
| Defensa                         | H<br>[mm] | Ø D<br>[mm] | t<br>[mm] | Ø PD<br>[mm] | Anclaje /<br>Pernos | Peso<br>[kg] |
| CSS 1250                        | 1250      | 1600        | 40        | 1450         | 6 x M42             | 1550         |

Fig. 38: Dimensiones de las defensas.

| TABLA DE RENDIMIENTO DEFENSA CSS (DTR = Datos Tasa de Rendimiento de acuerdo a PIANC) |       |  |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |                   |
|---|-------|--|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------------------|
| Defensa<br>Tamaño   | E/R   | Grado Caucho /<br>Valor de Rendimiento |       | G 0.9 | G 1.0 | G 1.1 | G 1.2 | G 1.3 | G 1.4 | G 1.5 | G 1.6 | G 1.7 | G 1.8             |
| CSS 1250  | 0.55  | Energía<br>Reacción                    |       | 284   | 299   | 314   | 329   | 343   | 359   | 374   | 396   | 419   | 441               |
|   |       |  |       | 517   | 544   | 571   | 598   | 626   | 653   | 680   | 720   | 761   | 802               |
| G 1.9   | G 2.0 | G 2.1                                  | G 2.2 | G 2.3 | G 2.4 | G 2.5 | G 2.6 | G 2.7 | G 2.8 | G 2.9 | G 3.0 | G 3.1 | Defensa<br>Tamaño |
| 464   | 486   | 501                                    | 516   | 531   | 546   | 561   | 575   | 590   | 604   | 618   | 633   | 647   | CSS 1250          |
| 843   | 884   | 911                                    | 938   | 965   | 993   | 1020  | 1045  | 1071  | 1096  | 1122  | 1147  | 1173  |                   |

Fig. 39: Tabla de rendimiento de las defensas.

INGENIERO EN MECÁNICA  
 REGISTRO PROFESIONAL  
 42870335

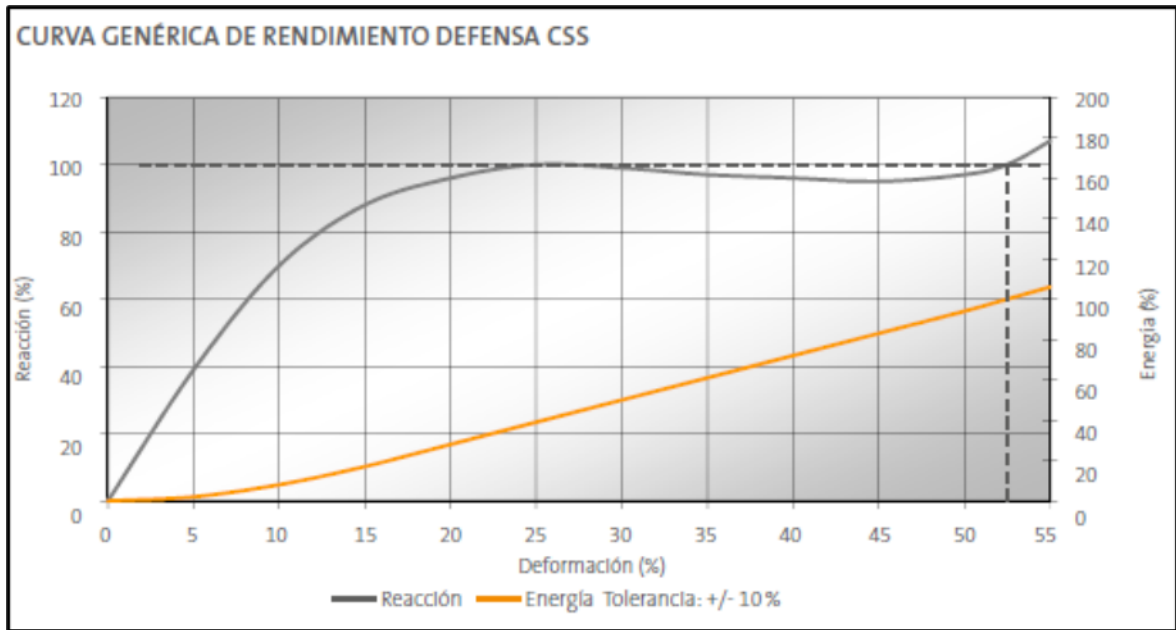


Fig. 40: Curva genérica de rendimiento de las defensas tipo CSS

| RENDIMIENTO GENÉRICO CURVATURA DEFENSA CSS           |   |    |    |    |    |     |    |    |    |    |    |      |     |
|--|---|----|----|----|----|-----|----|----|----|----|----|------|-----|
| Deformación en % de la altura original de la defensa | 0 | 5  | 10 | 15 | 20 | 25  | 30 | 35 | 40 | 45 | 50 | 52.5 | 55  |
| Absorción de energía en % del valor original         | 0 | 2  | 8  | 17 | 28 | 39  | 50 | 62 | 72 | 83 | 94 | 100  | 106 |
| Fuerza de reacción en % del valor original           | 0 | 39 | 70 | 88 | 96 | 100 | 99 | 97 | 96 | 95 | 97 | 100  | 107 |

| FACTOR DE VELOCIDAD              |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|----------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Tiempo de Compresión en segundos | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | ≥10   |
| Factor de Corrección             | 1.050 | 1.020 | 1.012 | 1.005 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 |

| FACTOR DE ÁNGULO                        |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Angulo de compresión en °               | 0   | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   | 8   | 9   | 10  | 15  | 20  |
| a 52.5% Deformación                     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| Factor de Corrección de Energía         | 100 | 98  | 97  | 95  | 94  | 92  | 91  | 90  | 88  | 80  | 65  |
| Fuerza de Reacción Factor de Corrección | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| a 55 % Deformación                      |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| Factor de Corrección de Energía         | 106 | 104 | 102 | 101 | 100 | 98  | 97  | 96  | 94  | 86  | 72  |
| Fuerza de Reacción Factor de Corrección | 106 | 106 | 106 | 106 | 106 | 106 | 106 | 106 | 106 | 106 | 106 |

Fig. 41: Rendimiento genérico de defensas tipo CSS

Adicionalmente una defensa tipo rodillo RF 130x50 en cada esquina del muelle.

JUN 2018  
 DIRECCIÓN GENERAL DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

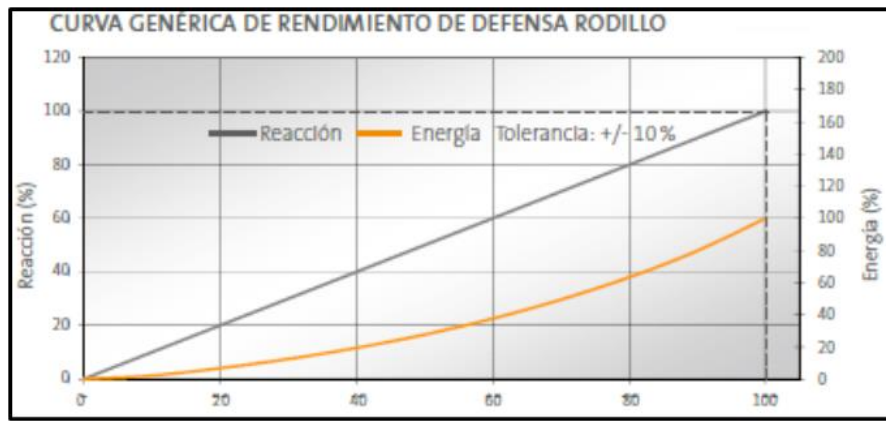


Fig. 42: Defensa tipo rodillo y rendimiento de esta.

### MUELLE N°2

En el muelle N°2, se cuenta con cuatro tipos de defensa, la primera de estas son las mismas defensas que se encuentran instaladas en el muelle N°1, del tipo celda, CSS 1250, en este muelle están instaladas VEINTIDOS (22) defensas de este tipo.



Fig. 43: Defensas CSS 1250

  
 JUN 2018  
 DIRECTOR GENERAL  
 COMANDO EN JEFE  
 FUERZA ARMADA  
 PERUANA

Adicionalmente se tienen CINCO (5) defensas tipo V-Fender 150 x L2000, instaladas en el cabezo del muelle. Estas defensas son muy resistentes y duraderas y requieren mínimo mantenimiento.

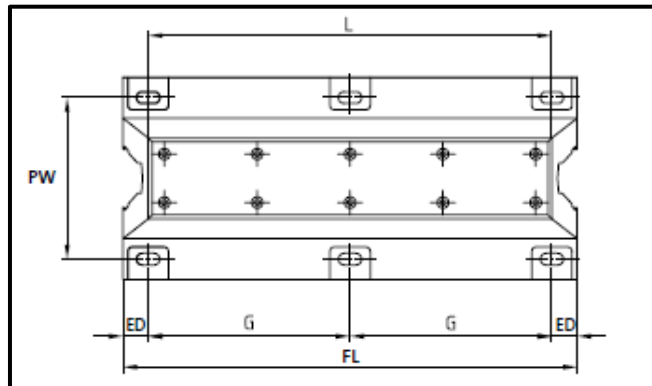


Fig. 44: Defensa tipo V, instalada en el cabezo del muelle.

DOS (02) defensas tipo rodillo en las esquinas del cabezo del muelle y DOS (02) defensas tipo 4 al inicio del muelle a ambas bandas del mismo.

### **SISTEMA DE AMARRE SHORE TENSION**

Salaverry Terminal Internacional con la finalidad de aumentar la seguridad y operatividad de las naves que amarran a los muelles del terminal, mediante la disminución de los movimientos generados por las condiciones oceano meteorológicas ha instalado en los muelles el sistema dinámico de amarre Shore Tension, sistema que consiste en dispositivos de control de tensión de las líneas de amarre, que permiten controlar y limitar los picos de fuerza a los que estas son sometidas durante la permanencia de la nave en el muelle, al mismo tiempo reduciendo la amplitud de los movimientos de la nave, con el consecuente aumento de eficiencia operacional y mitigación del riesgo de rotura de líneas de amarre.

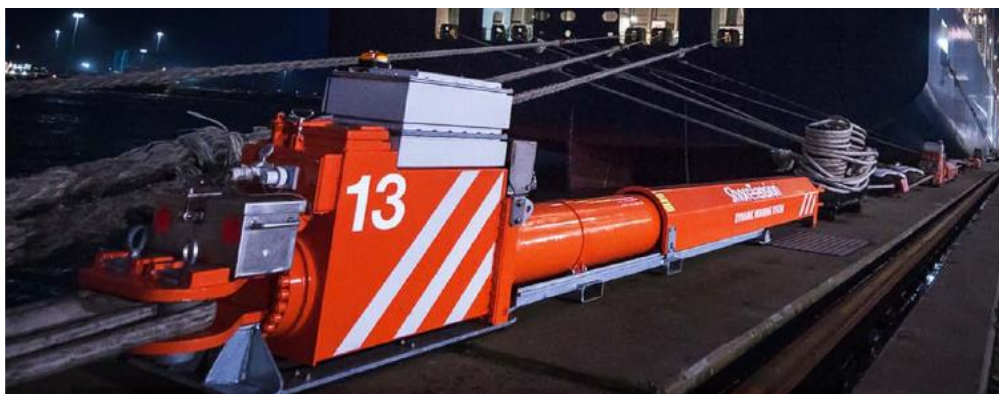


Fig. 45: Sistema amarre shore tensión.

JUAN ZORRILLA RIVERA  
INGENIERO EN SISTEMAS DE INGENIERIA  
42810235

Este sistema permite que naves de cualquier tamaño amarren con completa seguridad a los muelles del terminal, debido a que limitan casi completamente el movimiento de la nave que podría ser ocasionado por vientos, olas o corrientes, así como por otras naves maniobrando en las inmediaciones.

El movimiento ocasionado por las condiciones mencionadas en el párrafo anterior se encuentra siempre presente mientras la nave se encuentra amarrada y si las condiciones empeoran durante la faena de carga o descarga de la nave, la extrema tensión a la que las líneas de amarre de la nave son expuestas podrían ocasionar la rotura de estas y ocasionar situaciones que podrían tener consecuencias potencialmente peligrosas para la nave y/o su tripulación.

El sistema instalado por STI permite un amarre más robusto y seguro.

Asimismo, la estabilidad de la nave amarrada en el terminal permite que las operaciones de carga y descarga sean más eficientes, permitiendo que estas continúen realizándose mientras las condiciones océano meteorológicas varían, y las naves pueden ser atendidas en menor tiempo. Adicionalmente permite disminuir los cierres de puerto, que suceden aun cuando la agitación de la poza del terminal es baja.

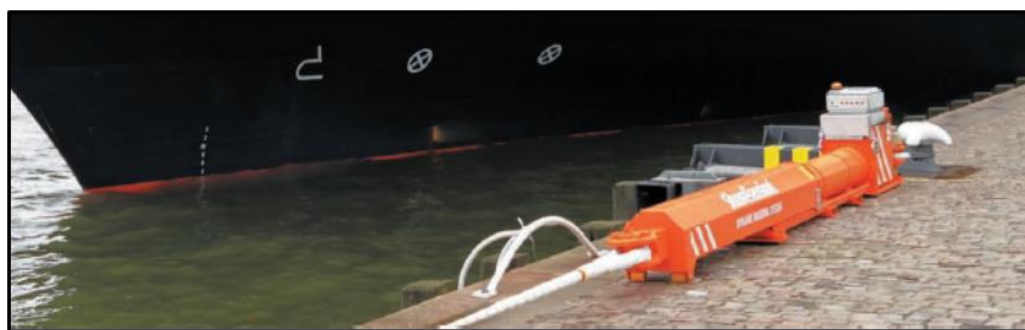


Fig. 46: Sistema amarre shore tensión

### **FUNCIONAMIENTO DE LOS DISPOSITIVOS SHORE TENSION**

El dispositivo SHORE TENSION consiste en un pistón hidráulico portátil, conectado por un extremo a una bita del muelle y por el otro a una línea de amarre, lo cual permite aplicar una tensión constante sobre la línea, y relajar la misma cuando se excede un umbral predeterminado, evitando de esta manera el desarrollo de cargas excesivas sobre los elementos del sistema de amarre de las naves.





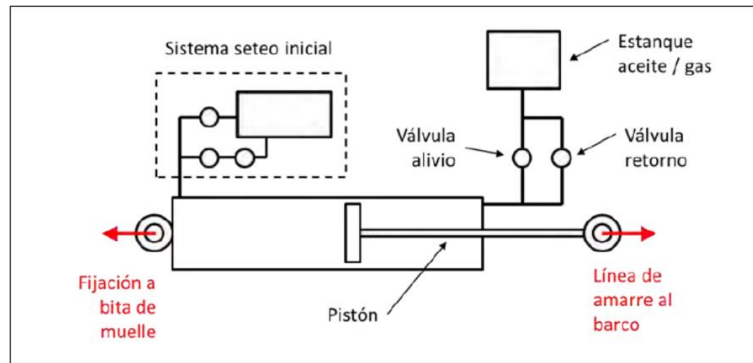


Fig. 47. Esquema simplificado del sistema shore tensión.

El uso de los sistemas shore tensión, permite reducir los movimientos de la nave en planta, específicamente los desplazamientos en surge y sway y el giro en planta yaw. En el caso de eventos océano-meteorológicos con mayor carga de energía, el sistema permite una reducción en los movimientos de las naves, manteniendo estos bajo los umbrales dispuestos para una operación segura del terminal.

Esto se traduce en una reducción de las tensiones de las líneas de amarre, lo que disminuye el riesgo de la rotura de estas.

Adicionalmente permite un mayor control sobre el desarrollo de picos de fuerza en las líneas de amarre, lo que permite que las líneas se mantengan tensas prácticamente todo el tiempo.

El sistema de shore tensión aplica tensiones adicionales en las bitas y defensas del terminal, pero las mismas se encuentran bajo los niveles de operación normales de bitas y defensas por lo que no presentan requerimientos adicionales a las que se encuentran actualmente instaladas.



Fig. 48: Efecto polea del sistema shore tensión.

  
 JUN 2018  
 DIRECTOR GENERAL  
 DEPORTES Y TURISMO  
 42810035

## **UNIDAD DE CONTROL EN FORMA REMOTA**

Cada sistema de shore tensión tiene un equipo de control que trabaja en forma remota, lo que permite al Capitán de la nave y al operador del terminal el constante monitoreo de la tensión en las líneas de amarre. El sistema avisa a los interesados mediante mensaje, si la tensión en alguna de las líneas de amarre está llegando al límite de seguridad preestablecido.

## **FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA:**

Al detectar el sistema la presión en las líneas de amarre ocasionada por el movimiento de la nave, debido a la presencia de condiciones externas, el sistema shore tension pasa por diferentes fases de operación:

### **FASE 1:**

Aumento de la presión de aceite/ válvula de alivio aún se encuentra bajo el umbral, el pistón se mantiene en posición.

### **FASE 2:**

Continúa la tensión en la línea, se abre la válvula de alivio y el pistón se extiende, reduciendo el alargamiento de la línea, por ende, reduciendo la tensión sobre la misma.

### **FASE 3:**

Al reducirse la tensión en la línea, la presión de aceite del sistema se reduce bajo el umbral de alivio y la válvula de retorno permanece cerrada.

### **FASE 4:**

La válvula de retorno de abre ocasionando que el pistón se desplace en sentido inverso hasta recuperar la tensión en la línea.

## **DEFORMACION DE DEFENSAS:**

Debido al aumento de la pretensión de las líneas de amarre, el uso de los sistemas shore tensión impone un aumento de la deformación de las defensas del muelle (la nave es apretada contra el muelle), sin embargo de acuerdo a las evaluaciones realizadas, principalmente por la compañía PDRW (Estudio anexo al presente Estudio de Maniobra), aún para la condición más exigente la deformación de las defensas debido al uso del sistema shore tensión no alcanza el nivel máximo de deformación tolerado por las defensas del terminal correspondiente a 0.66 metros.



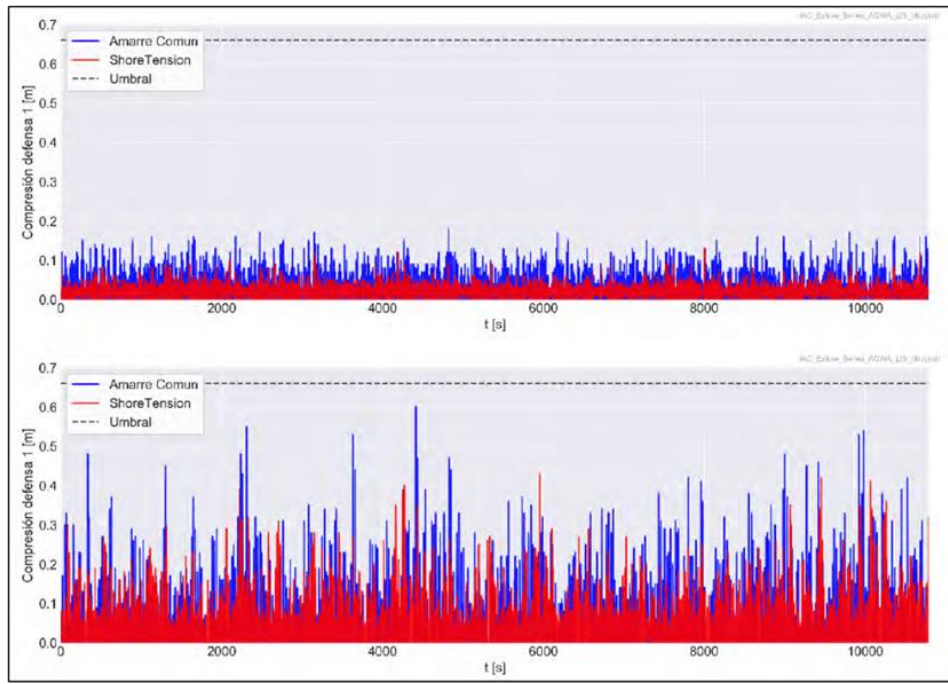


Fig. 49. Serie de tiempo de deformación de defensa. Panel superior (oleaje típico), panel inferior (oleaje extremo).

### **Resistencia de bitas:**

Durante el proceso de instalación y pruebas de los sistemas shore tensión en el terminal se efectuó la prueba de tensiones aplicadas en las bitas de amarre de los muelles, concluyéndose que en ningún caso se sobrepasa las tensiones máximas de resistencia de las bitas (150 tf y 100 tf).

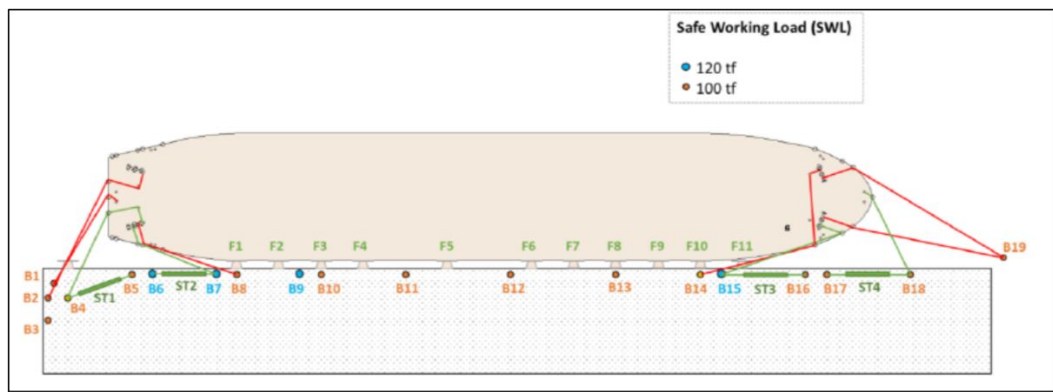


Fig. 50. Esquema de amarre con shore tension. (Bitas afectadas)

El sistema SHORE TENSION implementado por el Salaverry Terminal Internacional, ha logrado a mejora en el balance de fuerzas en el diagrama de amarre de las naves que operan en el terminal, reducir el movimiento de



las naves mientras se encuentran amarradas a sus muelles, lográndose una mejora en la parte operacional.

Asimismo, se ha logrado la reducción de las tensiones máximas en las líneas de amarre, reduciéndose el riesgo de rotura de espías, mejorando las condiciones de seguridad durante las operaciones en el terminal.

### **CONDICIONES LIMITE DE LOS SISTEMAS SHORE TENSION**

De las evaluaciones realizadas durante la implementación y pruebas del sistema SHORE TENSION en el puerto de Salaverry, se determinó que el sistema trabaja sin problemas hasta en las condiciones mas exigentes a las que fue expuesto, pero que en forma conservadora se puede considerar las siguientes alturas y periodos de ola como límites operacionales en el terminal mientras se utilice este sistema para el amarre de las naves:

Hm: 2.3 metros, Tp: 16 segundos

Considerando dicha altura y periodo de ola en las afueras del terminal. (ver INFORME DE RESULTADOS UTILIZACION SHORE TENSION anexo al Estudio.)

Adicionalmente es necesario indicar que con la altura de ola de 2.3 metros en las afueras del terminal, la altura de ola en los amarraderos no pasa los 0.7 metros, con lo que se cumple lo indicado en el presente estudio, que la altura de la ola máxima para operar en el terminal es de 0.9 metros en el área de los muelles.



## **CONFIGURACION FINAL DE LOS SISTEMAS SHORE TENSION EN LOS AMARRADEROS DEL TERMINAL**

El sistema se encuentra instalado en la configuración de dos pistones hacia la proa de la nave y dos pistones hacia popa, en el área del cabezo del muelle, como se puede ver en la figura N° 50.

Las nave pasa sus líneas en de acuerdo con el dispositivo de amarre correspondiente y adicionalmente se pasan las líneas del sistema SHORETENSION que aseguran a la nave y controlan su movimiento durante el tiempo que se encuentren amarrados en el terminal.

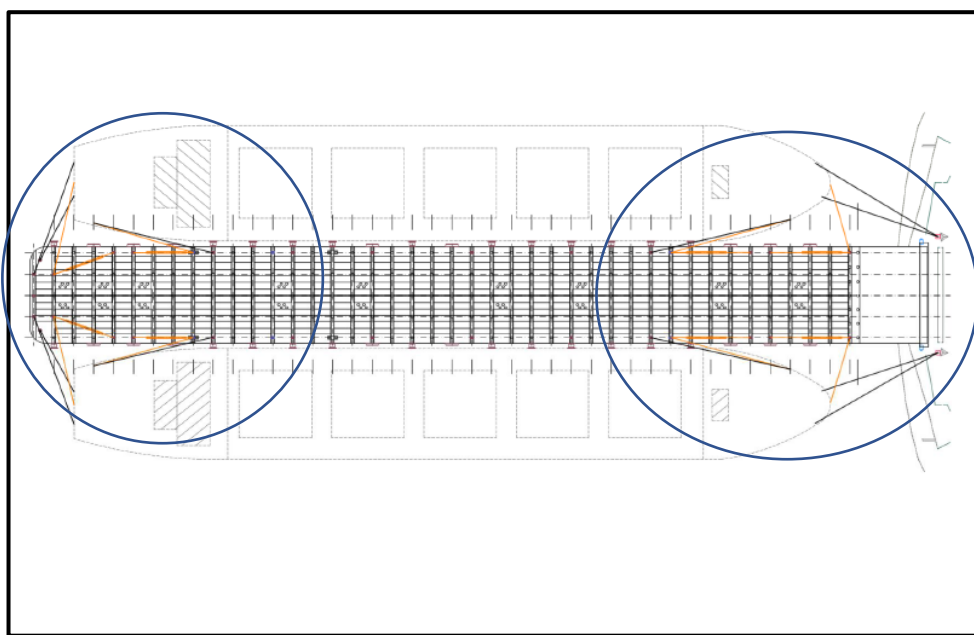


Fig. 51. Configuración de amarre con shore tension de los muelles del terminal de Salaverry.

ShoreTension es un sistema de amarre dinámico que, para garantizar una operación eficiente, se requiere que los cabos propios del equipo, de material Dyneema, pasen por las gateras de Panamax tanto en proa como en popa, de esta forma se genera un ángulo cercano a los 80 grados que permite al Dyneema trabajar como través sobre la nave, así mismo, este cabo deberá ser encapillado en la bita más próxima luego de pasar por el Panamax respectivo.

Por otra parte, cada amarradero cuenta con 24 bitas y, tanto en proa como en popa quedan bitas libres para que se encapille cada través que requiera el práctico en su maniobra.

Finalmente, se resalta que el sistema ShoreTension no necesita de cabos de la nave y solo requiere de una bita exclusiva para su uso.

JUAN CARLOS RIVERA  
INGENIERO EN SISTEMAS DE  
COMUNICACIONES Y TELECOMUNICACIONES  
47810235



## **DISPOSICION ESPECIAL DE AMARRE PARA NAVES DEL TIPO CRUCEROS DE PASAJEROS QUE AMARRAN EN EL TERMINAL DE SALAVERRY**

El terminal multipropósito de Salaverry dentro de la variedad de naves que recibe ha observado que en los últimos años ha existido un gran incremento de arribos de naves de transporte de pasajeros (naves tipo crucero), estas naves tienen diferentes dimensiones las cuales en algunos casos sobrepasa la longitud de los muelles con que cuenta el terminal. En el año 2017, fueron 12 las naves de este tipo que arribaron al terminal, en el año 2018 esta cantidad aumentó a 15 naves, y en los últimos años el número de naves sigue aumentando lo que demuestra un gran crecimiento del turismo internacional hacia esta área del departamento de La Libertad.

Los estándares internacionales para amarres de naves en terminales portuarios cuentan con diferentes maneras de determinar los niveles de seguridad para el amarre de estas, dentro de estos estándares se consideran las PIANC, las normas OCIMF y las recomendaciones ROM, estos estándares y recomendaciones permiten establecer las condiciones para el amarre seguro de una nave aún si la eslora de esta sobrepase la longitud del amarradero.

Para el caso del terminal multipropósito de Salaverry algunas de las naves de transporte de pasajeros que solicitan arribar al terminal sobrepasan en su eslora la longitud de los amarraderos del muelle 1, inclusive después de su ampliación, por lo que es necesario mantener la figura de amarre especial que se creó cuando el muelle era más corto para brindar un amarre seguro de este tipo de naves.

En el año 2017 se efectuó un estudio del atraque de una nave de eslora mayor que la longitud del muelle del terminal de Salaverry utilizando una simulación dinámica de amarre en las condiciones océano meteorológicas prevalecientes en el área, estudio que se anexa al documento.

El resultado de la simulación permitió determinar la configuración de amarre segura que cumple con las recomendaciones y estándares internacionales antes mencionados, para el presente caso hemos mantenido los conceptos determinados aplicándolos a la nueva longitud del muelle y a las esloras de las naves de pasajeros que solicitan amarrar al mismo, configuración de amarre que podemos observar en la siguiente figura:



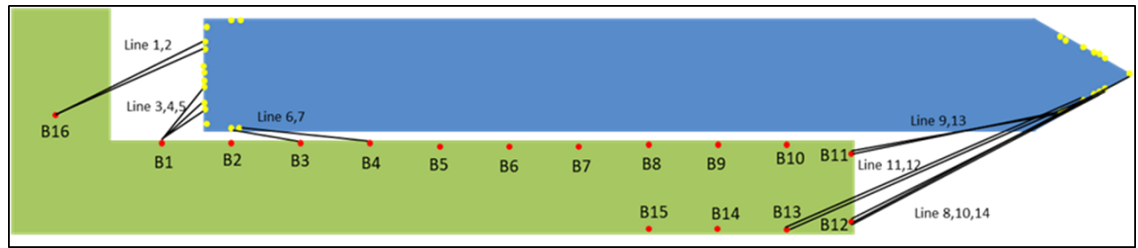


Fig. 52: Disposición de amarre para naves de más de 280 metros de eslora.

Esta disposición de amarre permite un alto nivel de seguridad para la nave que ingresa al amarradero, y utiliza la disposición de bitas y bolardos existente en el terminal.

La simulación evaluó el movimiento de la nave, considerando el comportamiento de esta durante su permanencia amarrada en los 6 rangos: vaivén, deriva, aleteada, balance, cabeceo y guiñada.

Así como la aplicación de las fuerzas en las líneas de amarre y defensas del muelle, considerando las diferentes condiciones meteorológicas y oceanográficas en el área de los amarraderos.

Para la evaluación se consideraron los criterios considerados por las normas ROM, como límites operativos para los movimientos de una nave amarrada.

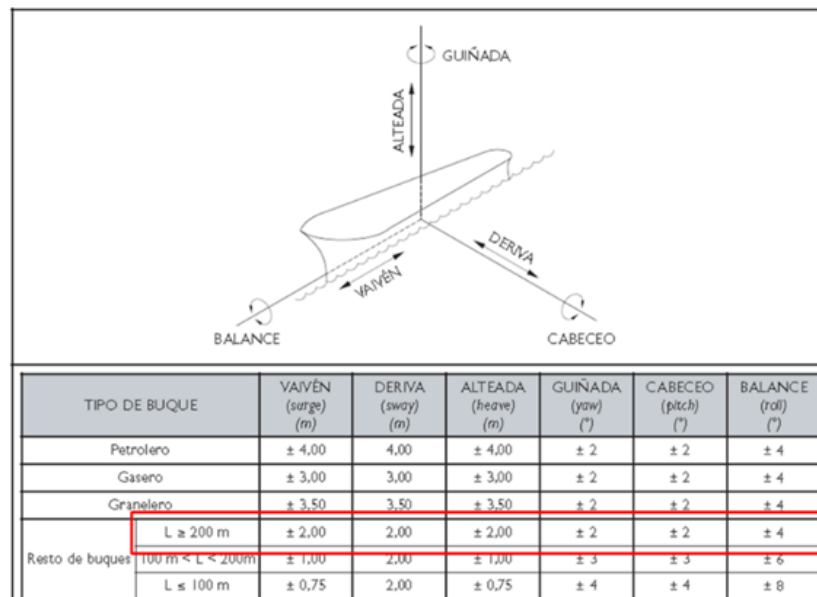


Fig. 53: Criterios ROM para movimiento de buques.

JUN 2018

así como los criterios de la guía PIANC para estos movimientos:

| Ship Type            | Cargo Handling Equipment | Surge (m)        | Sway (m) | Heave (m) | Yaw (°) | Pitch (°) | Roll (°) |
|----------------------|--------------------------|------------------|----------|-----------|---------|-----------|----------|
| Fishing vessels      | Elevator crane           | 0.15             | 0.15     |           |         |           |          |
|                      | Lift-on-lift-off         | 1.0              | 1.0      | 0.4       | 3       | 3         | 3        |
|                      | suction pump             | 2.0              | 1.0      |           |         |           |          |
| Freighters, coasters | Ship's gear              | 1.0              | 1.2      | 0.6       | 1       | 1         | 2        |
|                      | Quarry cranes            | 1.0              | 1.2      | 0.8       | 2       | 1         | 3        |
| Ferries, Ro-Ro       | Side ramp <sup>2</sup>   | 0.6              | 0.6      | 0.6       | 1       | 1         | 2        |
|                      | Dew/storm ramp           | 0.8              | 0.6      | 0.8       | 1       | 1         | 4        |
|                      | linkspan                 | 0.4              | 0.6      | 0.8       | 3       | 2         | 4        |
|                      | Rail ramp                | 0.1              | 0.1      | 0.4       | -       | 1         | 1        |
| General cargo        | -                        | 2.0              | 1.5      | 1.0       | 3       | 2         | 5        |
| Container vessels    | 100% efficiency          | 1.0              | 0.6      | 0.8       | 1       | 1         | 3        |
|                      | 50% efficiency           | 2.0              | 1.2      | 1.2       | 1.5     | 2         | 6        |
| Bulk carriers        | Cranes                   | 2.0              | 1.0      | 1.0       | 2       | 2         | 6        |
|                      | Elevator/ bucket-wheel   | 1.0              | 0.5      | 1.0       | 2       | 2         | 2        |
|                      | Conveyor belt            | 5.0              | 2.5      |           | 3       |           |          |
| Oil tankers          | Loading arms             | 3.0 <sup>3</sup> | 3.0      |           |         |           |          |
| Gas tankers          | Loading arms             | 2.0              | 2.0      |           | 2       | 2         | 2        |

Fig. 54: Criterios PIANC para movimiento de buques.

Para efecto de las condiciones ambientales se consideró los siguientes escenarios:

| Corrida | Viento  | Oleaje                       | Corrientes                   | U10 [m/s] | Udir [°] | Hs [m] | Tp [s] | V [m/s] |
|---------|---------|------------------------------|------------------------------|-----------|----------|--------|--------|---------|
| 1       | normal  | extremo                      | 0                            | 6         | 140      | 0.6    | 16     | 0       |
| 2       | normal  | extremo                      | 0                            | 10        | 200      | 0.7    | 12     | 0       |
| 3       | extremo | normal verano                | 0                            | 10        | 200      | 0.5    | 13     | 0       |
| 4       | normal  | Extremo en área de maniobras | Extremo en área de maniobras | 8         | 200      | 1.0    | 16     | 0.4     |

Fig. 55: Condiciones ambientales para la simulación.

En las siguientes figuras se muestra los seis movimientos resultantes, se observa que los criterios se encuentran dentro de los criterios de las ROM y PIANC.



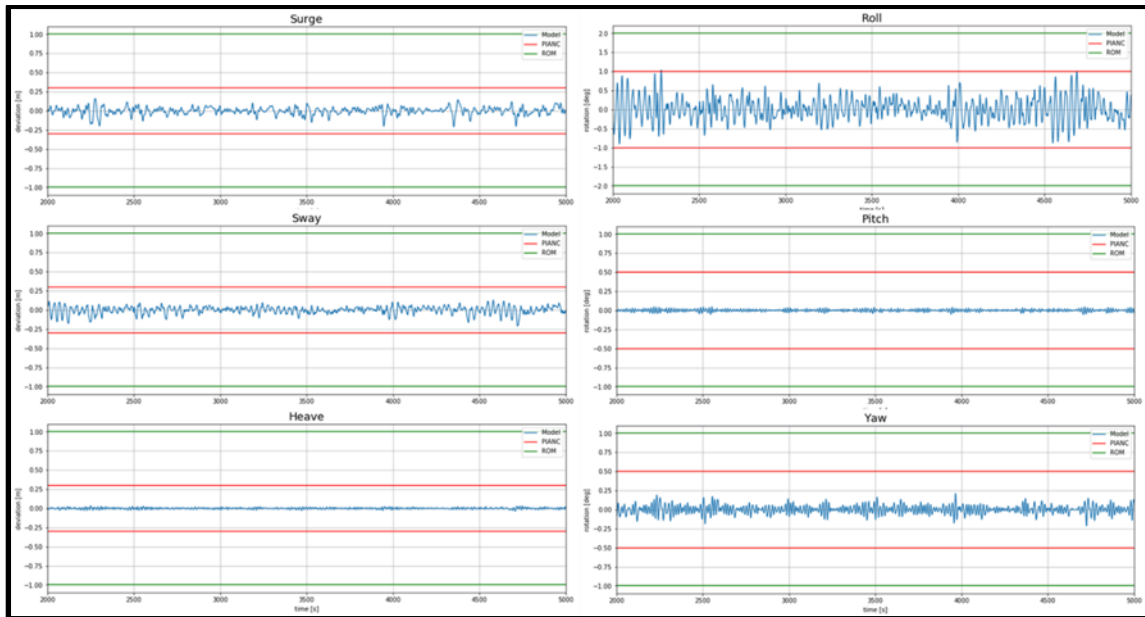


Fig. 56: Resultado de los movimientos de la nave más grandes.

En la figura N° 37 se muestra las fuerzas en la línea que recibe la mayor carga: línea 6, la línea roja representa el 50% de capacidad de la línea. Se puede observar que las fuerzas se encuentran lejos del criterio del 50%. Las fuerzas aplicadas en el resto de las líneas se pueden ver en el anexo “A” del estudio “STI-100-000-041-INF-00002, anexo “F” al presente estudio.

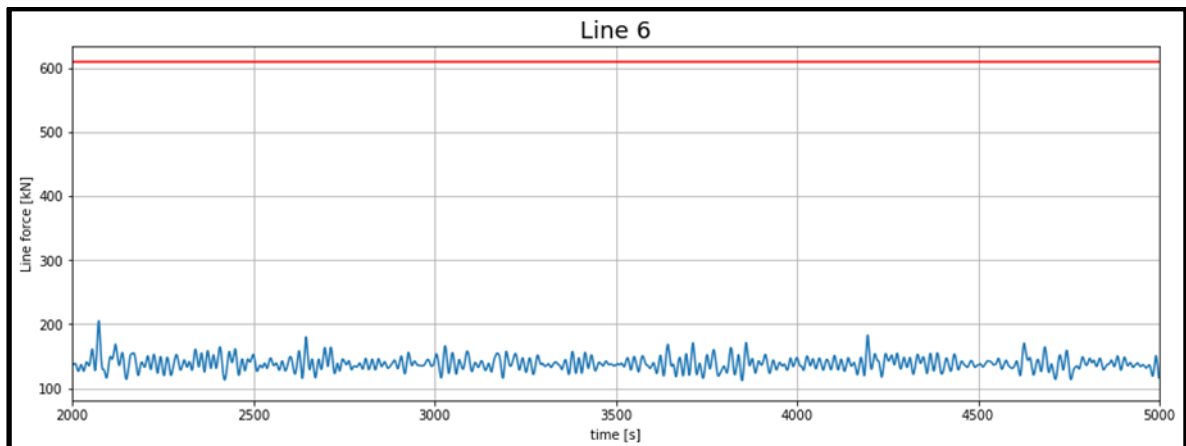


Fig. 57: Muestra de fuerzas en la línea de mayor carga.

La siguiente figura muestra los resultados para las dos condiciones más críticas y la condición máxima, y se puede ver que las fuerzas de amarre relacionadas a la seguridad del muelle y de la nave se encuentran dentro de los límites aceptables. En la condición máxima los resultados se encuentran dentro de los valores de las recomendaciones ROM, pero sobrepasan en cuatro puntos los criterios PIANC, pero esta es una

JUN 2018  
 RICARDO MARTINEZ  
 LUIS GONZALEZ

condición que no es usual que suceda, pero que se considera para poder efectuar una comparación válida.

|                      | U10<br>[m/s<br>] | Udir<br>[°] | Hs<br>[m<br>] | Tp<br>[s] | V<br>[m/s] | Surge<br>[m] | Sway<br>[m] | Heave<br>[m] | Roll<br>[°] | Pitch<br>[°] | Yaw<br>[°] | Fuerza<br>línea [%] |
|----------------------|------------------|-------------|---------------|-----------|------------|--------------|-------------|--------------|-------------|--------------|------------|---------------------|
| Muelle               | 10               | 200         | 0.5           | 16        | 0          | 0.54         | 0.20        | 0.09         | 2.35        | 0.15         | 0.48       | 18%                 |
| Muelle               | 5                | 160         | 0.6           | 16        | 0          | 0.68         | 0.14        | 0.08         | 2.45        | 0.15         | 0.80       | 24%                 |
| Área de<br>maniobras | 8                | 200         | 1.0           | 16        | 0.4        | 1.85         | 2.56        | 0.17         | 6.06        | 0.27         | 1.26       | 34%                 |
| Criterio             |                  |             |               |           |            |              |             |              |             |              |            |                     |
| ROM                  |                  |             |               |           |            | 4            | 4           | 4            | 8           | 4            | 4          |                     |
| PIANC                |                  |             |               |           |            | 0.6          | 0.6         | 0.6          | 2           | 1            | 1          |                     |
| OCIMF                |                  |             |               |           |            |              |             |              |             |              |            | 50%                 |

Fig. 58: Muestra de fuerzas en la línea de mayor carga.

A continuación, podemos observar una foto de una nave de pasajeros amarrada al terminal con la disposición indicada:

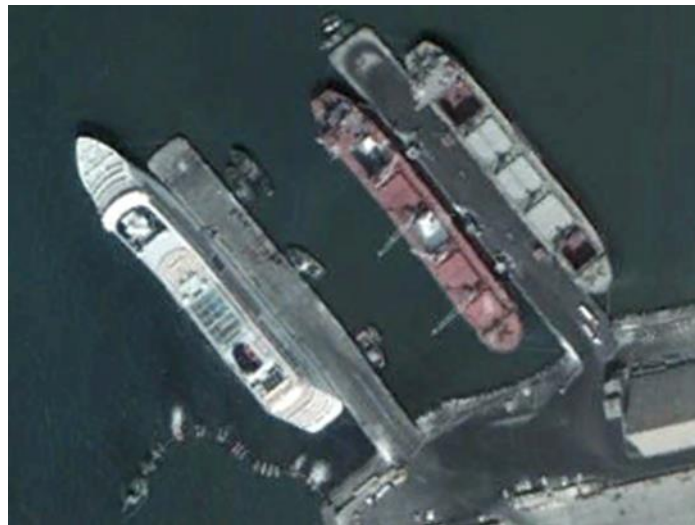


Fig. 59: Nave tipo crucero amarrada al terminal de Salaverry (2017)

Todos estas consideraciones se realizar el amarre seguro de una nave tipo crucero de pasajeros en el muelle N°1, lado sur (1A), que sobrepase en su eslora la longitud del muelle.

JUAN JOSÉ SANCHEZ  
 INGENIERO EN SISTEMAS DE TRANSPORTES  
 CIPRO 001-01-74  
 4788033







correspondiente embarque en caso de que el ingreso al terminal sea en forma directa.

Cuando la nave que se dirige al Terminal de Salaverry procedente del Norte, los cerros Huanchaco y Campana constituyen una adecuada referencia para posicionarse, adicionalmente es importante tener en consideración la existencia de una roca sumergida en posición 08°07'32"S y 79°14'34.5" W que constituye un peligro a la navegación.

Cuando se viene del sur es recomendable reconocer las islas Guañape y pasar por el oeste de estas, luego de pasar las islas antes mencionadas la nave podrá pegarse a costa para reconocer el puerto y fondeadero si fuera el caso.

### **Embarque del Practico:**

El práctico se embarcará en la nave utilizando la escala de prácticos o escala combinada de acuerdo con cada caso, usualmente será escala por babor a un metro del agua, ya sea en la Estación de Prácticos (Pilot Station) localizada a 1.5 millas al oeste del rompeolas de protección del puerto, o en la posición de fondeadero de la nave, luego del embarque este tomará conocimiento de las características principales de la nave y las condiciones de arribo descritas en el Pilot Card, intercambiando información con el Capitán respecto a las limitaciones y particularidades del buque a maniobrar, así como del amarradero asignado, banda por la que se va a amarrar, número y bollard pull de los remolcadores que participan en la maniobra, intenciones de maniobra, número de líneas a pasar al muelle, elementos de maniobra a utilizarse, apoyo de lanchas, y gavieros en el amarradero.

Manteniéndose sobre máquinas en el área de la Estación de Prácticos, el practico efectuará pruebas de máquinas y timón, ya previo al embarque, convocó a los remolcadores y efectuó prueba de comunicaciones con estos. Al termino de todas las verificaciones iniciará la aproximación al terminal tomando el rumbo necesario para pasar entre las boyas de ingreso al canal al 103°, manteniendo una velocidad máxima de 4 nudos.

Previo al ingreso la nave deberá coordinar el servicio de muelle vía radio o telefónicamente con la administración del Terminal Portuario de Salaverry. Radio. La Capitanía de Puerto cuenta con una estación de Radio VHF "Costera Salaverry" que atiende en Canal 16 las 24 horas.



Asimismo, debe coordinarse oportunamente con el agente marítimo los servicios de practica, remolcaje y amarre.

El ingreso al Terminal Portuario de Salaverry debe realizarse obligatoriamente por el canal sur del esquema de separación de tráfico marítimo establecido en la carta náutica HIDRONAV 211, y descrito en párrafos precedentes.

**b. Descripción de la Maniobra de Fondeo:**

La nave luego de haber informado su arribo a la autoridad marítima, por canal dieciséis (16) pondrá rumbo al fondeadero asignado por esta, al arribar el procedimiento habitual es observar al resto de naves que pudieran encontrarse en el área para determinar la proa en la que va a quedar la nave de acuerdo con la dirección de la corriente y viendo de manera de determinar la forma en la que la nave va a borrar después de fondear y así poder mantener una distancia de seguridad de por lo menos 3 cables de otras naves que pudieran encontrarse fondeadas en las inmediaciones, adicionalmente se tendrá especial cuidado de tomar conocimiento de las condiciones del viento prevalecientes en el área.

En condiciones normales se dejará salir una longitud de cadena de entre tres o cuatro veces la profundidad del área, en caso de presencia de viento o corriente la longitud de cadena será de cinco a seis veces la profundidad.

**c. Descripción preventiva de seguridad y riesgo ambiental de la nave antes de ingresar o durante la permanencia en la instalación.**

**En el terminal:**

El terminal definirá el equipamiento, así como la normatividad que regulará las acciones preventivas y correctivas en caso de presentarse derrames de productos al mar, como pueden ser minerales, granos, cemento u otro producto.

**d. Descripción de la maniobra de amarre:**

**Procedimiento de Ingreso a amarraderos 1A y 2B.**

El procedimiento será el mismo para todos los tamaños de nave consideradas en el estudio.



Hay que tomar en consideración que cada maniobra presenta alguna diferencia por lo que el practico deberá adecuarse a las circunstancias que se presenten.

Luego de ejecutar todas las acciones descritas en los preparativos de ingreso y con la nave enfilada para pasar entre boyas, (rumbo aproximado  $103^\circ$ ) disminuirá velocidad calculando para pasar entre estas a una velocidad aproximada de 3 nudos.

En ese momento ordenará a los remolcadores que se aproximen y uno pase su cabo de remolque en proa por la banda opuesta a la de amarre a muelle del buque, y el otro acompañe a la nave por la misma banda y que se mantenga acompañando en espera de órdenes.

Al arribar al área de maniobra, la nave deberá encontrarse con las máquinas paradas con arrancada y enfilando la proa al rumbo aproximado  $138^\circ$  enfilado al muelle asignado, la nave se apoyará con los remolcadores para mantener la proa en la enfilación, y dará golpes de máquina de ser necesario para mantener la arrancada, hasta que la nave arribe al lado del amarradero asignado donde con el apoyo de los remolcadores tanto para empujar o jalar, pegará el buque al muelle de forma lenta y segura.

Los remolcadores apoyarán el amarre pegando a la nave al muelle.

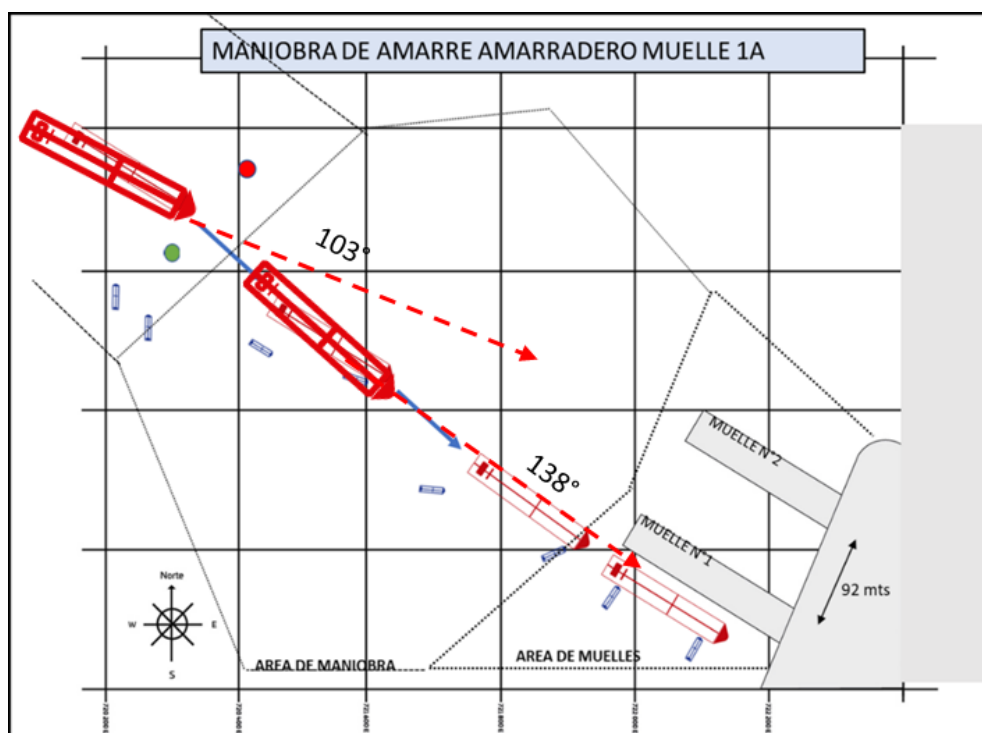


Fig. 60: Maniobra amarre a amarradero 1A

MANIOBRA DE AMARRE AMARRADERO MUELLE 1A



### **Consideraciones para el ingreso de la nave a los amarraderos 1B y 2A**

Cuando las naves sean programadas para el ingreso a los amarraderos interiores 1B y 2A, se seguirá el mismo procedimiento indicado en el párrafo anterior, pero durante el ingreso al área de los entre muelles se tendrá en consideración que el espacio entre estos tiene NOVENTA Y SIETE (97) metros de ancho, como se puede apreciar en la figura N°.48, por lo que se tendrá especial cuidado con la posición de los remolcadores, especialmente si una nave se encuentra amarrada en uno de estos amarraderos, pues se reduce el espacio de maniobra para estos considerablemente.

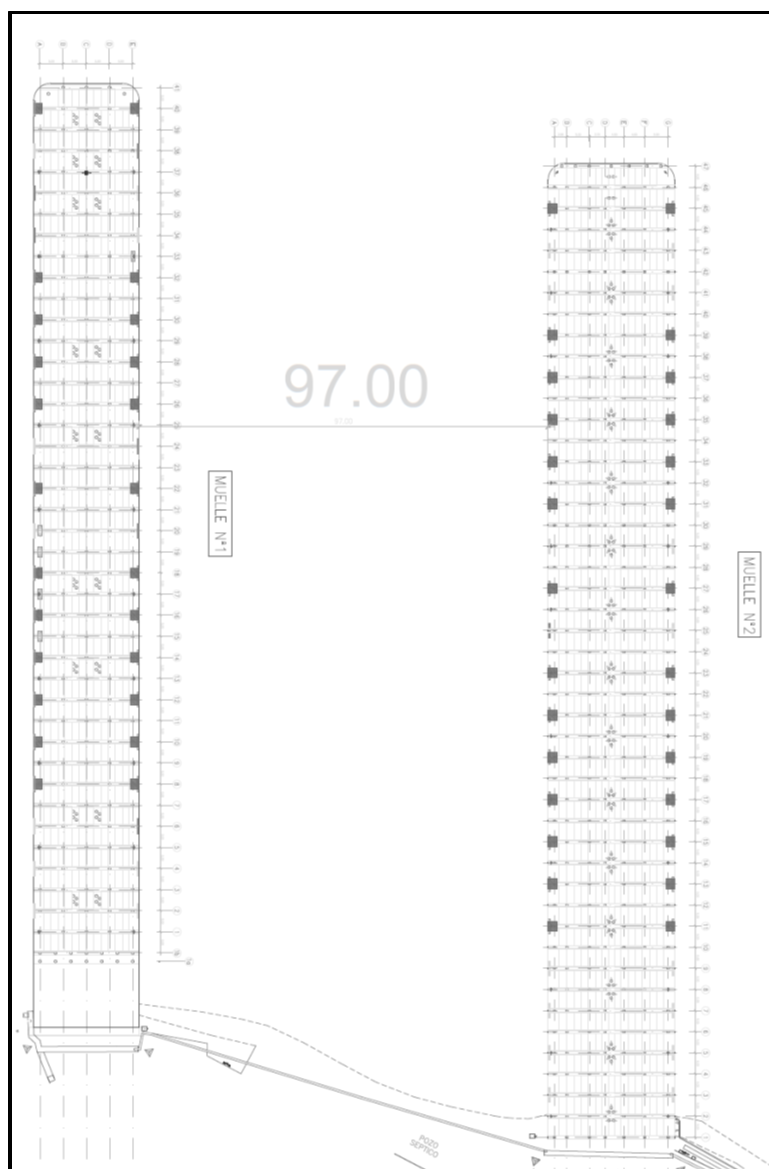


Fig. 61: Espacio entre muelles en el terminal de Salaverry.

APR 2018  
PROYECTO DE  
CONSTRUCCIÓN  
DE  
428/2018

La autoridad marítima ha resuelto que el espacio necesario para que opere un remolcador en condiciones seguras en entre muelles es de 7.6 metros mayor a la eslora del remolcador, más un margen de seguridad de 3 metros, de acuerdo con siguiente cuadro:

| ESPACIO MINIMO DE SEGURIDAD REQUERIDO ADICIONAL A LA ESLORA DEL REMOLCADOR PARA OPERAR EMPUJANDO EN FORMA PERPENDICULAR A LA NAVE EN EL TERMINAL DE SALAVERRY |          |
|---|----------|
| ANCHO DE LA DEFENSA DEL REMOLCADOR  | 1.2 MTS  |
| ANCHO DE DEFENSAS DE LOS MUELLES  | 2.4 MTS  |
| LONGITUD DE ESPIA DEL REMOLCADOR  | 4 MTS    |
| MARGEN DE SEGURIDAD   | 3 MTS    |
| TOTAL   | 10.6 MTS |

**Cuadro N°. 20: Espacio de maniobras requerido por un remolcador.**

| ENTRE MUELLES | ESPACIO ENTRE MUELLES | ESPACIO MINIMO DE SEGURIDAD REQUERIDO | SUMATORIA MAXIMA DE MANGAS DE NAVES DE MAYORES DIMENSIONES | ESLORA MAXIMA DEL REMOLCADOR A USARSE EN LOS ENTREMUELLES DE SALAVERRY |
|---------------|-----------------------|---------------------------------------|--|--|
| 1B - 2A       | 97 MTS                | 10.6 MTS                              | 59.8 MTS   | 26.51 MTS  |

**Cuadro N°. 21: Eslora máxima de remolcador para operar en los entre muelles.**

De acuerdo con lo observado anteriormente cuando el terminal requiera amarrar dos naves de mayor dimensión de acuerdo con los cuadros del presente estudio de maniobra (29.9 metros de manga) en los entre muelles 1B y 2A, la máxima eslora de remolcadores que podrá utilizar será de 26.51 metros, con la finalidad de cumplir con los requerimientos de seguridad para estas naves de apoyo en las maniobras de amarre y desamarre.

De acuerdo con la disminución de las mangas de las naves amarradas en los entre muelles se podrá aumentar la eslora de los remolcadores siempre cumpliendo con los requerimientos del cuadro N°17.

JUAN CARLOS RIVERA  
 DIRECTOR GENERAL  
 AUTORIDAD MARITIMA  
 REPUBLICA DE PANAMA  
 47800035

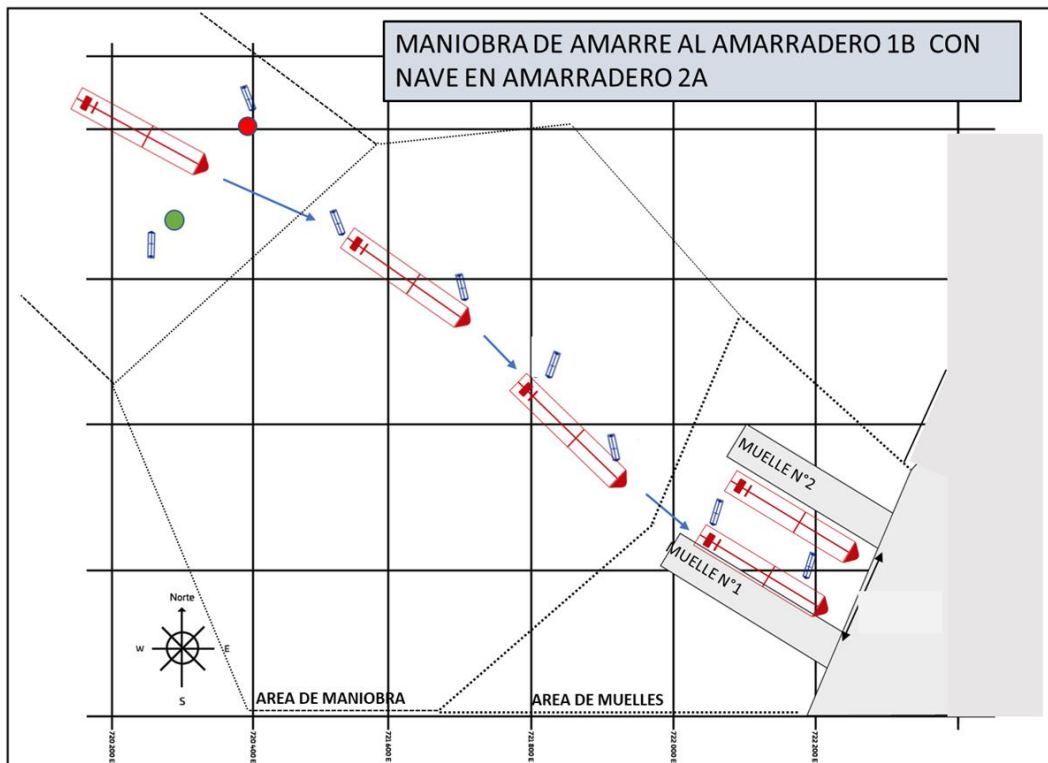


Fig. 62: Maniobra amarre a amarradero 1B.

### **Amarre de la nave proa al mar**

Cuando sea necesario que la nave amarre con proa al mar, el práctico deberá coordinar previamente con los remolcadores las ubicación de estos durante la maniobra de giro de la nave, lo cual depende del viento y condiciones de la nave.

Durante la maniobra de aproximación y con los remolcadores colocados en posición a ambas bandas de la nave esta continuará navegando hasta encontrarse en el área de maniobra, área adyacente a los muelles y protegida por el rompeolas libre de interferencias donde la nave podrá maniobrar libremente.

Al encontrarse dentro del área en mención la nave se encontrará con mínima arrancada, el práctico ordenará a los remolcadores apoyar la maniobra de giro ya sea a babor o estribor de acuerdo con las características de la nave, procediendo a girar, manteniéndose dentro del área de maniobra. La nave apoyará la maniobra de los remolcadores dando atrás a mínima velocidad.



Cuando la nave se encuentre con proa al mar marcando al 320° aproximadamente será llevada lentamente por los remolcadores hasta encontrarse paralela al muelle donde ambos remolcadores procederán a acercarla empujando levemente al amarradero correspondiente.

Esta maniobra no se realizará cuando otra nave se encuentre amarrada en el entre muelle adyacente al que se está operando.

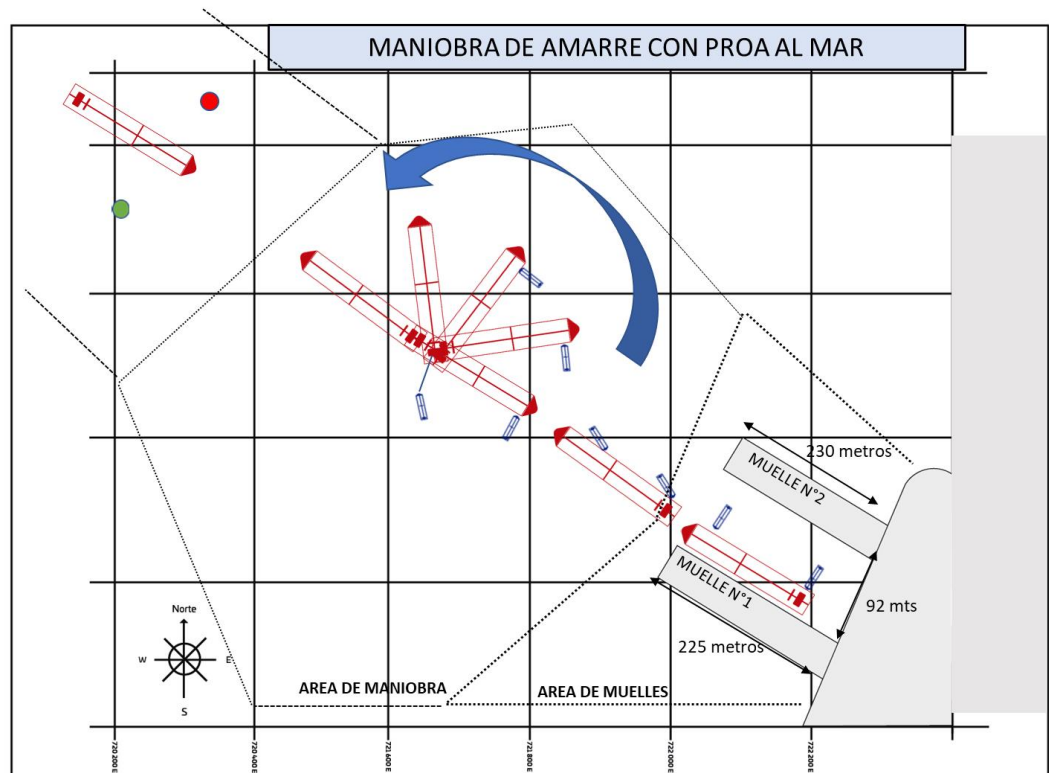


Fig. 63: Maniobra amarre proa al mar.

### **Secuencia y cantidad de espías de amarre:**

En la fase final de aproximación al muelle, el práctico coordinará con la gavia para pasar los cabos de amarre que sean necesarios, siguiendo el plan previamente acordado con el Capitán de la nave, una vez pegada la nave al muelle con ambos remolcadores empujándolo para evitar que se abra, completará de pasar las líneas hasta totalizar como mínimo dos (2) largos, tres (3) traveses y tres (3) esprines, tanto en proa como en popa.

Finalmente, el Práctico desembarcará al muelle con el acta de maniobra, reporte del práctico, sistema de amarre (Mooring Plan) y el Quality Poll debidamente firmadas y selladas por el Capitán de la nave y reportará el



término de maniobra Costera Salaverry procediendo luego a entregar los documentos originales a la empresa administradora de prácticos.

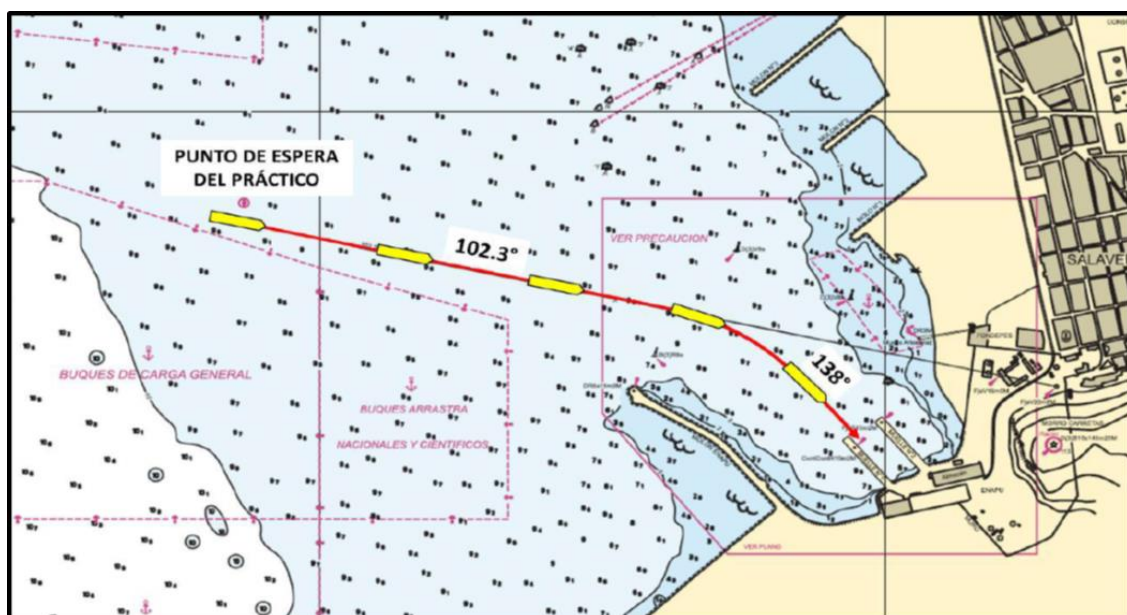


Fig. 64: Secuencia básica de ingreso al terminal.

**e. Descripción del uso de los remolcadores, indicando sus posiciones durante el desarrollo de la maniobra.**

**Durante la Maniobra de Aproximación:**

Durante la maniobra de aproximación los remolcadores se encontrarán esperando en las inmediaciones de las boyas de ingreso, al momento que la nave se aproxima a esta posición el practico ordenará a los remolcadores que se acerquen y acompañen a la nave hasta las inmediaciones del amarradero asignado.

**Durante la maniobra de Amarre:**

Los remolcadores apoyarán la maniobra de amarre de la nave durante la aproximación al muelle, empujando y jalando a órdenes del práctico.

Luego de asegurado el buque a muelle, el práctico ordenará “parar de empujar” a los remolcadores y “largar sus cabos” para que puedan proceder a sus respectivas bases.

**Durante la maniobra de giro:**

Los remolcadores previa coordinación con el practico se posicionarán tanto en popa como a proa y a órdenes del practico se encontrarán listos para pasar su línea de remolque a la nave, asegurándose a la nave, para con orden del practico iniciar la maniobra de hacer girar la nave.

JUAN JOSÉ SÁNCHEZ  
DIRECTOR GENERAL  
COMANDO EN JEFE  
FLEET



### **Durante la maniobra de desamarre:**

Los remolcadores apoyarán la maniobra de largado de cabos empujando la nave hacia el muelle para evitar que el buque se abra del muelle durante el proceso de desamarre.

Cuando todos los cabos hayan finalizados de ser largados y se encuentren en cubierta, se les ordenará que dejen de empujar y se separen del casco y se preparen para jalar. Lentamente aumentará la potencia de jalado de ambos remolcadores para separar el buque del muelle de forma segura, y los graduará para tener una distancia adecuada para comenzar a propulsar en “marcha atrás”.

### **f. Descripción de la maniobra de desatraque/desamarre**

De acuerdo con la programación de salida de naves y especialmente al término de la maniobra de carga/descarga de la nave, el Práctico, a la indicación del jefe del terminal, llamará a los remolcadores y lancha de apoyo por radio, efectuará prueba de comunicaciones en el canal de operaciones establecido, y abordará la nave para el inicio de la maniobra.

Al llegar al puente, volverá a revisar junto con el Capitán, todos los datos concernientes al buque y a las instalaciones, así como coordinará el orden de largado de cabos.

Después de asegurar remolcadores y estar listo, llamará a costera Salaverry y solicitará permiso para dar inicio de la maniobra.

Los remolcadores pasarán sus cabos al buque los cuales serán asegurados a las bitas de la banda opuesta a la cual se encuentra amarrado el buque, en las mismas posiciones que tuvieron durante la maniobra de atraque (proa y popa estribor).

Ordenará a los remolcadores empujar simultáneamente antes de empezar a largar los cabos para evitar que el buque se abra del muelle durante el desamarre.

De ser el caso iniciará el levado del ancla que se fondeo para mantener la proa pegada al muelle.

### **Secuencia de desamarre de espías:**

De acuerdo con el orden establecido, se ordenará a la nave que coloque sus espías en simple, manteniendo un largo y un esprin para asegurar la nave, una vez que todas las espías se encuentren en simple se procederá



a largar todo, cuando todos los cabos hayan finalizados de ser largados y se encuentren en cubierta, el práctico ordenará a los remolcadores que dejen de empujar y se separen del casco preparándose para jalar.

### **Maniobra de desamarre:**

Luego de soltar las líneas de la nave lentamente aumentará la potencia de jalado de ambos remolcadores para separar el buque del muelle de forma segura, y los graduará para tener una distancia adecuada para comenzar a propulsar en “marcha atrás”.

Los remolcadores acompañarán a la nave durante la maniobra de dar atrás y apoyarán el posterior giro en el área de maniobra. Cuando la embarcación este libre del muelle y en el centro del área de maniobra se inicia el giro de la nave a babor o estribor entre los rumbos  $300^{\circ}$  y  $310^{\circ}$  dependiendo del muelle y las condiciones meteorológicas vigentes.

Posterior a esto el practico ordenará a la nave soltar las espías de los remolcadores para que procedan a su base.

Avanzando con la máquina muy despacio (Dead Slow Ahead) y ya con la nave entre boyas se cae al rumbo  $280^{\circ}$  incrementándose la velocidad a 3 nudos, en este momento el práctico da por terminada la maniobra, desembarcando por la banda de estribor a la lancha de apoyo, a bordo de la cual procederá a tierra, reportando el término de maniobra al Puesto de Control de Salaverry.

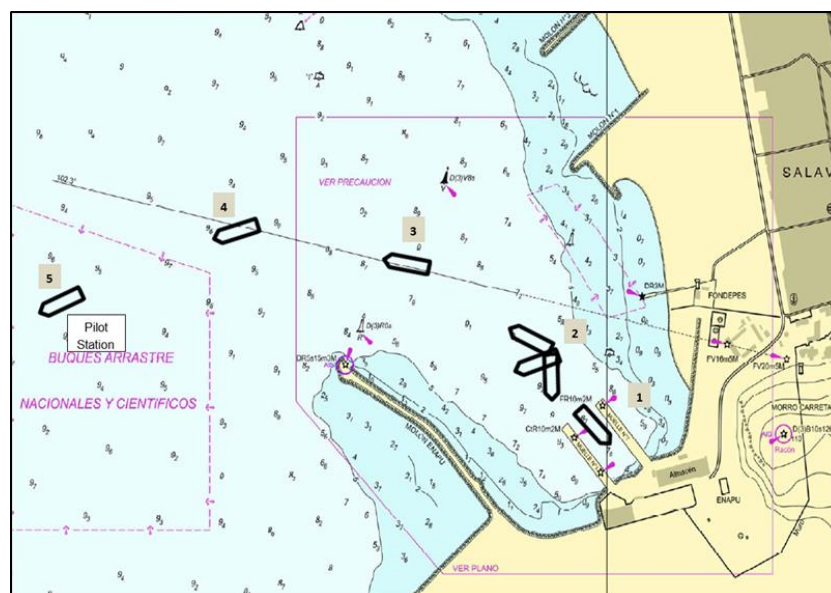


Fig. 65: Secuencia de salida del terminal.



Una vez libre de obstáculos, el Capitán de la nave debe proceder con la maniobra de salida como se indica en la figura, debiendo pasar por el norte del área de separación de tráfico marítimo.



Fig. 66: Secuencia de salida del terminal.

### **Procedimiento de Maniobra de Amarre de la barcaza al muelle**

El Práctico a bordo de la lancha de apoyo, procederá a embarcarse en el remolcador asignado como remolcador de apoyo a la maniobra (remolcador N°1), el cual procederá en demanda del convoy el cual está compuesto por un remolcador y la barcaza de transporte de guano.

Al arribo a la posición del convoy, el Práctico no abordará la barcaza y se ubicará en el remolcador N°1 posicionándose en la parte más alta para tener amplio campo de visión y desde esta posición dirigirá la maniobra.

Con la barcaza detenida, ordenará que el remolcador de tiro (remolcador N°2) cobre sus líneas de remolque (cabos o cables) y proceda a hacerse firme a la banda contraria de amarre de la barcaza a muelle, el remolcador se asegurará a la barcaza con cuatro (4) cabos de amarre, el remolcador N°1 pasará una línea a la barcaza para apoyo de la maniobra, como se puede observar en la figura N°54.

MANIABR  
2018  
428

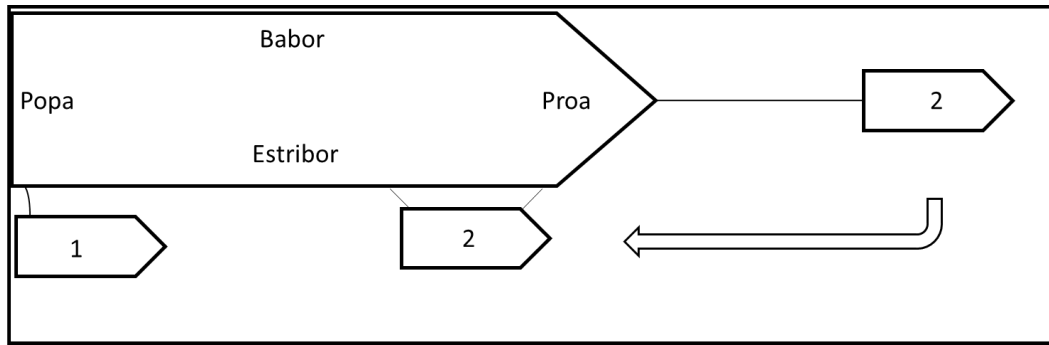


Fig. 67: Maniobra de amarre de la barcaza de guano.

Utilizando como propulsor y timón al remolcador N°2, iniciará la aproximación al canal de ingreso cayendo por estribor hasta el rumbo 103° con dirección al centro de las boyas roja y verde que demarcan el inicio del área de Maniobra del Terminal de Salaverry.

Pasará entre las boyas roja y verde y enrumbará al amarradero asignado. Dentro del área de maniobras aproximadamente a mitad de esta ordenará al remolcador N°2, “parar maquinas” de manera de reducir la velocidad para llegar a la altura del muelle con velocidad cero. Al llegar a la altura del muelle, ambos remolcadores empezarán a empujar la barcaza hacia el este hasta posicionar la barcaza en el amarradero correspondiente.

En la posición final, se pasarán los cabos de amarre al muelle para asegurar la barcaza, quedando amarrada con 2 largos, 2 traveses, y 2 esprines en proa y popa.

Asegurada la barcaza al muelle, ordenará “parar de empujar” a los remolcadores y posteriormente “largar cabos” al remolcador N°1 para que proceda a su base. El remolcador N°2 permanecerá con la barcaza durante la descarga firme a la banda donde se encuentra amarrado.

Finalmente, el Práctico retornará al muelle con las actas de maniobra debidamente firmadas y selladas por el Capitán del convoy y reportará el término de la maniobra al Puesto de Control de Salaverry.

### **Procedimiento de Maniobra de desatraque de barcaza al muelle**

El Práctico, a la indicación del jefe del Terminal, llamará a los remolcadores y lancha de apoyo por radio, efectuará prueba de comunicaciones en el canal de operaciones establecido, y abordará el remolcador N°2 para el inicio de la maniobra de desamarre.



Recibirá y asegurará el cabo de proa del remolcador N°1 en la popa de estribor de la barcaza y ordenará cambiar de posición al remolcador N°2, el cual permaneció amarrado en proa estribor de la barcaza durante la descarga, hacia la proa de esta, donde hará firme el cabo de remolque, de acuerdo con la figura N°55.

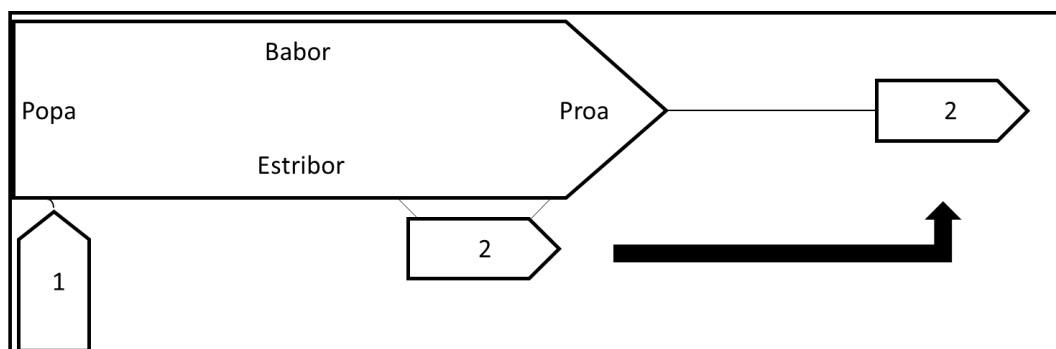


Fig. 68: Maniobra de desamarre de la barcaza de guano

Posteriormente ordenará al remolcador N°1 que se pegue a la barcaza mientras el remolcador N°2 tiembla el cabo de remolque, durante este movimiento, se largan los cabos del centro (traveses y esprines) y se dejan en "simple" los cabos de proa y popa.

Al temblar el cabo de remolque del remolcador N°2, se largan los últimos cabos de amarre al muelle y se le ordena al remolcador N°1 que se separe de la barcaza y empiece a jalar para separar la popa del muelle. Una vez que la barcaza quede libre del muelle, se le ordena al remolcador N°2 que empiece a propulsar con rumbo al centro de las boyas verde y roja. El remolcador N°1 acompañará la maniobra hasta la altura de las boyas, donde se ordenará al remolcador N°1 que largue su cabo y proceda a su base.

Pasadas las boyas, la barcaza enrumbará por el canal hacia la boya de separación del tráfico naviero dejando la misma por estribor y cambiando al rumbo final de salida.

En este momento el practico entregará el mando del convoy al Capitán del remolcador N°2 y desembarcará por la banda de babor a la lancha de apoyo, a bordo de la cual procederá a tierra, reportando el término de la maniobra al Puesto de Control de Salaverry.

MAN 2018/001/001  
RENTAS MARITIMAS  
CORPORACION S.A.  
47810035



#### **g. Análisis de Calados Máximos:**

Un punto importante para las naves que amarran a los terminales y puertos es el análisis del calado máximo que puedan tener para operar con seguridad dentro de estos espacios

Por esto es importante el tener un claro conocimiento de la distancia de seguridad bajo la quilla de la nave en las áreas correspondientes al canal de aproximación al terminal, así como en el terminal y especialmente en el área del amarradero.

La distancia de seguridad bajo la quilla se define como la distancia entre el casco de la nave y el lecho marino, y depende de una serie de factores, relacionados con el buque, niveles del mar y caracterización del fondo marino en el área en estudio.

El conocer el resguardo bajo la quilla es también importante de manera de poder determinar como la velocidad de la corriente afecta la maniobrabilidad de la nave, pues a menor espacio entre la quilla del buque y el fondo marino del amarradero, la velocidad de la corriente aumenta y afecta la capacidad de maniobra de la nave.

En el caso de las corrientes, las fuerzas se vuelven significativas cuando el espacio libre bajo la quilla (UKC) es pequeño en relación con el calado. En esta situación, y cuando la corriente viene por través, el buque actúa como una obstrucción mayor en cuyo caso la corriente, o bien deberá escapar alrededor de la proa y la popa, o acelerarse debajo de la quilla.

Para poder determinar la distancia de seguridad bajo la quilla es necesario conocer el nivel del mar, la altura de ola y todas aquellas condiciones que pudieran afectar el calado del buque, ya sea por variación del nivel de agua a una hora específica o por el efecto de cabeceo y balance de la nave que se genera por efectos de una ola, todo esto relacionado con la distancia del casco hasta el fondo marino del área.

De acuerdo con la batimetría presentada en el presente estudio de maniobras el área del terminal cuenta con profundidades que varían entre los 10.5 y 12 metros de profundidad aproximadamente dependiendo del amarradero y de la fecha de la realización del último dragado.



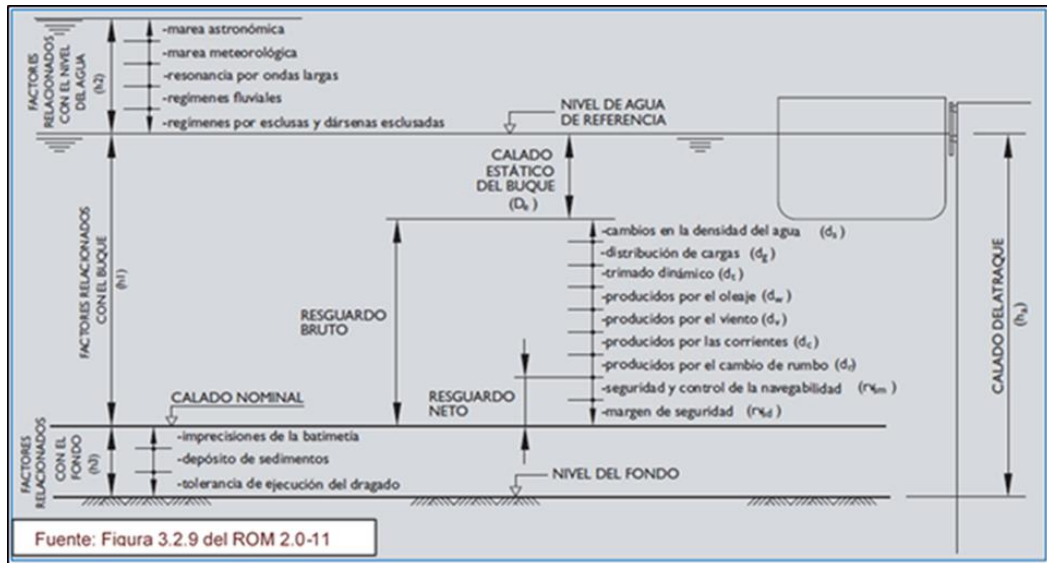


Fig. 69: Análisis de calados

Para efecto de calcular la profundidad de seguridad en el terminal vamos a utilizar el método indicado en la ROM 3.1-99, determinado el resguardo bruto y los factores relacionados con el fondo.

#### Factores relacionados con el fondo:

Para los factores relacionados con el fondo (H3), se considera al terminal de Salaverry como una instalación protegida que, si bien se encuentra abierta al mar por el norte, se encuentra protegida de la dirección de aproximación de las olas y de la corriente por el rompeolas y los molones, por lo que se le considera 0.20 m.

#### Calado Estático:

El calado Estático de las naves es el indicado en el cuadro de características del naves que operan en el terminal presentado en los capítulos precedentes.

#### Cálculos relacionados al Resguardo Bruto:

##### Cambios en la densidad del agua ( $d_s$ ):

No es aplicable pues no hay variación de la densidad del agua.  
Se considera 0 para efectos del cálculo.

JUAN JOSÉ GARCÍA GARCÍA  
INGENIERO EN SISTEMAS DE INGENIERÍA  
42800000

Sobre calado por distribución de cargas:

Según el ROM 3.1 – 99 (7.2.3.3), 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 (para mercantes a plena carga en un máximo de 0,0025  $L_{pp}$  (eslora entre perpendiculares); para grandes petroleros o graneleros pueden reducirse a 0,0015  $L_{pp}$  y para otro tipo de buques pueden cifrarse en 0,0020  $L_{pp}$ .

Trimado dinámico o “squat” ( $d_t$ )

Incremento adicional de calado de un buque ( $d_t$ ) en relación con el nivel estático del agua, producido por el movimiento del barco a una velocidad determinada.

De acuerdo con lo indicado en la ROM 3.1 – 99, que a la letra dice “Para la navegación que se efectúe en la fase final de las maniobras de aproximación y atraque, o al comienzo de las salidas, en las que la velocidad es inferior a 1 m/s (2 nudos) y suele efectuarse con ayuda de remolcadores, puede considerarse que el efecto del squat es despreciable.” Consideramos el efecto del squat “0”.

Movimiento del buque producidos por el oleaje ( $d_w$ ):

Este sobre calado es la consecuencia de los movimientos verticales del buque (altea, cabeceo y balance) producidos por la acción del oleaje, según la siguiente tabla de las ROM 3.1 – 99 (7.2.3.5), podemos observar

| TABLA 7.1. MOVIMIENTOS VERTICALES DEL BUQUE DEBIDOS A LA ACCION DEL OLAJE |                      |      |      |      |      |      |      |      |
|---|----------------------|------|------|------|------|------|------|------|
| Eslora del buque ( $L_{pp}$ en m)   | Altura de la ola (m) |      |      |      |      |      |      |      |
|   | 0,50                 | 1,00 | 1,50 | 2,00 | 2,50 | 3,00 | 3,50 | 4,00 |
| 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 |

Fuente: TABLA 7.1 ROM 3.1-99

Fig. 70: Tabla de cálculo movimientos verticales del buque debido al accionar de las olas.

Para la nave de máxima eslora con olas de 0.5 metros el desplazamiento vertical sería 0 y con olas de 1 metro 0.03 metros.

#### Escora del buque por la acción del viento ( $d_v$ )

La actuación del viento sobre el buque produce movimientos de escora que dan lugar a sobre calados 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.

En el caso del presente estudio, el efecto es mínimo en el muelle.

#### Escoras del buque por la acción de la corriente ( $d_c$ )

Para buques amarrados la resultante de la acción de la corriente será equilibrada por los tiros de las amarras o las reacciones de las defensas en el terminal de Salaverry la acción de la corriente es mínima en el área del terminal, no afectando el amarre de la nave.

#### Escoras del buque por cambios de rumbo ( $d_r$ )

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

#### Resguardo para seguridad y control de maniobrabilidad del buque ( $r_{vsm}$ )

El resguardo para seguridad y control de la maniobrabilidad del buque 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 del ROM 3.1-99 (7.2.3.10)

#### Margen de seguridad ( $r_{vsd}$ )

El margen de seguridad 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 del ROM 3.1-99 (7.2.3.10).



|  | $rV_{sm}$ | $rV_{sd}$ | $rV_{sm} + rV_{sd}$ |
|--|-----------|-----------|---------------------|
| <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              |

Fuente: TABLA 7.2 ROM 3.1-99

Fig. 71: Tabla de espacio bajo la quilla para naves de gran desplazamiento.

Para efecto del terminal de Salaverry se considera Buque parado sobre fondo limoso o arenoso,  $rV_{sm}$  igual a 0 y  $rV_{sd}$  igual a 0.30 m.

### PROFUNDIDAD MINIMA REQUERIDA EN ÁREA DE MANIOBRA

Para determinar la cota más baja que puede alcanzar el buque, se efectúa la siguiente valoración

Determinación en la crujía del buque:  $H1 = De + ds + dg + dt + 0.7 dw + rV_{sm} + rV_{sd}$

Determinación en las bandas de babor o estribor de la nave:

$H1 = De + ds + dg + dt + dw + dv + dc + dr + 0.7 rV_{sm} + rV_{sd}$ .

Tomándose de las dos la más desfavorable.





Para la nave de mayor tamaño:

| Determinacion en la crujía del buque |      |        | Determinacion en la banda del buque |     |        |
|--------------------------------------|------|--------|-------------------------------------|-----|--------|
|                                      |      |        | Calculo de profundidad de Seguridad |     |        |
| Calculo de profundidad de Seguridad  |      |        | De                                  |     | 11.4   |
| De                                   |      | 11.4   | ds                                  |     | 0      |
| ds                                   |      | 0      | dg                                  |     | 0.378  |
| dg                                   |      | 0.378  | dt                                  |     | 0      |
| dt                                   |      | 0      | dw                                  |     | 0.05   |
| dw                                   | 0.05 | 0.035  | dc                                  |     | 0      |
|                                      |      | 0      | dv                                  |     | 0      |
| rvsm                                 |      | 0      | rvsm                                |     | 0      |
| rvsd                                 |      | 0.6    | rvsd                                | 0.6 | 0.42   |
|                                      |      | 12.413 |                                     |     | 12.248 |
| H3                                   |      | 0.3    | H3                                  |     | 0.3    |
| Prof Seguridad                       |      | 12.713 | Prof Seguridad                      |     | 12.548 |

**Cuadro N°22 Calculo profundidad de seguridad nave mayor tamaño.**

Para nave de tamaño mediano:

| Determinacion en la crujía del buque |      |        | Determinacion en la banda del buque |     |        |
|--------------------------------------|------|--------|-------------------------------------|-----|--------|
|                                      |      |        | Calculo de profundidad de Seguridad |     |        |
| Calculo de profundidad de Seguridad  |      |        | De                                  |     | 10.5   |
| De                                   |      | 10.5   | ds                                  |     | 0      |
| ds                                   |      | 0      | dg                                  |     | 0.344  |
| dg                                   |      | 0.344  | dt                                  |     | 0      |
| dt                                   |      | 0      | dw                                  |     | 0.09   |
| dw                                   | 0.09 | 0.063  | dc                                  |     | 0      |
| rvsm                                 |      | 0      | dv                                  |     | 0      |
| rvsd                                 |      | 0.6    | rvsm                                |     | 0      |
|                                      |      | 11.507 | rvsd                                | 0.6 | 0.42   |
|                                      |      |        |                                     |     | 11.354 |
| H3                                   |      | 0.3    | H3                                  |     | 0.3    |
| Prof Seguridad                       |      | 11.807 | Prof Seguridad                      |     | 11.654 |

**Cuadro N°23 Calculo profundidad de seguridad nave tamaño intermedio.**



Para nave de menor tamaño:

|                                      |      |       | Determinacion en la banda del buque |       |
|--------------------------------------|------|-------|-------------------------------------|-------|
|                                      |      |       | Calculo de profundidad de Seguridad |       |
| Determinacion en la crujía del buque |      |       | De                                  | 7     |
| Calculo de profundidad de Seguridad  |      |       | ds                                  | 0     |
| De                                   |      | 7     | dg                                  | 0.228 |
| ds                                   |      | 0     | dt                                  | 0     |
| dg                                   |      | 0.228 | dw                                  | 0.09  |
| dt                                   |      | 0     | dc                                  | 0     |
| dw                                   | 0.09 | 0.063 | dv                                  | 0     |
| rvsm                                 |      | 0     | rvsm                                | 0     |
| rvsd                                 |      | 0.6   | rvsd                                | 0.6   |
|                                      |      | 7.891 |                                     | 7.738 |
| H3                                   |      | 0.3   | H3                                  | 0.3   |
| Prof Seguridad                       |      | 8.191 | Prof Seguridad                      | 8.038 |

**Cuadro N°24 Calculo profundidad de seguridad nave menor tamaño.**

De lo anteriormente calculado se ha determinado las profundidades de seguridad en los amarraderos para las naves tipo consideradas para operar en el terminal de Salaverry, de acuerdo con siguiente cuadro:

| CALCULO UKC / PROFUNDIDAD DE SEGURIDAD |        |           |
|--|--------|-----------|
| NAVE                                   | CALADO | PROF SEG. |
| MAYOR                                  | 11.4   | 1.31      |
| MEDIA                                  | 10.5   | 1.30      |
| MENOR                                  | 7.6    | 1.19      |

**Cuadro N°25: Calculo UKC.**

Se tendrá en consideración las profundidades de seguridad calculadas para efectos de calcular el ingreso a los amarraderos del terminal, tomando en consideración la altura de la marea tanto en pleamar como en bajamar. Se tendrá especial cuidado en la programación de las maniobras en considerar las bajamares mínimas pues estas restringen el calado máximo de ingreso de las naves.

JUN 2018  
 DIRECCIÓN GENERAL DE  
 OPERACIONES DE PUERTO  
 42800035

## **2.4 DESCRIPCION DE LAS CONDICIONES QUE AFECTEN LAS MANIOBRAS DE LAS NAVES.**

Los resultados de los estudios realizados para el terminal portuario de Salaverry han identificado ciertos límites operacionales basados en las condiciones océano meteorológicas predominantes en el área.

Estos límites ocasionados por las condiciones del medio en el que se desenvuelve la nave ocasionan de esta una respuesta en su capacidad de maniobra, esta respuesta tiene un nivel que permite operar con seguridad a la nave dentro de las instalaciones del terminal.

Las fuerzas que afectan principalmente a las naves en el terminal y que permiten definir el grado de seguridad con que la nave opera se encuentran plenamente identificadas y son principalmente las fuerzas del viento, el efecto de las olas, la corriente, la calidad del fondo marino para el caso que se requiera fondear y el nivel de las mareas.

Todos estos factores pueden afectar de alguna manera las maniobras de ingreso, permanencia o salida de una nave en el terminal portuario multipropósito de Salaverry.

Gran parte de estas fuerzas que afectan a la nave durante las maniobras en el terminal son variables en función de múltiples condiciones, y a la vez dependen también de la acción del personal de la nave quien puede tomar las acciones más adecuadas para contrarrestar el efecto de las fuerzas naturales que afectan la maniobra de la nave.

Adicionalmente el modo cómo se comporta una nave cuando navega o maniobra depende también de numerosos factores propios de la nave como son: sus medios de propulsión, sistema de gobierno, estado de la carena, disposición de las superestructuras de su obra muerta, su calado, trimado o asiento, condiciones de carga, limitadas dimensiones de la masa de agua en que se mueve, o la actuación de remolcadores

Esta combinación de fuerzas afectando la nave y de reacciones por parte de la nave y de quien las tripula es la base fundamental del concepto de la no existencia de dos maniobras iguales.

Cada maniobra depende de la interacción de los elementos de la naturaleza y de la reacción que la nave y su tripulación tenga sobre esta.



El comportamiento de una nave puede diferir mucho entre una y otra embarcación, pero siempre hay principios básicos de maniobra que aplican a todos en general. Para poder apreciar con cierta exactitud el movimiento que adquirirá una nave es indispensable conocer la naturaleza y magnitudes de las fuerzas que actúan sobre la misma.

Las fuerzas que influyen o pueden influir en el movimiento de una embarcación son múltiples: las aplicadas en la propulsión, timón, ancla y cabos de amarre, las producidas por la actuación de remolcadores y hélices de maniobras, las debidas al viento, corrientes y olas, las generadas por la succión de la orilla o la interacción entre embarcaciones, etc.

Algunas de estas fuerzas son propias de la nave o de las embarcaciones que auxilian a la maniobra; el Capitán o Práctico las puede dominar a su voluntad, y según como las use, les sacará o no el máximo de rendimiento. Otras son fuerzas ocasionadas por la naturaleza y escapan al control del conductor de la nave, pero pueden y deben ser utilizadas por éste para llevar a buen fin la maniobra.

En el presente estudio se analizarán los factores que intervienen en las maniobras de las embarcaciones usan el Terminal Portuario de Salaverry, de conformidad con los criterios y lineamientos establecidos por la Autoridad Marítima Nacional.

A continuación, enumeraremos las principales condiciones que afectan la maniobra de la nave, ya sean estas del medio ambiente o generadas por la interacción del hombre.

### **OCUPACIÓN DE ÁREAS MARÍTIMAS CERCANAS**

Frente al TP de Salaverry, en Mv 320°, existen áreas marítimas ocupadas las que deben ser tomadas en consideración para las maniobras de ingreso y salida de las naves.

En efecto, a 220 metros de distancia de los muelles se encuentra un primer grupo de embarcaciones pesqueras artesanales, algunas de ellas fuera de su fondeadero asignado. Más al norte a 770 metros de distancia en Mv = 330° se ubica un segundo grupo de embarcaciones pesqueras industriales que toman fondo fuera del área asignada para buscar una profundidad de seguridad, ya que el constante arenamiento ha reducido la profundidad a 3 metros y menos en el fondeadero que tienen asignado.



Finalmente, se tiene el Terminal Multiboyas para buques tanque operado por Consorcio Terminales.



Fig. 72: Ocupación de áreas marítimas cercanas.

## **INTERACCIÓN ENTRE CONDICIONES DEL MEDIO AMBIENTE MARÍNO Y LA MANIOBRABILIDAD DE LAS NAVES**

### Efecto del viento:

El viento afecta la maniobrabilidad del buque, dependiendo de diversos factores:

- Área del buque resistente al viento (de frente y lateral);
- Velocidad del viento;
- Dirección del viento.

El viento deforma la curva evolutiva de la nave y la deformación que ocasiona depende enteramente de la fuerza y dirección de este con respecto al rumbo inicial del buque antes de que este inicie la caída para el caso de la maniobra.

Cualquier buque navegando a una velocidad dada, al caer con timón hacia una banda, recorre una trayectoria curva casi circular denominada curva de evolución, actuando en ese momento sobre la nave TRES (03) fuerzas componentes: el empuje longitudinal debido a la propulsión de la nave, la





fuerza lateral debido al ángulo de caída del timón y la resistencia a la marcha.

Por este motivo es importante considerar el apoyo de todos los medios disponibles cuando las naves se encuentren operando cerca de los límites de viento especificados en el presente estudio de maniobra.

La acción del viento uniforme se esquematiza en el siguiente gráfico en la cual 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 CG, por lo que el sistema de fuerzas referido a este punto puede descomponerse en los siguientes efectos parciales:

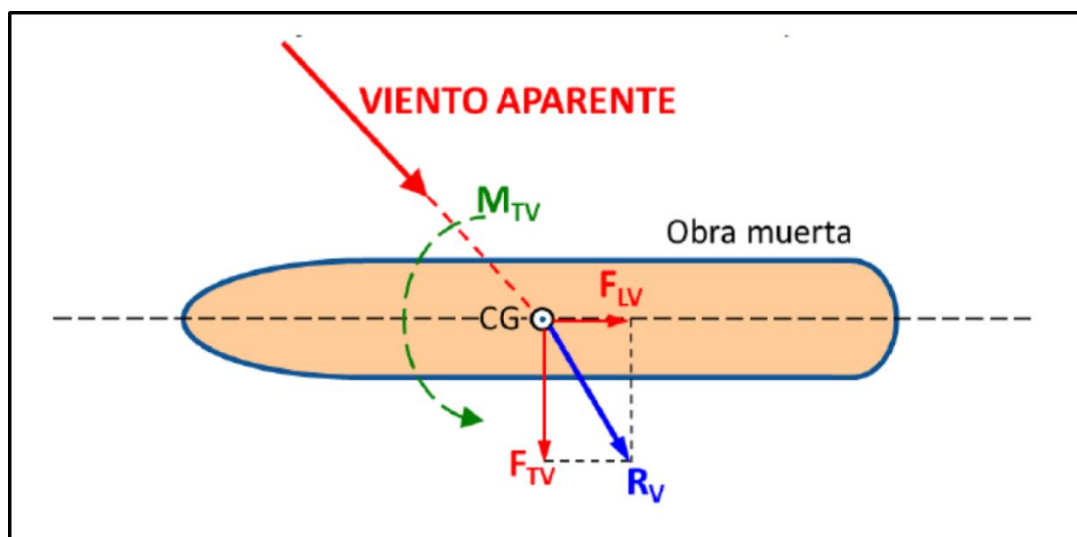


Fig. 73: Efecto del viento aparente

Donde:

- **FLV** = Es el componente de la Fuerza del Viento en el sentido longitudinal, el cual tiende a hacer avanzar o retroceder al buque, según cual sea el ángulo de incidencia del viento.
- **FTV** = Es el componente de la Fuerza del Viento en el sentido transversal del buque el cual tiende a desplazar al buque con un movimiento de deriva.
- **MTV** = Es el Momento Resultante el cual trata de hacer evolucionar al buque girándolo en el sentido correspondiente sobre un eje vertical (virar o guñar).
- **RV** = Es la fuerza resultante horizontal sobre la obra muerta del buque.



Para las velocidades del viento promedio en la Bahía de Salaverry, no se anticipan problemas concernientes a la navegación.

Efecto de la corriente:

Las corrientes generan una fuerza sobre el casco del buque. Las corrientes provenientes del costado del buque empujan al mismo fuera de su derrota, lo cual hace que éste navegue bajo un ángulo de deriva para que mantenga la ruta. En algunos puertos hay una gran velocidad de corriente al frente de la bocana, lo cual fuerza a los buques a aproximarse al puerto con una velocidad relativamente alta con el fin de mantener su rumbo.

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 el siguiente gráfico, en la 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:

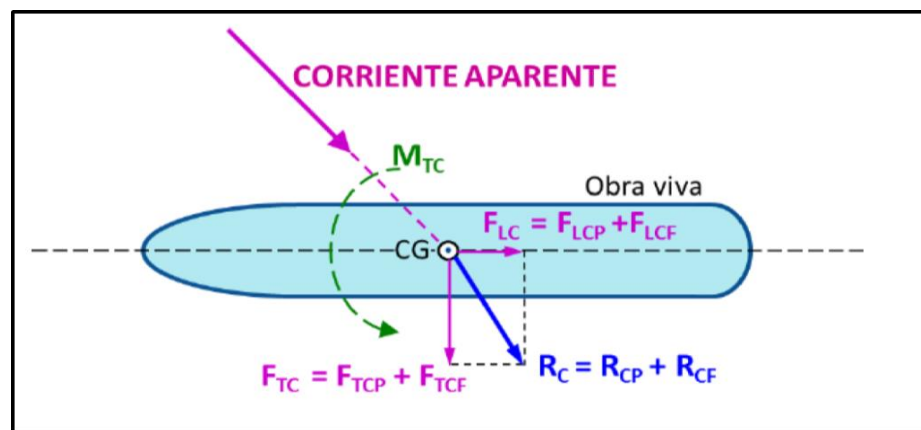


Fig. 74: Efecto de la corriente aparente.

Donde:

- **FLC** = Es el componente de la Fuerza de la Corriente en el sentido longitudinal del buque, suma de las acciones producidas por la presión y por la fricción respectivamente ( $FLCP + FLCF$ ).
- **FTC** = Es el componente de la Fuerza de la Corriente en el sentido transversal del buque, suma de las acciones producidas por la presión y por la fricción respectivamente ( $FTCP + FTCF$ ).



- **MTC** = Es el Momento resultante debido a la excentricidad de las fuerzas de presión en relación con el centro de gravedad del buque.

Para las velocidades de corrientes promedio en puerto Salaverry, no se anticipan problemas relacionados con la navegación.

#### Efectos del oleaje:

Los efectos del oleaje sobre la nave varían de acuerdo la procedencia de estas, las olas de mar de fondo ocasionan movimiento sin desplazamiento. Las olas de costa alteran la orientación de la proa de la nave en buques pequeños, y en buques grandes sin asiento significativo tiende a atravesarlos.

Para efecto de buques amarrados al terminal el efecto de las olas es importante pues crea un movimiento armónico que produce un trabajo significativo de las líneas de amarre.

La acción del oleaje puede simplificarse con el esquema recogido en el siguiente gráfico, en la que 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:

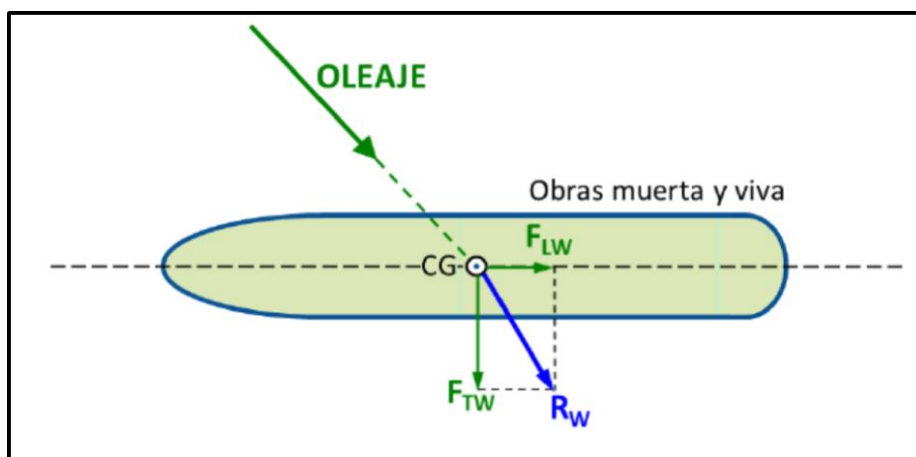


Fig. 75: Efecto del oleaje.

Donde:

- **FLW** = Es el componente de la Fuerza del Oleaje en el sentido longitudinal, que tiende a hacer avanzar o retro ceder el buque según cual sea el ángulo de incidencia del oleaje.

- **FTW** = Es el componente de la Fuerza del Oleaje en el sentido transversal del buque, que tiende a desplazar al buque 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 sobre calados del buque y las profundidades de agua necesarias para una navegación en condiciones de seguridad.

Las olas ocasionan problemas para la navegación cuando los remolcadores no pueden engancharse al buque. Este es el caso cuando el  $H_s$  supera los 2 m y el  $T_p=6s - 7s$ . En el caso del área del Terminal Portuario de Salaverry, el  $H_s$  es inferior a los 2 m durante casi todo el año y los períodos de olas son mucho más largos de 7s. De modo que, desde la perspectiva de la navegación, no habrá problema alguno relacionado con las olas en el área, salvo durante los periodos de oleajes anómalos. En la situación prevista, los remolcadores se engancharán con el buque durante la fase de aproximación. Adicionando que es usual que durante la presencia de oleajes anómalos el puerto se encuentre cerrado para las operaciones.

#### Efecto de aguas someras:

Cuando la nave maniobra en aguas poco profundas, las características de las olas varían, la ola formada en estas aguas tiene una mayor longitud de onda que la formada en aguas profundas. La resistencia del buque aumenta más rápidamente en cuanto lo hace la velocidad.

En términos de maniobrabilidad, referidos a parámetros de evolución, se detectarán los siguientes efectos:

- El diámetro de la curva de evolución de la nave aumenta, se experimenta un aumento en el avance para disminuir el ángulo de la deriva.
- En paradas de emergencia aumenta la distancia a la cual la nave se detiene y por lo tanto los tiempos necesarios para detener la nave, aproximadamente en un 25 por ciento.
- Los cambios en el asiento de la nave debido al efecto squat, modifican la curva de evolución.



En términos de maniobrabilidad, referidos a los parámetros de gobierno, se detectan los siguientes efectos:

- Se requieren mayores ángulos de timón para lograr los mismos efectos de gobierno de la nave.
- Mantener la velocidad equivale a una mayor inestabilidad, aumento de guiñadas y posible pérdida de gobierno.
- El aumento de la velocidad de la nave ocasiona un incremento de la interacción, genera mayores olas en la popa, aumenta la turbulencia y modifica las líneas de agua que atacan la pala del timón.

#### Calado y Asiento de la Nave:

Las diferencias de calado del buque afectan las condiciones de maniobra, teniendo los buques cargados una curva evolutiva de mayores dimensiones que cuando se encuentran en lastre.

El asiento de la nave tiene así mismo un efecto apreciable en la evolución de la nave, aumentando considerablemente el diámetro táctico cuando la nave se encuentra sentada hacia popa, y reduciéndose cuando el barco este encabuzado, el efecto del asiento es el desplazamiento del punto de giro hacia el extremo que tiene mayor calado.

#### Rabeo – Desplazamiento de la Popa en evoluciones:

Cuando se maniobra en proximidades de obstáculos, bajos fondos u otras naves, resulta muy importante considerar el movimiento de rabeo de la popa de la nave el cual consiste en que la popa de la nave barre el agua tanto más hacia afuera de la curva de giro cuando más reducido sea el valor del diámetro táctico medido en número de esloras.

#### Efectos ocasionados por disminución de la visibilidad

El reglamento para evitar colisión y abordajes, entre otras exigencias obliga a los buques disminuir su velocidad en tiempo de niebla y el hecho de contar con radar no exime a los buques de esta obligación. Esta precaución cuyo objeto principal es evitar colisiones, se aplica también al caso de una posible embestida contra la costa.





Sin embargo, hay otro punto que es necesario tomar en cuenta cuando se navega próximo a la costa y es que, si se navega a toda fuerza, en determinadas circunstancias, puede constituir una razón para conservar una velocidad que en otro caso no estaría justificada.

Desde que la niebla aparece, los faros y puntas notables, dejan de verse juntamente con la costa y, en parajes desprovistos de estaciones de radiofaros y señales sonoras, no se puede contar con más auxilio que la estima, los aparatos de sondar y el radar, con los cuales todo buque puede navegar con relativa seguridad y obtener posiciones más o menos aproximadas.

Si la niebla es baja, debe tratarse de ubicarse el cerro Carretas, una marcación y sonda simultánea darán una posición suficientemente aproximada. En otras circunstancias, es posible estimar la posición del buque por medio de líneas de sondas, obteniéndose a intervalos regulares, con anotación de la hora y calidad del fondo.

#### Efecto ocasionado por efecto del material del fondo marino

El ecosonda y demás elementos para sondar deben llevarse en funcionamiento, de modo que cuando se necesite tomar una sonda, ésta se realice con rapidez y sin tropiezos, más aún por la reducida profundidad de la zona de maniobra en constante arenamiento.

Si el buque queda encallado hacia delante o a los lados (situación muy improbable), no se esperan mayores daños en el casco debido al material generalmente blando del fondo formado por arena. Si el buque queda encallado hacia atrás, el timón del buque probablemente se dañe.

#### Efecto ocasionado por la cercanía entre muelles:

Para efectos de la maniobra en el terminal de Salaverry deberá tenerse especial precaución sobre la presencia de otras naves que se encuentren amarradas al muelle contiguo, especialmente las posicionadas en los amarraderos interiores, ya que la separación entre ambos muelles es de aproximadamente noventa y siete (97) metros, la cual origina que se deba tener especial cuidado cuando se asignan naves a los amarraderos interiores.





Fig. 76: Efecto de cercanía de muelles.

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

### a. Servicio de Remolque:

La determinación de las necesidades de remolcadores para el apoyo a una maniobra depende de varios factores:

Características del área donde se va a realizar las maniobras.

Tipos de buque a maniobrar en el terminal y condiciones de maniobrabilidad.

Tipo de maniobra a realizar.

Cantidad de remolcadores disponibles.

Regulaciones locales sobre el uso de los remolcadores.

En el presente estudio se ha identificado que el Terminal Portuario Multipropósito de Salaverry deberá contar con remolcadores azimutales con la capacidad de tracción de tiro necesaria para apoyar las maniobras de amarre y desamarre de las naves en el terminal, en todas las condiciones meteorológicas y oceanográficas que se les requiera mientras las operaciones en el terminal se encuentren autorizadas por la autoridad marítima (puerto abierto), de manera de mantener las máximas condiciones de seguridad en las maniobras y contar con operaciones en espacios reducidos..

Adicionalmente a la capacidad de tracción de tiro (bollard pull) requerido por los remolcadores para operar con los distintos tipos de nave que arriban al terminal en las diferentes condiciones de mar, requerimiento que se calcula en el punto 2.7 del presente estudio, es necesario indicar

478/2025

que los remolcadores deben de contar con capacidades adicionales, que les permitan la operación segura considerando las características especiales del terminal.

Como se ha mencionado en párrafos precedentes la distancia que separa los muelles del terminal es de aproximadamente noventa y siete (97) metros lo que ocasiona que cuando uno de los amarraderos interiores se encuentra ocupado, el espacio de maniobra remanente entre muelles para la operación segura de los remolcadores se ve limitado, por este motivo es importante que ciertas características de los remolcadores sean tales que les permita maniobrar y operar en espacios reducidos afectando lo mínimo posible la tracción de tiro del remolcador, y de esta manera manteniendo la seguridad en la maniobra.

Para este fin es necesario que los remolcadores que operen en las instalaciones del terminal cuenten con el sistema de propulsión azimutal a popa (Azimuth Stern Drive), el cual les permite operar en espacios cortos asegurando las maniobrabilidad necesaria.

En la actualidad se han desarrollado un tipo de remolcadores denominados SDM (Ship Docking Modules), cuyas características especiales los hacen ideales para la operación en este tipo de muelles espigón con espacios reducidos. Entre otras, estas características son las siguientes:

Esloras de mínima longitud, fondo plano y forma elíptica, amplía manga en comparación con los tamaños promedios de los remolcadores comunes, dos (02) thrusters azimutales y dos (02) quillas. Los thrusters se encuentran dispuestos uno a cada lado de la quilla de la nave, pero dispuestas uno hacia proa y el otro hacia popa, esta disposición permite brindar el máximo bollard pull en todas direcciones, colocarse en posición rápidamente, aumento de la performance y especialmente otorga la facilidad de operar en espacios confinados y aguas poco profundas. Ese tipo de remolcadores recomendados en la publicación TUG USE IN PORT son ideales para operar en este tipo de muelles de espacios reducidos, de no contarse con este tipo de remolcadores es necesario para garantizar la seguridad de las maniobras, que los remolcadores que operen en el terminal sean de características tales que les permita operar libremente en forma longitudinal entre muelles durante las maniobras de



amarre y desamarre, lo que permite que el remolcador opere al máximo de su capacidad de bollard pull, brindando la máxima eficiencia a la maniobra.

El espacio entre muelles del terminal es de noventa y siete (97) metros, por lo que es recomendable que para operar en el terminal se utilicen remolcadores capaces de operar en espacios reducidos tales como el espacio remanente entre los espigones N°1 y N°2 cuando dos buques de tamaño grande ocupen amarraderos contiguos y el remolcador deba operar en forma longitudinal.

En ese sentido TPMS requiere remolcadores azimutales para ingresos y salidas en todos sus amarraderos en todas las condiciones oceanográficas y meteorológicas mientras el puerto se encuentre abierto de manera de asegurar las maniobras de ingreso y salida de este.



Fig. 77: Remolcador tipo

b. Practicaje:

Se entiende por practicaaje al servicio de asesoramiento a los capitanes de los buques que ingresan y salen del terminal, así como las maniobras dentro del área del terminal y en los límites geográficos del área de practicaaje en los términos que establece la ley y las disposiciones y normativas que sean de aplicación.

Este servicio se encuentra bajo control y supervisión de la Dirección General de Capitanías y Guardacostas y es ejercido por profesionales habilitados para desempeñarse como prácticos.

El conocimiento de los prácticos de las áreas de operación de las naves permite velar por la seguridad de la maniobra dentro del área de practicaaje determinada por efecto de la eslora de las naves que van a ingresar al terminal.



Los buques que ingresen al Terminal Portuario de Salaverry deberán usar la asistencia de un práctico. Si la nave contara con más de 200 metros de eslora deberá de usar la asistencia de 2 prácticos.

La ubicación de la estación de abordaje del práctico está especificada en el presente estudio.

c. Lancha pasa cabos y lancha de apoyo:

El terminal ha considerado el uso de por lo menos una embarcación de apoyo a la maniobra de amarre y desamarre de las naves, para el traslado de las líneas de amarre desde el buque al muelle y viceversa en caso sea necesario.



Fig.78: Lancha pasa cabos.

d. Personal de Gavieros:

El terminal contará con personal preparado para la recepción de las espías de las naves que amarran en el terminal y que se encargarán de la recepción y entrega de las espías durante las maniobras.

Este personal estará capacitado en las medidas de seguridad necesarias para apoyar la maniobra de las naves, operarán desde el muelle y a bordo de las lanchas pasacabos.

e. Lancha del practico:

El terminal contará con una lancha para el transporte del practico 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.





## 2.6 **PROCEDIMIENTOS EN CASO DE FALLAS Y EMERGENCIAS.**

### **Falla en el sistema de propulsión:**

Si durante la maniobra de aproximación o amarre se diera el caso de presentarse una falla en el sistema de propulsión de la nave, se mantendrá el rumbo de la nave dentro de las posibilidades, y se asistirá la maniobra con apoyo del o los remolcadores los cuales se pegarán a la nave por ambas bandas para ayudar a mantener el rumbo.

Luego de verificar que no existan obstáculos en el área se procederá a fondear el ancla haciendo trabajar con fuerza la cadena. Finalmente se procederá a informar a la Capitanía de Puerto.

### **Falla en el sistema de gobierno:**

En caso se presente una falla en el sistema de gobierno se procederá inmediatamente a parar máquinas y se ordenará atrás de manera de disminuir la arrancada de la nave, procediéndose a fondear inmediatamente.

Se hará uso de los remolcadores para mantener a la nave libre de cualquier obstáculo que pueda existir o separado de las instalaciones del terminal de ser el caso.

Se colocarán las señales de buque sin gobierno y se dará aviso a la Capitanía de Puerto.

### **Falla en el sistema de generación eléctrica:**

En caso de falla en el sistema de generación eléctrica, la nave quedará sin propulsión, sin gobierno y sin poder operar los sistemas eléctricos y electrónicos, incluyendo comunicaciones, y continuará trasladándose en la misma dirección en la que se encontraba previa a la presentación de la falla, por lo que procederá a fondear las anclas de manera de detener la embarcación y se apoyará con los remolcadores para mantenerse alejado de cualquier obstáculo en el área

### **Maniobra de Emergencia en caso de Hombre al Agua:**

En caso de hombre al agua se detendrá la maniobra y se dispondrá el apoyo de las lanchas y remolcadores para rescatar al personal caído al mar, luego



del rescate y la posterior evacuación del personal afectado se podrá reiniciar con la maniobra de amarre o desamarre correspondiente.

### **Procedimiento en casos de falla y emergencia por rotura del sistema de amarre:**

En caso se produzca rotura de cabos después de la maniobra de amarre, esta novedad será inmediatamente reportada al jefe de la guardia. El cual designará al personal encargado de la preparación de la línea de reemplazo, pudiendo este ser un cabo de otro winche o un cabo de reserva, pasando la espía de repuesto desde un punto de cubierta que le permita contar con una dirección similar a la de los cabos remanentes, presentándolo al personal de seguridad del muelle para el reemplazo de la espía en la bita correspondiente.

### **Procedimientos en caso de falla, emergencia por mal tiempo:**

Las situaciones de emergencia por mal tiempo pueden ser evitadas con una buena coordinación entre el Capitán y el personal encargado de la carga de la nave, y la correcta observación de los pronósticos de condiciones de viento y oleaje.

Cuando la nave se encuentre amarrada y se espere variación de las condiciones del mar y/o del tiempo se efectuará una correcta vigilancia de del sistema de amarre. De haber suficiente tiempo y de acuerdo con la variación de las condiciones se podrá citar al practico y remolcadores para efectuar la maniobra de zarpe de emergencia.

### **Rol de Zarpe de Emergencia**

La nave deberá contar con un rol para zarpe de emergencia, debiendo tener siempre a bordo la dotación mínima necesaria para lanzar el motor propulsor y salir hacia mar afuera.



## **2.7 METODOLOGIA DEL CALCULO PARA LA DETERMINACION DE LA FUERZA DE TRACCION (BOLLARD PULL) REQUERIDO POR LOS REMOLCADORES.**

Con la finalidad de optimizar la seguridad durante las operaciones de amarre y desamarre de las naves a muelles y terminales, los capitanes de naves, así como los prácticos que operan en estos terminales desean poder contar con la mayor cantidad de remolcadores que les permita efectuar las maniobras de amarre y desamarre dentro de las condiciones más seguras.

Este interés ocasiona que la determinación real del requerimiento de remolcadores para maniobrar en un terminal sea de importancia, por lo que las autoridades responsables de emitir la normatividad relacionada al tema requieren contar con el sustento teórico técnico que le permita la correcta aplicación de la normatividad vigente.

Existen diversos métodos para la determinación de la capacidad de tracción (bollard pull) con que deben contar los remolcadores para operar en los distintos terminales, para efectos del presente estudio de maniobra se ha considerado el sustento teórico propuesto por el Capitán Henk Hensen en su Guía Práctica – TUG USE IN PORT.

Esta publicación está reconocida y aceptada por la Organización Marítima Internacional a través de la Circular FAL.6 de fecha 11 diciembre 2013, Ref. T3/3.01, “Lista revisada de las publicaciones existentes pertinentes a las áreas y temas relacionados con la interfaz buque / puerto”, asimismo es mencionada en la resolución de la Dirección de Capitanías y Guardacostas la cual norma la confección de los Estudios de Maniobra.

La necesidad de remolque de una nave en particular depende de diversos factores entre los que destacan los siguientes:

- Tipo de nave y maniobrabilidad
- Condiciones meteorológicas y oceanográficas.
- Características del área en donde se va a desarrollar la maniobra.



- Tipo de maniobra que se va a realizar y la forma de operar de los remolcadores.
- Experiencia del personal que participa en la maniobra.

Para el caso de naves sensibles a la acción de los elementos de la naturaleza (viento, oleaje y corriente), la necesidad de remolque se estima a partir de las últimas fases de la maniobra. (Aproximación, giro y amarre o en el caso de la salida siguiendo el proceso contrario.) momentos en los que se cuantifican las mayores exigencias de tracción de punto fijo.

Durante esta fase la nave se encuentra casi sin velocidad, por lo que el uso de sus propios medios para controlar el efecto inducido por la acción de fuerzas externas es prácticamente nulo y por lo tanto se requiere la ayuda de otras fuerzas que permitan completar la maniobra dentro los requerimientos de seguridad correspondientes.

El procedimiento para el dimensionamiento de los requerimientos de remolque se basa en que las fuerzas aportadas por los remolcadores tengan la capacidad de equilibrar las fuerzas externas, así como la inercia propia de nave o las fuerzas residuales de la misma manteniendo un margen de seguridad adecuado.

Las fuerzas proporcionadas por los remolcadores deberán equilibrar la fuerza resultante de las cargas ejercidas sobre la nave debido a la acción de los vientos, olas y corriente, establecidos como condiciones límite para la maniobra más un coeficiente de seguridad de 1.25.

**Obligatoriedad de uso de remolcadores:**

En concordancia con las regulaciones vigentes, en aguas peruanas toda nave que tenga 500 toneladas de registro bruto o más deberá maniobrar asistida por lo menos por un (01) remolcador.

Las naves que cuentan con uno o más bow o after thruster no se encuentran eximidas del uso de por lo menos un (01) remolcador.

**Reserva de potencia del remolcador:**

Los remolcadores pueden empujar o jalar las naves que maniobran, pero no pueden hacerlo siempre a su potencia máxima, esto debido a diversas razones como podrían ser, el rolido por efecto del viento y corriente, el operar inclinado respecto al plano vertical del casco de la nave, así como



por el trimado de la nave, (diferencia de calados entre la proa y la popa), todo lo cual reduce la efectividad de los remolcadores.

Es por esta razón que la reserva de potencia es un aspecto importante que considerar cuando se calcula el requerimiento de tracción de los remolcadores (bollard pull)

Dependiendo de la situación local, la asistencia de los remolcadores en condiciones de atraque / desatraque, se puede dividir en tres etapas:

**Etapa 1: El buque puede mantener una velocidad razonable.**

El buque todavía puede compensar derivas con máquinas y timón. En esta etapa puede o no ser asistido por remolcadores.

**Etapa 2: Es una etapa intermedia.**

El buque se mueve mucho más lentamente, está entrando a una dársena, debe girar o está próximo al amarradero muelle. En estas condiciones no posee prácticamente gobierno propio, sus máquinas pueden estar detenidas y la influencia de viento y/o corriente se incrementan. La asistencia de los remolcadores es necesaria más frecuentemente y por largos períodos.

**Etapa 3: El atraque del buque.**

El buque está prácticamente “sin movimiento” en el agua. El uso de sus máquinas está severamente restringido y la asistencia de los remolcadores es completa. Esta última fase es la determinante para el cálculo del BP requerido, y en ella es donde el uso de los bow y stern thrusters puede ser tenida en cuenta, dependiendo de su confiabilidad, situaciones locales, regulaciones portuarias, etc., ya que, en ella, estando el buque detenido sobre el agua, su rendimiento es máximo.

**Determinación del requerimiento de bollard pull:**

Para la determinación del requerimiento de bollard pull para los remolcadores que operan en el terminal de Salaverry se han considerado todos las naves tipo que operan actualmente en el terminal.





| <b>CARACTERISTICAS DE LAS NAVES QUE ARRIBAN AL TERMINAL MULTIPROPOSITO DE SALAVERRY</b> |                                   |                                       |                     |                       |
|---|-----------------------------------|---------------------------------------|---------------------|-----------------------|
|   | <b>TAMAÑO GRANDE<br/>MUELLE 1</b> | <b>TAMAÑO GRANDE<br/>MUELLE 1 y 2</b> | <b>TAMAÑO MEDIO</b> | <b>TAMAÑO PEQUEÑO</b> |
| ESLORA  | 261 MTS                           | 199 MTS                               | 179.90 MTS          | 120 MTS               |
| ESLORA ENTRE PP   | 248 MTS                           | 189 MTS                               | 172.0 MTS           | 114 MTS               |
| MANGA   | 38 MTS                            | 29.9 MTS                              | 28.20 MTS           | 20 MTS                |
| CALADO MAXIMO   | 12.8 MTS                          | 11.4 MTS                              | 10.5 MTS            | 7 MTS                 |
| CALADO MINIMO   | 11.5 MTS                          | 10.0 MTS                              | 8.2 MTS             | 5.5 MTS               |
| PUNTAL  | 22.4 MTS                          | 19 MTS                                | 17 MTS              | 14 MTS                |
| DWT   | 55,000 TONS                       | 45,000 TONS                           | 33,677 TONS         | 13500 TONS            |

Cuadro N°26 Naves que operan en el terminal.

Luego de determinar la nave de mayor tamaño que requerirá el mayor bollard pull para operar en el terminal de Salaverry, se determinará los requerimientos de bollard pull para las naves de tamaño medio y de menor tamaño que amarrarán al terminal.

Adicionalmente consideraremos el cálculo del requerimiento de bollard pull para nave de transporte de pasajeros, la cual a pesar de tener condiciones especiales de maniobrabilidad y amarre de acuerdo sus capacidades de maniobra, requiere que remolcadores la acompañen durante la maniobra para ser utilizados en caso de ser necesitados por el práctico.

Para el cálculo del requerimiento de bollard pull de este tipo de nave se ha considerado una nave con las siguientes características:

| <b>CARACTERISTICAS NAVE TIPO CRUCERO DE PASAJEROS</b> |                        |
|---|------------------------|
| <b>CRUCERO DE PASAJEROS</b>                           | <b>CARACTERISTICAS</b> |
| ESLORA  | 330 M                  |
| ESLORA ENTRE PERPENDICULARES                          | 307 M                  |
| MANGA   | 30 MTS                 |
| CALADO MAXIMO   | 8.6 MTS                |
| CALADO MINIMO   | 8.6 MTS                |
| PUNTAL  | 20 MTS                 |
| DWT   | 70000 TONS             |

Cuadro N°27. Características crucero de pasajeros.

Siguiendo el procedimiento de la publicación TUG USE IN PORT para la determinación del bollard pull requerido se determinaron las áreas expuestas para los tipos de buques que ingresan al terminal portuario multipropósito de Salaverry.



## Determinación del área expuesta de las naves a operar en el Terminal Portuario Multipropósito de Salaverry.

Para tal efecto se ha dividido el cálculo de la información para poder efectuar paso a paso este proceso, inicialmente calcularemos las áreas longitudinales y transversales expuestas al efecto del viento y las olas, así como las mismas áreas de la nave, pero sumergidas y sujetas al accionar de la corriente.

Para obtener la información requerida para el cálculo del requerimiento de tracción de tiro para remolcadores es necesario conocer el francobordo de la nave, así como los calados con el buque cargado y con el buque en lastre, lográndose de esta manera determinar el área de la nave que es afectada por cada una de las fuerzas de los elementos de la naturaleza.

Primero determinaremos las áreas expuestas de las naves de mayor tamaño:

| DETERMINACION DEL AREA LONGITUDINAL EXPUESTA Y SUMERGIDA DE LAS NAVES |       |           |                   |         |          |                 |                             |                             |
|---|-------|-----------|-------------------|---------|----------|-----------------|-----------------------------|-----------------------------|
| AREA LONGITUDINAL (X)   |       |           |                   |         |          |                 |                             |                             |
| NOMBRE  |       | CONDICION | TIPO              | EPP*FB  | CASTILLO | AREA SUPERES T. | AREA LATERAL AL VIENTO (m2) | AREA LATERAL SUMERGIDA (m2) |
| GRANDE MUELLE N°1   | 55000 | LASTRE    | PORTACONTENEDORES | 2703.20 | 90       | 450             | 3243.2                      | 2852                        |
|   |       | CARGADO   |                   | 2480.00 | 90       | 450             | 3020                        | 3075.2                      |
| GRANDE MUELLE N° 1 Y N°2  | 45000 | LASTRE    | GRANELERO         | 2042.70 | 80       | 400             | 2522.70                     | 1857.00                     |
|   |       | CARGADO   |                   | 1764.15 | 80       | 400             | 2244.15                     | 2135.55                     |
| INTERMEDIO  | 33677 | LASTRE    | CARGA GRAL.       | 1513.60 | 70       | 400             | 1983.60                     | 1410.40                     |
|   |       | CARGADO   |                   | 1204.00 | 70       | 400             | 1674.00                     | 1720.00                     |
| PEQUEÑO   | 13500 | LASTRE    | CARGA GRAL.       | 969.00  | 50       | 300             | 1319.00                     | 627.00                      |
|   |       | CARGADO   |                   | 798.00  | 50       | 300             | 1148.00                     | 798.00                      |

Cuadro N°28. Área longitudinal de naves.

| DETERMINACION DEL AREA TRANSVERSAL EXPUESTA Y SUMERGIDA DE LAS NAVES |  |           |                   |          |                     |                                |                                |
|--|--|-----------|-------------------|----------|---------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| AREA TRANSVERSAL (Y)   |  |           |                   |          |                     |                                |                                |
| NOMBRE   |  | CONDICION | TIPO              | MANGA*FB | ANCHO*ALT SUPEREST. | AREA TRANSVERSA AL VIENTO (m2) | AREA TRANSVERSA SUMERGIDA (m2) |
| GRANDE MUELLE N°1  |  | LASTRE    | PORTACONTENEDORES | 414.2    | 1136.2              | 1550.4                         | 437                            |
|  |  | CARGADO   |                   | 380      | 1136.2              | 1516.2                         | 471.2                          |
| GRANDE MUELLE N°1 Y N°2  |  | LASTRE    | GRANELERO         | 328.9    | 864.41              | 1193                           | 299                            |
|  |  | CARGADO   |                   | 284.05   | 864.41              | 1148                           | 344                            |
| INTERMEDIO   |  | LASTRE    | CARGA GRAL.       | 248.16   | 394.8               | 643                            | 231                            |
|  |  | CARGADO   |                   | 197.4    | 394.8               | 592                            | 282                            |
| PEQUEÑO  |  | LASTRE    | CARGA GRAL.       | 170      | 216                 | 386                            | 110                            |
|  |  | CARGADO   |                   | 140      | 216                 | 356                            | 140                            |

Cuadro N°29. Área transversal de naves.

Handwritten signature and stamp of a professional, likely a surveyor or engineer, located in the bottom right corner of the page.

## Nave de Pasajeros

| DETERMINACION DEL AREA LONGITUDINAL EXPUESTA Y SUMERGIDA DE LAS NAVES |           |           |         |          |                 |                             |                             |
|---|-----------|-----------|---------|----------|-----------------|-----------------------------|-----------------------------|
| AREA LONGITUDINAL (X)   |           |           |         |          |                 |                             |                             |
| NOMBRE  | CONDICION | TIPO      | EPP*FB  | CASTILLO | AREA SUPERES T. | AREA LATERAL AL VIENTO (m2) | AREA LATERAL SUMERGIDA (m2) |
| CRUCERO DE PASAJEROS  | LASTRE    | PASAJEROS | 2827.20 | 70       | 5127.8          | 8698.00                     | 2640.00                     |
|   | CARGADO   |           | 2827.20 | 70       | 5127.8          | 8698.00                     | 2640.00                     |

Cuadro N°30. Área longitudinal de naves tipo crucero.

| DETERMINACION DEL AREA TRANSVERSAL EXPUESTA Y SUMERGIDA DE LAS NAVES |           |           |           |                     |                                 |                                 |
|--|-----------|-----------|-----------|---------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| AREA TRANSVERSAL (Y)   |           |           |           |                     |                                 |                                 |
| NOMBRE   | CONDICION | TIPO      | MANGA*F B | ANCHO*ALT SUPEREST. | AREA TRANSVERSAL AL VIENTO (m2) | AREA TRANSVERSAL SUMERGIDA (m2) |
| CRUCERO DE PASAJEROS   | LASTRE    | PASAJEROS | 372       | 864.41              | 1206                            | 258                             |
|  | CARGADO   |           | 372       | 864.41              | 1206                            | 258                             |

Cuadro N°31. Área transversal de naves tipo crucero.

### Condiciones medio ambientales en el área del puerto de Salaverry

En el Capítulo I, ítem 1.5 del presente estudio se determinó las condiciones medio ambientales de CALMA, NORMAL y EXTREMA del área donde se encuentra localizado el Terminal Portuario de Salaverry

En el siguiente cuadro presentamos un resumen detallado de dicha información, la cual fue utilizada como base para poder determinar las fuerzas que deben de ser contrarrestadas por el trabajo de los remolcadores, especialmente cuando la nave se encuentra en las fases finales del amarre al terminal situación en la cual no cuenta con sus propios medios de propulsión y timón encontrándose a merced de las fuerzas de los elementos presentes en el área.

| CONDICIONES DE CALMA, NORMAL Y EXTREMAS EN EL PUERTO DE SALAVERRY |              |               |                 |
|---|--------------|---------------|-----------------|
| ESTADOS   | VIENTOS      | OLAS          | CORRIENTES      |
| CALMA   | 0 - 3 N      | 0- 0.2 M      | HASTA 0.1 N     |
| NORMAL  | 4 - 17 N     | 0.3 - 0.9 M   | DE 0.2 A 0.35 N |
| EXTREMA   | MAYOR A 17 N | MAYOR A 1.0 M | MAYOR A 0.35 N  |

Cuadro 32. Condiciones meteorológicas y oceanográficas en el área del terminal.

JUN 2018  
 INGENIERO EN SISTEMAS DE INGENIERIA  
 N° 123456789  
 42810235

Luego de haber determinado la información presentada en los párrafos anteriores y haberla contrastado con la información obtenida en el capítulo I, se procedió a determinar el requerimiento de tracción de los remolcadores tomando cada uno de los elementos (viento, olas, corriente) en forma individual.

**Cálculo del Bollard Pull requerido por los remolcadores de acuerdo a la fuerza del viento durante la maniobra:**

El efecto del viento sobre la nave que se encuentran maniobrando se puede descomponer en dos ejes, el primero es el eje longitudinal, el cual normalmente tiende a empujar la nave hacia proa o popa dependiendo del rumbo que tenga la nave y la dirección del terminal, este eje es regularmente controlado utilizando la propulsión de la nave, pudiendo también ser apoyado con el uso de un remolcador, el segundo eje es el transversal, este requiere el apoyo de remolcadores y la nave puede apoyar mediante el uso del timón, actualmente las embarcaciones también utilizan los bow o rear thrusters, para contrarrestar la fuerzas de los elementos en el componente transversal.

El componente transversal del viento tiene un mayor efecto sobre la nave debido a la mayor área expuesta que esta presenta.

Para efecto del presente estudio de maniobra tomando en consideración las características de las naves que ingresarán al terminal y para cada tipo de nave considerando el tamaño de estas como grande, intermedio y pequeño.

**Cálculo del BP requerido para naves grandes, intermedias y pequeñas.**

| BOLLARD PULL POR LA FUERZA DEL VIENTO                          |              |                |                |                     |                      |           |            |
|--|--------------|----------------|----------------|---------------------|----------------------|-----------|------------|
| NAVE GRANDE PORTACONTENEDORES/MULTIPROPOSITO ESLORA 261 METROS |              |                |                |                     |                      |           |            |
| COEFICIENTE  | VIENTO (M/S) | VIENTO (NUDOS) | V <sup>2</sup> | AREA LATERAL LASTRE | AREA LATERAL CARGADO | BP LASTRE | BP CARGADO |
| CALMA  | 0.5          | 1              | 0.25           | 3243.2              | 3020.0               | 0.1       | 0.1        |
| CALMA  | 1            | 2              | 1              | 3243.2              | 3020.0               | 0.3       | 0.2        |
| CALMA  | 1.5          | 3              | 2.25           | 3243.2              | 3020.0               | 0.6       | 0.5        |
| NORMAL   | 2.5          | 5              | 6.25           | 3243.2              | 3020.0               | 1.6       | 1.5        |
| NORMAL   | 3.5          | 7              | 12.25          | 3243.2              | 3020.0               | 3.2       | 3.0        |
| NORMAL   | 5            | 10             | 25             | 3243.2              | 3020.0               | 6.5       | 6.0        |
| NORMAL   | 6            | 12             | 36             | 3243.2              | 3020.0               | 9.3       | 8.7        |
| NORMAL   | 8.5          | 17             | 72.25          | 3243.2              | 3020.0               | 18.7      | 17.5       |
| EXTREMO  | 9            | 18             | 81             | 3243.2              | 3020.0               | 21.0      | 19.6       |

Cuadro 33. Calculo BP por la fuerza del viento nave grande.



| BOLLARD PULL POR LA FUERZA DEL VIENTO |              |                |                |                     |                      |           |            |
|---------------------------------------|--------------|----------------|----------------|---------------------|----------------------|-----------|------------|
| NAVE GRANDE ESLORA 199 METROS         |              |                |                |                     |                      |           |            |
| COEFICIENTE                           | VIENTO (M/S) | VIENTO (NUDOS) | V <sup>2</sup> | AREA LATERAL LASTRE | AREA LATERAL CARGADO | BP LASTRE | BP CARGADO |
| CALMA                                 | 0.5          | 1              | 0.25           | 2522.7              | 2244.2               | 0.1       | 0.0        |
| CALMA                                 | 1            | 2              | 1              | 2522.7              | 2244.2               | 0.2       | 0.2        |
| CALMA                                 | 1.5          | 3              | 2.25           | 2522.7              | 2244.2               | 0.5       | 0.4        |
| NORMAL                                | 2.5          | 5              | 6.25           | 2522.7              | 2244.2               | 1.3       | 1.1        |
| NORMAL                                | 3.5          | 7              | 12.25          | 2522.7              | 2244.2               | 2.5       | 2.2        |
| NORMAL                                | 5            | 10             | 25             | 2522.7              | 2244.2               | 5.0       | 4.5        |
| NORMAL                                | 6            | 12             | 36             | 2522.7              | 2244.2               | 7.3       | 6.5        |
| NORMAL                                | 8.5          | 17             | 72.25          | 2522.7              | 2244.2               | 14.6      | 13.0       |
| EXTREMO                               | 9            | 18             | 81             | 2522.7              | 2244.2               | 16.3      | 14.5       |

Cuadro 34. Calculo BP por la fuerza del viento nave grande.

| BOLLARD PULL POR LA FUERZA DEL VIENTO |              |                |                |                     |                      |           |            |
|---------------------------------------|--------------|----------------|----------------|---------------------|----------------------|-----------|------------|
| NAVE INTERMEDIA 179.90 METROS         |              |                |                |                     |                      |           |            |
| COEFICIENTE                           | VIENTO (M/S) | VIENTO (NUDOS) | V <sup>2</sup> | AREA LATERAL LASTRE | AREA LATERAL CARGADO | BP LASTRE | BP CARGADO |
| CALMA                                 | 0.5          | 1              | 0.25           | 1983.6              | 1674.0               | 0.0       | 0.0        |
| CALMA                                 | 1            | 2              | 1              | 1983.6              | 1674.0               | 0.2       | 0.1        |
| CALMA                                 | 1.5          | 3              | 2.25           | 1983.6              | 1674.0               | 0.4       | 0.3        |
| NORMAL                                | 2.5          | 5              | 6.25           | 1983.6              | 1674.0               | 1.0       | 0.8        |
| NORMAL                                | 3.5          | 7              | 12.25          | 1983.6              | 1674.0               | 1.9       | 1.6        |
| NORMAL                                | 5            | 10             | 25             | 1983.6              | 1674.0               | 4.0       | 3.3        |
| NORMAL                                | 6            | 12             | 36             | 1983.6              | 1674.0               | 5.7       | 4.8        |
| NORMAL                                | 8.5          | 17             | 72.25          | 1983.6              | 1674.0               | 11.5      | 9.7        |
| EXTREMO                               | 9            | 18             | 81             | 1983.6              | 1674.0               | 12.9      | 10.8       |

Cuadro 35. Calculo BP por la fuerza del viento nave mediana.

| BOLLARD PULL POR LA FUERZA DEL VIENTO |              |                |                |                     |                      |           |            |
|---------------------------------------|--------------|----------------|----------------|---------------------|----------------------|-----------|------------|
| NAVE PEQUEÑA 120 METROS               |              |                |                |                     |                      |           |            |
| COEFICIENTE                           | VIENTO (M/S) | VIENTO (NUDOS) | V <sup>2</sup> | AREA LATERAL LASTRE | AREA LATERAL CARGADO | BP LASTRE | BP CARGADO |
| CALMA                                 | 0.5          | 1              | 0.25           | 1319.0              | 1148.0               | 0.0       | 0.0        |
| CALMA                                 | 1            | 2              | 1              | 1319.0              | 1148.0               | 0.1       | 0.1        |
| CALMA                                 | 1.5          | 3              | 2.25           | 1319.0              | 1148.0               | 0.2       | 0.2        |
| NORMAL                                | 2.5          | 5              | 6.25           | 1319.0              | 1148.0               | 0.7       | 0.6        |
| NORMAL                                | 3.5          | 7              | 12.25          | 1319.0              | 1148.0               | 1.3       | 1.1        |
| NORMAL                                | 5            | 10             | 25             | 1319.0              | 1148.0               | 2.6       | 2.3        |
| NORMAL                                | 6            | 12             | 36             | 1319.0              | 1148.0               | 3.8       | 3.3        |
| NORMAL                                | 8.5          | 17             | 72.25          | 1319.0              | 1148.0               | 7.6       | 6.6        |
| EXTREMO                               | 9            | 18             | 81             | 1319.0              | 1148.0               | 8.5       | 7.4        |

Cuadro 36. Calculo BP por la fuerza del viento nave pequeña.


  
 JUN 2018

**Cálculo del BP requerido por la fuerza del viento para nave tipo crucero de pasajeros**

| BOLLARD PULL POR LA FUERZA DEL VIENTO |              |                |                |                     |                      |           |            |
|---------------------------------------|--------------|----------------|----------------|---------------------|----------------------|-----------|------------|
| NAVE DE PASAJEROS (ESLORA 260 METROS) |              |                |                |                     |                      |           |            |
| COEFICIENTE                           | VIENTO (M/S) | VIENTO (NUDOS) | V <sup>2</sup> | AREA LATERAL LASTRE | AREA LATERAL CARGADO | BP LASTRE | BP CARGADO |
| CALMA                                 | 0.5          | 1              | 0.25           | 8698.0              | 8698.0               | 0.2       | 0.2        |
| CALMA                                 | 1            | 2              | 1              | 8698.0              | 8698.0               | 0.7       | 0.7        |
| CALMA                                 | 1.5          | 3              | 2.25           | 8698.0              | 8698.0               | 1.6       | 1.6        |
| NORMAL                                | 2.5          | 5              | 6.25           | 8698.0              | 8698.0               | 4.3       | 4.3        |
| NORMAL                                | 3.5          | 7              | 12.25          | 8698.0              | 8698.0               | 8.5       | 8.5        |
| NORMAL                                | 5            | 10             | 25             | 8698.0              | 8698.0               | 17.4      | 17.4       |
| NORMAL                                | 6            | 12             | 36             | 8698.0              | 8698.0               | 25.1      | 25.1       |
| NORMAL                                | 8.5          | 17             | 72.25          | 8698.0              | 8698.0               | 50.3      | 50.3       |
| EXTREMO                               | 9            | 18             | 81             | 8698.0              | 8698.0               | 56.4      | 56.4       |

Cuadro 37. Calculo BP por la fuerza del viento nave tipo crucero de pasajeros.

**Cálculo del Bollard Pull requerido por los remolcadores de acuerdo a la fuerza de las olas durante la maniobra:**

Las olas influyen en la maniobra empujando el casco de la nave en sentido transversal y es un efecto constante, inclusive este efecto permanece mientras la nave se encuentra amarrada al terminal.

El efecto ocasionado por el oleaje es la principal razón por la cual se abren y cierran los puertos a la actividad marítima y es un factor determinante para la permanencia de la nave en el terminal.

| CALCULO DEL BOLLARD PULL EN TONELADAS POR LA FUERZA DE OLA |                 |                                    |   |                                |                          |
|--|-----------------|------------------------------------|---|--------------------------------|--------------------------|
| CONDICION  | ALTURA OLA (Hs) | BARCO GRANDE MUELLE N°1 260 METROS | BARCO GRANDE MUELLES N°1 Y N°2 199 METROS | BARCO INTERMEDIO 179.90 METROS | BARCO PEQUEÑO 120 METROS |
| CALMA  | 0.1             | 0.3                                | 0.2                                       | 0.2                            | 0.1                      |
|  | 0.2             | 1.2                                | 0.9                                       | 0.8                            | 0.5                      |
| NORMAL   | 0.3             | 2.6                                | 2.0                                       | 1.8                            | 1.2                      |
|  | 0.4             | 4.7                                | 3.6                                       | 3.2                            | 2.1                      |
|  | 0.5             | 7.3                                | 5.6                                       | 5.0                            | 3.3                      |
|  | 0.8             | 18.7                               | 14.3                                      | 12.9                           | 8.4                      |
|  | 1               | 29.2                               | 22.3                                      | 20.1                           | 13.1                     |
| EXTREMA  | 1.1             | 35.4                               | 27.0                                      | 24.4                           | 15.8                     |

Cuadro 38. Calculo BP por la fuerza de la ola naves que amarran al terminal.





**Cálculo del BP requerido por la fuerza de la ola para nave tipo crucero de pasajeros**

| CALCULO DEL BOLLARD PULL EN TONELADAS POR LA FUERZA DE LA OLA |                 |                        |
|---|-----------------|------------------------|
| BUQUE TIPO CRUCERO PASAJEROS 330 MTS ESLORA                   |                 |                        |
| CONDICIONES   | ALTURA OLA (Hs) | BOLLARD PULL REQUERIDO |
| CALMA   | 0.1             | 0.4                    |
|   | 0.2             | 1.5                    |
| NORMAL  | 0.3             | 3.3                    |
|   | 0.4             | 5.9                    |
|   | 0.5             | 9.2                    |
|   | 0.6             | 13.3                   |
|   | 0.7             | 18.1                   |
|   | 1.7             | 106.8                  |
|   | 0.8             | 23.7                   |
| EXTREMA   | 1               | 37.0                   |
|   | 1.1             | 44.7                   |

Cuadro 39. Calculo BP por la fuerza de la ola para naves tipo crucero de pasajeros.

**Cálculo del Bollard Pull requerido por los remolcadores de acuerdo al efecto de la corriente durante la maniobra:**

El efecto de la fuerza lateral ejercida por la corriente difiere por la forma del casco que tiene cada nave, así como por el calado, el asiento de la nave y el ángulo de ataque también es afectada por el espacio que existe entre la quilla de la nave y el fondo marino (Under the keel clearance (UKC)), efecto que fue explicado en el capítulo anterior y que tiene una gran influencia sobre el casco de la nave.

Para efectos de la corriente es importante tener en consideración el efecto que ejerce la corriente transversal al casco de la nave, ya que el efecto longitudinal es compensado con suficiencia por la propulsión de la nave.

En el siguiente cuadro podemos apreciar los resultados de los cálculos para las naves consideradas para el presente estudio de maniobra.



| CALCULO 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 260 METROS ESLORA</b>               |                |                                  |                |                                |                                 |
| CONDICION   | VELOC. (NUDOS) | VELOC m/s                        | V <sup>2</sup> | CALADO EN LASTRE/CARGADO       | ESLORA ENTRE PERPENDICULARES    |
|   |                |                                  |                | 12.5                           | 248.00                          |
|   |                |                                  |                | 11.8                           |                                 |
|   |                |                                  |                | AREA SUMERGIDA                 | BOLLARD PULL REQUERIDO          |
| CALMA LASTRE  | 0.1            | 0.05                             | 0.0025         | 2852.0                         | 1.3                             |
| CALMA CARGADO                                       | 0.1            | 0.05                             | 0.0025         | 3075.0                         | 1.4                             |
| NORMAL LASTRE                                       | 0.2            | 0.1                              | <b>0.01</b>    | 2852.0                         | <b>5.3</b>                      |
| NORMAL CARGADO                                      | 0.2            | 0.1                              | <b>0.01</b>    | 3075.0                         | 5.7                             |
| NORMAL LASTRE                                       | 0.3            | 0.15                             | <b>0.0225</b>  | 2852.0                         | <b>11.9</b>                     |
| NORMAL CARGADO                                      | 0.3            | 0.15                             | <b>0.0225</b>  | 3075.0                         | 12.8                            |
| NORMAL LASTRE                                       | 0.35           | 0.175                            | 0.030625       | 2852.0                         | 16.2                            |
| NORMAL CARGADO                                      | 0.35           | 0.175                            | 0.030625       | 3075.0                         | 17.4                            |
| EXTREMA LASTRE                                      | 0.4            | 0.2                              | 0.04           | 2852.0                         | 21.1                            |
| EXTREMA CARGADO                                     | 0.4            | 0.2                              | 0.04           | 3075.0                         | 22.8                            |

Cuadro 40. Calculo BP por efecto de la corriente para naves grandes que amarran al terminal.

| CALCULO 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 199 METROS ESLORA</b>               |                |                                  |                |                                |                                 |
| CONDICION   | VELOC. (NUDOS) | VELOC m/s                        | V <sup>2</sup> | CALADO EN LASTRE/CARGADO       | ESLORA ENTRE PERPENDICULARES    |
|   |                |                                  |                | 7.25                           | 189.00                          |
|   |                |                                  |                | 7.25                           |                                 |
|   |                |                                  |                | AREA SUMERGIDA                 | BOLLARD PULL REQUERIDO          |
| CALMA LASTRE  | 0.1            | 0.05                             | 0.0025         | 1857.0                         | 0.9                             |
| CALMA CARGADO                                       | 0.1            | 0.05                             | 0.0025         | 2135.0                         | 1.0                             |
| NORMAL LASTRE                                       | 0.2            | 0.1                              | <b>0.01</b>    | 1857.0                         | <b>3.4</b>                      |
| NORMAL CARGADO                                      | 0.2            | 0.1                              | <b>0.01</b>    | 2135.0                         | 3.9                             |
| NORMAL LASTRE                                       | 0.3            | 0.15                             | <b>0.0225</b>  | 1857.0                         | <b>7.7</b>                      |
| NORMAL CARGADO                                      | 0.3            | 0.15                             | <b>0.0225</b>  | 2135.0                         | 8.9                             |
| NORMAL LASTRE                                       | 0.35           | 0.175                            | 0.030625       | 1857.0                         | 10.5                            |
| NORMAL CARGADO                                      | 0.35           | 0.175                            | 0.030625       | 2135.0                         | 12.1                            |
| EXTREMA LASTRE                                      | 0.4            | 0.2                              | 0.04           | 1857.0                         | 13.7                            |
| EXTREMA CARGADO                                     | 0.4            | 0.2                              | 0.04           | 2135.0                         | 15.8                            |

Cuadro 41. Calculo BP por efecto de la corriente para naves grandes que amarran al terminal.

Handwritten signature and stamp in the bottom right corner of the page.

| CALCULO 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 179.9 METROS ESLORA</b>         |                |                                  |                |                                |                                 |
| CONDICION   | VELOC. (NUDOS) | VELOC m/s                        | V <sup>2</sup> | CALADO EN LASTRE/CARGADO       | ESLORA ENTRE PERPENDICULARES    |
|   |                |                                  |                | 6.10                           | 172.00                          |
|   |                |                                  |                | 10.70                          |                                 |
|   |                |                                  |                | AREA SUMERGIDA                 | BOLLARD PULL REQUERIDO          |
| CALMA LASTRE  | 0.1            | 0.05                             | 0.0025         | 1410.0                         | 0.7                             |
| CALMA CARGADO                                       | 0.1            | 0.05                             | 0.0025         | 1720.0                         | 0.8                             |
| NORMAL LASTRE                                       | 0.2            | 0.1                              | 0.01           | 1410.0                         | 2.6                             |
| NORMAL CARGADO                                      | 0.2            | 0.1                              | 0.01           | 1720.0                         | 3.2                             |
| NORMAL LASTRE                                       | 0.3            | 0.15                             | 0.0225         | 1410.0                         | 5.9                             |
| NORMAL CARGADO                                      | 0.3            | 0.15                             | 0.0225         | 1720.0                         | 7.2                             |
| NORMAL LASTRE                                       | 0.35           | 0.175                            | 0.030625       | 1410.0                         | 8.0                             |
| NORMAL CARGADO                                      | 0.35           | 0.175                            | 0.030625       | 1720.0                         | 9.7                             |
| EXTREMA LASTRE                                      | 0.4            | 0.2                              | 0.04           | 1410.0                         | 10.4                            |
| EXTREMA CARGADO                                     | 0.4            | 0.2                              | 0.04           | 1720.0                         | 12.7                            |

Cuadro 42. Calculo BP por efecto de la corriente para naves intermedias que amarran al terminal.

| CALCULO 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 120 METROS ESLORA</b>              |                |                                  |                |                          |                                 |
| CONDICION   | VELOC. (NUDOS) | VELOC m/s                        | V <sup>2</sup> | CALADO EN LASTRE/CARGADO | ESLORA ENTRE PERPENDICULARES    |
|   |                |                                  |                | 6.00                     | 114.00                          |
|   |                |                                  |                | 7.40                     |                                 |
|   |                |                                  |                | AREA SUMERGIDA           | BOLLARD PULL REQUERIDO          |
| CALMA LASTRE  | 0.1            | 0.05                             | 0.0025         | 627.00                   | 0.3                             |
| CALMA CARGADO                                       | 0.1            | 0.05                             | 0.0025         | 798.00                   | 0.4                             |
| NORMAL LASTRE                                       | 0.2            | 0.1                              | 0.01           | 627.00                   | 1.2                             |
| NORMAL CARGADO                                      | 0.2            | 0.1                              | 0.01           | 798.00                   | 1.5                             |
| NORMAL LASTRE                                       | 0.3            | 0.15                             | 0.0225         | 627.00                   | 2.6                             |
| NORMAL CARGADO                                      | 0.3            | 0.15                             | 0.0225         | 798.00                   | 3.3                             |
| NORMAL LASTRE                                       | 0.35           | 0.175                            | 0.030625       | 627.00                   | 3.6                             |
| NORMAL CARGADO                                      | 0.35           | 0.175                            | 0.030625       | 798.00                   | 4.5                             |
| EXTREMA LASTRE                                      | 0.4            | 0.2                              | 0.04           | 627.00                   | 4.6                             |
| EXTREMA CARGADO                                     | 0.4            | 0.2                              | 0.04           | 798.00                   | 5.9                             |

Cuadro 43. Calculo BP por efecto de la corriente para naves pequeñas que amarran al terminal.



## Cálculo del BP requerido por efecto de la corriente para nave tipo crucero de pasajeros

| CALCULO 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 |
| CRUCERO DE PASAJEROS 330 METROS ESLORA              |                |                                  |                |                          |                                 |
| CONDICION   | VELOC. (NUDOS) | VELOC m/s                        | V <sup>2</sup> | CALADO EN LASTRE/CARGADO | ESLORA ENTRE PERPENDICULARES    |
|   |                |                                  |                | 8.60                     | 2640.00                         |
|   |                |                                  |                | 8.60                     |                                 |
|   |                |                                  |                | AREA SUMERGIDA           | BOLLARD PULL REQUERIDO          |
| CALMA LASTRE  | 0.1            | 0.05                             | 0.0025         | 2640.00                  | 1.2                             |
| CALMA CARGADO                                       | 0.1            | 0.05                             | 0.0025         | 2640.00                  | 1.2                             |
| NORMAL LASTRE                                       | 0.2            | 0.1                              | 0.01           | 2640.00                  | 4.9                             |
| NORMAL CARGADO                                      | 0.2            | 0.1                              | 0.01           | 2640.00                  | 4.9                             |
| NORMAL LASTRE                                       | 0.3            | 0.15                             | 0.0225         | 2640.00                  | 11.0                            |
| NORMAL CARGADO                                      | 0.3            | 0.15                             | 0.0225         | 2640.00                  | 11.0                            |
| NORMAL LASTRE                                       | 0.35           | 0.175                            | 0.030625       | 2640.00                  | 15.0                            |
| NORMAL CARGADO                                      | 0.35           | 0.175                            | 0.030625       | 2640.00                  | 15.0                            |
| EXTREMA LASTRE                                      | 0.4            | 0.2                              | 0.04           | 2640.00                  | 19.5                            |
| EXTREMA CARGADO                                     | 0.4            | 0.2                              | 0.04           | 2640.00                  | 19.5                            |

Cuadro 44. Calculo BP por efecto de la corriente para naves tipo crucero de pasajeros.

## Cálculo del tracción de tiro (bollard pull) total y numero de remolcadores requerido para la nave promedio utilizada para la simulación de la maniobra de amarre/desamarre en el terminal multipropósito de Salaverry.

De acuerdo con la información obtenida de la evaluación de las condiciones del viento, olas y corriente que afectan la maniobra del buque para el amarre y desamarre en el Terminal Portuario de Salaverry se ha determinado los requerimientos de tracción (bollard pull) requeridos por el o los remolcadores para las diferentes condiciones que podrían presentarse en el área al momento de realizarse las operaciones de amarre y desamarre.

Podemos apreciar en el siguiente cuadro el requerimiento total de bollard pull de acuerdo con la condición océano meteorológica prevalecientes en el área.

Con esta información se calcula la fuerza de remolque requerida lo que determina el requerimiento total de bollard pull, el cual debe ser mayor que este.

JUN 2018  
 DIRECCIÓN GENERAL DE  
 OPERACIONES PORTUARIAS  
 42800035

| CALCULO DEL BOLLARD PULL TERMINAL PORTUARIO MULTIPROPOSITO DE SALAVERRY |                                |          |        |                   |                    |                        |                        |                      |
|---|--------------------------------|----------|--------|-------------------|--------------------|------------------------|------------------------|----------------------|
| NAVE TIPO   | CONDICION OCEANO METEOROLOGICA | HS (mts) | BP OLA | VEL. VIENTO (nds) | BP VIENTO (LASTRE) | VEL. CORRIENTE (nudos) | BP CORRIENTE (CARGADO) | BP Total (Toneladas) |
| GRANDE MUELLE 1   | CALMA                          | 0.1      | 0.3    | 2                 | 0.6                | 0.1                    | 1.4                    | 2.29                 |
|   |                                | 0.2      | 1.2    | 3                 | 1.6                | 0.1                    | 1.4                    | 4.17                 |
|   | NORMAL                         | 0.4      | 4.7    | 10                | 6.5                | 0.3                    | 12.8                   | 24                   |
|   |                                | 1        | 29.2   | 17                | 18.7               | 0.35                   | 17.4                   | 65.3                 |
|   | EXTREMA                        | 1.1      | 35.4   | 18                | 21                 | 0.4                    | 22.8                   | 79.2                 |
| GRANDE MUELLES 1 Y 2  | CALMA                          | 0.1      | 0.2    | 2                 | 0.2                | 0.1                    | 1                      | 1.4                  |
|   |                                | 0.2      | 0.9    | 3                 | 0.4                | 0.1                    | 1                      | 2.3                  |
|   | NORMAL                         | 0.4      | 3.7    | 10                | 4.3                | 0.3                    | 8.9                    | 16.9                 |
|   |                                | 1        | 22.8   | 17                | 14.6               | 0.35                   | 12.1                   | 49.5                 |
|   | EXTREMA                        | 1.1      | 27.6   | 18                | 16.3               | 0.4                    | 15.8                   | 59.7                 |
| INTERMEDIO  | CALMA                          | 0.1      | 0.2    | 2                 | 0.2                | 0.1                    | 0.8                    | 1.2                  |
|   |                                | 0.2      | 0.8    | 3                 | 0.4                | 0.1                    | 0.8                    | 2                    |
|   | NORMAL                         | 0.4      | 3.2    | 10                | 4                  | 0.3                    | 7.2                    | 14.4                 |
|   |                                | 0.9      | 16.3   | 17                | 11.5               | 0.35                   | 9.7                    | 37.5                 |
|   | EXTREMA                        | 1        | 24.4   | 18                | 12.9               | 0.4                    | 12.7                   | 50                   |
| MENOR TAMAÑO  | CALMA                          | 0.1      | 0.1    | 2                 | 0.1                | 0.1                    | 0.4                    | 0.6                  |
|   |                                | 0.2      | 0.5    | 3                 | 0.2                | 0.1                    | 0.4                    | 1.1                  |
|   | NORMAL                         | 0.4      | 2.1    | 10                | 2.6                | 0.3                    | 3.3                    | 8                    |
|   |                                | 0.9      | 10.6   | 17                | 7.6                | 0.35                   | 4.5                    | 22.7                 |
|   | EXTREMA                        | 1        | 15.8   | 18                | 8.5                | 0.4                    | 5.9                    | 30.2                 |

Cuadro 45. Calculo BP total para naves que ingresan al terminal.

Del cuadro podemos apreciar que en condiciones océano meteorológicas normales límites, y considerando un margen de seguridad, por efectos de pérdida de potencia de los remolcadores durante las maniobras, en consideración a los diferentes ángulos en los que el remolcador jala o empuja la nave, o la limitación de espacios entre muelles que ocasionan que los remolcadores no puedan operar en la posición en la que es más eficiente, para naves de tamaño grande en condiciones normales límite se deberá de operar con un bollard pull mínimo de OCHENTA (80) toneladas, por lo que se recomienda se utilicen remolcadores, cuya sumatoria de bollard pull cumpla con el requerimiento.

Para naves con esloras intermedias el uso de los remolcadores antes mencionadas será suficiente.

Asimismo, podemos comparar la información obtenida anteriormente con los datos provenientes del cuadro que se muestra a continuación, el mismo que proviene de la publicación TUG USE IN PORT y en el cual se presenta las curvas de bollard pull y número de remolcadores para buques tanqueros y cargueros de acuerdo a su DWT y del que se puede apreciar que para un buque de 45,000 toneladas de DWT en condiciones máximas alrededor de 50 toneladas de bollard pull, lo que se encuentra alineado con lo calculado para las embarcaciones tomando en cuenta las condiciones oceanográficas y meteorológicas del área del terminal y la eslora de las naves.



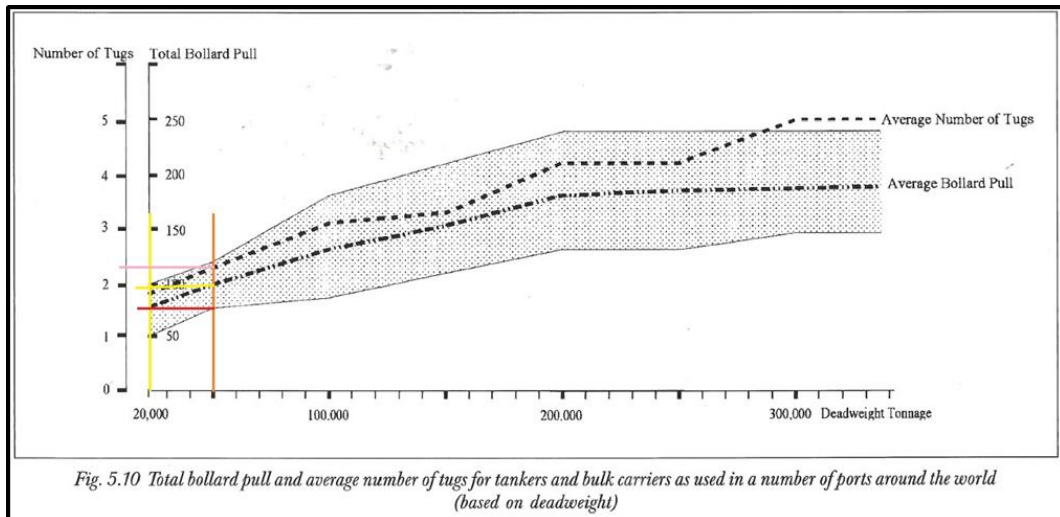


Fig.75: Requerimiento de bollard pull para naves

Para el caso de naves que cuentan con uno o más bow thruster o rear thruster estas deberán de maniobrar con por lo menos un (1) remolcador de acuerdo con la normatividad vigente.

### **CALCULO TOTAL DEL BP REQUERIDO PARA NAVES TIPO CRUCERO DE PASAJEROS**

| CALCULO DEL BOLLARD PULL TERMINAL PORTUARIO MULTIPROPOSITO DE SALAVERRY |                                |          |        |                   |           |                        |              |                      |
|---|--------------------------------|----------|--------|-------------------|-----------|------------------------|--------------|----------------------|
| NAVE TIPO   | CONDICION OCEANO METEOROLOGICA | HS (mts) | BP OLA | VEL. VIENTO (nds) | BP VIENTO | VEL. CORRIENTE (nudos) | BP CORRIENTE | BP Total (Toneladas) |
| CRUCERO DE PASAJEROS  | CALMA                          | 0.1      | 0.4    | 2                 | 0.7       | 0.1                    | 1.2          | 2.3                  |
|   |                                | 0.2      | 1.5    | 3                 | 1.6       | 0.1                    | 1.2          | 4.3                  |
|   | NORMAL                         | 0.4      | 5.9    | 10                | 17.4      | 0.3                    | 11           | 34.3                 |
|   |                                | 0.9      | 29.9   | 17                | 50.3      | 0.35                   | 15           | 95.2                 |
|   | EXTREMA                        | 1.1      | 44.7   | 18                | 56.4      | 0.4                    | 19.5         | 120.6                |

Cuadro 46. Calculo BP total para naves que ingresan al terminal.

Las naves tipo crucero de eslora de 330 metros requerirán de dos o más remolcadores cuya potencia de tracción de tiro sumen un total de 96 toneladas, es importante mencionar que este tipo de naves cuentan con uno o más bow thruster o rear thruster lo que les otorga una gran capacidad de maniobra, permitiéndoles amarrar y desamarrar inclusive sin apoyo de remolcadores. Sin embargo, la normativa nacional indica que para el caso de naves que cuenten con aditamentos como thrusters, estos deberán de maniobrar apoyados por un remolcador obligatoriamente. En caso se requiera sacar la nave en condiciones extremas por una causa justificada, se hará uso de dos remolcadores y el thruster de la nave para completar el bollard pull requerido.

JAN 2018  
 ADICIONADO  
 428/2018



## **2.8 CONDICIONES LIMITE DE PERMANENCIA DE LA NAVE EN LA INSTALACION.**

La condiciones máximas en las cuales una nave puede permanecer en las instalaciones del terminal son argumentos suficientes para determinar la apertura o el cierre de este cuando se encuentre una nave amarrada.

Lo usual es que estas condiciones máximas se reduzcan utilizando adecuadamente el pronóstico océano meteorológico al momento de confeccionar las programaciones de naves que ingresan al terminal.

Sin embargo, es importante mencionar que los pronósticos no siempre coinciden con la situación real lo que puede originar cambios de último minuto.

En los capítulos anteriores se han determinado las condiciones limite en las cuales la nave que se encuentra maniobrando para ingresar al terminal o amarrando al mismo pueden efectuar la maniobra o abortarla de ser necesario.

En esta parte del estudio analizaremos las condiciones océano meteorológicas, así como otras situaciones que se consideran límite para que la nave permanezca en las instalaciones del terminal de Salaverry, teniendo en consideración los márgenes de seguridad que permitan la realización de una óptima operación.

Estas condiciones ponen a prueba el conjunto de amarras y anclas de la nave, así como la de los elementos componentes de las instalaciones del terminal y permiten a la nave resistir los esfuerzos producidos por las fuerzas medioambientales tales como los cambios de marea, el oleaje de proa, el viento, así como los cambios de calado ocasionados por la descarga del producto transportado por estas, reduciendo las oscilaciones en los ejes longitudinal y transversales y los movimientos de guiñada ocasionados por las variaciones de asiento, calado de la nave al momento de la transferencia del producto.

### **(1) Condición Límite para la ejecución de la maniobra:**

En el presente estudio se ha evaluado las condiciones límite para la ejecución de maniobras en el terminal multipropósito de Salaverry, se ha tomado en consideración el efecto de las condiciones del mar (oleaje y corriente), y del medio ambiente donde opera la nave (vientos), de esta evaluación se ha



determinado que las siguientes condiciones son límites para la realización de las maniobras de amarre y desamarre en terminal.

| CONDICIONES LIMITE DE MANIOBRA PARA EL TERMINAL MULTIPROPOSITO DE SALAVERRY |                |            |                    |
|---|----------------|------------|--------------------|
| CONDICION   | VIENTO         | CORRIENTE  | OLAS               |
| LIMITE  | MAYOR 17 NUDOS | 0.35 NUDOS | MAYOR A 0.9 METROS |

Cuadro N° 47 Condiciones Limite de Maniobra.

La presencia de estas condiciones serán un indicativo de que la maniobra deberá detenerse y el terminal evaluar si la capacidad de tracción de los remolcadores con que cuenta es suficiente para lograr el efectivo control de la nave, de no ser así no se realizará la maniobra.

Con olas de altura superior a 0.9 metros no recomendable realizar maniobras en el terminal, el valor más sensible que ocasiona el movimiento de la nave es la altura de ola, por lo que importante efectuar el constante monitoreo de este valor para poder identificar las condiciones adversas que pudieran prevenir la realización de la maniobra.

Adicionalmente la Autoridad Marítima monitorea permanentemente las condiciones del mar, cerrando el puerto de acuerdo con las condiciones océano meteorológicas.

(2) Tiempo de permanencia en el sitio de atraque o fondeadero, ejecución de faenas de descarga o salida del terminal:

Las naves que no puedan ingresar a amarrar al terminal deberán esperar en el fondeadero asignado por la autoridad marítima, permaneciendo en el hasta que las condiciones mar se encuentren dentro de los límites de seguridad requeridos para una maniobra segura.

Cuando la nave se encuentra en el amarradero del terminal luego de culminada la maniobra de ingreso las fuerzas océano meteorológicas presentes en el área son controladas por todo el conjunto de amarras y anclas, las cuales se encargan asegurar a la nave en las instalaciones.

Es necesario indicar que las líneas de amarre deben de mantenerse trabajando con tensión normal y en forma pareja, pues en caso de que alguna de las líneas



cediera esto ocasionaría que se presente un juego de movimiento lateral que podría ocasionar con el tiempo la rotura de la línea de amarre.

#### Efectos del viento sobre la embarcación amarrada al terminal:

La configuración del terminal permite un adecuado control de los esfuerzos provocados por el viento, sin embargo, cuando el viento arrecia por encima de los 20 nudos de intensidad la configuración de amarre puede no ser suficiente para mantener la nave asegurada y efectuando operaciones de carga/descarga, pues la potencia del viento es equivalente a una fuerza 12 toneladas sobre el casco de la nave, para tal efecto el terminal debe de contar con planes para detener la descarga, y reforzar las amarras de la nave y en caso de ser necesario requerir que la nave salga del amarradero por seguridad.

#### Efectos del oleaje sobre la embarcación amarrada al terminal:

Así como en el párrafo anterior se evaluó el efecto del viento sobre la nave que maniobra o que se encuentra dentro de las instalaciones del terminal, ahora vamos a evaluar las consideraciones que surgen bajo los efectos de las olas. Las olas son las que mayor fuerza ejercen sobre el casco de la nave durante las maniobras (componentes longitudinales y transversales) y cuando la nave se encuentra amarrada (principalmente componente transversal), la fuerza que ejerce sobre el casco del buque muchas veces supera las 40 toneladas de empuje tomando en consideración el tamaño y la amplitud de la onda, es por esto que es importante considerar esta información para determinar en qué momento es necesario detener las operaciones y salir del amarradero para mantener la seguridad de las operaciones.

Todos los buques cuando se encuentran amarrados a un terminal tienen un periodo de oscilación dependiente de las características de la nave y de la geometría y rigidez del sistema de amarre. Por este motivo cuando el periodo de olas se aproxime al periodo natural del buque amarrado, los movimientos de buque se amplificarán y por lo tanto aumentarán las fuerzas a las que están sometidas las amarras de la nave, lo que podría ocasionar una posible ruptura de las amarras.

Los problemas más complejos que se presentan con la nave amarrada son debido al fenómeno de resonancia de las amarras de la nave. Este fenómeno



se encuentra en relación con olas de gran periodo, inclusive aquellas que tienen una pequeña amplitud. El periodo de balance de un buque no se encuentra en relación con el tamaño de este sino en medida a su estabilidad, relacionada con su desplazamiento, estado de carga y el área total de flotación de la nave.

El estado de carga tiene gran importancia pues genera periodos de resonancia más altos a plena carga y menores cuando la embarcación se encuentra en lastre.

En general a medida que la longitud de onda aumenta y la frecuencia de encuentro disminuye el movimiento vertical del buque aumenta, adicionalmente si el buque encuentra olas con una frecuencia cercana al periodo propio de oscilación, la respuesta del buque al movimiento se incrementa, presentando una sobrecarga al sistema de amarre, lo que genera una condición insegura para el buque en el amarradero.

## **2.9 DETERMINACION DE LAS CONDICIONES METEREOLÓGICAS Y OCEANOGRÁFICAS ADVERSAS, ASÍ COMO CONDICIONES QUE CONSTITUYAN LIMITES OPERACIONALES O CONDICIONES INSEGURAS**

Como se mencionó en capítulos anteriores existen condiciones meteorológicas y oceanográficas en las cuales las maniobras de las naves para amarrar y desamarrar en el terminal pueden convertirse en dificultosas e inseguras.

Estas condiciones limitan la capacidad de las naves para contrarrestar las fuerzas a las que son expuestas y dificultan la labor de los remolcadores limitando su capacidad de aplicar al máximo su potencia en beneficio de la maniobra, esto afecta directamente el amarre y desamarre de las naves en el terminal.

Adicionalmente existen condiciones en las que las naves encontrándose ya amarradas al terminal que condicionarán la permanencia de la nave en el amarradero y obligarán a la nave a detener la carga o descarga y abandonar



el amarradero para no verse afectado por los esfuerzos a los cuales se ve afectado el amarradero.

#### Condiciones adversas durante la maniobra de amarre:

Durante la maniobra de amarre de la nave al terminal, la cual incluye la aproximación, giro, fondeo y posterior amarre al terminal, existen diversas circunstancias donde las condiciones medio ambientales pueden afectar la maniobra de la nave.

Durante esta maniobra la nave se encuentra expuesta a todos los efectos de los diversos elementos en todos los vectores tanto en forma transversal como longitudinal, sin embargo, también cuenta con el apoyo de su sistema de propulsión y del timón, así como de los remolcadores para contrarrestar de la mejor manera estos efectos.

Los efectos acumulativos del viento, las olas y la corriente pueden ocasionar que la nave derive, pero como se mencionó en el párrafo anterior esto puede ser corregido utilizando los medios con que cuenta la nave.

Un aspecto importante por considerar durante la maniobra de aproximación y amarre es el asiento de la nave, es decir la diferencia entre el calado de popa con el de proa, debiendo ser mayor el primero, pero se deberá de tener especial cuidado con diferencias amplias entre ambas posiciones, pues cuanto mayor sea el asiento más difícil será de controlar la proa de la nave y mantener el rumbo deseado.

Otro punto importante que considerar es durante la maniobra de giro para colocar la proa de la nave en el sentido del terminal, en este momento la nave se encuentra expuesta a los efectos de las fuerzas medio ambientales.

Cuando estas se encuentran cercanas a los límites operacionales es necesario tomar todas las medidas del caso para conseguir una maniobra segura. En lo posible durante esta maniobra se adicionará UN (01) remolcador para poder contrarrestar eficientemente el efecto del viento y de las olas.

Cuando la nave se encuentra casi sin propulsión previo al amarre es cuando se encuentra más expuesta a los factores medio ambientales, los efectos transversales no pueden ser contrarrestados por medio de la propulsión, y los



longitudinales por medio del timón, la nave se encuentra totalmente dependiente del apoyo de los remolcadores para cumplir con esta tarea. Las condiciones límites exigen al máximo la tarea de los remolcadores a la hora de amarrar la nave al terminal, y en algunos casos impiden a la nave amarrar al terminal.

De presentarse todos los componentes de condiciones extremas, vientos con aumento de la fuerza de la corriente y altura de olas de 1.50 metros o más no se deberá de efectuar maniobras de amarre al terminal

#### Condiciones adversas con la nave amarrada al terminal:

En condiciones normales no deberían de existir efectos adversos para las embarcaciones que se encuentran amarrados al terminal, sin embargo, es factible que se presenten situaciones críticas que deben ser correctamente evaluadas para poder evitar situaciones de emergencia no deseadas.

En condiciones extremas donde se superen las condiciones límite indicadas previamente las naves que se encuentren amarradas en el terminal deberán de detener las faenas de carga o descarga, asegurar las amarras, las dos primeras acciones con la finalidad de asegurar al personal y al material que operar estos equipos y servicios (buzos, gavieros, etc.) y la segunda para evitar que el plan de amarre de la nave se vea afectado por las fuerzas medio ambientales.

#### Mantenimiento de las instalaciones del amarradero y del equipamiento de amarre.

El administrador portuario deberá de mantener las mejores condiciones de seguridad en las defensas del muelle. Así como las bitas y bolardos.

#### Mantener Vigilancia con los cabos de amarre.

Dentro del rompeolas o rada exterior se forman corrientes de valor apreciable con preponderancia hacia el sur por lo que no se recomienda fondear a menos de 500 metros de los muelles de amarre.





En los muelles se deja sentir los efectos de la corriente en los estratos más profundos por lo que se recomienda tener una vigilancia constante en el trabajo de las espías.

Las variaciones de mareas, intensidad y dirección del oleaje, los vientos y las corrientes ejercen diferentes fuerzas sobre la nave amarrada las cuales deben de ser compensadas mediante el adecuado manejo de las tensiones de los elementos de amarre.

Calado en el área de los amarraderos:

Debido a la poca profundidad existente en los amarraderos, es importante considerar que las naves permanezcan la menor cantidad posible de tiempo durante la carga poniendo especial cuidado en tener en cuenta el aumento del calado de la nave durante dicho proceso.

Bravezas de Mar:

En caso de pronósticos de bravezas de mar las naves no ingresaran al amarradero. La energía que se produce en el oleaje por la reducción de la profundidad se incrementa significativamente motivo por el cual no deben de utilizarse los amarraderos en dichas condiciones.

Condiciones que se constituyen limites operacionales o condiciones inseguras:

| EJECUCION DE MANIOBRAS DE APROXIMACION Y AMARRE |                                   |
|---|-----------------------------------|
| Minima Visibilidad                              | 0.5 MILLA                         |
| Maxima velocidad del viento                     | 17 NUDOS                          |
| Maxima altura de ola                            | 0.9 METROS<br>EN EL<br>AMARRADERO |
| Maxima velocidad de la corriente                | 0.36 NUDOS                        |



| EJECUCION DE FAENAS DE CARGA Y DESCARGA |                                   |
|---|-----------------------------------|
| Maxima velocidad del viento             | 17 NUDOS                          |
| Maxima altura de ola                    | 0.9 METROS<br>EN EL<br>AMARRADERO |
| Maxima velocidad de la corriente        | 0.36 NUDOS                        |

| PERMANENCIA EN EL SITIO DE AMARRE |                                   |
|-----------------------------------|-----------------------------------|
| Maxima velocidad del viento       | 17 NUDOS                          |
| Maxima altura de ola              | 0.9 METROS<br>EN EL<br>AMARRADERO |
| Maxima velocidad de la corriente  | 0.36 NUDOS                        |

| SALIDA DEL TERMINAL              |                                   |
|----------------------------------|-----------------------------------|
| Maxima velocidad del viento      | MAYOR A 18<br>NUDOS               |
| Maxima altura de ola             | 0.9 METROS<br>EN EL<br>AMARRADERO |
| Maxima velocidad de la corriente | 0.4 NUDOS                         |

Cuadro N° 48 Condiciones que constituyen limites operacionales

**De requerirse la salida del terminal de las naves amarradas por causas de relacionadas a condiciones océano meteorológicas extremas de acuerdo con la información presentada en los cuadros anteriores los remolcadores deberán de contar como mínimo con una capacidad de BP de 96 toneladas para apoyar la maniobra de salida.**



Handwritten signature and stamp, likely indicating approval or authorization.

## CAPITULO III

### CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y ANEXOS

#### 3.1 CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y RESTRICCIONES PORTUARIAS.

##### 3.1.1.- Conclusiones:

###### 1. Propiedad del proyecto:

El presente Estudio de Maniobra ha sido preparado a solicitud de la empresa Salaverry Terminal Internacional S.A.

El terminal se encuentra localizado en la bahía del puerto de Salaverry a 16 kilómetros al sur de la ciudad de Trujillo en el departamento de La Libertad.

En el Terminal Portuario de Salaverry se moviliza principalmente carga sólida a granel, siendo los principales productos:

Carga de exportación: azúcar, harina de pescado, minerales (concentrado de cobre y carbón), alcohol.

Carga de Importación: trigo, maíz, soya, carbón, fertilizantes, escoria de hierro, clinker, hierro corrugado y alambrón.

###### 2. Naves que amarran en el terminal:

El terminal portuario multipropósito de Salaverry recibe naves con diferentes dimensiones desde menos de cien metros de eslora hasta de más de doscientos metros.

En los últimos años los buques de pasajeros de han ingresado en forma regular al terminal.

Adicionalmente ingresa al terminal la barcaza de transporte de guano Islas Chincha, apoyando su operación con remolcadores.

###### 3. Configuración del Terminal:

El terminal está compuesto por dos (02) muelles tipo espigón orientados en marcación 318° - 138°.

###### Muelle N°1

Cuenta con dos (2) amarraderos, el muelle está conformado por una plataforma de concreto de doscientos ochenta y cinco (285) metros de largo por cuarenta y tres (43) metros de ancho, con un área total de doce mil doscientos cincuenta y cinco (12,255) metros cuadrados.



Se puede amarrar dos naves de esloras máximas, o una nave mediana y una pequeña por lado en diferentes configuraciones.

Los amarraderos cuentan con una profundidad de 12 metros en ambas posiciones y una profundidad operativa de diez metros y medio (10.5).

### **Muelle N°2,**

Muelle de tipo espigón, con dos amarraderos, construido en concreto armado que consta de una plataforma de doscientos treinta (230) metros de largo y treinta (30) metros de ancho.

Cuenta con la misma configuración de defensas y bitas que el muelle N°1.

Los amarraderos cuentan con una profundidad de 12 metros en ambas posiciones y una profundidad operativa de diez metros y medio (10.5).

Ambos amarraderos cuentan con defensas de jebe de tipo arco abierto (neumáticos dobles reforzados con acero), y colocadas sobre placas de apoyo de concreto armado.

### **Configuración de amarre máxima:**

La configuración del terminal es de dos (2) muelles con cuatro (4) amarraderos para naves de mayor tamaño, en el muelle N°1 se pueden amarrar hasta dos (2) naves de un máximo de 262 metros de eslora, mientras que en el muelle N°2 se podrán amarrar hasta dos (2) naves de hasta 199 metros de eslora.

Se ha considerado una disposición de amarre segura para naves de transporte de pasajeros que superan los 280 metros de eslora hasta los 330 metros en cumplimiento a los dispuestos en los estándares y recomendaciones internacionales para amarres seguros a terminales, únicamente en el muelle N°1.

Adicionalmente se pueden amarrar en ambos muelles diferentes configuraciones de naves de menor tamaño, de acuerdo con la disponibilidad de espacio existente en los amarraderos cumpliendo los estándares de seguridad.



**4. Maniobra de amarre/desamarre en el terminal:**

En el área de operaciones existen condiciones hidrográficas, oceanográficas y meteorológicas que permitirán la realización de maniobras de naves seguras salvo durante los periodos de oleajes superiores a los límites.

**5. Prácticos embarcados:**

De acuerdo con la normatividad vigente las naves que maniobran en el terminal de Salaverry contarán obligatoriamente con un practico abordo cuando la nave sea de una eslora menor a los 200 metros.

En caso la nave supere los 200 metros de eslora, deberá de maniobrar con 2 prácticos a bordo de acuerdo con la normatividad vigente.

**6. Limites por factores meteorológicos:**

Los siguientes son los factores límites en el área de los amarraderos para el terminal de Salaverry, considerando las observaciones mencionadas en la evaluación correspondiente:

| CONDICIONES LIMITE DE MANIOBRA PARA EL TERMINAL MULTIPROPOSITO DE SALAVERRY |                |            |                    |
|---|----------------|------------|--------------------|
| CONDICION   | VIENTO         | CORRIENTE  | OLAS               |
| LIMITE  | MAYOR 17 NUDOS | 0.35 NUDOS | MAYOR A 0.9 METROS |

Cuadro N° 49 Condiciones Limite factores océano meteorológicos.

**7. Peligros a la Navegación en el área:**

En el área marítima de aproximación desde el norte al Terminal Portuario de Salaverry se encuentra libre de peligros naturales, salvo la roca sumergida que existe en posición aproximada 08°07'32.0" S, 79°14'34.5" W y que constituye un serio peligro para la navegación.

**8. Instalaciones marinas cercanas al Terminal:**

Terminal Multiboyas para descarga de hidrocarburos por parte de buques tanque en un área de 109,425 m<sup>2</sup>, ubicada en Mv 324° 1,550 yardas del cabezo del muelle N°1, compuesto por una instalación fija flotante de cinco (5) boyas de amarre con sus respectivas tuberías submarinas operado por la empresa Consorcio Terminales.



Fondeadero para la flota de embarcaciones pesqueras artesanales e industriales de menor y mayor escala con un área de 46,182 m<sup>2</sup>, ubicado en Mv. 010°, 220 yardas del cabezo del muelle N° 2, la cual viene siendo ocupado más allá de su perímetro asignado.

#### **9. Remolcadores para las maniobras:**

Para las maniobras de amarre y desamarre del terminal los remolcadores deberán de contar una sumatoria de bollard pull total de SETENTA (70) toneladas para operar con naves de tamaño grande en condiciones límites normales, para operar en condiciones extremas será necesario que los remolcadores cuenten con una sumatoria total de bollard pull mínimo de OCHENTA (80) toneladas.

#### **Bollard Pull para Cruceros en caso no cuenten con thrusters**

Las naves del tipo de transporte de pasajeros deberán de maniobrar en cumplimiento a la normatividad vigente con por lo menos un remolcador en caso de contar con thrusters y de no contar con estos aditamentos de ayuda a la maniobra deberán de maniobrar con remolcadores cuya sumatoria de bollard pull sea de 96 toneladas de tracción de tiro como mínimo, por lo que se recomienda se utilicen dos remolcadores que cumplan con la sumatoria de bollard pull de esta configuración, la cual, será suficiente para maniobrar en todas las otras condiciones y con todas las naves anteriormente descritas.

Para las maniobras de amarre y desamarre en condiciones normal y calma y extrema el bollard pull de los remolcadores recomendados en el párrafo anterior será más que suficiente para efectuar la maniobra dentro de los parámetros de seguridad requeridos.

Los remolcadores deberán poseer similares características la diferencia de capacidad de bollard pull deberá de ser la menor posible, debido a que una gran diferencia podría provocar una maniobra insegura, debido al desequilibrio que se generaría en el par de fuerzas aplicadas a la nave.





Los remolcadores adicionalmente deberán de contar con una eslora de que les permita operar en espacios reducidos de acuerdo con lo indicado en el punto 2.5 ítem a) como es el espacio existente entre los amarraderos interiores del terminal cuando exista la presencia de una nave amarrada al amarradero interior de uno de los muelles, debiendo considerarse que el remolcador deberá de operar en forma longitudinal para operar con máxima eficiencia.

Adicionalmente con el fin de aumentar el nivel de seguridad en todas las maniobras en el terminal, así como maximizar el rendimiento en espacios reducidos, los remolcadores deberán de contar con el sistema de propulsión azimutal.

Cuando una nave requiera amarrar con proa al mar sin considerar el tamaño de esta, la maniobra de giro de la nave en el área de maniobra deberá de realizarse con el apoyo de dos remolcadores.

Para el caso de naves que cuentan con uno o más bow thruster o rear thruster estas deberán de maniobrar con por lo menos un remolcador de acuerdo con la normatividad vigente.

Para el caso de amarre de naves en los amarraderos 1B y 2A, se deberá respetar el espacio de seguridad de los remolcadores que la autoridad marítima ha dispuesto, que es como sigue:

| ESPACIO MINIMO DE SEGURIDAD REQUERIDO ADICIONAL A LA ESLORA DEL REMOLCADOR PARA OPERAR EMPUJANDO EN FORMA PERPENDICULAR A LA NAVE EN EL TERMINAL DE SALAVERRY |          |
|---|----------|
| ANCHO DE LA DEFENSA DEL REMOLCADOR  | 1.2 MTS  |
| ANCHO DE DEFENSAS DE LOS MUELLES  | 2.4 MTS  |
| LONGITUD DE ESPIA DEL REMOLCADOR  | 4 MTS    |
| MARGEN DE SEGURIDAD   | 3 MTS    |
| TOTAL   | 10.6 MTS |

Cuadro N° 50 Espacio mínimo de seguridad.

Adicional a esto se ha considerado un margen de seguridad de 3 metros por lo que el espacio remanente para amarrar naves es de acuerdo con siguiente cuadro:



| ENTRE MUELLES | ESPACIO ENTRE MUELLES | ESPACIO MINIMO DE SEGURIDAD REQUERIDO | SUMATORIA MAXIMA DE MANGAS DE NAVES DE MAYORES DIMENSIONES | ESLORA MAXIMA DEL REMOLCADOR A USARSE EN LOS ENTREMUELLES DE SALAVERRY |
|---------------|-----------------------|---------------------------------------|--|--|
| 1B - 2A       | 97 MTS                | 10.6 MTS                              | 59.8 MTS   | 26.51 MTS  |

Cuadro N° 51 Márgenes de seguridad.

### 3.1.2 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, conforme se inicie el desarrollo de la implementación y se realice el dragado.
- b. La permanencia de las naves amarradas a muelle debe ser la menor posible, debido a que la baja profundidad existente intensifica la energía de oleaje y la corriente pudiendo ocasionar la variación de condiciones normales a extremas.
- c. Los remolcadores deberán mantenerse en las más adecuadas condiciones de operatividad y contar con el siguiente equipamiento:
  - (1) Dispositivos de seguridad, prevención de incendios, comunicación y seguridad de la navegación de acuerdo con Convenio Internacional para la Seguridad de la Vida Humana en el Mar (SOLAS), por la respectiva compañía Clasificadora y por la Autoridad Marítima.
  - (2) Dispositivos y medios apropiados para efectuar las operaciones de asistencia, acoderar, remolque a la tira, naves de propulsión y sin propulsión, chalanas, gabarras, naves a remolque y cualquier artefacto naval desde o hasta el lugar que la autoridad y/o Práctico Marítimo determinen para que dichas maniobras sean realizadas con seguridad y eficiencia.
  - (3) Para las maniobras a realizarse entre ambos muelles, deberá operarse con remolcadores que posean dimensiones aparentes (menor eslora posible), debido al limitado espacio de maniobra, si

Autoridad Marítima de Salaverry  
 Oficina de Asesoría Técnica  
 Calle 12 de Julio 1234  
 15100 Salaverry, Perú

se considera la reducida separación existente entre los muelles, así como a la suma de las mangas de las naves.

### 3.1.3 Restricciones Portuarias:

El acceso de las naves al Terminal Portuario se encuentra condicionado a las siguientes restricciones portuarias:

- Disponibilidad de medios para la realización de la maniobra, como prácticos, y remolcadores entre otros.
- Límites oceanográficos y meteorológicos adecuados para la realización de la maniobra.

El amarre para naves tipo crucero de mayor longitud de eslora que la nave de mayor tamaño (330 metros) será únicamente en el muelle N°1.

## 3.2 ANEXOS

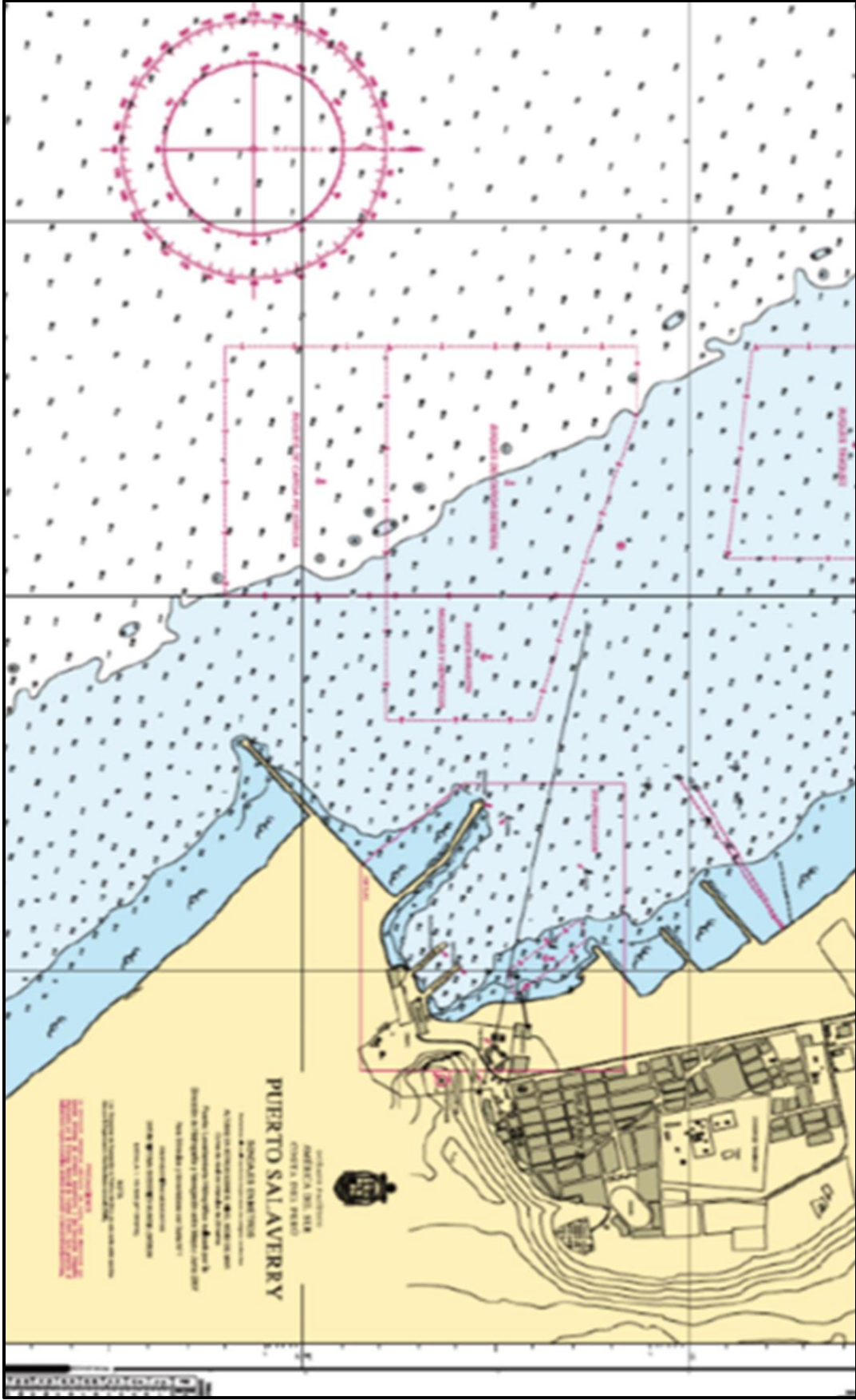
- a) Plano General de Ubicación del Proyecto.
- b) Arreglo General del Puerto.
- c) Planos de Maniobra.
- d) Plano Batimétrico
- e) Disposición de los muelles N°1 y N°2
- f) Análisis de atraque de una nave tipo crucero de pasajeros.
- g) Estudio Hidro-oceanográfico del área (En el CD)
- h) Informe de resultados utilización SHORETENSION. (en el CD)



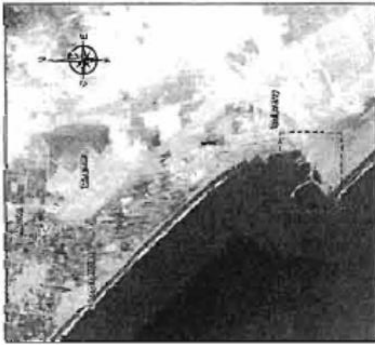
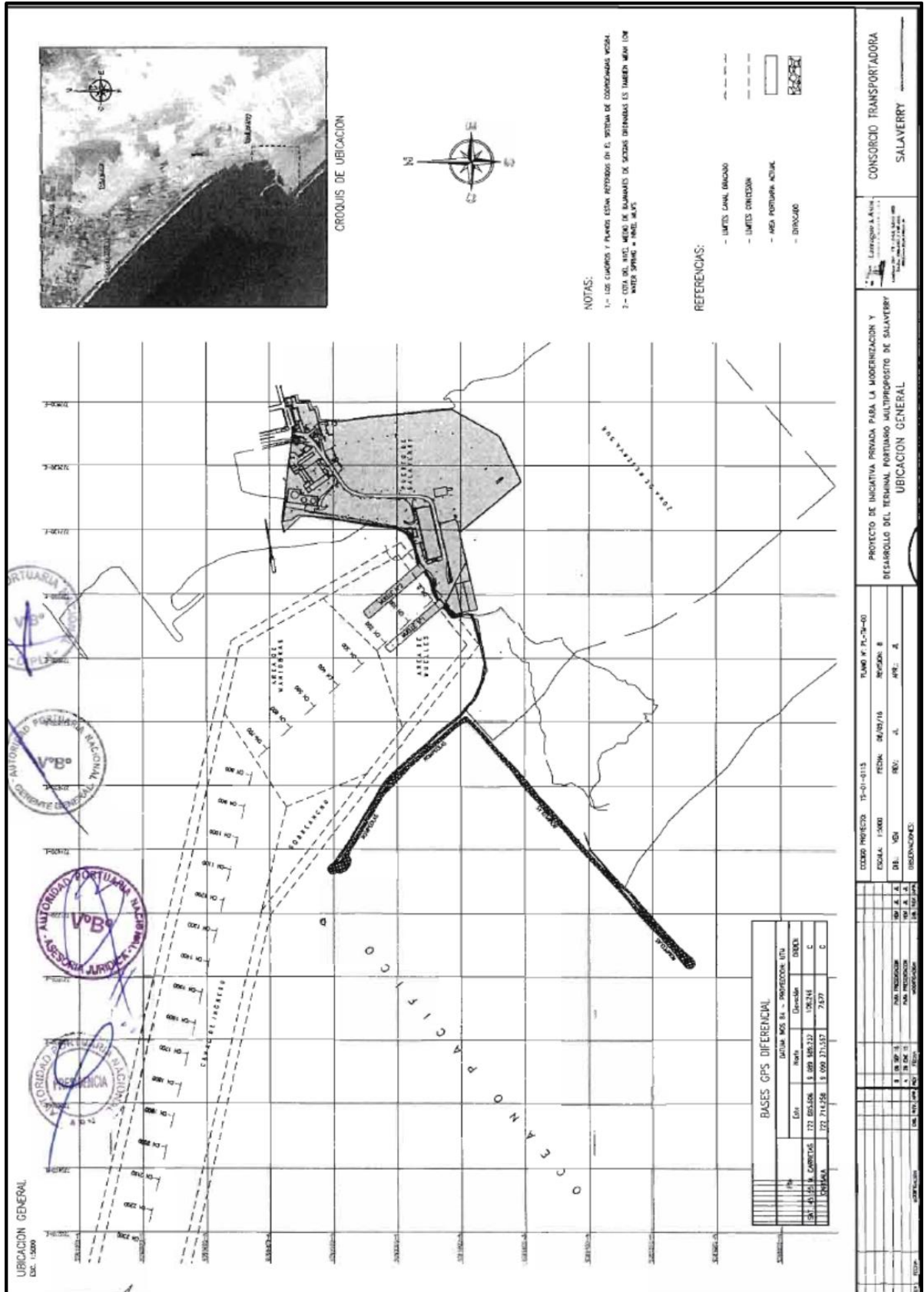
Jose ZORRILLA Ruiz  
PERITO MARITIMO  
DI-25501-01-PN  
DNI 43853595



**ANEXO A**  
**PLANO GENERAL DE UBICACIÓN DEL TERMINAL**



# ANEXO "B" ARREGLO GENERAL DE PUERTO EXISTENTE



**NOTAS:**

- 1- LOS CUADROS Y PUNOS ESTAN RETORNO EN EL SISTEMA DE COORDENADAS UTM.
- 2- LOS NO. MET. MED. DE BARRIOS DE SECCION DIFERENCIALES ES TAMBIEN MET. (M. INTER. SUPLEN. = MET. M.S.).

**REFERENCIAS:**

- LIMITES LINEA DIBUJADO
- LIMITES CONCESION
- RED PORTUARIA ACTUAL
- DIBUJADO

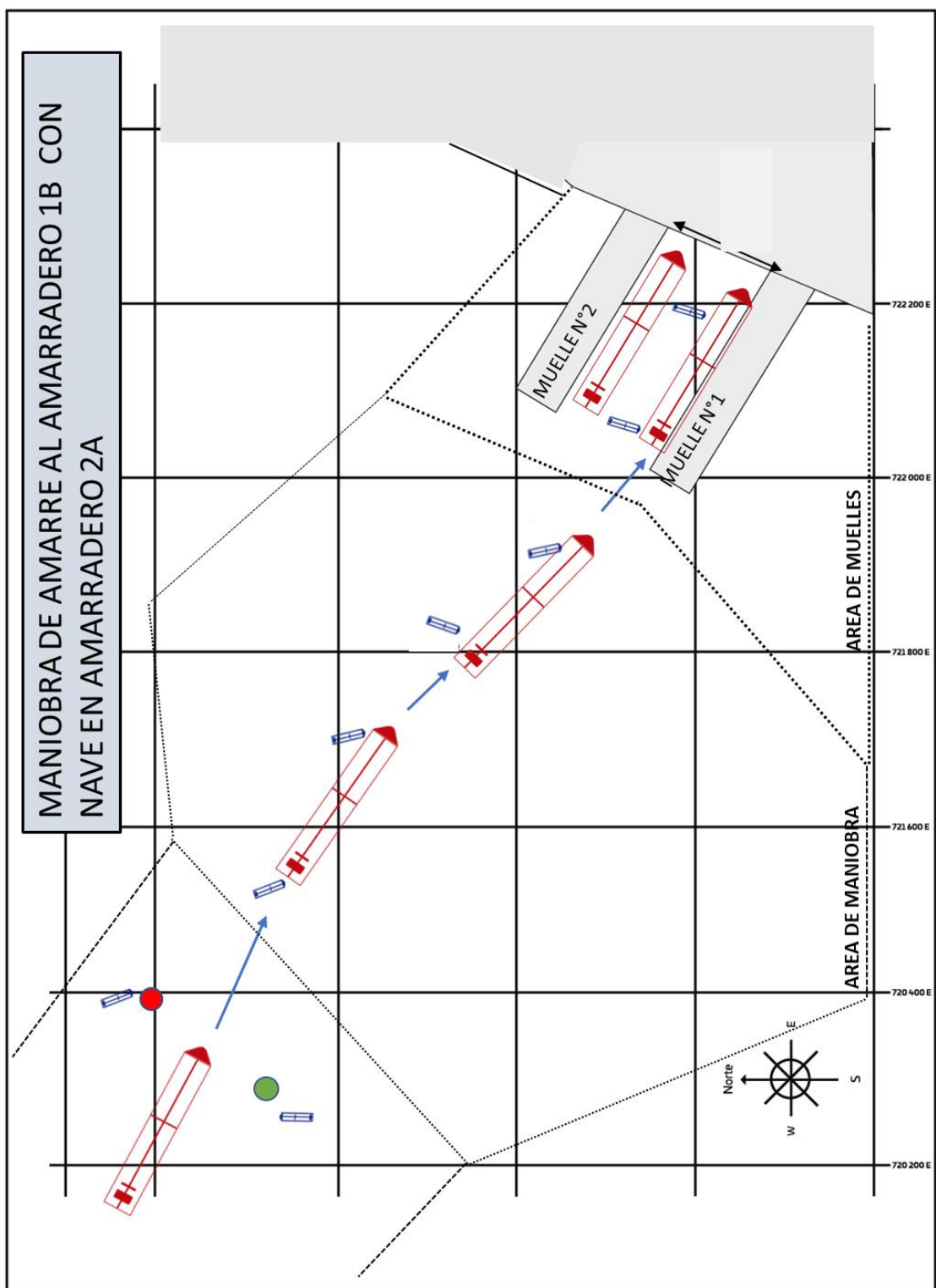
| BASES GPS DIFERENCIAL |             |               |         |
|-----------------------|-------------|---------------|---------|
| Est.                  | North       | Estimada      | ORIGEN  |
| 1                     | 272 855.606 | 1 098 385.232 | 730.214 |
| 2                     | 272 714.258 | 1 099 271.537 | 73.97   |

|   |   |   |
|---|---|---|
| <b>CONSORCIO TRANSPORTADORA SALAVERRY</b> | <b>PROYECTO DE INICIATIVA PRIVADA PARA LA MODERNIZACION Y DESARROLLO DEL TERMINAL PORTUARIO MULTIPROPOSITO DE SALAVERRY</b><br><b>UBICACION GENERAL</b> | <b>CONSORCIO TRANSPORTADORA SALAVERRY</b> |
| Calle: ...<br>Telefono: ...<br>Email: ... | COORD. PROYECTO: TS-01-0113<br>ESCALA: 1:5000<br>FECHA: 04/09/16<br>DR.: VON<br>RED.: J.<br>APT.: J.  | PLANO N.º PL-16-00<br>REGION: B           |
| NOMBRE: ...<br>CARGO: ...<br>FIRMA: ...   | NOMBRE: ...<br>CARGO: ...<br>FIRMA: ...   | NOMBRE: ...<br>CARGO: ...<br>FIRMA: ...   |

2016/09/16  
 16:00:00  
 4281023

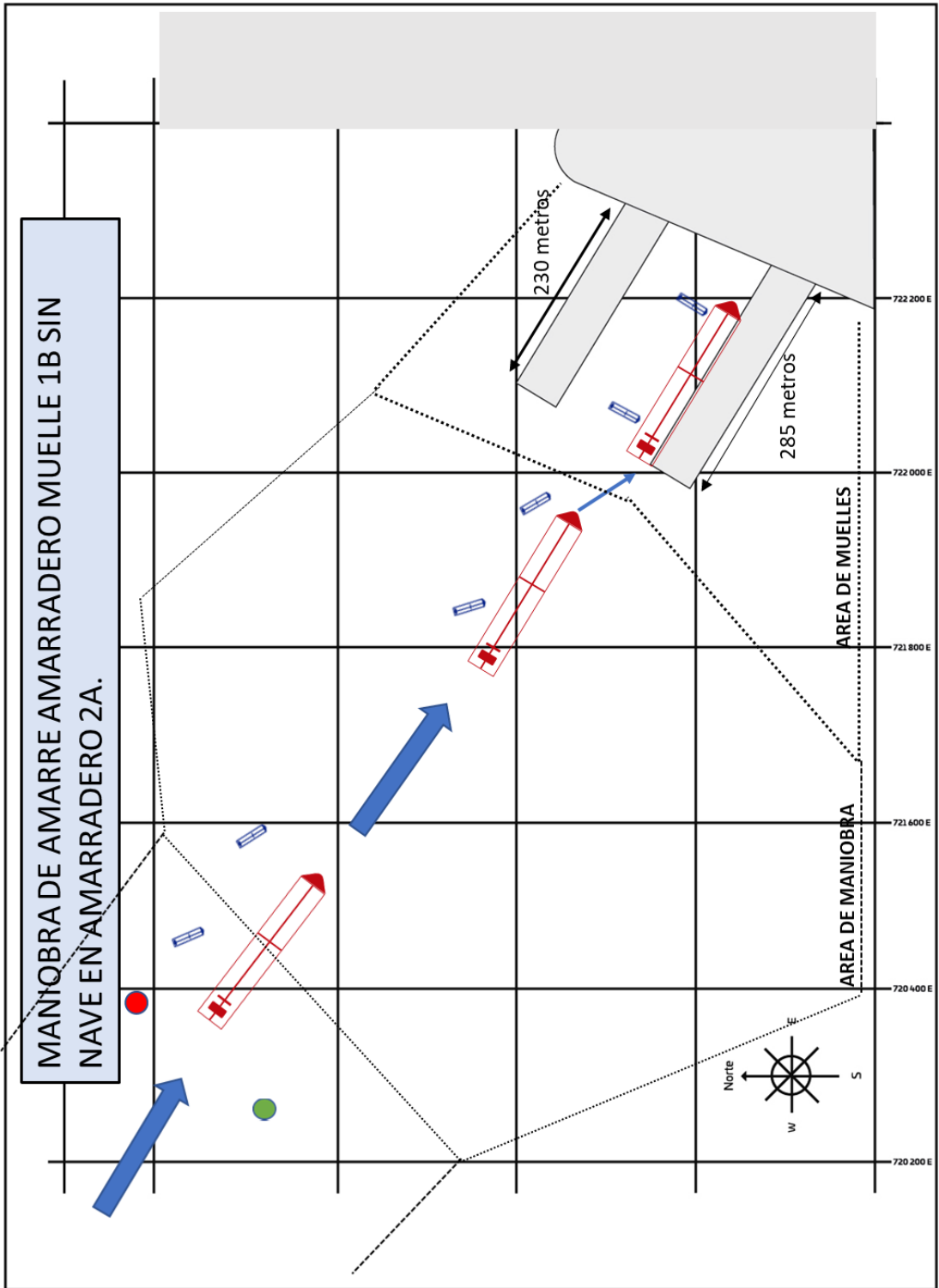


## ANEXO "C" PLANOS DE LA MANIOBRA

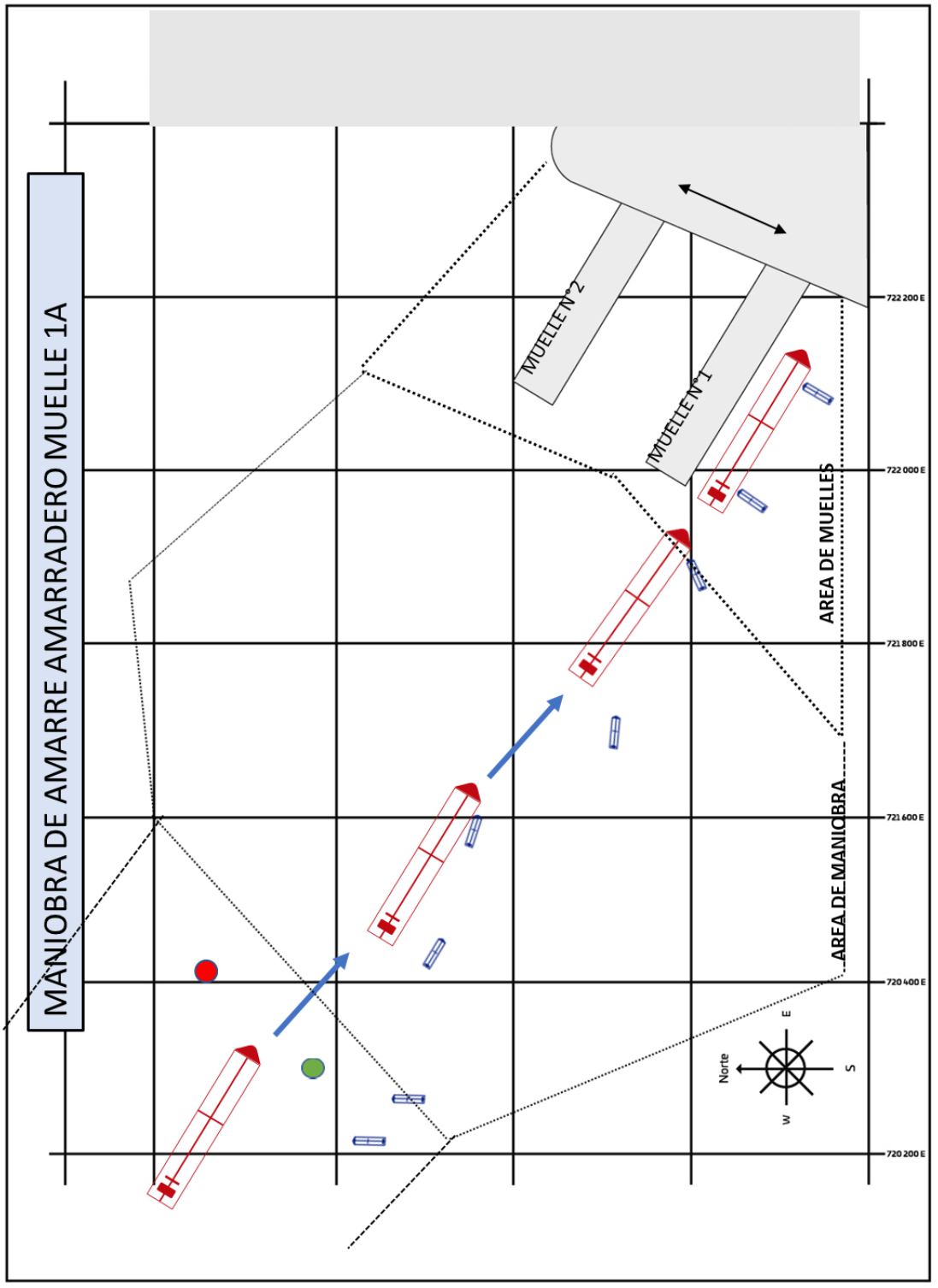


ANA 2018/00114 Rev. 0  
PROYECTO DE MANIOBRA  
CONSEJO DE INGENIEROS  
428/00035

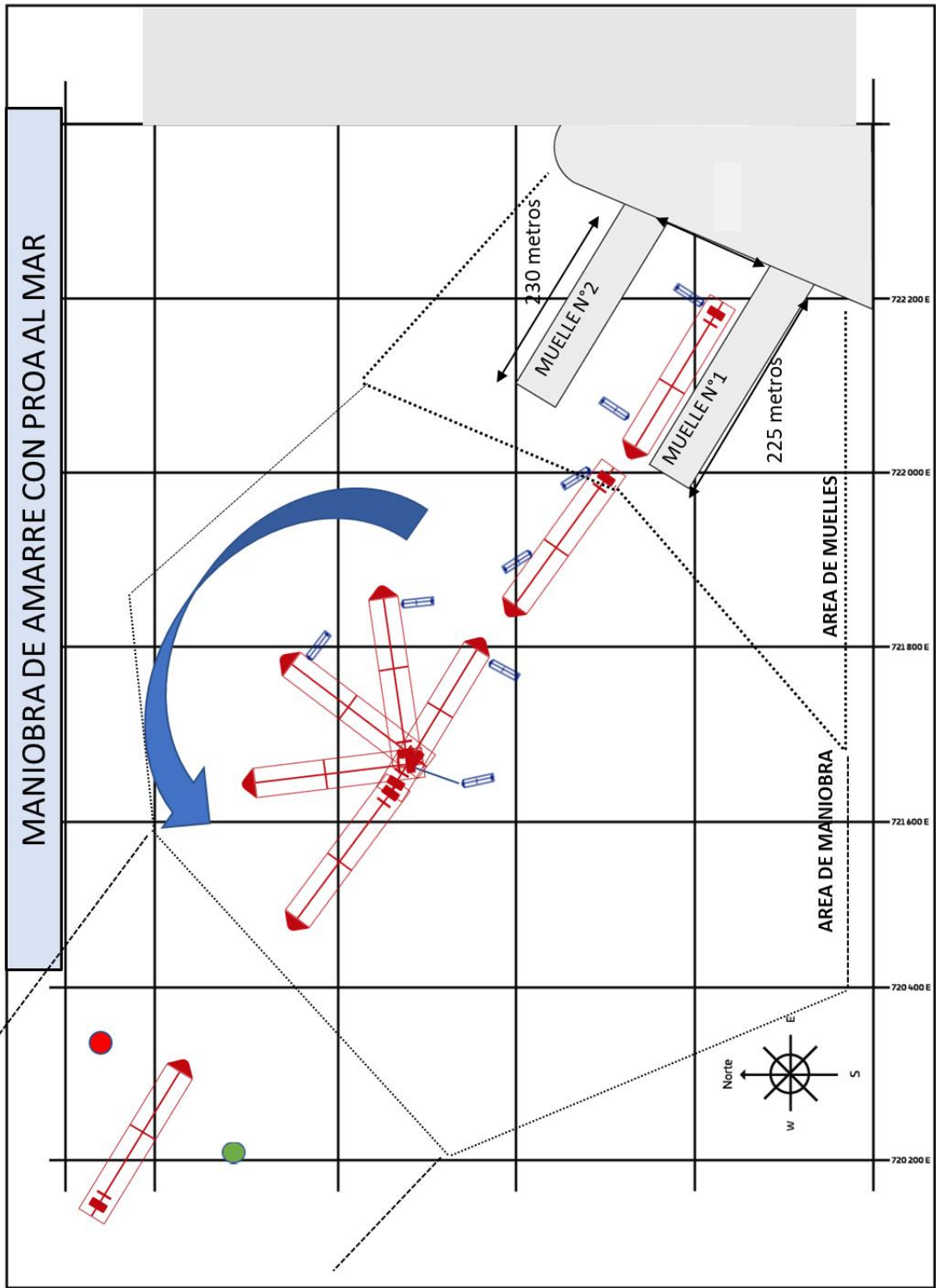




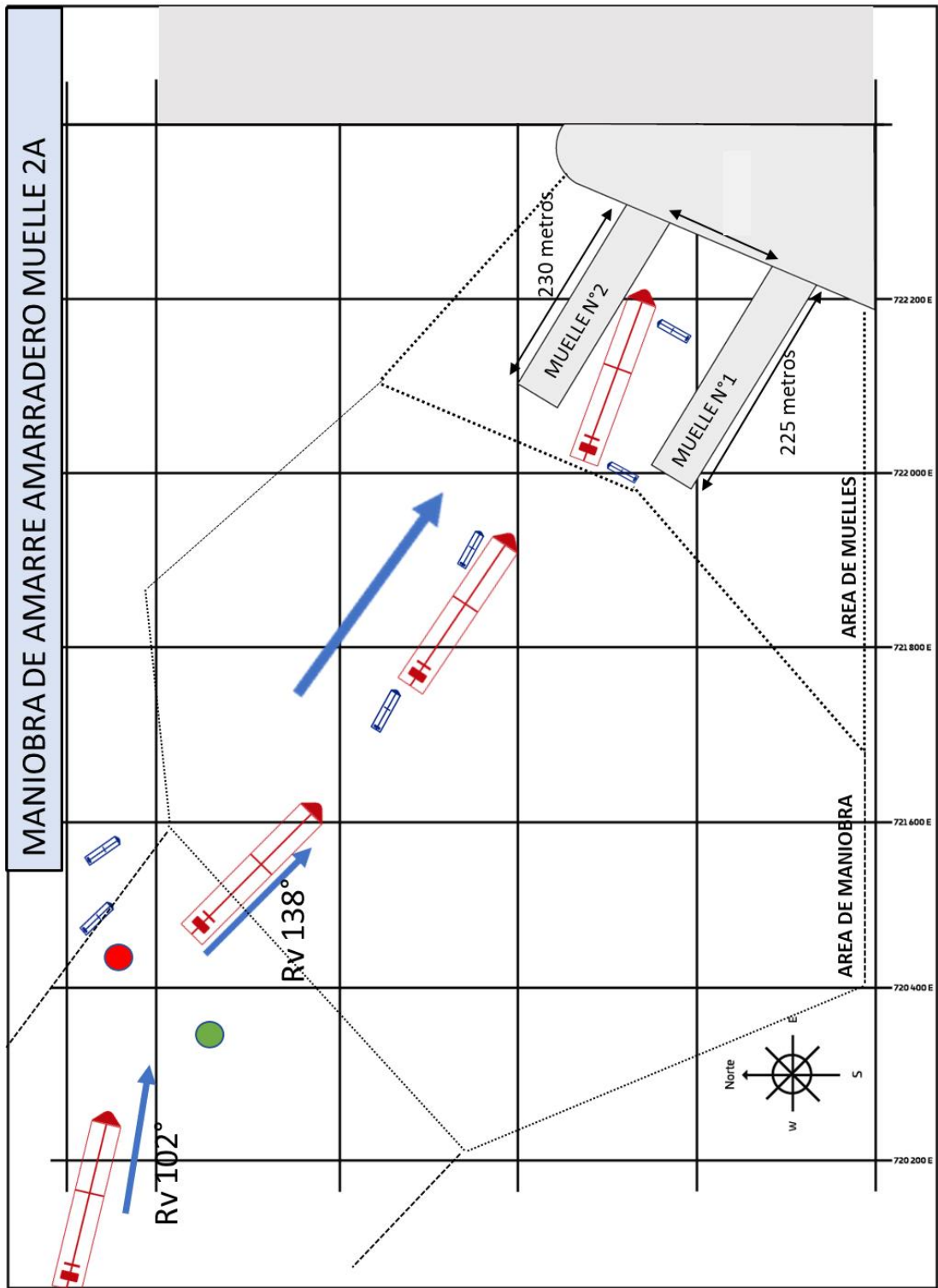
  
 JUAN ZAPATA  
 DIRECTOR GENERAL  
 DEPORTES Y TURISMO  
 42810035

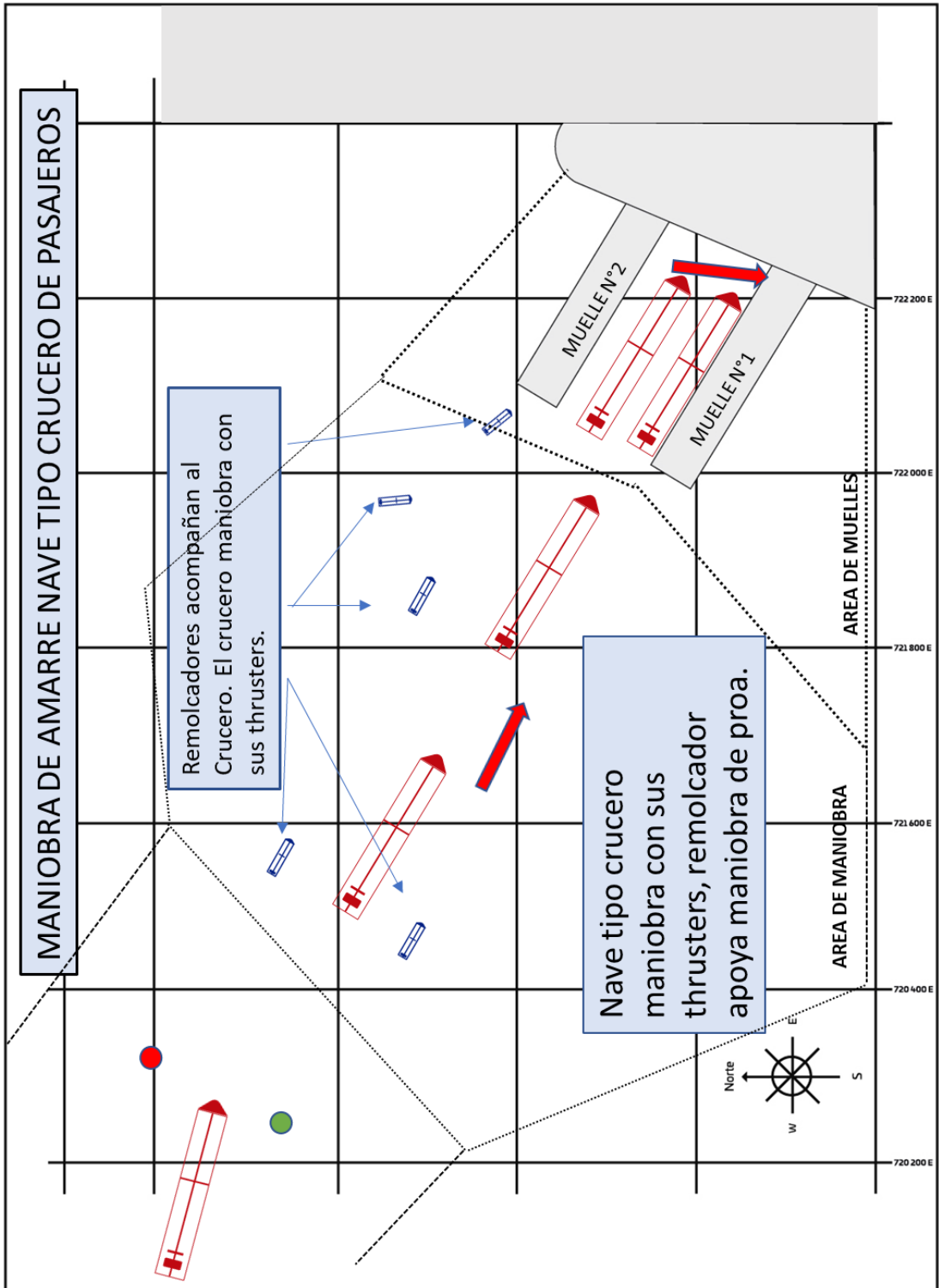


  
 JUN 2018  
 DIRECTOR GENERAL  
 DEPORTES Y TURISMO  
 42810235



  
 JUN 2018  
 DIRECTOR GENERAL  
 DE AERONAUTICA CIVIL  
 42810235





  
 JUN 2018  
 ROLANDO MANTUA  
 CAPITAN DE PUERTO  
 42810235

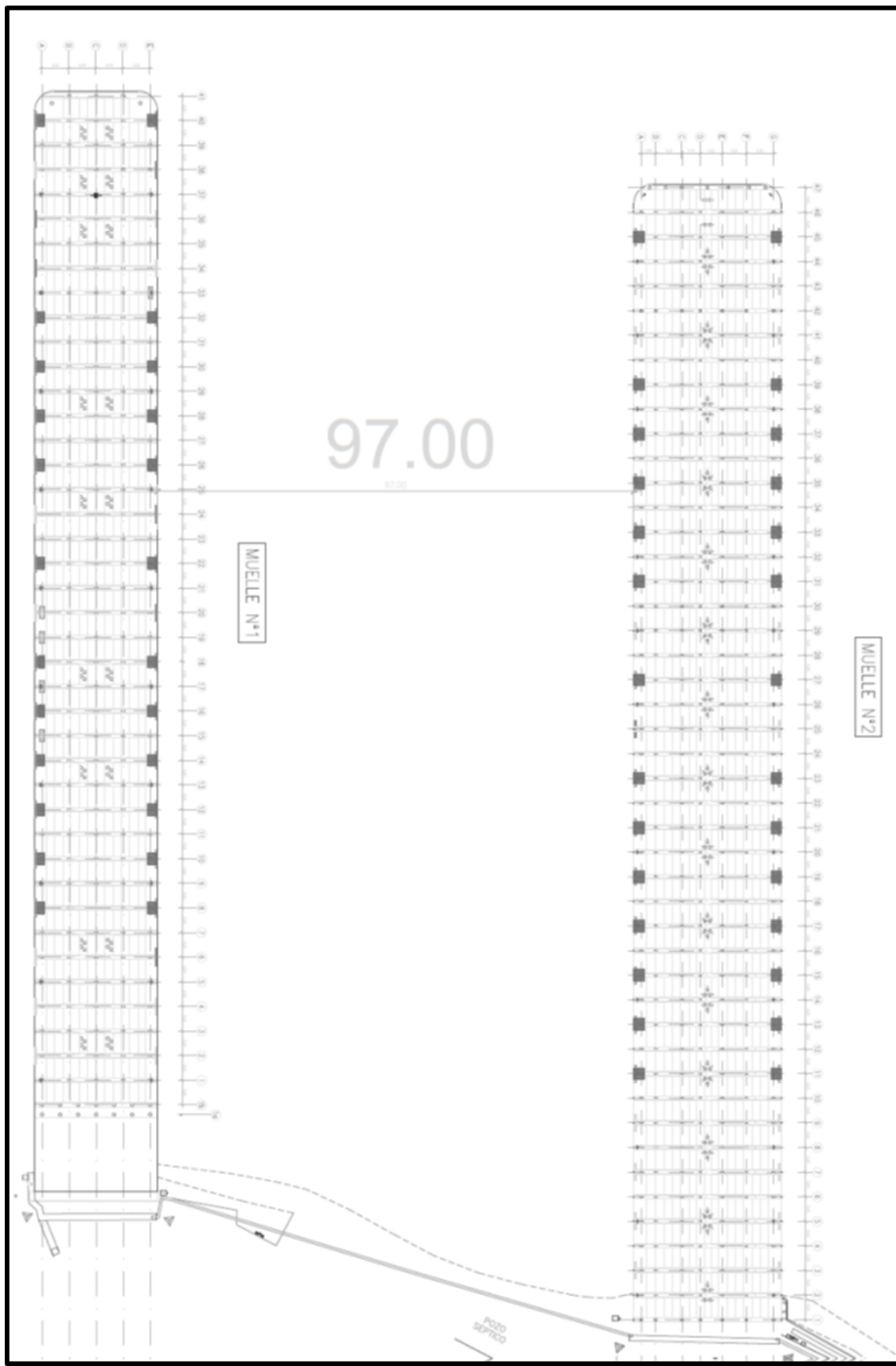
**ANEXO "D" PLANO BATIMETRICO**





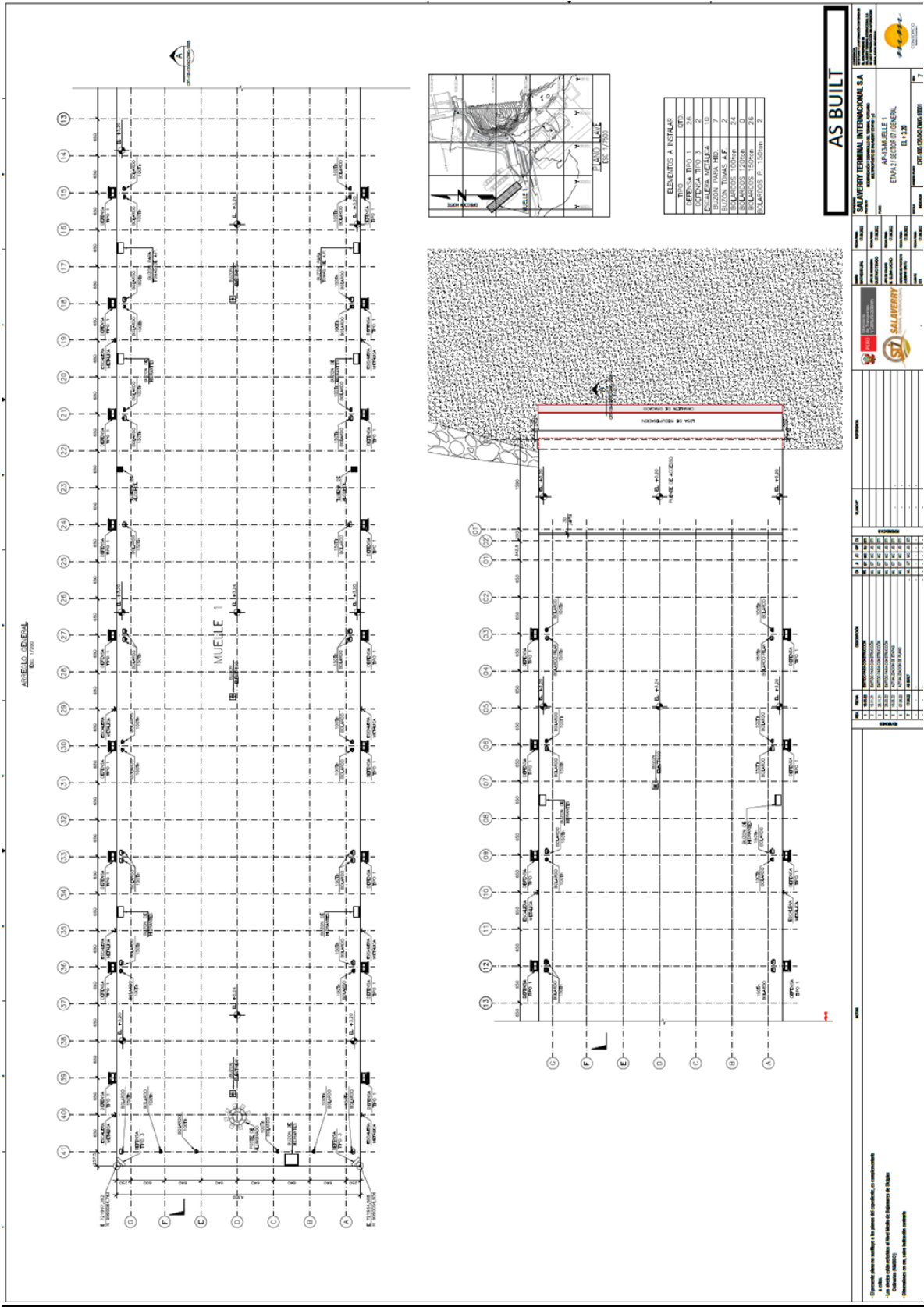
**ANEXO "E"**

**DISPOSICION DE LOS MUELLES N°1 Y N°2**



MAN 2018/00114 Rev. 01  
PROYECTO DE OBRAS DE  
CONSTRUCCION DE UN  
Muelle N°1 y N°2

# SISTEMA DE DEFENSAS DE LOS MUELLES N°1 Y N°2



JUAN ZAPARRULLA  
 INGENIERO EN CIVIL  
 47819335



**ANEXO "F"**  
**ANALISIS DE ATRAQUE DE UNA NAVE CRUCERO DE 260**  
**METROS EN EL MUELLE 1A DEL PUERTO DE SALAVERRY**

JUAN JOSÉ SANCHEZ  
INGENIERO EN SISTEMAS DE  
COMUNICACIONES  
42800000