



## ESTUDIO DE MANIOBRAS DEL TERMINAL MARINO PISCO CAMISEA

# INDICE

### CAPITULO I

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

#### **1.1. ANTECEDENTES GENERALES DEL TERMINAL, INSTALACION ACUATICA**

##### a) DE LAS INSTALACIONES

##### **1.1.1 OBJETIVO DEL PROYECTO:**

##### **1.1.2 TITULARIDAD DE LAS INSTALACIONES.**

##### **1.1.3 UBICACION GEOGRAFICA**

##### **1.1.4 -PLANO GENERAL DE UBICACION DEL PROYECTO:**

##### **1.1.5 CARACTERISTICAS GENERALES DEL PROYECTO:**

##### **a) DESCRIPCION GENERAL DE LAS INSTALACIONES**

ELEMENTOS PRINCIPALES DEL T.M.P.C.

SISTEMAS PARA EMBARQUE DE PRODUCTOS

- Líneas de transferencia de propano y butano refrigerados
- Línea de transferencia de Diesel
- Línea de transferencia de Nafta

SISTEMAS PARA CONEXIÓN AL BUQUE

Brazos de carga

Brazos de carga para Propano, butano y nafta

Brazo de carga para Diesel

Medios de accionamiento de los Brazos de carga

OTROS EQUIPOS Y SISTEMAS INSTALADOS EN LA PLATAFORMA

SISTEMAS PARA PRECALENTAMIENTO, VAPORIZACIÓN Y RECUPERACIÓN DE VAPORES

Pre-calentador de Propano.

Vaporizador de Propano

Sistema de Recuperación de Vapores,

SISTEMAS ELÉCTRICOS.

Sistema para abastecimiento normal de energía eléctrica

Sistema para generación eléctrica de emergencia

Sistemas conectados eléctricamente al UPS

Sistemas conectados al rectificador cargador de 480VAC y 24 VDC

SISTEMAS ELÉCTRICOS DEL TERMINAL RELACIONADOS CON LAS MANIOBRAS.

Sistema de señalización náutica y ayuda a la navegación

Sistema de iluminación de la plataforma y pasarelas

Sistema de radiocomunicaciones

SISTEMA DE DETECCIÓN Y LUCHA CONTRA INCENDIO

Bombas contra incendio,

Monitores contra incendio

Hidrantes contra incendio

Red contra incendio,

Equipos complementarios del sistema contra incendios

Un (01) tanque de combustible del tipo cilíndrico horizontal, de 180 gl. para

SISTEMA DE AIRE COMPRIMIDO PARA OPERACIÓN DE INSTRUMENTOS

Sistema de protección catódica

##### **b) DESCRIPCION GENERAL DE LAS OPERACIONES:**

Embarque de productos de hidrocarburos y tipo de carga que moviliza

Régimen de uso de las instalaciones (diurno o nocturno)

##### **c) EXISTENCIA DE OTRAS INSTALACIONES EN LAS CERCANÍAS**

## ESTUDIO DE MANIOBRAS DEL TERMINAL MARINO PISCO CAMISEA

### **1.2. LAS NAVES TIPO DEL ESTUDIO DE MANIOBRA**

1.2.1 TIPO DE BUQUES QUE SE RECIBEN EN LA PLATAFORMA DE PISCO CAMISEA

1.2.2 NAVES TIPO CONOCIDAS:

CARACTERÍSTICAS DE LA NAVE DE MAYOR TAMAÑO QUE HA ARRIBADO AL TMPC

CARACTERÍSTICAS DE LA NAVE EXTRANJERA TIPO QUE ARRIBA CON MÁS FRECUENCIA AL TMPC

CARACTERÍSTICAS DE LA NAVE DE CABOTAJE QUE ARRIBA CON MÁS FRECUENCIA AL TMPC

CARACTERÍSTICAS DE LA NAVE DE MENOR PORTE QUE HA ARRIBADO A LAS INSTALACIONES DEL TMPC

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

1.3.1 ELEMENTOS DE REFERENCIA Y SEÑALIZACIÓN DEL ÁREA DE OPERACIONES

Accidentes geográficos conspicuos.

Elementos de señalización

Señales de referencia para la aproximación y acoderamiento al TMPC.

1.3.2 CARACTERÍSTICAS DEL ÁREA DE OPERACIONES

Área de maniobras

Influencia del oleaje

Influencia de las corrientes

Profundidad

Precauciones Ambientales

1.3.3 COMPONENTES DEL ÁREA DE MANIOBRAS DEL TMPC.

Descripción y ubicación del fondeadero

El canal de acceso y salida de la bahía

La ruta de aproximación

Estación de práctico y de remolcadores.

Toma de remolcadores

Verificación de Profundidades.

### **1.4. CARACTERÍSTICAS OCEANOGRÁFICAS Y METEOROLÓGICAS DEL ÁREA DE OPERACIONES.**

1.4.1 FUENTES DE LA INFORMACIÓN HIDROGRÁFICA Y METEOROLÓGICA

1.4.2 INFORMACIÓN METEOROLÓGICA E HIDROGRÁFICA HIDROGRÁFICA CONSIDERADA PARA EL ESTUDIO DE MANIOBRAS

1.4.2.1 VIENTOS

Dirección del Viento

Velocidad del viento

Comportamiento horario del viento promedio anual

1.4.2.2 CORRIENTES

Características de la corriente a Profundidad de 5 metros

Direcciones predominantes

Mayor Velocidad observada:

Velocidades más frecuentes:

Variación por mareas

1.4.2.3 OLAS

Observación de olas en el TMPC

De enero a Diciembre año 2018

Máxima, Mínima y, Significante

1.4.2.4 MAREAS

1.4.2.5 MAREJADAS

1.4.2.6 BATIMETRÍA

1.4.2.7 NATURALEZA DEL FONDO MARINO

1.4.2.8 VISIBILIDAD



## ESTUDIO DE MANIOBRAS DEL TERMINAL MARINO PISCO CAMISEA

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

- Definiciones de condiciones de estado de tiempo
- Condición de calma
- Condición normal
- Condición adversa extrema
- Pronósticos y avisos especiales

## CAPITULO II

### DESCRIPCION DE LA MANIOBRA

#### 2.1. ELEMENTOS DE AMARRE Y DEFENSA

##### DESCRIPCIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LOS ELEMENTOS DE AMARRE

##### 2.1.1 PUNTOS DE AMARRE EN EL FRENTE DE ATRAQUE

- Dolphins como elementos de atraque y de amarre
- Dolphins de atraque
- Dolphins de amarre
- COORDENADAS DE UBICACIÓN DE DOLPHINS DE ATRAQUE Y DE AMARRE
- Elementos de amarre
- Características de los ganchos múltiples de amarre
- Ganchos de amarre en los dolphins de atraque
- Ganchos de amarre en los dolphins de amarre

##### 2.1.2 DISPOSITIVOS DE AMARRE DE BUQUES EN EL TMPC

- PUNTOS DE ATRAQUE Y DE AMARRE
- Dolphins de atraque
- Dolphins de amarre

##### 2.1.3 TRABAJO DE LOS COMPONENTES DEL DISPOSITIVO DE AMARRE

- LARGO DE PROA
- TRAVÉS DE PROA
- ESPRÍN DE PROA
- ESPRÍN DE POPA
- TRAVÉS DE POPA
- LARGO DE POPA

##### 2.1.4 CARACTERÍSTICAS DE LAS ESPÍAS DE AMARRE

- a) FIBRAS SINTÉTICAS.
  - Cabos de Polipropileno
  - Cabos de Nylon
  - Cabos de poliéster,
  - Cabos de aramid,

##### 2.1.5 AMARRAS ESTIPULADAS PARA BUQUES QUE ARRIBAN AL TERMINAL MARINO PISCO CAMISEA.

##### 2.1.6 DISPOSITIVOS DE DEFENSA EN EL FRENTE DE ATRAQUE DEL TMPC

- ELEMENTOS QUE CONFORMAN CADA UNA DE LAS DEFENSAS
- CAPACIDAD DE LAS DEFENSAS DEL TMPC.
- CURVA DE CARACTERÍSTICAS DE LAS DEFENSAS DEL TMPC.

#### 2.2. NAVES QUE MANIOBRAN, DESCRIPCION DE LAS MANIOBRAS PARA NAVES DE DIMENSIONES TIPO, MINIMAS, MAXIMAS (DIURNAS Y NOCTURNAS).

- 2.2.1 BUQUE DE MAYOR TAMAÑO (Eslora 229.00 metros)
- 2.2.2 BUQUE MÁS FRECUENTE (Eslora 183.00 metros)
- 2.2.3 BUQUE DE MENOR TAMAÑO (Eslora 99.84 metros)

## ESTUDIO DE MANIOBRAS DEL TERMINAL MARINO PISCO CAMISEA

### 2.3. DESCRIPCIÓN DE LAS MANIOBRAS DE INGRESO A LA INSTALACIÓN ACUÁTICA.

- 2.3.1 PROCEDIMIENTOS PREVIOS AL ARRIBO DEL BUQUE.
  - a. PREPARATIVOS ANTES DE LA LLEGADA DEL BUQUE  
CONFIRMACIÓN DE SEGURO DE RESPONSABILIDAD  
AVISO DE LLEGADA  
CONFIRMACIÓN DEL DÍA Y HORA DE LLEGADA
  - b. VERIFICACIÓN DE CONDICIONES DEL TMPC AL ARRIBO DEL BUQUE  
OPERATIVIDAD DE LA PLATAFORMA  
VERIFICACIÓN DEL TERMINAL PREVIA AL AMARRE DEL BUQUE
  - c. DESIGNACIÓN DE PRÁCTICOS E INSPECTOR DE CUBIERTA
  - d. REPRESENTANTE DE TMPC A BORDO DEL BUQUE  
DESIGNACIÓN DEL LOADING MÁSTER  
FUNCIONES DEL LOADING MASTER
  - e. ASIGNACIÓN DE GAVIEROS PARA APOYO A LA MANIOBRA
  - f. ARRIBO DEL BUQUE  
Recepción Oficial del buque  
Libre plática
  - g. COMUNICACIÓN DE OBLIGACIONES AL BUQUE QUE ARRIBA.
  - h. INTERCAMBIO DE INFORMACIÓN DE MANIOBRA
  - i. INSPECCIÓN DE VERIFICACIÓN PREVENTIVA DE SEGURIDAD Y DE RIESGO AMBIENTAL DEL BUQUE
  - j. CONTROL DE ESTADO DE MAQUINARIA Y DISPOSITIVOS DE MANIOBRA EN CUBIERTA.
  - k. VERIFICACIÓN DE LAS ESPIAS DE AMARRE
  - l. PROCEDIMIENTOS DE SEGURIDAD ANTES DE LA APROXIMACIÓN  
PRUEBAS DE MÁQUINAS Y SISTEMAS DE FONDEO  
VERIFICACIÓN ABORDO DE EQUIPOS DE AYUDA Y REGISTRO  
VERIFICACIÓN ABORDO DE EQUIPOS DE AYUDA A LA NAVEGACIÓN Y REGISTRO  
PRUEBAS DE COMUNICACIONES Y VERIFICACIÓN DE ALISTAMIENTO DEL TERMINAL.
- 2.3.2 PROCEDIMIENTO DE MANIOBRA DE INGRESO AL TERMINAL CON MAR CALMO  
DESCRIPCIÓN GENERAL  
GRABACIÓN DE LAS ÓRDENES DE MANIOBRA
  - 2.3.2.1 NAVEGACIÓN DEL FONDEADERO AL TERMINAL
  - 2.3.2.2 RUTA DE APROXIMACIÓN
  - 2.3.2.3 RUTA DE ESCAPE EN CASO DE EMERGENCIA
  - 2.3.2.4 GAVIEROS EN EL TERMINAL
  - 2.3.2.5 LANCHAS DE MANIOBRA
  - 2.3.2.6 DESCRIPCIÓN DE LA MANIOBRA DE ATRAQUE DEL BUQUE TIPO
  - 2.3.2.7 REMOLCADORES EN LA MANIOBRA DE APROXIMACIÓN  
DIAGRAMA DE LA MANIOBRA DE
  - 2.3.2.8 BUQUE EN POSICIÓN
  - 2.3.2.9 VARIACIONES EN LA MANIOBRA DE ENTRADA, PARA BUQUES DE HASTA 230 M. DE ESLORA
  - 2.3.2.10 VARIACIONES EN LA MANIOBRA DE ENTRADA, PARA BUQUES DE MENOR PORTE.
- 2.3.3 MANIOBRA DE SALIDA DEL TERMINAL
  - 2.3.3.1 PREPARATIVOS PARA LA MANIOBRA DE DESATRAQUE  
VISITA DE AUTORIDADES  
VERIFICACIÓN PREVIA ABORDO
    - Equipos de comunicación
    - Grabación de voces de maniobra.
    - Equipos de ayuda y registro
  - 2.3.3.2 DESCRIPCIÓN DE LA MANIOBRA DE SALIDA DEL TERMINAL  
SECUENCIA DE LA MANIOBRA DE SALIDA
- 2.3.4 REMOLCADORES EN LAS MANIOBRAS DE ENTRADA Y SALIDA
  - 2.3.4.1 APOYO DE REMOLCADORES EN LAS MANIOBRAS DE ENTRADA
    - a) Remolcadores en la fase de aproximación
    - b) Remolcadores en la fase intermedia
    - c) Remolcadores en la fase final de amarre
  - 2.3.4.2 APOYO DE REMOLCADORES EN LAS MANIOBRAS DE SALIDA
- 2.3.5 OBSERVACIONES FINALES EN LAS MANIOBRAS DE INGRESO Y SALIDA



## ESTUDIO DE MANIOBRAS DEL TERMINAL MARINO PISCO CAMISEA

- 2.3.6 ANÁLISIS DEL CALADO MÁXIMO PERMISIBLE
  - 2.3.6.1 PROFUNDIDAD Y NATURALEZA DEL FONDO EN ELÁREA DE MANIOBRA
  - 2.3.6.2 FACTORES QUE DETERMINAN EL ESPACIO BAJO LA QUILLA (EBQ)
  - 2.3.6.3 FACTORES DE INCREMENTO DE ESPACIO BAJO LA QUILLA EN LA LÍNEA DE ATRAQUE
    - a)  $\Delta$  POR CAMBIOS EN LA DENSIDAD DEL AGUA (Dds)
    - b)  $\Delta$  POR DIFERENCIAS DE CALADO Y DEFORMACIONES LONGITUDINALES (Ddg)
    - c)  $\Delta$  POR TRIMADO DINÁMICO O "SQUAT" (Ddt)
    - d)  $\Delta$  POR MOVIMIENTOS DEL BUQUE PRODUCIDOS POR EL OLEAJE (Ddw)
    - e)  $\Delta$  POR ESCORA DEL BUQUE POR LA ACCIÓN DEL VIENTO (Ddv)
    - f)  $\Delta$  POR ESCORA DEL BUQUE POR LA ACCIÓN DE LA CORRIENTE (Ddc)
    - g)  $\Delta$  POR ESCORA DEL BUQUE POR CAMBIOS DE RUMBO (Ddr)
    - h) RESGUARDO PARA SEGURIDAD MANIOBRABILIDAD DEL BUQUE (Drvsm)
    - i) MARGEN DE SEGURIDAD BAJO LA QUILLA (Drvsd)
  - 2.3.6.4 CÁLCULO DEL ESPACIO MÍNIMO BAJO LA QUILLA

### 2.4. DESCRIPCIÓN DE FACTORES Y/O CONDICIONES QUE AFECTAN A LAS MANIOBRAS DE LAS NAVES.

- 2.4.1 FACTORES INTRÍNSECOS DEL BUQUE QUE AFECTAN A LAS MANIOBRAS
  - INERCIA.
  - FORMA DEL CASCO.
  - HELICE SÓLIDA.
  - ESTADO DE LA OBRA VIVA DEL BUQUE.
  - EFECTO DE LA DISTRIBUCIÓN DE PESOS EN LA MANIOBRA DE APROXIMACIÓN
  - INFLUENCIA DE LA VELOCIDAD DEL BUQUE EN LA MANIOBRA DE APROXIMACION
- 2.4.2 CONDICIONES AMBIENTALES QUE AFECTAN A LAS MANIOBRAS
  - VIENTO
  - EFECTO DEL VIENTO SOBRE LA OBRA MUERTA DEL BUQUE.
  - DERIVA PRODUCIDA POR EL VIENTO
  - CORRIENTE
  - OLAS
- 2.4.3 OTROS FACTORES QUE AFECTAN A LAS MANIOBRAS
  - a) EFECTO DE AGUAS POCO PROFUNDAS
  - b) OLAS DE MAR DE FONDO
  - c) EFECTO DE HÉLICE SÓLIDA EN MARCHA ATRÁS
  - d) POSICIÓN DEL PUNTO DE PIVOTEO DEL BUQUE
  - e) EFECTO DEL MOVIMIENTO DEL BUQUE EN LA DERIVA
  - f) ACCELERACIÓN Y DESACELERACION DE UN BUQUE EN MANIOBRA
  - g) LIBERTADES DE MOVIMIENTO DEL BUQUE
- 2.4.4 FORMA EN QUE ACTUAN SOBRE EL BUQUE LOS FACTORES DINAMICOS DEL MEDIO EN CADA MOMENTO DE LA MANIOBRA
  - 2.4.4.1 OBSERVACION DE FACTORES AMBIENTALES EN EL FONDEADERO
  - 2.4.4.2 FACTORES AMBIENTALES EN LA FASE DE APROXIMACIÓN Y ACERCAMIENTO
    - a) Influencia del viento
    - b) Influencia de la corriente
    - c) Influencia del oleaje
  - 2.4.4.3 FACTORES AMBIENTALES EN LA FASE DE AMARRE
    - a) Vientos
    - b) Corrientes
    - c) Olas
  - 2.4.4.4 FACTORES AMBIENTALES SOBRE EL BUQUE AMARRADO
  - 2.4.4.5 FACTORES AMBIENTALES EN LA MANIOBRA DE SALIDA
    - a) VIENTO
    - b) CORRIENTE
    - c) OLAS

## ESTUDIO DE MANIOBRAS DEL TERMINAL MARINO PISCO CAMISEA

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

#### PROCEDIMIENTOS GENERALES

- 2.5.1 SERVICIO DE PRACTICAJE
- 2.5.2 USO DE REMOLCADORES
- 2.5.3 USO DE LANCHAS DE APOYO A LA MANIOBRA
- 2.5.4 USO DE EQUIPOS DE AYUDA A LA NAVEGACIÓN Y DE REGISTRO DE DATOS DURANTE LA MANIOBRA.
  - USO DE GPS
  - USO DE RADAR
  - USO DE ECOSONDA
  - USO DE REPETIDOR DE GIRO
  - SO DE EQUIPOS DE REGISTRO AUTOMÁTICO
- 2.5.5 GRABACIÓN DE AUDIO DE ÓRDENES DE MANIOBRA
- 2.5.6 PRONOSTICOS DE ESTADO DE MAR
- 2.5.7 AVISOS DE CIERRE DE PUERTO
- 2.5.8 COMUNICACIONES
- 2.5.9 CONCEPTOS GENERALES SOBRE USO DE REMOLCADORES

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

- 2.6.1 RUTAS DE ESCAPE EN CASOS DE EMERGENCIA
- 2.6.2 CARACTERISTICAS TÁCTICAS DEL BUQUE
- 2.6.3 LOS REMOLCADORES EN EMERGENCIAS
- 2.6.4 FALLAS IMPREVISTAS EN LA MANIOBRA DE INGRESO.
  - 2.6.4.1 FALLA DE PROPULSIÓN DEL BUQUE
  - 2.6.4.2 FALLA DE GOBIERNO EN EL BUQUE
  - 2.6.4.3 FALLA DEL SISTEMA DE GENERACIÓN ELÉCTRICA DEL BUQUE.
  - 2.6.4.4 FALLA DE GENERACIÓN ELÉCTRICA EN LA APROXIMACIÓN AL TERMINAL
  - 2.6.4.5 EMERGENCIA POR FALLAS DE LOS REMOLCADORES
  - 2.6.4.6 EMERGENCIA POR PRESENCIA DE VIENTOS PARACAS Y/O OLEAJE IRREGULAR
- 2.6.5 FALLA IMPREVISTAS EN LA MANIOBRA DE SALIDA
  - 2.6.5.1 FALLA DE PROPULSIÓN DEL BUQUE EN LA MANIOBRA DE SALIDA
  - 2.6.5.2 FALLA SISTEMA DE GOBIERNO DEL BUQUE EN LA MANIOBRA DE SALIDA
  - 2.6.5.3 FALLA EN EL SISTEMA DE GENERACIÓN ELÉCTRICA DEL BUQUE EN LA MANIOBRA DE SALIDA
  - 2.6.5.4 FALLA DE PROPULSIÓN DEL REMOLCADOR EN LA MANIOBRA DE SALIDA
- 2.6.6 PROCEDIMIENTOS DE EMERGENCIA EN CASO DE INCENDIO
  - Si el incendio se produce durante la maniobra
  - Si el incendio se produce con el buque amarrado al Terminal
  - APOYO DE LOS REMOLCADORES EN CASO DE INCENDIO
- 2.6.7 OTRAS SITUACIONES DE EMERGENCIA QUE PODRÍAN PRESENTARSE
- 2.6.8 PROCEDIMIENTOS EN CASO DE TSUNAMI

## ESTUDIO DE MANIOBRAS DEL TERMINAL MARINO PISCO CAMISEA

### **2.7. METODOLOGÍA DE CÁLCULO PARA DETERMINACION DE LA CAPACIDAD DE TRACCION REQUERIDA POR REMOLCADORES.**

- 2.7.1 FACTORES QUE DETERMINAN EL GRADO DE LA NECESIDAD DE REMOLCADORES PARA LAS MANIOBRAS EN EL TMPC.  
REQUERIMIENTO DE TRACCION SEGÚN LAS CARACTERISTICAS DEL ÁREA Y TIPO DE INSTALACIÓN  
REQUERIMIENTO DE REMOLCADORES SEGÚN TIPO Y CARACTERÍSTICAS DEL BUQUE  
REQUERIMIENTO DE REMOLCADORES SEGÚN CONDICIONES AMBIENTALES REINANTES
- 2.7.2 FACTORES QUE INFLUYEN EN LA ASISTENCIA DE REMOLCADORES
- 2.7.3 FUERZAS A SER COMPENSADAS POR TRACCION DE REMOLQUE
  - 2.7.3.1 FUERZAS PRODUCIDAS POR EL VIENTO  
MODELO DE CÁLCULO FUERZA PRODUCIDA POR EL VIENTO SOBRE UN BUQUE TIPO PANAMAX  
FUERZA LONGITUDINAL PRODUCIDA POR EL VIENTO  
MOMENTO DE GUIÑADA  
ALTURA Y VELOCIDAD DEL VIENTO
  - 2.7.3.2 FUERZAS GENERADAS POR CORRIENTES  
Utilizando el grafico que antecede, la mínima fuerza efectiva requerida para controlar  
Otros efectos de la baja profundidad
  - 2.7.3.3 FUERZAS PRODUCIDAS POR LAS OLAS
- 2.7.4 DETERMINACION DE FUERZAS GENERADAS EN CADA MOMENTO DE LA MANIOBRA DE INGRESO DEL BUQUE QUE LLEGA CON MÁS FRECUENCIA
- 2.7.5 VARIACION DE LOS FACTORES AMBIENTALES
  - 2.7.5.1 DESCRIPCION DE ESTADOS DE TIEMPO CALMO NORMAL Y EXTREMO
  - 2.7.5.2 EL BUQUE TIPO PARA EL MODELO DE CÁLCULO
- 2.7.6 MODELO DE CALCULO DE FUERZAS AMBIENTALES SOBRE EL BUQUE TIPO EN LA APROXIMACIÓN CON CONDICIONES NORMALES DE TIEMPO.  
DATOS DEL BUQUE  
DATOS DEL MEDIO AMBIENTE  
CÁLCULO DE FUERZAS PRODUCIDAS POR LAS FUERZAS AMBIENTALES  
FUERZA DE VIENTO  
FUERZA DE OLA  
FUERZAS SOBRE EL BUQUE EN CONDICIÓN DE LASTRE  
Fuerza de Viento por el Costado  
Fuerza lateral del viento  
Fuerza de Viento por Proa  
Fuerza total del viento  
Componentes de la Fuerza de Viento  
FUERZAS PRODUCIDAS POR LA CORRIENTE  
Efecto de aguas poco profundas:  
Fuerza Lateral por Corriente  
Fuerza producida por el oleaje  
COMPARACIÓN DE FUERZAS TOTALES CON OLEAJE Y SIN OLEAJE.
- 2.7.7 CALCULOS PARA DEFINIR LA POTENCIA Y NUMERO DE REMOLCADORES QUE SE REUIEREN PARA APOYAR LAS MANIOBRAS DE ENTRADA Y DE SALIDA DEL BUQUE DE MAYOR PORTE CON TIEMPO CALMO NORMAL Y EXTREMO.  
FUERZA DE TRACCIÓN REQUERIDA DURANTE LA MANIOBRA DEL BUQUE DE MAYOR TAMAÑO EN EL TMPC
- 2.7.8 FORMA EN QUE INFLUYEN LOS FACTORES AMBIENTALES ENCADA MOMENTO DE LA MANIOBRA.  
MANIOBRA DE ARRIBO  
MANIOBRA DE ZARPE
- 2.7.9 CALCULOS PARA DEFINIR LA POTENCIA Y NUMERO DE REMOLCADORES QUE SE REQUIEREN PARA APOYAR LAS MANIOBRAS DE ENTRADA Y DE SALIDA  
FUERZAS DE TRACCIÓN REQUERIDA DURANTE LA APROXIMACIÓN A LA PLATAFORMA (Buque en lastre),  
FUERZAS DE TRACCIÓN REQUERIDA DURANTE LA PERMANENCIA EN LA PLATAFORMA (Buque cargado)  
FUERZAS DE TRACCIÓN REQUERIDA DURANTE LA PERMANENCIA EN LA PLATAFORMA (Buque descargado)

## ESTUDIO DE MANIOBRAS DEL TERMINAL MARINO PISCO CAMISEA

- 2.7.10 FUERZA PARA MANIOBRA DE AMARRE EN CONDICIONES EXTREMAS
- 2.7.10.1 BOLLARD PULL DE LOS REMOLCADORES ASIGNADOS .
- 2.7.10.2 MANIOBRAS CON BOW TRUTER Y STERN TRUSTERS

### **2.8. CONDICIONES LÍMITE DE PERMANENCIA DE NAVES EN EL TERMINAL MARÍTIMO PISCO CAMISEA (TMPC)**

- 2.8.1 FACTORES DINAMICOS DEL MEDIO EN LA PERMANENCIA DEL BUQUE
- 2.8.2 CONDICIONES LIMITE DE OPERACIÓN EN EL TMPC
- 2.8.3 CONDICIONES DE SEGURIDAD EN BUQUES QUE ARRIBAN AL TERMINAL
- 2.8.4 DISPOSITIVO DE AMARRE DEL BUQUE EN EL TMPC
  - DISPOSITIVOS DE AMARRE SEGÚN ESLORA
  - INTERPRETACIÓN DE LAS SIGLAS DEL DISPOSITIVO DE AMARRE
  - NECESIDAD DE SIMETRIA EN LOS ESQUEMAS DE AMARRE
  - REQUISITOS DE UN DISPOSITIVO DE AMARRE
  - TRABAJO DE LOS ELEMENTOS DEL DISPOSITIVO DE AMARRE
    - LARGO DE PROA
    - TRAVÉS DE PROA
    - ESPRÍN DE PROA
    - ESPRÍN DE POPA
    - TRAVÉS DE POPA
    - LARGO DE POPA
  - PLAN DE AMARRE y DATOS DE PERMANENCIA
  - ESPÍAS DE AMARRE UTILIZADAS
  - COMPONENTES LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES DE LOS ESFUERZOS RESISTENTES EN LAS ESPÍAS DE AMARRE.
- 2.8.5 SOFTWARE PARA DETERMINAR ESFUERZOS
- 2.8.6 FUERZAS PRODUCIDAS POR FACTORES AMBIENTALES
  - FUERZAS PRODUCIDAS POR EL VIENTO
  - FUERZAS PRODUCIDAS POR LA CORRIENTE
  - FUERZAS PRODUCIDAS POR LAS OLAS
  - FUERZAS TOTALES PRODUCIDAS POR FACTORES AMBIENTALES
  - ESFUERZOS RESISTENTES DE ESPÍAS DE AMARRE
  - DETERMINACION DE CONDICIONES LIMITE DE OPERACIÓN
  - USO DEL SOFTWARE DE CONDICIONES LIMITE DE OPERACIÓN
  - CONDICIONES AMBIENTALES QUE PRODUCEN ESFUERZOS CRÍTICOS.
- 2.8.7 PARAMETROS LIMITE DE OPERACIÓN DURANTE LA PERMANENCIA DEL BUQUE
  - VIENTO
  - CORRIENTE
  - OLAS
- 2.8.8 CONVENIENCIA DE MEDICION DIRECTA DE ESFUERZOS
- 2.8.9 PROCEDIMIENTOS OPERATIVOS DURANTE LA PERMANENCIA DEL BUQUE EN EL TMPC
  - 2.8.9.1 DESPLIEGUE DE BARRERAS DE CONTENCIÓN DE DERRAMES
  - 2.8.9.2 CONFERENCIA PRE-TRANSFERENCIA
  - 2.8.9.3 VERIFICACIÓN DE ALISTAMIENTO DEL SISTEMA DE TRANSFERENCIA DEL BUQUE TANQUE
  - 2.8.9.4 DISPOSITIVO PARA QUE EL PERSONAL PASE DE LA PLATAFORMA AL BUQUE AMARRADO
  - 2.8.9.5 PROCEDIMIENTOS OPERATIVOS CON LOS BRAZOS DE CARGA
    - a) Preparación de los brazos para el inicio de la transferencia
    - b) Pruebas Preliminares
    - c) Encendido del sistema hidráulico
    - d) Conexión del brazo de carga
    - e) Inicio de transferencia
    - f) Alarmas de límite de movimiento del buque en los brazos de carga.
  - 2.8.9.6 PROCEDIMIENTOS DE SEGURIDAD PORTUARIA DURANTE LA PERMANENCIA DEL BUQUE EN EL TERMINAL.



## **ESTUDIO DE MANIOBRAS DEL TERMINAL MARINO PISCO CAMISEA**

- a) CONTROL PERMANENTE DEL DISPOSITIVO DE AMARRE
  - b) CONTROL DE CAMBIOS DE ALTURA DE LA CUBIERTA DEL BUQUE
  - c) CONTROL DE OPERACIÓN Y SEGUIMIENTO DE PRODUCTOS QUE SE EMBARCAN DURANTE LA PERMANENCIA DEL BUQUE EN EL TMPC
  - d) CONTROL Y MONITOREO DE LOS BRAZOS DE CARGA EN GENERAL:
  - e) PROCEDIMIENTOS AL TÉRMINO DE EMBARQUE DE PRODUCTOS.
- 2.8.9.7 PROCEDIMIENTOS OPERATIVOS GENERALES AL TÉRMINO DE EMBARQUE Y ANTES DE LA SALIDA DEL BUQUE DEL TERMINAL.
- g) CIERRE DE VÁLVULAS
  - h) DESCONEXIÓN DE BRAZOS DE CARGA

### **2.9. DETERMINACIÓN DE CONDICIONES METEOROLÓGICAS ADVERSAS ASÍ COMO DE LAS SITUACIONES QUE CONSTITUYEN LÍMITES OPERACIONALES O COND. INSEGURAS**

- 2.9.1 EN LA APROXIMACIÓN DEL BUQUE AL TERMINAL
- 2.9.2 DURANTE LA PERMANENCIA DEL BUQUE EN EL TERMINAL
  - CONDICIONES LÍMITE DE OLEAJE.
  - CONDICIONES LÍMITE DE VIENTO
  - CONDICIONES LÍMITE DE CORRIENTE.
  - CONDICIONES LÍMITE DE VISIBILIDAD.
- 2.9.3 CONDICIONES LÍMITE PARA EJECUCIÓN DE MANIOBRAS DE ABASTECIMIENTO, TRANSPORTE DE PERSONAS, Y OTROS.
- 2.9.4 DECISIÓN PARA LA DESCONEXIÓN DE LOS BRAZOS DE CARGA.

## **CAPÍTULO III**

### **CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES, Y RESTRICCIONES PORTUARIAS**

- 3.1. FONDEADEROS
- 3.2. HORARIO DE MANIOBRA
- 3.3. TAMAÑO DEL BUQUE
- 3.4. TONELAJE DE PESO MUERTO (DW)
- 3.5. DESPLAZAMIENTO
- 3.6. CALADO MÁXIMO PERMISIBLE
- 3.7. CALADO MÍNIMO.
- 3.8. FRANCOBORDO MAXIMO PERMISIBLE
- 3.9. ESPIAS
- 3.10. CONDICIONES LÍMITE DE ESTADO DE MAR EN LAS MANIOBRAS.
  - 3.10.1 OLAS:
  - 3.10.2 VIENTO:
  - 3.10.3 CORRIENTE:



## ESTUDIO DE MANIOBRAS DEL TERMINAL MARINO PISCO CAMISEA

- 3.10.4 VISIBILIDAD:
- 3.10.5 CONDICIONES LÍMITE PARA MANIOBRA DE SALIDA
- 3.11. VELOCIDAD DE APROXIMACIÓN.
- 3.12. USO DE REMOLCADORES
- 3.13. PERSONAL DE CUBIERTA DEL BUQUE
- 3.14. LANCHAS DE SERVICIO
- 3.15. GAVIEROS
- 3.16. PRÁCTICOS

## ESTUDIO DE MANIOBRAS DEL TERMINAL MARINO PISCO CAMISEA

# ESTUDIO DE MANIOBRAS DEL MUELLE DE PLUSPETROL EN PISCO.

## CAPITULO I

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

#### 1.1. ANTECEDENTES GENERALES DEL TERMINAL, INSTALACION ACUATICA

##### a) DE LAS INSTALACIONES

##### 1.1.1 OBJETIVO DEL PROYECTO:

En la Provincia de Pisco, Departamento de Ica, al sur de Lima, se encuentra el Terminal Marino Pisco Camisea, actualmente operado por Oiltanking Andina Services SAC., Este terminal marino, construido entre los años 2003 y 2004, está situado en la zona de amortiguamiento de la Reserva Nacional de Paracas, desde donde se embarca a los mercados nacionales e internacionales, productos gaseosos como propano (gas licuado de petróleo o GLP), y butano así como condensados líquidos, obtenidos en la planta de fraccionamiento ubicada en tierra, a 800 metros de la playa Lobería, y a 4,000 metros del Terminal Marino Pisco Camisea.

La planta de fraccionamiento de Pluspetrol en Pisco, es donde se procesan los productos líquidos y gaseosos que provienen de los yacimientos de Camisea en el Dpto. del Cuzco, los cuales llegan a la planta de Pisco y de allí por medio de tuberías submarinas hasta el Terminal Marino Pisco Camisea, donde los productos se embarcan en buques especializados



La operación segura y eficiente del Terminal Marino Pisco Camisea, es una necesidad prioritaria, en las operaciones de embarque de propano y butano refrigerados en buques Gasero, por lo que es necesario evaluar las características de diseño de esta instalación marítima, los espacios disponibles para las maniobras de ingreso y salida de los buques que operan en dicho muelle, así como la capacidad y el estado de sus instalaciones, en relación con los buques que arriban a ellas, con el fin de que las operaciones se desarrollen en condiciones óptimas de seguridad.

En las operaciones que se llevan a cabo en esta instalación marítima, se debe tener en cuenta la influencia de los factores ambientales sobre el buque en las maniobras de ingreso y salida así como durante su permanencia en el TMPC, manteniendo siempre condiciones aceptables de seguridad tanto del buque como de las instalaciones portuarias, especialmente con buques que transportan propano y/o butano refrigerados, y cuando estos buques permanecen amarrados en el TMPC efectuando operaciones de embarque.



## ESTUDIO DE MANIOBRAS DEL TERMINAL MARINO PISCO CAMISEA

### **Importancia de las operaciones**

El transporte de propano, butano y condensados obtenidos en la planta de fraccionamiento de Pluspetrol, ubicada en la playa Lobería de Pisco, es una actividad permanente, al servicio del mercado nacional e internacional, por lo que cobra especial importancia la operatividad de las instalaciones portuarias de Pisco Camisea, por donde se embarcan los productos, extraídos en los yacimientos de gas de Camisea en el Departamento del Cuzco y procesados en la planta de fraccionamiento para ser exportados a otros países, así como para el consumo industrial y residencial del País, siendo la operación segura y eficiente el Terminal Marino Pisco Camisea, por donde se despachan los productos de la planta de fraccionamiento, una necesidad prioritaria.

Las características de diseño del Terminal Marino Pisco Camisea, los espacios y los medios de apoyo disponibles para las maniobras de ingreso y salida de los buques que operan en este terminal, la capacidad y el estado de sus instalaciones, en relación con los buques que arriban, así como los procedimientos adecuados para el desarrollo de las operaciones del TMPC deben ser debidamente normados para que las operaciones se desarrollen en condiciones óptimas de seguridad.

El presente Estudio tiene por finalidad establecer las normas y procedimiento para que las diversas operaciones portuarias que se desarrollan en el Terminal Marino Pisco Camisea, se lleven a cabo en condiciones óptimas de seguridad, y estableciendo las restricciones que deben cumplirse para la seguridad de las personas, buques, embarcaciones de apoyo y el medio ambiente durante el desarrollo de actividades portuarias en estas instalaciones.

Este Estudio de Maniobras ha sido confeccionado de conformidad con lo dispuesto en el Reglamento del Decreto Legislativo 1147, y siguiendo los lineamientos establecidos en la Resolución Directoral 1314-2016 MGP/DCG, publicado en el diario oficial el Peruano el 10 de Marzo del 2017.

### **1.1.2 TITULARIDAD DE LAS INSTALACIONES:**

Con fecha 11 de julio de 2003, la Dirección General de Asuntos Ambientales del Ministerio de Energía y Minas, expidió la Resolución Directoral N.º 284-2003-EM/DGAA, mediante la cual se aprueba el Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto Planta de Fraccionamiento de LGN e Instalaciones de Carga y Alternativa Cañería Submarina en Playa Lobería, estableciéndose, además, la importancia de ejecutar un programa de monitoreo que permita controlar los impactos ambientales y tomar las medidas de prevención en forma oportuna, con la participación del OSINERG, INRENA y las autoridades locales.

Mediante Resolución Directoral N° 630-2003/DCG de fecha 02 de Octubre de 2003, la Dirección General de Capitanías y Guardacostas aprueba la concesión del área acuática de DIEZ MIL OCHENTA Y UNO CON 73/100 metros cuadrados (10,081.73 m<sup>2</sup>) en la zona de Pisco Paracas, a la empresa Pluspetrol Peru Corporation S.A., con la finalidad de ser utilizada para las operaciones de embarco de gas proveniente de la zona de Camisea.





## ESTUDIO DE MANIOBRAS DEL TERMINAL MARINO PISCO CAMISEA

Con fecha 5 de enero de 2004, el Ministerio de Defensa, emitió la Resolución Suprema N.º 003-2004-DE-MGP, mediante la cual resuelve “otorgar a la empresa Pluspetrol Peru Corporation S.A., el derecho de uso de área acuática de DIEZ MIL OCHENTA Y UNO CON 73/100 metros cuadrados (10,081.73 m<sup>2</sup>) para la instalación de Una (1) Plataforma de Carga, para permitir el embarco de gas proveniente de la zona de Camisea;

Mediante Resolución Suprema N° 354-2005 DE/MGP de fecha 04 de Julio 2005, se dejó subsistentes artículos de la Resolución Suprema N° 003-2004-DE/MGP y se otorgó a la empresa Plus Petrol Corporation S.A. el derecho de uso de área acuática de tres mil ochocientos cuarenta y nueve con 17/100 metros cuadrados (3,849.17m<sup>2</sup>), para la instalación de una plataforma de carga destinada al el embarque de gas proveniente de la zona de Camisea, infraestructura que se encuentra en el distrito de Paracas, provincia de Pisco, Dpto. de Ica, de acuerdo con las coordenadas geográficas referidas al DATUM WGS 84 que se detalla en la mencionada Resolución.

La mencionada resolución indica que la infraestructura del terminal Marino proyectado estará situada a la altura del Kilómetro 14 de la carretera Pisco-Paracas, distrito de Paracas, provincia de Pisco”, estableciéndose en el artículo 6° de la Resolución , que “la empresa Pluspetrol Peru Corporation S.A., está obligada al estricto cumplimiento de las normas referentes a la protección del medio ambiente, la seguridad y salud de la vida humana, preservación de los recursos naturales, mantenimiento, ornato y presentación de la instalación acuática, aceptar las inspecciones ambientales para verificar el cumplimiento de los compromisos ambientales establecidos en su programa de manejo ambiental, y de otras disposiciones que establezca la Autoridad Marítima.

### **Tendido de tuberías submarinas**

Mediante Resolución Directoral N° 0630-2003/DCG de fecha 02 Octubre del 2003, la Dirección General de Capitanías y Guardacostas, otorgó a la empresa Plus Petrol Corporation S.A., el derecho de uso de área acuática de cinco mil setecientos noventa y nueve con 697/100 metros cuadrados (5,799.697 m<sup>2</sup>) para la instalación de cuatro (04) tuberías submarinas, que serán utilizadas para el traslado del gas proveniente de la zona de Camisea hacia una plataforma de carga, infraestructura a situarse a la altura del Km 14 de la carretera Pisco Paracas, Distrito de Paracas, Provincia de Pisco, Dpto. Ica

Una (01) tubería submarina N° 1 de 3,068.706 metros de longitud y 20 pulgadas de diámetro, para el transporte de propano y Butano refrigerados, entre las siguientes coordenadas referidas al Datum WGS 84:

Inicio Latitud 13°46'14.87" Sur  
Final Latitud 13°46'05.20" Sur

Longitud 76°14'15.35" Oeste  
Longitud 76°15'57.04" Oeste

Una (01) tubería submarina N° 2 de 3,081.642 metros de longitud y 20 pulgadas de diámetro, para el transporte de Propano y Butano refrigerados, entre las siguientes coordenadas referidas al Datum WGS 84:

Inicio Latitud 13°46'14.91" Sur  
Final Latitud 13°46'05.20" Sur

Longitud 76°14'15.35" Oeste  
Longitud 76°15'57.48" Oeste

## ESTUDIO DE MANIOBRAS DEL TERMINAL MARINO PISCO CAMISEA

Una (01) tubería submarina N° 3 de 3,094.585 metros de longitud y 24 pulgadas de diámetro, para el transporte de Nafta, entre las siguientes coordenadas referidas al Datum WGS 84:

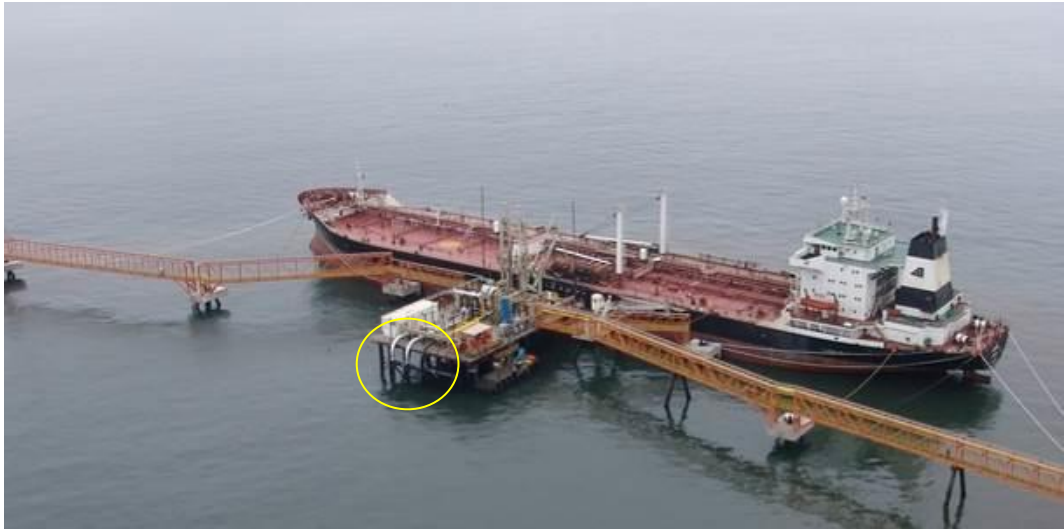
Inicio Latitud 13°46'14.95" Sur  
Final Latitud 13°46'05.20" Sur

Longitud 76°14'15.36" Oeste  
Longitud 76°15'57.91" Oeste

Una (01) tubería submarina N° 4 de 3,105.764 metros de longitud y 10 pulgadas de diámetro, para el transporte de Diesel, entre las siguientes coordenadas referidas al Datum WGS 84:

Inicio Latitud 13°46'14.98" Sur  
Final Latitud 13°46'05.20" Sur

Longitud 76°14'15.36" Oeste  
Longitud 76°15'58.28" Oeste



### 1.1.3 UBICACION GEOGRAFICA:

La plataforma de embarque del Terminal Marino Pisco Camisea, está ubicada en la bahía de Pisco, a 3 kilómetros de la costa de playa Lobería, y a 4.5 kilómetros de Puerto San Martín, sobre la isóbata de los 15 metros de profundidad.

Las coordenadas del punto central de la plataforma son:

Lat. 13°46'04.5"S Long. 076°15'58" W (UTM N 8477596 E 363125).

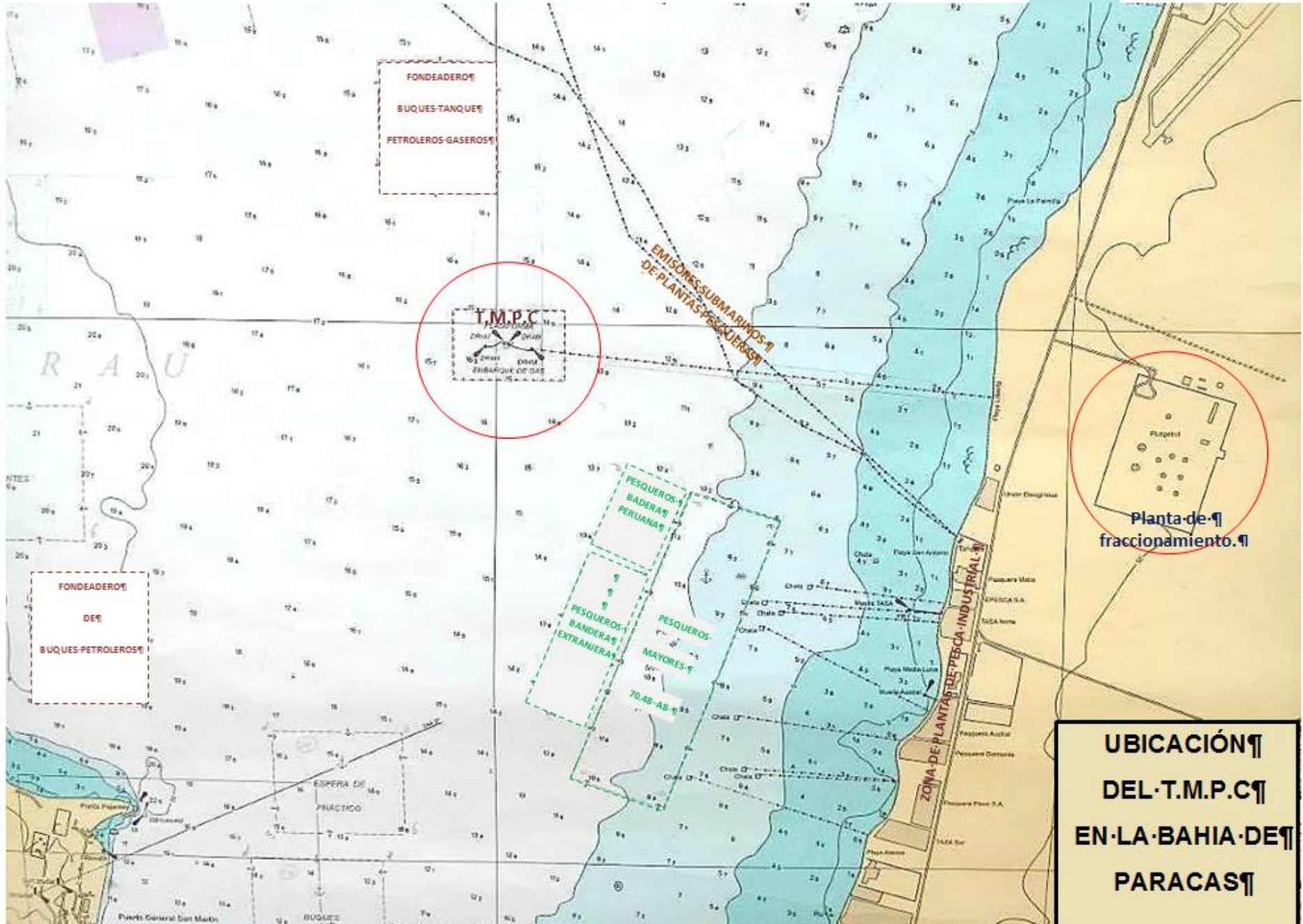
### 1.1.4 -PLANO GENERAL DE UBICACION DEL PROYECTO:

El Terminal Marino Pisco Camisea (TMPC), donde se embarcan, en buques especializados, los productos provenientes de la planta de fraccionamiento, está ubicado en la bahía de Paracas, frente a la playa "Lobería", a 3,050 metros de la línea de costa, y a 3,450 metros al Oeste de la planta de fraccionamiento de Pluspetrol,

Las instalaciones portuaria para buques de alto bordo, existentes en la bahía de Paracas son el terminal multiboyas para buques petroleros, operado por Consorcio Terminales ubicado 3,300 metros al Noreste y el Terminal Portuario General San Martín, para buque de carga seca y contenedores, ubicado 4,200 metros al Suroeste del TMPC.

Se incluye como anexo 14-a al presente Estudio, el Plano de ubicación de instalaciones marítimas en la bahía de Paracas.

### ESTUDIO DE MANIOBRAS DEL TERMINAL MARINO PISCO CAMISEA



**UBICACIÓN DEL T.M.P.C. EN LA BAHIA DE PARACAS**

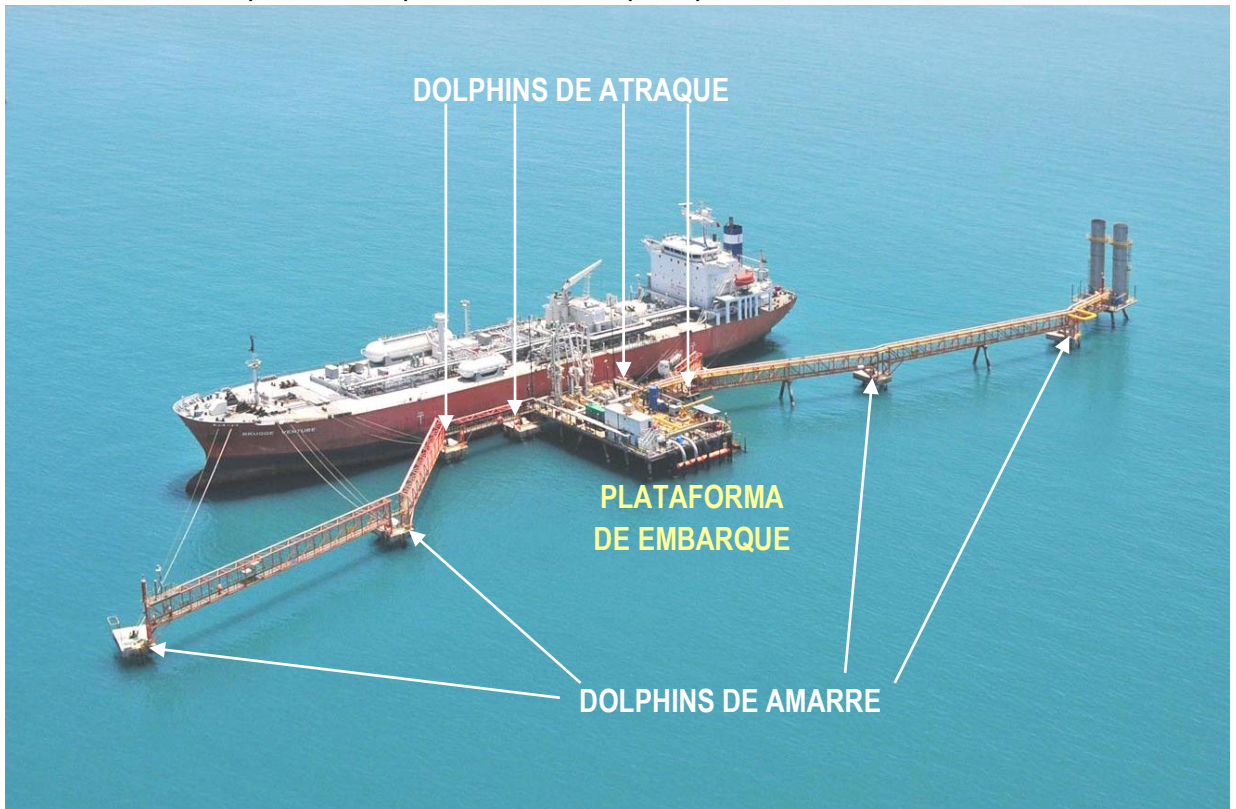


## ESTUDIO DE MANIOBRAS DEL TERMINAL MARINO PISCO CAMISEA

### 1.1.5 CARACTERISTICAS GENERALES DEL PROYECTO:

#### a) DESCRIPCION GENERAL DE LAS INSTALACIONES

La plataforma offshore (costa afuera) para carga de buques del Terminal Marítimo de Pisco Camisea, es la parte central de un conjunto de plataformas sobre pilotes, conocidas como dolphins todas ellas dotadas de ganchos de amarre múltiples con dispositivos de escape rápido.



Los cuatro dolphins ubicados a ambos lados de la plataforma se encuentran alineados, formando el frente de atraque para los buques que arriban al terminal, por lo que están dotados de defensas, de alto rendimiento constituidas por un cono de amortiguación, y placa de contacto con estructura de acero la cual tiene un forro de contacto de resina sintética, con el que entra en contacto el casco del buque que amarra al terminal.

Estos cuatro dolphins están también dotados de ganchos dobles de escape rápido para enganchar los esprines del buque

Los otros cuatro dolphins ubicados a ambos lados del frente de atraque, y detrás del frente de atraque son postes de amarre dotados de ganchos de amarre triples. Para enganchar los largos y traveses del buque.

La plataforma está equipada con otras facilidades para operar con gases licuados, tales como, sistema de aire comprimido para instrumentos, circuito de nitrógeno, sistema anti incendio (NFPA), instalaciones para abastecimiento y distribución de energía eléctrica para iluminación y operación de los dispositivos de control, complementados con sensores para medir olas, vientos y corrientes así como detector de niebla con sistema automático de señales sónicas de niebla, a continuación se mencionan los elementos principales que conforman el Terminal Marino Pisco Camisea .

## ESTUDIO DE MANIOBRAS DEL TERMINAL MARINO PISCO CAMISEA

### ELEMENTOS PRINCIPALES DEL T.M.P.C.

- Plataforma de carga de buques (25 m x 40 m). Contiene tres brazos de carga de producto, líneas de alimentación de producto, Sala eléctrica, Compresor, etc.

La plataforma principal del TMPC fue prefabricada en tierra y luego transportada a la obra, sobre barcazas, para ser montada sobre pilotes y reforzada, para colocar sobre ella todo el equipamiento con que cuenta el terminal para las operaciones de transferencia de combustibles líquidos y gaseosos.

- Dolphins a amarre: Cantidad 4 (cabezales de H A de 6m x 6m c/u)
- Dolphins de atraque: Cantidad 4, (cabezales de H A de 6m x 6m c/u).
- Plataforma de acceso a los buques.
- Plataforma para equipo de recuperación e incineración de vapores, ubicada en el extremo Este.
- Plataforma de acceso embarcaciones menores. Uniendo las plataformas se construyeron una serie de pasarelas de conexión en estructura reticulada de acero, que servían a su vez de soporte de tuberías al incinerador y para conexiones eléctricas y de señalización.
- Los pilotes de acero calidad API 5L X52, en un total de 64 unidades en con un diámetro de 0,80 m y con profundidad variable, de 45 metros en promedio.

Todas las estructuras de acero se encuentran cubiertas con protección anticorrosiva, habiéndose instalado un sistema de protección catódica por corriente impresa.

El terminal tiene un total de 8 dolphins:

Los cuatro (4) dolphins ubicados a ambos lados de la plataforma y dotados de defensas, constituyen el frente de atraque del terminal, por lo que están dotados de ganchos de amarre y de defensas de alto rendimiento.



Los cuatro (4) dolphins más alejados de la plataforma constituyen postes solamente para amarre. y están dotados de ganchos triples por ser los que resisten mayores esfuerzos durante la permanencia del buque.

## **ESTUDIO DE MANIOBRAS DEL TERMINAL MARINO PISCO CAMISEA SISTEMAS PARA EMBARQUE DE PRODUCTOS**

Líneas de Transferencia de Hidrocarburos de la Planta al TMPC

A la plataforma de despacho del Terminal Marino Pisco Camisea, llegan cuatro (4) tuberías submarinas con productos, para ser embarcados en los buques tanques, las cuales se describen a continuación:



### **Líneas de transferencia de propano y butano refrigerados**

El Terminal Marino Pisco Camisea tiene dos (02) líneas de transferencia de Propano y Butano Refrigerado, cada una de 4,000 metros de longitud, que van desde la planta de fraccionamiento hasta los risers en el Terminal, ambas líneas son tuberías de 16" conectadas en la planta a la descarga de las bombas PBB-1090/1095/1100 y PBB-1120/1125 respectivamente, cuyo diámetro aumenta a 20" a partir de la trampa de lanzamiento del calibrado automático, hasta llegar a los cabezales de distribución de los brazos de carga en la plataforma de embarque. Las tuberías de transferencia de gas, tienen un aislamiento de izoflex, de 3½" de espesor.

A continuación se muestran las características de operación de las 2 tuberías de transferencia de Propano y Butano Refrigerado:

Flujo máximo	1500 T/H
Flujo mínimo	100 T/H
Presión de diseño	720 psig
Temperatura de diseño	-51°F / 81°F

### **Línea de transferencia de Diesel**

El Terminal Marino Pisco Camisea está dotado de una (01) línea de transferencia de Diesel de 4,000 metros de longitud (desde el STA 2360 hasta los risers del terminal, conformada por una tubería de 10" conectada a la descarga de la bomba PBB-1410/1415.



## ESTUDIO DE MANIOBRAS DEL TERMINAL MARINO PISCO CAMISEA

Esta tubería, después de pasar la trampa de lanzamiento del calibrador automático, mantiene su diámetro hasta llegar al brazo de carga de diesel en la plataforma de embarque, cuyas características de operación son.

Flujo máximo	5,000 BPH
Presión de diseño	720 psig
Temperatura de diseño	170°F

### Línea de transferencia de Nafta

Una (01) línea de transferencia de Nafta que consiste de una tubería de 16" a la descarga de las bombas PBB-1155/1160/1165. Luego del "pig-launcher" es de 24" hasta llegar a los cabezales de distribución de los brazos de carga en la plataforma de embarque. Tiene una longitud de 4,000 metros (desde el STAH 2361 hasta los risers en el Terminal, cuyas características de operación son:

Flujo máximo	20000 BPH
Flujo mínimo	1000 BPH
Presión de diseño	720 psig
Temperatura de diseño	170°F

### SISTEMAS PARA CONEXIÓN AL BUQUE

#### Brazos de carga

En la plataforma de despacho de carga líquida existen tres (03) Brazos de carga dotados de un sistema de conexión/desconexión rápida (MQCDC), y con un dispositivo de escape o desconexión de emergencia (ERS).

#### Brazos de carga para Propano, butano y nafta

Dos (02) Brazos del tipo Emco-Wheaton de 12" para el embarque de Gas Propano o Butano Refrigerados y Nafta con una capacidad de carga de 15.000 Barriles/hr cada uno.

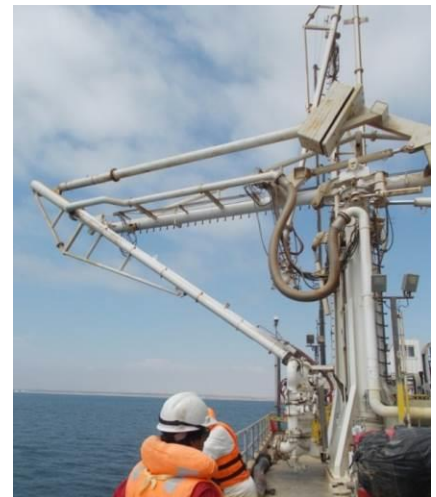
#### Brazo de carga para Diesel

Un (01) brazo del tipo Emco-Wheaton de 08" con una capacidad máxima de 5,000 Barriles/hr para el embarque de Diesel / Medium Distillate for Blending Stock (MDBS).

#### Medios de accionamiento de los Brazos de carga

El accionamiento de los brazos de carga se efectúa mediante una unidad de poder hidráulico, compuesta por los cuatro elementos:

- Un (01) motor eléctrico de 13.5 Kw 480 V/3 Ph/60 Hz, IP 55, 1750 rpm.
- Una Bomba Hidráulica con capacidad de 35 lt/min a una presión de 190 bares.
- Panel de control con PLC local y accesorios.
- Un control remoto.



## ESTUDIO DE MANIOBRAS DEL TERMINAL MARINO PISCO CAMISEA

### OTROS EQUIPOS Y SISTEMAS INSTALADOS EN LA PLATAFORMA

#### SISTEMA PARA PRECALENTAMIENTO, VAPORIZACIÓN Y RECUPERACIÓN DE VAPORES

##### **Pre-calentador de Propano.**

En el pre-calentador, se eleva la temperatura del Propano líquido desde  $-40^{\circ}$  F hasta  $-15^{\circ}$  F, mediante resistencias eléctricas en contacto con el producto.

##### **Vaporizador de Propano**

El Propano líquido precalentado a  $-15^{\circ}$  F es calentado y vaporizado mediante un baño con una mezcla de agua con glicol, calentada un quemador ubicado en la parte inferior, el cual utiliza el mismo Propano vaporizado como combustible. El vaporizador produce hasta 7,000 lb/h de Propano vaporizado.

##### **Sistema de Recuperación de Vapores,**

Recibe los vapores desplazados de los tanques del buque cuando se carga Nafta, con un régimen máximo de 20,000 BPH de Nafta.

Este sistema está conformado por tres elementos:

- Un Controlador de Seguridad del Muelle (Dock Safety Skid), recibe los vapores del buque durante la carga de Nafta, manteniendo una concentración no mayor de 8.5% de oxígeno en los vapores.
- Un separador de líquidos cilíndrico vertical, denominado Drum de Knock Out que actúa como tanque pulmón, para detener las fracciones líquidas que pudieran haber sido arrastradas junto con los vapores de Nafta ya sea del buque o del Vaporizador de Propano, desechándolas al drenaje.
- Un dispositivo de eliminación de gases remanentes, denominado Skid de Combustión, dotado de arrestadores de llamas, incineradores y sopladores, para eliminar por combustión los gases remanentes.

### SISTEMAS ELÉCTRICOS.

#### **Sistema para abastecimiento normal de energía eléctrica**

El sistema eléctrico del terminal está alimentado por un cable submarino blindado de tres conductores, que va desde la sub estación principal de la planta de fraccionamiento (4.16 Kw / trifásico / 60 Hz) hacia el interruptor de medio voltaje dentro del cuarto eléctrico en la plataforma de embarque. Este interruptor protege el transformador principal que es del tipo seco y tiene una capacidad nominal de 500 Kva.

#### **Sistema para generación eléctrica de emergencia**

El TMPC, posee además un sistema de emergencia, para casos de interrupción del abastecimiento normal de energía eléctrica, el cual está conformado por los siguientes equipos:

- Un (01) grupo electrógeno alimentado por diesel, marca CUMMINS, modelo NT855 de 340 KW de potencia. Tiene un tanque con capacidad de 235 glns. Este equipo abastece a la totalidad de los equipos y sistemas de la plataforma. Se estima un promedio de autonomía de 13 hrs. funcionando a carga máxima.
- Una unidad UPS (Uninterruptible Power Supply), 480 VAC entrada trifásica, 220 VAC monofásico, salida de 10 KVA con cuatro horas de autonomía provistas por baterías de Ni-Cd. Incluye un interruptor de bypass para alimentar la carga durante los periodos de mantenimiento.



## ESTUDIO DE MANIOBRAS DEL TERMINAL MARINO PISCO CAMISEA

### Sistemas conectados eléctricamente al UPS

Los siguientes equipos y sistemas están conectados al UPS:

- (a) Luces exteriores de emergencia.
- (b) Sistema de Control de la Plataforma PLC (instr., detectores de gas, etc.)
- (c) Combustor skid PLC.
- (d) SKID de seguridad PLC del embarcadero.
- (e) Sensores de Monitoreo.
- (f) Ayudas a la navegación.
- (g) Sistema de altavoz y alarmas.
- (h) Computadoras.
- (i) Iluminación de la Pasarela
- (j) Iluminación interior de la sala de electricidad
- (k) Sistema de CCTV

### Sistemas conectados al rectificador cargador de 480VAC y 24 VDC

El rectificador cargador, de 480 VAC de entrada trifásica y 24 VDC, 2.5 Kw de salida con cuatro horas de autonomía provistas por baterías de Ni-Cd, alimenta a los siguientes equipos:

- (a) Brazos de carga
- (b) Sistema de Control PLC de la plataforma de embarque.
- (c) Instrumentos del Combustor Skid.
- (d) Instrumentos del skid de seguridad de la plataforma de embarque.
- (e) Anemómetro.
- (f) Instrumentos de control de compresores.
- (g) Detectores de fuego y de gas
- (h) Sistema contra incendio de Sala eléctrica.

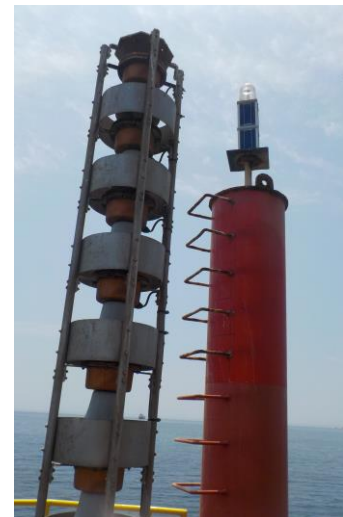
## SISTEMAS ELÉCTRICOS DEL TERMINAL RELACIONADOS CON LAS MANIOBRAS.

### Sistema de señalización náutica y ayuda a la navegación

Un Sistema de Ayudas a la Navegación que consta de señales diurnas y nocturnas y una alarma sonora de detección de niebla.

### Sistema de iluminación de la plataforma y pasarelas

La iluminación diurna y nocturna, se ubica en ambos extremos de la plataforma marítima, localizada en la parte superior de las pasarelas de interconexión del dolphin en el extremo Oeste y en el extremo Este, donde se ubica el incinerador.



### Sistema de radiocomunicaciones

Un Sistema de Radiocomunicaciones, comprende todos los medios de transmisión como son los equipos base y radios portátiles que brindan el servicio de radiocomunicaciones dentro del área del Terminal Marino Pisco-Camisea en frecuencias establecidas.

## ESTUDIO DE MANIOBRAS DEL TERMINAL MARINO PISCO CAMISEA

### SISTEMA DE DETECCIÓN Y LUCHA CONTRA INCENDIO

#### **Bombas contra incendio,**

La presión de agua en las líneas de lucha contra incendio se produce en dos (02) bombas centrífugas del tipo vertical, una accionada con un motor eléctrico y la otra con un motor de combustión interna, las cuales succionan agua de mar y presurizan la red del Sistema contra incendio. Cada una de estas bombas tiene capacidad para abastecer el 100% de la demanda máxima del sistema, teniendo las siguientes características:

- Caudal de Operación : 1000 gpm
- **Presión diferencial** : **125 psi**
- Potencia : 125 HP

#### **Monitores contra incendio**

Dos (02) Monitores contra incendio del tipo oscilante y automático de función dual (agua/espuma) con una capacidad de 500 gpm cada uno. Cada uno de los cuales cuenta con dos tanques de espuma concentrada, del tipo AFFF para ser utilizado al 3% en volumen con el agua de mar.

#### **Hidrantes contra incendio**

El TMPC tiene tres (03) tomas hidrantes para lucha contra incendios ubicadas en lugares estratégicos de la plataforma. Cada hidrante tiene 2 conexiones para mangueras de 2½" con reducciones para mangueras de 1½" y al costado un gabinete para el almacenamiento de mangas contra incendio con capacidad de 185 gl/min a 50 psi.

#### **Red contra incendio,**

La red contra incendio está, conformada por tuberías de 6" con resina epóxica recubierta con fibra de vidrio, resistente al fuego y vida útil de 50 años. Esta red está ubicada en el perímetro de la plataforma de embarque, es del tipo seco (no presurizado), contando para ello con dos (02) válvulas de venteo automático para el desalojo del aire durante el llenado, el cual se debe realizar en menos de un minuto; y con dos (02) válvulas de drenaje para evacuar el agua luego de haber utilizado la red.

#### **Equipos complementarios del sistema contra incendios**

**Un (01) Monitor** portátil con una capacidad de 250 gl/m. Pudiendo ser también accionado con espuma.

**Veintiún (21)** extintores portátiles ubicados en la plataforma de embarque, sala eléctrica y sala de operadores.

**Un Sistema de Detección de fuego** conformado por un conjunto de doce (12) detectores de flama ubicados estratégicamente dentro de las instalaciones del Terminal..

**Dieciséis (16) detectores de Gas** que permiten monitorear los niveles de concentración de gas en el ambiente, calibrados para un 20% LEL (Límite Inferior de Explosividad), a este nivel se activa una alarma visible y audible en la Sala de Control.

**Un (01) tanque de combustible** del tipo cilíndrico horizontal, de 180 gl. para almacenar el petróleo necesario para la operación de una motobomba contra incendio durante 12 horas seguidas.

## ESTUDIO DE MANIOBRAS DEL TERMINAL MARINO PISCO CAMISEA

### SISTEMA DE AIRE COMPRIMIDO PARA OPERACIÓN DE INSTRUMENTOS

El sistema de aire comprimido para operación de instrumentos de la plataforma está conformado por dos sistemas de compresión cada uno de los cuales tiene los siguientes elementos:

- Un (01) Compresor de desplazamiento positivo del tipo tornillo de 50 HP.
- Un (01) Sistema de aceite lubricante (reservorio de aceite, separador de aceite / aire, filtro de aceite).
- Un (01) Enfriador tipo radiador para el aire y aceite
- Un (01) Separador de humedad posterior al enfriador.
- Un (01) Filtro silenciador de admisión de aire.

El aire comprimido procedente de cada uno de los dos sistemas mencionados, pasa por un sistema de filtrado y secado conformado por los siguientes elementos duplicados:

- Pre-filtros, que remueven toda el agua que ingresa y retiene el 98% de todas las partículas de aceite que ingresan.
- Secadores, que contienen un disecante regenerativo. Tienen un ciclo automático de operación y de regeneración.
- Post-filtros, capaz de retener el 99.99 % de todas las partículas mayores a 1 micrón.

### Sistema de protección catódica

Las tuberías que transportan productos a la plataforma del Terminal Marino Pisco Camisea, se encuentran protegidas contra la corrosión galvánica, mediante un sistema de protección catódica por corriente impresa, concebido para dar protección a los 4,000 m. aprox. de la tubería múltiple, (desde el múltiple de distribución hasta el extremo de ingreso de la línea submarina a la plataforma de carga).

## b) DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS OPERACIONES:

### Embarque de productos de hidrocarburos y tipo de carga que moviliza

El Terminal Marino Pisco-Camisea está dedicado principalmente al embarque de Propano y Butano refrigerados en buques gaseros, así como al embarque de Nafta y MDBS/Diesel en buques tanque. Cabe recalcar que dicha Instalación solo funciona como Terminal de Embarque de estos productos.

Las operaciones de transporte de los productos que resultan de los procesos separación del NGL que se efectúan en la Planta de Fraccionamiento de Pisco, se llevan a cabo por medio de un conjunto de equipos y sistemas para el atraque de buques y para el embarque de productos en buques tanque o buques gaseros, que en su conjunto se conoce como "Terminal Marino Pisco Camisea".

En las operaciones de Embarque de Carga Líquida, desde la planta de fraccionamiento en tierra, se bombea a la Plataforma Pisco Camisea Propano y Butano refrigerados, provenientes de la fase de Almacenamiento Refrigerado de Propano y Butano, y/o también se recibe nafta proveniente de la fase de y Nafta de la fase de Almacenamiento Atmosférico y Bombeo de Nafta y Diesel / Medium Distillate for Blending Stock (MDBS). Estos productos son embarcados en forma segura en los Buques que se acoderan al frente de ataque del Terminal Marino, para ser enviados a los consignatarios para su comercialización en el ámbito nacional e internacional, para satisfacer la demanda de hidrocarburos en los sectores industriales, energéticos, petroquímicos, domésticos, automotriz, etc.

## ESTUDIO DE MANIOBRAS DEL TERMINAL MARINO PISCO CAMISEA

Para las operaciones de embarque en el TMPC, se utilizan 03 brazos de carga: dos para la carga de Propano, Butano refrigerados y Nafta, y uno para la carga de Diesel / Medium Distillate for Blending Stock (MDBS).

También se cuenta en la plataforma de embarque con sistemas alternativos de embarque con mangueras flexibles. Ver Figura 1 “Diagrama de Entradas y Salidas”.

### **Régimen de uso de las instalaciones (diurno o nocturno)**

El Terminal Marino Pisco Camisea, funciona las 24 horas del día atendiendo el embarque de los derivados de hidrocarburos mencionados en el párrafo anterior

Para tal efecto, las naves que arriban para realizar operaciones en el TMPC, fondean en la zona asignada para buques petroleros del Puerto del Pisco, hasta que se les otorgue la “Libre Plástica”, después de lo cual proceden navegando al área del Terminal Marino Pisco Camisea.

El “Terminal Marino Pisco Camisea” está diseñado para que pueda embarcarse Propano, Butano y Nafta a un régimen de hasta 30,000 BPH; para tal fin el embarque de Propano y Butano se realizará utilizando las 02 líneas de transferencia y 02 brazos de carga, mientras que para la Nafta sólo es necesario su línea de transferencia con 02 brazos de carga.

### **Frecuencia estimada de arribo de naves**

Durante el año 2017 el Terminal Marino Pisco Camisea atendió a un total de 130 buques y en el año 2018 a 124 naves, lo que hizo un total de 254 buques tanque para embarque de derivados de hidrocarburos, a razón de 10,6 buques mensuales

### **c) EXISTENCIA DE OTRAS INSTALACIONES EN LAS CERCANÍAS**

A ½ milla hacia el SSW de playa San Andrés cerca de la ribera, se encuentra la Planta de Almacenamiento de Petróleo y derivados de PETROPERU, frente a la cual está el amarradero para Buques Tanques que opera Consorcio Terminales.





## ESTUDIO DE MANIOBRAS DEL TERMINAL MARINO PISCO CAMISEA

Desde la playa Lobería (playa por donde se internan al mar las tuberías que van desde la planta de fraccionamiento de Pisco al TMPC) hasta la playa el Chaco, existen varias fábricas de harina de pescado, con 8 muelles para atraque de embarcaciones pesqueras y de turismo..

Entre estos muelles a 1.5 kilómetros al Suroeste de la planta de fraccionamiento de Pluspetrol, se encuentra el muelle De la empresa TRANSMARINA SAC, por donde se embarca y desembarca el personal que trabaja en el TMPC.



Asimismo, existen 9 tuberías submarinas entre la playa Lobería y la playa Puerto Nuevo, que nacen del perfil de costa y se internan mar adentro, 1/2 milla aproximadamente, hasta sus respectivas Chatas Absorbentes.

Hacia SW de la Playa El Chaco está ubicado el Balneario de Paracas donde existe un Centro de recreación turística con hoteles, playas y muelles pequeños utilizados por botes de recreo. De aquí parten los botes de paseo hacia las islas Ballestas.



En el Sector Este de la bahía de Paracas e inmediatamente al sur de punta Pejerrey, se encuentra el Terminal Portuario “General San Martín” a cargo del concesionario “Terminal Portuario Paracas” se encuentra desde el año 2019 en modernización, para recibir buques de mayor tamaño.

## ESTUDIO DE MANIOBRAS DEL TERMINAL MARINO PISCO CAMISEA

Las instalaciones marítimas en la bahía de Pisco, aunque no interfieren con las actividades del TMPC, deben ser tomadas en cuenta porque generan diferentes tipos de actividades y movimientos de embarcaciones en la bahía y sus cercanías.

El punto de embarque del personal que trabaja en la plataforma Pisco Camisea se encuentra en el muelle Transmarine, ubicado en la playa Media Luna de la bahía de Pisco.

La oficina de OTAS, operadores de la instalación en Pisco, está ubicada en la Av. San Martín MZ H N° 2 Paracas.

### 1.2 LAS NAVES TIPO DEL ESTUDIO DE MANIOBRA (grande, mediana, pequeña)

#### 1.2.1 TIPO DE BUQUES QUE SE RECIBEN EN LA PLATAFORMA DE PISCO CAMISEA

Los buques que se reciben en el Terminal Marino Pisco Camisea, son en su mayoría del tipo PANAMAX (con una eslora total promedio de 183 metros y manga de 32 metros).

El buque de mayor tamaño que se ha recibido en el Terminal Marino Pisco Camisea fue el B/T Flagship Willow que tiene una eslora de 229.00 metros, mientras que el buque más pequeño fue el B/T JAN con una eslora de 147.00 metros, ambas naves fueron atendidas en el año 2017 sin embargo el buque más pequeño que puede ingresar al terminal, en función de la distancia que cubren las defensas es de 90 metros.

Las naves deberán garantizar que a su arribo y al término del embarque, el calado real del buque no excederá los 12.50 metros (lo que permitirá un espacio libre bajo la quilla del buque de 2.8 m. en la ruta de aproximación como margen de seguridad).

Cabe aclarar que el objetivo del control de calado máximo es mantener un espacio seguro entre la quilla del buque y el fondo marino.

Si un buque tiene un "Maximum Summer Draft" (calado máximo de diseño) superior a 12.50 metros, no deberá por ningún motivo (bajo responsabilidad de su Capitán), superar el calado real de 12.50 metros a su arribo y/o después de embarcar productos en el TMPC.

El calado máximo permisible en el TMPC, (12.50 metros a arribo y/o después de terminar de embarcar productos en el TMPC, guarda coincidencia con las especificaciones de diseño del Terminal Marino Pisco Camisea y se incluye en el formato denominado "Tanker Nomination Questionnaires" (procedimiento denominado "Cuestionario de la Nominación de Tanqueros") y no debe confundirse con el calado máximo de diseño. *Así debe ser interpretado en el Estudio de Impacto Ambiental aprobado para el TMPC.*

Para los cálculos de esfuerzos en este estudio se toman esos valores como referencia a fin de establecer restricciones portuarias que permitan márgenes óptimos de seguridad, teniendo en cuenta que con un espacio de 3.0 metros entre la quilla del buque amarrado y el fondo marino, es imposible que el casco toque el fondo aun en condiciones adversas de mar. Por otra parte el espacio bajo la quilla permite el paso de la corriente submarina transversal bajo el casco, disminuyendo el esfuerzo provocado por dicha corriente.

## ESTUDIO DE MANIOBRAS DEL TERMINAL MARINO PISCO CAMISEA

### 1.2.2 NAVES TIPO CONOCIDAS:

#### CARACTERÍSTICAS DE LA NAVE DE MAYOR TAMAÑO QUE HA ARRIBADO AL TMPC

<b>Nombre:</b>	<b>“Flagship Willow”</b>
• Tipo de nave	: Oil & Chemical carrier
• Eslora / Manga / Puntal	: 229.00 m / 32.24 m / 20.65 m
• DWT	: 74,127.1
• Despl. máxima carga / Calado	: 90,486.5 Ton / 14.56 m
• Despl con calado 12.5 m	: 76,890.0 Ton / 12.5 m
• Despl Ligero/ Calado	: 14,333.4 / 2.795 m
• Sistema de propulsión	: Mono hélice

#### CARACTERÍSTICAS DE LA NAVE EXTRANJERA QUE ARRIBA CON MÁS FRECUENCIA AL TMPC

<b>Nombre :</b>	<b>“JENNY N”</b>
• Tipo de nave	: LPG refrigerated carrier.
• Eslora / Manga / Puntal	: 204.96 m / 32.20 m / 20.80 m
• DWT	: 45,038 Ton
• Despl. máx carga/ Calado	: 60,602.0Ton / 12.37 m
• Despl. Ligero /Calado	: 16,566/ 2.95 m
• Sistema de propulsión	: Mono hélice

#### CARACTERÍSTICAS DE LA NAVE DE CABOTAJE QUE ARRIBA CON MÁS FRECUENCIA AL TMPC

<b>Nombre :</b>	<b>“ENERGY PANTHER”</b>
• Tipo de nave	: BUQUE TANQUE GASERO
• Eslora / Manga / Puntal	: 183.00 m / 32.22 m / 18.80 m
• DWT	: 46,846 Ton
• Despl. máx carga/ Calado	: 56,260 Ton / 12.20 m
• Despl. Lastre /Calado	: 27,928/ 6.60m
• Sistema de propulsión	: Mono hélice

#### CARACTERÍSTICAS DE LA NAVE DE MENOR PORTE QUE HA ARRIBADO A LAS INSTALACIONES DEL TMPC

<b>Nombre:</b>	<b>TAUROGAS I</b>
• Tipo de nave	: BUQUE TANQUE GASERO
• Eslora / Manga / Puntal	: 99.84 m / 15.40 m / 9.00 m
• DWT	: 6,153 Ton
• Desplazamiento a máxima carga	: 8,815.0 Ton
• Calado a máxima carga	: 7.81 m
• Sistema de propulsión	: Mono hélice

## ESTUDIO DE MANIOBRAS DEL TERMINAL MARINO PISCO CAMISEA

### 1.3 DESCRIPCION DEL AREA DE OPERACIONES, INCLUYENDO LAS INSTALACIONES.

#### 1.3.1 ELEMENTOS DE REFERENCIA Y SEÑALIZACIÓN DEL AREA DE OPERACIONES

##### **Accidentes geográficos conspicuos.**

Las posiciones en la bahía de Pisco están claramente definidas por Punta San Martín, la bahía de Paracas y la Isla Blanca, que son los puntos más conspicuos del área, por lo que con buena visibilidad es posible orientarse fácilmente desde el mar.

En tiempo de niebla con el uso del radar es también muy fácil ubicarse en la bahía de Pisco, porque los tres accidentes geográficos del puerto son claramente detectados en este equipo, asimismo, el TMPC también aparece con mucha claridad en el radar.

##### **Elementos de señalización**

Los principales puntos más notables que facilitan el reconocimiento del sector donde se encuentra ubicado el Terminal Marino Pisco Camisea son:

- La Isla San Gallan y su faro ubicado en las coordenadas Lat. 13°50'45.3" Long. 076°27'47.1"
- El cerro Lechuza que destaca en la península de Paracas.

Estos accidentes vistos desde el mar, semejan 2 grandes islas, debido al contraste que ofrecen las tierras bajas inmediatas del lado E, que no son visibles sino a una moderada distancia. Al recalar también se observan las islas Chíncha y su faro ubicado en las coordenadas Lat. 13°38'32.6" Long. 076°24'07.8", así como las islas Ballestas, los islotes Tres Marías y la isla Blanca con su faro ubicado en las coordenadas Lat. 13°44'09.4" Long. 076°18'43.0

##### **Señales de referencia para la aproximación y acoderamiento al TMPC**

Desde el fondeadero para buques petroleros se puede observar claramente, en el extremo Este del TMPC, la chimenea del incinerador de gases o la luz de la chimenea si es de noche, mientras que en el extremo Oeste del TMPC, se puede observar claramente el DOLPHIN N° 1 durante el día y durante la noche el farolete rojo que tiene instalado este dolphin en la parte alta desde donde se puede observar claramente las señales de referencia para la aproximación y acoderamiento a la TMPC





## ESTUDIO DE MANIOBRAS DEL TERMINAL MARINO PISCO CAMISEA

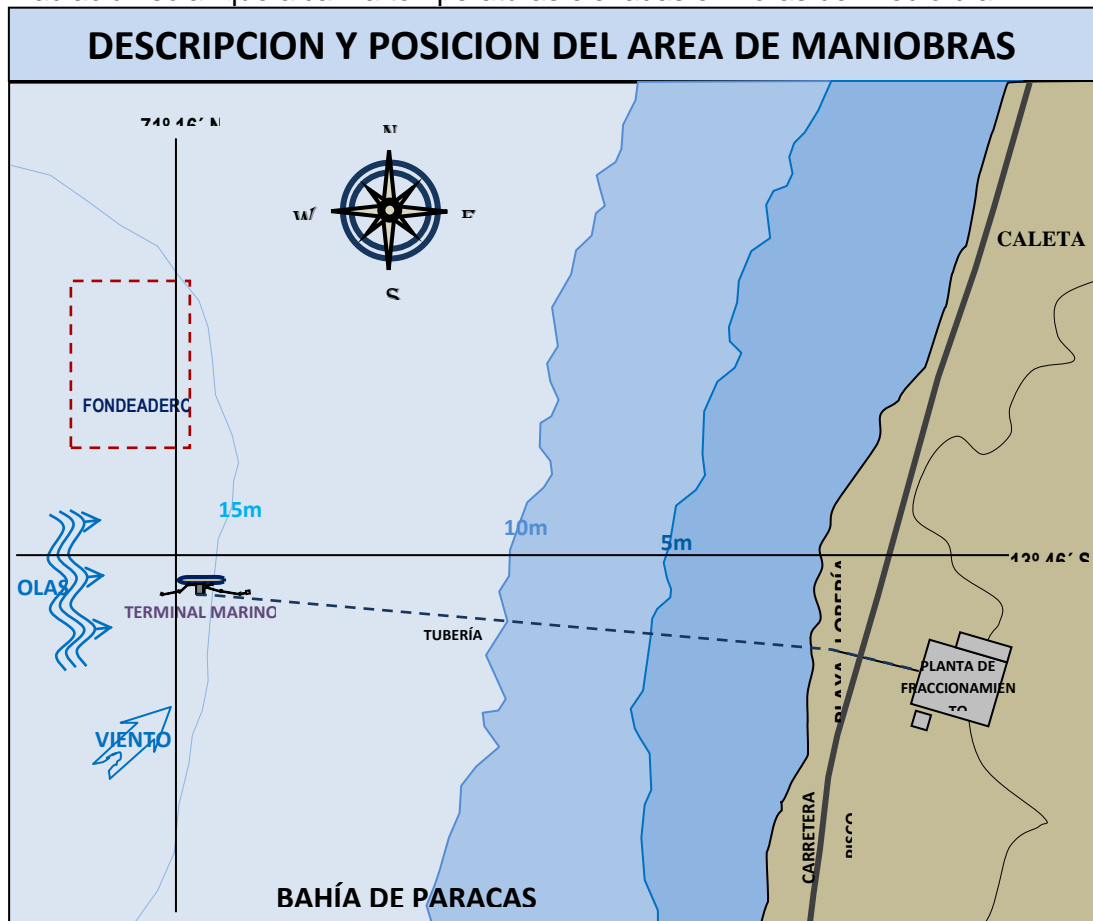
### 1.3.2 CARACTERÍSTICAS DEL ÁREA DE OPERACIONES

#### Área de maniobras del TMPC

El área de maniobras del TMPC, comprende el fondeadero para buques tanques ubicado a 750 metros al norte del TMPC, y la ruta de aproximación entre el fondeadero y la plataforma, con una profundidad que va desde los 16 metros en el fondeadero a los 15 metros en el TMPC.

Al TMPC, arriban buques tanque y buques gaseros de hasta 230 metros de eslora, con un calado máximo permisible de 12.5 metros establecido por el mismo Terminal,

Las características hidrográficas del área de maniobras del TMPC, que está ubicado inmediatamente al norte de la bahía de Paracas, están dadas por su condición de ser un área de mar semi-abierta, protegida del oleaje del sur por la península de Paracas y bajo la acción de vientos generados por el APSO, que son influenciados por la diferencia de temperaturas entre el mar, enfriado por la corriente proveniente del antártico, y la costa desértica calentada por la radiación solar que alcanza temperaturas elevadas en horas del medio día.



El TMPC está ubicado a 3 kilómetros de la playa Lobería, su área de operaciones comprende, el fondeadero Norte para buques tanque, y gaseros, ubicado a 950 metros al norte del TMPC, y la ruta de aproximación entre el fondeadero y la plataforma, con una profundidad que va desde los 16 metros en el fondeadero a los 15 metros en el TMPC.

Cuando el buque fondea en el Fondeadero Sur para buques tanque y gaseros, deberá navegar por el lado Norte del Fondeadero norte para buques tanque y gaseros, llegar al meridiano  $76^{\circ} 16' W$  donde caerá a estribor para enfilar hacia la chimenea del TMPC, iniciando así el mismo proceso de aproximación.

## ESTUDIO DE MANIOBRAS DEL TERMINAL MARINO PISCO CAMISEA

Las características hidrográficas del área de maniobras del TMPC, ubicada inmediatamente al norte de la bahía de Paracas, están dadas por su condición de ser un área de mar semi-abierta, protegida del oleaje del Sur por la península de Paracas y bajo la acción de vientos generados por el APSO, que son influenciados por la diferencia de temperaturas entre el mar, enfriado por la corriente proveniente del antártico, y la costa desértica calentada por la radiación solar, que alcanza temperaturas elevadas en horas del mediodía.

### **Influencia del oleaje**

La orientación de la bahía de Paracas determina que el sector entre punta Pejerrey y el centro de la bahía, donde se encuentra el Terminal Marino Pisco Camisea, está protegido del oleaje de mar de fondo proveniente del Sur y del Sur-Sureste, que llega a la plataforma con fuerza disminuida y con dirección aproximada Este-Oeste, después de refractarse frente a Punta Paracas.

Sin embargo, el área de mar donde se encuentra la plataforma no está protegida del oleaje de mar de fondo que se origina en el Oeste ó en el Noroeste, ni de los vientos del Sur y los del Sureste (denominados Paracas) que soplan en el sector de la plataforma y que en ocasiones alcanzan velocidades mayores de 30 nudos, pudiendo generar oleaje de mar cruzado.

### **Influencia de las corrientes**

Las corrientes marinas dentro de la bahía de Paracas, son influenciadas por las mareas, que generan flujos de agua de entrada en marea creciente y de salida en marea vaciante, los cuales varían en dirección y magnitud en función de la forma del fondo marino. Por su parte el viento genera una presión sobre la superficie del agua produciendo corrientes superficiales de magnitud proporcional a la velocidad del viento y a su duración.

### **Profundidad**

Cuando el espacio entre la quilla y el fondo marino es reducido, la corriente incidiendo por el costado del buque puede generar esfuerzos considerables sobre el casco del buque amarrado, por lo que se ha establecido un espacio mínimo de 2.5 metros entre el casco del buque cargado y el fondo marino.

La profundidad en el frente de atraque de la plataforma según el último levantamiento batimétrico de Diciembre de 2019, es de 16.2 m en el frente de atraque, y de 15.30 m en la ruta de aproximación, siendo la más baja bajamar del año de -0.20, la mínima profundidad en el frente de atraque es de 16 m, por lo que un calado de 12.5 m. permite mantener un espacio mínimo bajo la quilla de 2.8 metros en la ruta de aproximación y de 3.5 metros en el frente de atraque. En la siguiente página se muestran, las profundidades en el frente de atraque y sector inmediato al norte de este, extraído del plano de batimetría de Diciembre 2019 y se adjunta como anexo el Informe Técnico EBQ.

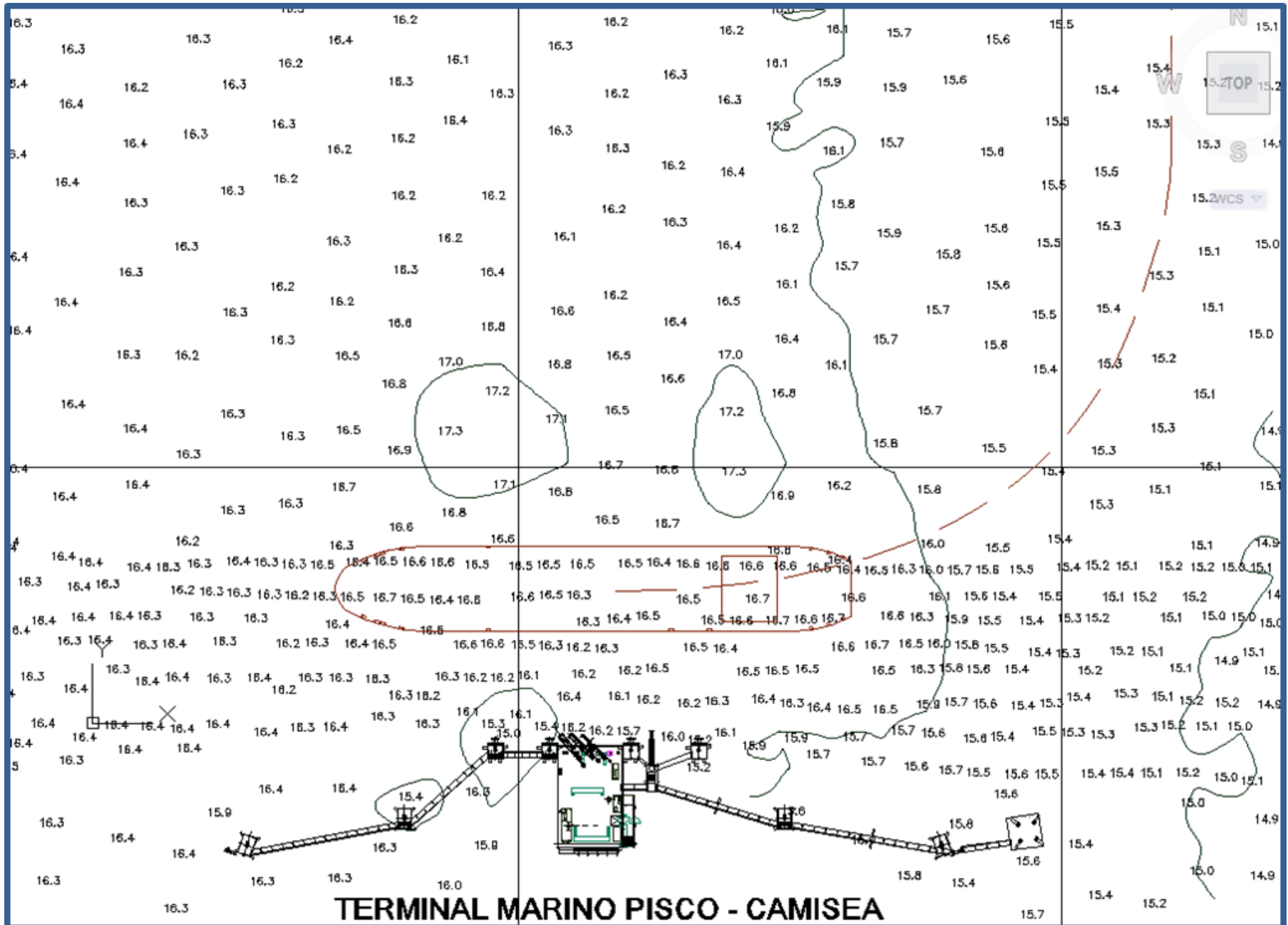
### **Precauciones Ambientales**

Las características especiales de la bahía de Paracas, en la que ocasionalmente se producen vientos huracanados como reserva natural, y su proximidad a la reserva natural de Paracas, obligan a tener especiales precauciones respecto al medio ambiente.

El traslado a tierra de los residuos generados en Plataforma, se ejecuta tomando todas las consideraciones necesarias para su transporte seguro y su disposición final en tierra.



## ESTUDIO DE MANIOBRAS DEL TERMINAL MARINO PISCO CAMISEA



## ESTUDIO DE MANIOBRAS DEL TERMINAL MARINO PISCO CAMISEA

### 1.3.3 COMPONENTES DEL AREA DE MANIOBRAS DEL TMPC.

#### Descripción y ubicación de los fondeaderos

En el Puerto de Pisco existen dos fondeaderos asignado para buques tanque y gaseros (término que incluye a todos los tipos de buques que transportan hidrocarburos líquidos o gases), se encuentra ubicado a 750 metros al Norte del TMPC, uno que es el más conveniente para los buque que arriban al TMPC cuyo límite Sur se encuentra a 950 metros al Norte del frente de atraque del TMPC y el otro cuyo límite Sur se encuentra a 2,820 metros ( 15.23 cables) de Punta colorada, con una profundidad promedio de 16 Metros.

El fondeadero para buques que transportan hidrocarburos, es un espacio de forma rectangular, orientado de sur a Norte, de 800 metros de largo y 550 metros de ancho siendo las posiciones geográficas de sus vértices las que se muestran en el siguiente cuadro:

#### COORDENADAS DEL FONDEADERO NORTE PARA BUQUES PETROLEROS EN EL PUERTO DE PISCO

PUNTO	LATITUD S	LONGITUD W	UTM-N	UTM-E
A	13°45'00"S	076°15'42"W	8479565.1	363595.7
B	13°45'26"S	076°15'42"W	8478766.2	363599.9
C	13°45'26"S	076°16'00"W	8478763.4	363059.3
D	13°45'00"S	076°16'00"W	8479562.3	363055.1

#### COORDENADAS DEL FONDEADERO SUR PARA BUQUES PETROLEROS EN EL PUERTO DE PISCO

PUNTO	LATITUD S	LONGITUD W	UTM-N	UTM-E
A	13°45'29.5"S	076°18'34.0"W	8478631.1	358434.5
B	13°45'29.5"S	076°17'58.0"W	8478637.0	359515.7
C	13°45'59.5"S	076°18'34.0"W	8477709.3	358439.5
D	13°45'59.5S	076°17'58.0"W	8477715.2	359520.7

#### El canal de acceso

El canal de acceso a la bahía de Pisco, es una franja imaginaria, de 550 metros de ancho, con Rv. 173°, que se inicia frente a la playa Pisco, a una distancia de 4.5 millas de esta, y corre paralela a dicha playa hasta la latitud 13° 44' 45"S, con una profundidad promedios entre 16 a 15 metros.

Por estar el Terminal Marino Pisco Camisea, ubicado dentro de la bahía de Pisco, los buques que se dirigen a este terminal, deben aproximarse a la boya de señalización del inicio del canal, ubicado en Lat. 13° 38' 23" S y Long. 076° 18' 06" W para pasarla por babor, y caer hacia el Rv. 173° navegando dentro del canal de entrada hasta llegar al final de este en Lat. 13° 44' 45" S para caer al Rv. 110° enfilando al fondeadero asignado para buques petroleros.

Para salir del TMPC, una vez que los Buques largan amarras y se apartan de la plataforma, enfilan al Rv. 315° para dirigirse al inicio del canal de salida, paralelo al canal de entrada y al Este del mismo. Después de navegar dentro del canal de salida, el buque deberá pasar por babor la boya de señalización del canal, antes de caer a esa banda para dirigirse a mar abierto.

## ESTUDIO DE MANIOBRAS DEL TERMINAL MARINO PISCO CAMISEA

### Margen de seguridad

La zona del TMPC se encuentra libre instalaciones y boyas que pudieran ofrecer un riesgo a la seguridad de la nave durante su recorrido hacia las instalaciones del Terminal portuario tanto al ingreso o su salida

### ÁREA DE MANIOBRAS.

#### Estación de práctico y de remolcadores.

En el Puerto de Pisco, los Buques petroleros ingresan a la bahía por el canal marcado en la carta y fondean directamente en la zona de fondeadero asignada para este tipo de naves.

El Práctico Marítimo asignado para dirigir la maniobra de ingreso al TMPC, se embarca en el mencionado fondeadero, donde de acuerdo a normas internacionales, efectúa el intercambio de información con el Capitán de la nave para planificar el proceso de aproximación e ingreso al TMPC.

Estando el buque en también abordan las Autoridades competentes para otorgar la libre plática y el Loading Master, quien efectúa la inspección pre-arribo en la que se verifican las condiciones de seguridad y control ambiental del buque.

Una vez que el buque ha sido declarado en Libre Platica y que el Loading Máster ha concluido y aprobado la inspección de pre-arribo, se procederá a levar anclas para iniciar la maniobra de aproximación al Terminal Marino Pisco Camisea.

#### Toma de remolcadores

Los remolcadores, que tienen su emplazamiento normal de permanencia en una boya frente al complejo pesquero de “La Puntilla” proceden directamente al fondeadero de buques petroleros, donde se ponen a órdenes del Práctico para apoyar la maniobra de aproximación y amarre el TMPC



#### Verificación de Profundidades

Como parte de los trabajos preparatorios del presente estudio, en Diciembre del 2019 se llevó a cabo un levantamiento batimétrico de verificación de profundidades en el frente de atraque del TMPC y en la ruta del fondeadero, hasta el TMPC encontrando una profundidad promedio de 15 metros frente a la Plataforma de embarque y de 16 metros en las proximidades del fondeadero.

Se anexa al presente Estudio del plano batimétrico correspondiente



## ESTUDIO DE MANIOBRAS DEL TERMINAL MARINO PISCO CAMISEA

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

#### 1.4.1 FUENTES DE LA INFORMACION HIDROGRAFICA Y METEOROLOGICA

Para la preparación del presente Estudio de Maniobras, que incluye el desarrollo de los cálculos para determinar los esfuerzos producidos por factores ambientales marinos sobre los buques que arriban al TMPC, se ha obtenido información del Estudio preparado por la empresa “HIDRAULICA y OCEANOGRAFIA S.A.” a solicitud de Pluspetrol Perú Corporation S.A. para obtener la Autorización de Concesión en Uso de Área Acuática, para la instalación del Terminal Marino Pisco Camisea, en el área marítima ubicada frente a la playa Lobería – pisco.

El estudio fue actualizado en los años 2018 y 2019 con nuevas observaciones y mediciones en la bahía de Pisco cuyos resultados se adjuntan.

Asimismo se ha tomado como referencia la información de vientos, corrientes y olas obtenida, periódicamente, todos los días del año, del anemómetro, del correntómetro y de la regla mareográfica, instalados en la plataforma del Terminal Marino Pisco –Camisea (TMPC)

#### 1.4.2 INFORMACIÓN METEOROLÓGICA E HIDROGRAFICA HIDROGRÁFICA CONSIDERADA PARA EL ESTUDIO DE MANIOBRAS

##### 1.4.2.1 VIENTOS

La información de dirección y velocidad del viento en la bahía de Pisco para el presente estudio se ha tomado de Estudio Hidrográfico preparado por la empresa H. y O. Ingenieros S.A. habiendo tomado como referencia de confirmación los registros de los años 2018 y 2019, de las observaciones horarias de viento del anemómetro de la plataforma de carga del terminal Marino Pisco – Camisea.

A continuación se presentan los datos de viento del mencionado Estudio.

##### **Dirección del Viento**

El viento en la bahía de Pisco tiene una dirección predominante del Suroeste, con variaciones porcentuales significantes del Sur y del Oeste y variaciones esporádicas a direcciones del Noroeste y del Noreste, como se puede observar en el siguiente cuadro de la Distribución de frecuencia (%) mensual multianual de la dirección del viento obtenida del Estudio Oceanográfico preparado por H y O Ingenieros S.A:

**Distribución de frecuencia (%) mensual multianual de la dirección del viento  
Estación de pisco ( Fuente DHN)**

Cuadro N° 7

Rango de Direcciones del viento	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
Norte	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Nor-este	1.3	0.6	1.7	2.0	3.4	1.4	1.3	1.6	1.0	1.5	0.4	1.4
Este	0.7	1.1	1.1	2.3	3.1	5.4	4.6	3.8	2.2	1.4	1.7	2.2
Sur-oeste	0.6	0.9	0.8	2.1	3.2	3.2	3.9	5.9	3.1	1.0	1.4	1.2
Sur	19.2	24.7	18.6	19.3	19.1	17.0	16.0	14.3	16.8	18.3	17.4	16.2
Sur-oeste	36.6	40.0	40.5	35.2	30.9	30.6	35.0	32.7	38.8	37.1	39.6	40.9
Oeste	31.5	25.6	28.0	29.1	28.3	30.4	27.5	30.1	27.9	30.3	30.2	28.4
Nor-oeste	10.2	7.1	9.3	10.0	12.0	12.0	11.7	11.5	10.1	10.3	9.4	9.7

## ESTUDIO DE MANIOBRAS DEL TERMINAL MARINO PISCO CAMISEA

### Velocidad del viento

La velocidad del viento en la bahía de Pisco es muy variada y está influenciada durante el día por la diferencia de temperaturas entre la superficie del mar, y la enorme zona desértica adyacente al valle de Pisco, que genera la rápida elevación de masas de viento, produciendo un vacío que es cubierto por las masas de aire de mar, lo que también genera un desvío del viento del Sur a viento del SSW y del SW.

En el año 2018 considerado un año meteorológicamente normal, la distribución porcentual de frecuencia de distribución de viento en la bahía de Pisco, mostró valores típicos con los siguientes valores porcentuales:

Calma absoluta se presentó en un 21.5% distribuido en todo el año; brisa ligera, con velocidades de 1 a 3 nudos que se prestaron en un 12.44%; vientos suaves con velocidades de 4 a 7 nudos, que se prestaron en un 23%; vientos normales con velocidades de 7 a 10 nudos, que se prestaron en un 22.5%; viento frescos con velocidades de 11 a 16 nudos, que se prestaron en un 16.5%; vientos fuertes, con velocidades de 17 a 22 nudos, que se prestaron en un 3.5%; vientos muy fuertes, con velocidades de 23 a 28 nudos, que se prestaron en un 0.44%; y por ultimo vientos huracanados (Paracas) con velocidades de 29 a 33 nudos que se prestaron en un 0.01% (4días) ,

El siguiente cuadro muestra la distribución porcentual mensual de frecuencia de distribución de velocidades de viento en la bahía de Pisco

**Distribución de frecuencia (%) mensual multianual de la velocidad del viento Estación de pisco ( Fuente DHN)**

Cuadro N° 8

Rango de Velocidad (nudos)	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
Calma	19.8	17.2	20.8	23.5	23.8	25.2	24.6	21.5	20.4	20.6	20.9	21.1
1 - 3	12.2	11.8	11.3	14.4	15.1	13.0	11.7	13.8	11.5	12.1	10.8	12.9
4 - 7	23.8	23.4	20.6	22.2	21.7	25.9	24.6	25.8	21.8	22.3	21.4	21.7
7 - 10	24.1	21.7	22.5	19.7	21.3	21.8	22.1	22.1	24.0	22.5	24.7	23.2
11 - 16	16.1	19.5	19.6	17.5	15.2	12.5	14.2	13.4	16.9	17.2	18.2	17.2
17 - 22	3.6	4.9	4.5	2.5	2.5	1.3	2.4	3.2	4.5	4.9	3.5	3.7
23 - 28	0.4	1.3	0.5	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.8	0.4	0.4	0.1
29 - 32	0.0	0.1	0.1	0.0	0.1	0.2	0.1	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0
> 33	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0

### Comportamiento horario del viento promedio anual

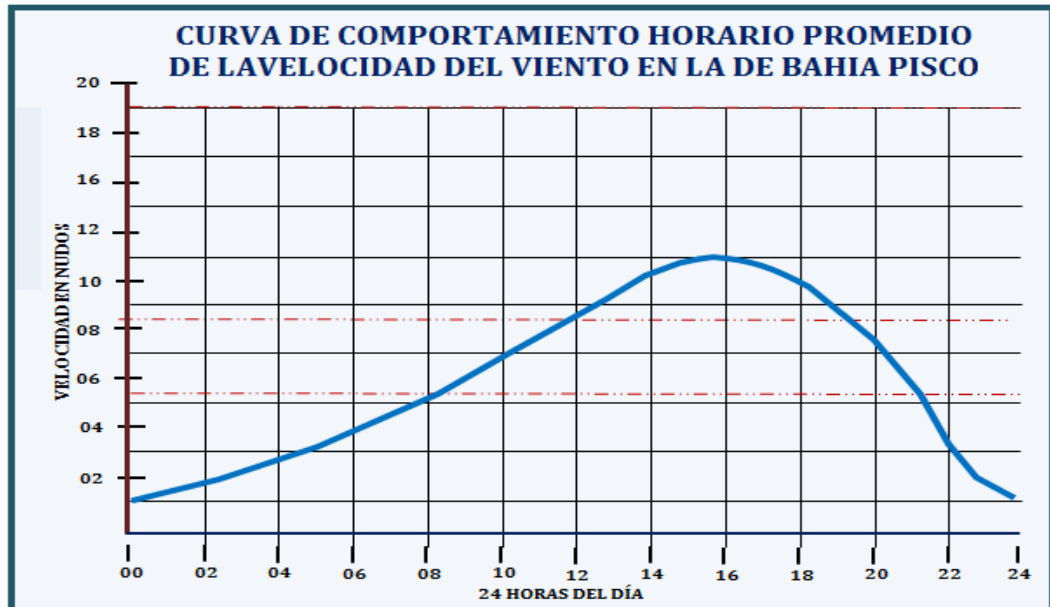
El comportamiento horario del viento promedio, con algunas excepciones, tiene un comportamiento típico casi todo el año, presentándose condiciones de calma o brisa muy ligera en la madrugada, que va incrementando su velocidad hacia el mediodía, alcanzando valores máximos entre la 15 y las 17 horas.

Los vientos en la zona costera del Perú se originan en el Anticiclón del Pacífico Suroeste, por lo que su dirección predominante es del Sur y su velocidad aumenta en los meses de invierno, cuando se fortalece el A.P.S.O., el cual se debilita en los meses de verano dando lugar a que ocasionalmente se presenten vientos del norte.

## ESTUDIO DE MANIOBRAS DEL TERMINAL MARINO PISCO CAMISEA

El comportamiento horario del viento también está influenciado durante el día por la diferencia de temperatura entre el mar y la zona desértica adyacente al Pisco, la cual, por acción de la radiación solar, alcanza muy altas temperaturas, lo que ocasiona el ascenso de masas de aire en dicha zona, dejando un vacío que es cubierto por el aire de mar, que se desvía hacia el Este (viento del Oeste) y aumenta su velocidad hacia el mediodía, alcanzando sus mayores valores en horas de la tarde.

A continuación se presenta un gráfico que describa la fluctuación típica diurna y nocturna de la velocidad del viento en la bahía de Pisco



### 1.4.2.2 CORRIENTES

Las corrientes en la bahía de Pisco varían en dirección e intensidad de acuerdo a la condición de marea, (Creciente, Pleamar, Vaciante y Bajamar) debiendo tener en cuenta que las corrientes superficiales son influenciadas por el viento, mientras que las corrientes de fondo dependen en direcciones e intensidad de la corriente oceánica, una parte de la cual se introduce en la bahía de Pisco después de ser refractada y difractada por los accidentes del fondo marino tales como el zócalo de la península de Paracas, la isla Blanca, los bajos, e irregularidades del fondo marino Etc.

La información de corrientes, del estudio hidrográfico, se obtuvo, por el método Euleriano, que consiste en la medición del flujo de la corriente desde un punto fijo, para lo cual, se instaló en Lat. 13° 46' 03.99" S, Long. 076°14' 44.66" W coincidente con la posición de la plataforma del TMPC, un correntómetro Valeport mod.105&106, a una profundidad de 5 metros, durante 7 días, para medir corrientes de profundidad media intermedias y luego a una profundidad de 10 metros, durante otros 7 días, para medir corrientes cerca del fondo.

El correntómetro también fue instalado en la posición Lat. 13° 46' 03.99" S, Long. 076°14' 44.66" W a una profundidad de 2 m para medir corrientes superficiales; obteniendo la información que se muestra en las tablas y gráficos de marea que se anexan al presente estudio.



## ESTUDIO DE MANIOBRAS DEL TERMINAL MARINO PISCO CAMISEA

A continuación se muestra el gráfico de corrientes correspondiente a la profundidad de 5 metros en la posición del TMPC, la cual se encuentra aproximadamente en la mitad del calado del buque, que maniobra, por lo que es la que tiene mayor influencia en la maniobra; En estos gráficos se pueden apreciar las siguientes características de las corrientes intermedias:

### Características de la corriente a Profundidad de 5 metros

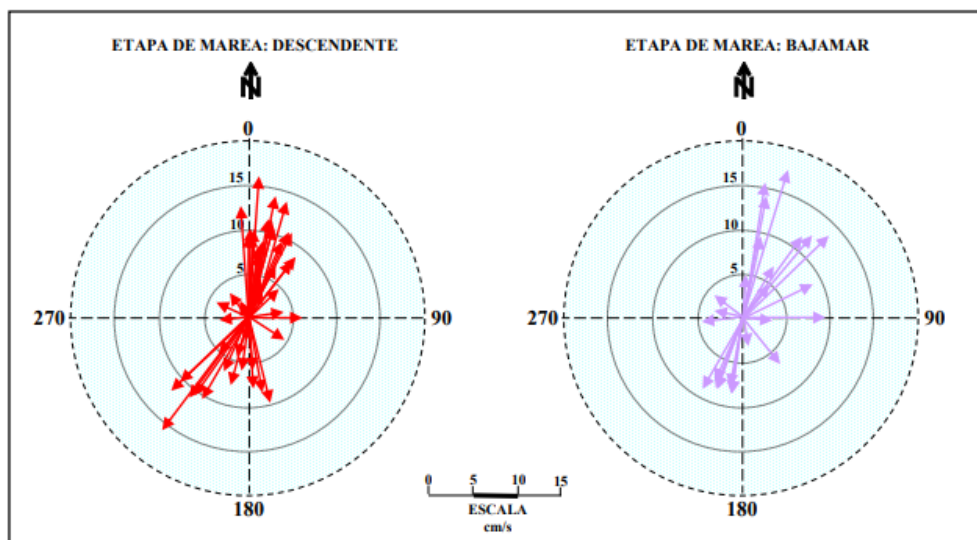
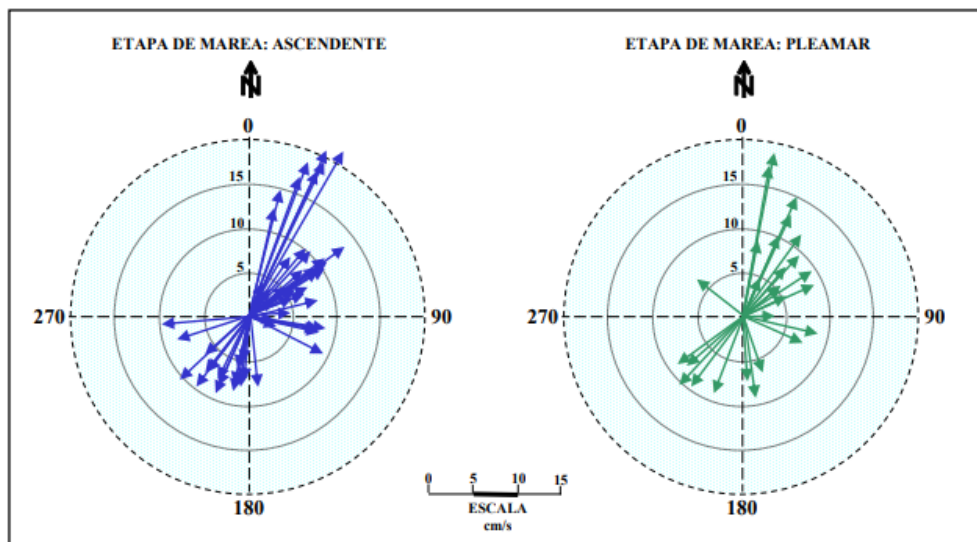
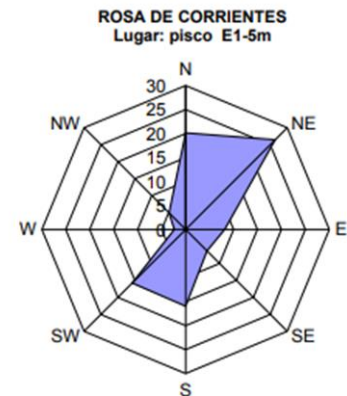
**Direcciones predominantes** NE 26.4 %, N 20.1%  
 S 15.8% y SW 15.8%

**Mayor Velocidad observada:** De 20 a 25cm/s con dirección N, NE E y SE, con frecuencia de 1.73%

**Velocidades más frecuentes:** 5 a 10 Cm/s con una frecuencia de 57.48%; la velocidad de 5 cm/s es la más frecuente con una excedencia de 86.67%

### Variación por mareas

Las mayores velocidades fueron observadas en marea ascendente, predominando las direcciones N y NE en todas las condiciones de marea



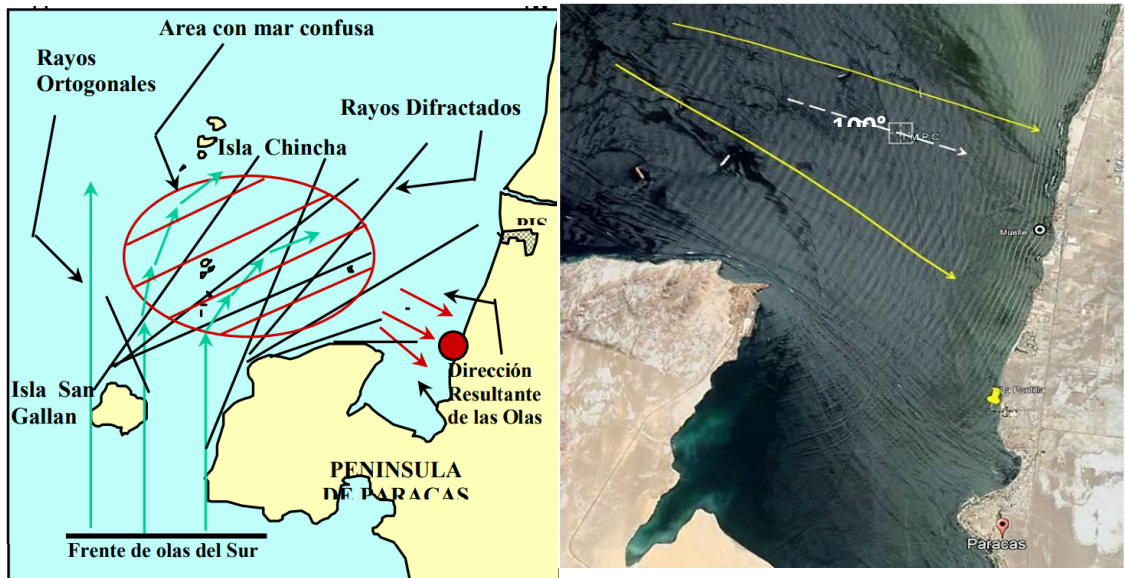
## ESTUDIO DE MANIOBRAS DEL TERMINAL MARINO PISCO CAMISEA

### 1.4.2.3 OLAS

Debido al fenómeno de refracción y a la pendiente del fondo marino la dirección de movimiento de las olas es casi invariable, siendo el frente ortogonal de olas aproximadamente paralelo a la línea de costa en las proximidades de esta.

En la bahía de Pisco, las olas experimentan cambios de dirección debido a los fenómenos de refracción por el rozamiento de la masa de agua con el fondo marino especialmente en el zócalo de la punta Paracas; y de difracción en la isla la blanca., Dentro de la bahía de Pisco, la dirección del oleaje es permanentemente hacia el 110° con pequeñas variaciones, como se puede observar en el gráfico de refracción y difracción de olas y en la vista satelital que se muestran a continuación.

La fuerza de las olas también se debilita por el rozamiento de la masa de agua con los mencionados accidentes geográficos, por lo que las altura de olas fuera de la bahía, en aguas de mar abierto, alcanza valores mayores a tres metros, pero dentro de la bahía de pisco que está protegida por la punta Paracas así como por la isla Blanca, las islas ballesta y las islas Chincha, la máxima altura de ola observada es de 1.70 m en las condiciones más adversas de mar.



### OBSERVACIÓN DE OLAS EN EL TMPC

Para fines operacionales, en el Terminal Marino Pisco Camisea se ha instalado una regla mareográfica en la que se puede observar las alturas y periodos de olas. Las alturas de olas se miden por la diferencia de altura entre el seno y la cresta e cada ola; el operador debe estar entrenado para distinguir las olas de mar de fondo de las olas de viento que se presentan simultáneamente en la misma zona. Se debe tener en cuenta que la olas de mar de fondo, por el fenómeno de refracción de olas, al llegar al TMPC tienen una dirección de Oeste a Este, mientras que las olas de mar de leva, generadas por el viento local tienen una dirección predominante de Sur a Norte y de Suroeste a Noreste. Por otra parte las olas de mar de fondo tienen periodos considerablemente mayores que las olas de viento, por lo que pueden ser diferenciadas por un observador entrenado.

A continuación se muestran las alturas de ola observadas en la regla mareográfica del terminal Marino Pisco Camisea

## ESTUDIO DE MANIOBRAS DEL TERMINAL MARINO PISCO CAMISEA

OLAS EN BAHIA PISCO 1er SEMESTRE AÑO 2018 ( Altura de ola en metros)						
MES	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun
<b>Maxima</b>	0.50	0.45	0.70	0.60	1.40	1.70
<b>Minima</b>	0.30	0.30	0.30	0.35	0.30	0.30
<b>Significativa</b>	0.30	0.30	0.35	0.40	0.35	0.45

OLAS EN BAHIA PISCO 2do SEMESTRE AÑO 2018 ( Altura de ola en metros)						
MES	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
<b>Maxima</b>	1.70	1.50	0.50	0.50	0.70	0.50
<b>Minima</b>	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
<b>Significativa</b>	0.45	0.30	0.30	0.30	0.45	0.30

### 1.4.2.4 MAREAS

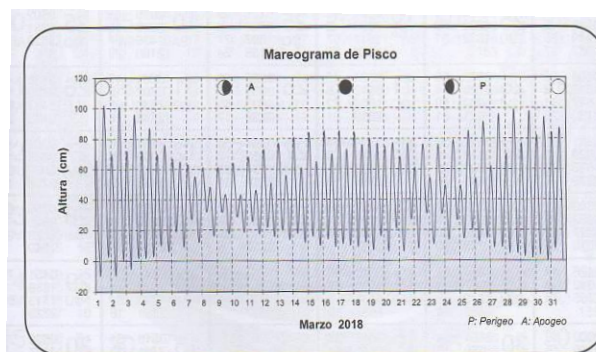
El régimen de mareas en la bahía de Pisco es semi-diurno (dos Pleamares y dos bajamares en 24 horas) con periodos característicos de repetición de 12.4 horas con bajamares y pleamares del mismo día que tienen diferente altura.

En la bahía de pisco, la circulación del agua producida por las marea, entre bajamares y pleamares, tiene las características típicas de las costas abiertas de Sudamérica occidental.

La información de marea que se utilizó en este estudio fue obtenida de las Tablas de Mareas ediciones 2013 y 2018, para el puerto de Pisco, elaboradas por la Dirección de Hidrografía y Navegación de la Marina; a continuación se , presentan los valores promedio de marea de la tabla 2018, referidos al nivel medio del mar, definido como el promedio de alturas de bajamares de sicigias ordinarias:

PLEAMAR		BAJAMAR		AMPLITUD	
Media	Máxima	Media	Mínima	Media	Sicigia
0.79	1.24	0.16	-0.09	0.62	1.06

A continuación se muestran las alturas de marea en la bahía de Pisco comprobadas de los años 2013 y 2018



PARAMETRO	ALTURAS AÑO 2013	ALTURAS AÑO 2018
Pleamar maxima	1.16	1.05
Pleamar media	0.72	0.66
Bajamar media	0.16	0.11
Bajamar minima	-0.21	-0.21
Amplitud media	0.54	0.54
Amplitud de Sicigia	0.94	0.94
Datum de la carta	0.00	0.00

## ESTUDIO DE MANIOBRAS DEL TERMINAL MARINO PISCO CAMISEA

### 1.4.2.5 MAREJADAS

Frente a las costas de Pisco y durante cualquier época del año, el comportamiento del oleaje puede presentar alteraciones en su amplitud respecto a las condiciones normales, a las cuales se les denomina oleaje irregular o bravezas de mar. En general, las bravezas que llegan a nuestras costas se generan en la zona Anticiclónica del Pacífico Sur, y ocasionalmente en la zona de alta presión atmosférica del Pacífico Norte, es decir que cruzan a nuestro hemisferio, y generalmente lo hacen, cuando los sistemas de circulación en el hemisferio Sur se debilitan.

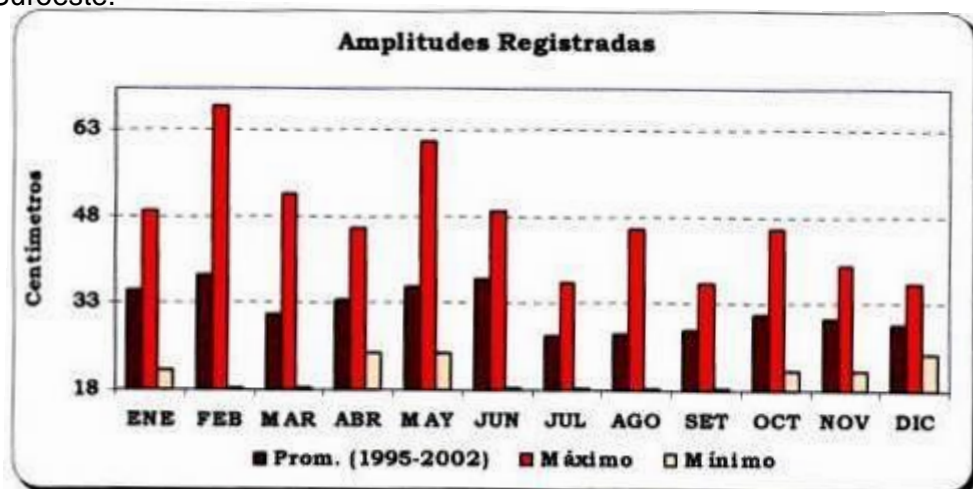


El oleaje irregular que llega a las costas proviene principalmente del Sur y Suroeste, y ocasionalmente del Oeste y Noroeste.

Para el caso específico de la ensenada de Pisco, las olas del Sur no ingresan hacia el lado Sur de la ensenada, ni a la bahía de Paracas, mientras que las del Suroeste ingresan bastante refractadas y difractadas, dependiendo de la zona, debido a que la bahía se encuentra protegida del oleaje por las islas San Gallan, Ballestas e Isla Blanca, así como, por la península de Paracas, no obstante, debido al fenómeno de refracción, la dirección de movimiento de las olas varía muy poco en aguas someras, por lo que la dirección del frente ortogonal de olas en el TMPC se considera invariable.

Los meses de mayor ocurrencia de bravezas moderadas y fuertes en el Perú son de Abril a Setiembre, con un máximo durante el mes de Mayo, debido al cambio de estación.

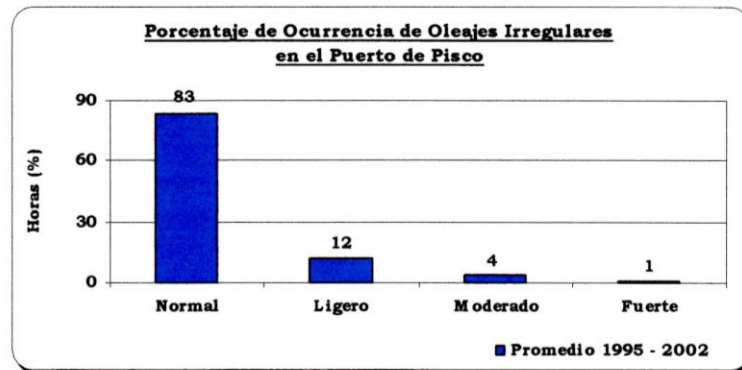
En invierno, la frecuencia de ocurrencia de bravezas es también alta, mientras que los meses de Noviembre, Diciembre, Enero y Febrero, hay menor ocurrencia de oleaje moderado y fuerte, esto es válido para aguas alejadas de costa, y para zonas costeras sin protección del oleaje que se aproxima del Sur y Suroeste; en el caso específico de Pisco, esta situación cambia, ya que esta bahía se encuentra protegida del oleaje irregular que se aproxima del Sur y Suroeste.



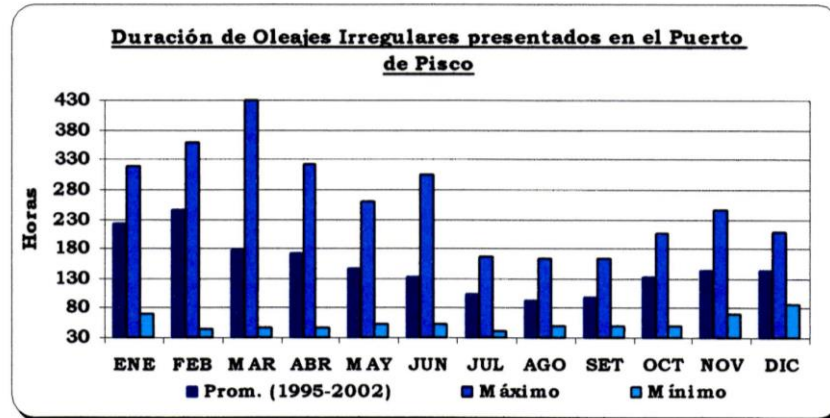


## ESTUDIO DE MANIOBRAS DEL TERMINAL MARINO PISCO CAMISEA

Para la ensenada de Pisco, observamos un máximo porcentaje de ocurrencia de bravesas u oleaje irregular de 17.0 % (83 % de condiciones normales) y de éstas el 71 % son de oleaje irregular ligero, 23 % de oleaje irregular moderado y 6 % de oleaje irregular fuerte. Entre los meses de Julio a Diciembre, el porcentaje de ocurrencias registradas en Pisco, disminuye apreciablemente, pero esto no significa que puedan ocurrir e incluso con mucho mayor o igual intensidad.



Como información relevante, se puede mencionar que en promedio, de acuerdo a la estadística de presencia de bravesas de mar para Pisco, proporcionada por la Dirección de Hidrografía y Navegación de La Marina de los años 1995 al 2002, se produjeron 62 días de bravesas de mar en todo el año, de los cuales, 43 días fueron de oleaje irregular ligero, 15 días de oleaje irregular moderado y 4 días de oleaje irregular fuerte, quedando: 303 días de condiciones normales.



### 1.4.2.6 BATIMETRIA

En el último levantamiento batimétrico, efectuado en Diciembre de 2019, en el área de maniobra de buques del TMPC, se exploró un área rectangular de 500 metros en dirección Este-Oeste y de 800 metros en dirección Norte-Sur, encontrando que la pendiente del fondo marino es muy poco pronunciada, con una mínima profundidad de 14.9 en el extremo Sureste y una máxima profundidad de 16,1 en el extremo noroeste

### 1.4.2.7 NATURALEZA DEL FONDO MARINO

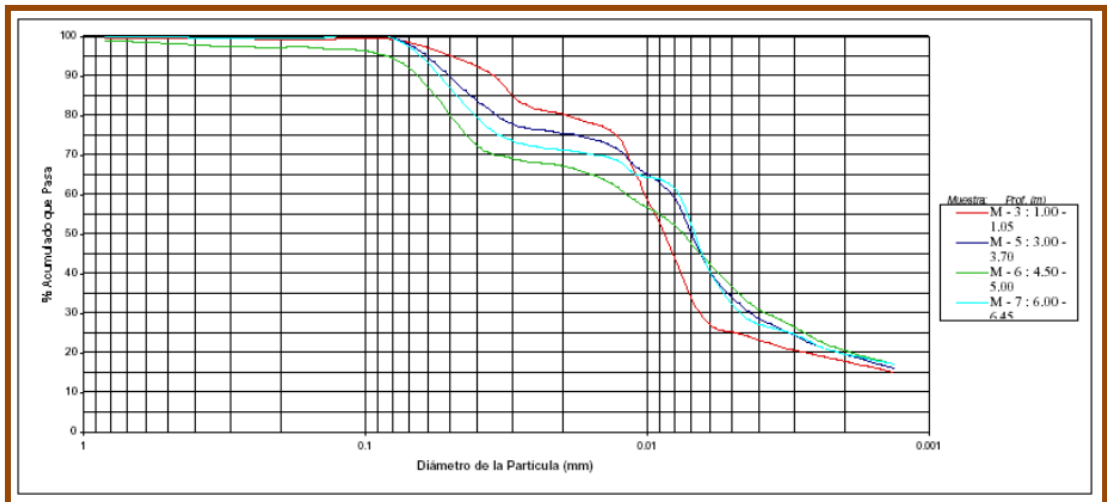
En área de operaciones del TMPC, el fondo del mar mantiene una pendiente suave desde la línea de costa, con isobatas casi paralelas a dicha línea.

El lecho marino, hasta 10.5 metros por debajo del fondo marino, está constituido por grava arenosa muy densa, cubierta por un estrato de limo orgánico suave depositado sobre la capa de grava arenosa, lo que determina



## ESTUDIO DE MANIOBRAS DEL TERMINAL MARINO PISCO CAMISEA

valores de cohesión de hasta  $0.1 \text{ kg/cm}^2$ , por lo que en los cálculos de resistencia a la tracción de anclas se considera como fondo de arena



### 1.4.2.8 VISIBILIDD

El clima en la zona de Pisco es generalmente templado con humedad atmosférica de valor medio, ocasional nubosidad y escasas lluvias; registrándose solamente trazas aisladas tipo llovizna en invierno, las cuales provienen de nubosidades bajas, estratos y altos estratos respectivamente.

La temperatura media del aire en la bahía de Pisco es de  $22^{\circ}\text{C}$ , con un máximo de  $30^{\circ}\text{C}$  en verano y un mínimo de  $17^{\circ}\text{C}$  en invierno.

En condiciones normales, la visibilidad horizontal media en el Litoral Peruano, es generalmente mayor de 4 millas; En el Puerto de Pisco, especialmente en época de verano, cuando la temperatura superficial del agua se eleva, ocasionando el aumento del régimen de evaporación en la superficie del mar y la velocidad del viento disminuye, .ocasionalmente se producen nieblas que llegan a restringir la visibilidad a menos de 500 metros.

La presencia de nieblas restringe el tráfico marítimo y afecta la seguridad de las operaciones marítimas, especialmente cuando un buque arriba a puerto, por lo que se ha considerado este aspecto dentro del estudio de maniobra.

El TMPC está dotado de detectores de niebla con generador de señales de niebla, que se activan automáticamente Utilizando equipos electrónicos como radar, GPS, ecosonda etc. un buque puede acercarse con éxito a un puerto, pero una vez que se encuentre en las proximidades del mismo, el Capitán y el Práctico necesitaran observar directamente el Terminal y los elementos de amarre y defensa, para poder maniobrar con seguridad, por lo que el Capitán del buque asesorado por el Práctico son quienes tienen que tomar la decisión de ingresar o no al terminal si las condiciones de visibilidad no permiten operar con seguridad.



## ESTUDIO DE MANIOBRAS DEL TERMINAL MARINO PISCO CAMISEA

### 1.5 DESCRIPCIÓN DE CONDICIONES DE CALMA, NORMALES Y EXTREMAS

#### **Definiciones de condiciones de estado de tiempo**

Para planificar adecuadamente la maniobra de ingreso al Terminal Marino Pisco-Camisea, el Práctico deberá tener en cuenta la forma en que el estado del tiempo puede afectar al buque durante las maniobras de ingreso y de salida del Terminal, siendo parte de su función como asesor del Capitán tomar oportunamente conocimiento de los informes de estado de mar que emite la Dirección de Hidrografía de la Marina Peruana, así como de otras fuentes de información del estado de mar, que siempre se encuentran disponibles en internet. A partir de que aborda la nave, el Práctico deberá observar los instrumentos meteorológicos, para conocer con mayor precisión las condiciones del tiempo durante las maniobras de ingreso y salida respectivamente.

#### **Condición de calma**

Se considera condición de calma el estado de tiempo en el que no se producen vientos, corrientes y olas, por lo que la maniobra solo depende de las características de las embarcaciones que participan y de la forma en que son operadas. Esta no es una condición normal pero se menciona como referencia para establecer parámetros de maniobra independientemente de las condiciones de tiempo.

Para fines de este estudio se consideran como condición de calma los siguientes rangos de magnitud de factores ambientales

<b>FACTORES AMBIENTALES PARA MANIOBRA CONDICIÓN DE CALMA</b>		
<b>VIENTO del SE</b>	<b>CORRIENTE al NW</b>	<b>OLAS al 090°</b>
de 0.0 a 6.0 Nudos	De 0.0 a 0.02 Nudos	0.0 a 0.30 metros

#### **Condición normal**

Es la que se presenta con mayor frecuencia en la bahía d Paracas y comprende el comportamiento típico de vientos, corrientes, olas, etc. que se describen en el presente Estudio.

<b>FACTORES AMBIENTALES PARA MANIOBRA CONDICIÓN NORMAL</b>		
<b>VIENTO del SE</b>	<b>CORRIENTE al NW</b>	<b>OLAS al 090°</b>
de 6.1 a 18.0 Nudos	De 0.03 a 0.35 Nudos	0.31 a.0.70 metros

#### **Condición adversa extrema**

Con frecuencia se presentan en el Litoral peruano, condiciones de oleaje irregular ligero o vientos anormales de regular o fuerte intensidad, que afectan a la maniobra pero pueden ser sobrepasadas con habilidad y manejo marino del Capitán del buque y del Práctico.

Sin embargo también pueden presentarse condiciones adversas extremas en las que tratar de ingresar al terminal representaría un alto riesgo para el buque y las instalaciones.

## ESTUDIO DE MANIOBRAS DEL TERMINAL MARINO PISCO CAMISEA

En la mayor parte de estos casos, la Autoridad Marítima Local, dispone el cierre del puerto para toda actividad, de acuerdo a los pronósticos de estado de tiempo que emite la Dirección de Hidrografía y Navegación (DIHIDRONAV). Sin embargo, puede darse el caso de que se presenten condiciones extremas en la zona de Pisco y no se haya cerrado el Puerto, en tal caso se aplicaran Los parámetros límite de operación establecidos por el Terminal, parando el embarque al observar olas de 1.60 metros, desconectando los brazos de carga al observar olas de 1.80 metros y disponer la salida del buque si el oleaje alcanza alturas de 2 metros, para lo cual, el Capitán del buque y el Práctico verificarán el estado de tiempo antes de efectuar ala aproximación y durante la permanencia del buque en el terminal.

<b>FACTORES AMBIENTALES DE MANIOBRA CONDICIÓN EXTREMA</b>			
<b>DIA/NOCHE</b>	<b>VIENTO del SE</b>	<b>CORRIENTE al NW</b>	<b>OLAS al 090°</b>
De día	de 18.1 a 25.0 n.	De 0.36 a 0.5 n.	0.71 a 1.20 m.
De noche	de 18.1 a 25.0 n.	De 0.36 a 0.5 n.	0.71 a 1.00 m.

El agente Marítimo y el Práctico deberán estar atentos a los pronósticos de estado de tiempo publicados por DIHIDRONAV, y en la página web de buoy weather para establecer un pronóstico confiable de tiempo a fin asesorar adecuadamente al Capitán de la nave para que tome oportunamente las precauciones que se requieran para la seguridad del buque y de las instalaciones portuarias.

### **Pronósticos y avisos especiales**

Las condiciones de oleaje en área costera requiere mantener un permanente monitoreo de las condiciones oceanográficas y atmosféricas en el Océano Pacífico Sur Oriental; sin embargo, la estimación de las condiciones futuras o pronósticos, requieren además de los conocimientos teóricos básicos de la dinámica en la interface entre el océano y la atmósfera, y del mecanismo de propagación de las ondas superficiales y sus procesos de disipación; así como, de la interpretación de los modelos numéricos que ejecuta DIHIDRONAV, y de las que proporcionan las instituciones internacionales a través de sus respectivas páginas Web.

La Dirección de Hidrografía y Navegación de la Marina Peruana, elabora y difunde pronósticos del estado del tiempo y del mar para zonas marítimas de nuestro dominio, así como también, Avisos especiales de las condiciones del viento que adquieran características de moderada a fuerte intensidad y de la ocurrencia o probable ocurrencia de oleajes anómalos en zonas costeras, estos avisos se difunden generalmente con 72 horas de anticipación a entidades gubernamentales, medios de comunicación y dependencias de la Marina de Guerra.



## ESTUDIO DE MANIOBRAS DEL TERMINAL MARINO PISCO CAMISEA

Los pronósticos del estado del tiempo y del mar para la navegación marítima se difunden diariamente para un período de validez de 24 horas y con 6 a 12 horas de anticipación, utilizando las comunicaciones internas de la institución y también publicados en la página web institucional (<http://www.dhn.mil.pe>). Los avisos especiales se difunden principalmente al Instituto de Defensa Civil, dependencias navales y a todos los usuarios inscritos, vía mensajería naval y correo electrónico. Estadísticamente se emiten entre 40 y 70 avisos especiales durante el año, 47 avisos durante el 2007, 59 en el 2008, 68 en el 2009 y 68 avisos especiales en el año 2010.

**Capitán de Travesía  
Percy Salcedo Zúñiga  
Practico Marítimo Experto  
DI-10282546-PM**

**Consultor Marítimo  
Jorge Filinich Espinoza  
Perito Naval Consultor  
RD191-1993/DGCG  
DI-13198-02-PN**

## ESTUDIO DE MANIOBRAS DEL TERMINAL MARINO PISCO CAMISEA

### CAPITULO II

#### DESCRIPCION DE LA MANIOBRA

##### 2.1. ELEMENTOS DE AMARRE Y DEFENSA

##### **DESCRIPCIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LOS ELEMENTOS DE AMARRE**

El Terminal Marítimo Pisco Camisea (TMPC), diseñado para el embarque de productos derivados de petróleo en estado líquido, está constituido por una plataforma de embarque con brazos de carga y ocho dolphins.

##### 2.1.1 PUNTOS DE AMARRE EN EL FRENTE DE ATRAQUE

##### **Dolphins como elementos de atraque y de amarre**

Para mantener al buque en posición estable y al alcance de los brazos de carga, el Terminal Marítimo Pisco Camisea está dotado de ocho (8) dolphins, cuatro de los cuales son dolphins de atraque, ubicados a ambos lados de la plataforma de carga, con sus defensas alineadas, formando el frente de atraque del terminal.

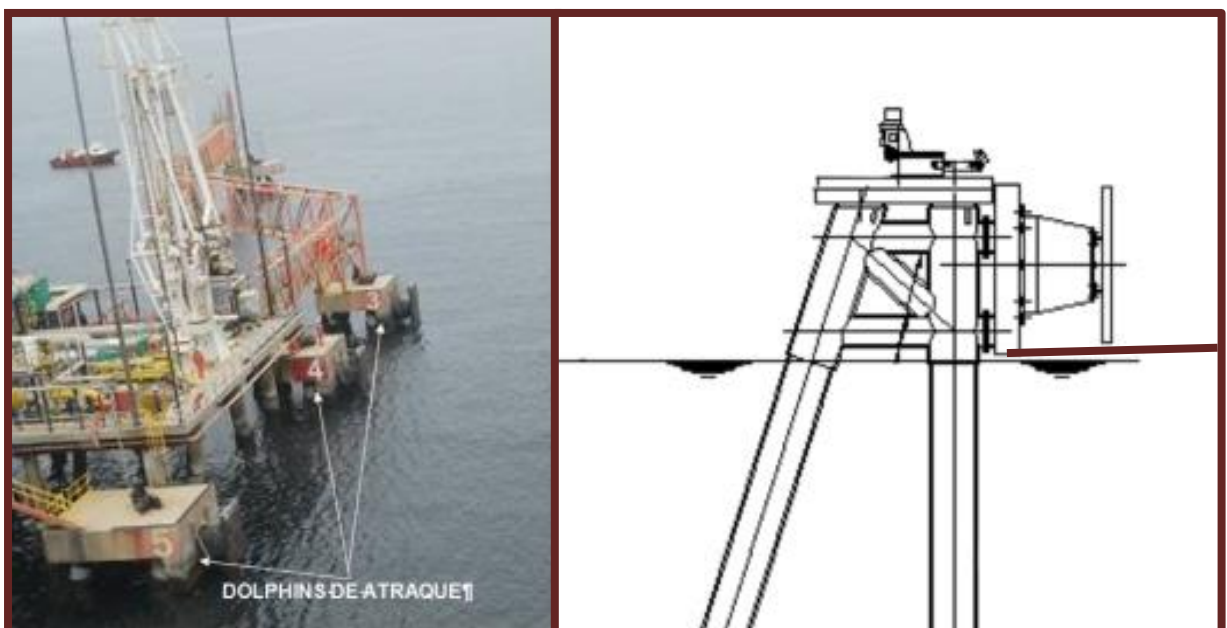
##### **Dolphins de atraque**

Cada uno de los mencionados cuatro (4) dolphins de atraque, designados con los números 3, 4, 5 y 6, está conformado por una plataforma de concreto de 5.9 m. de ancho, por 5.7 m. largo, con una altura de 4.0 m SNMM, y sostenida por pilotes de 36" de diámetro.

Para el atraque del buque, cada dolphin de atraque, está dotado de una defensa con cono amortiguador de alto rendimiento y placa de contacto anti abrasiva.

Todos los dolphins de atraque cuentan con un doble gancho de liberación rápida para el amarre de espías, y su respectivo cabrestante eléctrico para cobrar las líneas de las espías de amarre.

Además, los cuatro dolphins de atraque cuentan con una escala vertical, para escape de emergencia.





## ESTUDIO DE MANIOBRAS DEL TERMINAL MARINO PISCO CAMISEA

### Dolphins de amarre

Los otros cuatro dolphins, designados con los números 1 y 2, ubicados al lado Oeste de la plataforma y con los números 7 y 8 al lado Este de la misma, son exclusivamente para amarre, por lo que no tienen defensas. Estos dolphins, ubicados detrás del frente de atraque del TMPC, son estructuras de concreto de: 5,2 m. de frente y 7,5m. de lado, con una altura 4.0 m. SNMM, soportadas cada una por cuatro pilotes de acero de 30" de diámetro, y dotadas con tres ganchos de amarre para encapillar los largos y los traveses del buque amarrado.



A continuación, se muestra el cuadro de las posiciones geográficas de los dolphins de amarre del Terminal Marino Pisco Camisea.

### COORDENADAS DE UBICACIÓN DE DOLPHINS DE AMARRE Y ATRAQUE

DOLPHIN	COORDENADAS UTM		COORDENADAS GEOGRÁFICAS	
	NORTE	ESTE	LATITUD	LONGITUD
1	8477570	362994	13°46'04.8"S	076°16'02.3"W
2	8477578	363054	13°46'04.5"S	076°16'00.3"W
3	8477600	363091	13°46'03.8"S	076°15'59.1"W
4	8477598	363109	13°46'03.9"S	076°15'58.5"W
5	8477594	363137	13°46'04.0"S	076°15'57.6"W
6	8477590	363163	13°46'04.2"S	076°15'56.7"W
7	8477562	363193	13°46'05.1"S	076°15'55.7"W
8	8477544	363256	13°46'05.7"S	076°15'53.6"W

### Elementos de amarre

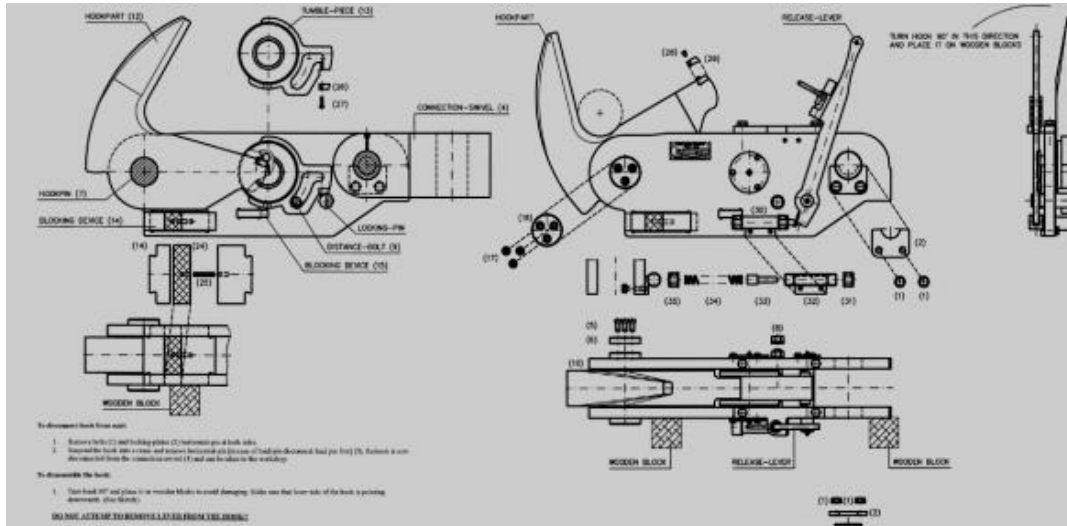
Cada uno de los ocho Dolphins del TMPC, está dotado de una consola con gancho múltiples de liberación rápida con un cabrestante eléctrico para cobrar espías, controlado por un pedal.

### Características de los ganchos múltiples de amarre

Los elementos de sujeción de las amarras del buque en el Terminal marino Pisco Camisea están constituidos por ganchos múltiples de liberación rápida del tipo Mampaey, MHC- 100-403, con su base, o consola de orientación anclada a la plataforma de concreto del respectivo dolphin.

## ESTUDIO DE MANIOBRAS DEL TERMINAL MARINO PISCO CAMISEA

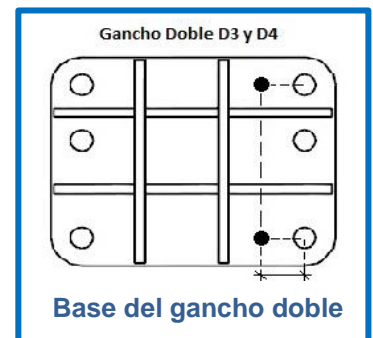
Cada unidad de gancho es giratoria, y está constituida por dos placas verticales que contienen en la parte central el sistema de liberación rápida, en un extremo el eje horizontal que soporta al gancho giratorio y en el otro extremo el eje vertical alrededor del cual gira todo el cuerpo del gancho en el rango que le permite el sistema, asimismo cada gancho de amarre está dotado de una palanca que acciona el sistema de liberación rápida para facilitar la acción de largar espías en forma segura.



### Ganchos de amarre en los dolphins de atraque

Los elementos de amarre instalados en cada uno de los cuatro dolphins de atraque, identificados con los números 3, 4, 5 y 6, son dos ganchos de liberación rápida tipo Mampaey, instalados en una sola base rectangular.

La base rectangular, denominada también consola de orientación del gancho, tiene refuerzos cruzados y está sujeta a la loza de concreto que conforma la plataforma del respectivo dolphin de atraque mediante seis pernos de anclaje-



## ESTUDIO DE MANIOBRAS DEL TERMINAL MARINO PISCO CAMISEA

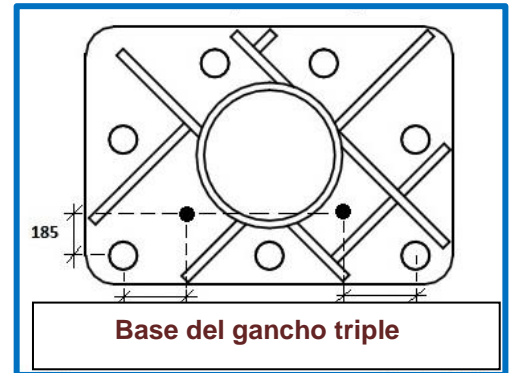
Cada uno de los dos ganchos tiene una libertad de movimiento horizontal de  $120^\circ$ , hacia su respectivo lado (a proa o popa del buque amarrado), cubriendo ambos ganchos un rango angular de  $180^\circ$ , cuya base es paralela al frente de atraque, pero ambos ganchos no pueden trabajar juntos hacia un mismo lado con un ángulo mayor de  $33^\circ$  respecto a la perpendicular al frente de atraque

Los ganchos de amarre de estos dolphins trabajan con esprines por lo que la dirección de las espías con las que trabajan es casi paralela al frente de atraque, por lo que solamente uno de los dos ganchos trabaja en el sentido que corresponde a su posición (proa ó popa) por lo que es recomendable reorientar las bases de los ganchos dobles de los dolphins 3 y 4 hacia proa, y las bases de los ganchos dobles los dolphins 5 y 6 hacia popa, lo que permitirá reforzar esprines en caso necesario, para reducir el movimiento longitudinal del buque en condiciones adversas de mar.

### Ganchos de amarre en los dolphins de amarre

Los elementos de amarre instalados en cada uno de los cuatro dolphins de amarre, identificados con los números 1, 2, 7 y 8, son tres ganchos de liberación rápida tipo Mampaey, instalados en una sola base rectangular, anclada a la loza de concreto que conforma la plataforma del dolphin mediante 6 pernos de anclaje.

La base rectangular o consola de orientación de los ganchos de amarre triples, tiene refuerzos cruzados y está sujeta a la loza de concreto que conforma la plataforma del respectivo dolphin de atraque mediante seis pernos de anclaje-



Cada uno de los dos ganchos laterales tiene una libertad de movimiento de  $120^\circ$ , hacia su respectivo lado (a proa o popa del buque amarrado), mientras que el gancho central tiene una libertad de movimiento horizontal de  $90^\circ$  con centro en la perpendicular al frente de atraque, cubriendo ambos ganchos un rango de  $180^\circ$ , cuya base es paralela al frente de atraque.

Esta conformación permite a los tres ganchos trabajar simultáneamente en una misma dirección con un ángulo de hasta  $45^\circ$  a cada lado de la perpendicular al frente de atraque.



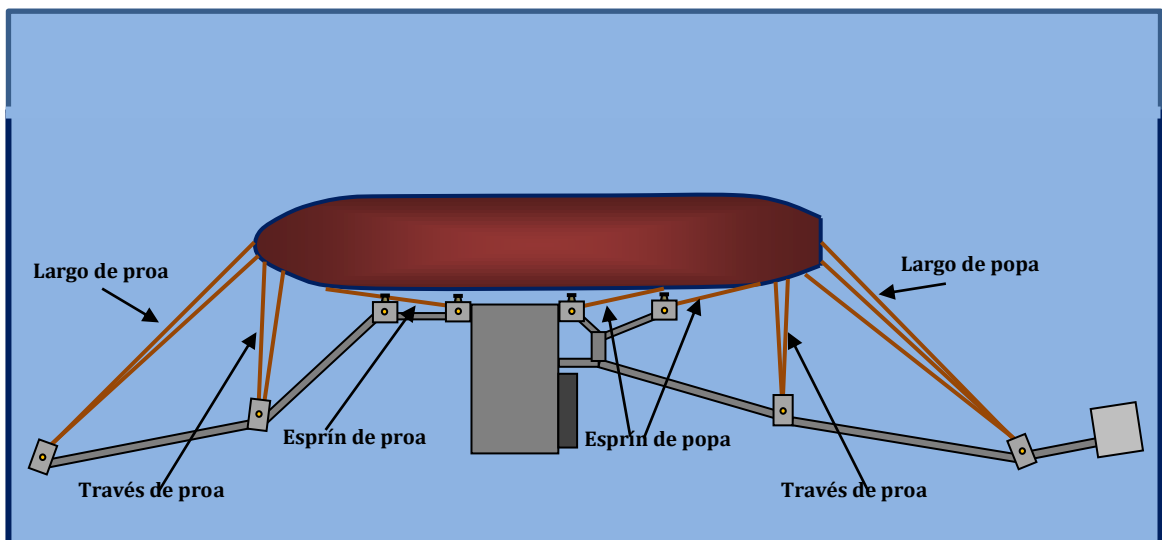
## ESTUDIO DE MANIOBRAS DEL TERMINAL MARINO PISCO CAMISEA

Estos ganchos son utilizados para enganchar espías que con trabajan como traveses y como largos, son espías cuyo ángulo de trabajo respecto de la dirección del frente de atraque es mayor de  $45^\circ$ , por lo que pueden trabajar en forma simultánea con tres espías provenientes de una misma guía de cabos del buque amarrado.

### 2.1.2 DISPOSITIVOS DE AMARRE DE BUQUES EN EL TMPC

El diseño del TMPC permite un dispositivo de amarre simétrico, que se adapta al tamaño del buque y a los cambios de los factores ambientales para mantener en posición al buque amarrado, con fuerzas ambientales de cualquier dirección.

En el siguiente gráfico se muestra el dispositivo de amarre del TMPC, para un buque mayor de 200 metros de eslora, constituido por espías del buque que trabajan como esprines, traveses y largos.



### PUNTOS DE ATRAQUE Y DE AMARRE

#### Dolphins de atraque

Los cuatro dolphins de atraque que están alineados con el frente atraque del Terminal, están ubicados a ambos lados de la Plataforma de carga, con separaciones de 30 metros entre las dos defensas centrales y de 75 metros entre las dos defensas extremas del frente de atraque, cada uno de estos dolphins está dotado de una defensa con núcleo cónico de amortiguación de alto performance y panel antifricción, formando un frente de atraque con cuatro puntos de apoyo para el casco del buque.

#### Dolphin7s de amarre

Los otros cuatro dolphins de amarre, que no tienen defensas, están ubicados en forma simétrica, a ambos lados, y por detrás del frente de atraque de la plataforma de embarque del Terminal, a distancias de 40m y 96m de los correspondientes dolphins de amarre de los extremos de proa y popa del frente de atraque del Terminal, de tal modo que la distancia entre los postes de amarre más alejados de la plataforma del terminal es de 255 metros.



## ESTUDIO DE MANIOBRAS DEL TERMINAL MARINO PISCO CAMISEA

### 2.1.3 TRABAJO DE LOS COMPONENTES DEL DISPOSITIVO DE AMARRE

Las espías de amarre y las defensas, tienen la función básica de mantener al buque en la misma posición, en el frente de atraque de la plataforma de carga, con un mínimo de libertad de movimiento, para mantener al mánifold del buque en una posición estable dentro del alcance de los brazos de carga.

Por otra parte, al arribo del buque, las espías de amarre del buque son los elementos que establecen el primer contacto con la plataforma, cuando la nave se encuentra a una distancia razonable de ella. A partir de ese momento el trabajo de las espías, junto con otros medios de apoyo a la maniobra de atraque tales como los remolcadores y las hélices transversales del buque llevan a este hasta su posición definitiva de permanencia en el Terminal.

A continuación, se describe de proa a popa el trabajo que realizan las espías de amarre como elementos de sujeción del buque durante su permanencia en el TMPC:

#### LARGO DE PROA

Esta espía, que normalmente se tiende con líneas dobles o triples, tiene una dirección diagonal respecto a la línea de crujía del buque, por lo que genera componentes longitudinales y transversales que actúan simultáneamente resistiendo esfuerzos de deslizamiento longitudinal hacia popa y de apartamiento de la proa del buque, generados por las fuerzas ambientales, como olas viento y corriente, que actúan simultáneamente sobre el buque amarrado.



Los esfuerzos longitudinales del buque, cuando se mueve hacia popa, resistidos por la componente longitudinal del esfuerzo del largo de proa, esfuerzo que es compartido con los esprines de popa y contrarrestados por la componente longitudinal del largo de popa y por los esprines de proa en sentido longitudinal.

Los esfuerzos transversales generados por el buque en proa, son resistidos por la componente transversal del largo de proa y compartidos con el través de proa, siendo contrarrestados por la fuerza de reacción de las defensas, que soportan la presión del casco del buque, generada por los esfuerzos transversales de las espías.

Por otra parte, los movimientos de guiñada hacia estribor del buque, que pueden producidos por las olas que inciden por la amura de babor, son resistidos por la componente transversal del largo de proa son compartidos con el través de proa y contrarrestados por las defensas de popa.



## ESTUDIO DE MANIOBRAS DEL TERMINAL MARINO PISCO CAMISEA

### TRAVÉS DE PROA

Esta espía, que tiene una dirección casi perpendicular a la línea de crujía del buque, genera solamente una componente transversal, que actúa resistiendo los esfuerzos transversales de apartamiento de la proa del buque, este esfuerzo resistente, es compartido con la componente transversal del largo de proa, y contrarrestado por las defensas de proa. Los movimientos de guiñada a estribor, producen momentos de esfuerzo que son resistidos por la suma de los momentos de las fuerzas resistentes del través de proa, de la componente transversal del largo de proa y del empuje de las defensas de proa.



### ESPRÍN DE PROA

El esprín de proa tiene una componente transversal insignificante, por lo que no se toma en cuenta, mientras que su componente longitudinal actúa soportando los esfuerzos producidos por los movimientos de retorno del buque hacia adelante, producido por el oleaje y la elasticidad del dispositivo de amarre.

### ESPRÍN DE POPA

El esprín de proa tiene una componente transversal insignificante por lo que no se toma en cuenta. La componente longitudinal de esta espía, actúa soportando los esfuerzos producidos por los movimientos del buque hacia atrás, que en este caso son producidos por las olas, la corriente y el viento cuando actúan por proa.

### TRAVÉS DE POPA

Esta espía genera solamente una componente transversal, que actúa resistiendo los esfuerzos transversales de apartamiento de la popa del buque, este esfuerzo resistente, es compartido con la componente transversal del largo de popa, y contrarrestado por las defensas de popa.

## ESTUDIO DE MANIOBRAS DEL TERMINAL MARINO PISCO CAMISEA

Los movimientos de guiñada a babor, producen momentos de esfuerzo que son resistidos por la suma de los momentos de las fuerzas resistentes del través de popa, de la componente transversal del largo de popa y del empuje de las defensas de proa.

### LARGO DE POPA

Esta espía genera componentes longitudinales y transversales que actúan simultáneamente resistiendo los movimientos longitudinales del buque hacia proa, que son compartidos con los esprines de proa y contrarrestados por la componente longitudinal del largo de proa y por los esprines de popa en sentido longitudinal.

En el sentido de apartamiento transversal, los esfuerzos del largo de popa son compartidos por el través de popa y contrarrestados por las defensas; mientras que los movimientos de guiñada a babor son soportados por los momentos resistentes de la componente transversal del largo de popa, del través de popa y de las defensas de proa.



### 2.1.4 CARACTERÍSTICAS DE LAS ESPÍAS DE AMARRE

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

#### a) 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 un peso que permite su manejo manual, así como, alta resistencia a los agentes químicos, no se ven afectadas por la agresiva corrosión del medio marino, sin embargo, tienen una menor resistencia a la abrasión, por lo que se requiere que tengan por lo menos un 25% de fibra poliéster. Las espías también se ven afectadas por la influencia de la radiación solar, teniendo una vida útil que depende del uso que se les dé y la menor exposición a la radiación solar.

## ESTUDIO DE MANIOBRAS DEL TERMINAL MARINO PISCO CAMISEA

**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.



**Cabos de nylon**, son más elásticos y resistentes que otras fibras comúnmente usadas, no flotan en el agua, y sus filamentos se funden 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.

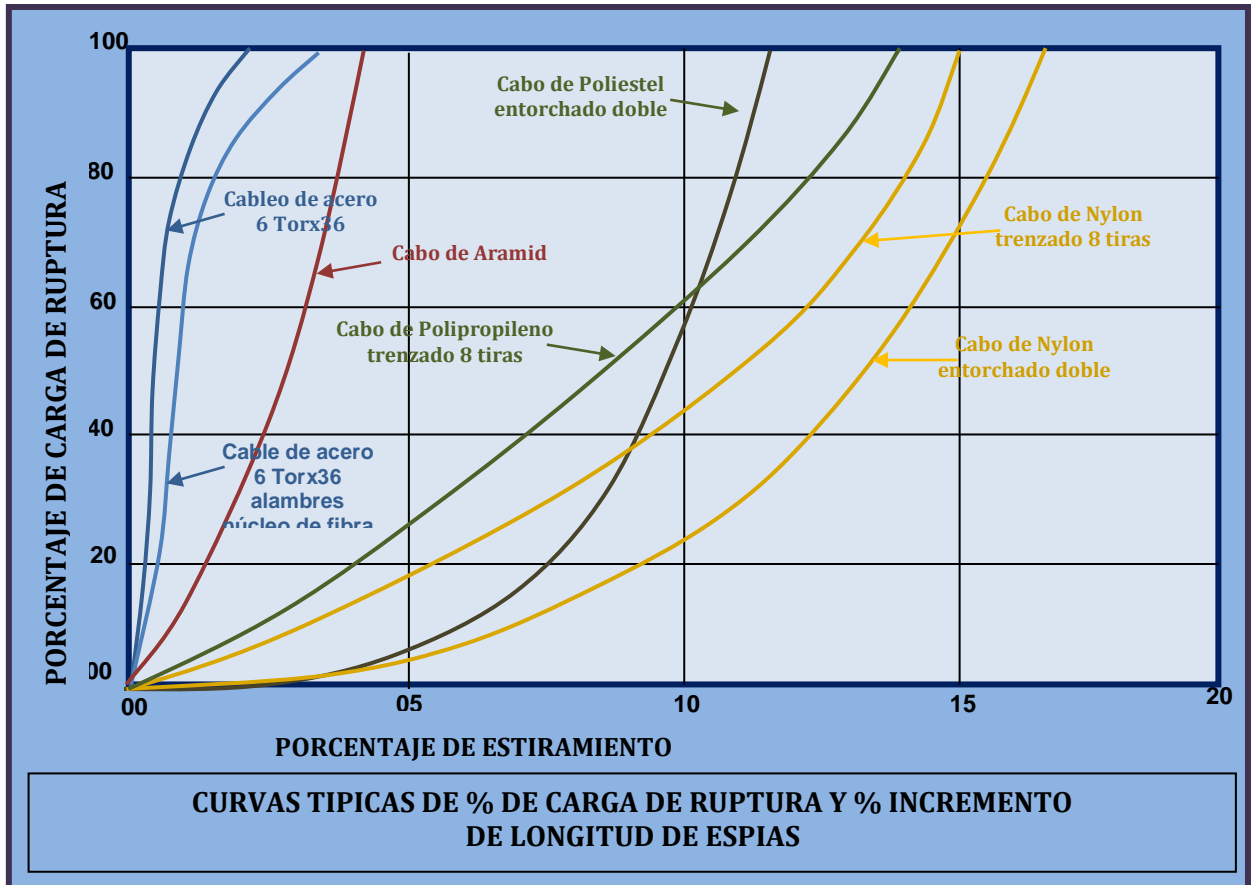
**Cabos de poliéster**, conocidos como Trevira, son de menor resistencia que el nylon y más pesados que este, ligeramente más costosos que los de polipropileno también flotan en el agua, pero son menos elásticos que los otros dos y más resistentes a la abrasión.

**Cabos de aramid**, conocidos como Kevlar, tienen una gran resistencia a la tracción, pero muy poca elasticidad. Por ser una fibra muy costosa se utiliza muy raramente como espías de amarre, su uso más común es en veleros de competencia, por lo que no se considera dentro de las espías de amarre con las que se trabaja en el TMPC.

Dentro de los requisitos que deben cumplir las amarras del buque, están incluidas, las características, diámetros, resistencia y cantidad de espías de amarre, teniendo en cuenta la cantidad y características de los winches de amarre en proa y popa del buque; que son los elementos con los que se amarra el buque al terminal.

A continuación, 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.

## ESTUDIO DE MANIOBRAS DEL TERMINAL MARINO PISCO CAMISEA



### EQUIVALENCIA EN RESISTENCIA DE ESPIAS MÁS USADAS

MATERIAL DE LA ESPIA	DIÁM (mm)	MENA (Pulg.)	RESIST Prom
NYLON	72	9	110 Ton
POLIESTER	80	10	130 Ton
POLIPROPILENO	88	11	160 Ton

### 2.1.5 AMARRAS ESTIPULADAS PARA BUQUES QUE ARRIBAN AL TERMINAL MARINO PISCO CAMISEA.

Los TNQ (Tanker Nomination Questionary) para los Charteadores y armadores de buques que arriban al Terminal Marino Pisco-Camisea, estipulan el tipo de amarras según su categoría, que deben tener los buques para poder ingresar al mismo.

A continuación, se detalla algunos requerimientos del terminal al respecto:

- La cantidad, tipo, diámetro y MBL de las líneas deben estar de acuerdo con la publicación del OCIMF: "Effective mooring & Mooring Equipment guidelines".
- Las líneas de amarre deben tener una buena resistencia a la abrasión (coeficiente dinámico de fricción  $\leq 0.15$ , de acuerdo con "Mooring Equipment Guideline OCIMF).
- Buena resistencia a la exposición a los rayos UV.
- Las líneas de amarre en los tambores para cada cabrestante deben tener una MBL (carga de rotura mínima) en el rango considerado para cada tipo de nave.
- Cabos sintéticos de alto módulo (HMPE) o cabos con mezcla de poliéster y poli-olefina.
- Cables de acero no son permitidos.
- No se permiten cabos de polipropileno estándar y / u otras líneas de amarre con resistencia a la abrasión no adecuada contra el metal en condiciones húmedas o secas.



## ESTUDIO DE MANIOBRAS DEL TERMINAL MARINO PISCO CAMISEA

### 2.1.6 DISPOSITIVOS DE DEFENSA EN EL FRENTE DE ATRAQUE DEL TMPC

El frente de atraque del Terminal Marítimo Pisco Camisea (TMPC) está constituido por cuatro dolphins designados con los números 3, 4, 5 y 6, ubicados simétricamente a ambos lados de la plataforma de carga y alineados en una misma dirección, de modo que las placas de contacto de las defensas se encuentran en el mismo plano.

Los Dolphins 4 y 5 están ubicados a ambos lados de la plataforma de carga mientras que los dolphins 3 y 6 están ubicados a continuación de los mencionadas en los lados de proa y de popa respectivamente.

Cada una de las defensas está compuesta por un núcleo de amortiguación, con su base anclada al mandil de concreto del respectivo dolphin, y con un panel de contacto formado por planchas de acero paralelas con estructuras de refuerzo interior y con una capa anti-abrasiva en la parte exterior con la que hace contacto el buque que amarrado.

Asimismo cada defensa está dotada a ambos lados de cadenas de compensación que impiden un sobreesfuerzo tangencial del cono de amortiguación durante el contacto con el casco del buque en movimiento.



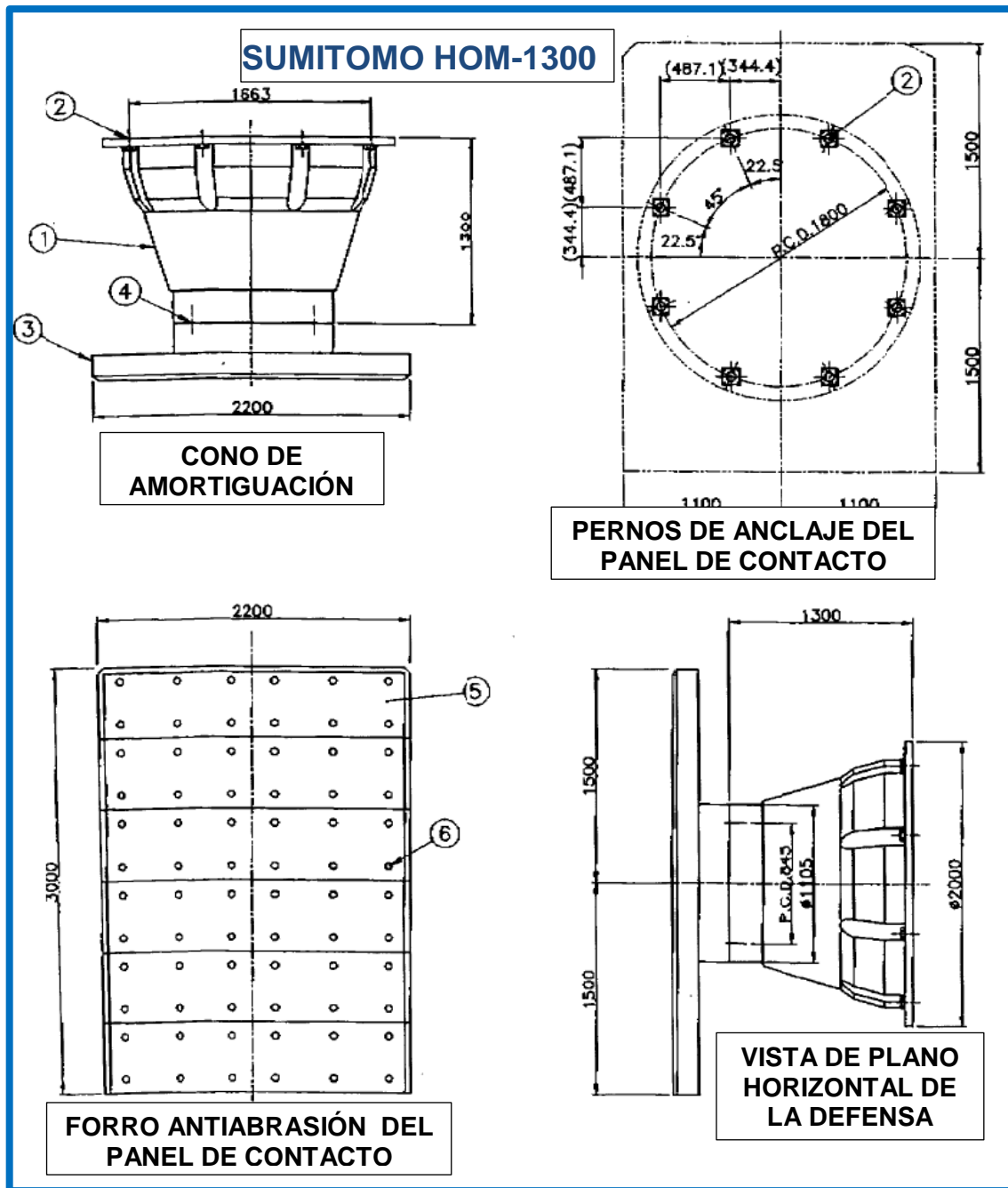
#### ELEMENTOS QUE CONFORMAN CADA UNA DE LAS DEFENSAS

Las defensas SUMITOMO Tipo: HOM-1300H (x100), del frente de atraque del Terminal Marino Pisco Camisea tienen las siguientes características:

- Base circular de anclaje del cono de amortiguación empernada al dolphin del frente de atraque con 8 pernos de anclaje.
- Cono de amortiguación de caucho natural de alta resistencia.
- Elemento de unión entre el cono de amortiguación y el panel de contacto.
- Panel de contacto rectangular de 2.20X m de ancho, 3.85 m de altura, y 2.50 m de espesor confeccionado en plancha de acero de ½" con estructura de refuerzo interior y empernado al elemento de unión con el cono de amortiguación.
- Forro antia-abrasivo de contacto exterior, constituido por 9 paños de polietileno resistente de alta densidad y bajo coeficiente de fricción, empernados al panel de contacto para poder ser reemplazados rápidamente en caso necesario.
- Sistema de cadenas de compensación conformado por dos pares de cadenas, horizontal y diagonal a cada lado del panel de defensa



**ESTUDIO DE MANIOBRAS DEL TERMINAL MARINO PISCO CAMISEA**

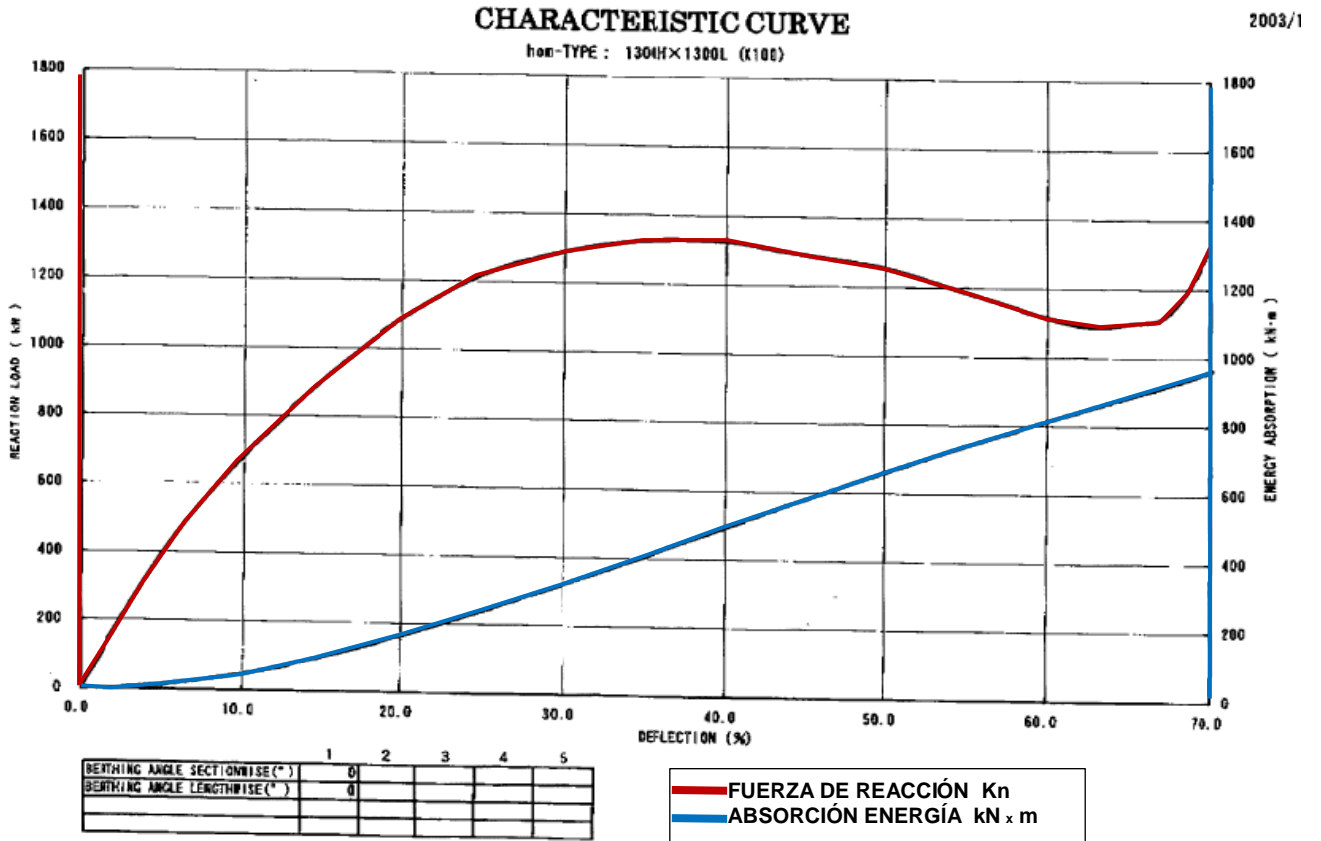


**CAPACIDAD DE LAS DEFENSAS DEL TMPC.**

Las defensas del frente de atraque del TMPC están dotadas de un núcleo de amortiguación de alto rendimiento que le permite las siguientes capacidades, que se reflejan en la curva de rendimiento que se muestra en la siguiente página:

- Angulo de atraque 0
- Capacidad de absorción de energía (961 kN-m). (98.0 ton-m)
- Carga de reacción (KN) 1320 kN =135.0 ton
- Deflexión (%) de diseño 70.0 %
- Presión del casco 200 (KPa)
- Tolerancia 10%

**ESTUDIO DE MANIOBRAS DEL TERMINAL MARINO PISCO CAMISEA**



**CURVA DE CARACTERISTICAS DE LA DEFENSAS DEL TMPC.**

En la figura que antecede se muestran las curvas de características y rendimiento de las defensas SUMITOMO Tipo: HOM-1300H (x100) instaladas en el frente de atraque de buques del Terminal Marino Pisco Camisea:

La curva de color rojo muestra la fuerza de reacción que produce el cono, al ser presionado por el panel de contacto, como se puede observar, dicha fuerza va en aumento en función no lineal de la deflexión del núcleo cónico de la defensa, hasta las 40 toneladas, después de lo cual disminuye levemente para volver a subir cuando la deflexión alcanza su máximo valor que es de 70%

La curva de color azul muestra la absorción de energía del núcleo cónico de la defensa, la cual va en aumento en forma casi lineal, en función de la deflexión de la defensa, siendo el régimen de absorción de energía de la defensa menor en el primer 10% de deflexión, después de lo cual continúa aumentando proporcionalmente a la deflexión hasta alcanzar la máxima deflexión.

Cabe mencionar, que cuando la fuerza de contacto no es perpendicular al plano del panel de contacto de la defensa, las componentes vectoriales de fuerza vertical y/o longitudinal que actúan sobre la defensa, es resistida por las cadenas de compensación que van ancladas al mandil de concreto del respectivo dolphin.

## ESTUDIO DE MANIOBRAS DEL TERMINAL MARINO PISCO CAMISEA

### 2.2. NAVES QUE MANIOBRAN, DESCRIPCION DE LAS MANIOBRAS PARA NAVES DE DIMENSIONES TIPO, MINIMAS, MAXIMAS (DIURNAS Y NOCTURNAS).

En el terminal Marino Pisco Camisea (TMPC) durante las 24 horas del día, pueden amarrar en condiciones seguras buques desde 90 hasta 230 metros de eslora y con un calado observado al termino del embarque que no sobrepase los 12.5 metros.

Se han establecido requisitos que deben cumplir los diferentes tipos de buques que arriban al TMPC, considerando condiciones para buques de las cuatro (4) categorías que se indican a continuación:

- 1) Buques tanque para Gas licuado de petróleo de 3.000 a 6,500 m<sup>3</sup> LPG
- 2) Buques tanque para Gas licuado de petróleo de 6,500 a 20,000 m<sup>3</sup> LPG
- 3) Buques tanque para Gas licuado de petróleo de 20.000 a 78,500 m<sup>3</sup> LPG
- 4) Buques tanque para Nafta / MDBS / DIESEL de hasta 56,800 toneladas métricas de capacidad.

Se han tomado tres (3) buques de distintos tamaños, que arribaron durante el último año como modelo para hacer los cálculos de esfuerzos en el Terminal Marino Pisco Camisea:

#### 2.2.1 BUQUE DE MAYOR TAMAÑO (Eslora 229.00 metros)

El “**Flagship Willow**”, es el buque más grande que ha arribado al TMPC en el mes de Octubre del año 2017, por lo que se ha tomado como modelo para determinar los esfuerzos que se producen en el dispositivo de amarre para el buque más grande.



Los buques que arriban al TMPC llegan vacíos o en lastre, para embarcar productos, por lo que presentan una enorme superficie del casco expuesta al viento.

Esta condición determina que durante la maniobra de aproximación al TMPC, de un buque de gran tamaño, el factor más influyente sobre la maniobra es el viento, lo cual debe ser tomado en cuenta por el Practico para determinar un rumbo que compense la deriva causada por el viento, en la maniobra aproximación y hacer un uso adecuado de los remolcadores en la maniobra de atraque

## ESTUDIO DE MANIOBRAS DEL TERMINAL MARINO PISCO CAMISEA

- 2.2.2 **BUQUE MÁS FRECUENTE (Eslora 183 metros)** – El “Energy Panther” es del tipo de buque de cabotaje que arriba con mayor frecuencia al TMPC, sus características corresponden al rango de los buques de 175 m, hasta 205 metros de eslora.



Para el cálculo de fuerzas también se ha considerado el buque tipo de tráfico internacional que arriba con mayor frecuencia al TMPC, cuyas dimensiones principales son: Eslora total = 205, LPP = 193.6, Manga = 32.2, puntal 20.0 calado máximo = 12.22, calado en Lastre = 7.10

- 2.2.3 **BUQUE DE MENOR TAMAÑO (Eslora 99.84 metros)**

La M/N “TAUROGAS I, es el buque de transporte de gas licuado de petróleo de menor tamaño que arribó regularmente al TMPC. Por su peso y tamaño, en comparación con otras naves, este buque genera menores esfuerzos sobre el dispositivo de amarre y sobre las defensas del frente de atraque, sin embargo, el practico debe tener presente que el sector vertical plano, en los costados del casco de este buque, tiene 60 metros de largo mientras que las defensas extremas centrales distan 75 metros entre sí, y las defensas centrales, ubicadas a ambos lados de la plataforma distan 30 metros entre sí, por lo que el centro de la parte plana de buque debe coincidir con el centro geométrico de las defensas centrales, de modo que el buque este siempre apoyado sobre estas aun cuando tenga naturales movimientos longitudinales producidos por factores ambientales y por la elasticidad de los cabos de amarre.



## ESTUDIO DE MANIOBRAS DEL TERMINAL MARINO PISCO CAMISEA

### 2.3. DESCRIPCION DE LAS MANIOBRAS DE INGRESO Y SALIDA A LA INSTALACION ACUATICA.

#### 2.3.1 PROCEDIMIENTOS PREVIOS AL ARRIBO DEL BUQUE.

Antes de la llegada de un buque al Terminal Marítimo Pisco Camisea (TMPC), es necesario que se efectúen las gestiones y procedimientos preparatorios con el fin de garantizar las operaciones de atraque y desatraque de las naves que arriban al TMPC para realizar las operaciones de embarque de los derivados de hidrocarburos, y que estas se lleven a cabo en óptimas condiciones de seguridad y eficiencia, cumpliendo con las normas Nacionales e Internacionales vigentes, así como con las disposiciones y procedimientos establecidos por Terminal Marítimo Pisco Camisea

Los procedimientos previos, se inician con la recepción de las características de la nave para su aceptación, previo análisis de su adaptabilidad a las características del Terminal Marítimo Pisco Camisea.

Verificada la adaptabilidad de la nave, la Agencia Marítima confirmará la aceptación de la nave para su programación de llegada; luego se recibirá el primer anuncio de arribo del buque, todas estas coordinaciones previas están a cargo del Agente Marítimo que representa a la nave anunciada.

#### a. PREPARATIVOS ANTES DE LA LLEGADA DEL BUQUE

##### CONFIRMACIÓN DE SEGURO DE RESPONSABILIDAD

La Agencia Marítima verificará anticipadamente que la nave cuente con el seguro de responsabilidad otorgado por un Club de Protección & Indemnización (P&I) antes de arribar al puerto de Pisco, a fin de responder por las obligaciones o contingencias en que pudiera incurrir la nave durante las maniobras de ingreso y/o salida y durante la permanencia del buque en el terminal.

##### AVISO DE LLEGADA

Cuando el buque ha confirmado el día y hora de su arribo a puerto, el Agente Marítimo da aviso con no menos de 24 horas de anticipación a la Autoridad Marítima y a la Autoridad Portuaria Nacional.

Los operadores del TMPC, que están a cargo del Servicio de Atención a los buques que arriban al terminal, tendrán el programa de arribo de buque y conocerán con la mayor anticipación posible la confirmación de la llegada de cada buque al Terminal Marino Pisco Camisea.

##### CONFIRMACIÓN DEL DÍA Y HORA DE LLEGADA

El Agente Marítimo confirmará a todos los entes correspondientes, el día y la hora de llegada del buque tanque; los responsables de Operaciones Marítimas de TMPC, internamente comunicarán a todos los departamentos involucrados.

Los operadores del TMPC mantendrá la información actualizada de las naves que arribarán al TMPC,} y coordinará con las áreas involucradas a fin de contar con los stocks que permitan garantizar la continuidad del servicio.

#### b. VERIFICACIÓN DE CONDICIONES DEL TMPC AL ARRIBO DEL BUQUE

Antes de la llegada del buque, Los operadores del TMPC, dispondrá la inspección de todo el terminal y su perímetro, para descartar la presencia de materiales que fácilmente puedan ser arrojados al mar y sustancias oleosas que puedan estar contaminados.



## ESTUDIO DE MANIOBRAS DEL TERMINAL MARINO PISCO CAMISEA

Esta inspección también se realizará antes y después del desatraque de la nave, a fin de dejar constancia del estado del terminal durante la permanencia del buque.

### **OPERATIVIDAD DE LA PLATAFORMA**

Horas antes del arribo del buque, el Supervisor Operativo de turno realiza la inspección de pre arribo al Terminal, verificando el estado de los ganchos de amarre y de las defensas del frente de atraque de la plataforma de embarque y de los dispositivos de conexión de los brazos de carga.

### **VERIFICACIÓN DEL TERMINAL PREVIA AL AMARRE DEL BUQUE**

Al ocupar sus emplazamientos en los dolphins, por lo menos una hora antes del inicio de la maniobra de aproximación, los gavieros del terminal bajo el control y dirección del Capataz de gavieros llevaran a cabo las siguientes verificaciones:

- Verificación de existencia de energía eléctrica en cada dolphin
- Prueba del winche de líneas de amarre, el cual debe girar en ambos sentidos.
- Funcionamiento del dispositivo de liberación de todos y cada uno de los ganchos del dolphin y la condición del pestillo que actúa como seguro.
- Verificación del libre movimiento lateral de los ganchos de amarre

Al término de la verificación el Capataz de Gavieros informara de la conformidad del estado de equipos y sistemas en los dolphins de atraque y de amarre al supervisor operativo del Terminal y al Loading Máster, para el respectivo control de mantenimiento.

La corrosión superficial puede ocasionar que las superficies de rozamiento de los ganchos de amarre tengan una superficie rugosa, que produce desgaste en las gazas de los cabos de amarre, por lo que es necesario mantener un recubrimiento protector que evite los efectos de la corrosión.

Las defensas igualmente pueden sufrir averías durante las maniobras de atraque, por estrechones del buque con ángulos pronunciados, que podrían afectar a sus elementos componentes, tales como: panel anti abrasión, núcleo de amortiguación o las cadenas de compensación, en cuyo caso será necesario efectuar las reparaciones necesarias inmediatamente después de la salida del buque con el que se produjo la avería, para mantener las defensas en estado de operatividad.

Para tal efecto es necesario que se efectúe una verificación de los elementos de amarre y defensa del frente de atraque, antes y después de cada maniobra y que se informe los requerimientos de mantenimiento para que dichos elementos se mantengan en un estado óptimo.

### **c. DESIGNACIÓN DE PRÁCTICOS E INSPECTOR DE CUBIERTA**

Asimismo la Agencia Marítima en coordinación con el TMPC designará un Práctico o dos Prácticos, para buques con eslora mayor de 200 metros, quienes deberán encontrarse abordo durante toda la permanencia del buque en el Terminal.

Asimismo la Agencia Marítima designará un inspector de cubierta para, verificar el buen funcionamiento de las líneas de amarre, y actuar como coordinador entre el Capitán del buque, el jefe de gavieros del TMPC, y los operadores del Terminal.

## ESTUDIO DE MANIOBRAS DEL TERMINAL MARINO PISCO CAMISEA

### d. REPRESENTANTE DE TMPC A BORDO DEL BUQUE

#### DESIGNACIÓN DEL LOADING MÁSTER

Es responsabilidad de los operadores del TMPC, designar un Funcionario de su área, para desempeñarse como Loading Máster en las operaciones de embarque de los derivados de petróleo de las naves que arriban al terminal.

El Loading Máster, actúa como Representante del Terminal Marino Pisco Camisea ante el Capitán del buque; para velar por los intereses de la empresa, permaneciendo a bordo hasta que se hayan desconectado las mangueras de transferencia de hidrocarburos.

#### FUNCIONES DEL LOADING MASTER

Son funciones y obligaciones del Loading Master las siguientes:

- Conocer el equipamiento, así como la capacidad y disposición del Terminal Marítimo para poder tomar decisiones inmediatas.
- Verificar en fondeadero, que el buque cumple con todos los requisitos de equipamiento y condiciones de seguridad para protección de las instalaciones y del medio ambiente, así como para la normal ejecución de las operaciones a realizarse en el terminal.
- No autorizará el ingreso de buques que excedan las limitaciones de calado o que no cumplan con las disposiciones de seguridad del terminal.
- El Loading Máster deberá embarcarse a bordo cuando el buque se encuentre en fondeadero, para efectuar las inspecciones de verificación de idoneidad del buque antes de que este proceda a ingresar al terminal.
- Deberá tener siempre información actualizada sobre el estado de la instalación marítima; con la finalidad de transmitir al Práctico cualquier información sobre modificación del estado del terminal, sus instalaciones y equipamiento (originada por daños y/o reparaciones pendientes en alguno de sus equipos), que pueda influir en la maniobra o en la posición del buque amarrado en terminal.
- Observará los movimientos que el buque realice durante las maniobras de amarre y desamarre.
- Informará a su Jefe inmediato Superior, en caso de producirse alguna anomalía que pueda afectar la integridad de la instalación marítima o las condiciones de la operación de carga.
- En caso de producirse un incidente, durante la maniobra o durante la permanencia del buque en el terminal, cursará la correspondiente Carta de Protesto al Capitán del buque, con copia a la Capitanía Guardacostas Marítima de Pisco.
- Coordinará con el Práctico la posición final del buque y acordará con éste la cantidad necesaria de espías de amarre para refuerzo en caso necesario.
- Reportará al Práctico de guardia, cada 4 horas el estado del tiempo y cualquier alteración de las condiciones de tiempo (braveza de mar, oleaje anómalo, viento fuerte, etc.).

### e. ASIGNACIÓN DE GAVIEROS PARA APOYO A LA MANIOBRA

Los operadores del Terminal Marítimo de Pisco Camisea, previo al amarre del buque, verificarán que el personal de gavieros asignados para apoyar a las operaciones de amarre o desamarre del buque, ocupe sus emplazamientos, bajo la dirección y control del Capataz de Gavieros del Terminal, por lo menos una hora antes del inicio de la maniobra de aproximación o del inicio maniobra de salida del buque, verificando las buenas condiciones de operación de cada uno de los elementos de maniobra dispuestos en el Terminal, así como de la lancha de apoyo a las Operaciones de Amarre y Desamarre.

## ESTUDIO DE MANIOBRAS DEL TERMINAL MARINO PISCO CAMISEA

### f. ARRIBO DEL BUQUE

#### **Maniobra de fondeo**

Cuando un buque programado para ingresar al TMPC se encuentra a no menos de 5 millas del canal de ingreso, solicitará asignación de fondeadero a la estación Costera Pisco. El ingreso del buque a la bahía de Paracas debe efectuarse siguiendo el canal de acceso señalado en el dispositivo de Separación de Tráfico Marítimo que figura en el portulano de Paracas. Cuando el buque, al mando de su Capitán, arriba al fondeadero asignado, Maniobrara para fondear con proa a barlovento, y con no menos de 5 grilletes de cadena, considerando el espacio suficiente para un círculo de borneo completo.

#### **Recepción Oficial del buque**

Estando el buque fondeado en la zona asignada para buques con carga peligrosa, el Practico, el Loading master y las autoridades competentes abordan la nave, para proceder a efectuar respectivamente el intercambio de información de maniobra, los controles que corresponden al Estado Rector de Puerto y los controles de idoneidad y seguridad de la nave que son efectuados por el Loading Master.

El representante de la Agencia Marítima y/o el Capitán del buque, entregan a los representantes de las Autoridades Competentes la documentación correspondiente, después de lo cual se da la conformidad al buque y se emite la "Libre plástica sanitaria". El Loading Máster registra la autorización de Libre Platica en el "estado de hechos".

#### **Libre plástica**

Después de ser declarado en "Libre Plástica" por las autoridades competentes, el buque queda autorizado para proceder a efectuar sus operaciones. A partir de ese momento puede embarcarse el Práctico Marítimo asignado para efectuar la maniobra de ingreso al Terminal Marino Pisco Camisea previa coordinación con el Capitán de la nave.

### g. COMUNICACIÓN DE OBLIGACIONES AL BUQUE QUE ARRIBA

Las agencias marítimas que representan a los buques en interface deben comunicar anticipadamente a los respectivos capitanes lo siguiente:

- a) La obligación de cumplir lo dispuesto en el Convenio Internacional para Prevenir la Contaminación del Mar por los Buques (MARPOL 73/78) en especial el Anexo I Reglas para prevenir la contaminación por hidrocarburos; Anexo IV Reglas para prevenir la contaminación por aguas sucias de los buques; Anexo V Reglas para prevenir la contaminación por las basuras de los buques.
- b) La prohibición de achicar sentinas, aguas de lastre, aguas sucias, arrojar basuras y otras sustancias contaminantes en la instalación portuaria y aguas adyacentes.
- c) Las descargas de todo tipo de residuos se harán cumpliendo lo dispuesto en las normas internacionales, normas que emite la Autoridad Marítima Nacional, la Autoridad Portuaria Nacional y otras normas nacionales aplicables.

### h. INTERCAMBIO DE INFORMACION DE MANIOBRA

Durante la permanencia del buque en fondeadero, el Práctico designado para asesorar la maniobra de ingreso, deberá informar al Capitán las características del puerto y sus condiciones hidrográficas y mostrarle el plan de maniobra indicando

## ESTUDIO DE MANIOBRAS DEL TERMINAL MARINO PISCO CAMISEA

rumbos y velocidades de aproximación, la potencia de los remolcadores disponibles y la forma en que se hará uso de estos.

Asimismo, el Práctico solicitará al Capitán de la nave las características de maniobra del buque, así como los formularios de la Tablilla de Practicaje,

Características del Aparato de Gobierno, y Tablón de Gobierno establecidos en el convenio internacional SOLAS, cuyos formatos se adjuntan al presente Estudio de Maniobra.

El Loading Máster acuerda con el Práctico y el Capitán de la nave el número de líneas a usar para el amarre de la nave según el tamaño del buque y el pronóstico semanal de estado de mar (Form. 0147 OTAS TMPC), entregando al Capitán en el formato el diagrama del dispositivo de amarre a utilizar (Form.0231 OTAS TMPC).

### i. INSPECCION DE VERIFICACIÓN PREVENTIVA DE SEGURIDAD Y DE RIESGO AMBIENTAL DEL BUQUE

Inmediatamente después de otorgada la Libre Plática y antes de salir del fondeadero, el Loading Máster en representación del TMPC, procederá a efectuar la inspección de verificación preventiva de seguridad y riesgo ambiental al buque, de acuerdo con el formato 0219-OTAS TMPC, abarcando los siguientes aspectos, además de la verificación de certificados y documentación:

Verificación del porcentaje de oxígeno en los ductos de ventilación de los tanques en los que se va a embarcar y de hermeticidad de cierre en los tanques que no van a ser utilizados durante la permanencia del buque en el terminal.



TMPC.

Verificación de la idoneidad del carrete de reducción del manifold del buque para adaptarse al dispositivo de conexión del brazo de carga del

Verificación y prueba de funcionamiento de los sistemas de detección de fuego y de los hidrantes del sistema de lucha contra incendio.





## ESTUDIO DE MANIOBRAS DEL TERMINAL MARINO PISCO CAMISEA



Verificación dentro de la sala de máquinas, de la condición de cierre y existencia de sellos de seguridad en las válvulas de descarga de los residuos líquidos contaminantes del buque, que incluyen; descarga de aguas servidas, descarga de aguas de sentina, descargas de Tanques de separadores de aguas oleosas.

Verificación de las alarmas de alto nivel y rebose de tanques de producto.

Verificación de las condiciones de carga declaradas por el buque.



### j. CONTROL DE ESTADO DE MAQUINARIA Y DISPOSITIVOS DE MANIOBRA EN CUBIERTA.

Un factor importante en la seguridad del buque y del terminal, es el buen estado de maquinarias y dispositivos de maniobra en cubierta, constituidos por las bitas, los winches, los cabrestantes, las guías de cabos, los carretes de maniobra, retenedores (stoppers), etc. lo que afecta tanto a las maniobras de atraque y desatraque como a la seguridad del buque y del terminal durante la permanencia del buque en el TMPC, por lo que es otro aspecto que verifica el Loading Máster en fondeadero antes de iniciar la aproximación al Terminal, debiendo para tal efecto tener en cuenta los siguientes conceptos:



Una guía de cabos con superficies rugosas o una rola de cabos que no gira pueden dar lugar que durante la permanencia del buque en el terminal se produzca el deterioro y ruptura de la espías que pasa por dichos elementos de maniobra, ocasionando accidentes que pueden poner en peligro no solo al terminal sino también la vida de tripulantes, gavieros y de cualquier persona que se encuentra en las proximidades.

Del mismo modo la falla de un Winche o la ruptura de la base de una bita en mal estado que trabaja con fuerza durante la maniobra podrían poner en peligro al buque y a las instalaciones, por lo que es necesario verificar el estado de los equipos de maniobra en cubierta del buque que arriba al terminal.

Este control debe efectuarse especialmente cuando el buque presenta signos de evidente deterioro o mal mantenimiento de los equipos de cubierta.



## ESTUDIO DE MANIOBRAS DEL TERMINAL MARINO PISCO CAMISEA

### k. VERIFICACIÓN DE LAS ESPÍAS DE AMARRE

Otro aspecto importante que verifica el Loading Máster antes de que el buque salga de fondeadero para dirigirse al Terminal, es el buen estado de las espías de amarre y que estas se encuentren adujadas sobre cubierta y listas para ser entregadas sin demoras a los gavieros del Terminal.

En caso de detectar espías deterioradas o en mal estado, el Loading Máster a nombre del terminal solicitará al Capitán que disponga el cambio de espías y si no hubieran espías en buen estado disponibles a bordo, la nave deberá permanecer en el fondeadero hasta que se le proporcionen espías adecuadas y se presentara el respectivo protesto de verificación, debiendo el Capitán de la nave por medio de su agente, tomar las acciones necesarias para efectuar el cambio de espías



La Norma del International Cordage Institute, establece que la resistencia de seguridad de las espías es el 10% de su esfuerzo nominal de ruptura el cual se encuentra indicado en el certificado de fabricación de las espías del buque, que es requerido por el Loading Master en la inspección de aprobación al arribo del buque, para verificar que tengan el 25% de fibra poliéster para prevenir el riesgo de abrasión.

En el numeral 2.16 del presente Estudio se muestran las curvas de elasticidad y % de esfuerzo de ruptura de cabos de amarre, así como la tabla de esfuerzos de trabajo establecidos para espías de nylon, Polietileno y polipropileno, que son las más utilizadas por los buques mercantes, esfuerzos que corresponden según norma del I.C.I. a la quinta parte de la fuerza de resistencia nominal de la espía.

### I. PROCEDIMIENTOS DE SEGURIDAD ANTES DE LA APROXIMACION

Antes de que el buque inicie la maniobra de aproximación al terminal Marino Pisco Camisea, deberán efectuarse los siguientes procedimientos:

#### PRUEBAS DE MÁQUINAS Y SISTEMAS DE FONDEO

Antes de salir del fondeadero para tomar la ruta de enfilación hacia el terminal, el Practico solicitará al Capitán de la nave que se efectúe la prueba de marcha de máquinas en avance y reversa, así como la prueba del sistema de gobierno y equipos de navegación. Si se encontrara una falla o deficiencia que pueda poner en riesgo la maniobra, el Práctico comunicara inmediatamente el problema al Loading Máster y a la estación costera, de la Jurisdicción, debiendo el buque permanecer en el fondeadero hasta dar solución al problema.

#### VERIFICACIÓN ABORDO DE EQUIPOS DE AYUDA Y REGISTRO

Antes de iniciar la aproximación, el Práctico verificara la operatividad de los instrumentos de navegación y sensores, tales como girocompás, radar, GPS, ecosonda etc, y comprobará que los instrumentos de registro de maniobra tales como AIS, diagramador automático de rumbos y registro automático de RPM del motor de propulsión y el DVR se encuentren en funcionamiento.

## ESTUDIO DE MANIOBRAS DEL TERMINAL MARINO PISCO CAMISEA

Si se encontrara una falla, o deficiencia de instrumentos que pueda poner en riesgo la maniobra, el Práctico comunicara el problema a la Loading Máster, para que informe de inmediato a la Gerencia Operativa (OTAS) y a la Supervisión del Terminal (PPC), debiendo el buque permanecer en fondeadero hasta dar solución al problema.



En caso de una falla en los instrumentos de registro automático, de movimientos de maniobra, el Práctico solicitara al Capitán que un oficial o tripulante anote los rumbos, ángulos de timón y velocidades de propulsión durante la maniobra.

### **VERIFICACIÓN ABORDO DE EQUIPOS DE AYUDA A LA NAVEGACIÓN Y REGISTRO**

Antes de iniciar la aproximación al terminal, el Práctico verificara la operatividad de los instrumentos de navegación y sensores, tales como girocompás, radar, GPS, ecosonda etc, y comprobará que los instrumentos de registro de maniobra tales como AIS, diagramador automático de rumbos y registro automático de RPM del motor de propulsión y el DVR se encuentren en funcionamiento.

Si se encontrara una falla, o deficiencia de instrumentos que pueda poner en riesgo la maniobra, el Práctico comunicará el problema al Loading Master, para que informe de inmediato a la Jefatura correspondiente, debiendo el buque permanecer en fondeadero hasta dar solución al problema.

En caso de una falla en los instrumentos de registro automático, de movimientos de maniobra, el Práctico solicitará al Capitán que un Oficial o Tripulante anote los rumbos, ángulos de timón y velocidades de propulsión durante la maniobra

### **PRUEBAS DE COMUNICACIONES Y VERIFICACIÓN DE ALISTAMIENTO DEL TERMINAL.**

Antes de iniciar la aproximación al terminal, el Práctico se comunicará con el Loading Máster para saber si el buque cumple con las condiciones de seguridad requeridas por el terminal para autorizar su ingreso y efectuará pruebas de comunicaciones con los remolcadores, y las lanchas de apoyo y el capataz de gavieros, para tomar conocimiento de las condiciones de alistamiento de las embarcaciones, del personal y del material que asistirán la maniobra de ingreso a la plataforma de embarque, incluyendo el personal de gavieros, las señales luminosas del terminal si es de noche, etc., todos los cuales deberán encontrarse antes de iniciar la aproximación del buque.

## **ESTUDIO DE MANIOBRAS DEL TERMINAL MARINO PISCO CAMISEA**

### **2.3.2 PROCEDIMIENTO DE MANIOBRA DE INGRESO AL TERMINAL CON MAR CALMO**

#### **DESCRIPCIÓN GENERAL**

La descripción general que se presenta a continuación, constituye la guía de procedimientos de seguridad para las maniobras de ingreso al frente de atraque del Terminal Marítimo de Pisco Camisea, basada en las características del Terminal, en la posición final del buque amarrado y en la naturaleza de las operaciones.

No se han tomado en cuenta en esta parte, la actuación de los factores dinámicos del medio marino, los cuales actúan en mayor o menor grado en cada momento de la maniobra, produciendo variaciones en el comportamiento de la nave, que se explican en el numeral 10.2 del presente estudio y que deben ser compensadas en el momento oportuno; partiendo de los procedimientos de ingreso y salida con mar calmo, que continúan siendo una guía para la maniobra.

En el diseño de la maniobra se considera que la propulsión del buque es del tipo mono hélice con paso derecho; por lo que, cuando se presente un buque con hélice de paso variable, el Práctico deberá efectuar las variaciones que correspondan para el ingreso al Terminal, de acuerdo a sus características de maniobra.

La maniobra de aproximación deberá permitir una ruta de escape segura para el buque y las instalaciones del Terminal, o prever la acción más apropiada, para evitar daños al buque y/o las instalaciones, en caso de que se presente alguna emergencia, como: falla en el sistema de propulsión o de gobierno de la nave, falla del remolcador, error del Práctico en la aproximación, etc.

Después de que el buque queda amarrado, la maniobra de salida del Terminal, en casos de emergencia podrá efectuarse en cualquier momento, con el apoyo necesario de un remolcador.

#### **GRABACIÓN DE LAS ÓRDENES DE MANIOBRA**

Desde el inicio de la maniobra, a partir de que los remolcadores se aproximan al buque para apoyar en la maniobra, hasta que el buque queda amarrado al terminal, las órdenes impartidas por el Práctico a los remolcadores, a la lancha auxiliar y a los gavieros y las respectivas respuestas, así como las comunicaciones de maniobra, que se efectúan por radio en la frecuencia de VHF previamente establecida, deberán ser grabadas por los remolcadores como lo establece la RADN° 008-2011-APN/DIR de fecha 18/04/ 2011, para lo cual previo a la maniobra, el Práctico se comunicará con los capitanes de los remolcadores para confirmar la operatividad de éstos equipos e informarles que deben dar cumplimiento a la referida norma legal.

Por su parte, el Departamento de Operaciones del TMPC, que mantiene escucha permanente de las comunicaciones de maniobra deberá también grabar estas comunicaciones, a fin de establecer responsabilidades en caso de algún incidente de maniobra.

## ESTUDIO DE MANIOBRAS DEL TERMINAL MARINO PISCO CAMISEA

### 2.3.2.1 NAVEGACION DEL FONDEADERO AL TERMINAL

Después de que el Loading Máster asignado para las operaciones de embarque ha efectuado la verificación del cumplimiento de las normas y disposiciones de seguridad y protección ambiental del Terminal, y después de que el Practico ha verificado que se efectúen las pruebas de operatividad del sistema de propulsión y gobierno del buque, y efectuado del intercambio de información con el Capitán de la nave, habiendo tomando conocimiento previo de que las embarcaciones, personal y otros elementos de apoyo a la maniobra se encuentran listos; el Práctico indica al Capitán que se inicia la maniobra de aproximación al Terminal. A partir de ese momento los remolcadores pasan cabos de remolque al buque, por proa estribor y popa estribor, y se procede a levar el ancla.

### 2.3.2.2 RUTA DE APROXIMACIÓN

Cuando el buque se encuentra en el sector Norte del Fondeadero, el practico asesora al Capitán en la maniobra para tomar la ruta de aproximación inicial, en el primer tramo de aproximación, que es una línea con rumbo  $180^{\circ}$  que pasa por la chimenea del incinerador de gases del TMPC, y que corresponde a la longitud  $76^{\circ} 15.97'$  marcada en el GPS del buque.

A partir de que el buque ingresa al primer tramo de la ruta de aproximación con rumbo  $180^{\circ}$ , y teniendo en la proa la chimenea del extremo Este del TMPC, irá reduciendo su velocidad, navegando a no más de 3 nudos mientras se controla por radar la distancia a la chimenea del TMPC

Durante el día la chimenea del TMPC es visible desde el fondeadero, y durante la noche se observan las luces de señalización de la chimenea.

Durante la aproximación desde el sector Norte del fondeadero, el práctico deberá verificar la posición del buque, manteniendo una velocidad no mayor de 3 nudos, hasta que la nave se encuentre aproximadamente a 350 metros del frente de ataque del TMPC, controlados por radar o GPS, en este momento se ordenará marcha atrás a la velocidad que sea más conveniente según lo determine el práctico en función de las condiciones de carga del buque, y de la deriva producida por viento y corriente

Cuando la distancia a la chimenea es de aproximadamente 500 metros, el buque, con apoyo de los remolcadores acimutales, caerá al Rv  $210^{\circ}$  para ingresar al segundo tramo de aproximación, enfilando la proa, con baja velocidad, hacia el dolphin N°1 el cual tiene instalado un faroleta de señalización color rojo, lo que permite identificarlo fácilmente durante la noche.

La forma del TMPC se dibuja muy claramente en el radar del buque lo que permite controlar con mucha precisión la distancia del buque a la plataforma y al dolphin 1. El práctico establecerá previamente las posiciones del GPS que corresponden a las distancias al dolphin 1, para tener un medio adicional de control de posición del buque

Cuando el buque se encuentra en el sector Sur del fondeadero, el buque que por factores ambientales, normalmente tiene la proa orientada hacia el Sur, tendrá que caer primeramente a babor para alejarse aproximadamente 2 cables del meridiano que pasa por la chimenea de incineración del TMPC, con el fin de ganar espacio para la caída a estribor del buque, de acuerdo a la amplitud de su diámetro táctico, de modo que el buque quede detenido a una distancia no menor de una manga del frente de ataque del muelle y paralelo a este como se puede observar en la pantalla de la carta electrónica del buque que se muestra a continuación.



## ESTUDIO DE MANIOBRAS DEL TERMINAL MARINO PISCO CAMISEA



Tanto cuando el buque sale del sector Norte, como cuando sale del sector Sur del fondeadero, la velocidad de aproximación, con rumbo al dolphin N° 1 del TMPC, deberá ser determinada por el Práctico, en función de las características de maniobra correspondientes a las condiciones de carga del buque, teniendo en cuenta la deriva producida por las condiciones de viento y corriente reinantes en la zona en el momento de la maniobra.

El Practico tendrá en cuenta que en un buque mono-hélice de paso derecho, el dar marcha atrás, para detener la arrancada hacia delante, produce un efecto de caída de la popa hacia babor y de la proa hacia estribor lo que contribuye al giro estribor del buque para quedar paralelo a la plataforma.

En función de las condiciones de maniobra, el Práctico ordenara la fuerza con la que el remolcador de proa jalara por estribor, y el remolcador de popa empujara por esa misma banda, hasta que el buque quede detenido y paralelo al frente de atraque de la Plataforma de carga del TMPC, momento en que ambos remolcadores empujaran por estribor para acercar la nave al frente de atraque del TMPC.

Durante la aproximación al frente de atraque del TMPC, el buque debe navegar a baja velocidad debiendo el Práctico a cargo de la maniobra, tener en cuenta los siguientes factores de maniobra:

- 1) Con baja velocidad la masa virtual del buque se incrementa y por lo tanto también se incrementa el efecto de deriva por corriente.
- 2) En baja velocidad el efecto de la pala del timón sobre el rumbo es muy pobre.
- 3) Al dar marcha atrás la proa del buque caerá a estribor en buques de hélice sólida y a babor en buques de hélice de paso variable (este último caso es muy raro).
- 4) Los factores ambientales tales como olas, vientos y corriente podrían ocasionar que el buque derive fuera de la ruta



## ESTUDIO DE MANIOBRAS DEL TERMINAL MARINO PISCO CAMISEA

### 2.3.2.3 RUTA DE ESCAPE EN CASO DE EMERGENCIA

Si durante la aproximación se presentara una emergencia, que impida continuar la maniobra, tales como, falla del sistema de propulsión, falla del sistema de gobierno, falla de uno de los remolcadores, etc. Se ordenará todo estribor y el remolcador o remolcadores disponibles ayudará a girar al buque a estribor hasta el rumbo 280°, con lo que el buque procederá a mar abierto.

### 2.3.2.4 GAVIEROS EN EL TERMINAL

Antes de dar inicio a las maniobras de entrada o salida del Terminal, los gavieros deberán encontrarse en sus puestos de maniobra.

Al arribo del buque los puestos de maniobra son cubiertos por 13 gavieros, 2 conectores de brazos de carga y dos capataces.

Al zarpe del buque participan cuatro gavieros, un conector de brazos de carga y un capataz.

Durante la permanencia del buque, permanecen tres hombres como mínimo, dos para operar los cabos de amarre y uno para accionar el molinete que cobra las líneas atadas a las gazas de los cabos de amarre del buque, en caso necesario.



### 2.3.2.5 LANCHAS DE MANIOBRA

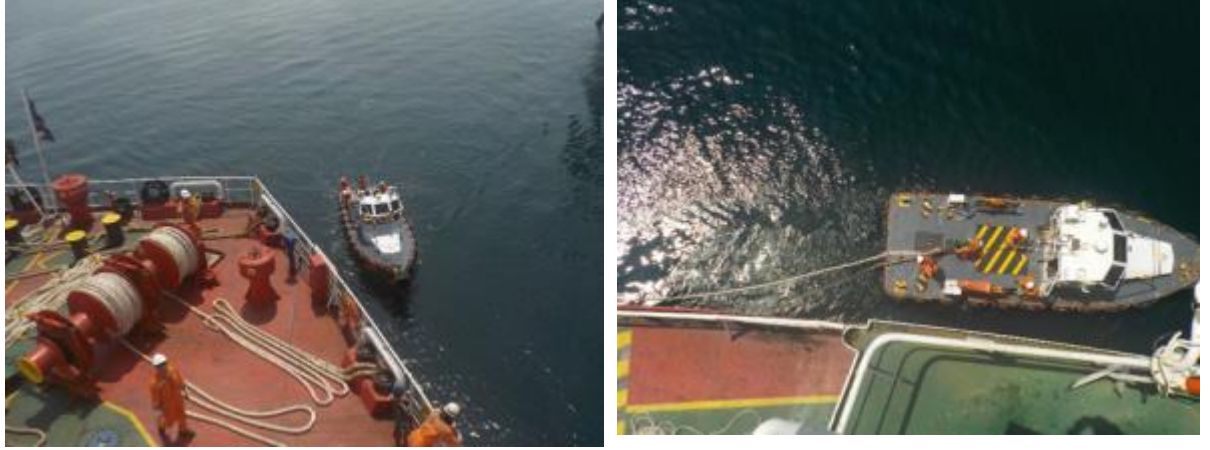
Después de la aproximación, estando el buque detenido y paralelo al frente de atraque se va acercando lentamente a este, por su banda de babor, impulsado por los dos remolcadores que empujan por la banda de estribor. Cuando el buque se encuentra a menos de 20 metros de distancia del frente de atraque, los tripulantes de cubierta lanzan jibilays a los dolphins 4 y 5 para pasar esprines, que son las primeras espías del buque que se pasan a terminal.

Una vez que los primeros esprines del buque, han sido encapillados en los ganchos de amarre, de los dolphins 4 y 5 para mantener la posición longitudinal el buque, mientras los remolcadores empujando por estribor, mantienen al buque pegado a las defensas del frente de atraque. En este momento las dos lanchas de manibra se aproximan en forma independiente a la proa y a la popa del buque, para tomar las gazas de los segundos esprines, para ser conducidos respectivamente al dolphin 3 desde proa y al dolphin 6 desde popa.

Seguidamente, mientras los gavieros del TMPC van cobrando esprines, las lanchas pasa-cabos retornan respectivamente, a la proa para recoger la gazas del través de proa, entregarlo al dolphin N° 2, y a la popa para recoger la gazas del través de popa, y entregarla al dolphin N°7 en ambos dolphins las espías del buque son cobradas con los molinetes y colocadas en los ganchos de amarre mientras los remolcadores mantiene al buque pegado al frente de atraque y los esprines mantienen la posición longitudinal del buque en el frente de atraque.

## ESTUDIO DE MANIOBRAS DEL TERMINAL MARINO PISCO CAMISEA

Por último, y del mismo modo, las lanchas pasa-cabos regresan respectivamente a la proa y popa del buque para tomar los largos y conducirlos a los dolphins de amarre 1 y 8 donde son cobrados con los molinetes de cada dolphin y encapilladas en los respectivos ganchos de amarre de escape rápido.



### 2.3.2.6 DESCRIPCIÓN DE LA MANIOBRA DE ATRAQUE DEL BUQUE TIPO

Los buques tipo Panamax, de 183 metros de eslora son los que arriban con mayor frecuencia al TMPC, por lo que en este estudio se consideran como buques tipo. Cuando el buque se encuentre a una distancia no menor de 50 metros del frente de atraque de la plataforma y paralelo a este, los remolcadores actuarán por la banda de estribor, en proa y popa, a órdenes del Práctico, empujando o jalando según lo ordene el práctico, para colocar al buque a una posición paralela al frente de atraque de la plataforma.

Una vez que el buque se encuentra detenido y con la banda de babor del casco paralela al frente de atraque del terminal ambos remolcadores empujan por estribor, según lo ordene el Práctico, para acercar el buque a la plataforma.

Cuando la banda de babor del buque, se encuentre al costado de la plataforma de embarque, los tripulantes del buque, encargados de la maniobra pasaran la gaza de los esprines de proa y popa respectivamente a los gavieros que se encuentran en los dolphins 3, 4, 5 y 6 del Terminal, quienes procederán a cobrarla y encapillarla en el gancho de amarre que corresponda. Una vez que el costado del buque toca las defensas los remolcadores empujan por estribor para mantener la posición de la nave mientras se pasan los largos y los traveses.



## ESTUDIO DE MANIOBRAS DEL TERMINAL MARINO PISCO CAMISEA

El Práctico deberá controlar con apoyo de los remolcadores la inercia lateral de acercamiento del buque al frente de atraque para evitar que el casco del buque presione con mucha fuerza las defensas.

Una vez enganchados los esprines en los ganchos de amarre correspondientes, se procederá en el buque a colocar cada cabo en su respectivo winche para proceder a cobrar, conforme se requiera, lo que permitirá al práctico contar con los esprines como elementos de maniobra para controlar la posición longitudinal del buque, mientras el costado del buque se mantiene paralelo al frente de atraque de la plataforma.



A partir de ese momento, el Práctico en coordinación con el Loading Máster, procederá a posicionar el mánifold del buque frente al brazo de carga a ser utilizado para el embarque, mientras que los remolcadores de apoyo a la maniobra actuarán empujando por la banda de estribor del buque para mantenerlo paralelo a la plataforma y apoyado en las defensas, mientras que los esprines del buque son cobrados o largados por los respectivos winches de cubierta de acuerdo a las necesidades de alineación con el brazo de carga

Una vez que el buque se encuentre en la posición adecuada para la conexión de los brazos de carga, la cual deberá ser aprobada por el Loading Máster del Terminal, el Práctico dispondrá que el buque entregue sucesivamente a la lancha pasa-cabos, los largos y los Traveseses de proa y popa, para ser entregados a los gavieros en los dophins N° 2 y N° 7 y los Largos en los dolphins N°1 y N°8 respectivamente, a fin de ser encapillados en los respectivos ganchos de amarre

La cantidad de cabos en el dispositivo de amarre, será establecida por el Práctico en coordinación con el Loading Máster, de acuerdo al tamaño del buque, y condiciones ambientales esperadas, después de lo cual se dará por concluida la maniobra y se establecerán los procedimientos de estadía en puerto de la nave.

### 2.3.2.7 REMOLCADORES EN LA MANIOBRA DE APROXIMACIÓN

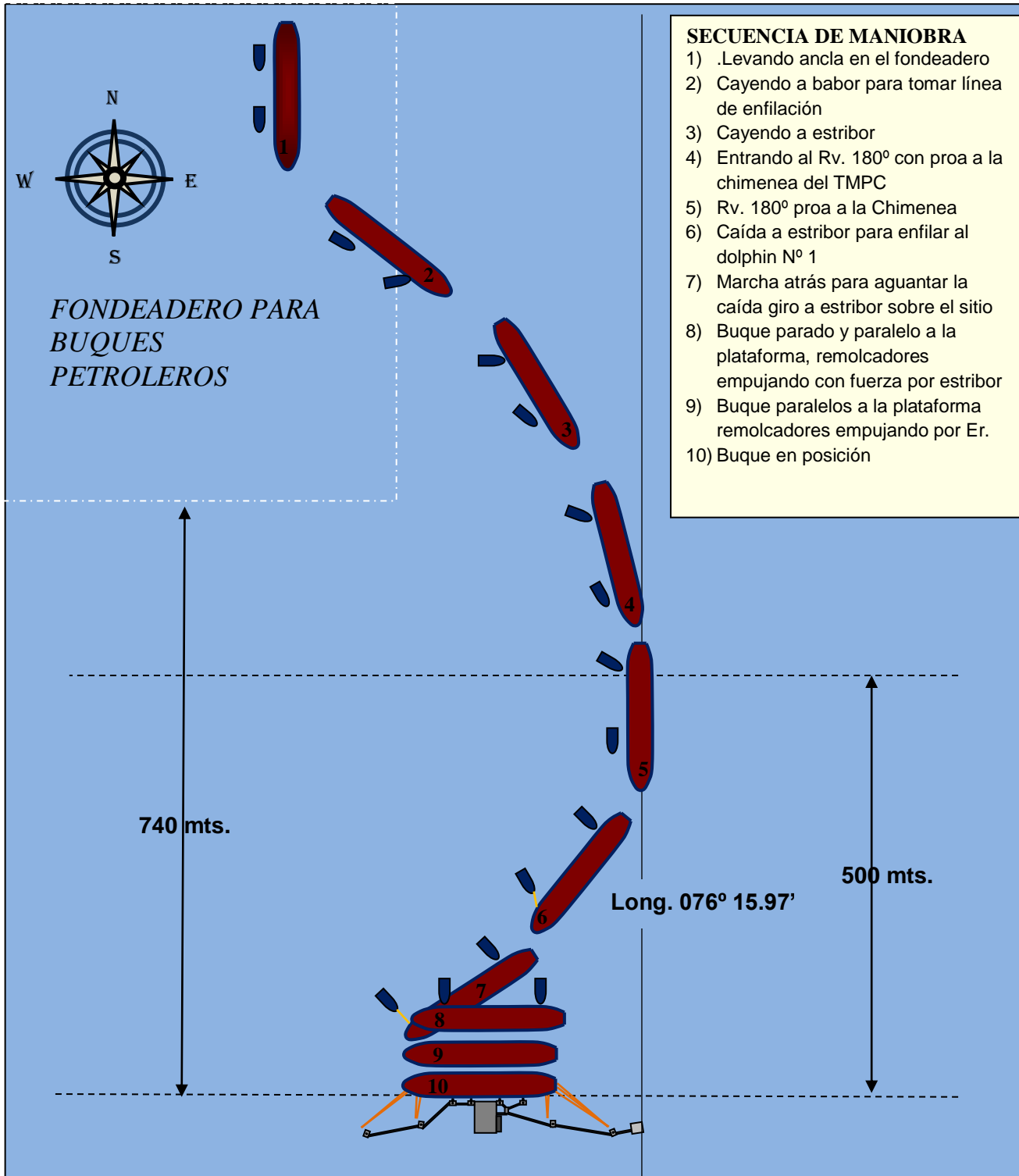
Para la maniobra de aproximación se utilizarán dos remolcadores, que acompañarán al buque por proa y popa de la banda de estribor y con cabos pasados a bita.

En prevención de emergencias inesperadas, si los remolcadores tienen diferente capacidad de tracción, el de mayor capacidad será colocado en proa estribor con el fin de desviar al buque a la ruta de escape, lo que deberá llevarse a cabo si se produce una falla de propulsión o de gobierno durante la aproximación o si se tiene que abortar la maniobra por cualquier circunstancia.



**ESTUDIO DE MANIOBRAS DEL TERMINAL MARINO PISCO CAMISEA**

**DIAGRAMA DE LA MANIOBRA DE APROXIMACION Y ATRAQUE AL TMPC**



En caso de emergencia, el remolcador de proa actuaría jalando por proa estribor mientras que el de popa actuaría empujando por popa estribor para desviar al buque en dirección a mar abierta, con la finalidad de alejarlo de la zona de poca profundidad.



## ESTUDIO DE MANIOBRAS DEL TERMINAL MARINO PISCO CAMISEA

Todas las órdenes son dadas a los remolcadores en idioma español, y serán repetidas por el práctico en idioma Inglés utilizando el lenguaje normalizado por la OMI, para ser entendidas por el Capitán y los oficiales del buque que se encuentran en el puente de gobierno.

En una maniobra normal, inmediatamente después de que la proa de la nave se encuentre aproximadamente a 350 metros del Terminal, el buque debe disminuir su arrancada hacia adelante con su propia propulsión y a controlar la dirección de su proa con ayuda de los remolcadores, para que la proa de la nave quede orientada en dirección geográfica 275° que es la dirección paralela al frente de atraque de la Plataforma de carga del TMPC.

### 2.3.2.8 BUQUE EN POSICIÓN

Normalmente la corriente y el viento tienen dirección de Sur a Norte, por lo que la fuerza ambiental resultante tiende a abrir al buque del frente de atraque, por esta razón, desde que el buque queda paralelo al muelle, después de haber terminado la maniobra de aproximación, los remolcadores permanecen empujando hasta que el buque se encuentra en posición.



Cuando ocasionalmente cambia la corriente resultante y el buque tiende a pegarse a las defensas, los remolcadores podrán apoyar jalando si es necesario para que el buque se acerque muy suavemente a las defensas y para ajustar la posición del buque con respecto a la posición de los brazos de carga.

La posición del buque en el frente de atraque de la plataforma de embarque del TMPC, es indicada por el Loading Máster, de acuerdo a la posición del manifold del buque y de los brazos de carga a utilizar, quedando el buque en posición cuando él lo indica.

A partir de ese momento, la tripulación del buque procederá a hacer todo firme y reforzar espías si se considera necesario

### 2.3.2.9 VARIACIONES EN LA MANIOBRA DE ENTRADA, PARA BUQUES DE HASTA 230 METROS DE ESLORA

Los buques de hasta 230 metros de eslora, que arriban al Terminal Marino Pisco Camisea, utilizarán el mismo procedimiento general de maniobra que el descrito para los buques tipo Panamax de 183.

## ESTUDIO DE MANIOBRAS DEL TERMINAL MARINO PISCO CAMISEA

En la aproximación los buques mayores de 200 metros de eslora, deberán apartarse aproximadamente 100 metros hacia el Este de la línea Norte Sur que pasa por la chimenea, a fin de contar con un espacio suficiente para girar a estribor, y de modo que su banda de babor quede paralela al frente de atraque y a una distancia no menor de tres veces la manga del buque, para quedar paralelo al frente de atraque.

Cabe recordar que las bases de los ganchos de amarre de los dolphins 3, 4, y 5, 6 que trabajan con los esprines, deben ser reorientadas hacia la dirección de trabajo de los esprines, los que permitirá utilizar ambos ganchos para poder reforzar espías cuando sea necesario.

Durante toda la maniobra de amarre, estando el buque con el costado de babor paralelo al frente de atraque, los dos remolcadores se mantendrán empujando por la banda de estribor, manteniendo ese procedimiento, hasta el buque quede sujeto transversalmente por los traveses.

El dispositivo de amarre del buque será establecido por el Loading Master y entregado al Práctico en el formato establecido para tal propósito, de modo que las espías que conforman el dispositivo de amarre del buque trabajen con un ángulo apropiado y con una distribución homogénea de esfuerzos.

Cabe indicar que la Norma Nacional establece que para buques de eslora mayor de 200 metros se debe designar dos Prácticos, uno de los cuales estará a cargo de la maniobra permaneciendo en el puente para dar las órdenes de maniobra, mientras que el otro Práctico se ubicará en cubierta en el lugar que determine el práctico principal para informar y recomendar acciones respecto a situaciones que no puedan ser vistas por el Práctico debido al tamaño del buque.

Asimismo, con buque mayores de 200 metros de eslora, durante la aproximación desde el fondeadero al TMPC, teniendo en cuenta el diámetro de giro a baja velocidad, y que los remolcadores apoyan por la banda de estribor, el buque deberá apartarse hacia el Este lo suficiente para quedar detenido el posición paralela al frente de atraque y a una distancia no menor de 50 metros de este.

### **2.3.2.10 VARIACIONES EN LA MANIOBRA DE ENTRADA, PARA BUQUES DE MENOR PORTE.**

Los buques de menor porte utilizarán el mismo procedimiento general de maniobra que el descrito para los buques tipo, debiendo tener mayor cuidado en la posición longitudinal del buque para que la parte vertical plana del casco apoye sobre las defensas. En este caso se tenderán esprines de los dolphins 4 y 5, mientras que las espías tendidas a los dolphins N° 2 y N° 7 actuarán al mismo tiempo como largos y traveses.

Cabe mencionar que, se ha establecido que el buque tanque o gasero de 90 metros de eslora, es el buque de menor tamaño que puede ingresar al TMPC, debido a que, siendo 75 metros la distancia entre los conos de las defensas de los extremos del frente de atraque, ubicadas en los dolphins N°3 y N°6, el sector vertical plano del casco de un buque de menor eslora, no podría apoyarse en las defensas extremas del frente de atraque y variar su posición longitudinal para adaptarse a la posición de los brazos de carga durante las operaciones de transferencia de carga .

## ESTUDIO DE MANIOBRAS DEL TERMINAL MARINO PISCO CAMISEA

### 2.3.3 MANIOBRA DE SALIDA DEL TERMINAL

#### 2.3.3.1 PREPARATIVOS PARA LA MANIOBRA DE DESATRAQUE

agente marítimo representante de la nave en coordinación con el Loading Master y el Capitán de la nave establecerán anticipadamente la hora de la maniobra de desatraque en base a los tiempos estimados para terminar la carga según los Concluidas las operaciones de embarque de los derivados de hidrocarburos, el cálculos de volúmenes de carga, incluyendo el desplazamiento de agua por la línea, la desconexión de mangas y el protocolo de despacho con los representantes de las Autoridades Locales.

Terminados los procedimientos de despacho del buque, el agente marítimo solicitará la Autorización de zarpe del buque, y cuando las autoridades se dirijan a tierra, la nave, comunicará al Práctico para que proceda al puente para la maniobra de desatraque.

#### **VISITA DE AUTORIDADES**

Mientras se efectúa la visita de las Autoridades para el despacho de la nave, todo el personal que participó en la operación de carga y/o descarga desembarcará del buque, conjuntamente con su material. Terminado el procedimiento de despacho de la nave, las autoridades proceden a desembarcar y el Práctico procede al puente para iniciar la maniobra de salida.

#### **VERIFICACION PREVIA ABORDO**

Una vez que el Práctico se embarca y se ubica en el puente, verifica los datos del buque en el formato PILOT CARD y con el Capitán coordinan el procedimiento de la maniobra. Paralelamente el Práctico efectúa prueba a las comunicaciones de radio portátil con las embarcaciones de apoyo y los gavieros, y dispone se establezcan en posición; también verifica que los equipos del puente se encuentren en servicio y la tripulación haya cubierto sus puestos en cubierta, proa y popa, para iniciar la maniobra.

#### **Equipos de comunicación**

Tanto para las maniobras de entrada como para las maniobras de salida, el Práctico llevará consigo un transreceptor portátil de VHF frecuencia marina con baterías cargadas y baterías de repuesto, y efectuará pruebas de comunicaciones con los remolcadores de apoyo a la maniobra, con las lanchas pasa-cabos y con el Jefe de Gavieros del muelle

#### **Grabación de voces de maniobra.**

Los remolcadores mantendrán operativo el sistema de grabación de órdenes de maniobra que deberá ser puesto en funcionamiento antes del inicio de la maniobra.

Por su parte, el Loading Master, mantendrá un equipo de radio VHF en escucha en la frecuencia de maniobra, paralelamente el TMPC también efectuará la grabación de las comunicaciones de maniobra, para contar con una grabación de reserva en caso necesario.

#### **Equipos de ayuda y registro**

Antes del inicio de la maniobra, el Práctico verificará que el buque tenga en funcionamiento los equipos de registro de datos de maniobra en los que se incluye el Automatic Course Recorder diagramador automático de rumbos, AIS, registro automático de RPM del motor de propulsión y el VDR, asimismo verificará por radio que los remolcadores tengan en funcionamiento su sistema de grabación de órdenes de maniobra.



## ESTUDIO DE MANIOBRAS DEL TERMINAL MARINO PISCO CAMISEA

Al igual que en la maniobra de ingreso, antes de iniciar la maniobra de salida, el Práctico verificará el funcionamiento de los instrumentos de navegación y sensores del buque tales como: girocompás, radar, ECDIS, GPS, ecosonda etc,

Si se encontrara una falla, o deficiencia de instrumentos que pueda poner en riesgo la maniobra, el Práctico comunicará el problema al Loading Master y éste al jefe del Terminal, a fin de decidir si las circunstancias permiten la salida del buque sin riesgo, comunicando el hecho a la Capitanía de Puerto.

En caso de producirse un incidente de maniobra, el Práctico, solicitará al Capitán del buque que proteja la grabación del **VDR**, para ser presentada a la Capitanía de Puerto y al Armador del buque y anotará el hecho en el formato de Reporte de Práctico.

### 2.3.3.2 DESCRIPCIÓN DE LA MANIOBRA DE SALIDA DEL TERMINAL

Para iniciar la maniobra de salida el Práctico asignado deberá estar presente en el puente del buque, mientras que en el TMPC el personal de Gavieros estará listo y atento para recibir las órdenes de maniobra, mientras que los remolcadores deberán tomar posición por la banda de estribor uno en proa y otro en popa, pasando ambos remolcadores espías de remolque al buque.

Inmediatamente antes de largar las espías, los dos remolcadores empujarán al buque por la banda de estribor con la finalidad de mantenerlo paralelo a la plataforma y en contacto permanente con las defensas, mientras se las espías de amarre son cobradas por los winches del buque,

Para dar inicio a la maniobra de desatraque, el Práctico ordena desencapillar sucesivamente, primero los cabos de refuerzo, luego los largos (Head lines), a continuación los traveseses (Breast lines) y por último los esprines, estas acciones se realizan paralelamente en proa y popa,



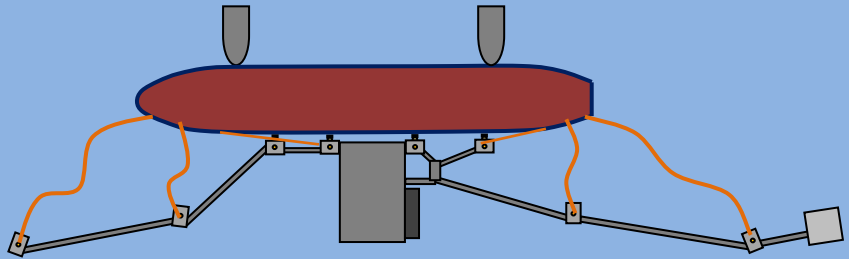


## ESTUDIO DE MANIOBRAS DEL TERMINAL MARINO PISCO CAMISEA

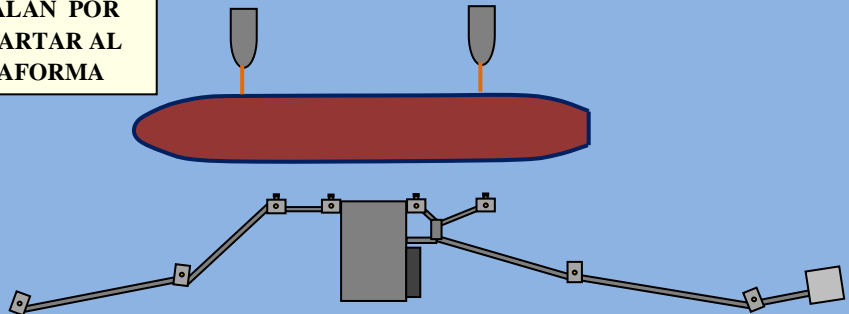
Una vez que todos los cabos del buque se encuentran en la cubierta del mismo, el practico ordenara a ambos remolcadores jalar simultáneamente despacio por la banda de estribor en proa y popa respectivamente, hasta que el buque se encuentra separado de la plataforma de embarque a una distancia aproximada de 20 metros, posición en la que donde los remolcadores dejan de jalar y el buque lanza maquinas, dando inicio a la navegación con su propia propulsión, con marcha muy despacio avante y controlando la distancia a la plataforma hasta quedar alejado a una distancia segura el TMPC, momento en el que el buque procede al inicio del canal de salida del puerto y practico da por concluida la maniobra desembarcándose en la lancha de apoyo por la banda de estribor del buque.

### SECUENCIA DE LAS MANIOBRAS DE SALIDA

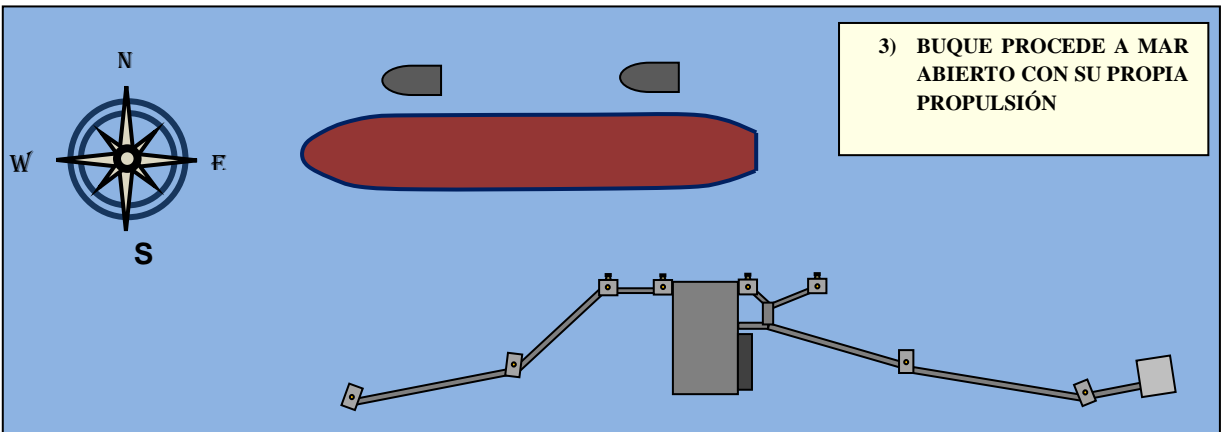
- 1) SE SUELTAN LARGOS Y TRAVESES. MIENTRAS LOS REMOLCADORES EMPUJAN POR ESTRIBOR PARA MANTENER AL BUQUE EN POSICION



- 2) SE SUELTAN ESPRINES, Y LOS REMOLCADORES JALAN POR ESTRIBOR PARA APARTAR AL BUQUE DE LA PLATAFORMA



- 3) BUQUE PROCEDE A MAR ABIERTO CON SU PROPIA PROPULSIÓN



## ESTUDIO DE MANIOBRAS DEL TERMINAL MARINO PISCO CAMISEA

### 2.3.4 REMOLCADORES EN LAS MANIOBRAS DE ENTRADA Y SALIDA

#### 2.3.4.1 APOYO DE REMOLCADORES EN LAS MANIOBRAS DE ENTRADA

Dadas las condiciones locales, el apoyo de remolcadores al arribo del buque comprende tres fases:

##### a) REMOLCADORES EN LA FASE DE APROXIMACIÓN

Esta fase se inicia cuando el buque sale del fondeadero preferencial o cuando después de haber salido del fondeadero para buques tanque ubicado frente al “Candelabro de tres brazos”, pasa por el límite Norte del fondeadero preferencial para tomar el Meridiano 76° 16’ iniciando la aproximación al frente de atraque del TMPC, tomando como referencia la plataforma de la chimenea del Terminal, por la que navega con una velocidad razonable, que le permita utilizar el timón para compensar las fuerzas de deriva ocasionadas por viento y olas, tomando un rumbo de compensación de deriva.

En esta fase, el buque recibirá el viento por la proa, mientras que la corriente incidirá también por la proa o por la popa según los cambios de marea.

El oleaje, normal presenta alturas que varían entre 0.30 metros y de 0.40 metros en horas de la mañana, incrementándose con el viento a alturas de 0.70 y 0.90 en horas de la tarde, pudiendo las olas alcanzar alturas significantes de 2.0 a 2.5 metros cuando se presentan condiciones de braveza de mar, en las cuales la Autoridad competente dispone el cierre del puerto.

En la fase de aproximación el oleaje incide por la banda de estribor del buque generando pronunciados movimientos de balance y de guiñada, La distancia ente el fondeadero y el terminal obligan a navegar desde la salida del fondeadero, con velocidades no mayores de 3 nudos, lo que reduce la capacidad de reacción del sistema de gobierno del buque, siendo necesario que los remolcadores actúen en proa y popa para orientar la proa del buque hacia el rumbo que se requiere, para una aproximación segura. Por lo expuesto la presencia de dos remolcadores acimutales en la fase de aproximación de la maniobra es necesaria para dar seguridad a la maniobra especialmente cuando la corriente sobrepasa los 0.5 nudos y es transversal al rumbo del buque.

##### b) REMOLCADORES EN LA FASE INTERMEDIA

Esta fase se inicia cuando el buque se encuentra a una distancia aproximada de 500 metros de la plataforma de chimeneas del Terminal y tiene que reducir su velocidad a aproximadamente 2 nudos y caer al Rv 225° enfilando al dolphin N°1 para posicionarse frente a la plataforma sin que haya el riesgo de hacer contacto con alguna parte del Terminal aun en caso de falla o error de maniobra.

En esta fase por la baja velocidad, y la pequeña área de la pala del timón en comparación con la eslora, la acción del timón del buque es casi nula, por lo que la intervención de los dos remolcadores necesaria para conducir al apropiadamente al buque hasta el frente de atraque. El buque da marcha atrás para quedar detenido paralelo a la plataforma y a no más de 50 m de esta.

En esta fase de la maniobra, la influencia de vientos, corrientes y oleaje se incrementa, produciéndose movimientos combinados de balance, cabeceo y guiñada, mientras el buque se acerca al lugar ubicado a 50 metros al frente de amarre del TMPC, lo que ocasiona que la proa del buque salga del rumbo deseado, teniendo la necesidad de contar con el apoyo permanente de dos remolcadores azimutales que puedan empujar con eficiencia, aun cuando no tengan la proa perpendicular al casco del buque.

## ESTUDIO DE MANIOBRAS DEL TERMINAL MARINO PISCO CAMISEA

En esta fase debe tomarse en cuenta que el buque debe tener en la aproximación al TMPC, una ruta de escape que le permita salir a mar abierto en caso de producirse una falla en los sistemas de propulsión o de gobierno del buque, o de los remolcadores, por lo que es indispensable que se mantenga el borde oeste del dolphin N° 1 en la prolongación del costado de babor del buque, lo cual con una velocidad de aproximación muy reducida, solo puede ser efectuada con apoyo de los remolcadores.

### c) REMOLCADORES EN LA FASE FINAL DE AMARRE

Cuando desde el puente de gobierno del buque se marca a la plataforma del TMPC al 180°, el buque da marcha atrás para detener la arrancada, y se inicia la fase final de la maniobra en la que el buque debe quedar paralelo al frente de atraque de la plataforma, y a una distancia prudencial de esta, para luego ser empujado por los remolcadores hasta hacer contacto con las defensas.

En esta fase, después de que el buque queda detenido, en posición aproximadamente paralela al frente de atraque del TMPC, su capacidad de maniobra es nula y depende solamente de los remolcadores para acercarse a la plataforma, compensando las fuerzas de vientos y corrientes podrían alejar o acercar peligrosamente al buque a la plataforma.

Asimismo, en esta parte de la maniobra además de los remolcadores, el Práctico puede hacer uso de las hélices transversales del buque si es que las tiene, debiendo pasar en primer lugar los esprines de proa y popa, cuando el casco del buque está a menos de 5 metros del frente de atraque.

En esta fase de la maniobra, en que el buque está detenido en el agua y los factores ambientales, continúan actuando, se presenta la mayor necesidad de fuerza de remolque, por lo que esta fase es la más importante para determinar la capacidad de tracción que se requiere y debe ser considerada con mayor énfasis en la evaluación.

### 2.3.4.2 APOYO DE REMOLCADORES EN LAS MANIOBRAS DE SALIDA

Normalmente en el lugar en que se encuentra el TMPC, la corriente marina tiene dirección de Sur a Norte, por lo que el buque sin amarras tiende a separarse del frente de atraque.

En tales condiciones durante la maniobra de salida se requiere mantener al buque en posición, pegado al frente de atraque, para poder largar todas las espías en orden y sin dificultades. Una vez que el buque ha cobrado todas las espías los remolcadores dejan de empujar y el buque abre del frente de atraque por efecto de la corriente.

En caso de presentarse corriente de Norte a Sur, el buque por efecto de la corriente permanecerá pegado al frente de atraque, en tales condiciones, los gavieros del muelle podrán largar todas las amarras y el buque recogerlas sin que los remolcadores intervengan, sin embargo cuando el buque se encuentre libre de amarras, se requerirá la fuerza de los remolcadores para abrir al buque del muelle.

Por lo expuesto en todas las condiciones antes de iniciar la maniobra de salida, los remolcadores ocuparán sus emplazamientos de maniobra en el costado de estribor a proa y popa del buque, pasando cada uno un cabo de remolque para poder empujar o jalar según lo ordene el Práctico a cargo de la maniobra.

## **ESTUDIO DE MANIOBRAS DEL TERMINAL MARINO PISCO CAMISEA**

### **2.3.5 OBSERVACIONES FINALES EN LAS MANIOBRAS DE INGRESO Y SALIDA**

Las secuencias que se ha presentado en párrafos anteriores para las maniobras de ingreso y salida son las más adecuadas en condiciones de mar calmo, pero no son necesariamente las mismas para todas las maniobras, siendo mandatorio en cada caso introducir variaciones que dependen de las condiciones de tiempo y principalmente de la corriente resultante.

Si en la maniobra de entrada la corriente tiende a acercar al buque a la plataforma de embarque, ambos remolcadores jalaran por proa y popa respectivamente, mediante sus respectivas línea de remolque, acondicionadas en el fondeadero, con las potencias que indique el práctico, para lograr que el buque se acerque lentamente a la plataforma con el casco paralelo al frente de atraque.

Si en la maniobra de amarre, la corriente tiende a apartar al buque del frente de atraque, será necesario que los remolcadores empujen por la banda de estribor, para ayudar al buque a acercarse paralelamente al frente de atraque de la plataforma, cuidando de que no se tome inercia lateral de acercamiento, para que el buque toque las defensas pero sin presionarlas en exceso.

Cuando en la maniobra de entrada, el buque está cerca del frente de atraque, se pasan primeramente la línea de los cabos de esprines, para controlar con ellos la posición longitudinal del buque respecto a la plataforma, mientras los remolcadores lo mantienen en contacto con las defensas.

En la maniobra de salida si la corriente tiende a abrir al buque de la plataforma, los remolcadores empujaran con fuerza para mantener la posición transversal mientras la posición longitudinal se controla con los esprines.

Cuando los traveses y largos están a bordo del buque, se largan los esprines y los remolcadores se apartan para que el buque abra del frene de atraque de la plataforma. En esta situación el práctico indicará independientemente a cada remolcador, la fuerza con la que tienen que jalar para que el buque se aparte paralelamente de la plataforma.

Lo anteriormente expuesto hace evidente que los procedimientos de maniobra, tanto en el atraque como en el desatraque, no son rígidos, debiendo ser modificadas por el Practico, adaptándose a las exigencias de las condiciones de mar y de viento. Siendo necesario tener presente que mientras la nave se encuentre afectada por una determinada dirección del viento, corriente u olas, deberá actuarse en esta dirección, es decir llevar la nave hacia estas fuerzas para compensar su accionar.

Las descripciones antes indicadas, no eximen de poder recurrir a otros manejos o artificios como el de reubicar los remolcadores en otra posición o que en un momento determinado se haga necesario la utilización de las anclas para ayudar a parar o reducir la velocidad de la nave o a girar la nave en un momento de emergencia.



## ESTUDIO DE MANIOBRAS DEL TERMINAL MARINO PISCO CAMISEA

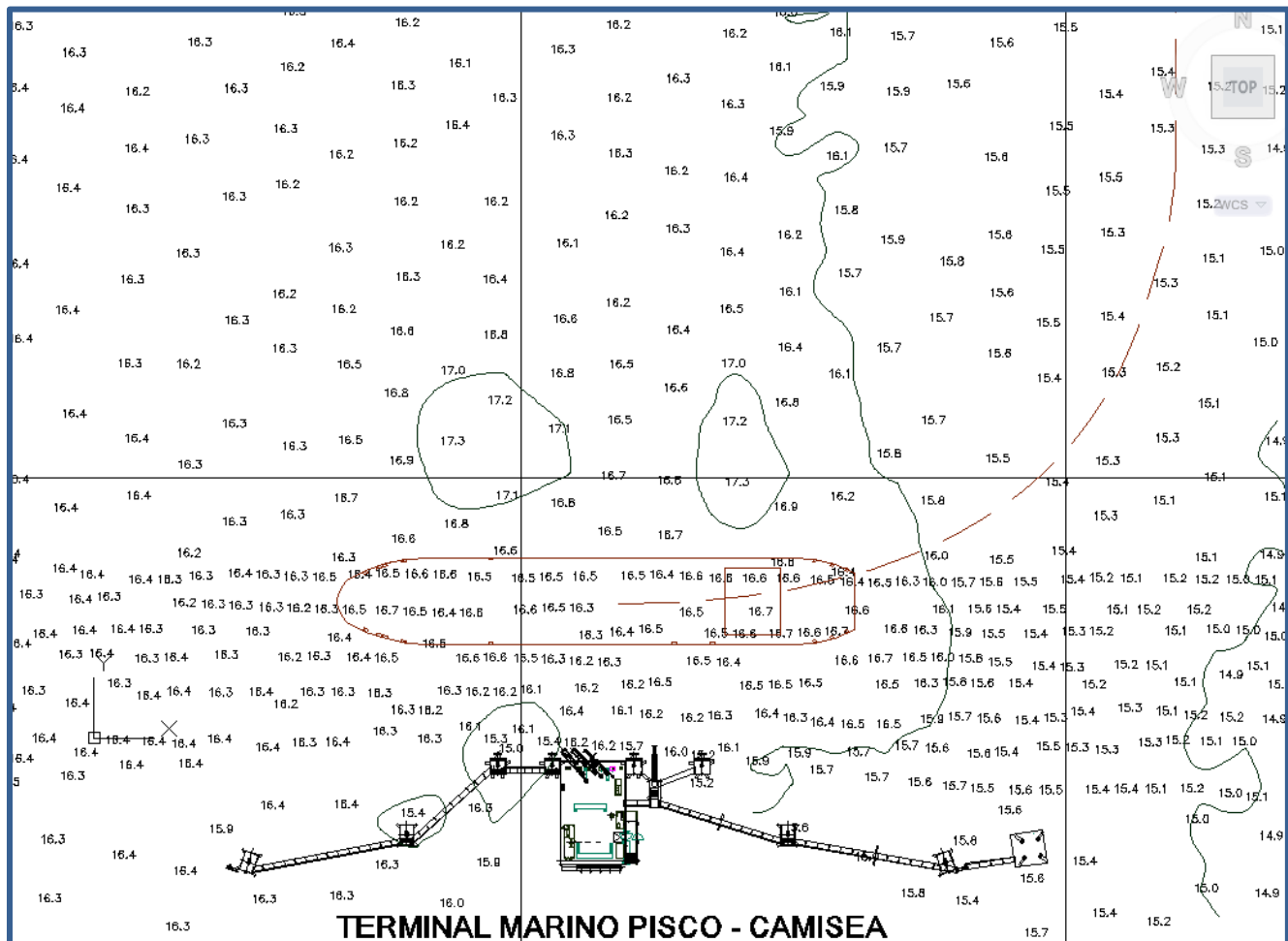
### 2.3.6 ANÁLISIS DEL CALADO MÁXIMO PERMISIBLE

#### 2.3.6.1 PROFUNDIDAD Y NATURALEZA DEL FONDO EN ELÁREA DE MANIOBRA

El espacio para maniobras de buques del Terminal Marino Pisco Camisea, se inicia en el lado Este del fondeadero para buques tanque ubicado 800 metros al Norte del TMPC y termina en el espacio rectangular de 70 metros de ancho y 250 metros de largo inmediatamente al norte del frente de atraque de la Plataforma del TMPC donde el buque parado y paralelo al frente de atraque se acerca a este.

A fines de Diciembre de 2019, se efectuó el levantamiento batimétrico, y se tomaron muestras de fondo, verificando que el material del fondo es arena fina.

En la siguiente figura, que muestra una parte del plano del último levantamiento batimétrico se puede observar que en la ruta de aproximación hay una profundidad promedio de 15.3 m. mientras que en el frente de atraque la profundidad promedio es de 16.20 metros.



#### 2.3.6.2 FACTORES QUE DETERMINAN EL ESPACIO BAJO LA QUILLA (EBQ)

El espacio que requiere tener el buque bajo la quilla para maniobrar con seguridad, depende de varios factores, como olas, vientos, velocidad del buque, diferencias entre los calados de proa y popa, calidad y consistencia del fondo marino, etc.

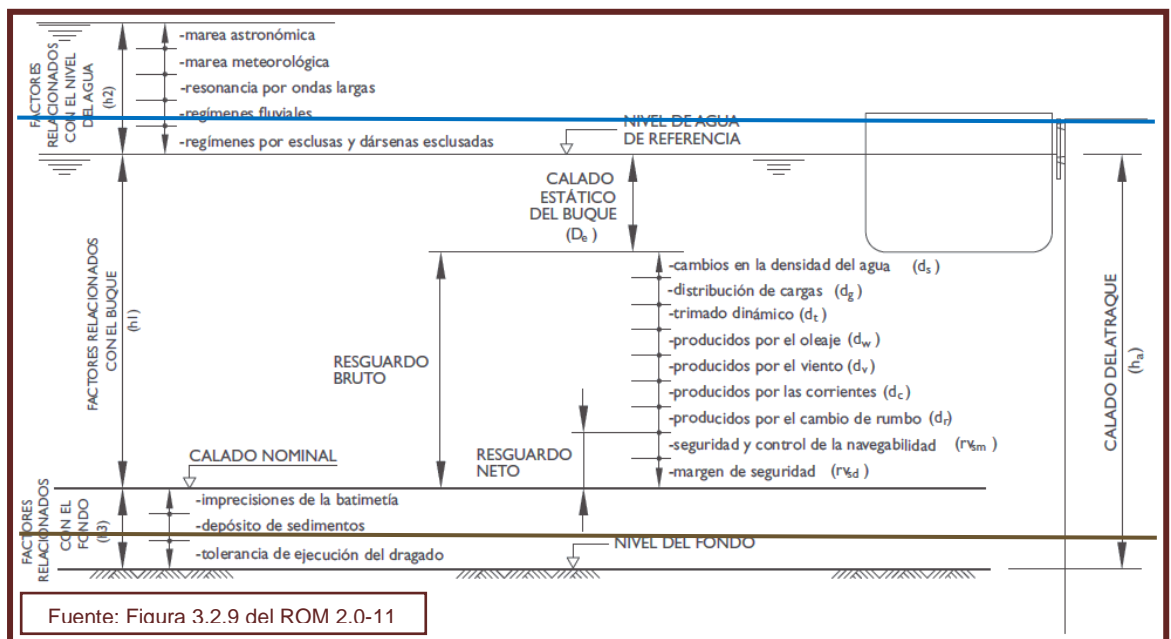
## ESTUDIO DE MANIOBRAS DEL TERMINAL MARINO PISCO CAMISEA

La bahía de Pisco es un área protegida por la punta Paracas, donde la altura de ola, aun en las condiciones más adversas de mar, puede llegar a 1.2 metros.

Por otra parte en las maniobras aproximación y salida las velocidades del buque son menores de 3 nudos, y con vientos menores de 15 nudos, habiéndose establecido como norma general que los buques ingresen con calados iguales en proa y popa o con la popa ligeramente asentada, debiendo el calado de proa ser igual o menor que el calado de popa.

A continuación; se presentan los factores de incremento del espacio bajo la quilla del buque ( $\Delta\text{EBQ}$ ), que sumados determinan el mínimo espacio bajo la quilla que debe tener al buque tanto en las maniobras de entrada y salida como durante su permanencia en el TMPC.

### 2.3.6.3 FACTORES DE INCREMENTO DE ESPACIO BAJO LA QUILLA EN LA LÍNEA DE ATRAQUE



- a)  $\Delta$  POR CAMBIOS EN LA DENSIDAD DEL AGUA ( $\Delta d_s$ )  
Este factor no es aplicable, ya que la nave permanece todo el tiempo en agua de mar por lo que no hay cambio de densidad el agua.
- b)  $\Delta$  POR DIFERENCIAS DE CALADO Y DEFORMACIONES LONGITUDINALES ( $\Delta d_g$ )  
En un buque a flote se producen variaciones de calado respecto a su posición de quilla a nivel, ocasionadas por las diferentes condiciones de carga, que determinan el trimado, y la escora, así como las deformaciones transitorias que se producen por los esfuerzos (de arrufo ó quebranto), que alcanzan valores promedio proporcionales a la  $L_{pp}$  (eslora entre perpendiculares del buque):

VALORES DE LOS INCREMENTOS DE CALADO POR ARRUFO Y QUEBRANTO

- Buques Mercantes a plena carga en un máximo de 0,0025  $L_{pp}$
  - Otro tipo de buques pueden cifrarse en 0,0020  $L_{pp}$ .
- ( Fuente ROM 3.1-99)

## ESTUDIO DE MANIOBRAS DEL TERMINAL MARINO PISCO CAMISEA

En el presente Estudio se ha establecido, que para ingresar al TMPC la nave puede tener la popa ligeramente asentada, por lo que para el cálculo de calado se considera el calado medio.

**c)  $\Delta$  POR TRIMADO DINÁMICO O “SQUAT” ( $\Delta dt$ )**

Se conoce como trimado dinámico o «squat», al incremento adicional de calado de un buque ( $dt$ ) en relación con el nivel estático del agua, producido por el movimiento del barco a una velocidad determinada.

En el presente caso la velocidad de aproximación a entre-muelles no sobrepasa los 3 nudos por lo que no se produce trimado dinámico.

**d)  $\Delta$  POR MOVIMIENTOS DEL BUQUE PRODUCIDOS POR EL OLEAJE ( $\Delta dw$ )**

El oleaje puede generar en el buque durante la aproximación movimientos de guiñada cabeceo, balance y surgida, que disminuyen momentáneamente espacio entre el casco del buque y el fondo en cada movimiento, por lo que existen tablas, para calcular los aumentos de calado producidos por acción del oleaje.

En la bahía de Pisco, que es una zona abrigada, donde la altura del oleaje es normalmente menor o igual a 0.70 m, sin embargo, en las condiciones más adversas de mar, la altura del oleaje puede alcanzar hasta 1.2 m de altura, incidiendo siempre por la proa del buque, por lo que se producen movimientos verticales por oleaje, en buques de hasta 250 m de LPP, como se muestra en la tabla 1.7 del ROM 3.1, que se presenta a continuación.

**TABLA 7.1. MOVIMIENTOS VERTICALES DEL BUQUE DEBIDOS A LA ACCION DEL OLEAJE**

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

Fuente: TABLA 7.1 ROM 3.1-99

**e)  $\Delta$  POR ESCORA DEL BUQUE POR LA ACCIÓN DEL VIENTO ( $\Delta dv$ )**

La presión del viento sobre el buque produce movimientos de escora que dan lugar a sobre calados en una de las bandas del buque, cuya cuantía depende de la manga del buque de las características dinámicas del buque y de la fuerza del viento.

Este efecto es prácticamente despreciable para la actuación de vientos longitudinales, teniendo una mayor incidencia en el caso de vientos transversales.

## ESTUDIO DE MANIOBRAS DEL TERMINAL MARINO PISCO CAMISEA

En el caso del TMPC el viento predominante incide por el costado de babor del buque cuando está en posición paralela al muelle y cuando está amarrado sin embargo las estructuras de la plataforma de embarque tapan el viento del Sur, por lo que el efecto de escora es insignificante.

**f)  $\Delta$  POR ESCORA DEL BUQUE POR LA ACCIÓN DE LA CORRIENTE ( $\Delta_{dc}$ )**

El movimiento de un buque en navegación sometido a la acción de la corriente, una vez alcanzado el régimen de equilibrio permanente, no se producen escoras ni sobre-calados adicionales.

**g)  $\Delta$  POR ESCORA DEL BUQUE POR CAMBIOS DE RUMBO ( $\Delta_{dr}$ )**

Cuando se pone timón a la banda y antes de que el buque comience a caer, el buque se escorará hacia ese costado.

En la maniobra de ingreso al TMPC, primeramente el buque navega hacia el Sur donde se producen movimientos de escora por oleaje incidiendo por estribor y luego el buque cae a estribor para dirigirse al Frente de atraque donde recibe el oleaje por proa mientras se mueve hacia el Oeste, aproximándose a una posición paralela a dicho frente en la cual el buque no tiene movimientos de balance por lo que  $\Delta_{dr} = 0$ .

**h) RESGUARDO PARA SEGURIDAD MANIOBRABILIDAD DEL BUQUE ( $\Delta_{rvsm}$ )**

El resguardo para seguridad y control de la maniobrabilidad del buque es el espesor mínimo de agua que debe quedar bajo la quilla, para que el barco pueda mantener el control de la navegación su valor se toma de la tabla 7.2 del ROM 3.1-99

**i) MARGEN DE SEGURIDAD BAJO LA QUILLA ( $\Delta_{rvsd}$ )**

El margen de seguridad es el resguardo vertical adicional que deberá quedar siempre disponible entre el casco del buque y el fondo marino, su valor se toma de la tabla 7.2 del ROM 3.1-99

**$\Delta_{rvsm}$  y ( $\Delta_{rvsd}$ ) EN LA TABLA 7.2 DE LA NORMA R.O.M.**

CONDICION	$rv_{sm}$	$rv_{sd}$	$rv_{sm} + rv_{sd}$
<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



## ESTUDIO DE MANIOBRAS DEL TERMINAL MARINO PISCO CAMISEA

### 2.3.6.4 CÁLCULO DEL ESPACIO MÍNIMO BAJO LA QUILLA

El espacio mínimo bajo la quilla (EBQ) que, por razones de seguridad, debe tener un buque amarrado a muelle se ha determinado sumando los factores de riesgo establecidos por la norma española R.O.M, la cual se ha tomado como referencia por ser actualmente la más completa y detallada en el rubro.

A continuación se mencionan los seis factores que determinan el mínimo espacio de seguridad bajo la quilla del buque, y que se describen en las tabas 7.1 y 7.2 del ROM.

**ds** = Cambio de densidad del agua (0.0)

**dg** =  $\Delta$  por Distribución de cargas (0.0025 LPP = 0.55)

**dt** =  $\Delta$  por Trimado dinámico Squat (0.01)

**dw** =  $\Delta$  Mov. vertical producido por oleaje (0.17)

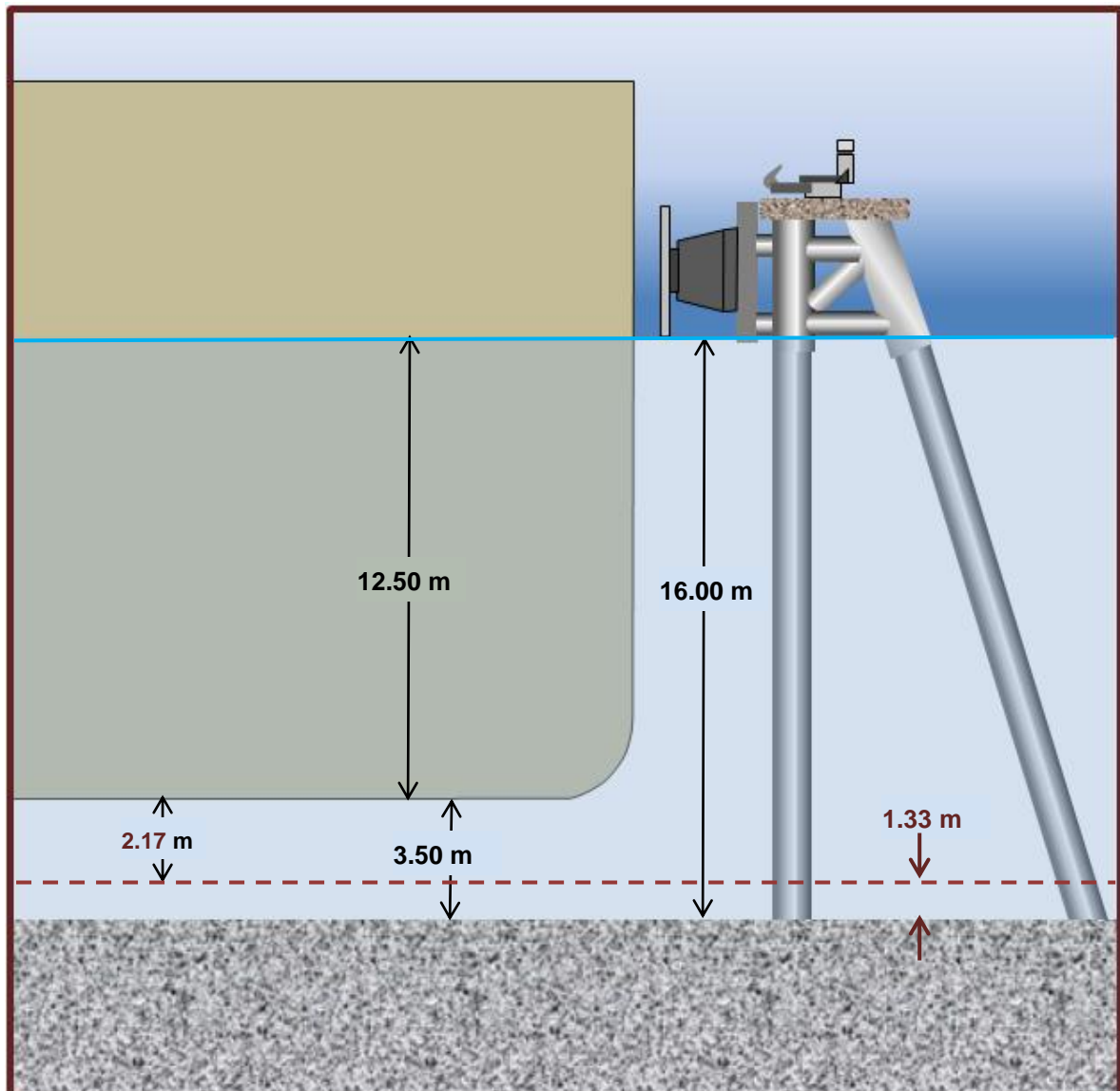
**rvsm** =  $\Delta$  para Seguridad y control de navegabilidad tabla 7.2 ROM = (0.3)

**rvsd** =  $\Delta$  margen de seguridad tabla 7.2 ROM (0.3)

**EBQ** = **ds** + **dg** + **dt** + **dw** + **rvsm** + **rvsd**

**EBQ** = 0.0+0.55+0.01 + 0.07 + 0.3 + 0.3 = 1.23

**EBQ = 1.33 m**



## ESTUDIO DE MANIOBRAS DEL TERMINAL MARINO PISCO CAMISEA

Las profundidades del área de maniobras obtenidas en el último levantamiento batimétrico de Diciembre 2019, muestran, que la menor profundidad en el frente de atraque es de 16.2 metros, con fondo de arena, mientras que las alturas de marea registradas en la publicación Hidronav-5023, de los años del 2016 al 2019, muestran que la menor pleamar máxima del día en el año, fue de -0.20 metros.

De acuerdo a los cálculos presentados, el mínimo EBQ en el frente de atraque del TMPC de 1.33 metros, sin embargo la profundidad en ese lugar, en la más baja bajamar del año es de 16 metros, por lo que teóricamente podría permitirse un calado máximo de 14.67 metros, sin embargo los operadores del terminal han establecido por decisión propia un calado máximo de 12.5 metros, quedando una ventaja adicional de seguridad de 2.17 metros, además del espacio mínimo de seguridad calculado.

### 2.4 DESCRIPCION DE FACTORES Y/O CONDICIONES QUE AFECTAN A LAS MANIOBRAS DE LAS NAVES.

Debido a que el Terminal Marino Pisco Camisea está ubicado en una bahía semi abierta, el espacio de maniobra es suficientemente amplio para las maniobras de ingreso y salida, no obstante, existen condiciones hidrográficas y meteorológicas variables tales como olas corrientes y vientos, que influyen sobre las maniobras de los buques que entran o salen del Terminal, pudiendo generar condiciones de riesgo que deben ser evaluadas por el Capitán de la Nave e inmediatamente después de que el Practico que asesora la maniobra ha informado al Capitán las características del área de maniobra y de que el Capitán ha informado al Practico las características de maniobra del buque que corresponden a las condiciones de carga de este.

Por otra parte, las condiciones de carga, y las características de cada buque son los factores intrínsecos del buque, que determinan diferencias en la forma en que se tiene que maniobrar para ingresar o salir del Terminal, por lo que es necesario determinar la forma en que se comportan las diversas fuerzas que actúan sobre el buque, durante dichas maniobras.

#### 2.4.1 FACTORES INTRÍNSECOS DEL BUQUE QUE AFECTAN A LAS MANIOBRAS

##### INERCIA.

La inercia o cantidad de movimiento del buque, es directamente proporcional a su desplazamiento y a su velocidad, por lo que un buque cuando está cargado demora más tiempo que cuando está sin carga, para alcanzar la misma velocidad, o para disminuirla en el mismo grado, haciendo uso de la misma potencia de propulsión.

En el caso de los buques tanque, las condiciones de carga hacen variar considerablemente las características de inercia longitudinal del buque en maniobra, por lo que el Práctico a cargo de la maniobra, debe tener en cuenta que cuando se opera con grandes buques tanques, de la adecuada inercia con que el buque ingresa al Terminal depende el éxito de la maniobra, debiendo hacer uso eficiente y apropiado de la propulsión del buque, y de los remolcadores como medio de apoyo para poner al buque en posición.

## ESTUDIO DE MANIOBRAS DEL TERMINAL MARINO PISCO CAMISEA

### **FORMA DEL CASCO.**

En el caso de buques del mismo desplazamiento, el de forma más fina acelera más rápidamente, y mantiene más su arrancada, mientras que el de forma llena tarda más en acelerar y menos en decelerar.

### **HELICE SÓLIDA.**

El tamaño y características de construcción de una hélice sólida, debe considerarse en conjunto con la máquina. Las máquinas alternativas (a pistones) moviendo hélices grandes, de régimen bajo de revoluciones y paso ordinario producen más rápidamente una fuerza dada sobre el eje.

Una hélice sólida grande actúa como una fuerza opuesta al movimiento del buque cuando se reducen las revoluciones o se para la máquina; produce deceleración. Cuando se da atrás, el efecto de la hélice grande se hace notar inmediatamente.

No se toma en cuenta, en el presente estudio, los buques con hélice de paso variable por ser todos los buques que arriban al Terminal de hélice sólida.

### **ESTADO DE LA OBRA VIVA DEL BUQUE.**

La rugosidad de la parte sumergida del casco, debida a incrustaciones o adherencias en la obra viva, tiene mayor efecto en pérdida de velocidad que en aumento de velocidad cuando se acelera estando el buque en reposo.

### **EFFECTO DE LA DISTRIBUCIÓN DE PESOS EN LA MANIOBRA DE APROXIMACIÓN**

El momento polar de inercia respecto al eje vertical que pasa por el centro del buque, es directamente proporcional a la fuerza que se requiere para hacer girar al buque a una u otra banda y a la fuerza que se requiere para detener su inercia de giro.

En el cálculo del momento polar de inercia respecto al eje vertical que pasa por el centro de gravedad del buque, debe tenerse en cuenta la masa virtual del buque.

Naturalmente, esos cálculos son propios de ingeniería especializada, pero interesa para la maniobra, cómo afecta a una guiñada la distribución longitudinal de los pesos, por lo que el Práctico debe tener en cuenta que con mucho peso en sus extremos, el momento de inercia será mayor, y entonces se necesitará meter el timón a la banda contraria más tiempo para contrarrestar la guiñada.

En cambio si la concentración de pesos está más próxima al centro de gravedad del buque, la inercia del buque en los giros será menor y se anulará con mayor facilidad la guiñada.

### **INFLUENCIA DE LA VELOCIDAD DEL BUQUE EN LA MANIOBRA DE APROXIMACION**

La rapidez con que el buque gana o pierde velocidad en distintas circunstancias es inversamente proporcional al tamaño del buque y tiene mucha importancia cuando se maniobra en aguas restringidas o cuando se maniobra para fondear. Tal rapidez depende principalmente del desplazamiento del buque, su calado, su potencia de máquina, el tamaño de su hélice, la profundidad en el lugar, etc.

Estos valores difieren de un buque a otro y para un buque particular pueden variar considerablemente con sus condiciones de carga.

De acuerdo a normas internacionales, es obligación del Capitán entregar al Práctico la información relacionada con las características tácticas de maniobra del buque y los datos sobre aceleración y deceleración para cada condición de carga, los cuales se requieren para maniobrar con seguridad.

## ESTUDIO DE MANIOBRAS DEL TERMINAL MARINO PISCO CAMISEA

### 2.4.2 CONDICIONES AMBIENTALES QUE AFECTAN A LAS MANIOBRAS

#### VIENTO

Los vientos prevalecientes en el área marítima de Pisco, durante todo el día son provenientes en su mayoría del Sur y del Sureste, presentándose ráfagas ocasionales con fuerza considerable a partir del mediodía y calma o brisa ligera, con ráfagas ocasionales del Sur-sureste en horas de la noche.

En el caso de los buques tanque, que presentan una considerable superficie expuesta al viento, cuando no están completamente cargados, la importancia del viento radica en que las maniobras, así como los esfuerzos del buque sobre los ganchos de amarre de los dolphins son afectados por el viento, debiendo tenerse en cuenta, que los buques tanque tienen una superestructura alta en popa, que presenta una área de resistencia al viento, por lo que tienden a orzar al mismo tiempo que derivan; por el efecto del viento sobre el casco especialmente cuando el buque tiene poco calado.

Por otra parte, el viento da origen a la formación de olas del tipo "sea" y de corrientes superficiales, que tienen influencia sobre el buque durante su permanencia en el terminal, produciendo movimientos de guiñada a uno u otro lado durante las maniobras.

Las mencionadas razones hacen que el viento sea un factor importante en la determinación de las fuerzas que actúan sobre el buque y sus características de maniobra. Las variaciones de viento determinan esfuerzos adicionales sobre los ganchos de amarre, proporcionales a las áreas verticales del buque expuestas al viento.

#### **EFFECTO DEL VIENTO SOBRE LA OBRA MUERTA DEL BUQUE.**

En la mayor parte de los buques, el punto de pivoteo se halla aproximadamente a un tercio de la eslora, contando desde la proa, cuando el buque avanza, con viento lateral, de modo que la presión sobre el área situada a popa del punto de pivoteo, hace caer la proa del buque hacia la dirección de donde proviene el viento. Con arrancada atrás, el punto de pivoteo se corre a popa, situándose entre el centro del buque y la popa.

Este efecto depende mucho de las superestructuras del buque, los petroleros, por tener castillaje a popa, tienden a orzar debido a que el castillo de popa actúa como si el buque tuviera cazada una vela a popa, lo que trae como consecuencia una tendencia de llevar la proa hacia la dirección de barlovento, aunque con arrancada atrás este efecto disminuye.

#### **DERIVA PRODUCIDA POR EL VIENTO**

La deriva es el movimiento de traslación que se produce en la dirección hacia donde va el viento y afecta a cualquier buque, la fuerza de deriva aumenta a medida que se reduce la velocidad del buque y con el aumento del ángulo que el viento forma con la crujía del buque llegando a un máximo cuando la dirección del viento es perpendicular a la línea de crujía del buque.

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



## ESTUDIO DE MANIOBRAS DEL TERMINAL MARINO PISCO CAMISEA

### **CORRIENTE**

La corriente en el área marítima de Pisco tiene dirección prevaleciente hacia el Nor noreste y Nor noroeste, deslizándose casi paralela a la costa. Con excepción del pequeño efecto de deriva, que producen durante la maniobra, las condiciones de maniobrabilidad de un buque no varían por efecto de las corrientes existentes en el área de maniobra, cuya velocidad es uniforme, lo mismo que su dirección.

Durante la maniobra, debe tenerse en cuenta el abatimiento o deriva que sufrirá el buque por efecto de la corriente que tiende a apartarlo de la plataforma, especialmente en las mañanas.

### **OLAS**

Después de ser afectadas por los fenómenos de refracción producidos por la disminución de profundidad a partir de la profundidad de 100 metros y de difracción, producida por la presencia de accidentes geográficos locales tales como la Punta Pejerrey y la isla San Gallan , la dirección ortogonal promedio de las olas significantes del tipo "Swell" (olas de fondo) que arriban al Terminal Marino Pisco Camisea con dirección promedio 275° provenientes del Suroeste.

La variación de esta dirección está en el rango de + 5°, existiendo asimismo la incidencia de olas del tipo "sea" (olas de viento) especialmente cuando se presentan vientos de fuerte intensidad.

Las olas afectan al buque en diferente forma durante la maniobra, dependiendo de la dirección en que inciden sobre el casco, del calado y volumen sumergido del buque y de la magnitud de las olas, lo cual deberá ser tomado en cuenta por el Practico durante las maniobras y por la tripulación del buque durante la permanencia del buque en el terminal.

El Loading Máster también estará atento a la forma como las condiciones de oleaje y vientos pueden afectar la conexión de los brazos de carga.

### **2.4.3 OTROS FACTORES QUE AFECTAN A LAS MANIOBRAS**

#### **a. EFECTO DE AGUAS POCO PROFUNDAS**

Para efectos de maniobra se considera agua poco profunda a partir de una profundidad menor que 1.5 veces el calado del buque, que es cuando este factor empieza a afectar la maniobrabilidad del buque.

En la ruta de aproximación hacia el Terminal Marino Pisco Camisea, las profundidades varían entre los 16 y 15.5 metros, mientras que la profundidad en el frente de atraque es de 16 metros. Los máximos calados con que los buques pueden ingresar son siempre menores de 10.0 metros por lo que al arribo del buque, la profundidad será siempre mayor que 1.5 veces el calado de los buque que ingresan, por lo que en las maniobras de atraque no se produce el efecto de aguas poco profundas.

Para salir del terminal el máximo calado permitido es de 12.5 metros por lo que los buques de máximo tamaño salen con ese calado que equivale a 1,28 veces la profundidad, por lo que se podría producir un leve efecto de aguas poco profundas.

## ESTUDIO DE MANIOBRAS DEL TERMINAL MARINO PISCO CAMISEA

Cuando se da marcha atrás en aguas poco profunda, la corriente de la hélice incide sobre el casco y deslizándose hacia abajo y hacia los costados, pudiendo generarse una reacción hacia cualquier lado dependiendo de la forma del casco y de la conformación del fondo marino.

Por tal motivo el Practico deberá tener en cuenta que maniobrando en aguas poco profundas, el espacio entre el casco del buque y el lecho del fondo marino se reduce, lo que ocasiona que la distribución de las partículas de agua que rebotan en el fondo alteren la vena líquida que rodea al buque, resultando una formación de olas transversales a proa y popa del mismo. Durante la aproximación, el Práctico debe recordar que la indicación segura de estar en aguas poco profundas es el aumento de olas por popa.

La energía cinética del buque, que se consume formando esas olas a proa y popa redundan, en una pérdida de su potencia manifestada como reducción de velocidad. La corriente de agua que llega a la popa en forma restringida reduce la eficiencia de la hélice; este es otro factor reductor de la velocidad del buque. Generalmente cuanto mayor es la velocidad de la hélice, mayor es la reducción que sufre debido a la poca profundidad.

El efecto de la poca profundidad sobre la capacidad de maniobra del buque es notorio a partir de una profundidad menor que 1 1/2 veces del calado del buque, en tales condiciones el gobierno del buque se hará difícil, direccionalmente inestable, y hasta podrá no obedecer absolutamente al timón.

Navegando a poca velocidad o partiendo del reposo, en aguas poco profundas, puede ocurrir que los efectos evolutivos teóricos del timón y de la hélice desaparezcan; y el buque salga para cualquier lado, por tal motivo es conveniente tener en cuenta esa eventualidad, y maniobrar dentro del terminal preferentemente con ayuda de espías, pasando cabos a los remolcadores para que ayuden a posicionar adecuadamente al buque.

Asimismo, cuando existe poca profundidad, el agua no puede fluir fácilmente de uno a otro lado del buque, por lo que las fuerzas laterales de la hélice pueden resultar opuestas a las que se producen en condiciones normales. Los remolinos que se forman a su alrededor pueden contrarrestar las fuerzas de la hélice y del timón.

Por las razones expuestas, es necesario tener en cuenta que el efecto de la poca profundidad puede presentarse cuando se maniobra dentro del área del terminal, por lo que será necesario hacer uso de los remolcadores para apoyar la maniobra.

### **b. OLAS DE MAR DE FONDO**

Las olas de mar de fondo, que arriban al Terminal Marino Pisco Camisea con dirección promedio 275° provenientes del Suroeste, por lo que inciden por el costado de estribor del buque durante la maniobra de aproximación generando deriva hacia el Este y movimientos de balance, que afectan la maniobra de empuje de los remolcadores.

Cuando el buque está amarrado, inciden casi directamente por la proa del buque amarrado produciendo movimientos de cabeceo y movimientos longitudinales que son resistidos por los esprines, los cuales deben ser reforzados en cuanto se perciba la incidencia de olas de mar de fondo, mayores de 0.80 metros.

## ESTUDIO DE MANIOBRAS DEL TERMINAL MARINO PISCO CAMISEA

Durante la maniobra de salida, el buque se aparta paralelamente del frente de ataque para luego navegar ½ milla hacia el Oeste antes de caer a Estribor para tomar el canal de salida de la bahía de Paracas. En ese primer tramo el buque navega perpendicular al frente ortogonal de olas por lo que estas solo producirán movimientos de cabeceo que no afectan significativamente a la maniobra.

### c. EFECTO DE HÉLICE SÓLIDA EN MARCHA ATRÁS

Cuando un buque de hélice sólida como es el caso de los buques tanque, da marcha atrás para detenerse, invierte el sentido de giro de la hélice, por lo que la diferencia de presión hidrostática entre la parte baja y la parte alta del círculo de giro de las palas, produce una fuerza lateral que hace girar al buque en sentido horario.

Por otra parte, la corriente ascendente y hacia adelante que genera la hélice en el lado de estribor incide sobre el casco generando una fuerza que empuja la proa hacia babor. Estos dos efectos ocasionados por una hélice sólida en marcha atrás producen una fuerza que empuja la popa hacia babor y por lo tanto, la proa del buque gira a estribor.

### d. POSICIÓN DEL PUNTO DE PIVOTEO DEL BUQUE

Si el buque está en reposo, con buen tiempo, el punto de pivoteo se halla entre su centro de gravedad y el centro del área de su perfil sumergido. En general, el centro de pivoteo se halla a proa del centro de gravedad del buque y se mueve o desplaza hacia proa o popa con el asiento, hacia donde el calado es mayor, este concepto es importante para que el Práctico determine el lugar por donde debe empujar un remolcador en una situación dada.

### e. EFECTO DEL MOVIMIENTO DEL BUQUE EN LA DERIVA

Tan pronto el buque arranca adelante o atrás, entra en aguas que no forman parte de su masa virtual y por lo tanto no están en movimiento, motivo por el cual no abaten con el buque reduciéndose el efecto de deriva.

### f. ACELERACIÓN Y DESACELERACION DE UN BUQUE EN MANIOBRA

La energía cinética de un buque en movimiento, está dada por el algoritmo:

$$E_c = 1/2 m (v^2) = P \cdot (v^2 / 2g)$$

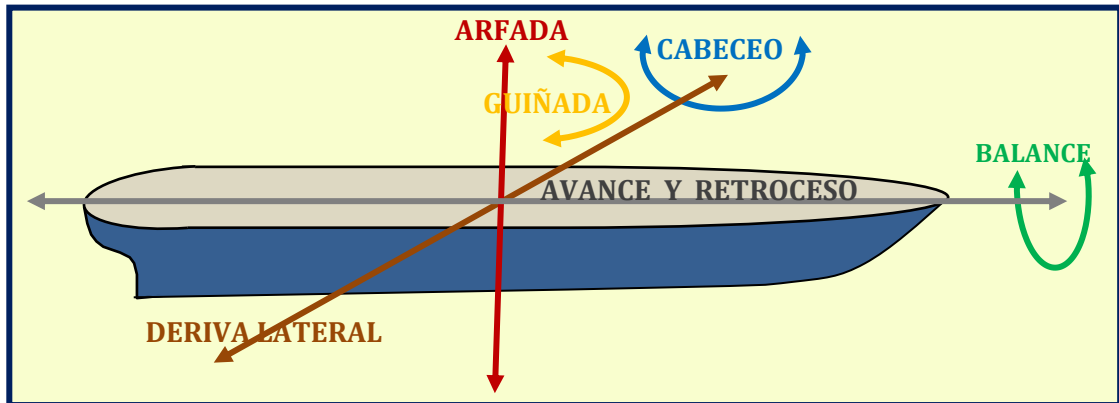
Lo que permite calcular fácilmente la energía cinética del buque en toneladas metros e igualarla a la energía potencial de la hélice menos la pérdida por resistencia del casco al deslizamiento en el agua.

Es importante que el Práctico tenga siempre presente estos conceptos al ingreso o salida del terminal. Cuando un Práctico maniobra un buque que demora en arrancar, puede tener la seguridad de que ese buque demorará en detenerse, sea parando su máquina o dando atrás. Puesto que la aceleración y deceleración dependen de muchos factores; el maniobrista debe estar preparado para hacer rápidos y drásticos reajustes de la velocidad cuando maniobra.

## ESTUDIO DE MANIOBRAS DEL TERMINAL MARINO PISCO CAMISEA

### g. LIBERTADES DE MOVIMIENTO DEL BUQUE

Un buque en el mar, sometido a las fuerzas que actúan en este medio, se mueve según seis grados de libertad. Tres de traslación y tres de rotación.



### 2.4.4 FORMA EN QUE ACTUAN SOBRE EL BUQUE LOS FACTORES DINAMICOS DEL MEDIO EN CADA MOMENTO DE LA MANIOBRA

#### 2.4.4.1 OBSERVACION DE FACTORES AMBIENTALES EN EL FONDEADERO

El área de fondeadero se encuentra a 750 metros Norte del TMCP, dentro de la bahía de Pisco, donde las condiciones de viento y corriente y olas son las mismas que en el área de maniobra y en el TMPC. El buque asume una dirección opuesta a la dirección de la corriente resultante, lo que le permite tanto al Práctico como al Capitán, observar el comportamiento de los factores ambientales inmediatamente antes de levar el ancla para iniciar la maniobra de aproximación al Terminal.

Por lo general, en el área de maniobra, la corriente y el viento resultante tienen una dirección del Sur-Suroeste, por lo que la proa, al levar el ancla estará orientada aproximadamente al Sur-Suroeste o al Sur Sureste. Ocasionalmente en tiempo de verano el viento sopla del norte y la corriente tiene una dirección hacia el Sur Sureste por lo que la proa del buque queda orientada al NNW.

#### 2.4.4.2 FACTORES AMBIENTALES EN LA FASE DE APROXIMACIÓN Y ACERCAMIENTO

La aproximación desde que el buque sale del fondeadero tiene dos etapas, la primera dirección, puede variar hacia el Este o al Sureste dependiendo de la posición inicial del buque en el fondeadero y de la dirección de la proa del buque fondeado. Mientras que la segunda tiene la dirección Sur como dirección fija, sin embargo el tiempo que permanece el buque en este trayecto puede ser muy poco debido a la corta distancia entre el fondeadero y el TMPC.

#### a. Influencia del viento

Para que la influencia del viento sea apreciable su velocidad tiene que ser mayor de 6 nudos, con velocidades menores de 6 nudos el efecto del viento es insignificante, por lo que no se toma en cuenta.

Cuando el buque sale del fondeadero Normalmente se dirigirá al Sureste para tomar la línea al Rv 180° que pasa por la plataforma de chimeneas, momento en que recibe el viento poa Estribor o por la amura de estribor ocasionando una deriva hacia el Norte y un leve efecto de orza.

## ESTUDIO DE MANIOBRAS DEL TERMINAL MARINO PISCO CAMISEA

Cuando el buque comienza a caer a estribor con su propia máquina y con ayuda de los remolcadores, para tomar el rumbo 180°, el leve efecto de orza del viento por estribor contribuye a la caída, y con el apoyo de los remolcadores el buque toma el Rv 180° en la que recibe el viento directamente por proa o por la amura de babor, por lo que su efecto sobre el buque es insignificante

La mayor influencia del viento se produce cuando el buque se encuentra paralelo a la plataforma de atraque y recibe el viento por la banda de babor apartándolo de la plataforma efecto que es compensado por la fuerza de los remolcadores.

Cuando el buque comienza a caer a estribor con su propia máquina y con ayuda de los remolcadores, para enfilarse hacia el borde Oeste del dolphin N° 1, el leve efecto de orza del viento por babor se opone a la caída, sin embargo con el apoyo de los remolcadores el giro se efectúa limpiamente y el efecto de orza produce la neutralización de la inercia de giro que podría alcanzarse en la caída.

A partir de que el buque inicia la segunda caída a estribor para acercarse al frente de atraque, el viento incide casi perpendicularmente por la banda de babor, apartando al buque del terminal, el práctico podrá compensar la deriva avanzando una distancia adicional sobre la línea del Rv 180° antes de caer a estribor para enfilarse al dolphin 1.

Cuando desde el puente del buque se marca al centro de la plataforma al 180°, y se ordena marcha atrás girando hacia estribor con ayuda de los remolcadores, el leve efecto de orza del viento por babor se opone a la caída, y la deriva producida por el viento, aparta al buque de la plataforma, oponiéndose a la acción de los remolcadores. Este es un factor importante en la maniobra puesto que hace necesario que la fuerza de empuje de los remolcadores sea suficiente para acercar al buque al frente de atraque a pesar de la fuerza del viento y la corriente actuando por babor del buque.

Cabe hacer notar que en este caso el factor viento normal no afecta a la seguridad del buque ni del TMPC, por lo tanto aleja al buque del Terminal y en caso necesario se podrá abortar la maniobra sin riesgo alguno.

Cuando se produce vientos del norte, tienen características de brisa suave por lo que su efecto no es trascendente, sin embargo el Práctico para determinar el punto de caída a estribor para el acercamiento al frente de atraque, debe tener en cuenta que durante la fase de acercamiento al frente de atraque, la deriva hacia el sur producida por el viento y la corriente, podría acercar al buque al frente de atraque antes de que este pueda ponerse paralelo, lo que podría generar una condición de peligro.

### **b. Influencia de la corriente**

Las corrientes marinas se caracterizan porque tienen muy poca velocidad produciendo una deriva que es insignificante para un buque navegando en un tramo corto. Sin embargo, cuando el efecto del viento se suma al del viento se produce una deriva perceptible, la cual debe tenerse en cuenta para maniobrar con seguridad especialmente cuando la dirección del viento y de la corriente son coincidentes.



## ESTUDIO DE MANIOBRAS DEL TERMINAL MARINO PISCO CAMISEA

En el caso del TMPC la corriente hacia el Sur combinada con viento del norte pueden generar una deriva que acerque al buque al frente de atraque antes de que este paralelo al frente de ataque, lo que debe tenerse en cuenta en la última fase de acercamiento a la plataforma.

### c. Influencia del oleaje

A la salida del fondeadero el oleaje incide por la aleta de estribor del buque produciendo movimientos de cabeceo y guiñada, sin mayor influencia en la maniobra para tomar la línea del Rv 180° que enfila hacia la chimenea.

Una vez que el buque se encuentra sobre la línea del rumbo 180° de la aproximación, el oleaje incide perpendicularmente por la banda de estribor del buque, lo que genera movimientos de balance y disminución del momento adrizante del buque.

En esta parte de la maniobra de acercamiento, la influencia de las olas dificulta al remolcador de popa empujar por la banda de estribor, debido a que los movimientos de balance del buque no permiten mantener la defensa de proa del remolcador constantemente pegado al buque y hacen peligrosa la maniobra de empujar del remolcador de popa por lo que en caso necesario, el Practico deberá utilizar prioritariamente el remolcador de proa jalando por la banda de babor, a una distancia prudencial del mismo.

Cuando en la maniobra de acercamiento, el buque queda paralelo a la plataforma de embarque y los remolcadores empujan por estribor de la nave; los movimientos de cabeceo y algunas veces de guiñada, producidos por el oleaje, dificultan el empuje de los remolcadores por la banda de estribor, por lo que en condiciones de oleaje irregular, si el viento y la corriente tienen dirección hacia el norte la maniobra de acercarse al buque paralelamente al frente de atraque se tornaría difícil, y peligrosa, en este caso, el Práctico evaluará la conveniencia de proceder a fondeadero hasta que las condiciones se normalicen.

### 2.4.4.3 FACTORES AMBIENTALES EN LA FASE DE AMARRE

#### a. Vientos

El viento normalmente actúa por la banda de babor del buque apartándolo del frente de atraque, fuerza que es perfectamente compensada por los remolcadores empujando por la banda de estribor.

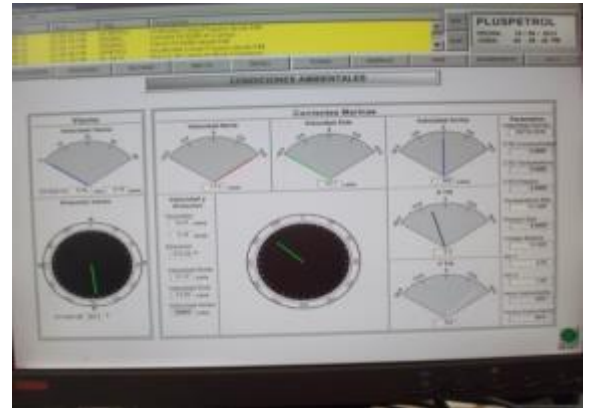


Cuando ocasionalmente se presentan vientos del Norte que empujan al buque hacia el frente de atraque, el práctico deberá tomar la precaución, en la aproximación con Rv 180°, de caer anticipadamente a estribor, para que el buque quede paralelo al frente de atraque, pero a mayor distancia de este y derive suavemente hacia el frente de atraque en forma paralela a este.

## ESTUDIO DE MANIOBRAS DEL TERMINAL MARINO PISCO CAMISEA

### b. Corrientes

En esta fase de amarre la corriente tiene un efecto pronunciado cuando actúa en la misma dirección del viento. Normalmente la corriente tiende a apartar al buque de la plataforma, pero cuando tiene dirección hacia el Sur y su efecto se suma al del viento, lo que puede ocurrir esporádicamente en verano, deben tomarse precauciones para que el buque gire a tiempo, y pueda quedar paralelo al frente de atraque, antes de hacer contacto con las defensas.



### c. Olas

Cuando el buque se encuentra a menos de 10 metros de la plataforma los tripulantes de cubierta pasan las líneas de los cabos de los esprines a los gavios del TMPC.

En tales condiciones el oleaje incidiendo por proa del buque genera un deslizamiento del casco hacia popa, por lo que debe darse prioridad al esprín de popa, que es el que retiene al buque cuando se desliza hacia popa, a fin de que sirva como retenida, para que el buque no pierda posición longitudinal, y mientras tanto, el remolcador de proa empujara para evitar que la proa se abra de la plataforma, hasta que se pase el esprín de proa.

Estando los dos esprines trabajando para mantener la posición longitudinal del buque y los remolcadores empujando por estribor para mantener el casco del buque en contacto con las defensas, se pasaran los largos y traveses, con lo que el buque quedará amarrado en posición.

En caso de que antes de pasar los esprines, el buque se acerque a la plataforma sin estar paralelo a esta, deberá abortarse la maniobra, saliendo el buque hacia mar abierto, y utilizando los medios disponibles para mantener al buque apartado de la plataforma.

#### 2.4.4.4 FACTORES AMBIENTALES SOBRE EL BUQUE AMARRADO

En la actualidad en el TMPC se viene utilizando el dispositivo de amarre simétrico que se describe a continuación:

En proa por, un Largo de proa en el dolphin 1, un través de proa en el dolphin 2, un esprín de proa colocado en el dolphin 3 y otro esprín de proa colocado en el dolphin 4.

En popa por un esprín de popa colocado en el dolphin 5, otro esprín de proa en el dolphin 6, un través de popa en el dolphin 7 y un largo de popa en el dolphin 8, mientras que el casco del buque se apoya en las cuatro defensas instaladas en los dolphins 3, 4, 5 y 6 a ambos lados de la plataforma de embarque del terminal. Por razones de seguridad utilizarse siempre un dispositivo simétrico para poder controlar los movimientos del buque en cualquier sentido debido a la naturaleza siempre cambiante de los factores ambientales.

Las espías en este dispositivo de amarre están conformadas por dos o tres cabos tendidos a cada gancho de los punto de amarre, según se requiera, considerando la eslora del buque y las condiciones ambientales.

## ESTUDIO DE MANIOBRAS DEL TERMINAL MARINO PISCO CAMISEA

Actualmente la base de los ganchos dobles de los dolphins 3, 4, 5 y 6 están orientadas en dirección perpendicular al frente de atraque, por lo que solo puede utilizarse uno de los ganchos y cuando se requiere reforzar espines, para soportar movimientos longitudinales del buque, tiene que colocarse dos espías en un mismo gancho, lo cual constituye una condición insegura.

Por otra parte, cuando se refuerzan las líneas de amarre con uno o dos cabos adicionales, de acuerdo al tamaño del buque y a los requerimientos generados por las fuerzas ambientales, los cabos de refuerzo deben ser siempre del mismo material y grosor que las espías instaladas.

Debe tenerse en cuenta que los esfuerzos sobre el buque, que se transmiten al dispositivo de amarre y a las defensas, son producidos por la combinación de los efectos de los factores ambientales, cuya influencia es función de las características del buque y de sus condiciones de carga.

Cuando el buque está en lastre, la influencia del viento es mayor, mientras que la influencia de la corriente y el oleaje disminuyen.

Cuando el buque está cargado, el área expuesta al viento disminuye y el volumen sumergido aumenta, por lo que la influencia del viento es menor, mientras que la influencia de la corriente y el oleaje aumentan.

Durante toda la permanencia del buque en el amarradero, el practico o prácticos designados deben encontrarse abordo y a disposición del capitán de la nave para tomar acciones inmediatas sobre el dispositivo de amarre en caso necesario.

### 2.4.4.5 FACTORES AMBIENTALES EN LA MANIOBRA DE SALIDA

La maniobra de salida presenta menores riesgos que la maniobra de entrada y es efectuada utilizando los cabos y los remolcadores, hasta que el buque queda libre y en posición de propulsar para dirigirse a su ruta de navegación oceánica, por lo que en esta maniobra los factores ambientales como modificadores de maniobra.

Antes de iniciar la maniobra de salida es necesario evaluar la influencia de los factores ambientales para maniobrar en forma segura. En la orientación que tiene la plataforma de embarque, el buque amarrado en el Terminal Marino Pisco Camisea, recibe en condiciones normales la influencia de factores ambientales por la proa.

Sin embargo debe tenerse en cuenta que en época de verano ocasionalmente se producen vientos del Norte y que los factores hidrográficos pueden variar, incidiendo por una u otra amura del buque amarrado, como se indica a continuación.

#### a. VIENTO

Si la maniobra se efectúa entre la proximidad de las 11:00 horas y las 17:00 horas, el viento incidirá por proa babor o por la cuadra de babor del buque lo que favorece a la maniobra de salida.

Si la maniobra se efectúa después del ocaso hasta las primeras horas de la mañana, el viento incidirá por la cuadra de babor del buque apartándolo de la plataforma de embarque y se producirá un ligero efecto de orza a babor y una presión sobre las superficies expuestas del casco que empujan levemente al buque.

#### b. CORRIENTE

La corriente predominante en el área del Terminal Marino Pisco Camisea se dirige hacia el Noroeste, por lo que su efecto tiende a apartar al buque de la plataforma.

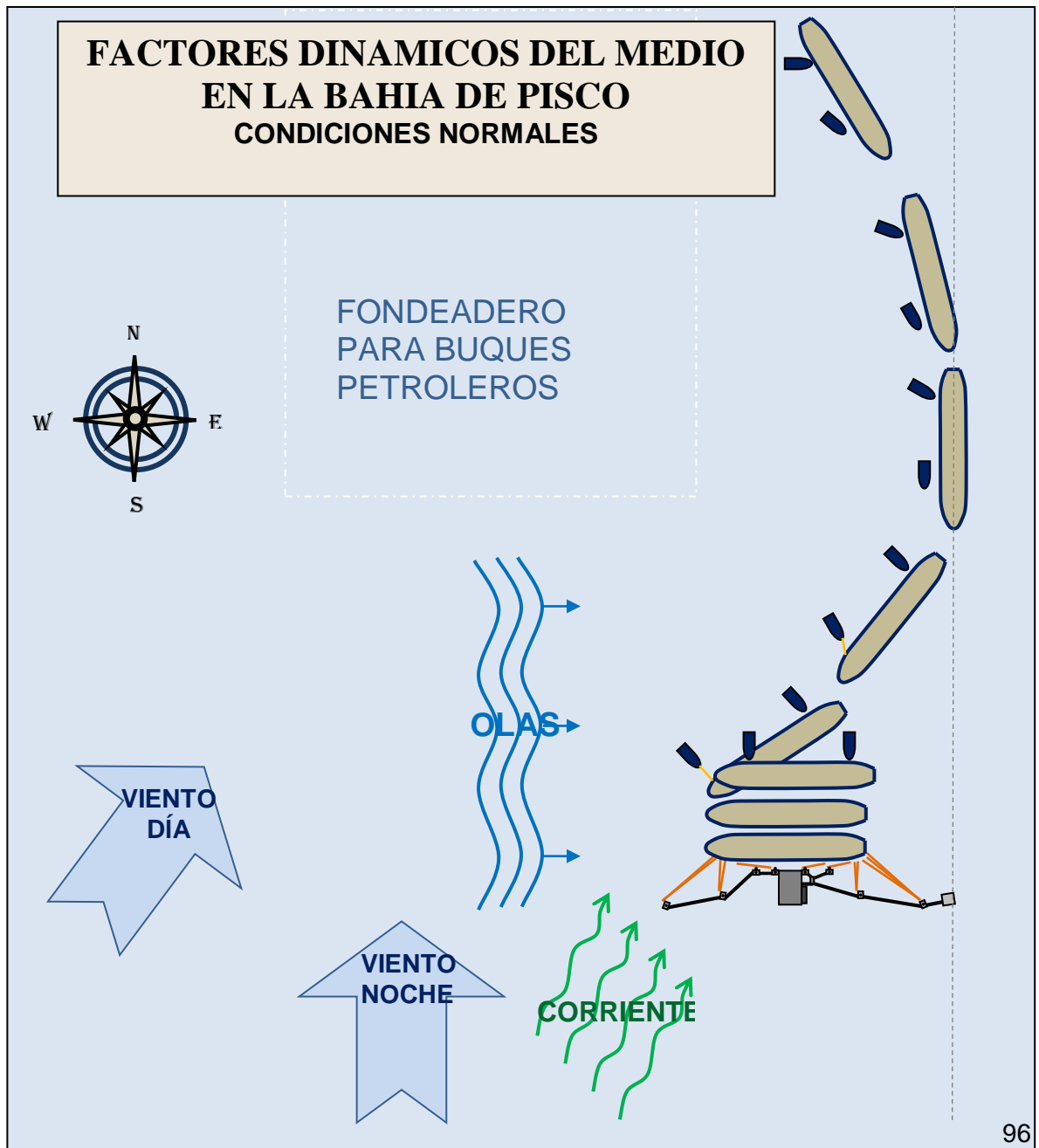
## ESTUDIO DE MANIOBRAS DEL TERMINAL MARINO PISCO CAMISEA

Al inicio de la maniobra de salida el efecto de la corriente cobra mayor importancia por encontrarse el buque parado, condición en la que la obra viva del buque forma parte de la masa virtual del agua y se produce al inicio de la maniobra una deriva casi igual a la velocidad de la corriente, que empuja muy despacio al buque por la banda de babor, apartándolo de la plataforma de embarque, lo que facilita la salida del buque.

### c. OLAS

El oleaje incide principalmente por la proa del buque amarrado, pudiendo la dirección del oleaje variar levemente hacia proa estribor o hacia proa babor, lo que ocasiona movimientos de cabeceo en el buque y ocasionalmente leves presiones en el sector de proa por donde incide la ola.

El comportamiento final del buque dependerá de la proporción en que actúan cada uno de los factores ambientales descritos, no obstante la maniobra de salida conlleva mucho menor riesgo que la de entrada y se efectúa utilizando los remolcadores, inicialmente para mantener al buque en posición y luego para apartarlo de la plataforma.



## ESTUDIO DE MANIOBRAS DEL TERMINAL MARINO PISCO CAMISEA

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

#### PROCEDIMIENTOS GENERALES

A su arribo, el buque procede directamente a la Zona de Fondeo para buques petroleros (ver Portulano PERU HIDRONAV-2263), donde después de fondear es recibido oficialmente por los representantes de las Autoridades Locales para otorgarle la “Libre Platica Sanitaria”. El Practico Marítimo designado se embarca en el área del fondeadero para asesorar la maniobra, siguiendo las instrucciones de maniobra del presente Estudio y utilizando los medios de ayuda para una maniobra segura.

En forma similar para salir del terminal, una vez que el Loading Master confirme al Capitán del Buque que la nave puede salir de Plataforma, este podrá proceder a efectuar la maniobra de salida, con asesoramiento de un Práctico y utilizando remolcadores, lanchas de apoyo, y los medios de ayuda, que permitan una maniobra segura, hasta que el buque llegue a la posición de fondeo en espera de documentos de Zarpe ó en la que tomará la ruta oceánica para dirigirse al próximo puerto de destino.

#### 2.5.1 SERVICIO DE PRACTICAJE

De conformidad con lo estipulado en el capítulo V de la parte “D” del Reglamento de la Ley de Control y Vigilancia de las Actividades Marítimas Fluviales y Lacustres y en la Resolución Directoral N° 351-2007/DCG de fecha 31 de Julio 2007, es obligatorio la intervención de un Práctico para asesorar al Capitán en las maniobras de ingreso y salida del Terminal.

Para tal efecto, el Práctico al abordar la nave deberá estar informado del estado de las ayudas a la navegación, así como del estado del tiempo en la zona, y deberá tomar conocimiento de toda la información que se requiere para maniobrar el buque con seguridad, información que se detalla en el apéndice 3 de la Resolución IMO A.601 (15) (11/1987) el mismo que se describe en el presente estudio.

Los Prácticos podrán abordar la nave, después de que el buque ha fondeado en el área de fondeadero asignada como fondeadero de buques petroleros. Después de haber sido declarado en Libre Plática, por los representantes de las Autoridades encargadas de la recepción, y luego de la culminación de la inspección de pre-arribo y aceptación de la nave por parte del Loading Master, el buque con el asesoramiento del Práctico designado, procederá a levar anclas para dirigirse al Terminal.

Antes de proceder a efectuar la maniobra de aproximación, el Práctico deberá haber recibido la hoja de características de maniobra del buque y el cuadernillo de maniobra e informado al Capitán de la nave las características del puerto y la descripción de la maniobra de entrada al Terminal Marino Pisco Camisea, de acuerdo a las características de maniobra del buque.

Asimismo, antes de levar anclas en el fondeadero para proceder al Terminal, el Práctico deberá solicitar al Capitán de la nave que inmediatamente después de levar efectúe pruebas de maniobra de máquinas en marcha adelante y marcha atrás, para prevenir la falla de máquinas en la maniobra de entrada al Terminal. Como parte de la inspección Pre-arribo, Loading Master verifica que las espías de amarre del buque sean suficientes y se encuentren en buen estado.



## ESTUDIO DE MANIOBRAS DEL TERMINAL MARINO PISCO CAMISEA

### 2.5.2 USO DE REMOLCADORES

Actualmente, está dispuesto el uso obligatorio de remolcadores para apoyo a las maniobras de ingreso y salida de los buques a Terminales, a fin de brindar seguridad a las maniobras, de aproximación y de salida.

El apoyo de remolcadores durante las maniobras de entrada y salida debe estar orientado principalmente a la protección y seguridad del buque y de las instalaciones marítimas, por lo que los Prácticos, para hacer buen uso de los remolcadores, deben planificar las maniobras de aproximación y de amarre en función a los factores ambientales reinantes al momento de la maniobra, y utilizar con eficiencia y prudencia los remolcadores, como medio de apoyo a la maniobra de ingreso o salida del Terminal, de modo que los remolcador constituyan, no solo un apoyo a la maniobra, sino principalmente una reserva de seguridad.



Es necesario resaltar el hecho de que siendo corta la distancia entre el fondeadero y el TMPC, la aproximación del buque debe efectuarse desde un principio a baja velocidad, condición en la que la pala del timón del buque responde muy lentamente, por lo que es necesario el uso de dos remolcadores, apoyando en proa y popa, para ayudar a alcanzar y mantener los rumbos deseados en la maniobra de aproximación.

La potencia de los remolcadores requeridos para las maniobras de ingreso al Terminal Marino Pisco Camisea, dependen de varios factores tales como el tamaño del buque, su desplazamiento, el área del casco expuesta al viento y la velocidad del viento, así como de la coincidencia en dirección de factores hidrográficos tales como olas, vientos y corrientes.

Las características, del Dispositivo de amarre y defensas del TMPC y de las condiciones hidrográficas del área en la ruta de aproximación, hacen necesaria la participación de dos remolcadores para que el buque pueda entrar y salir del terminal en condiciones seguras.

## ESTUDIO DE MANIOBRAS DEL TERMINAL MARINO PISCO CAMISEA

### 2.5.3 USO DE LANCHAS DE APOYO A LA MANIOBRA

La naturaleza de la maniobras de amarre y desamarre en el Terminal Marino Pisco Camisea, determina la necesidad de utilizar dos lanchas de apoyo, con marineros entrenados a fin de apoyar en la maniobra de amarre a la plataforma de embarque o largarlas en la maniobra de salida.



Las lanchas utilizadas como apoyo deben ser apropiadas, siendo recomendable que tengan la hélice cubierta por una rejilla para evitar el enredo de cabos en la hélice.

Estas lanchas deberán, contar con una bita en popa para enganchar las espías en caso necesario, y tener una potencia suficiente para remolcar con facilidad el peso de las espías más gruesas, aun en contra de la corriente.

Las lanchas de apoyo deberán además estar dotadas de defensas, bicheros e implementos para abarloar a los dolphins de amarre o al buque en maniobra aun en condiciones adversas de tiempo.

### 2.5.4 USO DE EQUIPOS DE AYUDA A LA NAVEGACIÓN Y DE REGISTRO DE DATOS DURANTE LA MANIOBRA.

Antes de iniciar la aproximación al terminal Marino Pisco Camisea, el Práctico debe solicitar al Capitán del buque la comprobación de todos los equipos de ayuda a la navegación y de registro de datos de maniobra, los cuales estarán funcionando desde la salida del fondeadero a fin de contar con la mayor cantidad posible de información para evitar errores.

Asimismo el Loading Máster en representación del Terminal, solicitará al Capitán que durante la maniobra se encuentren funcionando y registrando datos, el DVR, el diagramador automático de rumbos, y el registrador automático de RPM del motor de propulsión del buque.

El Práctico a cargo de la maniobra verificará que los mencionados equipos se encuentren en funcionamiento informando al Terminal por medio del Loading Máster.

## ESTUDIO DE MANIOBRAS DEL TERMINAL MARINO PISCO CAMISEA

### USO DE GPS

El Uso del GPS por el Practico durante la maniobra podría ser útil, especialmente en condiciones de baja visibilidad, para alcanzar la posición de la ruta de enfilación y luego para llegar con precisión a la posición de la plataforma, para tal efecto el practico deberá tener en cuenta que el GPS puede tener un error de + 3 metros y que la posición que da este instrumento corresponde a la ubicación de su antena sobre el puente del buque.

No obstante considerando que la ruta de aproximación al Terminal Marino Pisco Camisea y el frente de atraque están debidamente señalizados, no es mandatorio el uso de GPS durante la maniobra.

En caso de presentarse una niebla cerrada que impida ver las señales de enfilación, será conveniente postergar la maniobra hasta que despeje la niebla.



### USO DE RADAR

El uso del radar es mandatorio para poder controlar permanentemente las distancias del buque a las instalaciones del TMPC especialmente en horas de la noche.

El uso del radar permite también observar los movimientos de otras embarcaciones navegando den el área, considerando que siendo Pisco un puerto donde existen numerosas plantas de fabricación de harina de pescado, el tráfico de embarcaciones pesqueras es considerable, especialmente en épocas de pesca.



### USO DE ECOSONDA

El uso del ecosonda esta normado en la maniobra para contar con un control de profundidad y al mismo tiempo se utiliza como una referencia para verificar la distancia del buque a la línea de costa mediante la identificación de las isobatas.

### USO DE REPETIDOR DE GIRO

Todos los buques tienen en los aleros del puente Repetidores de Giro para tomar ángulos de marcación a puntos de referencia externos, y para verificar la dirección de las enfilaciones.

En la maniobra de aproximación, el Práctico requerirá tomar marcaciones a la plataforma para determinar, cambios de marcha y de dirección del buque.



Por las razones expuestas es importante que los repetidores de giro de los aleros se encuentren operativos y con sus respectivas alidades instaladas.

### USO DE EQUIPOS DE REGISTRO AUTOMÁTICO

De acuerdo a normas internacionales, los buques modernos deben contar con elementos automáticos de grabación de datos de maniobra, los cuales resultan sumamente útiles para determinar las circunstancias en que se produce cualquier incidente durante la maniobra.

## ESTUDIO DE MANIOBRAS DEL TERMINAL MARINO PISCO CAMISEA

El Práctico deberá verificar que durante la maniobra los siguientes equipos de registro automático del buque se encuentren en funcionamiento.

- Data Voyage Recorder.- Registra la información de todos los instrumentos de navegación y maniobra, así como órdenes del puente
- Diagramador automático de rumbos.- Registra rumbos y ángulos de timón durante la maniobra
- Registrador automático de RPM del motor principal. Registra los cambios de velocidad en el eje de propulsión del buque durante la maniobra
- AIS.- registra las posiciones satelitales del buque durante la maniobra

Para asegurar que se pongan en funcionamiento los equipos de registro automático de datos de maniobra es conveniente que el Loading Máster, solicite al Capitán que dichos equipos se pongan en funcionamiento y que el practico verifique que se encuentran funcionando, en caso de no estarlo lo reportara en su informe de maniobra indicando las causas del no funcionamiento.

### 2.5.5 GRABACIÓN DE AUDIO DE ÓRDENES DE MANIOBRA

Las maniobras de ingreso y salida de buques conllevan diversas responsabilidades de los involucrados en ellas, por lo que es recomendable establecer un registro de audio del desarrollo en cada maniobra en el que se graben las órdenes del Capitán y del Practico, las comunicaciones con la Estación Costera de la Capitanía de Puerto, las comunicaciones del Practico con el Supervisor del Terminal, así como las respuestas de confirmación de cumplimiento de órdenes por parte de los remolcadores, lanchas pasa cabos y capataz de gavieros del TMPC.

### 2.5.6 PRONOSTICOS DE ESTADO DE MAR

La Dirección de Hidrografía y Navegación de la Marina de Guerra del Perú publica continuamente Diagnósticos y pronósticos de Estado de mar que se pueden encontrar en su página web [www.dhn.mil.pe](http://www.dhn.mil.pe) en los que se informa con anticipación de 24 o más horas la ocurrencia de oleajes anómalos, vientos de fuerte intensidad y el origen de dichas perturbaciones.

El TMPC es suscriptor del sistema BuoyWeather para pronósticos y diagnósticos de estado de mar, al que se puede encontrar en la respectiva página web, la cual recibe información de boyas ancladas en alta mar, y dotadas de instrumentos meteorológicos de alta tecnología NOAA / CDIP para proporcionar información de velocidades del viento y alturas de ola, cada hora a través de satélite, por lo que la información de la boya más cercana, puede alertar de inmediato sobre condiciones desfavorables del mar para las operaciones en el terminal.

Asimismo el sistema BuoyWeather ofrece una presentación de los datos hidrográficos que contiene gráficos para facilitar el análisis de las tendencias y añade un derivado de la previsión de altura y período olas.

En el TMPC, al arribo del buque el Loading Master entrega antes de iniciar la maniobra de ingreso al terminal al Capitán de la nave y al Practico que permanece a bordo, una copia del FORM-0147-OTAS TMPC que contiene el pronóstico semanal de estado de mar, el cual queda como registro firmado por las partes, y efectúan en conjunto una evaluación de las condiciones de mar para determinar si se requiere efectuar variaciones de la programación de ingreso de buque en función de los pronósticos de estado de mar.



## ESTUDIO DE MANIOBRAS DEL TERMINAL MARINO PISCO CAMISEA

Los Prácticos y Agentes Marítimos deberán estar permanentemente informados de los diagnósticos y de los pronósticos de estado de mar, para poder cumplir adecuadamente con su función de asesorar al Capitán de la nave y con el fin de tomar las precauciones que sean necesarias para prevenir cualquier riesgo producido por condiciones anómalas de tiempo.

### 2.5.7 AVISOS DE CIERRE DE PUERTO

000022 En los Puertos peruanos cuando las condiciones de tiempo y el estado de mar representan un riesgo para las actividades marítimas portuarias, las autoridades competentes disponen el cierre de las actividades en el Puerto, lo cual es comunicado a los Agentes Marítimos y operadores portuarios para que las naves y terminales a las que representan tomen las precauciones de seguridad que se requieren, con el fin de prevenir riesgos para el personal, las naves, las instalaciones portuarias y el medio ambiente.

### 2.5.8 COMUNICACIONES

Para las operaciones portuarias y las maniobras de ingreso y salida del TMPC se ha establecido una frecuencia de VHF, en la cuales debe operar el buque, los remolcadores, la lancha pasa-cabos, el Loading Máster del Terminal y el Capataz de gavieros.

El Práctico deberá contar con un trans-receptor de radio en frecuencias marinas, del tipo intrínsecamente seguro, debidamente probado y con dos baterías de repuesto.

El Loading Máster y el Jefe de grupo de gavieros del Terminal Marino Pisco Camisea deberán también contar cada uno con un trans-receptor portátil de VHF en el rango de frecuencias marinas, a fin de facilitar la comunicación con el Práctico, con el buque, con los remolcadores y con la lancha pasa-cabos.

Por otra parte existen en la localidad de Pisco antenas re transmisoras de servicio telefónico que permiten efectuar comunicaciones por teléfono celular desde la bahía, por lo que las comunicaciones desde el buque están aseguradas.

### 2.5.9 CONCEPTOS GENERALES SOBRE USO DE REMOLCADORES

La configuración, el número y la capacidad total de tracción de remolque requerida para una maniobra, son normalmente establecidos por la experiencia de los Prácticos y varía de acuerdo a las condiciones y circunstancias del puerto.

En general el sistema de configuración del número de remolcadores funciona bien para buques de un tamaño pre establecido, sin embargo cuando aumenta el tamaño de los buques es más difícil determinar con exactitud lo que se requiere para maniobrar un buque con seguridad. La experiencia sola en tales casos es una base muy estrecha y puede no cubrir todas las situaciones y condiciones que podían esperarse en una maniobra.

La bahía de Pisco es un área semi-abierta, donde la dirección del frente ortogonal de olas es de Oeste a Este, siendo esta área afectada por oleajes irregulares que se originan en el Oeste. Por otra parte, los vientos en la bahía soplan del Sur y del Suroeste, mientras que las corrientes son por lo general paralelas a la línea de costa con dirección NNW, pudiendo ocasionalmente tener dirección SSE, todo lo cual determina diversas situaciones con diversos requerimientos de fuerza de tracción de remolcadores acimutales, especialmente cuando la corriente alcanza valores mayores y varios factores concurren en sentido y dirección.



## ESTUDIO DE MANIOBRAS DEL TERMINAL MARINO PISCO CAMISEA

Las velocidades normales de viento diario están alrededor de los 6 nudos , sin embargo en ocasiones pueden presentarse vientos de magnitudes cercanas a los 40 nudos, especialmente cuando se producen las denominadas Paracas, que son vientos del SW que arrastran gran cantidad de polvo.

Debe tenerse en cuenta que los buques que arriban, ingresan al TMPC cargados o en lastre, por lo que a su llegada podrían presentar una gran área expuesta al viento. Por otra parte, la dirección del viento predominante es del Sur y del Suroeste, por lo que incide por el costado babor del buque amarrado, lo que dificulta la aproximación del buque al frente de atraque durante la maniobra de acercamiento para el amarre, esta condición se agrava si la corriente reinante coincide en dirección con el viento, por lo que requiere contar con suficiente fuerza de tracción de remolque.

Por otra parte, cuando el buque zarpa del TMPC, puede salir en lastre, presentando una gran área expuesta al viento, lo que demanda mayor fuerza detracción, mientras que en caso de salir cargado, su masa virtual genera una inercia de movimiento que resulta difícil de controlar con los medios del buque por lo que se requiere contar con dos remolcadores para apartar al buque del frente de atraque especialmente si la corriente actúa por la banda de estribor de la nave.

Las hélices transversales (Trusters) que pudiera tener el buque en proa, o en popa, frecuentemente pueden ser útiles en la maniobra cuando el buque está casi parado, pero no pueden reemplazar a un remolcador, debiendo tenerse en cuenta que las hélices transversales de un buque pierden efectividad a velocidades mayores de 2 nudos y que contribuyen a mejorar las condiciones de maniobra, pero no reemplazan a un remolcador en caso necesario porque no tiene una fuerza de tracción comparable a la de un remolcador.



## ESTUDIO DE MANIOBRAS DEL TERMINAL MARINO PISCO CAMISEA

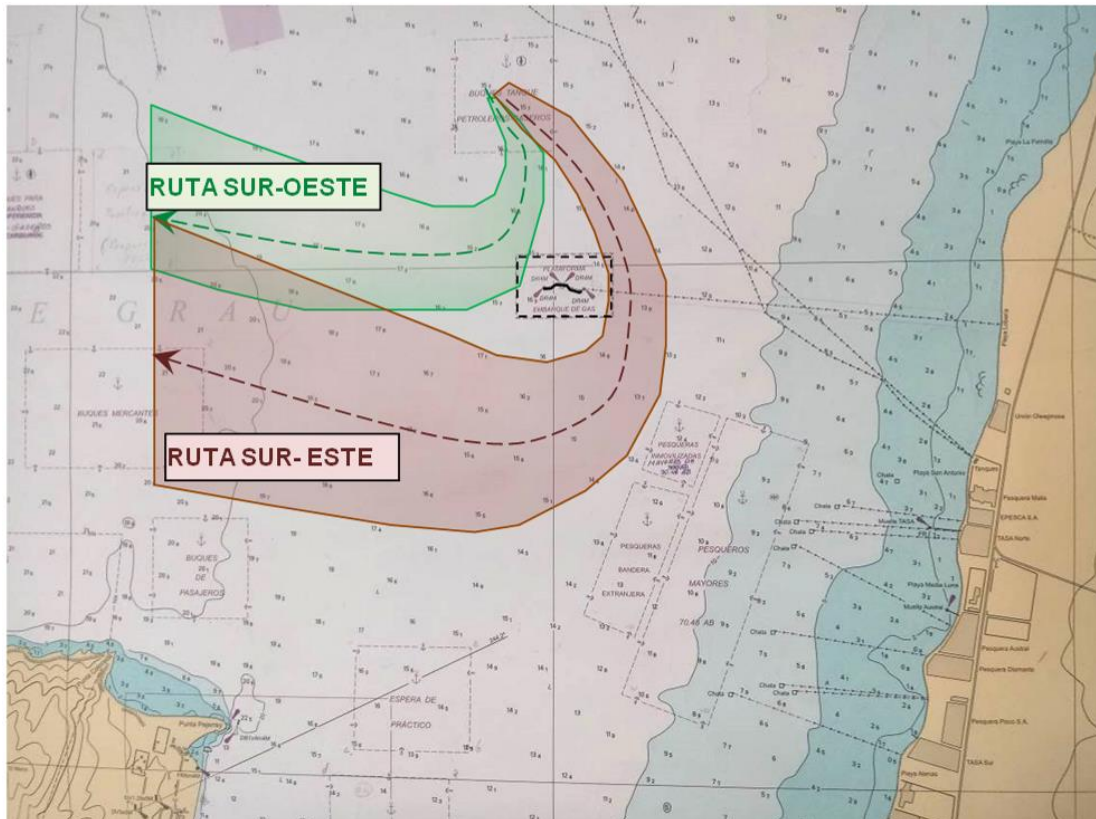
### 2.6 PROCEDIMIENTOS EN CASO DE FALLAS Y EMERGENCIAS.

#### 2.6.1 RUTAS DE ESCAPE EN CASOS DE EMERGENCIA

En el área de operaciones de Terminal Marítimo de Pisco Camisea (TMPC), la profundidad no es muy variable y se mantiene entre el promedio de los 15.0 m, por lo que en condiciones normales, estando en las proximidades del TMPC la ruta de escape más segura es hacia el Sur-Oeste, por la presencia de fondeaderos para embarcaciones pesqueras hacia el Sur-Este.

Sin embargo al inicio de la maniobra de aproximación desde el fondeadero, el buque se dirige al Sureste, por lo que es posible que las circunstancias del momento obliguen al buque a caer hacia el Sur Este.

En caso de producirse una emergencia en la maniobra de aproximación, desde el fondeadero al TMPC, el Práctico deberá maniobrar con los medios que tenga a su disposición para reducir al máximo el diámetro táctico del giro, teniendo en cuenta que no podrá utilizar las anclas hasta que el buque se encuentre al Oeste del TMPC debido a que entre este y la planta de fraccionamiento en tierra existe un haz de tuberías que no pueden ser afectadas por las anclas ya que se generaría una situación de alto riesgo .



#### 2.6.2 CARACTERISTICAS TÁCTICAS DEL BUQUE

En el intercambio de información con el Capitán de la nave, el Práctico se asegurará de que se encuentre en el puente la cartilla de características de maniobra del buque, en la que deberán figurar entre otros datos, las características de maniobra tales como el diámetro táctico y la distancia de parada correspondiente a cada velocidad y condición de carga del buque con los cuales, en caso de emergencia, el Práctico podrá tomar la decisión, más adecuada para tomar una ruta de escape segura, a babor o a estribor del buque, o dar marcha atrás si la falla no es en el sistema de propulsión

## ESTUDIO DE MANIOBRAS DEL TERMINAL MARINO PISCO CAMISEA

### 2.6.3 LOS REMOLCADORES EN EMERGENCIAS

En las maniobras de ingreso y salida de buques del TMPC, los remolcadores, acompañan al buque por la banda de estribor en proa y popa, ambos remolcadores con espía de remolque pasada a la bita del buque.

En caso de producirse una emergencia, ambos remolcadores actuarán a órdenes del práctico para conducir al buque a fondeadero seguir por las rutas de escape establecidas.

En las maniobras de ingreso y salida de buques al TMPC, no se utilizan las anclas como elemento de maniobra, por lo que las maniobras se efectúan con el apoyo de dos remolcadores y dos lanchas de maniobras, sin embargo como medida de precaución en las maniobras de ingreso y salida, las anclas estarán bien aseguradas pero listas para ser utilizadas .

Ambos remolcadores son los elementos principales de apoyo para enfrentar una emergencia, desviando al buque hacia la correspondiente ruta de escape y luego conduciéndolo a su fondeadero en forma segura.

En caso de producirse un incendio, en un buque que ingresan o sale del TMPC, los remolcadores también constituyen el elemento principal de auxilio exterior de lucha contra incendios, para lo cual cada remolcador debe estar dotado de dos monitores de LCI, cada uno de ellos con un flujo de agua de no menor de 180 m<sup>3</sup>/hora y con un alcance horizontal de 50 metros en chorro, y con capacidad de generar espuma de expansión media apropiada para incendios de hidrocarburos.

### 2.6.4 FALLAS IMPREVISTAS EN LA MANIOBRA DE INGRESO.

#### 2.6.4.1 FALLA DE PROPULSIÓN DEL BUQUE

##### **Durante la aproximación al Terminal**

Si después de salir del fondeadero, durante la aproximación al TMPC se presenta una falla del sistema de propulsión del buque, el Práctico evaluará si en la dirección de la proa del buque, su diámetro táctico, a la velocidad en que se encuentra y con el apoyo de los remolcadores, le permitirá alcanzar la ruta de escape Sur-Oeste en cuyo caso maniobrará utilizando ambos remolcadores en proa y popa para orientar la proa del buque a la ruta de escape más segura.

El Práctico deberá tener en cuenta que los movimientos de balance del buque, producidos por el oleaje, dificultan el trabajo de los remolcadores empujando, por lo que, si las condiciones de tiempo lo ameritan deberá posicionar ambos remolcadores para apoyen a la maniobra de escape, jalando por la banda que corresponda en proa y popa.

Cuando el buque ha perdido arrancada, en condiciones normales de tiempo, el remolcador de mayor capacidad de tracción, tomará un calabrote por la guía de proa centro, mientras que el remolcador de popa pasará un buque por la guía de cabos de popa centro para controlar la dirección de la popa. Ambos remolcadores conducirán al buque a un lugar seguro con profundidad suficiente, donde pueda fondear libre de obstáculos en la circunferencia de borneo y donde no constituya un obstáculo para el tráfico marítimo ni para el Terminal.

## ESTUDIO DE MANIOBRAS DEL TERMINAL MARINO PISCO CAMISEA

### 2.6.4.2 FALLA DE GOBIERNO EN EL BUQUE

#### En la aproximación al Terminal

Si en la aproximación al TMPC durante la maniobra de ingreso, se presenta una falla del sistema de gobierno que no permite mover la pala del timón, del buque, se controlará la dirección de la proa con el remolcador jalando o empujando según corresponda y con el remolcador de popa controlando la popa, para dirigir al buque con poca velocidad a un fondeadero seguro donde se dará marcha atrás muy despacio y se soltará el ancla con proa al viento y con una mínima arrancada atrás para que las uñas del ancla agarren el fondo firmemente.

El buque permanecerá en fondeadero hasta que solucione el problema y su ingreso sea seguro, debiendo estar garantizado por la clasificadora del buque.

### 2.6.4.3 FALLA DEL SISTEMA DE GENERACIÓN ELÉCTRICA DEL BUQUE.

En todos los buques modernos, un Blackout deja fuera de servicio la mayor parte de sistemas del buque relacionados con la maniobra, tales como, el sistema de control de la máquina de propulsión principal, el sistema de control de la pala del timón, los equipos de ayuda a la navegación tales como girocompás GPS, radar Carta electrónica, la maquinaria de cubierta como cabrestantes, winches etc. sin embargo todos los buques cuentan con sistemas alternos de generación de energía (Generador o baterías de emergencia), por lo que un apagón general solo es momentáneo.

Al producirse un apagón, el sistema alterno del generador o baterías debe accionarse de inmediato y debiendo tomar menos de 10 minutos poner en funcionamiento otro generador, para que el buque vuelva a operar normalmente, por lo que el Capitán del buque y el Práctico tomarán las acciones requeridas para continuar o abortar la maniobra en condiciones seguras.

### 2.6.4.4 FALLA DE GENERACIÓN ELÉCTRICA EN LA APROXIMACIÓN AL TERMINAL

Si el blackout se produce en la aproximación al Terminal Marítimo de Pisco Camisea, el buque deberá caer hacia cualquiera de los dos lados es decir al Nor Oeste o al Sur Este del Terminal, por la banda que permita pasar lo más lejos posible del TMPC, para luego proceder a fondeadero. La caída se efectuará con el apoyo de ambos remolcadores a la banda que corresponda según la situación, empujando o jalando según los decida el Práctico, una vez que el buque quede libre del TMPC se orientará la proa hacia fondeadero seguro y se procederá a remolcarlo lentamente a fondeadero.

Posiblemente en el trayecto se repondrá el fluido eléctrico del buque, pero este deberá de todas formas proceder a fondeadero para efectuar las revisiones y reparaciones correspondientes antes de volver a efectuar la maniobra de ingreso al Terminal previa aprobación de éste.

### 2.6.4.5 EMERGENCIA POR FALLAS DE LOS REMOLCADORES

#### Verificación de operatividad del R/M antes de la maniobra

Por medidas de seguridad, una hora antes de la maniobra, el Capitán de cada uno de los dos remolcadores asignados a la maniobra, deberá efectuar el check List de verificación, e informar por VHF, o por el medio más rápido VHF al TMPC, sobre las condiciones de operatividad de los motores principales, y de los demás elementos de maniobra del remolcador a su mando, incluyendo la operatividad del sistema para grabación de las ordenes de la maniobra.



## ESTUDIO DE MANIOBRAS DEL TERMINAL MARINO PISCO CAMISEA

### Posible inoperatividad del R/M

Durante 14 años se ha venido maniobrando en este Terminal con la presencia de dos (2) remolcadores convencionales, y actualmente en la mayoría de los terminales se opera con remolcadores azimutales, si uno de los remolcadores fallara, en la aproximación, el buque deberá proceder nuevamente a fondeadero, para lo cual deberá maniobrar pasar delante o detrás de la plataforma, según las circunstancias y a una distancia prudencial de esta, para proceder nuevamente a fondeadero, utilizando las maquinas del buque, y el apoyo del remolcador operativo.

### 2.6.4.6 EMERGENCIA POR PRESENCIA DE VIENTOS PARACAS Y/O OLEAJE IRREGULAR

Cuando ocurre la presencia de fuertes vientos (paracas) y/o oleaje irregular en el puerto de Pisco, la Autoridad competente emite el Aviso sobre el Cierre de Puerto hasta que estas condiciones vuelvan a la calma, por lo que el TMPC al tomar conocimiento del Cierre de Puerto deberá dar cumplimiento.

La presencia de vientos huracanados (llamado paracas), con velocidades de hasta 40 y/o oleaje irregular de fuerte intensidad cuyas olas alcanzan alturas significantes de 2.0 a 2.5 metros, pueden producir fuerzas excesivas sobre las amarras, con el riesgo consecuente de que fallen una o varias línea de amarre y el buque se mueva pegándose o abriéndose de la plataforma de embarque, por lo que en tales circunstancias se deberá tomar las siguientes acciones:

- Si el buque está en su fondeadero, ó maniobrando con intención de dirigirse al Terminal, no se deberá autorizar la maniobra de ingreso a las instalaciones del TMPC, hasta esperar la apertura del puerto.
- Si el buque está en maniobra de ingreso al Terminal, dispondrá abortar la maniobra y que retorne a su fondeadero.
- Si estos fenómenos se presentan estando el buque amarrado en el Terminal, el Loading Master, Practico, el Loading master y el Capitán de la nave, evaluarán las condiciones y determinaran la parada del embarque y si es necesario, la salida de la nave hasta que las condiciones retornen a la normalidad.
- Cuando se observe que las condiciones de mar y viento empiezan a aumentar se procederá a reforzar amarras y en caso de ruptura de amarras se utilizara remolcadores para mantener al buque pegado a las defensas de la plataforma mientras se reemplazan y refuerzan las amarras.

### 2.6.5 FALLA IMPREVISTAS EN LA MANIOBRA DE SALIDA

#### 2.6.5.1 FALLA DE PROPULSIÓN DEL BUQUE EN LA MANIOBRA DE SALIDA

En caso de presentarse una falla de propulsión del buque en la maniobra de salida, si el buque aún se encuentra con menos de la mitad de su eslora frente al Terminal y no tiene inercia, se pasaran cabos al Terminal para regresarlo a su posición con maniobra de cabos utilizando los winches de proa y popa, manteniendo el remolcador en popa estribor para contribuir a la maniobra.

Si al producirse la falla de máquinas el buque se encuentra con más de la mitad de su eslora fuera de la cuadra del cabezo del Terminal, y con inercia atrás, se pasara de inmediato al remolcador, por la guía de cabos de popa centro, un calabrote de remolque largo, o espías dobles de resistencia suficiente para que conduzca al buque al norte del Terminal, hacia fondeadero seguro.



## ESTUDIO DE MANIOBRAS DEL TERMINAL MARINO PISCO CAMISEA

### 2.6.5.2 FALLA SISTEMA DE GOBIERNO DEL BUQUE EN LA MANIOBRA DE SALIDA

En caso de presentarse una falla del sistema de gobierno del buque en la maniobra de salida, cuando el buque aún se encuentra con menos de la mitad de su eslora frente al Terminal y poca inercia, se pasaran cabos al Terminal para regresarlo a su posición en el Terminal, con el apoyo de los remolcadores, maniobrando con la propulsión del buque, cuya tripulación deberá poner la pala del timón al medio con el sistema manual.

La proa se acercara a Terminal con cabos utilizando los winches de proa y la popa con el remolcador, que se mantendrá en popa estribor para contribuir a la maniobra.

En caso de presentarse una falla del sistema de gobierno del buque en la maniobra de salida, cuando la mitad del buque ha sobrepasado el dolphin 2, y el buque se encuentra con una leve inercia atrás, la tripulación deberá poner la pala del timón al medio con el sistema manual y se continuara la maniobra con apoyo de los remolcadores, utilizando con mucha prudencia el sistema de propulsión del buque.

El remolcador de proa pasará un cabo para controlar la dirección de la proa del buque jalando inicialmente para abrir la proa, cuando la proa se encuentre libre del Terminal se propulsara muy despacio avante para que el buque se aparte completamente del terminal, controlando la popa con el remolcador de popa.

Cuando el buque este completamente libre del TMPC procederá a fondeadero con apoyo de los remolcadores. para las reparaciones correspondientes.

### 2.6.5.3 FALLA EN EL SISTEMA DE GENERACIÓN ELÉCTRICA DEL BUQUE EN LA MANIOBRA DE SALIDA

En caso falle el sistema de generación eléctrica, la nave podría quedar simultáneamente sin propulsión, sin gobierno y sin poder operar ningún sistema eléctrico y/o electrónico tales como las ayudas a la navegación; por lo tanto, la tripulación del barco deberá pasar rápidamente un calabrote por la guía de cabos de proa centro, para entregarlo al remolcador del proa, para que lo conecte al cable del winche principal de remolque.

Asimismo se deberá pasar otra espía resistente por la guía de cabos de popa centro, para entregarlo al remolcador de popa, que actuara como timón y freno durante el remolque, por lo que se recomienda que deberían ser del tipo azimutal para poder tomar posición directamente sin girar con timón y empujar eficientemente aun cuando la proa no esté perpendicular al casco.

Con el remolcador de proa como medio de propulsión y el remolcador de popa como control de dirección y freno del buque, se procederá a remolcarlo en dirección Noroeste, a una posición de fondeo segura, hasta que se restablezca el fluido eléctrico, después de lo cual el buque podrá proceder con sus propios medios al fondeadero asignado donde se llevará a cabo las inspecciones y reparaciones pertinentes.

### 2.6.5.4 FALLA DE PROPULSIÓN DEL REMOLCADOR EN LA MANIOBRA DE SALIDA

En caso de presentarse fallas de uno de los remolcadores en la maniobra de salida, el R/M operativo pasará a Proa y con la propulsión y timón del buque podrá salir sin ningún problema.

Cabe mencionar que los remolcadores que operan en el TMPC cuentan con dos motores principales y si uno de ellos falla, quedaría con un motor, lo cual es suficiente para continuar con la salida del buque.

## ESTUDIO DE MANIOBRAS DEL TERMINAL MARINO PISCO CAMISEA

### 2.6.6 PROCEDIMIENTOS DE EMERGENCIA EN CASO DE INCENDIO

#### **Si el incendio se produce durante la maniobra**

En caso de que el incendio se produzca durante las maniobras de entrada o de salida, se seguirán los procedimientos que se describen a continuación:

- El buque accionará su sistema de CO<sub>2</sub>, rociadores y dispositivos de LCI que disponga abordo según las circunstancias.
- El buque con apoyo del remolcador desviará la proa hacia la ruta de escape correspondiente, para luego dirigirse a fondeadero por aguas profundas.
- El práctico dispondrá que el buque entregue por la guía de proa un calabrote de mena no menor de 15 el cual será tomado por el remolcador para conducir al buque a fondeadero seguro.
- Si es el caso, se procederá con la lancha pasa-cabos a desembarcar a las personas que no estén involucradas en las acciones LCI.
- Los remolcadores procederán a prestar auxilio exterior de LCI según lo indique el Capitán de la nave con apoyo del Práctico
- Cuando se haya controlado parcialmente el incendio, uno de los remolcadores tomará el calabrote de remolque para conducir al buque al fondeadero de cuarentena.
- Durante el proceso de remolque, el otro remolcador continuara apoyando con sus monitores en LCI

#### **Si el incendio se produce con el buque amarrado al Terminal**

En caso de que el incendio se produzca durante la permanencia del buque en la Plataforma, se seguirán los procedimientos que se describe a continuación:

- Se pondrán en funcionamiento en toda su capacidad los monitores contra incendio del Terminal para disminuir la temperatura y sofocar el incendio.
- El buque accionara su sistema de CO<sub>2</sub>, rociadores y dispositivos de LCI que disponga abordo según las circunstancias
- Paralelamente los remolcadores con sus dos monitores prestarán al buque apoyo exterior de LCI, desde el lado de mar.
- Cuando la intensidad del fuego haya disminuido lo suficiente, uno de los remolcadores tomará el calabrote de la guía de cabos de proa centro, para conducir al buque al fondeadero de cuarentena, por la ruta de mayor profundidad.
- En el trayecto del Terminal al fondeadero, uno de los remolcadores y la lancha de servicio continuaran las acciones de LCI con sus monitores de CI
- El personal de proa del buque, colocara el ancla a la pendura para fondear manualmente cuando el buque llegue a fondeadero.
- Al arribar al fondeadero, se procederá a fondear manualmente un el ancla mediante el soltando el stopper y el freno, los cuales deberán quedar asegurados al término de la maniobra de fondeo para mantener al buque en posición.
- Terminada la maniobra de fondeo se procederá a evacuar al personal del buque por proa y por popa, o por un lugar a donde no haya llegado el fuego

## ESTUDIO DE MANIOBRAS DEL TERMINAL MARINO PISCO CAMISEA

### APOYO DE LOS REMOLCADORES EN CASO DE INCENDIO

Los remolcadores de apoyo a las maniobras, para proveer auxilio exterior en caso de incendio a bordo de una de las naves, debe estar equipado con dos monitores Contra Incendio sobre el puente de mando, con una capacidad de flujo no menor de 180 m<sup>3</sup> / hora cada uno, con generados de espuma de expansión media y con un alcance horizontal para chorro de agua no menor de 50 metros.

### 2.6.7 OTRAS SITUACIONES DE EMERGENCIA QUE PODRÍAN PRESENTARSE

Durante las operaciones de embarque, el TMPC, podrían presentarse otras situaciones de emergencia las cuales deben ser atendidas de inmediato, dentro de estas situaciones tenemos las siguientes condiciones:

- Cuando ocurra un derrame de hidrocarburos, fugas de gas licuado de cualquier naturaleza se actuará de acuerdo al plan de contingencias establecido para el caso .
- Explosión o fuego en el buque o en el terminal, no importando cuan pequeño sea el incidente o siniestro, se desconectarán brazos de carga y el buque saldrá inmediatamente del terminal
- Corte imprevisto de energía eléctrica en el terminal o en el buque
- Problemas en la comunicación buque/terminal, que podrían afectar razonablemente la seguridad de la operación de transferencia, las comunicaciones operativas entre la planta y el buque se harán a viva voz y se evaluará la situación para decidir si es necesario parar el embarque por seguridad.
- Situaciones de riesgos de ataques o intento de sabotaje o atentados terroristas se procederá a desconectar brazos de carga y los remolcadores ocuparán posiciones de maniobra de salida hasta que se aclare la situación de riesgo.

#### **Nota importante:**

Al producirse cualquiera de las emergencias descritas en esta parte del Estudio, el Práctico informará directamente y en el menor tiempo posible a la Estación Costera de Pisco para la correspondiente verificación por el Estado Rector de Puerto y el Capitán del buque, por medio de la Agencia Marítima, presentará un protesto resolutivo a la Capitanía de puerto de Pisco

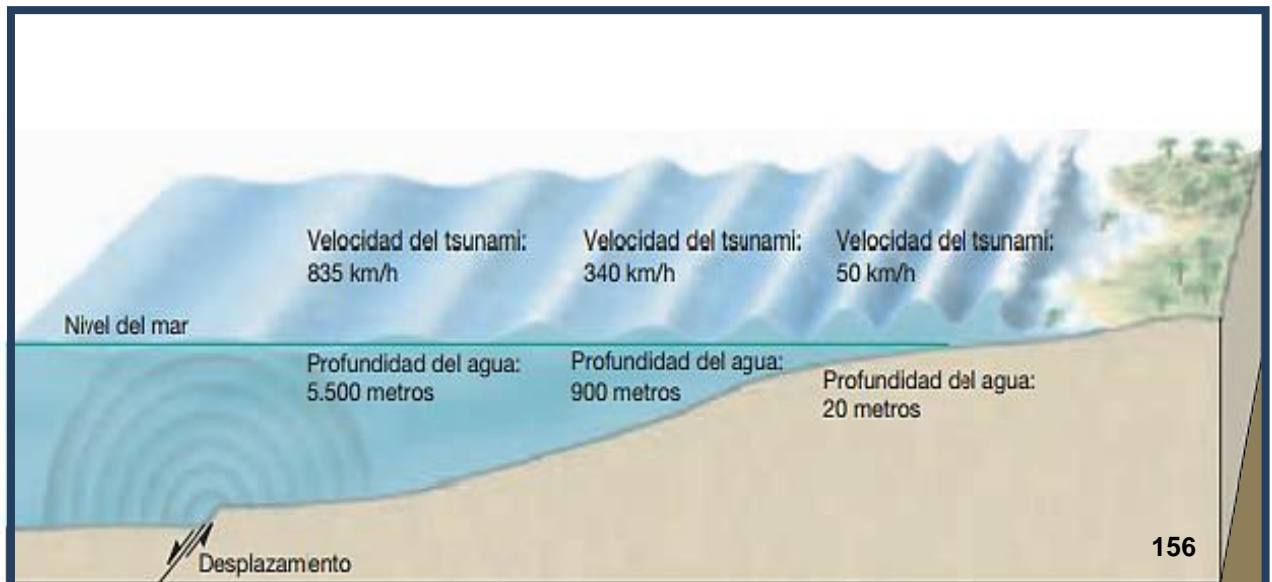
### 2.6.8 PROCEDIMIENTOS EN CASO DE TSUNAMI

Se conoce como Tsunamis a una serie de ondas marinas de gran tamaño generadas por una perturbación en el océano, al ocurrir un movimiento sísmico superficial bajo el fondo marino.

La bahía de Pisco, se encuentra frente al cinturón de fuego del Pacífico y a la falla de Nazca, por lo que la posibilidad de que se produzca un movimiento sísmico en el mar frente a ella y el subsecuente Tsunami es relativamente alta.

## ESTUDIO DE MANIOBRAS DEL TERMINAL MARINO PISCO CAMISEA

En mar abierto lejos de la costa, y a grandes profundidades, el tsunami se presenta como un tren de olas de pequeña altura, que viaja a gran velocidad (próxima a los 1,000 km/hora), pero conforme estos trenes de olas se aproximan a la costa, la profundidad disminuye, lo que ocasiona una disminución de la velocidad y un aumento considerable de la altura de las olas, que convierten su energía cinética en energía potencial.



En el Perú el Sistema Nacional de Alerta de Tsunamis, está a cargo de la Dirección de Hidrografía y Navegación<sup>2</sup> (DHN), que transmite de inmediato la alerta a todas las capitanías de Puerto del litoral.

En caso de producirse un tsunami que alcance al puerto de Pisco, la fuerza de las olas que se forman en aguas someras, podría levantar al buque y golpearlo contra las instalaciones del terminal o arrancarlo de estas y vararlo en la costa, por lo que se hace indispensable, que en caso de producirse este tipo de emergencia, el buque amarrado a la plataforma largue amarras de inmediato y salga a mar adentro en el menor tiempo posible, dirigiéndose hacia el oeste en busca de profundidades mayores de 100 metros.

Inmediatamente después de abrir de la plataforma, la tripulación del buque deberá proceder a cerrar herméticamente todas las tapas de bodega, puertas y ventanas así como cualquier abertura que pudiera permitir ingreso de agua al interior de la nave.

El buque se mantendrá en escucha en la frecuencia del sistema internacional de alerta de tsunamis, mientras navega a velocidad de crucero en busca de mayores profundidades, y mantendrá los radares encendidos en escala de 10 millas y de 3 millas, observando la posible aproximación del tren de olas del tsunami.

## ESTUDIO DE MANIOBRAS DEL TERMINAL MARINO PISCO CAMISEA

En el puente del buque, el Capitán designara un oficial dedicado exclusivamente a observar permanentemente en el radar en la dirección del punto origen del tsunami, indicado por la DHNM, con el propósito de detectar oportunamente al tren de olas del tsunami.

En cuanto se detecte en el radar el tren de olas del tsunami, el buque orientara la proa al frente ortogonal de ese tren de olas y propulsara con toda fuerza adelante, para enfrentarlo perpendicularmente, si la ola es mayor de 4 metros, cuando la proa del buque esté cerca de la cresta de ola, se dará full atrás para contener la arrancada del buque y evitar que “pase por ojo”.

Después de pasada la primera ola, el buque maniobrará decididamente para enfrentar las siguientes olas del tren de tsunami, siguiendo el mismo procedimiento y manteniendo la proa perpendicular a la cresta de la ola, para evitar una escora que podría voltearlo, si una ola incide por un costado del buque.



Una vez pasado el tren de olas del Tsunami el buque se mantendrá alerta en el radar y en la radio por si se presentara una réplica del tsunami, después de lo cual efectuara una evaluación de posibles daños y retornará a puerto para proceder al fondeadero, desde donde se reportará a la Estación Costera de Pisco y coordinará la posibilidad de continuar las operaciones de carga si es que los daños ocasionados por el Tsunami no han inhabilitado al Terminal.

Durante las maniobras de paso de olas de Tsunami, el Capitán designa un Oficial encargado de Detección de Averías, en Interiores, el cual prestara especial atención a los y a los posibles daños estructurales por efecto de los esfuerzos de arrufo y quebranto según la posición de la carga y a los daños en la carga que podrían generar riesgos para el buque.

Una vez en fondeadero el Capitán del buque efectuara una inspección y prueba de equipos y sistemas para detectar posibles daños producidos por el tsunami y permanecerá en fondeadero, hasta recibir la orden de ingresar a cargar o de zarpar al próximo puerto de destino que designe el armador o charteador, si el terminal se encuentra fuera de servicio.



## **ESTUDIO DE MANIOBRAS DEL TERMINAL MARINO PISCO CAMISEA**

### **2.7 METODOLOGÍA DE CÁLCULO PARA DETERMINACION DE LA CAPACIDAD DE TRACCION REQUERIDA POR REMOLCADORES.**

#### **2.7.1 FACTORES QUE DETERMINAN EL GRADO DE LA NECESIDAD DE REMOLCADORES PARA LAS MANIOBRAS EN EL TMPC.**

Los principales factores que determinan la necesidad de apoyo de remolcadores son:

- Características del área portuaria
- Tipo de instalación portuaria
- Tipo y características del buque
- Condiciones ambientales reinantes
- Método de asistencia de los remolcadores

A continuación se describen los principales factores que determinan la necesidad de apoyo de remolcadores:

#### **REQUERIMIENTO DE TRACCION SEGÚN LAS CARACTERISTICAS DEL ÁREA Y TIPO DE INSTALACIÓN**

Las características del Terminal y del área de maniobra son un factor invariable en la determinación de la capacidad de tracción requerida. En este caso el Terminal Marino Pisco Camisea se encuentra en un área semi-abierta, expuesta a los oleajes irregulares que se originan en el oeste y afectada ocasionalmente por fuertes vientos del Sur y del Suroeste, por lo que el efecto de los factores ambientales es importante.

La corriente marina, en la bahía de Paracas depende principalmente de la marea y del viento, y cuando tiene valores de 0.4 nudos o más, influye considerablemente aproximación del buque al terminal, desviando al buque de la ruta de aproximación. En el frente de atraque de la plataforma, la corriente, que cambia de sentido con la Marea, tiene por lo general una dirección aproximadamente perpendicular al frente de atraque, por lo que su influencia es notoria cuando se trata de empujar por estribor al buque para acercarlo al frente de atraque de la plataforma.

Las características y ubicación del Terminal Marino Pisco Camisea determinan la posibilidad de que si el viento y la corriente tienen una dirección transversal al rumbo de buque, lo desvíen de la ruta de aproximación, por lo que se requieren remolcadores azimutales para poder empujar o jalar con eficiencia aun cuando el buque se encuentra en movimiento. Cuando el buque se encuentra paralelo el frente de atraque, podría generarse una peligrosa velocidad transversal de acercamiento o apartamiento del frente de atraque de la plataforma, siendo necesario el apoyo de dos remolcadores para contrarrestarla.

#### **REQUERIMIENTO DE REMOLCADORES SEGÚN TIPO Y CARACTERÍSTICAS DEL BUQUE**

El requerimiento de asistencia de remolcadores para una maniobra, influenciado por vientos, corrientes y olas, debe ser considerado con relación a las características del buque tales como, su tamaño, el calado en la maniobra y el consecuente espacio bajo la quilla, el área expuesta al viento, etc.

Asimismo, las características de maniobra de un buque pueden hacer variar el requerimiento de remolcadores en una forma positiva o negativa, mientras que los métodos y forma de uso de los remolcadores deben también ser tomados en cuenta para determinar la capacidad de tracción.

## ESTUDIO DE MANIOBRAS DEL TERMINAL MARINO PISCO CAMISEA

### REQUERIMIENTO DE REMOLCADORES SEGÚN CONDICIONES AMBIENTALES REINANTES

Las condiciones ambientales variables conformadas por olas, vientos y corrientes que actúan sobre el buque, determinan una mayor o menor necesidad de fuerza de remolque para apoyar en la maniobra de entrada del buques al terminal, debiendo tenerse en cuenta que las fuerzas producidas sobre el buque por el oleaje son proporcionales a su desplazamiento, las fuerzas producidas por las corrientes son directamente proporcionales al área sumergida e inversamente proporcionales al espacio bajo la quilla, mientras que las fuerzas producidas por el viento son proporcionales al área del buque expuesta al viento e inversamente proporcionales al calado del mismo.

Por lo expuesto se puede afirmar con certeza que la fuerza de tracción de remolque requerida para apoyo a las maniobras es proporcional a la intensidad de los factores ambientales y al tamaño del buque que maniobra.

La visibilidad reducida en el área de operaciones, también se considera un factor de importancia con relación a la necesidad del apoyo de los remolcadores, sin embargo, en el caso que la niebla no permita visualizar con la debida anticipación las instalaciones a donde arriba el buque, este no deberá aventurarse a efectuar una maniobra en tales condiciones aun cuando la Autoridad competente no haya cerrado el Puerto.

#### 2.7.2 FACTORES QUE INFLUYEN EN LA ASISTENCIA DE REMOLCADORES

Las fuerzas totales que actúan sobre un buque durante la maniobra deben en teoría ser compensadas por remolcadores, teniendo la fuerza de tracción total de los remolcadores, superar a la fuerza total generada por vientos corrientes y olas, sobre el buque, que en el presente caso tienen mayor influencia en la maniobra. Sin embargo, hay algunos factores importantes que deben ser tomados en cuenta tales como los que a continuación se indican.

Los remolcadores deben tener suficiente reserva de fuerza para empujar o jalar un buque contra el viento o la corriente, o para detener a un buque que está derivando, y con suficiente rapidez para evitar que se genere una situación de peligro, los remolcadores convencionales no siempre pueden empujar o jalar en ángulo recto a un buque, por ejemplo durante la maniobra de arribo, un buque puede tener arrancada hacia delante, mientras el remolcador trata de empujar al buque transversalmente, lo cual da lugar a que la velocidad del buque disminuya radicalmente la potencia efectiva del remolcador, por lo que se requiere contar con remolcadores acimutales.

Los remolcadores empujando en la proa o en la popa del buque frecuentemente no pueden empujar constantemente, debido a que los movimientos de balance del buque dificultan el contacto.

Cuando se producen movimientos de guiñada en el buque, el remolcador no debe jalar por proa por el lado de la guiñada, para no aumentar la caída del buque hacia ese lado.

Por otra parte, cuando el cabo de remolque no es lo suficientemente largo, la corriente producida por la hélice del remolcador que está jalando perpendicularmente, actúa sobre el casco del buque disminuyendo la efectividad del remolcador, este efecto puede evitarse utilizando una adecuada longitud de espía de remolque o un adecuado ángulo de empuje.

## ESTUDIO DE MANIOBRAS DEL TERMINAL MARINO PISCO CAMISEA

Las circunstancias expuestas hacen evidente la necesidad de establecer un factor de seguridad cuando se calculan las fuerzas de viento, corriente y olas actuando sobre un buque.

En los gráficos que se muestran en esta parte del estudio se puede observar, la fuerza de tracción de remolque requerida para mantener un buque en posición, mientras actúan las fuerzas de viento por la cuadra, con corriente cruzada, y con olas que inciden lateralmente, incluyendo un factor de seguridad de 20%.

Para remolcadores azimutales jalando o empujando el costado un buque con arrancada, este factor de seguridad disminuye debido que la pérdida de eficiencia en la tracción, que se reparte entre la fuerza que mueve al remolcador para mantener su posición al costado del buque, y la fuerza de tracción con la que empujar o jala al buque.

### 2.7.3 FUERZAS A SER COMPENSADAS POR TRACCION DE REMOLQUE

Durante la maniobra los factores ambientales tales como vientos, corrientes y olas, producen fuerzas sobre el buque que pueden desviarlo de la ruta establecida, por lo que deben ser compensados con un vector de compensación de corriente aplicado al rumbo y velocidad del buque navegando o por fuerza de remolcadores aplicadas sobre el buque maniobrando.

#### 2.7.3.1 FUERZAS PRODUCIDAS POR EL VIENTO

Las fuerzas producidas por el viento sobre un buque pueden ser calculadas utilizando ecuaciones en las que intervienen los siguientes factores:

##### Fuerza longitudinal

$$F_{xw} = 0.5 * C_{Yx} * \rho * V^2 * A_T \text{ Newton}$$

Donde

$C_{xw}$  = Coeficiente de fuerza del viento longitudinal

$\rho$  = densidad del aire en Kg/m<sup>3</sup>

$V$  = Velocidad del viento en m/seg

$A_T$  = Área de sección transversal del buque perpendicular al viento.

##### Fuerza Lateral

$$F_{yw} = 0.5 C_{Yw} (\rho/76000) V^2 A_L \text{ Newton}$$

Donde:

$C_{yw}$  = Coeficiente de fuerza del viento transversal

$C_{xYw}$  = Coeficiente del momento de guiñada

$\rho$  = densidad del aire 1.223n Kg/m<sup>3</sup> a 20° C

$V$  = Velocidad del viento en m/seg

$A_L$  = Área lateral expuesta al viento en m<sup>2</sup>

La condición en que el viento incide transversalmente sobre el buque, se produce normalmente en la fase de acercamiento al frente de atraque, y en la maniobra de amarre, habiéndose encontrado que, que la máxima velocidad de viento en los últimos 15 años fue de 25 nudos (12.6 m/seg.) proveniente del Suroeste.

Por lo expuesto en el párrafo anterior, asignando al coeficiente  $C_{Yw}$  un valor de 1.0 y a la densidad del aire un valor de 1.28Kg/m<sup>3</sup>, se obtiene la fuerza transversal producida por la máxima velocidad esperada de viento, sobre un buque tanque en la fase de aproximación.

## ESTUDIO DE MANIOBRAS DEL TERMINAL MARINO PISCO CAMISEA

A continuación se presentan como modelo los cálculos efectuados para un buque de 56,800 DWT, que ingresa lastrado al TMPC en condiciones normales de tiempo

### MODELO DE CÁLCULO FUERZA PRODUCIDA POR EL VIENTO SOBRE UN BUQUE TIPO PANAMAX

Un buque Tipo Panamax de 229 m de eslora total, con un desplazamiento a plena carga de 79.000 Tons, una Lpp de 219 metros y un puntal de 19 metros, que es el buque más grande que ingresa al terminal en lastre con un calado de 8 metros, ha sido tomado como modelo para el cálculo.

Para fines de estudio se calcula, cual hubiera sido la fuerza transversal producida por el viento sobre este buque, si hubiera ingresado en lastre, con un calado de 7.13 m en las condiciones normales de tiempo que describe el Estudio hidro-oceanográfico aprobado.

y a su arribo se hubiera presentado un viento de 25 nudos (12.87 m/seg)

$$F_{yw} = 0.5 C_{yw} \rho V^2 A_L \text{ Newton}$$

$$A_L = 11m * 220m = 2,420$$

$$F_{yw} = 0.5 * 1.0 * 1.28Kg/m^3 * 165.6m^2 /seg^2 * 2,420m^2 = 256.48 \text{ kNewtons}$$

**26.15 toneladas fuerza**

El modelo de cálculo demuestra que 26.15 toneladas fuerza serían producidas solamente por el efecto de un viento de 25 nudos, actuando perpendicularmente sobre la banda de babor del buque, sin considerar el efecto de la corriente por lo que este buque para ser controlado en una maniobra de ingreso en estas condiciones, requeriría de una fuerza mínima de 43.6 toneladas de bollard pull, solamente para compensar la fuerza del viento transversal, considerando que la fuerza aplicable de un remolcador es el 60% de la fuerza disponible.

Utilizando el mismo principio, si se conoce el área del buque expuesta al viento y la fuerza de remolque disponible, se puede determinar la velocidad del viento que genera los esfuerzos que podrían ser controlados por la fuerza de remolque aplicable, que como se ha indicado es aproximadamente un 60% de la capacidad total de la fuerza de remolque disponible, que se considerará de 70 toneladas para fines de estudio conformada por dos remolcadores de 35 toneladas cada uno, por lo que la fuerza total aplicable sería de 42 toneladas correspondientes a un total de 70 Tons.

A continuación se presenta como modelo, un cálculo de la máxima velocidad de viento transversal al buque, tipo escogido, que podría ser controlada con una disponibilidad total de bollard pull de 50 toneladas

$$(F_{yw}) = (50 \text{ tons} * 60\% = 30 \text{ Ton})$$

$$V^2 = F_{yw} \text{ Newton} / 0.5 * C_{yw} * \rho * A_L$$

$$V^2 = (30 \text{ Ton} * 9.81m / \text{seg}^2) \text{ kNewtons} / (2,420m^2 * 0.5 * 1.0 * 1.28Kg/m^3)$$

$$V^2 = 294.3 \text{ kNewtons} / 2,420m^2 * 0.5 * 1.0 * 1.28Kg/m^3$$

$$V^2 = (294.30 / 1,548.8) m^2 / \text{seg}^2$$

$$V = \sqrt{190.0} = 13.78 \text{ m/s}$$

**V = 26.8 nudos**

## ESTUDIO DE MANIOBRAS DEL TERMINAL MARINO PISCO CAMISEA

Por lo anteriormente expuesto se puede afirmar que disponiendo de 50 toneladas de bollard pull, un buque que presenta un área expuesta al viento de 2,420 m<sup>2</sup>, puede ingresar al terminal con una fuerza de viento máxima de 26.8 nudos, sin considerar la influencia de la corriente.

El Práctico deberá calcular la máxima velocidad del viento con la que puede entrar el buque, teniendo en cuenta la capacidad de remolque disponible, y el área del buque expuesta al viento.

Si la velocidad del viento iguala o supera a la máxima velocidad calculada para la fuerza de remolque disponible, el buque no deberá entrar al terminal. Asimismo, debe descontarse de la fuerza disponible, la fuerza que se requiere para compensar el esfuerzo producido por la corriente transversal, si es que coincide en dirección y sentido con el viento.

### FUERZA LONGITUDINAL PRODUCIDA POR EL VIENTO

$$F_{xw} = 0.5 C_{xw} \rho V^2 A_T \text{ Newton}$$

La fuerza del viento que incide longitudinalmente por la proa del buque, se produce, cuando el buque se aproxima al terminal navegando hacia el Sur.

Los estudios hidrográficos efectuados en Pisco, indican que la máxima velocidad de viento esperada es de 25 nudos (12.9 m/seg), proveniente del SSW (por la proa del buque). Por lo que asignando al coeficiente  $C_{xw}$  un valor de 1.0 y a la densidad del aire un valor de 1.28Kg/m<sup>3</sup>, y calculando el área transversal ( $A_T$ ) del buque se obtiene la fuerza longitudinal producida por el viento sobre un buque tanque en la aproximación al TMPC.

A continuación se presenta un modelo de cálculo, del esfuerzo generado por un viento de 25 nudos (12.87 m/seg) incidiendo longitudinalmente por la proa de un buque Pánamax de 56,800 DWT y 79,000 Tons. de desplazamiento máximo, con una eslora de 228 metros un puntal de 20 metros, y una manga de 32.2 metros, que ingresa a puerto con un calado de 8 metros, por lo que su francobordo era de 12 metros, con una altura del castillo de popa sobre cubierta de 15.0 metros.

$$F_{xw} = 0.5 C_{xw} \rho V^2 A_T \text{ Newton}$$

$$A_T = (15 \cdot 28 + 32.2 \cdot 12) \text{ m}^2 = 806.4 \text{ m}^2$$

$$F_{xw} = 0.5 \cdot 1.0 \cdot 1.28 \text{ Kg/m}^3 \cdot 165.76 \text{ m}^2 / \text{seg}^2 \cdot 806.4 \text{ m}^2 = 85.505 \text{ KNewtons}$$

$$F_{xw} = 8.7 \text{ toneladas}$$

Esta fuerza incide directamente por la proa del buque por lo que es compensada durante el trayecto por la fuerza de propulsión del buque.

Como se puede observar, la fuerza ejercida por un viento Longitudinal de 25 nudos, que es la mayor velocidad de viento esperada en el área de operaciones del Terminal Marino Pisco-Camisea no llega a 09 toneladas y durante la maniobra puede ser compensada por la fuerza de tracción disponible.

### MOMENTO DE GUIÑADA

De forma similar a la mostrada en los ejemplos que anteceden, el Práctico podrá calcular el momento de guiñada del buque producido por el viento utilizando la siguiente fórmula.

$$M_{yx} = 0.5 C_{xyw} \rho V^2 A_L L_{BP} \text{ Newton-metro}$$



## ESTUDIO DE MANIOBRAS DEL TERMINAL MARINO PISCO CAMISEA

Debe tenerse en cuenta que la fuerza lateral, la fuerza longitudinal y el momento de giro, tienen coeficientes que dependen de la forma del buque, del calado y de la escora, así como de la existencia de superestructuras como el puente el castillo de popa los mástiles, rampas, etc., y del ángulo de incidencia del viento.

Los coeficientes  $C_Y$ ,  $C_X$  y  $C_{XY}$  difieren en cada buque y son determinados mediante modelos a escala en túneles de viento. Cada buque debe contar abordo con la información correspondiente a los coeficientes de fuerza de viento, para todos los ángulos de incidencia de viento y para ciertas condiciones de carga.

Las fuerzas laterales producidas por el viento, son evidentemente las más grandes y las que tienen mayor importancia en los cálculos de la capacidad de tracción requerida y el coeficiente para viento lateral  $C_{Yw}$  varía entre 0.8 y 1.0. Con valores de 1.0 para el coeficiente  $C_{Yw}$ , de  $1.28 \text{ Kg/m}^3$  para la densidad del aire y calculando el resultado en Kg fuerza en lugar de Newtons, la fórmula para fuerzas laterales de viento puede ser simplificada a  $F_{Yw} = 0.065 V^2 A_L \text{ Kgf}$ .

Para mayor confiabilidad, un margen de seguridad de de 20 a 25% debe ser añadido a la formula descrita resultando la siguiente fórmula práctica para estimar la capacidad de tracción requerida para contrarrestar vientos laterales:

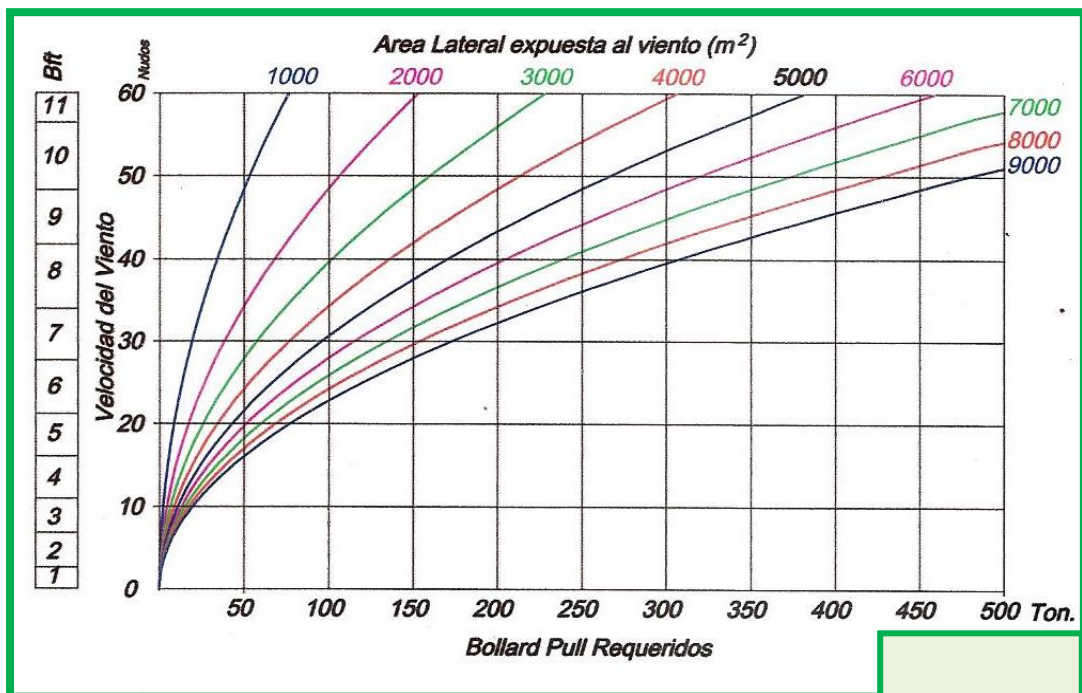
$$F_w = 0.08 V^2 A_L \text{ Kgf.}$$

El gráfico que se presenta a continuación, se basa en esta fórmula donde:

$$1 \text{ mt./seg} = 2 \text{ nudos.}$$

Habiéndose aplicado un factor de seguridad de 20% que se incluye, en la formula es en algunos casos más grande debido a que el coeficiente de fuerza natural del viento tiene valor 1.0, siendo frecuente el valor de 0.8

El grafico que se muestra es válido solamente para remolcadores que están jalando a un buque por el costado con una espía larga por lo que no se considera el efecto cuando producido por la corriente del remolcador incidiendo sobre el casco del buque.



## ESTUDIO DE MANIOBRAS DEL TERMINAL MARINO PISCO CAMISEA

El gráfico que se muestra en la página anterior, permite al práctico calcular directamente la velocidad del viento con la que el buque puede ingresar al Terminal, considerando el área lateral expuesta al viento y el total de bollard pull disponible. Para vientos que no inciden por el costado del buque, la fuerza requerida para compensar su efecto puede ser aproximada en función de la capacidad de tracción requerida para vientos que inciden por la cuadra.

En la práctica se puede observar que, cuando el ángulo de incidencia del viento está entre la cuadra y aproximadamente a 30 grados adelante o atrás de la cuadra la capacidad de tracción requerida es casi la misma que para vientos que inciden por la cuadra. En general el momento de giro es máximo cuando el viento incide por la amura o por la aleta a 45° de la línea de crujía, pero el efecto producido también depende de otros factores tales como, tipo de buque, condiciones de carga, inclinación longitudinal del buque y volumen de carga sobre cubierta, etc.

Debe tenerse en cuenta que los vientos no soplan constantemente con la misma fuerza, ya que las velocidades de viento fluctúan continuamente, por lo que la velocidad del viento no puede ser considerada como constante, sin embargo, la velocidad del viento, que puede experimentar aumento y disminución, debe ser registrada por un anemómetro apropiadamente instalado, en el área de operaciones y a 10 metros de altura sobre el nivel del mar, con un sistema de registro que permita almacenar en forma permanente los datos de viento, a fin de que el Terminal cuente con la mejor información para efectuar los cálculos que se requieren para dar seguridad a las maniobras.

Si se considera necesario, el factor de ráfagas puede ser aplicado tentativamente para encontrar la relación entre la velocidad del viento promedio y las máximas velocidades de ráfagas para cortos periodos de tiempo.

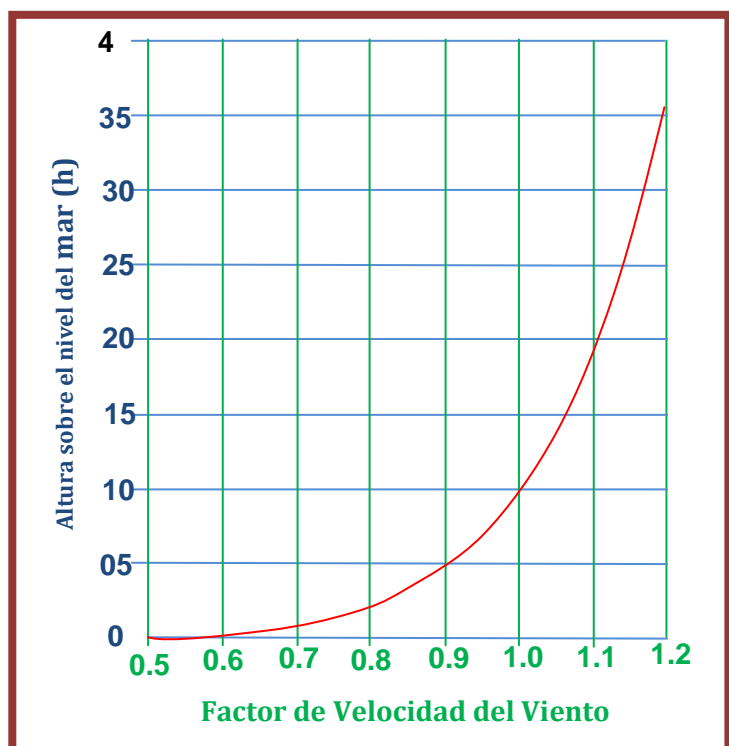
### ALTURA Y VELOCIDAD DEL VIENTO

La velocidad del viento también varía con la altura como se puede ver en la figura 6.11.1.4, que se basa en la relación matemática:

$$V_w = v_w (10/h)^{1/7}$$

En la relación matemática:  
 $V_w = v_w (10/h)^{1/7}$

$V_w$  = a Velocidad del viento a 10 metros de altura  
 $v_w$  = a Velocidad del viento a la altura h  
h = altura sobre la superficie del agua en metros.



## ESTUDIO DE MANIOBRAS DEL TERMINAL MARINO PISCO CAMISEA

Esta ecuación puede ser utilizada por los Prácticos y por el Loading Máster para calcular la fuerza del viento a alturas mayores de 10 metros, utilizando como base la velocidad del viento medida a 10 metros de altura a la que se le aplica el factor de corrección  $V_w (10/h)^{1/7}$ .

Por otra parte las lecturas de viento proporcionadas por el anemómetro instalado en el tope del mástil del buque deben utilizarse como una aproximación segura para la evaluación de la fuerza lateral producida por el viento y de la fuerza de tracción requerida. Los Prácticos deben tener en cuenta que el buque deriva por influencia del viento cuando la fuerza del viento actúa sobre su área expuesta al viento y no es compensada con un rumbo de compensación de deriva o por la acción de los remolcadores.

### 2.7.3.2 FUERZAS GENERADAS POR CORRIENTES

Las fuerzas generadas por corrientes que actúan sobre el buque pueden ser calculadas en forma similar a las fuerzas generadas por el viento para tal propósito se utilizan las formulas establecida por el OCIMF.

#### Fuerza lateral

$$F_{Yc} = 0.5 C_{Yc} \rho V^2 L_{BP} T \text{ Newton}$$

#### Fuerza longitudinal

$$F_{Xc} = 0.5 C_{Xc} \rho V^2 L_{BP} T \text{ Newton}$$

#### Momento de Giro

$$M_{XYc} = 0.5 C_{XYc} \rho V^2 L_{BP}^2 T \text{ Newton metros}$$

#### Donde:

$C_{Yc}$  = Coeficiente de fuerza corriente lateral

$C_{Xc}$  = Coeficiente de fuerza corriente longitudinal

$C_{XYc}$  = Coeficiente de momento de giro producido por corriente

$\rho$  = Densidad del agua en  $Kg/m^3$

$V$  = Velocidad de la corriente en m/seg.

$L_{BP}$  = Eslora entre perpendiculares en metros

$T$  = Calado

Los coeficientes  $C_{Yc}$ ,  $C_{Xc}$ , y  $C_{XYc}$  difieren en cada buque debido a las diferentes formas de obra viva del casco, mientras que el calado, la inclinación longitudinal y el ángulo de incidencia de la corriente son también afectados por la magnitud del espacio bajo la quilla, la cual tiene un fuerte efecto sobre los mencionados coeficientes, que son determinados usando modelos de escala en tanques de prueba para determinar la fuerza de tracción requerida para compensar fuerzas transversales producidas por una corriente perpendicular.

El coeficiente de fuerza lateral ( $C_Y$ ) para corrientes perpendiculares en aguas profundas es de aproximadamente 0.6. Este coeficiente, entre otros, ha sido proporcionado por OCIMF para buques tanque cargados.

Cuando el coeficiente  $C_{Yc}$  equivale a 0.6, teniendo en cuenta que la densidad del agua salada es 1.025 Kg/seg, se adiciona un 25% por pérdida de efectividad de remolcadores, obteniendo un resultado en Kg en lugar de Newtons.

## ESTUDIO DE MANIOBRAS DEL TERMINAL MARINO PISCO CAMISEA

A continuación se muestra la fórmula simplificada para calcular la fuerza de tracción aproximada que se requiere para compensar corrientes cruzadas en aguas profundas:

$$F_c = 40 V^2 L_{BP} T \text{ kgf}$$

Esta fórmula es válida solamente para aguas profundas cuando la profundidad es mayor de 6 veces el calado del buque. Después de salir del fondeadero, durante la fase de aproximación al Terminal Marino Pisco-Camisea, el buque navega en profundidades entre los 15 y los 16 metros.

Mientras el buque navega hacia el extremo Este del TMPC, la corriente actúa por proa y cuando cae a estribor para ponerse paralelo al frente de atraque de la plataforma, la corriente por lo general incide por babor, apartando al buque del terminal.

Normalmente los buques que arriban al TMPC, vienen en lastre, por lo que el calado del buque tipo será de aproximadamente 8 metros y el espacio bajo la quilla variará entre los 8 metros y los 7 metros durante el trayecto.

Siendo de 16 metros la profundidad promedio en el TMPC, el espacio bajo la quilla es en este caso, aproximadamente un 47% del calado del buque, siendo de 0.5 nudos (0.257 m/seg.) la mayor velocidad de corriente esperada.

En este caso, una aproximación de la fuerza de tracción requerida para compensar la corriente transversal es:

$$F_c \text{ (kgf)} = 135 V^2 L_{BP} T$$

Donde

$V$  = Velocidad de la corriente en m/seg.

En el algoritmo  $F_c \text{ (kgf)} = 135 V^2 L_{BP} T$ , que representa la fuerza de la corriente sobre el buque se tiene que:

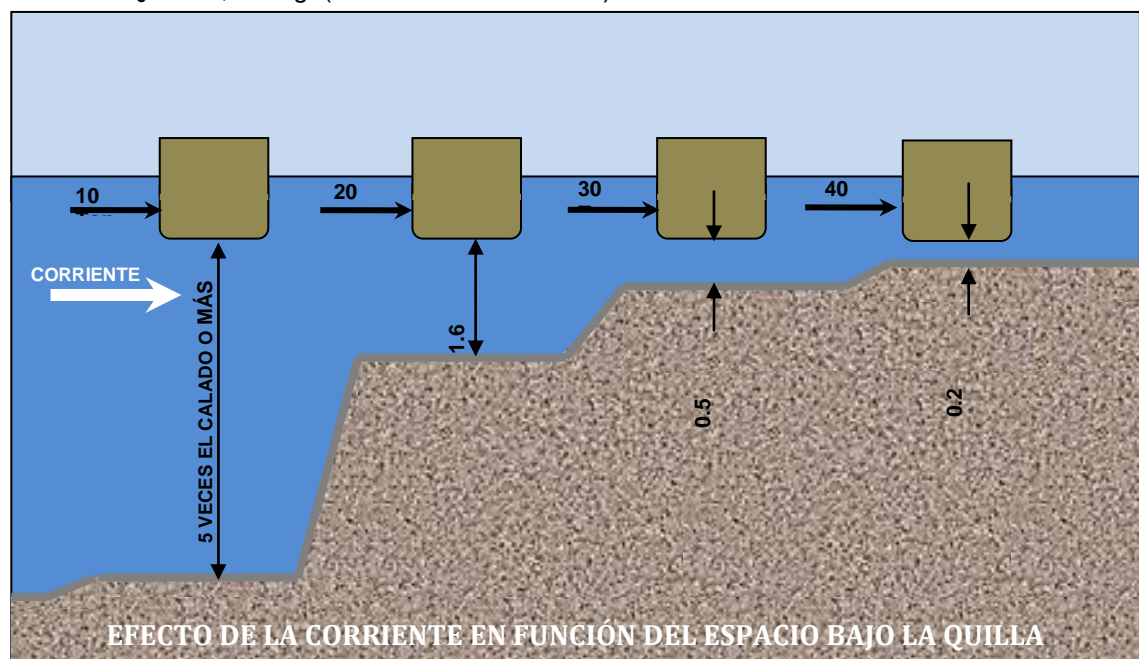
$V$  = Velocidad de la corriente en m/seg.

$L_{BP}$  = Eslora entre perpendiculares en metros

$T$  = Calado

$F_c = 135 * 0.066 \text{ m}^2/\text{seg}^2 * 220 \text{ m} * 8 \text{ m}$

$F_c = 15,681 \text{ kgf}$  (15.68 toneladas fuerza)



### ESTUDIO DE MANIOBRAS DEL TERMINAL MARINO PISCO CAMISEA

En la figura que antecede se muestra el efecto de reducir el espacio entre el casco del buque y el fondo del mar (underkeel clearance), con una corriente transversal. Empezando con una fuerza de 10 toneladas producida por una determinada velocidad de corriente, sobre la obra viva de un buque con un espacio bajo la quilla de 5 veces su calado o más, se observa que cuando este espacio disminuye, con la misma velocidad de corriente se produce un fuerte incremento de la fuerza generada por la corriente.

Asimismo, la velocidad de deriva disminuye cuando se reduce el espacio bajo la quilla. Debe tenerse en cuenta que el hecho de que se produzca una menor velocidad de deriva, no implica que se requiera una menor capacidad de tracción debido a que un buque derivando tiene que ser detenido y jalado a través del agua, considerando que parar un buque que está derivando y jalarlo a su posición original también requiere mayor fuerza en aguas poco profundas que en aguas profundas.

El siguiente gráfico, permite determinar la fuerza de tracción requerida para compensar la corriente transversal, en función del área lateral bajo el agua, la velocidad de la corriente, y la relación entre la profundidad y el calado del buque.

En el caso del Terminal Pisco Camisea, se ha dispuesto que el mínimo espacio permitido bajo la quilla del buque sea de 2.5 metros lo que permite un espacio suficiente para el paso de las corrientes sub-superficiales transversales, evitando que se produzcan tensiones excesivas por efecto de las corrientes submarinas.

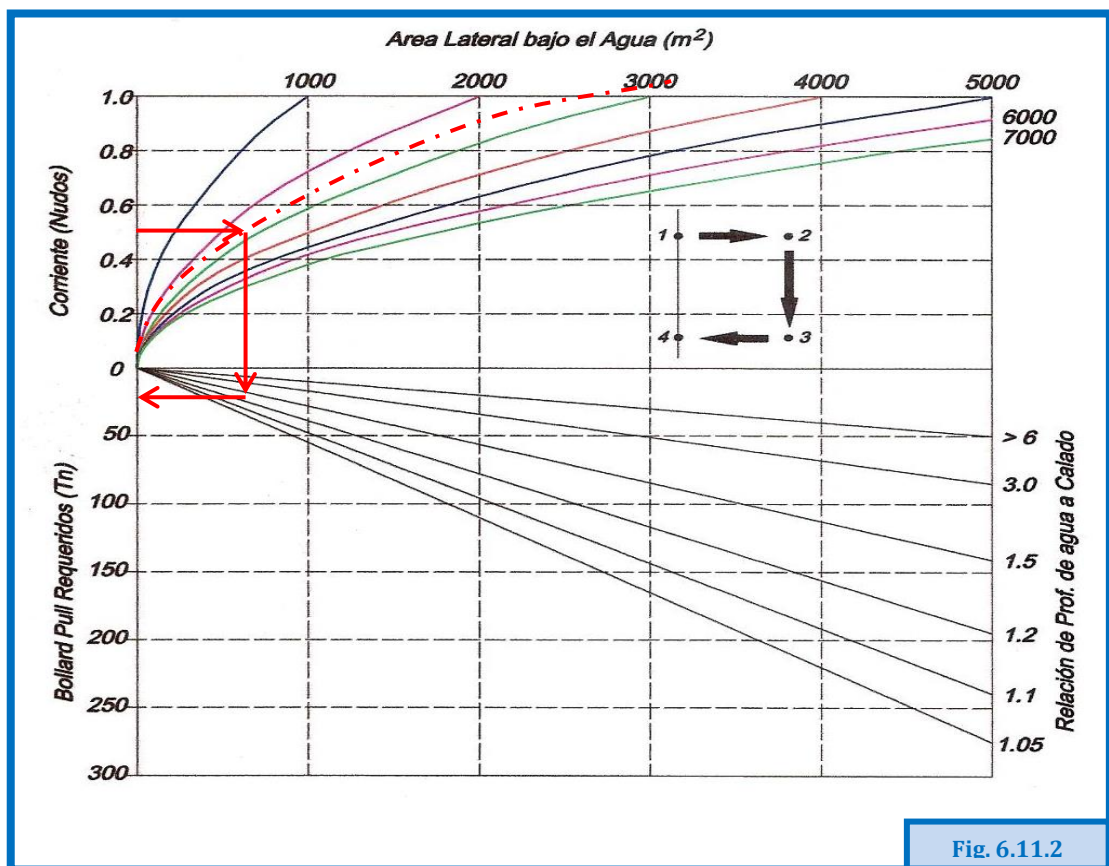


Fig. 6.11.2

En el caso de los buques tipo Panamax, que son los de mayor tamaño que arriban al Terminal Marino Pisco-Camisea, que tienen en promedio 220 metros de eslora entre perpendiculares, y con un calado máximo de 12.5 metros (Área longitudinal sumergida = 2,750m<sup>2</sup>, prof=1.28 veces el calado) y una corriente lateral de 0.5 nudos (0.257m/seg).

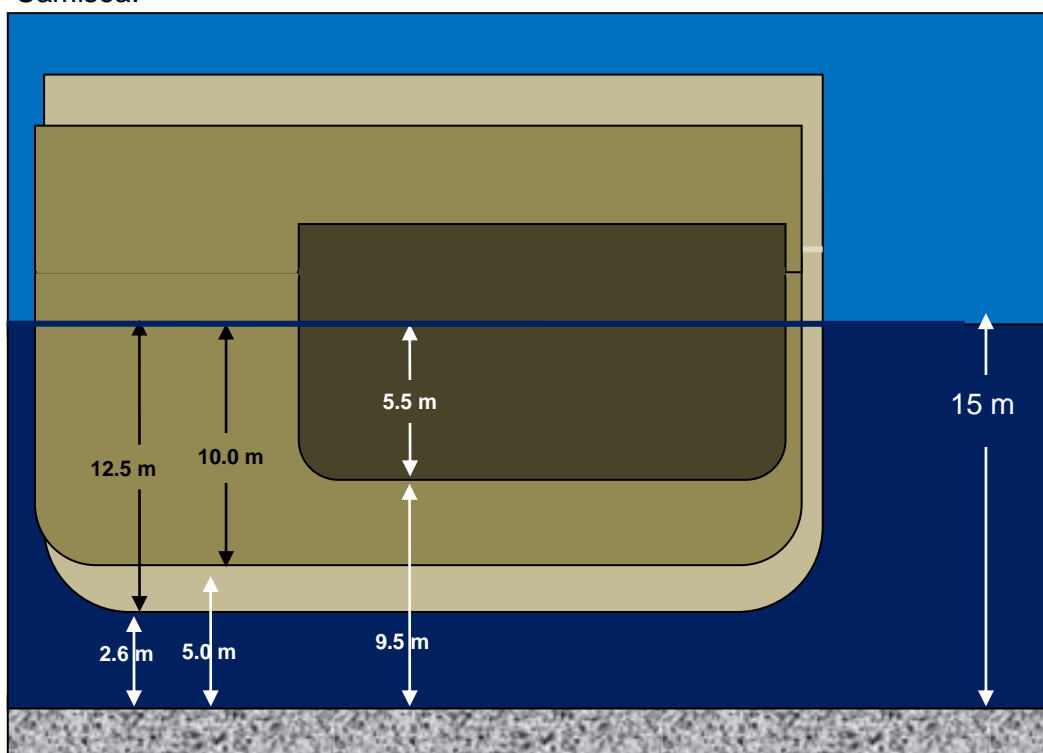


## ESTUDIO DE MANIOBRAS DEL TERMINAL MARINO PISCO CAMISEA

Utilizando el gráfico que antecede, la mínima fuerza efectiva requerida para controlar la deriva lateral del buque sería de 21 toneladas (25 toneladas de bollard pull). La cantidad de agua que se mueve con el buque cuando está derivando, conocida como “masa virtual del buque” aumenta cuando disminuye el espacio bajo la quilla siendo necesario una capacidad de tracción adicional para jalar o para parar el buque o para jalar de retorno una nave que deriva hacia aguas poco profundas.

Cuando el buque llega al área de maniobra frente a la posición de amarre, la profundidad es de 15 metros y la corriente normal, incide lateralmente por babor, por lo que su efecto se suma al efecto del viento, quedando un espacio bajo la quilla de aproximadamente 2.5 metros.

El siguiente gráfico muestra la proporcionalidad de espacio bajo la quilla en estado de máxima carga de los tres tipos de buques que arriban al terminal Marino Pisco-Camisea.



### Otros efectos de la baja profundidad

No solo las fuerzas de corriente se incrementan considerablemente cuando disminuye el espacio entre la embarcación y el fondo.

Cuando el espacio entre la quilla del buque y el fondo de un buque que está maniobrando es pequeño, también se producen otros efectos como un mayor diámetro de giro, una disminución en la efectividad de la pala del timón y un incremento en la distancia para detenerse.

El apoyo de remolcadores azimutales permite compensar estos efectos para maniobrar con seguridad una embarcación.

El espacio bajo la quilla también afecta considerablemente la duración del giro sobre el sitio del buque, debido a que las fuerzas transversales que hay que superar, tanto a proa como a popa de la parte central del buque se incrementan cuando disminuye el espacio bajo la quilla. Consecuentemente, la duración del giro del buque aumenta, a no ser que se use una mayor fuerza de tracción.

## ESTUDIO DE MANIOBRAS DEL TERMINAL MARINO PISCO CAMISEA

### 2.7.3.3 FUERZAS PRODUCIDAS POR LAS OLAS

Es difícil calcular de manera exacta las fuerzas producidas por el oleaje, en principio se asume que el calado de un buque es lo suficientemente largo para reflejar por completo las olas. Debido al periodo relativamente corto del oleaje en el Terminal Marino Pisco-Camisea, se asume que las olas causan movimientos en el buque.

En términos prácticos eso significa que estamos considerando que el área de maniobra del Terminal es un área marítima protegida parcialmente del viento y de las olas. En el área marítima de bahía Pisco, las olas significantes tienen una altura máxima de 2.5 metros y con una longitud de onda aproximada de 650 metros que aproximadamente son el triple de la eslora del buque.

Debido a que el casco de los buques no es plano sobre su largo total y su calado, la fuerza total causada por un corto periodo de olas, sobre el buque es aproximadamente:

$$F_{\text{wave}} = 0.35 \rho g L \zeta_a^2 \text{ Newton}$$

**Donde:**

$\rho$  = Densidad del agua en Kg / m<sup>3</sup>

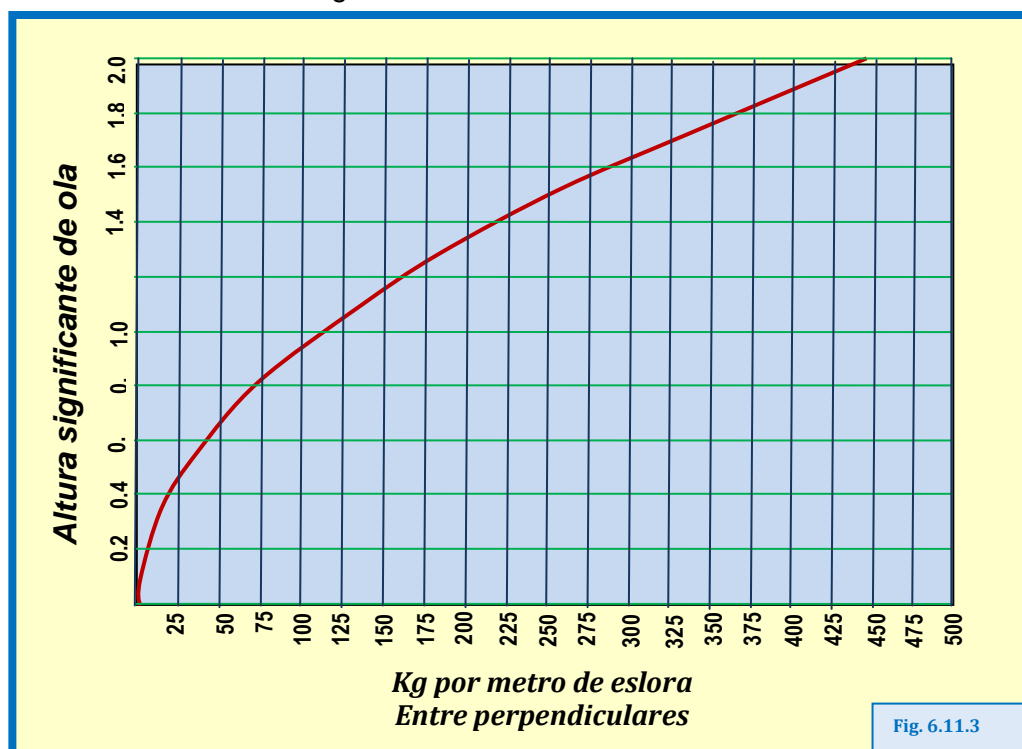
$g$  = Gravedad

$L$  = Largo de la línea de flotación o eslora entre perpendiculares

$\zeta_a^2$  = Amplitud de ola (0.5 H<sub>s</sub>)

El gráfico de la figura 6.11.3 , en la página siguiente, muestra la relación aproximada entre la altura de ola y la fuerza producida por el oleaje en cada metro de eslora del buque, cuando la dirección del oleaje es perpendicular al costado del casco del buque.

A la fuerza producida por el oleaje, se le agrega otra vez, un margen de seguridad de 25%, y se convierte a kilogramos en lugar de Newton, tomando la amplitud de ola como altura de ola significativa.



## ESTUDIO DE MANIOBRAS DEL TERMINAL MARINO PISCO CAMISEA

En el ejemplo que sigue se reemplaza el valor de (L) por 220 metros que es la eslora entre perpendiculares del buque y el valor de ( $H_s$ ) por la medida de la altura significativa de ola obteniendo la fuerza aproximada de tracción requerida para compensar el efecto de olas con una altura significativa de 1.5 metros sobre un buque de 220 metros de eslora.

$$F_{\text{wave}} = 112 L H_s^2 \text{ (Kgf)}$$

$$F_{\text{wave}} = 112 * 220 * (1.5\text{m})^2 \text{ Kgf}$$

$$F_{\text{wave}} = 36,960 \text{ Kgf} = 39.96 \text{ toneladas}$$

Sobre la base de esta fórmula, la capacidad de tracción requerida es representada en el gráfico, en el ejemplo el buque tiene una eslora entre perpendiculares de 220 metros, y el alto de ola estimado es de 1.5m por lo que bajando perpendicularmente a la escala horizontal desde la intersección de la línea horizontal de 1.5 metros de altura de ola, con la curva, se puede leer el factor Kg / metro correspondiente a altura de ola, por lo que la fuerza de las olas incidiendo por el costado de un buque de 220m de LPP será de:

$$F_{\text{wave}} = 250 * 220 = 55,000 \text{ Kgf}$$

Dependiendo de las condiciones ambientales en el Terminal, las fuerzas de ola son un factor importante a considerar, para determinar la capacidad de tracción requerida.

Debe tenerse en cuenta que los remolcadores de puerto que apoyan la maniobra pueden operar efectivamente solo hasta cierta altura máxima de ola, debido a que los movimientos de balance, guiñada y cabeceo que producen las olas les restan efectividad y en algunos momentos, como cuando parte de la hélice queda fuera del agua pierden casi por completo su capacidad de tracción, lo cual debe ser tomado en cuenta, por estar el terminal ubicado en una bahía semi-abierta y expuesta al oleaje que se origina en el Oeste, por lo que se considera el oleaje como un factor influyente en las maniobras de entrada y salida.

Como apéndice a esta Sección, se presenta un modelo de cálculo para determinar la fuerza de tracción de remolque, que se requiere para compensar los esfuerzos generados por factores ambientales sobre el buque, en los cuatro principales momentos de la maniobra de ingreso al TMPC.

### 2.7.4 DETERMINACION DE FUERZAS GENERADAS EN CADA MOMENTO DE LA MANIOBRA DE INGRESO DEL BUQUE QUE LLEGA CON MÁS FRECUENCIA.

De acuerdo a lo anteriormente expuesto, a continuación se presenta un gráfico que contiene el resultado de los cálculos para determinar la fuerza de tracción de remolque necesaria para asistir, en cada momento de la maniobra de entrada al TMPC, de un buque, de 183 metros de eslora, en condiciones de lastre, que es el tipo de buque, que arriba con mayor frecuencia a este terminal.

En estos cálculos, efectuados de acuerdo al modelo que se presenta en el Art. 2.7.6, se tienen en cuenta los efectos de las fuerzas ambientales durante los cuatro momentos principales de la maniobra, según la dirección con la que inciden dichos factores sobre el buque, en dichos momentos, lo cual determina la magnitud de las fuerzas de tracción de los remolcadores que apoyan la maniobra.

## ESTUDIO DE MANIOBRAS DEL TERMINAL MARINO PISCO CAMISEA

Los cálculos están referidos al periodo comprendido entre la salida del fondeadero hasta que la banda de babor del buque hace contacto con el frente de atraque del TMPC, y comprende los siguientes cuatro momentos de la maniobra:

- Salida del fondeadero (Fase aproximación)
- Aproximación en Rv 180° (Fase aproximación)
- Aproximación con proa al TMPC ( fase de giro a Estribor)
- Acercamiento lateral al frente de atraque del TMPC

Las fuerzas ambientales consideradas para el cálculo son las condiciones adversas límite que se presentan con en el área de operaciones del TMPC, se indican a continuación:

- Viento del Sur-Suroeste con velocidad de 24 nudos
- Corriente del Sur con velocidad de 0.5 nudos
- Olas de 1.2 metros con dirección 100°

La posición de los remolcadores se coloca en los gráficos ilustrativos como referencia, debiendo el Práctico determinar la posición más conveniente para la utilización de los remolcadores, considerando que los movimientos de balance y de guiñada del buque en condiciones adversas que hacen peligroso el contacto de la proa del remolcador con el casco del buque.

Para el cálculo esfuerzos, las componentes vectoriales de los factores ambientales se refieren a un sistema cartesiano en el que el eje de las abscisas (X) coincide con la línea de crujía del buque, mientras que el eje de las ordenadas (Y) es perpendicular a la línea de crujía en el centro del buque.

En el cálculo se considera que para compensar los efectos de las fuerzas exteriores, los remolcadores azimutales actúan por el costado del buque, produciendo esfuerzos perpendiculares a la línea de crujía (eje Y), mientras que la propulsión del buque actúa en la línea de crujía el (eje X).

En los cálculos efectuados, se aplican las relaciones matemáticas establecidas por el API, y la OCIMF las cuales se describen en el modelo del numeral 2.7.6, para determinar el esfuerzo que genera en el buque cada uno de los tres factores ambientales considerados ( viento , corriente y olas), los cuales deben ser compensados con la fuerza de tracción de los remolcadores.

Los esfuerzos que se generan en el eje transversal son compensadas por los remolcadores, mientras que las fuerzas en el eje longitudinal son compensadas por la propulsión del buque que tiene mayor potencia que los dos remolcadores juntos. Cabe aclarar, que las fuerzas transversales requeridas, cuando tienen sentido de babor a estribor se consideran positivas, mientras que cuando tienen sentido de estribor a babor se consideran negativas.

### DIRECCIONES DE FACTORES AMBIENTALES

- **Corriente (c) : Hacia el Norte (00°) = .**
- **Viento (w): Del Sur-Suroeste ( al 022.5°) = .**
- **F<sub>YWAVE</sub> = (wave): de Oeste a Este ( al 090°)**

A continuación se presenta un gráfico explicativo con el resultado de los de los cálculos efectuados de acuerdo al modelo del Art 2.7.6, para determinar la magnitud de la fuerza de tracción requerida para compensar esfuerzos generados por factores ambientales en los cuatro momentos principales de la maniobra de ingreso al TMPC, en condiciones extremas de estado de mar, del buque que arriba con más frecuencia,

**ESTUDIO DE MANIOBRAS DEL TERMINAL MARINO PISCO CAMISEA**

**DEL FONDEADERO A LA RUTA DE APROXIMACIÓN**

$F_{YC} = -1.4 \text{ ton.}$

$F_{YW} = -27.2 \text{ ton.}$

$F_{YWAVE} = -22.7 \text{ ton s}$

**Fza efectiva generada = - 51 ton**  
**Fza de remolque nominal (1.5 BP) = 76.5 ton**

**BUQUE EN RUTA DE APROXIMACIÓN**

$F_{YC} = 0.0 \text{ ton.}$

$F_{YW} = -15.4 \text{ ton.}$

$F_{YWAVE} = -22.4 \text{ ton ns}$

**Fza efectiva generada = - 37.8 ton**  
**Fza de remolque nominal (1.5 BP) = 56.7 ton**

**PROA AL TERMINAL MARINO PISCO CAMISEA**

$F_{YC} = +5.7 \text{ ton.}$

$F_{YW} = 0.0 \text{ ton.}$

$F_{YWAVE} = -17.4 \text{ ton}$

**Fza efectiva generada = - 23.1 ton**  
**Fza de remolque nominal (1.5 BP) = 34.7 ton**

**ACERCAMIENTO LATERAL AL FRENTE DE ATRAQUE**

$F_{YC} = +1.4 \text{ ton.}$

$F_{YW} = +20.6 \text{ ton.}$

$F_{YWAVE} = -0.0 \text{ ton}$

**Fza efectiva generada = - 22 ton**  
**Fza de remolque nominal (1.5 BP) =**

Por lo expuesto al fuerza de remolque necesaria para apoyar las maniobras de entrada de un buque de 183 m de eslora al Terminal Marino Pisco Camisea es no menor de 70 Toneladas, con dos remolcadores de no menos de 35 ton cada uno.



## ESTUDIO DE MANIOBRAS DEL TERMINAL MARINO PISCO CAMISEA

### 2.7.5 VARIACIÓN DE LOS FACTORES AMBIENTALES

Como se muestra en los cuadros de la página anterior, durante la fase de aproximación al frente de atraque, el buque maniobra con su máquina y timón, requiriéndose el apoyo de remolcadores, después de que el buque para máquinas para reducir velocidad, a fin de compensar la falta de gobernabilidad en el buque generada por la insuficiente presión de agua sobre la pala del timón, haciendo girar al buque a estribor con el fin de que llegue a una posición, paralela al frente de atraque, con la proa hacia el mar y a una distancia no menor de una manga de este.

Por lo general, el viento del Sur incide popa el costado de babor del buque apartándolo del muelle, mientras que la corriente que tiene dirección variable, pero predominantemente Norte, en muchas ocasiones actúa también por la banda de babor del buque, sumándose a la fuerza de la corriente; en tales condiciones, ambos remolcadores empujan al buque para acercarlo al frente de atraque,

En la maniobra de salida, generalmente la fuerza del viento y la corriente apartan al buque del frente de atraque y cuando este se encuentra a una distancia conveniente la nave comienza a propulsar para dirigirse a mar abierto, al inicio de la maniobra de salida, los remolcadores intervienen manteniendo al buque pegado a muelle, mientras se largan espías.

Cuando la corriente incide por la banda de estribor del buque y hay poco viento, los remolcadores intervienen en la maniobra de salida jalando por proa y popa para apartar al buque del muelle cobrando espías hasta que la nave se encuentra a una distancia segura del muelle y comienza a propulsar.

La mayor fuerza de remolque, normalmente se requiere en la maniobra de ingreso, cuando el buque se encuentra detenido frente a la plataforma del TMPC, para acercarlo al frente de atraque, porque en este momento por lo general, el viento y la corriente tienen la misma dirección de Sur a Norte.

Como modelo, en el Art. 2.7.6, se presenta el cálculo de la potencia de remolque requerida para apoyar a la maniobra de ingreso de la nave de mayor tamaño en condición de lastre, con tiempo normal, y luego se presenta una tabla de resultados con la fuerzas generadas por factores ambientales sobre el buque tipo, calculados con el mismo procedimiento, para los buques más grande, más frecuente y más pequeño, en condiciones de tiempo; extremo, normal y calmo.

#### 2.7.5.1 DESCRIPCIÓN DE ESTADOS DE TIEMPO CALMO NORMAL Y EXTREMO

A continuación se muestran los factores ambientales correspondientes a condiciones de tiempo, calmo, normal y extremo en la bahía de Pisco, obtenidos del Estudio hidro-oceanográfico aprobado.

<b>FACTORES AMBIENTALES PARA MANIOBRA CONDICIÓN DE CALMA</b>		
<b>VIENTO del SE</b>	<b>CORRIENTE al NW</b>	<b>OLAS al 090°</b>
de 0.0 a 6.0 Nudos	De 0.0 a 0.02 Nudos	0.0 a 0.30 metros

<b>FACTORES AMBIENTALES PARA MANIOBRA CONDICIÓN NORMAL</b>		
<b>VIENTO del SE</b>	<b>CORRIENTE al NW</b>	<b>OLAS al 090°</b>
de 6.1 a 18.0 Nudos	De 0.03 a 0.35 Nudos	0.31 a 0.70 metros

<b>FACTORES AMBIENTALES DE MANIOBRA CONDICIÓN EXTREMA</b>			
<b>DIA/NOCHE</b>	<b>VIENTO del SE</b>	<b>CORRIENTE al NW</b>	<b>OLAS al 090°</b>
De día	de 18.1 a 25.0 n.	De 0.36 a 0.5 n.	0.71 a 1.20 m.
De noche	de 18.1 a 20.0 n.	De 0.36 a 0.5 n.	0.71 a 1.00 m.

## ESTUDIO DE MANIOBRAS DEL TERMINAL MARINO PISCO CAMISEA

### 2.7.5.2 EL BUQUE TIPO PARA EL MODELO DE CÁLCULO

El buque tipo utilizado para el cálculo modelo es el de mayor porte que ha arribado al TMPC, el cual tiene un desplazamiento a máxima carga de 90.486 ton, al que corresponde un calado en lastre de 7.3 m. no obstante, el calado máximo permitido por el terminal es de 12.5 metros, con el cual su desplazamiento es de 76,890 ton, y su calado mínimo en lastre es de 7.30 metros.

Los buques arriban en condición de lastre para embarcar carga, deben tener la hélice y la pala del timón completamente sumergidas.

444

Como modelo se presenta a continuación el cálculo de las fuerzas generadas por factores ambientales normales, sobre un buque de 229 m de eslora, en la maniobra de aproximación al frente de atraque, descargado y con lastre, para poden embarcar carga líquida durante su permanencia en el TMPC. y en el numeral 2.7.9 se presentan las tablas de resultados de los cálculos para obtener la fuerza de tracción requerida para los cuatro buques tipo cargado y en lastre, para condiciones de calma, normal y adversa.

### 2.7.6 MODELO DE CALCULO DE FUERZAS AMBIENTALES SOBRE EL BUQUE TIPO EN LA APROXIMACIÓN CON CONDICIONES NORMALES DE TIEMPO.

#### DATOS DEL BUQUE

Eslora total:	229 metros
Eslora entre perpendiculares:	219 metros
Manga:	32.25 metros
Puntal:	20.65 metros
Calado en lastre:	7.3 metros
Franco bordo en lastre:	13.35 metros
Altura de castillo popa sobre cubierta:	16 metros
Longitud de castillo popa:	18.5 metros
Frente castillo popa:	28 metros
Área lateral castillo de proa:	75 m <sup>2</sup>

#### DATOS DEL MEDIO AMBIENTE

Velocidad del Viento:	17.9 nudos =	9.213527778 m/s
Áng. viento respecto a crujía:	45 grados	
Corriente:	0.19 nudos =	0.097797222 m/s
Dirección de Corriente:	45 grados	
Altura de Ola:	0.6 metros	
Dirección de Ola:	105 grados	
Profundidad marina:	15 metros	

### CÁLCULO DE FUERZAS PRODUCIDAS POR LAS FUERZAS AMBIENTALES

#### FUERZA DE VIENTO

Fuerza Longitudinal:	$F_{xw}=0,5C_{xw}(\rho)V^2$ AT Newton (Ecuación 11.1)
Fuerza Lateral:	$F_{yw}=0,5C_{yw}(\rho)V^2$ AL Newton (Ecuación 11.2)
Momento de Giro:	$M_{xyw}=0,5C_{xyw}(\rho)V^2$ AL LBP Newton (Ecuación 11.3)

#### Donde:

$C_{xw}$  = Coeficiente de fuerza de viento longitudinal

$C_{yw}$  = Coeficiente de fuerza de viento transversal

$C_{xyw}$  = Coeficiente de momento de guiñada

$\rho$  = densidad del aire = 1.28 Kg/m<sup>3</sup>

$V$  = velocidad del viento en m/s

AL = Área del costado del buque expuesta al viento en m<sup>2</sup>

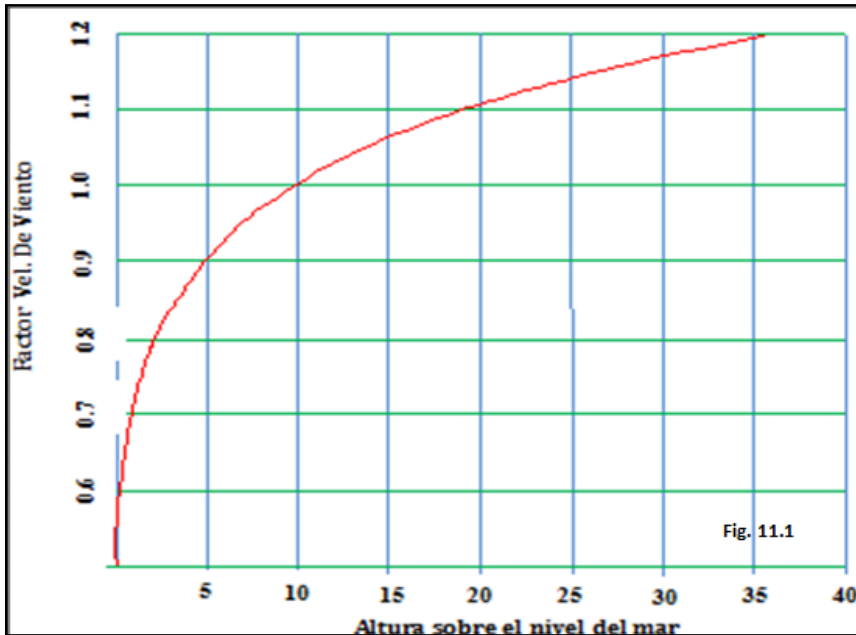
AT = Área de sección transversal del buque expuesta al viento en m<sup>3</sup>.

LBP = Longitud entre perpendiculares en m

**ESTUDIO DE MANIOBRAS DEL TERMINAL MARINO PISCO CAMISEA**

**Relación entre la altura y Velocidad del Viento:**

La velocidad del viento también varía con la altura como se puede ver en la figura 11.1 que se basa en la siguiente relación matemática:



$V_w = V_{10} (10/h)^{-1/7}$  (Ecuación 11.4)

Donde:

$V_w$  = V. del viento a la altura h  
 $V_{10}$  = V. del viento a con h=10 m.  
 h = altura sobre el agua

**Fuerza total del Viento**

Cuando el viento incide sobre el buque con un ángulo  $\phi$  respecto a la línea de crujía, la fuerza que produce sobre el buque se calcula por la siguiente fórmula:

$F\phi = F_x(2\cos^2\phi)/(1+\cos^2\phi) + F_y(2\sin^2\phi)/(1+\sin^2\phi)$  Ecuación 11.5

**FUERZA DE OLA**

La fuerza de ola se calcula por la siguiente ecuación:

**$F_{wave} = 0.35 \rho g L \zeta a^2$  Newton** (Ecuación 11.12)

Donde:

- $\rho$  = Densidad del agua
- $g$  = Aceleración de la gravedad
- $L$  = Largo de la línea de flotación o eslora entre perpendiculares
- $\zeta a$  = Amplitud de ola = 0,5 x Altura de ola

Reemplazando valores de manga y eslora entre perpendiculares en la ecuación 11.12

$F_{ywave} = 69.36614213 \text{ KN} = 7.0709625 \text{ Ton}$   
 $F_{xwave} = 10.21487709 \text{ KN} = 1.041271875 \text{ Ton}$

Cuando el buque tiene  $R_v = 180^\circ$ , el oleaje con dirección  $105^\circ$  incidir por proa estribor con un ángulo de  $75^\circ$  respecto de la línea de crujía, por lo que la fuerza de ola ( $F\phi$ ) será: utilizando la, la fuerza de ola será:

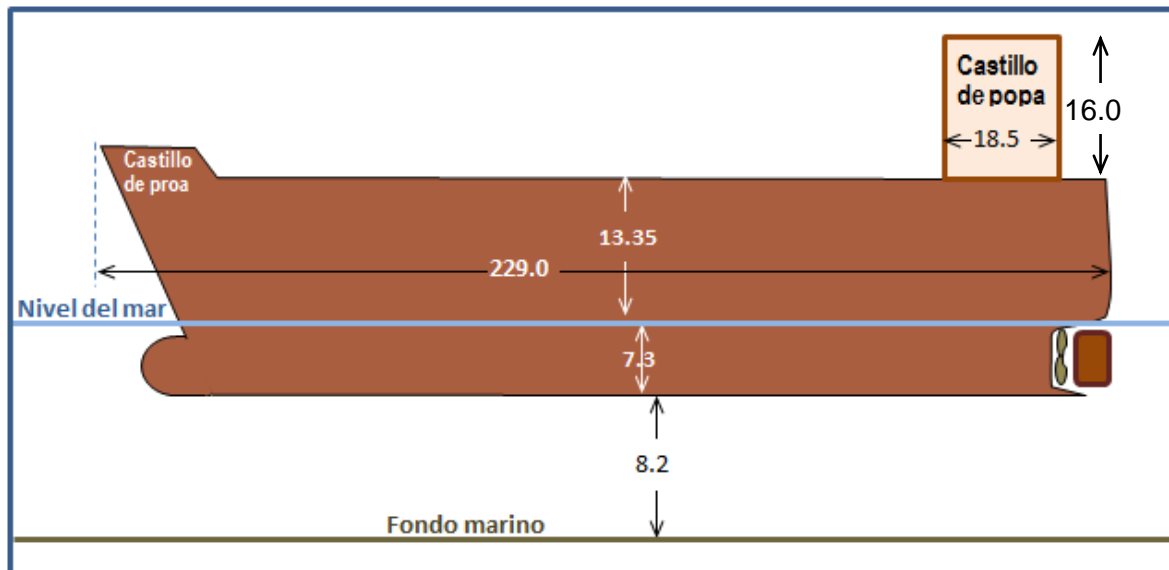
$F\phi = F_x(2\cos^2\phi)/(1+\cos^2\phi) + F_y(2\sin^2\phi)/(1+\sin^2\phi)$  ecuación 11.5

$F_{wave} = F\phi = 6.956668572 \text{ Ton}$

## ESTUDIO DE MANIOBRAS DEL TERMINAL MARINO PISCO CAMISEA

### FUERZAS SOBRE EL BUQUE EN CONDICIÓN DE LASTRE

Las fuerzas sobre el buque dependen de sus dimensiones y de su condición de carga que determina el calado, en este cálculo el buque más grande se aproxima en condición de lastre por lo que sus dimensiones son las que se muestran en el siguiente gráfico:.



#### Fuerza de Viento por el Costado

Los principales factores que determinan la fuerza producida por el viento son el área del buque expuesta al viento y la velocidad del viento por lo que se calcula primeramente el área del buque expuesta al viento sumando el área lateral del casco sobre la línea de flotación l el área del castillo de proa y el área del castillo de popa, resultando un área lateral ( $A_L$ ) de:  $A_L = 3166.329672 \text{ m}^2$

#### Fuerza lateral del viento

Se calcula la fuerza lateral del viento sobre el buque ( $F_{YV}$ ) con la ecuación 11.2

$$F_{YV} = 0,5 C_{yw} (\rho) V^2 A_L = 0.5 \times 1 \times 1.28 \times V^2 \times A_L$$

$$F_{YV} = 172.0235888 \text{ KN}$$

$$F_{YV} = 17.53553403 \text{ Tn}$$

#### Fuerza de Viento por Proa

Al igual que para la fza, por el costado, para calcular la fza. del viento por proa se calcula primeramente el área de corte transversal del buque sobre la línea de flotación ( $A_T$ )

$$A_T = 1024.438773 \text{ m}^2$$

Según la ecuación 11.1

$$F_{XV} = 0,5 C_x w(\rho) V^2 A_T = 0.5 \times 1 \times 1.28 \times V^2 \times A_T$$

$$F_{XV} = 55.65675482 \text{ KN}$$

$$F_{XV} = 5.67347144 \text{ Tn}$$

#### Fuerza total del viento

El viento del SE incide sobre el buque que se aproxima, con RV  $180^\circ$ , con un ángulo ( $\phi$ ) de  $45^\circ$  respecto al plano de crujía, por lo que usando la Ecuación 11.5 se tiene:

$$F_\phi = F_x(2\text{Cos}2\phi)/(1+\text{Cos}2\phi) + F_y(2\text{Sen}2\phi)/(1+\text{Sen}2\phi)$$

$$F_\phi = 15.47267031 \text{ Tn}$$

#### Componentes de la Fuerza de Viento

$$F_{YV} = -F_\phi \text{ Sen } 45 = -10.9408301 \text{ Tn}$$

$$F_{XV} = -F_\phi \text{ Cos } 45 = -10.9408301 \text{ Tn}$$

**ESTUDIO DE MANIOBRAS DEL TERMINAL MARINO PISCO CAMISEA**

**Fuerzas producidas por la Corriente**

Cuando el espacio entre la quilla y el fondo marino es mayor a 6 veces el calado, la fuerza de corriente se calcula por las siguientes ecuaciones:

Fuerza Lateral:  $=F_{yc}=0,5C_{yc}(\rho)V^2LBP$  T Newton Ecuación 11.6

Fuerza Longitudinal:  $=F_{xc}=0,5C_{xc}(\rho)V^2L$  T Newton Ecuación 11.7

Momento de Giro:  $=M_{xyc}=0,5C_{xyc}(\rho)V^2LBP$  T Newton Ecuación 11.8

**Donde:**

C<sub>xw</sub> = Coeficiente de fuerza de corriente lateral

C<sub>yw</sub> = Coeficiente de fuerza de corriente longitudinal

C<sub>xw</sub> = Coeficiente de momento de giro producido por corriente

ρ = densidad del agua = 1025 Kg/m<sup>3</sup>

V = velocidad de la corriente en m/s

LBP = Eslora entre perpendiculares en metros

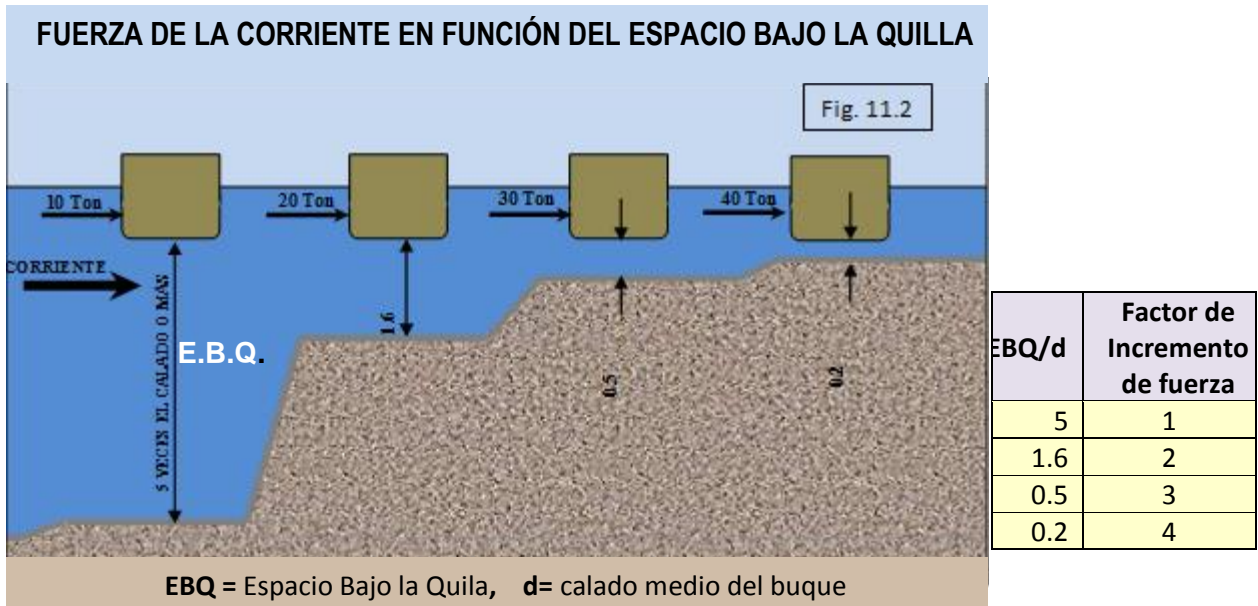
L = Manga

T = Calado

La profundidad mínima en la ruta, desde el fondeadero hasta el frente de atraque de la plataforma del TMPC es de 15 metros, por lo que el espacio bajo la quilla es con el buque en lastre es de 2.5 m es por eso que las ecuaciones 11.6, 11.7 y 11.8 no pueden aplicarse al presente caso cuando el buque se encuentra dirige hacia la plataforma.

**Efecto de aguas poco profundas:**

Empezando con una fuerza de 10 toneladas producida por una determinada velocidad de la corriente, sobre la obra viva de un buque con un espacio bajo la quilla (EBQ) de 5 veces su calado o más, se observa que cuando EBQ disminuye, con la misma velocidad de corriente se produce un fuerte incremento de la fuerza generada por la corriente.



El incremento de la fuerza debido a la corriente según el gráfico puede estimarse por una función obtenida por cálculo de regresión logarítmica a partir de los valores experimentales publicados por el OCIMF

El cociente EBQ/d, es un factor que incrementa la fuerza que produce la corriente sobre el buque en forma inversamente proporcional a este cociente, por tal motivo, la fuerza producida por una corriente sobre la obra viva del buque en aguas profundas, es menor que la fuerza ejercida por la misma corriente en aguas poco profundas.



## ESTUDIO DE MANIOBRAS DEL TERMINAL MARINO PISCO CAMISEA

A partir del cociente **EBQ/d** , que se explica en la página anterior, y utilizando el ya mencionado análisis de regresión logarítmica, se obtiene el valor del incremento de la fuerza lateral de la corriente, utilizando el siguiente algoritmo:

$$\Delta F = A + B \ln (X) \quad (\text{Ecuación 11.9})$$

Donde:

$$A = 2.44858$$

$$B = -0.9214$$

El valor de la variable "X" se calcula como:

$$X = (\text{Profundidad} - \text{calado}) / \text{Calado}$$

$$X = \text{EBQ} / d$$

Para aguas poco profundas conviene tomar las fórmulas simplificadas desarrolladas por el Cap. Henk Hensen (Rotherdam Nautical Institute), como se indica a continuación:

$$\text{Fuerza lateral por corriente} : F_{yc} = 32 V^2 \text{ LBT (kgf)} \quad \text{Ecuación 11.10}$$

$$\text{Fuerza longitudinal por corriente: } F_{xc} = 32 V^2 B d \text{ (kgf)} \quad \text{Ecuación 11.11}$$

Donde:

V = Velocidad de la corriente en m/s

LBT = Eslora entre Perpendiculares en m

B = Manga

d = Calado en m

### Fuerza Lateral por Corriente

$$F_{YC} = 489.294115 \text{ Kgf}$$

$$F_{YC} = 0.489294115 \text{ Tn}$$

Fuerza Longitudinal por Corriente

$$F_{XC} = 2.05358543 \text{ Kgf}$$

$$F_{XC} = 0.072053585 \text{ Tn}$$

Como el buque ingresa para cargar en condición de lastre, y la profundidad en el trayecto es de 15m. el valor de "X", para aplicar las mencionadas fórmulas de regresión logarítmica será:

$$X = (15 - 7.3) / 7.3 = 1.054794521$$

Por lo Tanto, el factor de incremento de corriente es:

$$\Delta F = A + B \ln (X) = 2.399429511$$

Luego la Fuerza Lateral Real producida por la Corriente será:

$$F_{YCR} = 0.837832389 \times 2.399429511 = 1.174026739 \text{ Ton}$$

Fuerza Longitudinal Real producida por la Corriente será:

$$F_{XCR} = 0.123379427 \times 2.399429511 = 0.172887499 \text{ Ton}$$

El ángulo del plano de crujía del buque respecto a la dirección de la corriente es de 45°, cuando el buque tiene rumbo 180°, por lo que la corriente se calcula por la ecuación 11.5 a partir de sus componentes longitudinal ( $F_{xc} = -F_c \cos 45 = -0.634941461 \text{ Ton}$ ) y su componente lateral, ( $F_{yc} = -F_c \sin 45 = -0.634941461 \text{ Ton}$ ), por lo que :

$$F_c = 0.897942825 \text{ Ton}$$

## ESTUDIO DE MANIOBRAS DEL TERMINAL MARINO PISCO CAMISEA

### Fuerza producida por el oleaje

Como la fuerza producida por una sobre el buque depende principalmente de la eslora entre perpendiculares del buque y de la altura de ola, poro no del calado y por lo tanto las componentes no varían con el calado

$$F_{XWAVE} = 1.800518317 \text{ Ton}$$

$$F_{YWAVE} = 6.719625839 \text{ Ton}$$

Si actúan las fuerzas de viento, corriente y ola simultáneamente, se tiene que:

$$\Sigma F_x = -9.775253244 \text{ Tn}$$

$$\Sigma F_y = -4.856145722 \text{ Tn}$$

La fuerza suma vectorial de las 3 fuerzas ambientales actuando simultáneamente es: es:  $F_{total} = 10.91502301 \text{ Ton}$

Asimismo la suma vectorial de factores ambientales determina que la el ángulo ( $\Phi$ ), que forma el vector resultante de las fuerzas ambientales con el plano de crujía del buque es:

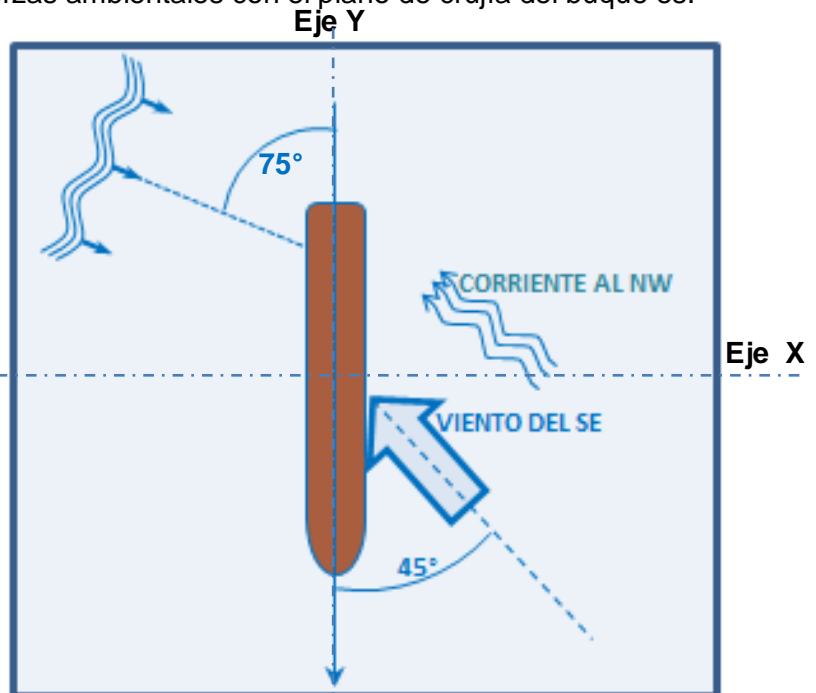
$$\Phi = 26.41724568^\circ$$

Si actúan solamente las fuerzas del viento y de la corriente, se tiene que:

$$\Sigma F_x = -11.57577156 \text{ Ton}$$

$$\Sigma F_y = -11.57577156 \text{ Ton}$$

Como se puede observar cuando no actúa la fuerza del oleaje, la fuerza total resultante de los actores ambientales sobre el buque, es en este caso, mayor, debido a que la componente lateral de la fuerza producida por el oleaje tiene sentido opuesto a las componentes de los vectores de laterales del viento y de la corriente.



### fuerzas ambientales actuando simultáneamente

Cuando las fuerzas de viento, corriente y ola actúan simultáneamente sobre el buque, se tiene que:

$$\Sigma F_x = -9.775253244 \text{ Tn}$$

$$\Sigma F_y = -4.856145722 \text{ Tn}$$

La fuerza total de las 3 fuerzas ambientales actuando simultáneamente es:

$$\mathbf{F_{total} = 10.91502301 \text{ Ton,}}$$

Dirección =  $26.4172457^\circ$  respecto a la línea de crujía.

Si actúan sólo las fuerzas de viento y corriente simultáneamente, se tiene que:

$$\Sigma F_x = -11.57577156 \text{ Tn}$$

$$\Sigma F_y = -11.57577156 \text{ Tn}$$

Por lo tanto, la fuerza total será:

$$\mathbf{F_{total} = 16.37061314 \text{ Ton}}$$
 (vector con  $45^\circ$  respecto al plano de crujía).

## ESTUDIO DE MANIOBRAS DEL TERMINAL MARINO PISCO CAMISEA

### COMPARACIÓN DE FUERZAS TOTALES CON OLEAJE Y SIN OLEAJE.

Se observa en los resultados de los cálculos efectuados, que la resultante de las fuerzas ambientales es mayor cuando la fuerza de ola no actúa, lo cual se debe a que la componente lateral del vector de la fuerza de ola, tiene sentido contrario a las componentes laterales de los vectores de fuerza del viento y de la corriente.

Sin embargo en la práctica, esta diferencia no constituye ventaja, porque los movimientos de cabeceo, balance y guiñada producidos por un fuerte oleaje, en forma diferente tanto en el buque como en los remolcadores, dificultan el trabajo de los remolcadores, reduciendo su eficiencia a menos del 60%.

### 2.7.7 CALCULOS PARA DEFINIR LA POTENCIA Y NUMERO DE REMOLCADORES QUE SE REQUIEREN PARA APOYAR LAS MANIOBRAS DE ENTRADA Y DE SALIDA DEL BUQUE DE MAYOR PORTE CON TIEMPO CALMO NORMAL Y EXTREMO.

Utilizando el mismo procedimiento que se detalla en el numeral 2.7.6, se han efectuado los cálculos para determinar la potencia de remolque que se requiere para apoyar a las maniobras de ingreso y de salida del buque tipo de mayor tamaño que arriba a las instalaciones del TMPC, considerando para el cálculo, las condiciones ambientales de calma, normal y extrema, diferenciando en esta última condición la condición extrema de día que es la de mayor esfuerzo y la condición extrema de noche que en la que por seguridad los límites de los factores ambientales son menores.

Asimismo para los cálculos efectuados se ha considerado que el buque ingresa al TMPC en condición de lastre para embarcar carga y zarpa en condición de cargado después de haber embarcado carga, y que al inicio de la maniobra de salida el buque tiene la proa orientada en dirección 270° para apartarse del muelle y dirigirse a mar abierto con su propia propulsión. A continuación se presenta la tabla resumen de resultados de los cálculos efectuados y se incluye como anexo las planillas de cálculo correspondientes.

**FUERZA DE TRACCIÓN REQUERIDA DURANTE LAS MANIOBRAS DEL BUQUE DE MAYOR TAMAÑO EN EL TMPC**

MANIOBRA	CONDICIÓN AMBIENTAL			
	Calma	Normal	Extrema Día	Extrema Noche
EN LASTRE, GIRANDO DE 180° A 270°	1.75 Ton.	23.50 Ton	49.41 Ton	32.43 Ton
CARGADO, CON PROA AL 270°	1.44 Ton.	15.04 Ton.	37.14 Ton.	25.53 Ton.
CALADO MEDIO BUQUE AMARRADO	1.23 Ton.	20.46 Ton.	42.70 Ton.	27.95 Ton.
EN LASTRE MANTENIÉNDOSE PARALELO AL FRENTE DE ATRAQUE	1.23 Ton.	20.46 Ton.	42.70 Ton.	28.61 Ton.
EN LASTRE EMPUJANDO HACIA EL FRENTE DE ATRAQUE	1.74 Ton.	20.99 Ton.	43.427 Ton.	28.56 Ton.

## ESTUDIO DE MANIOBRAS DEL TERMINAL MARINO PISCO CAMISEA

### 2.7.8 FORMA EN QUE INFLUYEN LOS FACTORES AMBIENTALES EN CADA MOMENTO DE LA MANIOBRA.

#### MANIOBRA DE ARRIBO

En la aproximación desde el fondeadero, el buque navega con rumbo Sur a baja velocidad, necesitando el apoyo de los remolcadores para mantener su rumbo.

Cuando los buque arriban al TMPC lo hacen en condición de lastre, presentando una gran superficie expuesta al viento, por tal motivo, este factor ambiental, que durante la aproximación incide normalmente por proa estribor del buque, es el que tiene mayor influencia en la ejecución de la maniobra y en la necesidad de fuerza de remolque.

Navegando con proa al Sur, la corriente no tiene mayor influencia porque generalmente incide por la proa del buque pudiendo incidir también por proa estribor o por proa babor dependiendo del estado de marea. En esta parte de la maniobra, el oleaje de la bahía de Pisco, incide por estribor del buque, ligeramente a popa de este, por lo que produce movimientos de balance cabeceo y guiñada que son proporcionales a la altura de las olas produciendo también una ligera deriva hacia el Este.

Cuando utilizando moderadamente su propulsión, el buque cae a estribor, para dirigirse hacia el oeste, con el propósito de llegar a una posición paralela al frente de atraque y a no menos de una manga de este, donde se pasan espías, lo hace manteniendo a los remolcadores, con cabo amarrado a bita, en proa y popa, para apoyar en la maniobra empujando o jalando según se requiera.

La Condición más crítica de esta maniobra se produce cuando el buque, con la proa orientada hacia el Oeste, se encuentra muy cerca de la plataforma y aproximándose lentamente a esta, para quedar detenido frete a su posición de amarre.

En esta parte de la maniobra, generalmente el viento, que tiene dirección predominante del SSW, incide por la banda de babor del buque apartándolo de la plataforma, mientras que la corriente predominante tiene dirección al Noreste y al Norte por lo que su sentido generalmente coincide con el del viento sumando su esfuerzo sobre el buque

Por su parte, el oleaje incide por la amura de estribor del buque y en condiciones normales no tiene mayor influencia, sin embargo con oleaje irregular, de altura mayor de 0.60 m se producen en el buque movimientos de cabeceo balance y guiñada que dificultan la operación de los remolcadores, los cuales también son afectados por el oleaje, que incide por la banda de estribor de cada remolcador, generando movimientos de balance y guiñada que también contribuyen a dificultar las maniobras de los remolcadores para apoyar a la maniobra del buque, lo que hace necesario aumentar el factor de seguridad que se aplica a la fuerza de tracción de los remolcadores.

El cálculo matemático de fuerzas generadas por olas, en esta parte de la maniobra, da como resultado una vector cuya componente transversal al buque que incide por la banda de estribor, oponiéndose a las fuerzas generadas por el viento y la corriente predominantes, dando un resultado que disminuye la fuerza de tracción requerida, sin embargo por las razones descritas en el párrafo anterior esta no es una condición favorable para la maniobra.

En los párrafos precedentes se han descrito las condiciones de maniobra con las direcciones predominantes de los factores ambientales, sin embargo debe tenerse en cuenta que, la dirección del oleaje es casi inmutable, que el viento varía ocasionalmente a viento de Sur y muy esporádicamente a viento del SE, pero en tiempo de verano cuando se debilita la influencia del A.P.S.O. se presentan vientos del Norte que influyen en forma contraria a la descrita.

## ESTUDIO DE MANIOBRAS DEL TERMINAL MARINO PISCO CAMISEA

Por su parte las corrientes marinas en la bahía tienen una dirección predominante hacia el NE debido a la influencia de la corriente oceánica, pero varían con la marea por lo que también pueden tener direcciones al S y al SW con velocidades menores de 10 cm/seg.

### MANIOBRA DE ZARPE

Habiendo embarcado carga durante su permanencia en muelle, en la maniobra de zarpe el buque generalmente se encuentra con su calado máximo permisible, que en el caso del TMPC, por decisión de su operadores es de 12.5 metros, teniendo un EBQ de 2.5 metros. En tales condiciones el factor ambiental más influyente en la maniobra es la corriente, ya que el área expuesta al viento es mínima y el volumen sumergido es máximo.

Datos del estudio hidrográfico indican que la corriente predominante tiene dirección N y NE, por lo que su fuerza sobre el buque tiende a apartarlo del frente de atraque. Del mismo modo, el viento predominante sopla del sur contribuyendo también a apartar al buque de frente de atraque. Ocasionalmente la corriente tiene dirección Sur por lo que incide por la banda de babor del buque pudiendo el viento en la estación de verano soplar del norte, en cuyo caso ambos factores contribuirían a empujar al buque contra las defensas del TMPC.

Tanto las condiciones de viento y corriente, que apartan al buque de la plataforma, como las que lo empujan contra las defensas de esta, son fácilmente determinadas por el Practico antes del iniciar la maniobra, tanto por la información del correntómetro y anemómetro de la plataforma, como por la simple observación del trabajo de las espías de amarre.

En la situación que se presenta con mayor frecuencia el viento y la corriente tienden a apartar al buque del frente de atraque, por lo que, en este caso, al inicio de la maniobra de salida los remolcadores empujan por estribor para mantener al buque pegado a las defensas mientras se largan espías, una vez que todas las espías están abordo, el practico ordena a los remolcadores dejar de empujar, y retirarse del costado del buque con lo que el buque, que tiene la proa orientada hacia el mar, se aparta suavemente del frente de atraque, y cuando se encuentra a una distancia prudencial de este, comienza a propulsar para dirigirse a mar abierto.

En algunas ocasiones, el vector de fuerza resultante de los factores ambientales, tiende a empujar al buque contra las defensas del frente de atraque, por lo que, en este caso, al inicio de la maniobra de salida los remolcadores pasan cabos, respectivamente, a las bitas de proa y popa del buque permaneciendo al costado del buque mientras se largan espías, una vez que todas las espías están abordo, el practico ordena a los remolcadores jalar por estribor para apartar al buque del frente de atraque, y una vez que la nave se encuentra a una distancia prudencial de este, el buque comienza a propulsar y larga las espías de remolque para dirigirse a mar abierto.

La dirección de la corriente varía con las mareas, mientras que la dirección del viento varía estacionalmente presentándose excepcionalmente en tiempo de verano días en que el viento y la corriente tienen dirección de Norte a Sur, el viento del Norte, Sin embargo, es por lo general una brisa suave, por lo que la fuerza que empuja al buque hacia el frente de atraque es moderada. Asimismo debe tenerse en cuenta que la componente de la fuerza producida por las olas incide por la banda de estribor del buque contribuyendo a acercarlo a la plataforma.

En tales circunstancias ambos remolcadores jalarán por estribor para mantener al buque a una distancia prudencial de la plataforma mientras se pasan espías el corriente



## ESTUDIO DE MANIOBRAS DEL TERMINAL MARINO PISCO CAMISEA

### 2.7.9 CALCULOS PARA DEFINIR LA POTENCIA Y NUMERO DE REMOLCADORES QUE SE REQUIEREN PARA APOYAR LAS MANIOBRAS DE ENTRADA Y DE SALIDA

Como se ha explicado en el numeral 2.7.5.3, los mayores esfuerzos se producen en las maniobras de arribo de los buques, grande, mediano y pequeño al TMPC.

Utilizando procedimiento que se explica en el numeral 2.7.5.1 se han calculado las fuerzas generadas por factores ambientales, que determinan el requerimiento de fuerza de remolque, para apoyar a las maniobras del buque más grande, del buque intermedio ó más frecuente y del buque de menor porte, que arriban al TMPC en condiciones de tiempo calmo, normal y extremo cuyos resultados se muestran en las tablas que se muestran a continuación.

Cabe hacer notar que por razones de seguridad, para las condiciones extremas en las que se podría permitir una maniobra de buque en el TMPC, se ha considerado condiciones para maniobras de noche con factores ambientales de menor magnitud.

Las planillas del desarrollo completo de los cálculos se adjuntan como anexo al presente Estudio.

#### FUERZAS DE TRACCIÓN REQUERIDAS DURANTE LA APROXIMACIÓN DEL BUQUE A LA PLATAFORMA Calado en Lastre proa 180° - 270°

TIPO DE BUQUE	CONDICIÓN AMBIENTAL			
	Calma	Normal	Extrema de Día	Extrema de Noche
Más Grande	1.75133	23.50	49.41	32.43
Más Frecuente	1.42932	19.16	40.40	26.54
Más Pequeño	0.76793	4.15	10.58	7.40

#### FUERZAS DE TRACCIÓN REQUERIDAS DURANTE LA LA PERMANENCIA DEL BUQUE EN LA PLATAFORMA Buque cargado (Proa al 270°)

TIPO DE BUQUE	CONDICIÓN AMBIENTAL			
	Calma	Normal	Extrema de Día	Extrema de Noche
Más Grande	1.43663	15.0362	37.14479939	25.53
Más Frecuente	1.18907	12.0741	30.21059856	20.83
Más Pequeño	0.20061	2.29545	5.468318403	3.72

#### FUERZAS DE TRACCIÓN REQUERIDAS DURANTE LA LA PERMANENCIA DEL BUQUE EN LA PLATAFORMA Calado Mínimo (Proa al 270°)

TIPO DE BUQUE	CONDICIÓN AMBIENTAL			
	Calma	Normal	Extrema de Día	Extrema de Noche
Más Grande	1.22904	20.4633	42.70148911	27.95
Más Frecuente	1.0207	16.8551	35.26263827	23.10
Más Pequeño	0.21032	3.79197	7.724483538	5.02

Para dar mayor adaptabilidad y flexibilidad a las maniobras, la fuerza total de tracción se reparte en dos remolcadores, uno que apoya por proa y el otro por popa, habiéndose incluido un 20% como factor de seguridad

## ESTUDIO DE MANIOBRAS DEL TERMINAL MARINO PISCO CAMISEA

### 2.7.10 FUERZA PARA MANIOBRA DE AMARRE EN CONDICIONES EXTREMAS

Como se explica en el numeral 2.7.5.3, los mayores esfuerzos de maniobra se presentan en las maniobras de entrada, cuando estando el buque paralelo a muelle, con el viento y la corriente con dirección de Sur a Norte actuando por la banda de babor del buque, en tales condiciones, la componente vectorial transversal al buque, de la fuerza producida por el oleaje, tiene sentido contrario a los vectores de viento y de corriente, por lo que teóricamente disminuyen el requerimiento de fuerza, sin embargo, el oleaje genera en el buque y en los remolcadores movimientos de cabeceo guiñada y balance que dificultan el accionar de los remolcadores en apoyo a la maniobra lo cual implica aumentar el factor de seguridad de los remolcadores, por lo que en los cálculos de fuerzas ambientales se ha excluido el efecto de la fuerza producida por el oleaje .

A continuación se muestra la tabla resumen de resultado de los cálculos para determinar la magnitud de esfuerzos producidos por factores ambientales en el buque demás grande, cuando el buque se encuentra paralelo al frente de atraque en las maniobras de entrada (en lastre) y en las maniobras de salida (cargado)

Nave = Buque de 229 metros de eslora descrita en el numeral 2.7.5.1  
 Proa al = 270°  
 Viento = Del Sur, con velocidad 25 nudos  
 Corriente = Hacia el Norte, con velocidad de 0.4 nudos  
 Olas: = Dirección al 105° y altura 1.20 m  
 Condiciones Extremas de Día:

Rv	Calado Máximo	Calado Mínimo
270°	43.346 Ton	49.261 Ton

NOTA: en el cálculo se ha excluido el efecto de la fuerza del oleaje, ola porque esta contribuye a disminuir las fuerzas del viento y corriente que tiene dirección hacia el Norte.  
 Se incluye en el calculo in incremento de 25% como factor de seguridad

#### 2.7.10.1 BOLLADRD PULL DE LOS REMOLCADORES ASIGNADOS .

Actualmente se han asignado dos remolcadores para apoyar las maniobras de buques del TMPC, los cuales tienen según sendos certificados, capacidades de tracción de 48.76 ton. y de 49.60 ton.

Ambos remolcadores juntos, descontando el 25% de reserva de seguridad, cubren el requerimiento de capacidad de tracción, para apoyar las maniobras de buques en el TMPC en las condiciones de mar más adversas en las que se puede permitir el ingreso o salida de naves del TMPC.

#### 2.7.10.2 MANIOBRAS CON BOW TRUTER Y STERN TRUSTERS

Debido a su complejidad y al alto costo de mantenimiento, los buque tanque tiene casi en su totalidad propulsión del tipo mono hélice de paso derecho, y algunos cuentan con hélice de propulsión transversal en proa, ya que la popa es controlada haciendo uso de la hélice y timón del buque.

Las hélices de propulsión transversal del buque son útiles solamente cuando el buque tiene velocidad longitudinal menores de 2 nudos, por lo que se pueden utilizar cuando el buque se encuentra detenido o casi detenido, por lo que no reemplazan a los remolcadores pero pueden apoyar a la maniobra en caso necesario.

A continuación se muestra la tabla de reacciones de los buques de hélice sólida con paso derecho.

### ESTUDIO DE MANIOBRAS DEL TERMINAL MARINO PISCO CAMISEA

**TABLA 3.3. CAIDA DE LA PROA AL MANIOBRAR BUQUES DE UNA HELICE DE PASO A DERECHA**

MAQUINA AVANTE		MAQUINA ATRAS		BUQUE CON ARRANCADA AVANTE Y MAQUINA ATRAS	BUQUE CON ARRANCADA ATRAS Y MAQUINA AVANTE	
TIMON	BUQUE EN REPOSO	BUQUE CON ARRANCADA AVANTE	BUQUE EN REPOSO			BUQUE CON ARRANCADA ATRAS
A la Vía	Primero cae ligeramente a Babor; al tomar arrancada desaparece ese efecto.	Mantiene el rumbo o cae muy poco a Babor.	Cae a Estribor, francamente.	Cae a Estribor, lentamente.	Mantiene el rumbo y después cae a Estribor, lentamente.	Indeterminada; no se puede prever si cae a Babor o a Estribor.
A babor	Cae a Babor, francamente.	Cae a Babor, rápidamente.	Cae a Estribor, rápidamente.	Cae a Estribor, rápidamente.	Cae poco a Babor, muy lentamente y después a Estribor, más rápidamente.	Cae a Babor, lentamente.
A estribor	Cae a Estribor, lentamente.	Cae a Estribor, rápidamente.	Cae a Estribor, muy lentamente.	Primero cae a Estribor, si tiene poca arrancada, después a la vía, y al adquirir velocidad puede caer algo a Babor.	Cae algo a Estribor, muy lentamente. Después indeterminado. Puede mantenerse a la vía o caer a Babor, lentamente.	Cae a Estribor, lentamente.
Efectividad del timón	Grande.	Muy grande.	Muy poca.	Poca. Mejora con hélice parada.	Ver observación (1)	Grande.

**Observaciones:**

(1) Tiene mucha importancia el instante en que se pone el timón a la banda. En la tabla se incluye el comportamiento típico del buque cuando se mete la pala en el mismo momento de invertir la hélice.

## ESTUDIO DE MANIOBRAS DEL TERMINAL MARINO PISCO CAMISEA

### 2.8 CONDICIONES LÍMITE DE PERMANENCIA DE NAVES EN EL TERMINAL MARÍTIMO PISCO CAMISEA (TMPC)

#### 2.8.1 FACTORES DINAMICOS DEL MEDIO EN LA PERMANENCIA DEL BUQUE

Los factores dinámicos del medio en las aguas del litoral peruano, están determinados principalmente por el sistema de vientos del Anticiclón del Pacífico Sur Oriental (APSO), cuya ubicación y aumento de intensidad, trae como consecuencia en los meses de invierno, el fortalecimiento de los vientos superficiales del Sur, la persistencia de cielo cubierto y neblinas en áreas costeras; así como frecuentes oleajes anómalos en zonas costeras del Perú.

En condiciones normales de estado de mar los factores dinámicos del medio ambiente en el área de operaciones del TMPC, están constituidos por una brisa suave que varía del Sur al Suroeste, corrientes de marea con direcciones predominantes hacia el NNW o hacia el SSE y oleajes provenientes del 275° con alturas significante de 0.5 metros, en tales condiciones, el buque amarrado al TMPC puede efectuar sus operaciones de embarque sin ningún inconveniente y en condiciones completamente seguras para el buque y para el terminal, sin embargo ocasionalmente se presentan los factores dinámicos del medio varían produciéndose condiciones adversas de mar que pueden afectar las operaciones en el TMPC y sus condiciones de seguridad.



Las condiciones de oleaje irregular son anunciadas por la DHNM, para las zonas norte centro y sur del litoral peruano con anticipación no menor de cuarenta y ocho (48) horas, sin embargo dichas condiciones anunciadas no afectan del mismo modo a todos los puertos, ya que su efecto depende de la ubicación de la bahía, de los accidentes geográficos en el litoral cercano tales como puntas, islas, conformación del fondo marino etc. y de la dirección proveniente del oleaje.

## ESTUDIO DE MANIOBRAS DEL TERMINAL MARINO PISCO CAMISEA

Cuando existe la posibilidad de que las condiciones adversas de mar pongan en riesgo al buque amarrado o a las instalaciones del TMPC, la autoridad competente dispone el cierre del puerto, sin embargo, en repetidas ocasiones, ocurre que un buque ingresa al TMPC en condiciones normales y de pronto las condiciones cambian drásticamente durante la permanencia del buque, generando situaciones de riesgo para el TMPC y para el buque.

### 2.8.2 CONDICIONES LIMITE DE OPERACIÓN EN EL TMPC

En el TMPC se han instalado medios para lectura de parámetros ambientales de viento y corriente, los cuales proporcionan datos de velocidad y dirección de vientos y corrientes así como altura de olas, con los que se puede determinar el grado de riesgo para el ingreso o permanencia de un buque en el terminal.

La empresa SMECS Consultores Marítimos, diseñó un software para determinar las condiciones límite de operación en el TMPC, a fin de que el operador del terminal pueda tomar oportunamente la decisión de retirar al buque o no permitir su ingreso aun cuando la autoridad no haya cerrado el puerto.

Dichas condiciones límite de operación, que incluyen valores de viento, corriente, altura de ola y visibilidad para permitir operaciones en el TMPC, deben aplicarse en todo momento desde la aproximación del buque al Terminal, hasta su salida del mismo.

Para la determinación de las condiciones límite de operación, el programa de cálculo preparado por SMECS utiliza como datos base, las fuerzas actuantes sobre el dispositivo de amarre, que dependen de las dimensiones y del calado del buque amarrado, así como de la magnitud de los factores ambientales reinantes (viento, corriente y oleaje). Mientras que para determinar las fuerzas resistentes el mencionado programa de cálculo utiliza la geometría del dispositivo de amarre y la resistencia nominal de las espías según su diámetro y material del que están confeccionadas.



A continuación se presentan los factores ambientales que construyen Limite de operación para el buque de mayor tamaño que arriba al TMPC.

<b>CONDICIONES EXTREMAS DE MANIOBRA POR FACTORES AMBIENTALES</b>			
<b>DIA/NOCHE</b>	<b>VIENTO del SE</b>	<b>CORRIENTE al NW</b>	<b>OLAS al 090°</b>
De día	de 18.1 a 25.0 n.	De 0.36 a 0.5 n.	0.71 a 1.20 m.
De noche	de 18.1 a 20.0 n.	De 0.36 a 0.5 n.	0.71 a 1.00 m.



## ESTUDIO DE MANIOBRAS DEL TERMINAL MARINO PISCO CAMISEA

### 2.8.3 CONDICIONES DE SEGURIDAD EN BUQUES QUE ARRIBAN AL TERMINAL

En el TMPC pueden amarrar en condiciones seguras buques desde 90 metros hasta 230 metros de eslora, debiendo adaptarse el dispositivo de amarre a la eslora del buque.

El operador del TMPC, ha establecido las características y equipamiento que deben tener los diferentes tipos de buques que arriban al TMPC, habiéndose establecido las condiciones que deben tener los buques que arriban al Terminal cuyas capacidades se indican a continuación:

- Buques tanque para gas licuado de petróleo de 3,000 a 6,500 m<sup>3</sup> LPG
- Buques tanque para gas licuado de petróleo de 6.500 a 20,000 m<sup>3</sup> LPG
- Buques tanque para gas licuado de petróleo de 20.000 a 78,500 m<sup>3</sup> LPG
- Buques tanque para Nafta hasta de 56,800 toneladas métricas de capacidad.

Asimismo, dentro de los requisitos que deben tener las naves que arriban al TMPC se encuentran las características, diámetros resistencia y cantidad de espías de amarre, winches de amarre en proa y popa, que son los elementos con los que se amarra el buque al terminal.

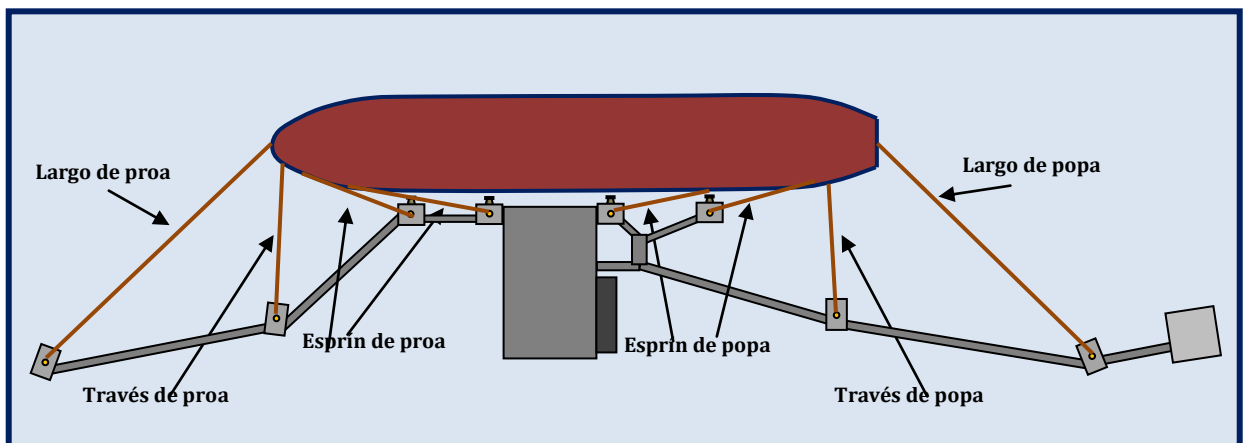
De la relación de los buques que han arribado al TMPC durante los años 2017 y 2018 con sus principales dimensiones y desplazamiento máximo, se han tomado tres tamaños de buque para efectuar diseñar el software que determina esfuerzos críticos en el dispositivo de amarre:

### 2.8.4 DISPOSITIVO DE AMARRE DEL BUQUE EN EL TMPC

El frente de atraque del terminal está orientado en dirección 275° que es la dirección de la proa del buque amarrado, en la cual el frente ortogonal de olas que pasa por el terminal incide directamente por la proa del buque amarrado.

La posición del buque en el terminal es mantenida mediante un dispositivo de amarre, conformado las por espías del buque colocadas en las seis posiciones básicas que se muestran en la siguiente figura, las cuales pueden variar de acuerdo al tamaño del buque y ser reforzadas en función de las condiciones ambientales:

El siguiente cuadro muestra los dispositivos de amarre utilizado por los buques, más grande, mediano y más pequeño que arribaron al Terminal en el último año, tomados como modelo para establecer los dispositivos de amarre correspondientes a cada tamaño de buque.



## ESTUDIO DE MANIOBRAS DEL TERMINAL MARINO PISCO CAMISEA

### DISPOSITIVOS DE AMARRE SEGÚN ESLORA

Nº	NOMBRE DEL BUQUE	ESLORA	DISPOSITIVO DE AMARRE	OBSERVACIONES
02	FLAGSHIP WILLOW	229.00	LF-1*3, TF-2*2, SF-3*3, SA-5*2, SA-6*1, TA-7*2, LA-8*3	B. más grande
03	HELLAS ENTERPRISE	183.00	LF-1*2, TF-2*2, SF-4*2, SA-5*2, SA-6*1, TA-7*2, LA-8*2	B. Panamax promedio
07	JAN	147.00	LF-1*2, TF-2*2, SF-3*2, SA-6*3, TA-7*2, LA-8*2.	B. más pequeño
F = Proa, A = Popa, T = Ttravés, L = Largo, S = Sprin,				

#### INTERPRETACIÓN DE LAS SIGLAS DEL DISPOSITIVO DE AMARRE

Las conformación del dispositivo de amarre del buque, esta expresada por letras y números que indican, el tipo de trabajo de la espía (**L**argo, **T**ravés o **S**prin), el sector donde se encuentra (**F**orward = proa) ó **A**fter = popa), el número del dolphin al que están enganchadas las espías (del 1 al 8), y la cantidad de espías que se han enganchado a cada poste de amarre.

A continuación se muestra un ejemplo de interpretación de las siglas que describen el dispositivo de amarre:

**LF-1\*3, TF-2\*3, SF-4\*2, SA-5\*2, TA-7\*2, LA-8\*3.**

Donde:

**LF-1\*3.-** Largo de proa al dolphin 1 con 3 espías

**TF-2\*2,** Través de proa al dolphin 2 con 3 espías

**SF-3\*1,** Sprin de proa al dolphin 3 con 1 espías

**SF-4\*1,** Sprin de proa al dolphin 4 con 1 espías

**SA-5\*2,** Sprin de popa al dolphin 5 con 1 espías

**SA-5\*2,** Sprin de popa al dolphin 5 con 1 espías

**TA-7\*3,** Transvés de popa al dolphin 7 con 3 espías

**LA-8\*3.-** Largo de popa al dolphin 8 con 3 espías

#### NECESIDAD DE SIMETRÍA EN LOS ESQUEMAS DE AMARRE

En los cálculos para determinar las fuerzas actuantes sobre el dispositivo de amarre, se consideran fuerzas instantáneas actuando sobre el buque, las cuales generan movimientos de la nave en un sentido, pero para no duplicar la complejidad del sistema, no se han considerado los movimientos de retorno del buque, ocasionados por la elasticidad del sistema, ni la posible coincidencia instantánea del movimiento armónico multi-frecuencia de las olas, con la frecuencia propia del buque amarrado.

Por tales razones cuando el programa indica que no hay esfuerzo en una espía, se refiere solamente al movimiento inicial del buque, debiendo tenerse en cuenta que cuando ocurra el movimiento de retorno, si se producirá un esfuerzo en la espía simétrica del lado opuesto, de magnitud similar al esfuerzo de la espía que trabaja en sentido opuesto.

Por lo expuesto en el párrafo anterior, y siendo evidente la necesidad de que los dispositivos de amarre sean simétricos, en la hoja de ingreso de datos del programa de cálculo se colocan solamente las espías correspondientes a los cuatro dolphins de proa y el programa ingresa automáticamente el número de espías correspondientes a los dolphins de popa

## ESTUDIO DE MANIOBRAS DEL TERMINAL MARINO PISCO CAMISEA

### REQUISITOS DE UN DISPOSITIVO DE AMARRE

Un dispositivo de amarre, para ser adecuado y eficiente tiene que tener las siguientes características:

- Resistir esfuerzos del buque en todas las direcciones
- Los esfuerzos en cada dirección y en cada momento deben ser soportados por suficientes elementos.
- Las fuerzas que actúan sobre el dispositivo de amarre se distribuyen entre las espías de amarre según su dirección y sentido, debiendo las espías amarradas a un mismo dolphin distribuirse el esfuerzo lo más homogéneamente posible.
- El dispositivo de amarre debe resistir los esfuerzos producidos por fuerzas ambientales, aun en condiciones adversas de mar.
- El dispositivo de amarre debe adaptarse a los cambios de marea y calado.
- El dispositivo de amarre debe reducir al mínimo los movimientos del buque, principalmente los movimientos de guiñada, de apartamiento y de oscilación longitudinal.

### TRABAJO DE LOS ELEMENTOS DEL DISPOSITIVO DE AMARRE

A continuación se describe el trabajo de cada uno de los elementos del dispositivo de amarre del TMPC:

#### LARGO DE PROA

Esta espía genera componentes longitudinales y transversales que actúan simultáneamente, resistiendo esfuerzos longitudinales hacia popa, que son compartidos con los esprines de popa y contrarrestados por la componente longitudinal del largo de popa y por los esprines de proa en sentido longitudinal. En el sentido de apartamiento transversal, los esfuerzos del largo de proa son compartidos con el través de proa y contrarrestados por las defensas; mientras que los movimientos de guiñada a estribor son resistidos por la componente transversal del largo de proa son compartidos con el través de proa y contrarrestados por las defensas de popa.

#### TRAVÉS DE PROA

Esta espía genera la componente transversal, que actúa resistiendo los esfuerzos transversales de apartamiento de la proa del buque, este esfuerzo resistente es compartido con la componente transversal del largo de proa, y contrarrestado por las defensas de proa. Los movimientos de guiñada a estribor, producen momentos de esfuerzo que son resistidos por la suma de los momentos de las fuerzas resistentes del través de proa, de la componente transversal del largo de proa y del empuje de las defensas de proa.

#### ESPRÍN DE PROA

Tiene una componente transversal insignificante, por lo que no se toma en cuenta, mientras que su componente longitudinal actúa soportando los esfuerzos producidos por los movimientos de retorno del buque hacia adelante, que son producido por el oleaje y la elasticidad del dispositivo de amarre. Actualmente en el dolphin N°4 solo puede utilizarse el gancho de amarre del lado de proa.

#### ESPRÍN DE POPA

Tiene una componente transversal insignificante por lo que no se toma en cuenta. Su componente longitudinal actúa soportando esfuerzos producidos por los movimientos del buque hacia atrás, que en este caso son producidos por el paso de las olas y por la corriente y el viento cuando actúan por proa. Actualmente en el dolphin N° 5 solo puede utilizarse el gancho de amarre del lado de popa.

## ESTUDIO DE MANIOBRAS DEL TERMINAL MARINO PISCO CAMISEA

### TRAVÉS DE POPA

Esta espía genera solamente una componente transversal, que actúa resistiendo los esfuerzos transversales de apartamiento de la popa del buque, este esfuerzo resistente, es compartido con la componente transversal del largo de popa, y contrarrestado por las defensas de popa.

Los movimientos de guiñada a estribor, producen momentos de esfuerzo que son resistidos por la suma de los momentos de las fuerzas resistentes del través de proa, de la componente transversal del largo de proa y del empuje de las defensas de proa.

### LARGO DE POPA

Esta espía genera componentes longitudinales y transversales que actúan simultáneamente resistiendo los movimientos longitudinales del buque hacia proa, que son compartidos con los esprines de proa y contrarrestados por la componente longitudinal del largo de proa y por los esprines de popa en sentido longitudinal.

En el sentido de apartamiento transversal, los esfuerzos del largo de proa son compartidos por el través de popa y contrarrestados por las defensas; mientras que los movimientos de guiñada a babor son soportados por los momentos resistentes de la componente transversal del largo de popa, del través de popa y de las defensas de proa.

### PLAN DE AMARRE y DATOS DE PERMANENCIA

Durante la permanencia en fondeadero, de acuerdo a las dimensiones de la nave y a su desplazamiento, y teniendo en cuenta el Pronóstico semanal de estado de mar ( FORM 0 0147-OTAS TMPA), y las características de la nave, el Loading Master prepara el plan de amarre en el formato, DOC 0231- OTAS, el cual contiene los datos principales del buque y un gráfico del dispositivo de amarre, en el que se indica la cantidad y grosor de cabos, que se deberán colocar en los ganchos de amarre de cada dolphin, y se los nombres y posiciones de las embarcaciones que estarán listas para apoyar al buque en caso de presentarse una emergencia.

En este formato se anota, además los nombres del personal calificado, que deberá permanecer a bordo, para hacerse cargo de los diferentes aspectos de operaciones y seguridad durante la permanencia del buque en el frente de atraque del TMPC:

### ESPÍAS DE AMARRE UTILIZADAS

Las espías de amarre tienen la función básica de mantener al buque sujeto al frente de atraque, en la posición asignada para las operaciones de embarque, con un mínimo de libertad de movimiento estable, dentro del alcance de los brazos de carga.

Las características de las espías de amarre corresponden al material del que están fabricadas, a su diámetro, siendo

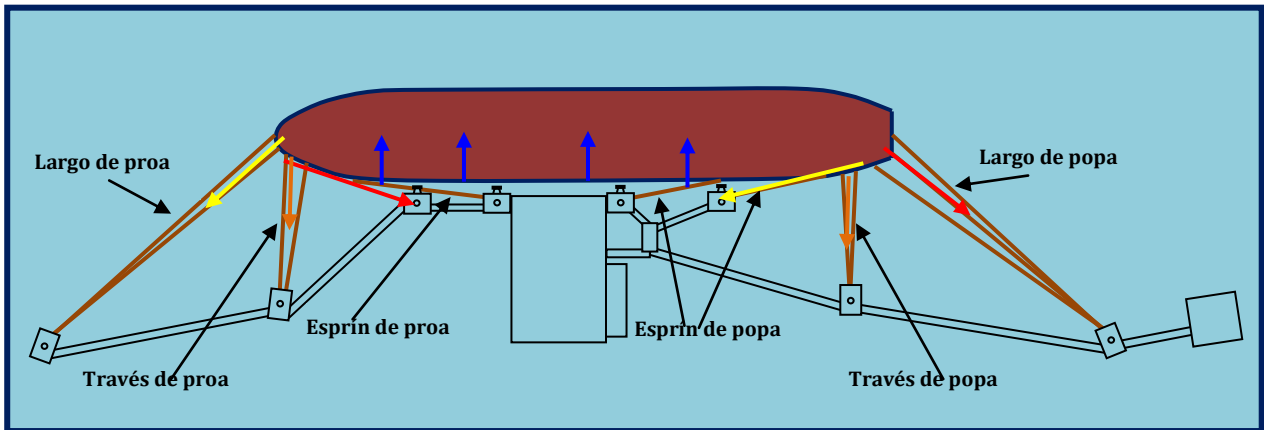
Las características de las espías de amarre corresponden al material del que están fabricadas, a su diámetro, siendo dicho material principalmente fibras sintéticas, habiéndose descartando las fibras naturales que ya no se utilizan.

**ESTUDIO DE MANIOBRAS DEL TERMINAL MARINO PISCO CAMISEA**

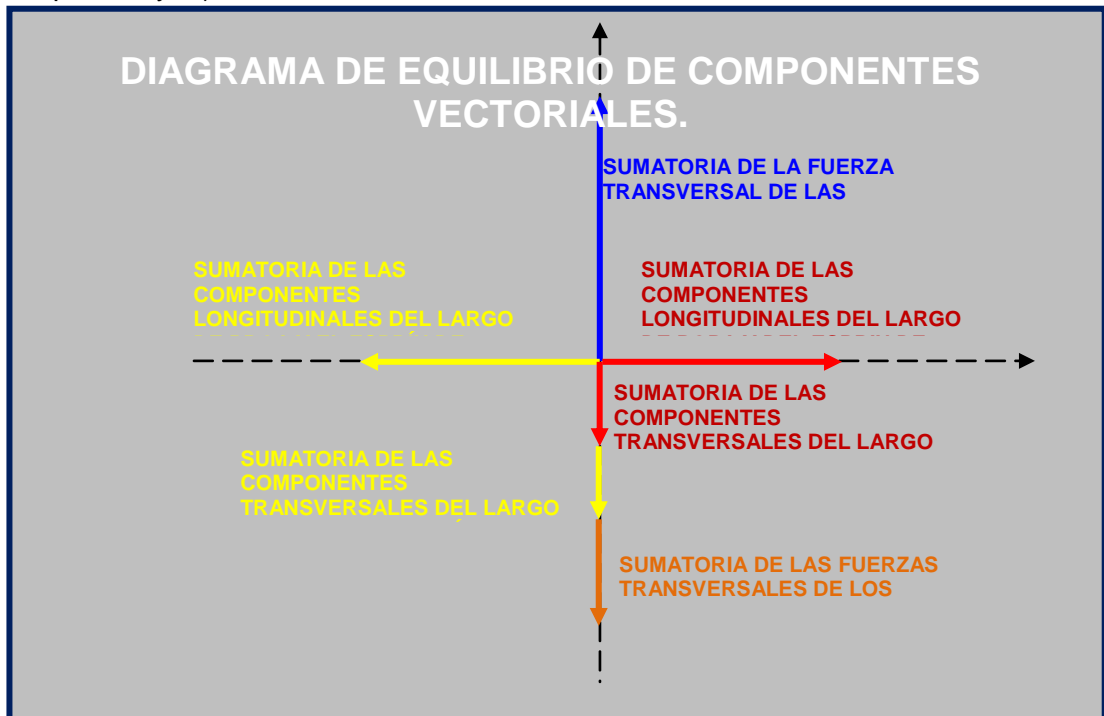
**COMPONENTES LONGITUDINALES (X) Y TRANSVERSALES (Y) DE LOS ESFUERZOS RESISTENTES EN LAS ESPÍAS DE AMARRE.**

La posición de los postes de amarre con relación a la posición de las guías de cabos de proa y popa del buque amarrado, depende del tamaño del buque, por lo tanto existe un dispositivo de amarre para cada tamaño de buque, en cada uno de ellos, las espías forman un ángulo con respecto al plano de crujía del buque, lo que determina la magnitud y dirección de las componentes longitudinal y transversal de las fuerzas de tensión de los cabos de amarre.

En el presente caso se ha establecido un dispositivo de amarre típico para cada uno de los tres buques escogidos, que incluyen el buque más grande que ha arribado al terminal, el buque mediano que arriba con mayor frecuencia y el buque más pequeño. Cada una de las fuerzas resultantes calculadas independientemente se aplica en el centro de carena del buque y se descompone en sus vectores longitudinal y transversal, mientras que los esfuerzos se aplican respecto del centro geométrico del buque.



Actualmente, las bases de los ganchos de amarre dobles que trabajan con esprines de proa ( dolphins 3 y 4) y con esprines de popa (dolphins 5y 6), tienen una dirección perpendicular al frente de amarre, lo que no permite utilizar los ganchos del lado de popa de los dolphins (3 y 4), ni los del lado de proa, de los dolphins 5 y, 6)..





## ESTUDIO DE MANIOBRAS DEL TERMINAL MARINO PISCO CAMISEA

Por tal motivo es necesario reorientar hacia proa las bases de los ganchos de amarre de los dolhpins 3° y 4°, y del mismo modo, reorientar hacia popa las bases de los ganchos de amarre de los dolhpins y 4°, y 5°.

### 2.8.5 SOFTWARE PARA DETERMINAR ESFUERZOS

Para aplicación práctica de los principios que determinan los esfuerzos críticos sobre el dispositivo de amarre, los expertos de SMECS desarrollaron un programa de cálculo para determinar las condiciones límite de operación en el TMPC, a partir de los siguientes factores:

### 2.8.6 FUERZAS PRODUCIDAS POR FACTORES AMBIENTALES

#### FUERZAS PRODUCIDAS POR EL VIENTO

Como datos base, se calcularon las áreas frontales y laterales expuestas al viento de cada uno de los tres buques tipo, aplicando los correspondientes factores de corrección para forma y altura. Se ha programado la hoja de cálculo para calcular la variación de las áreas frontal y lateral expuestas al viento en función del calado del buque, y a partir de dichas áreas, el programa calcula las componentes de esfuerzo sobre el buque debidas al viento, para el calado del buque, en función de las áreas frontal y lateral expuestas al viento y en función de la velocidad y dirección del viento.

#### FUERZAS PRODUCIDAS POR LA CORRIENTE

Como datos base se calcularon el área sumergida de los tres buques tipo tanto para condición de mínimo como de máximo calado, en función de sus dimensiones básicas corrigiendo cada área sumergida con su respectivo factor de forma. Se ha programado la hoja de cálculo para resolver las ecuaciones de los factores de corrección de las fuerzas producidas por la corriente, en función a la relación entre el calado y la profundidad del mar mediante cálculos de regresión. En función al área sumergida y a la dirección y velocidad de la corriente, el programa preparado por SMECS, calcula las componentes de las fuerzas que actúan sobre el buque, debido a la corriente aplicando los factores de corrección anteriores.

#### FUERZAS PRODUCIDAS POR LAS OLAS

Los esfuerzos producidos por las olas responden a un sistema armónico de frecuencias variables. La orientación del terminal permite que las olas incidan directamente por la proa del buque con pequeñas variaciones a babor y estribor, por lo que la componente longitudinal de la fuerza producida por las olas sobre el buque amarrado, siempre es mayor que la componente transversal, produciendo el oleaje que incide por la amura de babor un efecto de deriva virtual que ocasiona esfuerzos transversales por esa banda, que son soportados por las espías, mientras que la pequeña componente transversal, producida por el oleaje que incide por estribor, es soportada por las defensas.

La interacción entre las olas y el buque a flote, produce fuerzas actuando sobre la embarcación, que pueden ser divididas en tres categorías:

- Fuerzas de primer orden que oscilan a la misma frecuencia de las olas y que inducen movimientos de primer orden los cuales son conocidos como movimientos de alta frecuencia.
- Fuerzas de segundo orden por debajo de la frecuencia de las olas que inducen movimiento de segundo orden conocido como movimientos de baja frecuencia.

## ESTUDIO DE MANIOBRAS DEL TERMINAL MARINO PISCO CAMISEA

- Componente permanente de las fuerzas de segundo orden conocidas como la fuerza media de arrastre de la ola promedio.

El movimiento del buque a la frecuencia de las olas es una importante contribución a la carga total sobre el sistema de amarre particularmente en aguas poco profundas. Estos movimientos de frecuencia de olas pueden ser obtenidos por la observación en forma regular, del buque amarrado o mediante un análisis computarizado usando técnicas de tiempo o técnicas de dominio de frecuencias.

### FUERZAS TOTALES PRODUCIDAS POR FACTORES AMBIENTALES

A partir de los valores de esfuerzos producidos por vientos, corrientes y olas, que han sido determinados independientemente, en la parte correspondiente del programa, se calcula, el valor de las componentes de las fuerzas totales ocasionadas por factores ambientales sobre cada uno de los tres tipos de buque escogidos como modelo.

### ESFUERZOS RESISTENTES DE ESPÍAS DE AMARRE

Mediante el planteamiento las ecuaciones estáticas de Fuerzas y Momentos, producidos por las componentes de las fuerzas ambientales, el programa calcula las fuerzas que actúan sobre cada una de las espías, considerando en cada poste de amarre el número de espías utilizadas según el dispositivo de amarre que corresponde a cada uno de los tres tipos de buque escogidos como modelo.

A partir de los esfuerzos individuales sobre las espías de amarre, el programa resuelve las ecuaciones correspondientes a la sumatoria vectorial de las fuerzas que actúan sobre el buque, así como las ecuaciones correspondientes a los momentos de esfuerzo que actúan sobre el buque.

El factor de elasticidad de las espías de amarre esta incluido en el programa mediante la ley de elasticidad o ley de Hooke, originalmente formulada para casos del estiramiento longitudinal, la cual establece que el alargamiento unitario que experimenta una espía elástico es directamente proporcional a la fuerza aplicada, mientras no sobrepase el límite elástico ( $\epsilon = \delta/L = F/AE$ ).

Asimismo para el cálculo del límite de elasticidad de las espías se ha aplicado las constantes de elasticidad de espías establecidas por los fabricantes de cabos según su diámetro.

Para el resultado final, el programa calcula la fuerzas de trabajo de las espías como un porcentaje de su fuerza de ruptura, considerando que las espías no deben someterse a esfuerzos que sobrepasen su límite elástico, por lo que se aplica la Ley de Hooke, para establecer el esfuerzo límite de las espías, como el esfuerzo con el cual alcanza su límite elástico.

### DETERMINACION DE CONDICIONES LIMITE DE OPERACIÓN

Para el resultado final, el programa determina las fuerzas que actúan sobre cada uno de los postes de amarre, las cuales se reparten entre el número de cabos tendidos a un mismo poste de amarre, y se compara con el esfuerzo límite establecido para las espías de amarre de cada uno de los tres tipos de buque, por lo que el **Operador** puede saber si los esfuerzos producidos por el buque sobre el dispositivo de amarre debido a las condiciones ambientales reinantes, han sobrepasado el límite elástico de cualquiera de las espías del dispositivo de amarre, en cualquiera de los ocho postes de amarre, en cuyo caso tomara la decisión de parar el embarque para proceder a desconectar el brazo de carga.

## ESTUDIO DE MANIOBRAS DEL TERMINAL MARINO PISCO CAMISEA

### USO DEL SOFTWARE DE CONDICIONES LIMITE DE OPERACIÓN

El programa de cálculo para determinación de condiciones límite de operación, se utiliza en el TMPC siguiendo el procedimiento que se describe a continuación: Colocar en la hoja **ingreso datos** los valores, que corresponden a los espacios con fondo verde:

- Eslora del buque
- Calado medio
- Velocidad de viento y ángulo de procedencia (Anemómetro)
- Velocidad de corriente y ángulo a donde se dirige
- Altura significativa de ola
- Material de las espías
- Fuerza de ruptura de las espías en toneladas
- Numero de espías en cada dolphin

Cuando se termina de ingresar los datos aparecen en la hoja “ingreso datos”, las fuerzas actuantes en cada una de las espías de los dolphins. Asimismo aparece en la hoja, la fuerza límite de trabajo de las espías, considerando que por razones de seguridad, todas las espías del dispositivo de amarre deben ser mismo material y diámetro.

El programa calcula los esfuerzos en base a ecuaciones hiperestáticas simultáneas, pudiendo resultar una o varias fuerzas negativas, lo que indica que las espía con resultado negativo no están trabajando, por lo que el programa, replantea automáticamente las ecuaciones, considerando que las espías con resultado negativo no trabajan y encontrando una nueva solución.

Al lado de los resultados de fuerzas, en la pantalla de ingreso se muestra con fondo celeste, la fuerza de trabajo que corresponde a un factor de seguridad de 12 (recomendado por los fabricantes de espías).

Cuando la fuerza en uno de los dolphins aparece en la pantalla de ingreso con color ámbar, significa que las espías de ese dolphin están trabajando con un factor de seguridad (FS) menor que 12, por lo que el operador deberá, comunicar la alarma preventiva para un posible proceso de desconexión, sin iniciarlo y aumentar la frecuencia de actualización de datos del programa, a fin de poder tomar oportunamente la decisión de parar la carga e iniciar el proceso de desconexión.

Cuando la fuerza aparece en uno de los dolphins aparece en la pantalla de ingreso en color rojo, significa que las espías de ese dolphin están trabajando con un factor de seguridad (FS) menor que 10, por lo que el operador deberá tomar la decisión de parar la carga e iniciar el procedimiento de desconexión.

El operador debe tener en cuenta, que el programa no toma decisiones sino que muestra la información correspondiente a la fuerza de trabajo de las espías y recomienda acciones a tomar, debiendo el operador tener en cuenta, los pronósticos de estado de mar y la evolución observada en el comportamiento de los factores ambientales las dirección es concurrentes de factores ambientales etc.

## ESTUDIO DE MANIOBRAS DEL TERMINAL MARINO PISCO CAMISEA

### CONDICIONES AMBIENTALES QUE PRODUCEN ESFUERZOS CRÍTICOS.

Se anexa al presente las tablas producidas por el programa diseñado por SMECS para detectar de condiciones críticas de operación.

En los cálculos efectuados para la preparación de dichas tablas, se asume para cada tipo de buque un solo parámetro ambiental con valor máximo y el resto de parámetros ambientales con valor mínimo, debiendo tenerse en cuenta que esta es una condición ficticia por cuanto en realidad todos los factores ambientales actúan simultáneamente

### 2.8.7 PARAMETROS LIMITE DE OPERACIÓN DURANTE LA PERMENENCIA DEL BUQUE

En el TMPC se han establecido parámetros límite, para operaciones seguras, de operación referidos a viento corrientes y olas, y se calculan los esfuerzos críticos producidos en las espías del dispositivo de amarre, utilizando el software preparado por SMECS el cual muestra una alarma preventiva cuando la relación entre la fuerza de ruptura y la fuerza de trabajo calculada de las espías, está dentro del rango de 10 y 12, y una alarma para tomar activar los procedimientos de seguridad, cuando la relación entre las fuerza de ruptura y la fuerza de trabajo calculadas, es menor a 10. A continuación se presentan los Parámetros límites establecidos en el TMPC

#### VIENTO

Los valores límites establecidos para la parada, desconexión de brazos y desamarre de B/T en el TMPC se han basado en los valores máximos de velocidad de viento establecido en el diseño de los brazos de carga, el estudio estadístico de la velocidad máxima de viento durante cierres de puerto, validado por un Informe de Consultoría externa.

VIENTO		
Parada	Desconexión	Desamarre
Nudos	Nudos	Nudos
25	28	30

#### CORRIENTE

Los valores límite de velocidad de corriente fueron determinados en función de las condiciones oceanográficas a las que se encuentran sometidos los buques tanque y gaseros, mientras se encuentran amarrados a la plataforma del Terminal Marino Pisco Camisea, durante las operaciones de embarque de productos y han sido comparados con los valores de la velocidad promedio en cierre de puertos durante los años 2011-2012, información que ha sido validada por un Informe de Consultoría externa.

CORRIENTE		
Parada	Desconexión	Desamarre
Nudos	Nudos	Nudos
0.7	0.9	1.3

## ESTUDIO DE MANIOBRAS DEL TERMINAL MARINO PISCO CAMISEA

### OLAS

Los valores de altura de ola fueron determinados por las condiciones oceanográficas a la cual se encuentran sometidos los B/T de forma real durante las operaciones de embarque y han sido comparados con los valores promedio en cierre de puertos durante los años 2011-2012. Esta información ha sido validada por un Informe de Consultoría externa.

OLAS		
Parada	Desconexión	Desamarre
Metros	Metros	Metros
1.6	1.8	2.00

### 2.8.8 CONVENIENCIA DE MEDICION DIRECTA DE ESFUERZOS

El software preparado por SMECS, calcula en forma aproximada los esfuerzos producidos sobre el dispositivo de amarre, por lo que se constituye en una herramienta muy útil para la seguridad en las operaciones del TMPC cuando se presentan condiciones adversas de mar, no obstante la tecnología actual permite medir directamente dichos esfuerzos, mediante la instalación de dinamómetros en cada uno de los ganchos de amarre.

Existen actualmente sistemas de monitoreo de espías que incluyen dinamómetros instalados en los ganchos de amarre, para determinar automáticamente la fuerza permisible y transmiten el dato a un sistema central de que emite alarmas sónicas y luminosas cuando la resistencia de uno o varias espías se acercan al límite permisible.

Se recomienda instalar un sistema de monitoreo de esfuerzos en las espías de amarre para optimizar las condiciones de operación del TMPC.

### 2.8.9 PROCEDIMIENTOS OPERATIVOS DURANTE LA PERMANENCIA DEL BUQUE EN EL TMPC

#### 2.8.9.1 DESPLIEGUE DE BARRERAS DE CONTENCIÓN DE DERRAMES

Cuando arriba al TMPC un buque que va a embarcar diesel liviano (Medium Destillate for Blending Stock), en previsión de la ocurrencia de derrames operacionales y tal como lo estipula el Plan de Emergencias, se dispone el tendido de una barrera de contención en el sector de popa del buque, y con las puntas orientadas en dirección contraria a la corriente predominante.

Cabe mencionar que en el TMPC no se entrega ni se reciben productos negros, sino solamente gases derivados de petróleo así como diesel gasolinas, siendo el diesel el producto de menor régimen de evaporación. Con las gasolinas no es necesario ni conveniente retener el producto con barreras de contención debido a que se formaría una peligrosa concentración de vapores de gasolina.

Al tender la barrera de contención se deberá tener en cuenta la dirección del viento, de modo que cualquier derrame operativo a partir del manifold sea arrastrado al interior de la barrera por la deriva producida por el viento y la corriente.



## ESTUDIO DE MANIOBRAS DEL TERMINAL MARINO PISCO CAMISEA

Al Término del amarre de la nave, las embarcaciones encargadas de ejecutar el tendido de la barrera de contención proceden con orden del Loading Máster a tender la barrera preventiva de control de derrames como se indica a continuación:

- -Uno de los remolcadores, lleva en cubierta la barrera de contención sólida así como sus implementos, consistentes en 2 boyas, 2 anclas y cabos de remolque y fondeo, para entregarlos a las lanchas designadas.
- -Una de las lanchas designadas, recibe del remolcador la boya y el cabo de la punta de proa de barrera, y procede a hacerla firme en al dolphin N° 8.
- La otra lancha designada, toma del remolcador el cabo de cola de la barrera así como el ancla y la boya con sus respectivos aparejos, siguiendo a la lancha que lleva la punta de la barrera, manteniendo la distancia y la marcación requeridas para que la barrera se mantenga moderadamente templada, la lancha de cola maniobrará para lograr, que la barrera quede atravesada a la corriente.

### 2.8.9.2 CONFERENCIA PRE-TRANSFERENCIA

Antes de proceder a conectar el brazo de carga, el Loading Máster, en representación del Terminal convoca la conferencia Pre-Transferencia, con el Oficial del buque que representa al Capitán y el Inspector Independiente a cargo de la toma de muestras y medición de ullages de los tanques de carga del buque

En dicha conferencia, se identificará al personal operativo que actuará durante la transferencia, se establecerán los procedimientos de comunicaciones de coordinación y se definirán las responsabilidades de las partes.

Al final de la conferencia, los involucradas deberán tener una cabal comprensión de los procedimientos de trabajo, de sus responsabilidades durante la transferencia de carga y de los canales de coordinación permanente durante la transferencia.

### 2.8.9.3 VERIFICACIÓN DE ALISTAMIENTO DEL SISTEMA DE TRANSFERENCIA DEL BUQUE TANQUE

Antes de dar inicio a la transferencia de productos por la línea submarina, de acuerdo con el procedimiento establecido, el Loading Máster junto con el Primer Piloto del buque, verificará abordo las válvulas, los tanques de carga del buque, la alineación de válvulas, los requerimientos de deslastre etc. de acuerdo con la lista de verificación de condiciones del buque establecida y reportará al Supervisor de Operaciones el resultado de dichas verificaciones.

Por su parte el inspector independiente verificara el contenido de los tanques de carga del buque y tomará ullages de los mismos. Si es que no se encuentra ningún, factor que pueda afectar las operaciones de transferencia, el Loading Máster reportará al Supervisor de Operaciones y se procederá a conectar los brazos de carga para luego iniciar las operaciones de bombeo



## ESTUDIO DE MANIOBRAS DEL TERMINAL MARINO PISCO CAMISEA

### 2.8.9.4 DISPOSITIVO PARA QUE EL PERSONAL PASE DE LA PLATAFORMA AL BUQUE AMARRADO

El terminal Marino Pisco Camisea está dotado de una pasarela-puente (gangway), instalada sobre el dolphin auxiliar de soporte de pasarelas, ubicado entre los dolphins 5 y 6 del terminal, que permite el paso de personas de la pasarela del lado este de la plataforma hacia el buque y viceversa, la cual tienen un sistema de ruedas de altura graduable que pueden posarse sobre la cubierta del buque, no obstante la aceptación de la instalación de la pasarela es potestad del Capitán del buque amarrado permitir la instalación de sobre la cubierta del buque. Cuando no se coloca la pasarela-puente, el personal aborda el buque mediante una escala de gato tendida en la banda de estribor.

En condiciones adversas de mar, por razones de seguridad, el Ganway debe ser retirado de la cubierta del buque.

### 2.8.9.5 PROCEDIMIENTOS OPERATIVOS CON LOS BRAZOS DE CARGA

Una vez que el buque ha quedado amarrado en forma segura, en la posición indicada por el práctico, se coloca la barrera de contención cuando corresponde, y se lleva a cabo la conferencia de pre-transferencia así como la verificación de alistamiento del sistema de transferencia, y si no se presenta ningún inconveniente que lo impida, el Loading Máster, dispondrá la conexión de brazos de carga para iniciar la operación de transferencia.

Los operadores deben tener en cuenta que los brazos de carga de la plataforma del TMPC son equipos que por su naturaleza y mecanismos incluidos, deben ser operados siguiendo procedimientos estándar, por etapas, como se describe a continuación:

#### a) Preparación de los brazos para el inicio de la transferencia

La preparación de los brazos de carga para el arranque comprende tres pasos:

- Inspección general de los componentes del brazo y de los equipos relacionados con su funcionamiento.
- Verificación de la condición del sistema eléctrico
- Verificación de las condiciones ambientales

#### b) Pruebas Preliminares

El procedimiento de arranque de los brazos de carga incluye los siguientes cuatro pasos:

- Energizar el sistema hidráulico del brazo desde la sala de control.
- Verificar que el PLC se encuentre energizado en el panel del brazo de carga.
- Probar las alarmas del panel del Brazo, para verificar la operatividad de las alarmas sonoras y luminosas.
- Seleccionar, desde el panel del brazo de carga, el tipo de control de mando a utilizar, si es Pendant desde el panel del brazo y si es Radio, desde el mismo equipo.

#### c) Encendido del sistema hidráulico

El procedimiento de encendido del sistema hidráulico el brazo de carga incluye los siguientes cuatro pasos:

- Colocar el mando en modo Control.
- Retirar el bloqueo del sistema hidráulico.
- Retirar el bloqueo del brazo primario.
- Retirar el bloqueo del brazo secundario.

## ESTUDIO DE MANIOBRAS DEL TERMINAL MARINO PISCO CAMISEA

### d) Conexión del brazo de carga

El procedimiento de conexión del brazo de carga incluye los siguientes pasos, que deben ser efectuados cuidadosamente por los operadores:

- El personal conector coloca los pernos de fijación de la brida de conexión del brazo de carga (sólo para los brazos de carga MZZ 6015 y MZZ 6020), utilizando para ello, solamente, herramientas antichispa (comba, llaves mixtas, llaves de golpe).
- El personal conector retira la tapa del camlock y coloca en posición de conexión las levas del camlock del brazo de carga, (utilizando la llave de levas de bronce), con lo que el brazo queda listo para ser conectado.
- El Loading Máster opera el control remoto para posicionar el brazo de carga en la conexión del manifold del buque y para que personal conector lo asegure con las levas del camlock, (utilizando la llave de levas de bronce),.
- Una vez conectado el brazo al manifold del buque, el Loading Máster coloca el dispositivo de control en modo FREE WHEEL (modo libre).
- Se coloca la palanca de control en la posición de ARMADO.
- El Personal conector retira los seguros del sistema de liberación de emergencia.
- Finalmente el operador del brazo de carga procede, a solicitud del Loading Máster, a pasar la llave de los controles de alarma de movimiento del brazo (RANGE ALARM) a la posición ON.

### e) Inicio de transferencia

Una vez conectado el brazo se inicia la transferencia de producto, debiendo el operador monitorear permanentemente las presiones del sistema conforme se va realizando la transferencia, teniendo presente que los brazos de carga tienen un sistema de interruptores de alarma y un dispositivo de liberación automática, para prevenir la ruptura del brazo en caso de que los movimientos transversales, longitudinales o verticales del buque sobrepasen su alcance máximo

### f) Alarmas de límite de movimiento del buque en los brazos de carga

Los interruptores de alarma (Limit Switch) y el dispositivo de liberación automática, del brazo de carga tienen las siguientes características de funcionamiento:

- El primer nivel de alarma (preventivo), emite un sonido de alarma y enciende una luz blanca en parte superior del panel.
- El Segundo nivel de alarma (cierre), emite un sonido de alarma, enciende una luz amarilla en panel y cierra la doble válvula.
- El tercer nivel de alarma (liberación), se produce cuando el alcance del brazo llega al máximo permisible, en ese instante la doble válvula se cierra automáticamente y actúa el ERS, para liberar el brazo.

Para que la liberación de emergencia se realice, la llave del Range Alarm, debe estar en posición "ON" y el brazo de carga debe estar en condición de "ARMADO" La alarma de velocidad de movimiento del brazo puede ser regulada cambiando el selector de FAST/SLOW (Rápido/Lento)

## ESTUDIO DE MANIOBRAS DEL TERMINAL MARINO PISCO CAMISEA

### 2.8.9.6 PROCEDIMIENTOS DE SEGURIDAD PORTUARIA DURANTE LA PERMANENCIA DEL BUQUE EN EL TERMINAL.

#### a. CONTROL PERMANENTE DEL DISPOSITIVO DE AMARRE

Una vez que el buque queda amarrado en el frente de atraque de la plataforma, con un dispositivo de amarre acorde con su eslora, se inicia la necesidad de controlar el comportamiento de las amarras desde el terminal marino y desde el buque.

El personal del buque es el responsable por el monitoreo frecuente y por la vigilancia cuidadosa de las amarras del buque tanque, paralelamente personal debidamente calificado del Terminal deberá revisar las amarras periódicamente para asegurar de que están siendo adecuadamente ajustadas por el personal del buque.

Al observar amarras que se han aflojado o están muy tirantes, se deberá tener una visión global del sistema de amarras para que el ajuste de tensión o la soltura de las líneas individuales no ocasionen que el buque se mueva de posición o que se produzcan cargas indebidas sobre otras líneas de amarre.

Durante la permanencia del buque amarrado al TMPC, el casco del buque deberá mantenerse en contacto con las defensas y las amarras no deberán aflojarse si el buque tanque se aleja de las defensas.



La tensión de trabajo de las espías del dispositivo de amarre durante la permanencia del buque en el terminal puede variar por diversas razones, siendo necesario verificar permanentemente, que las espías que están conectadas a un mismo conjunto de de ganchos de amarre, trabajen con la misma tensión, para que la fuerza transmitida al gancho por el buque se distribuya lo más equitativamente posible entre las espías del mismo dolphin de amarre, de lo contrario, la espía que soporta mayores tensiones se podría fatigar y romper ocasionando un inmediato desequilibrio del dispositivo de amarre.

#### b. CONTROL DE CAMBIOS DE ALTURA DE LA CUBIERTA DEL BUQUE

Otra causa frecuente de ruptura de cabos es la variación de la tensión de las espías ocasionada por los cambios de altura de la cubierta del buque con respecto a la plataforma del terminal.

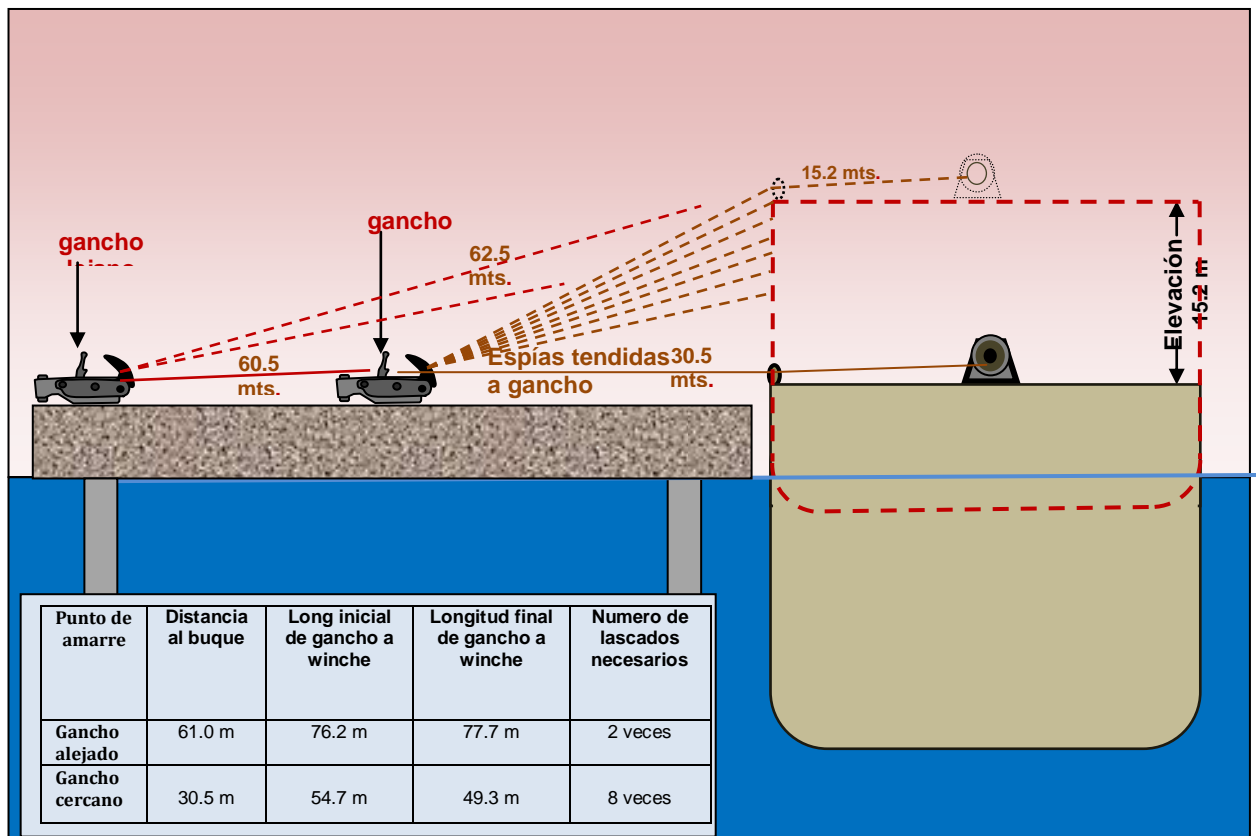
## ESTUDIO DE MANIOBRAS DEL TERMINAL MARINO PISCO CAMISEA

La variación de altura del buque debido al cambio de calado durante el embarque, y al cambio de altura de marea durante la permanencia del buque en el terminal genera variación en la tensión de las espías de amarre, las cuales se aflojan cuando la distancia vertical entre la plataforma y la cubierta disminuye y aumenta cuando dicha altura vertical se incrementa.

Esta variación de la tensión de las espías, es más notoria en las espías cortas que en las largas y se acentúa con el oleaje, que también produce un efecto de variación instantánea de la altura de la cubierta del buque, al paso de una ola.

En la bahía de Pisco, las mareas tienen una variación promedio de 0.54 metros, alcanzando los 0.94 metros en sicigias, por lo que la variación de tensión por marea no es muy pronunciada en comparación con otros puertos; sin embargo siendo corta la longitud de los esprines debido a la posición de los dolphins de amarre y a la necesidad de evitar que las espías se crucen; el efecto de cambio de tensión por variación de la altura de la cubierta requiere especial atención.

En la siguiente figura se muestra la magnitud de las variaciones de longitud de las espías de amarre que se producen por variación de la altura del buque. En el caso del TMPC los buque generalmente embarcan productos por lo que aumentan su calado, disminuyendo la distancia entre las bita del buque y los respectivos ganchos de amarre, lo cual amerita un continuo ajuste de la tensión de las espías de amarre a bordo del buque.



En el caso de los buques más pequeños, los largos de amarre se pasan a los dolphins N°2 y 7 y los traveses a los dolphins N°3 y 6 por lo que también resultan cortos, siendo por tanto afectados por los cambios de altura de la cubierta del buque respecto a la plataforma de embarque.



## ESTUDIO DE MANIOBRAS DEL TERMINAL MARINO PISCO CAMISEA

Por otra parte, cuando la marea baja de nivel y el buque está embarcando, se produce un notable descenso de la cubierta del buque con relación a la plataforma, lo que da lugar a que las espías se aflojen y el buque comience a golpear contra las defensas.

Por otra parte, el cambio de altura de la cubierta del buque ocasiona también el cambio de tensión de los esprines, que al aflojarse permiten movimientos longitudinales del buque así como movimientos de guiñada y grandes esfuerzos las espías de amarre.

En el gráfico de la página anterior, se puede observar que cuando la cubierta se eleva respecto a la plataforma, las espías aumenten su tensión, pero cuando la cubierta del buque disminuye su nivel con respecto a la plataforma, las espías se aflojan.

Asimismo, en el mencionado gráfico se puede observar que una espía de 60.5 metros requiere ser ajustada solamente dos veces para un cambio de nivel de 15.2 metros entre el buque y la plataforma, mientras que una espía de 30.5 metros requiere ser ajustada por lo menos 8 veces para el mismo cambio de nivel.

Si la diferencia de altura disminuye, las espías se aflojarán y produciendo movimientos indeseados del buque, lo que podría ocasionar ruptura de espías, especialmente si las tensiones de trabajo de las espías que conforman una misma línea no son iguales, en tal caso el cabo más tenso alcanzará primero su límite de ruptura y se romperá quedando el cabo más suelto como única retención del buque y consecuentemente se romperá ocasionando un completo desequilibrio del dispositivo de amarre, lo que pondría en grave peligro al buque y al Terminal.

Lo anteriormente expuesto hace evidente la necesidad de un continuo control de las amarras del buque durante su permanencia en el Terminal, debiendo controlarse principalmente los siguientes aspectos:

- Estado de espías de amarre.
- La no existencia de puntos de rozamiento en el recorrido de los cabos.
- Variaciones de diferencia de altura entre la plataforma y la cubierta del buque
- Igualación de tensiones en líneas de amarre compuestas por más de un cabo

Los operadores del TMPC han establecido procedimientos de control del buen estado y adecuado trabajo de espías durante la permanencia del buque.

### **c. CONTROL DE OPERACIÓN Y SEGUIMIENTO DE PRODUCTOS QUE SE EMBARCAN DURANTE LA PERMANENCIA DEL BUQUE EN EL TMPC**

Durante la permanencia del buque en el TMPC las operaciones de transferencia de carga deben ser controladas y monitoreadas, siguiendo los procedimientos establecidos para el control del trabajo de los brazos de carga y los procedimientos específicos para el control de presiones, temperaturas y flujo de cada tipo de producto como se indica a continuación:

### **d. CONTROL Y MONITOREO DE LOS BRAZOS DE CARGA EN GENERAL:**

El control y monitoreo de los brazos de carga abarca los siguientes aspectos:

- Monitoreo de la presión del acumulador del ERS.
- Monitoreo de los movimientos del Buque, para conocer si está próximo a los límites del switch del brazo de carga.
- Control de posibles fugas que se generen en los acoples o juntas giratorias.
- Monitoreo de presiones de operación.
- Monitoreo de las condiciones ambientales.

## ESTUDIO DE MANIOBRAS DEL TERMINAL MARINO PISCO CAMISEA

### **e. PROCEDIMIENTOS AL TÉRMINO DE EMBARQUE DE PRODUCTOS.**

En el TMPC, los buques amarrados en el frente de atraque de la plataforma, pueden embarcar productos en forma sucesiva, siendo necesario por razones de seguridad y eficiencia en las operaciones, que al término de la transferencia de cada tipo de producto, se sigan procedimientos específicos establecidos según la naturaleza de cada producto, como se indica en los respectivos procedimientos de operación

### **2.8.9.7 PROCEDIMIENTOS OPERATIVOS GENERALES AL TÉRMINO DE EMBARQUE Y ANTES DE LA SALIDA DEL BUQUE DEL TERMINAL.**

#### **a. CIERRE DE VÁLVULAS**

Una vez concluida las operaciones de transferencia de productos y parado el bombeo, el Loading Máster en coordinación con el Operador de planta dispondrán la despresurización de las líneas y el cierre de todas las válvulas tanto abordo como en tierra y se procederá a efectuar la medición final de tanques, después de lo cual, se procederá a la desconexión del brazo de carga de acuerdo al siguiente procedimiento:

#### **b. DESCONEXIÓN DE BRAZOS DE CARGA**

Antes de realizar la desconexión, el Loading Máster verificará que el brazo esté completamente purgado (según los procedimientos de purga establecidos) y luego se procederá a desconectar siguiendo el procedimiento que se describe a continuación:

- El Personal conector retirará los pernos de fijación de la brida de conexión del brazo de carga (brazos de carga MZZ 6015 y MZZ 6020). Utilizando para ello, en todo momento, herramientas antichispa (comba, llaves mixtas, llaves de golpe).
- Mientras el brazo se encuentre asegurado al manifold del buque sólo con las levas, el Loading Máster ordenará, al personal conector, colocar el switch de contacto del brazo de carga en la posición DESARMADO.
- El operador, a solicitud del Loading Máster, pasará la llave de interlock a la posición OFF.
- El Loading Máster activará el control del brazo de carga; el personal conector procederá a mover las levas del camlock del brazo de carga con ayuda de la llave de levas (llave de bronce) el Loading Máster retirará el brazo del manifold del buque y finalmente el brazo quedará liberado.
- El Loading Máster evaluará la seguridad para la colocación a bordo de los seguros del ERS del brazo de carga; si las condiciones lo permiten, personal conector procederá a colocar los seguros respectivos, caso contrario éstos serán colocados por personal conector en la plataforma.
- El Loading Máster operará, con el control remoto, el brazo de carga y lo llevará hasta su posición de parqueo.
- El operador, a solicitud del Loading Máster, colocará los seguros del brazo de carga en el orden que sigue:
  - Primero: Stand post.
  - Segundo: Brazo primario.

## ESTUDIO DE MANIOBRAS DEL TERMINAL MARINO PISCO CAMISEA

Al término de la desconexión, el Loading Máster apagará el control del brazo de carga y el operador cerrará válvula del sistema hidráulico del mismo.



### 2.9 DETERMINACIÓN DE CONDICIONES METEOROLÓGICAS ADVERSAS ASÍ COMO DE LAS SITUACIONES QUE CONSTITUYEN LÍMITES OPERACIONALES O CONDICIONES INSEGURAS

#### 2.9.1 EN LA APROXIMACIÓN DEL BUQUE AL TERMINAL

A la salida del fondeadero y durante la aproximación al terminal, el buque recibe el viento por proa o por la amura de babor. Si los vientos soplan con velocidades mayores de 24 nudos de Sur o del SSW o superiores, no se debe intentar la maniobra si el buque viene en lastre porque los remolcadores no podrían controlar al buque para aproximarlos a la plataforma (especialmente con remolcadores de propulsión convencional, debido a que estos pierden efectividad cuando el buque al que apoyan se mueve).

Si las olas tienen más de dos metros de altura en la aproximación incidirán por el costado de estribor del buque, produciendo excesivos movimientos de guiñada y balance, los movimientos de guiñada, que sacan al buque del curso, no pueden ser controlados con el timón del buque debido a que este debe navegar con baja velocidad, mientras que en tales condiciones, los remolcadores no podrán operar adecuadamente porque los violentos movimientos de cabeceo y de balance no permiten que el remolcador haga contacto con el casco para empujar al buque por el riesgo que ello conlleva para el remolcador y su tripulación.

La corriente por sí sola no es un factor limitativo para la maniobra, pero debe tenerse en cuenta que el efecto de deriva que produce sumado al efecto de deriva del viento, casi la misma dirección pueden ocasionar una deriva resultante que no puede ser controlada especialmente en buques mayores de 220 metros de eslora.

#### 2.9.2 DURANTE LA PERMANENCIA DEL BUQUE EN EL TERMINAL

##### CONDICIONES LÍMITE DE OLEAJE.

El Terminal Marino Pisco Camisea está diseñado de modo que el oleaje, que tiene una dirección permanente con pequeñas variaciones, incide siempre por proa del buque, lo cual determina que el oleaje, que es el factor que genera los mayores esfuerzos en el terminal afecte lo menos posible al buque.

## ESTUDIO DE MANIOBRAS DEL TERMINAL MARINO PISCO CAMISEA

Sin embargo los movimientos oscilatorios producidos el oleaje y la elasticidad de las espías, dan lugar a continuos movimientos longitudinales, en los que las fuerzas de recuperación son proporcionadas por los esprines y por las componentes longitudinales de los largos, en este caso, el movimiento longitudinal puede ser sustancial especialmente en las frecuencias cercanas a la frecuencia natural del terminal, por lo que las bajas frecuencia de movimiento de olas, se incluyen en el análisis de esfuerzos horizontales del sistema de amarre.

Los movimientos de baja frecuencia del buque amarrado generan esfuerzos, que están dominados por la respuesta de resonancia a la frecuencia natural del buque amarrado por lo que pueden producirse enormes esfuerzos sobre el dispositivo de amarre cuando la frecuencia de movimiento del buque amarrado coincide con las bajas frecuencias de olas, lo cual puede producirse a partir de que las olas alcanzan una altura de 2.0 metros.

### **CONDICIONES LÍMITE DE VIENTO**

Los vientos con velocidades mayores de 20 nudos se generan por influencia del Anticiclón del Pacífico Suroeste, por lo que tienen una dirección predominante del Sur y del Sur-Suroeste, lo que determina que incidan por la banda de babor del buque amarrado, lo cual genera esfuerzos adicionales sobre el dispositivo de amarre, que apartan al buque de la plataforma empujan al buque hacia la plataforma, especialmente si el buque presenta una considerable área expuesta al viento; por estar descargado.

Los cálculos efectuados determinan que un viento de 30 nudos actuando por la cuadra de un buque de 228 metros de eslora medianamente cargado puede generar esfuerzos mayores de 50 toneladas lo cual sumado al efecto del vector corriente y a los esfuerzos generados por el oleaje puede generar condiciones peligrosas para el buque y el Terminal.

Asimismo debe tenerse en cuenta que, si es que las espías no salen del buque por rolas en buen estado, los continuos movimientos del buque producirán desgastes y fatiga en las espías de amarre, aun cuando estas sean nuevas, especialmente si las rolas y guías de cabo no giran para evitar el rozamiento que se produce al estirarse las espías.

### **CONDICIONES LÍMITE DE CORRIENTE.**

Normalmente la corriente en el área del Terminal Marino Pisco Camisea tiene velocidades de 0.3 a 0.5 nudos pudiendo las corrientes superficiales incrementarse hasta 0.6 nudos por efecto del viento reinante.

En condiciones normales la corriente no afecta la permanencia del buque en el terminal, sin embargo debido a que el espacio entre la quilla y el fondo es normalmente menor que el 50% de la profundidad, y a que la dirección predominante de la corriente es casi coincidente con la dirección del viento, sus efectos se suman aumentando los esfuerzos sobre los ganchos de amarre de los traveses hasta valores que podrían considerarse riesgosos

### **CONDICIONES LÍMITE DE VISIBILIDAD.**

Ocasionalmente, a primeras horas de la mañana, especialmente en tiempo de verano, cuando se debilita el APSO, y el proceso de evaporación se intensifica formando nubes bajas, se presentan estados de niebla que disminuyen la visibilidad, generando una condición de riesgo para la maniobra.

## ESTUDIO DE MANIOBRAS DEL TERMINAL MARINO PISCO CAMISEA

En tal caso, siendo la distancia del fondeadero al TMPC de 750 metros y las instalaciones del TMPC claramente visibles en el radar, se puede efectuar la maniobra con un **alcance visual mínimo de 500 metros**, para que el Práctico pueda observar el frente de atraque durante la aproximación.

### 2.9.3 CONDICIONES LÍMITE PARA EJECUCIÓN DE MANIOBRAS DE ABASTECIMIENTO, TRANSPORTE DE PERSONAS, Y OTROS.

Por la naturaleza de las operaciones no es permitido tomar abastecimiento en el TMPC. Todo abastecimiento al buque deberá efectuarse en fondeadero.

Cuando se presenten olas mayores de 2 metros se deberá restringir el ingreso y salida de personas al buque para evitar los riesgos de accidente que conlleva el tratar de abordar un buque por una escala de gato desde una embarcación sometida a violentos movimiento verticales y horizontales producidos por el oleaje, siendo, por razones obvias, más riesgoso el abordaje a la lancha desde el buque que abordar el buque desde la lancha.

### 2.9.4 DECISIÓN PARA LA DESCONEXIÓN DE LOS BRAZOS DE CARGA.

El TMPC, está dotado de medios para la medición de vientos corrientes y olas, tiene acceso a la información hidrográfica del sistema buoyweather, y posee un programa de cálculo, que determina la fuerza resultante en cada espía en función del dispositivo de amarre y de los factores ambientales.

Al dividir la fuerza de ruptura de cada espía, entre la fuerza que soporta la misma espía, calculada por el programa, se obtiene el factor de seguridad, cuyos valores mayores de 12 son seguros, entrando en condición de alerta con valores menores de 12 y mayores de 10 y en condición de emergencia con valores menores de 10.

En tal caso, el Loading Máster en coordinación con el Capitán de la nave evaluará a la situación tomando en cuenta el pronóstico de estado de mar y las condiciones de olas viento y corriente observadas, para disponer la paralización del embarque y purgar el brazo de carga que se encuentra operando, como precaución preliminar para prevenir accidentes.

Si las condiciones empeoran se deberá desconectar los brazos de carga, de modo que el buque esté listo para salir del terminal en caso necesario.

OTAS, como operador del TMPC ha establecido el procedimiento de Parámetros de Operación, (PCS-0148-OTAS TMPC), como una herramienta de soporte, para que el Loading Máster tome la decisión más adecuada en coordinación con el Capitán del buque amarrado.

El buque podrá salir del terminal con el apoyo de remolcadores, cuando la corriente y el viento incidan fuertemente por babor, en tal caso, se deberá mantener los traveses reforzados como retenida para largarlos oportunamente utilizando el dispositivo de liberación rápida de los ganchos de amarre.

En los casos de fuerte oleaje los remolcadores, podrán actuar solamente jalando, no deberán tratar de empujar directamente el casco del buque, porque eso podría ocasionar accidentes por los fuertes movimientos de cabeceo guiñada y balance que puede generar el oleaje.



**Capitán de Travesía**  
**Percy Salcedo Zúñiga**  
**Practico Marítimo Experto**  
**DI-10282546-PM**



**Consultor Marítimo**  
**Jorge Filinich Espinoza**  
**Perito Naval Consultor**  
**RD191-1993/DGCG**  
**DI-13198-02-PN**



## ESTUDIO DE MANIOBRAS DEL TERMINAL MARINO PISCO CAMISEA

### CAPÍTULO III.

#### CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES, Y RESTRICCIONES PORTUARIAS

Como resultado del Estudio de Maniobras desarrollado para el Terminal Marino Pisco Camisea, se han establecido las siguientes conclusiones recomendaciones y restricciones para cada aspecto de las maniobras de buques, las cuales permitirán optimizar las condiciones de seguridad en las operaciones del Terminal Marino Pisco Camisea.

#### 3.1. FONDEADEROS

El fondeadero para buques petroleros, ubicado inmediatamente al Norte del Terminal Marino Pisco Camisea, es el fondeadero preferente para el arribo de los buques que operan en el TMPC.

Cuando este fondeadero se encuentre ocupado o cuando lo disponga la Autoridad Marítima, los buque podrán fondear en el Fondeadero para Buques Tanque, ubicado a 1.35 millas de Punta Colorada, o en el fondeadero para buques con Carga Peligrosa, ubicado frente a la playa del Candelabro, a una milla del lado norte de la Península de Paracas

#### 3.2. HORARIO DE MANIOBRA

Las maniobras de entrada o salida de buques del TMPC, si las condiciones ambientales lo permiten, se podrán efectuar de día o de noche durante las 24 horas.

#### 3.3. TAMAÑO DEL BUQUE

El tamaño de un buque para fines de maniobra, esta dado por sus dimensiones, Eslora, manga y puntal y por su desplazamiento, que es el peso real del buque en toneladas, al momento de efectuar la maniobra. A, a continuación se muestra el cuadro de tamaños máximos y mínimos de buques que arriban al Terminal Marino Pisco-Camisea.

El terminal Marino Pisco Camisea fue diseñado con una resistencia estructural, dispositivos de defensa y ganchos de amarre para soportar esfuerzos ocasionados por buques de hasta 79,000 ton. pero hasta la fecha el buque de mayor tamaño que ha arribado tiene 74,000 ton de desplazamiento

TAMAÑO	ESLORA	MANGA	PUNTAL	DESPLAZAMIENTO
Máximo	230 mts.	S/R	22 m	79,000 tons
Mínimo	90 mts.	S/R	11 m	S/R

El desplazamiento del buque al efectuar la maniobra depende de sus condiciones de carga y de lastre y se obtiene entrando con los calados a la tabla de datos hidrostáticos del buque.

## **ESTUDIO DE MANIOBRAS DEL TERMINAL MARINO PISCO CAMISEA**

### **3.4. TONELAJE DE PESO MUERTO (dead weight)**

El tonelaje de peso muerto de un buque, también conocido por sus siglas en inglés DWT (Dead Weight Tons), es la capacidad total de carga del buque incluyendo pertrechos, valor que está relacionado con el tamaño del Buque, pero no lo determina, por lo que no es aplicable para efectos de maniobrabilidad.

Para los efectos de maniobrabilidad el tamaño del buque está definido por sus dimensiones principales (eslora manga y puntal), y por su peso real que es el desplazamiento que corresponde al calado con el que el buque ingresa o sale del terminal.

### **3.5. DESPLAZAMIENTO.**

El desplazamiento, es peso del volumen de agua que desplaza el casco del buque al flotar con un determinado calado, y equivale al peso total en toneladas del buque, para ese calado.

La restricción de calado de 12.5 metros, determina un desplazamiento máximo de 76,890 Ton para el buque de mayor tamaño, que ha arribado al TMPC el cual con su calado máximo de 14. 563 m, tendría un desplazamiento de 90,486 ton

El desplazamiento es un factor determinante en las fuerzas generadas por el buque sobre el dispositivo de amarre y las defensas, las cuales son directamente proporcionales al desplazamiento del buque,

Los esfuerzos producidos sobre el dispositivo de amarre son calculados por un Software preparado en función del desplazamiento el buque amarrado y de las fuerzas generadas por factores ambientales, el cual se encuentra disponible para el Loading master del muelle, que es siempre un Capitán de Marina Mercante.

### **3.6. CALADO MÁXIMO PERMISIBLE**

La profundidad mínima respecto al nivel medio de bajamares de sicigias ordinarias, en el área del Terminal Marino Pisco Camisea, según la última batimetría es de 16.5 metros, en el frente de atraque, y de 15.2 metros en la ruta de aproximación, siendo la más baja bajamar del año de -0.20 metros, por lo que la profundidad mínima, en la ruta de aproximación del buque será de 15 .00 metros en la ruta de aproximación y de 16.30 metros en el frente de atraque cuando ocurra la más baja bajamar del año, lo cual con la restricción de calado de 12.50 como máximo, establecida por el mismo terminal, permite un mínimo espacio bajo la quilla de 3.80 metros en el frente de atraque y de 2.50 metros en la ruta de aproximación dentro de la bahía, que es una condición segura para el buque, aun en condiciones adversas de mar .

En el informe técnico EBQ que forma parte de los anexos al presente estudio, demuestra que un espacio de 1.23 metros bajo la quilla, es suficiente para que el buque que recibe el oleaje directamente por la proa, pueda tener movimientos de surgida, cabeceo y balance sin llegar a tocar el fondo.



## ESTUDIO DE MANIOBRAS DEL TERMINAL MARINO PISCO CAMISEA

Por otra parte un mayor espacio bajo la quilla permite reducir los esfuerzos generados por corrientes transversales.

En el presente caso, el factor de restricción de calado, no se refiere específicamente, al espacio mínimo entre el casco del buque y el fondo marino, sino al tamaño y desplazamiento del buque, que son proporcionales a los esfuerzos sobre las defensas y el dispositivo de amarre.

### 3.7. CALADO MÍNIMO.

Para que un buque pueda maniobrar de acuerdo a sus características tácticas, es necesario que la hélice y la pala del timón estén completamente sumergidas y que el buque se encuentre adrizado longitudinalmente, por lo que el calado mínimo para maniobra será el que permita mantener sumergidos, el bulbo de proa, la hélice y la pala del timón.

### 3.8. FRANCOBORDO MAXIMO PERMISIBLE

El Francobordo es el factor que determina el tamaño del área del buque expuesta al viento, la cual, dependiendo de la velocidad del viento puede ocasionar que se produzca una deriva peligrosa en el momento de la maniobra; por lo cual, se establece una restricción de francobordo, en la cual, el producto de la eslora del buque por su francobordo al arribo, más un 10% correspondiente a los castillos de proa y de popa del buque, deberá ser igual o menor que el área permisible, para que la deriva del buque producida por el viento pueda ser controlada con la fuerza de remolque disponible.

Teniendo en cuenta, que con el francobordo máximo, la hélice del buque y la pala del timón deben estar sumergidas y que el buque debe estar adrizado longitudinalmente, el práctico podrá determinar si el buque se encuentra dentro del máximo francobordo aceptable, en función del área transversal del buque expuesta al viento y de la fuerza de remolque disponible para la maniobra, utilizando el algoritmo:

$$Fb = [ F_{rem} / (1.1 L_{pp} * K * V^2) * (9.810 \text{ kg / N}) ]$$

Donde

$F_{rem}$  = Fuerza de remolque disponible en kilogramos

$L_{pp}$  = Eslora entre perpendiculares en metros.

$K$  = Coeficiente de fuerza de viento lateral =  $0.615 \text{ N} * \text{seg}^2 / \text{m}^4$

$V$  = Velocidad del viento en metros/seg (nudos \* 0.515).

### 3.9. ESPIAS

Para el uso de espías de amarre, se deberá considerar una ventaja mecánica de por lo menos 10 veces la resistencia nominal de la espía considerando la posibilidad de debilitamiento por desgaste y exposición a la radiación solar, así



### **ESTUDIO DE MANIOBRAS DEL TERMINAL MARINO PISCO CAMISEA**

como la eventualidad de esfuerzos extraordinarios, por lo que, de conformidad con la recomendación del International Cordage Institute, la fuerza total disponible de cada espía individual, se calcula como:  $F_t = (R/10)$  donde R es la tensión de ruptura nominal de la espía individual tal como figura en su certificado

El material de construcción de las espías no podrá ser 100% de polipropileno o poliéster, debiendo los cabos de amarre estar constituidos por una mezcla de fibras con no menos de 25% de fibra Poliestel.

Se podrá aceptar un empalme como máximo en cada espía, debiendo el empalme tener un mínimo de 5 pasadas en el trenzado.

## **3.10. CONDICIONES LÍMITE DE ESTADO DE MAR EN LAS MANIOBRAS.**

### **3.8.1 OLAS:**

Olas de 1.00 metros de altura decreciendo, si el pronóstico de estado de mar indica que la altura de olas va en aumento el buque deberá permanecer en fondeadero.

### **3.8.2 VIENTO:**

Si la dirección predominante del viento es del Sur, la maniobra de aproximación del buque al TMPC, podrá efectuarse, de día o de noche, con vientos de hasta 20 nudos como máximo, debiendo tener en cuenta, que si el área del buque expuesta al viento transversal es mayor de 3,000 metros se deberá evaluar la fuerza de deriva producida por el viento con relación a la fuerza de remolque disponible.

Si la dirección predominante del viento es del Norte, la maniobra de aproximación del buque al TMPC, podrá efectuarse, de día o de noche con vientos de hasta 15 nudos como máximo.

Esta restricción podrá aumentar a criterio del Loading Master si el buque viene descargado, en cuyo caso se deberá efectuar el cálculo para determinar la fuerza lateral de deriva en función del francobordo y de la velocidad del viento para compararla con la fuerza de remolque disponible.

El dato de dirección y velocidad del viento debe ser obtenido del anemómetro del TMPC.

### **3.8.3 CORRIENTE:**

Si se observa una velocidad de corriente de 0.6 nudos en el correntómetro del TMPC, el buque permanecerá en fondeadero hasta que la velocidad de corriente baje a 0.5 nudos o menos.

### **3.8.4 VISIBILIDAD:**

El buque podrá iniciar la maniobra de aproximación con un mínimo de 500 metros de alcance visual, cuando se observa que la niebla va despejando.

## **ESTUDIO DE MANIOBRAS DEL TERMINAL MARINO PISCO CAMISEA**

### **3.8.2 CONDICIONES LÍMITE PARA MANIOBRA DE SALIDA**

No existe restricción para la maniobra de salida, el Capitán del buque amarrado o los operadores del Terminal, decidirán que el buque desatraque cuando sus condiciones de permanencia determinan riesgo para la nave, su tripulación o para las instalaciones del Terminal.

En tal caso, tanto el Agente Marítimo como el Terminal, proporcionarán los medios que requiere el buque para salir con seguridad hacia mar abierto, tales como Practico (permanece abordo), remolcadores, lanchas de apoyo y gavieros en los dolphins de amarre.

### **3.11. VELOCIDAD DE APROXIMACIÓN.**

Cuando un buque navega a muy baja velocidad, el timón demora demasiado tiempo en responder a uno u otro lado, y la influencia de los factores ambientales ocasionan que el buque salga del rumbo de aproximación, mientras que una velocidad excesiva en la maniobra puede ocasionar accidentes con graves consecuencias.

La velocidad de aproximación del buque a partir de que sale del fondeadero, podrá ser hasta de 3 nudos o algo más, pero será regulada por el Capitán del buque con asesoramiento del Práctico, de modo que pueda maniobrar adecuadamente con el apoyo de los remolcadores, de acuerdo a sus características operacionales, sus condiciones de carga y el estado de mar, corriente y viento.

Cuando la nave se encuentre a aproximadamente dos cables del frente de atraque, controlados por radar o por GPS, se ordenará la marcha atrás adecuada, durante el tiempo que sea para que el buque, con apoyo de los remolcadores quede detenido frente a la plataforma de embarque del TMPC, teniendo en cuenta las condiciones de carga del buque, y de la deriva producida por viento y corriente

### **3.12. USO DE REMOLCADORES**

El TMPC ha sido diseñado de modo que las olas inciden directamente por la proa del buque amarrado, mientras que el viento incide siempre por la banda de babor del buque amarrado y la corriente puede incidir por el lado de babor y o de estribor según las condiciones de marea en la bahía.

La aproximación del buque al TMPC, debe efectuarse con el apoyo de dos remolcadores azimutales, que puedan empujar o jalar eficiente ente al buque aun cuando la dirección de la línea de crujía del remolcador no es perpendicular al caso del buque , de tal modo que antes de atracar, el buque quede paralelo al frente de atraque del terminal y a una distancia prudencial de este, teniendo que





### **ESTUDIO DE MANIOBRAS DEL TERMINAL MARINO PISCO CAMISEA**

ser empujado por los remolcadores hasta que se puedan pasar los esprines desde la cubierta del buque. A continuación el casco del buque hace contacto suavemente con las defensas, para mantenerse en esa posición con el apoyo de los remolcadores, mientras se hacen firmes los largos y los traveses.

Por otra parte para la salida del buque, es necesario que los remolcadores inicien la maniobra empujando al buque por estribor para mantenerlo en condición estable, apoyado en las defensas, mientras se largan todas las amarras, y luego apartarlo del frente de atraque en forma paralela, hasta quedar a una distancia que le permita navegar con sus propias maquinas sin que haya la posibilidad de que el casco haga contacto con algún elemento del terminal.

Las características del TMPC, y las condiciones dinámicas del medio en la bahía de Pisco, así como la necesidad de llevar a cabo las maniobras de ingreso y salida del buque en condiciones aceptables de seguridad, obligan a tener en dichas maniobras el apoyo de dos (02) remolcadores, cada uno con no menos de 40 tons de bollard pull, para poder ayudar al buque a mantener el rumbo deseado y efectuar las caídas que se requieren en la maniobra de aproximación, aun cuando el buque pierda gobernabilidad debido a la necesaria disminución de velocidad en la aproximación. Asimismo es necesario el apoyo de dos remolcadores para mantener al buque apoyado contra las defensas del frente de atraque del TMPC tanto en la maniobra de entrada como en la maniobra de salida, especialmente en condiciones adversas de mar.

Es recomendable que los remolcadores sean del tipo azimutal, para que no pierdan efectividad cuando disminuye el ángulo entre el casco y el plano de crujía del remolcador.

#### **3.13. PERSONAL DE CUBIERTA DEL BUQUE**

Durante las maniobras de ingreso y salida, el buque deberá tener dotadas las estaciones de maniobra de proa de popa y de centro, cada una a cargo de un Oficial con el personal suficiente en proa para atender el amarre de las espías.

Durante la permanencia del buque en el amarradero, el buque deberá tener un oficial de guardia en cubierta para controlar el trabajo de las espías de amarre y contar con el personal necesario para ajustar e igualar las tensiones de las espías de amarre.

#### **3.14. LANCHAS DE SERVICIO**

Durante las maniobras de entrada al TMPC, se proveerán dos lanchas de apoyo, con suficiente potencia de tracción para remolcar espías pesadas desde el buque hasta los dolphins de amarre.



### **ESTUDIO DE MANIOBRAS DEL TERMINAL MARINO PISCO CAMISEA**

Las lanchas deberán estar equipadas con una bita central y bitas laterales, para remolcar las espías de amarre, así como con defensas para abarloadse al buque y con bicheros y jarcia de maniobra para cobrar las gazas de las espías.

Estas embarcaciones deberán estar operadas por un patrón capacitado en el manejo de Radar y GPS, así como con conocimiento de navegación, para poder, en caso necesario, apoyar al Práctico durante la aproximación, y con un maniobrista y tres marineros de cubierta para tomar conducir y entregar espías pesadas a los dolphins de amarre.

Ambas lanchas deberán contar con faros intermitentes, para colocarse como referencia de aproximación donde lo disponga el Práctico y faros de alumbrado para acercarse con seguridad a la plataforma de embarque.

#### **3.15. GAVIEROS**

Durante toda la permanencia del buque en el Terminal Marino Pisco Camisea, deberá nombrarse dos gavieros como mínimo, en la cubierta del buque para atender las operaciones de conexión o desconexión de los brazos de carga así como para apoyar al loading máster y cuatro gavieros en el Terminal, distribuidos dos en los dolphins de proa y dos en los dolphins de popa, para largar los cabos de buque en caso de presentarse una emergencia.

Durante todo el tiempo que el buque permanezca amarrado en el TMPC, sea de día o de noche, habrá el mismo número de gavieros, para servicios de emergencia, lo cuales se relevan cada 12 horas junto con el relevo del grupo de operadores

#### **3.16. PRACTICOS**

Los buques de hasta 200 metros de eslora ingresan al TMPC entran con el asesoramiento de un practico

Los buques mayores de 200 metros de eslora ingresan al TMPC entran con el asesoramiento de dos prácticos.

Durante la estadía del buque en el TMPC, permanecerá abordo un práctico para buques menores de 200 metros de eslora y dos Prácticos para buques mayores de 200 metros de eslora, para sacar la nave del terminal en forma inmediata, en caso de producirse una emergencia.

**Capitán de Travesía**  
**Percy Salcedo Zúñiga**  
**Practico Marítimo Experto**  
**DI-10282546-PM**

**Consultor Marítimo**  
**Jorge Filinich Espinoza**  
**Perito Naval Consultor**  
**RD191-1993/DGCG**  
**DI-13198-02-PN**

## **RELACION DE ANEXOS**

- 1. TABLILLA DE PRACTICAJE  
(Apéndice 1 del Solas)**
- 2. CARACTERISTICAS DEL APARATO DE GOBIERNO  
(Apéndice 1 del SOLAS)**
- 3. INFORMACION DE CUADERNO DE MANIOBRA  
(Apéndice 3 del SOLAS)**
- 4. DIAGRAMA DEL DISPOSITIVO DE AMARRE DEL TMPC**
- 5. DIAGRAMA DE DOLPHINS DE AMARRE Y DEFENSA**
- 6. CURVAS Y DATOS DE PERFORMANCE DE LAS DEFENSAS**
- 7. INFORME TÉCNICO DE RESISTENCIA DE ANCLAJES DE LOS  
GANCHOS DE AMARRE DEL TMPC**
- 8. FORM 0219 OTAS TMPC.- FORMATO PARA INSPECCION DE  
APROBACIÓN DEL BUQUE ANTES DE SU INGRESO AL TMPC**
- 9. FORM 0247 MOORING LINES CHECK LIST**
- 10. PCS-0148-OTAS-TMPC, PROCEDIMIENTO DE PARÁMETROS DE  
OPERACIÓN DURANTE LA PERMANENCIA DEL BUQUE EN EL  
TERMINAL MARINO PISCO –CAMISEA**
- 11. FORM 0231 FORMATO PARA COORDINACIÓN DEL PLAN DE  
AMARRE ANTES DE LA ENTRADA DEL BUQUE.**
- 12. FORM 0233 COMPROMISO DEL CAPITAN DEL BUQUE PARA  
MANIOBRAS Y OPERACIONES DE TRANSFERENCIA DE CARGA**
- 13. ESTUDIO HIDROGRÁFICO PREPARADO POR H&M Ing.**
- 14. PLANOS**
  - a) PLANO DE BATIMETRÍA Y DE UBICACIÓN
  - b) PLANO DE GANCHOS DE AMARRE



## CARACTERÍSTICAS DEL APARATO DE GOBIERNO

Tipo de timón \_\_\_\_\_ ángulo máximo \_\_\_\_\_ °  
Tiempo para cambiar de todo a una banda a todo a la otra \_\_\_\_\_ s  
Angulo de timón para neutralizar la caída \_\_\_\_\_ °  
Impulsor: Proa \_\_\_\_\_ kW ( \_\_\_\_\_ Hp) Popa \_\_\_\_\_ KW ( \_\_\_\_\_ HP)

### VERIFICACIÓN DE QUE EL EQUIPO ESTA A BORDO Y LISTO

Anclas			
Pito			
Radar	<input type="checkbox"/>	3cm	<input type="checkbox"/> 10 cm
APRA			<input type="checkbox"/>
Corredera	<input type="checkbox"/>		Doppier: Si/No
Velocidad respecto del agua			<input type="checkbox"/>
Velocidad respecto del fondo			<input type="checkbox"/>
Dos ejes			<input type="checkbox"/>
Telégrafos de maquina			<input type="checkbox"/>
Aparato de gobierno			<input type="checkbox"/>
Núm. De servomotores en funcionamiento			<input type="checkbox"/>

### Indicadores

Timón	<input type="checkbox"/>
RPM/ Paso de la hélice	<input type="checkbox"/>
Régimen Evolutivo	<input type="checkbox"/>
Sistema de Compas	<input type="checkbox"/>
Error constante del giróscopo	<input type="checkbox"/>
Aparato de ondas métricas (VHF)	<input type="checkbox"/>
Sist. Electrónico de determinación de la situación	<input type="checkbox"/>

Tip: \_\_\_\_\_

(Apéndice 1 del SOLAS 74)

## TABLILLA DEL PRACTICAJE

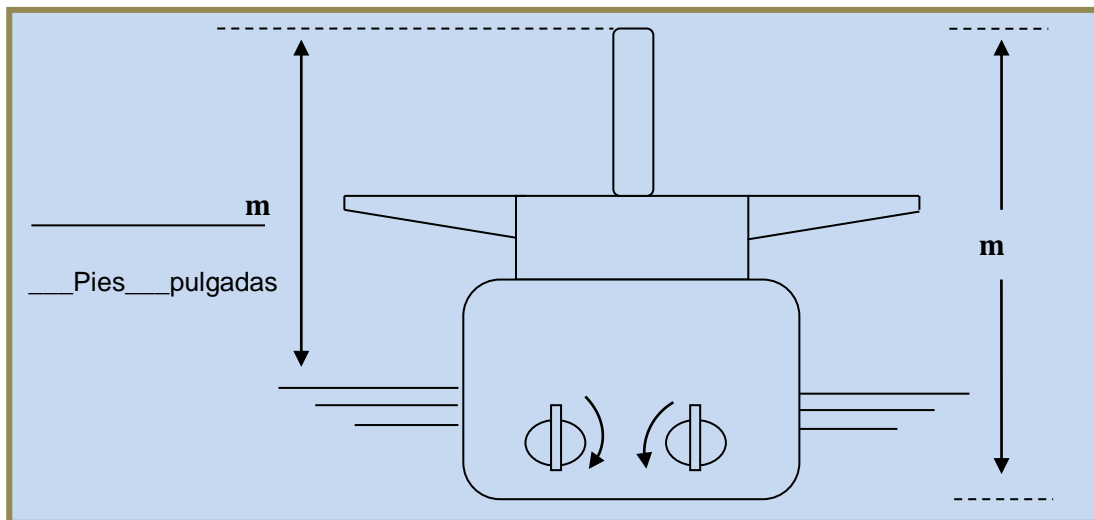
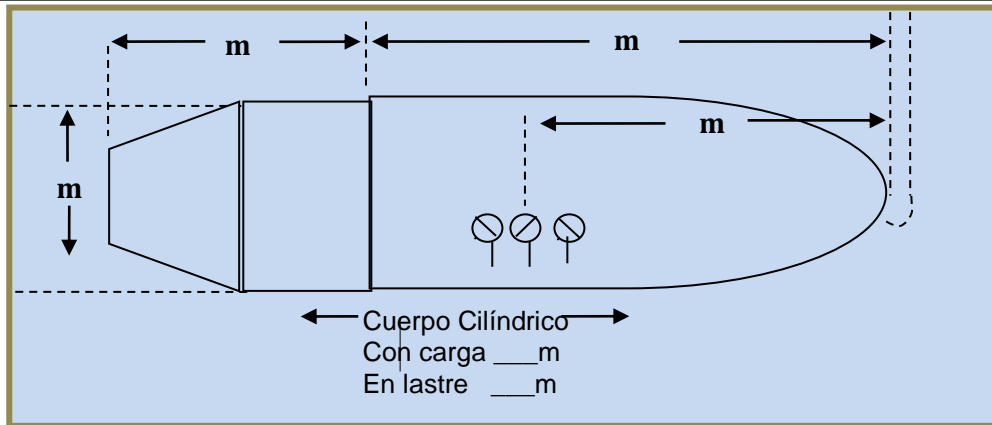
Nombre del buque \_\_\_\_\_ Fecha \_\_\_\_\_

Distintivo de llamada \_\_\_\_\_ Peso muerto \_\_\_\_\_ toneladas Año de construcción \_\_\_\_\_

Calado de popa \_\_\_\_\_ m/ \_\_\_\_\_ pies \_\_\_\_\_ pulgadas Desplazamiento \_\_\_\_\_ toneladas

Calado de proa \_\_\_\_\_ m/ \_\_\_\_\_ pies \_\_\_\_\_ pulgadas

Características del buque			
Eslora total _____ m	Cadena del ancla: Babor _____ Grilletes	Estribor _____ Grilletes	
Manga _____ m	Popa _____ Grilletes		
Proa de bulbo SI/NO	(1 Grillete= _____ m/Brazas)		



Tipo de maquina	Potencia máxima	Kw ( _____ HP)	
		Velocidad (Nudos)	
Orden de maniobra a las maquinas	Rpm/paso de la hélice	Con Carga	En lastre
Avante toda			
Avante media			
Avante poca			
Avante poco a poco			
Atrás poco a poco		Tiempo límite en marcha atrás _____	
Atrás poca		De avante toda a atrás toda _____	
Atrás media		Num.max.de arranques consecutivos _____	
Atrás toda		Num.min. de rom _____	
		Potencia en marcha atrás _____	

(Apéndice 1 del SOLAS 74)





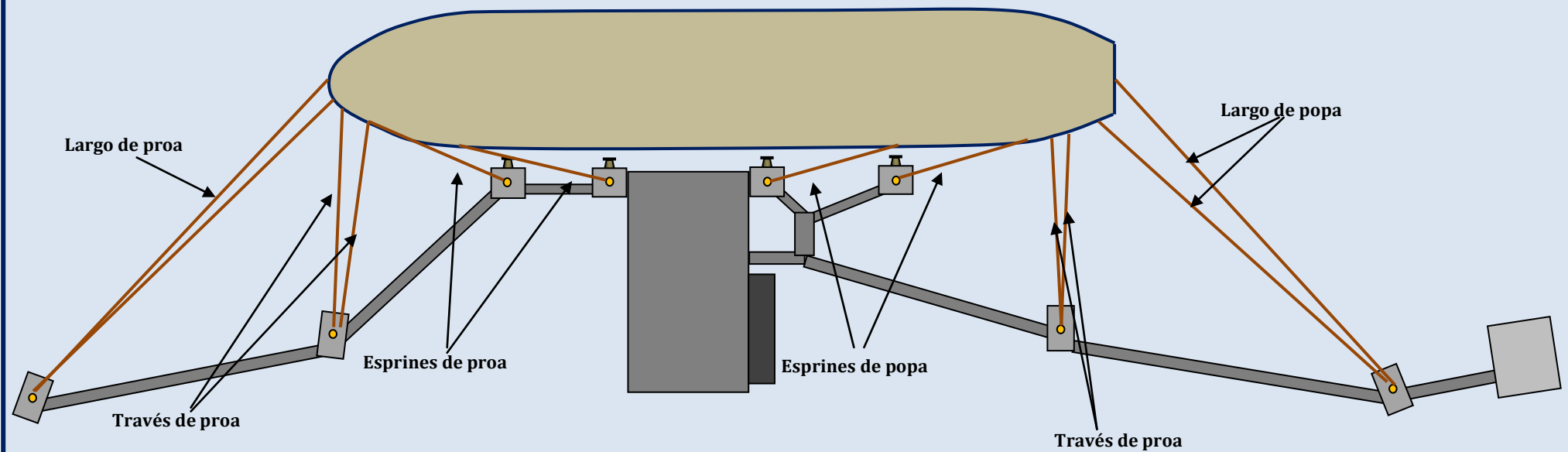
## **INFORMACIÓN QUE SE RECOMIENDA INCLUIR EN EL CUADERNO DE MANIOBRA**

- 1. Descripción General**
  - Características del buque
  - Características de la máquina principal
  
- 2. Características de maniobra en aguas profundas**
  - Comportamiento cuando se cambia de rumbo
  - Curvas de evolución en aguas profundas
  - Evolución acelerada
  - Pruebas de control direccional
  - Maniobras en caso de hombre al agua y de trayectoria paralela
  - Efectividad de los impulsores laterales
  
- 3. Características de parada y control de velocidad en aguas profundas**
  - Capacidad de parada
  - Comportamiento del buque durante la desaceleración
  - Comportamiento del buque durante la aceleración
  
- 4. Características de maniobra en aguas poco profundas**
  - Curvas de evolución en aguas poco profundidad
  - Empopamiento (squat)
  
- 5. Características de maniobra con viento**
  - Fuerzas y momentos producidos por el viento
  - Limitaciones en cuanto al mantenimiento del rumbo
  - Abatimiento por efecto del viento
  
- 6. Características de maniobra a baja velocidad**
  - Régimen mínimo de revoluciones para que funcione la maquina
  - Velocidad mínima de gobierno
  
- 7. Información adicional**
  - Cualquiera, incluida manejo de mandos del puente.

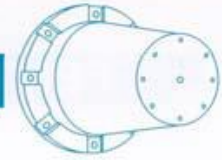


## DIAGRAMA GENERAL DEL DISPOSITIVO DE AMARRE TERMINAL PISCO CAMISEA

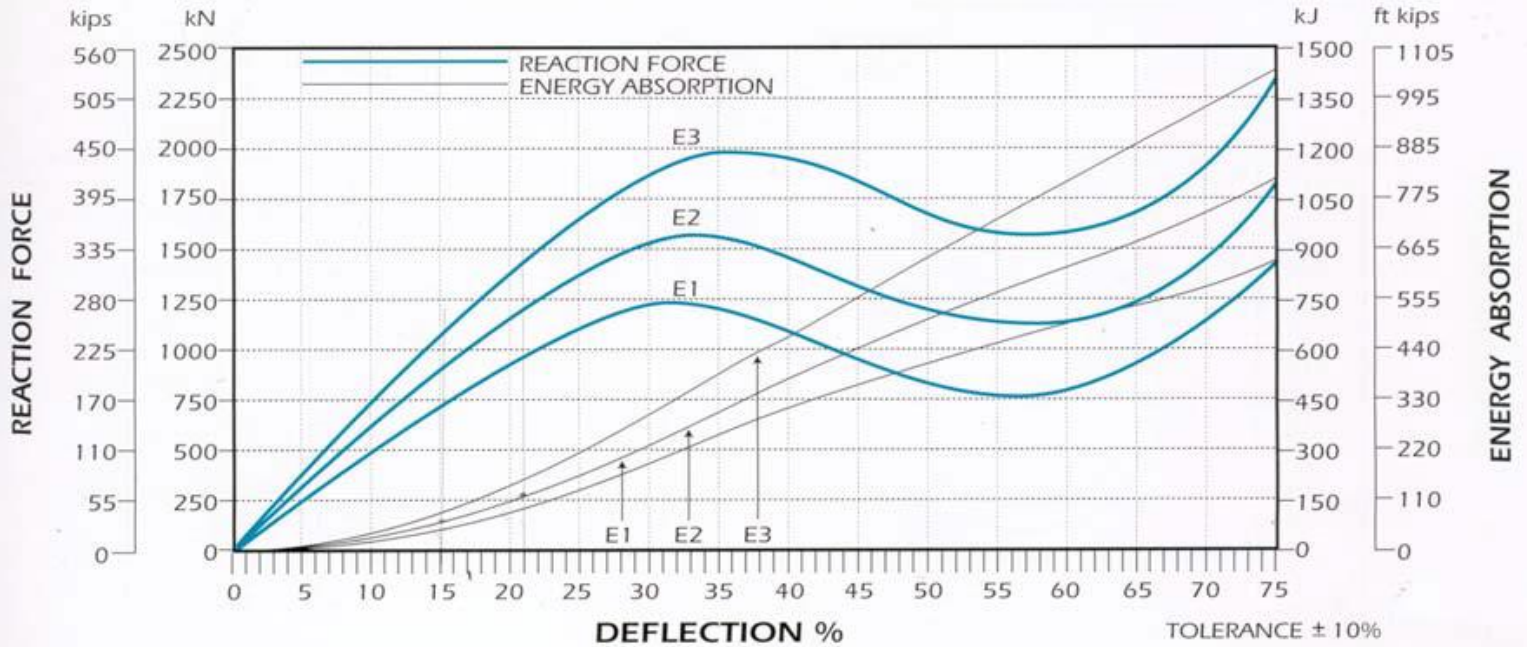
### DISPOSICIÓN SIMÉTRICA



**FENTEK SCN 1300 CONE FENDER**



**PERFORMANCE CURVE**



SCN 1300 PERFORMANCE DATA						
ENERGY INDEX	E1		E2		E3	
DEFLECTION	72%	75%	72%	75%	72%	75%
REACTION (tonne)	124.4	147.4	158.6	187.1	200.9	237.0
(kN)	1225.0	1445.5	1555.0	1834.9	1970.0	2324.6
ENERGY (tonne-m)	84.1	89.2	106.6	113.0	135.6	143.8
(kJ)	825.0	875.0	1045.0	1108.3	1330.0	1410.6

Rated Deflection 72%  
Maximum Deflection 75%

\*TOLERANCE ± 10%

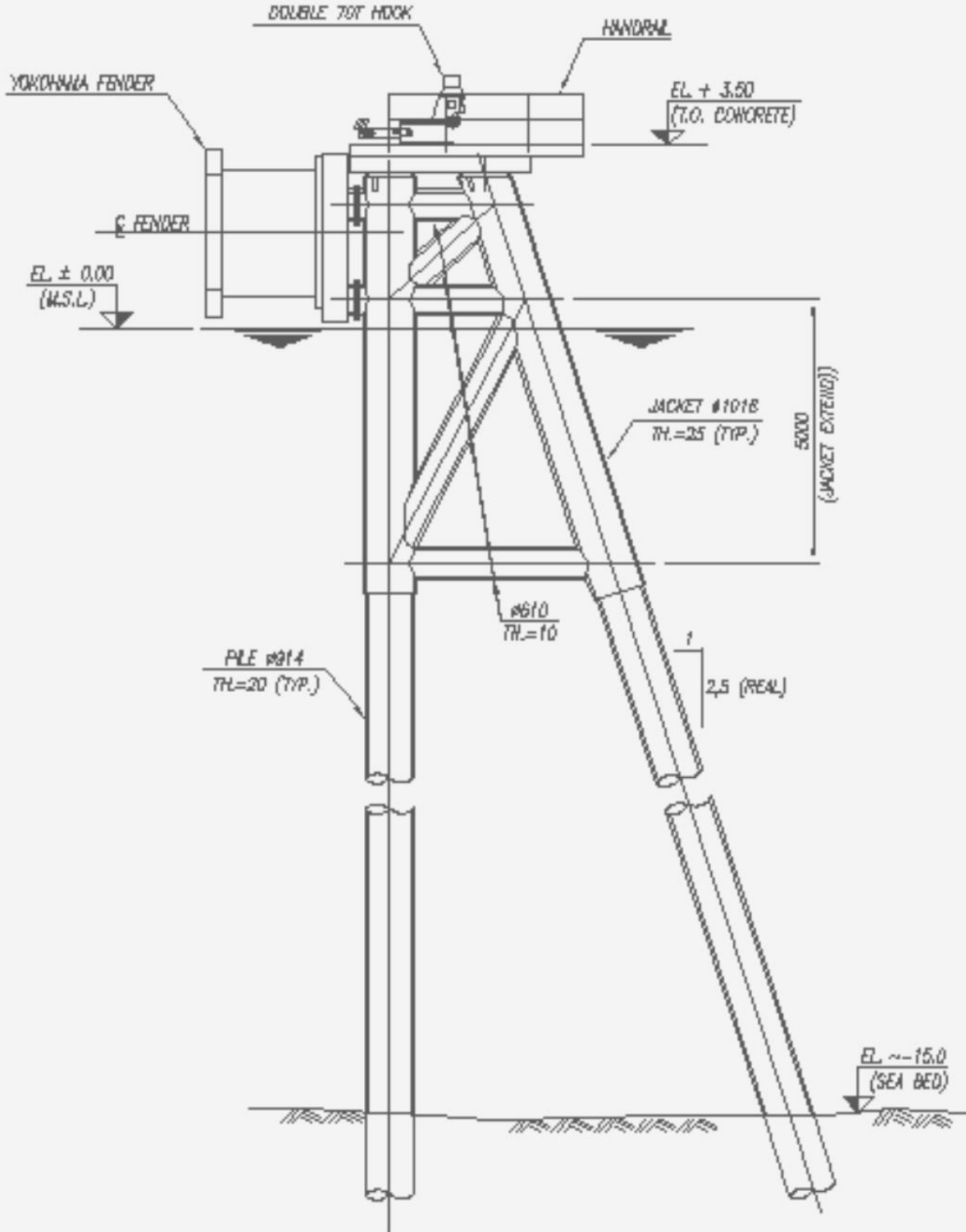
ENERGY INDEX	E1		E2		E3	
DEFLECTION	72%	75%	72%	75%	72%	75%
REACTION (kips)	275.4	325.0	349.6	412.5	442.9	522.6
ENERGY (ft-kips)	608.5	645.4	770.8	817.5	981.0	1040.4

NOTE: Intermediate grades may be interpolated.

\*TOLERANCE ± 10%

\*Tolerance on performance figures of +/-10% applies to Grades E1, E2 & E3 only.

# DOLPHINS DE AMARRE Y DEFENSA



SECTION  
SCALE 1:100

## VERIFICACIONES PERNOS DE ANCLAJE DE GANCHOS DE AMARRE DEL T.M.P.C.

PROYECTO: C2030: Terminal Marino Pisco-Camisea, Pluspetrol Fecha: jul-15 2018

1ra. **MATERIA:** Anclajes Dolphins D1 y D8 escenario 1 y 2 con refuerzo

**CALCULÓ:** MCC

### APENDICE D: ANCLAJE AL CONCRETO. COMPROBACION GRUPO PERNOS CON CABEZA

#### **Propiedades del inserto:**

Número de anclajes  $n = 1$

Diametro del anclaje tracción (hilo no excluido)  $d_{a,t} = 56.92$  mm

Diametro del anclaje corte (considera pérdida por corrosión)  $d_{a,v} = 56.92$  mm

Area transversal efectiva del anclaje tracción  $A_{se,N} = 2545$  mm<sup>2</sup>

Area transversal efectiva del anclaje corte  $A_{se,V} = 2545$  mm<sup>2</sup>

Diámetro de la cabeza  $d_c = 195$  mm

Area transversal efectiva de la cabeza  $A_{brg} = 38025$  mm<sup>2</sup>

Altura efectiva  $h_{ef} = 760$  mm

Serapación entre anclajes  $s = 380$  mm

Resistencia a tracción del acero  $f_{uta} = 380$  N/mm<sup>2</sup>

#### **Propiedades del hormigón:**

Resistencia a compresión  $f_c' = 30$  N/mm<sup>2</sup>

Factor de modificación  $\lambda = 1.0$

Coefficiente por falla del concreto  $1.0$

Canto del elemento  $h_a = 1400$  mm

#### **Propiedades de la armadura de refuerzo bajo anclaje**

Tensión de Fluencia  $F_y = 420$  N/mm<sup>2</sup>

Cuántía dispuesta de barras horizontales  $A_{sv} = 3272$  mm<sup>2</sup> (Fig RD6.2.9 ACI318S)

Cuántía dispuesta de estribos  $A_{st} =$  Ninguna mm<sup>2</sup> (Fig RD6.2.9 ACI318S)

#### **Factores de reducción de resistencia para combinaciones, en función del tipo de acero:**

Cargas de tracción  $\phi = 0.75$

Fuerza cortante  $\phi = 0.65$

#### **Resultados de cálculo de las combinaciones de acciones :**

Tracción  $N_{ua} = 27.53$  ton

Cortante  $V_{ua} = 20.0$  ton

#### **Comprobaciones de tracción:**

(D5.1 ACI318S) Resistencia del acero de un anclaje en tracción:

$N_{sa} = 96.69$  ton

$\phi N_{sa} = 72.52$  ton Cumple,  $N_{ua} < N_n$

$A_{Nc} = 9741600$  mm<sup>2</sup>

$A_{Nco} = 5198400$  mm<sup>2</sup>

Factor para anclajes sometido a cargas excentricas  $\psi_{ec,N} = 1.00$

Excentricidad de la carga en los anclajes a traccion  $e'N = 0.00$  mm

Factor para los efectos del borde  $\psi_{ed,N} = 1.00$

Distancia mas corta al borde si es menor a  $1.5 * h_{ef}$   $c_{a,min} = 1140$  mm

Factor por efectos de fisuración en servicio  $\psi_{c,N} = 1.25$

Factor para anclajes postinstalados en concreto no fisurado  $\psi_{cp,N} = 1.00$

$k_c = 10$

$N_b = 114.76$  ton

$N_{cbg} = 268.81$  ton



$\phi N_{cbg} = 201.61$  ton

Nra =

No se utiliza

refuerzo ton

$\phi N_n = 201.61$  ton Cumple,  $N_{ua} < N_n$

(D5.3 ACI318S) Resistencia a la extracción por deslizamiento de un anclaje en tracción:

$\psi_c, P = 1.4$

$N_p = 912.60$  ton

$N_{pn} = 1277.64$  ton

$\phi N_{pn} = 958.23$  ton Cumple,  $N_{ua} < N_n$

(D5.2 ACI318S)

(Fig RD5.2.1 ACI318S)

Resistencia al arrancamiento del concreto de un anclaje en tracción o resistencia de la armadura de

(D5.4 ACI318S) Resistencia al desprendimiento lateral del concreto en un anclaje con cabeza a tracción:

$Ca_1 = 1140$  mm

$N_{sb} = 1582.86$  ton

$N_{sbg} = 1670.80$  ton

$\phi N_{sb} = 1253.10$  ton Cumple,  $N_{ua} < N_n$

**Comprobaciones de cortante:**

(D6.1 ACI318S) Resistencia del acero de un anclaje en corte:

$V_{sa} = 58.02$  ton

$\phi V_{sa} = 37.71$  ton Cumple,  $V_{ua} < V_n$

$Ca_1 = 1140$  mm

$AV_c = 3365280$  mm<sup>2</sup>

$AV_{co} = 5848200$  mm<sup>2</sup>

Factor para anclajes sometido a cargas excentricas  $\psi_{ec,V} = 1.00$

Excentricidad de la carga en los anclajes a tracción  $e'v = 0.00$  mm

Factor para los efectos del borde  $\psi_{ed,V} = 0.90$

Distancia mas corta al borde si es menor a  $1.5 \cdot h_{ef}$   $ca_2 = 1140$  mm

Factor por efectos de fisuración en servicio  $\psi_{c,V} = 1.40$

Factor para anclajes ubicados en elementos de concreto  $\psi_{h,V} = 1.11$

$V_b = 160.25$  ton

$V_{cbg} = 128.41$  ton

$\phi V_{cbg} = 83.47$  ton

$\phi V_{ra} = 103.07$

$\phi V_n = 103.07$  ton Cumple,  $V_{ua} < V_n$

(D6.3 ACI318S) Resistencia al desprendimiento del concreto por cabeceo del anclaje sometido a cortante:

$k_{pc} = 2$

$V_{cpg} = 537.63$  ton

$\phi V_{cpg} = 349.46$  ton Cumple,  $V_{ua} < V_n$

**Comprobaciones de tracción/cortante:**

Tracción Resistente mínimo  $\phi N_n = 72.52$  ton

Cortante Resistente mínimo  $\phi V_n = 37.71$  ton

D 7.3

D 7.3

Cumple

$0.91 < 1.2$

$0.38 < 1.0$

$0.53 < 1.0$

(Fig RD6.2.1 ACI318S)

(D6.2 ACI318S) Resistencia al arrancamiento del concreto de un anclaje en corte o resistencia de la armadura de Corte

(D7.1 ACI318S)

(D7.2 ACI318S)

(D7.3 ACI318S)

Interacción: Tracción

**2da. MATERIA:** Anclajes dolphins D1 y D8 escenario 1 y 2.

**CALCULÓ:** MCC

**APENDICE D: ANCLAJE AL CONCRETO. COMPROBACION GRUPO PERNOS CON CABEZA**

***Propiedades del inserto:***

Número de anclajes  $n= 1$

Diametro del anclaje tracción (hilo no excluido)  $d_{a,t}= 56.92$  mm

Diametro del anclaje corte (considera pérdida po corrosión)  $d_{a,v}= 56.92$  mm

Area transversal efectiva del anclaje tracción  $A_{se,N}= 2545$  mm<sup>2</sup>

Area transversal efectiva del anclaje corte  $A_{se,V}= 2545$  mm<sup>2</sup>

Diámetro de la cabeza  $d_c= 195$  mm

Area transversal efectiva de la cabeza  $A_{brg}= 38025$  mm<sup>2</sup>

Altura efectiva  $h_{ef}= 760$  mm

Serapación entre anclajes  $s= 380$  mm

Resistencia a tracción del acero  $f_{uta}= 380$  N/mm<sup>2</sup>

***Propiedades del hormigón:***

Resistencia a compresión  $f'_c = 30$  N/mm<sup>2</sup>

Factor de modificación  $\lambda 1.0$

Coefficiente por falla del concreto 1.0

Canto del elemento  $h_a= 1400$  mm

***Propiedades de la armadura de refuerzo bajo anclaje***

Tensión de Fluencia  $F_y= 420$  N/mm<sup>2</sup>

Cuántía dispuesta de barras horizontales  $A_{sv}= 3272$  mm<sup>2</sup> (Fig RD6.2.9 ACI318S)

Cuántía dispuesta de estribos  $A_{st}=$  Ninguna mm<sup>2</sup> (Fig RD6.2.9 ACI318S)

***Factores de reduccion de resistencia para combinaciones, en función del tipo de acero:***

Cargas de tracción  $\phi = 0.75$

Fuerza cortante  $\phi = 0.65$

***Resultados de cálculo de las combinaciones de acciones :***

Tracción  $N_{ua}= 37.6$  ton

Cortante  $V_{ua}= 25.7$  ton

***Comprobaciones de tracción:***

(D5.1 ACI318S) Resistencia del acero de un anclaje en tracción:

$N_{sa}= 96.69$  ton

$\phi N_{sa}= 72.52$  ton Cumple,  $N_{ua} < N_n$

$A_{Nc}= 9741600$  mm<sup>2</sup>

$A_{Nco}= 5198400$  mm<sup>2</sup>

Factor para anclajes sometido a cargas excentricas  $\psi_{ec,N}= 1.00$

Excentricidad de la carga en los anclajes a traccion  $e'N= 0.00$  mm

Factor para los efectos del borde  $\psi_{ed,N}= 1.00$

Distancia mas corta al borde si es menor a  $1.5 * h_{ef}$   $c_{a,min}= 1140$  mm

Factor por efectos de fisuracion en servicio  $\psi_{c,N}= 1.25$

Factor para anclajes postinstalados en concreto no fisurado  $\psi_{cp,N}= 1.00$

$k_c= 10$

$N_b= 114.76$  ton

$N_{cbg}= 268.81$  ton

$\phi N_{cbg}= 201.61$  ton

$N_{ra}=$

No se utiliza

refuerzo ton

$\phi N_n= 201.61$  ton Cumple,  $N_{ua} < N_n$

(D5.3 ACI318S) Resistencia a la extracción por deslizamiento de un anclaje en tracción:

$\psi_{c,P} = 1.4$

$N_p = 912.60 \text{ ton}$

$N_{pn} = 1277.64 \text{ ton}$

$\phi N_{pn} = 958.23 \text{ ton}$  Cumple,  $N_{ua} < N_n$

(D5.2 ACI318S)

(Fig RD5.2.1 ACI318S)

Resistencia al arrancamiento del concreto de un anclaje en tracción o

resistencia de la armadura de

(D5.4 ACI318S) Resistencia al desprendimiento lateral del concreto en un anclaje con cabeza a tracción:

$C_{a1} = 1140 \text{ mm}$

$N_{sb} = 1582.86 \text{ ton}$

$N_{sbg} = 1670.80 \text{ ton}$

$\phi N_{sb} = 1253.10 \text{ ton}$  Cumple,  $N_{ua} < N_n$

**Comprobaciones de cortante:**

(D6.1 ACI318S) Resistencia del acero de un anclaje en corte:

$V_{sa} = 58.02 \text{ ton}$

$\phi V_{sa} = 37.71 \text{ ton}$  Cumple,  $V_{ua} < V_n$

$C_{a1} = 1140 \text{ mm}$

$A_{vc} = 3365280 \text{ mm}^2$

$A_{vco} = 5848200 \text{ mm}^2$

Factor para anclajes sometido a cargas excentricas  $\psi_{ec,V} = 1.00$

Excentricidad de la carga en los anclajes a tracción  $e'v = 0.00 \text{ mm}$

Factor para los efectos del borde  $\psi_{ed,V} = 0.90$

Distancia mas corta al borde si es menor a  $1.5 \cdot h_{ef}$   $c_{a,2} = 1140 \text{ mm}$

Factor por efectos de fisuración en servicio  $\psi_{c,V} = 1.40$

Factor para anclajes ubicados en elementos de concreto  $\psi_{h,V} = 1.11$

$V_b = 160.25 \text{ ton}$

$V_{cbg} = 128.41 \text{ ton}$

$\phi V_{cbg} = 83.47 \text{ ton}$

$\phi V_{ra} = 103.07$

$\phi V_n = 103.07 \text{ ton}$  Cumple,  $V_{ua} < V_n$

(D6.3 ACI318S) Resistencia al desprendimiento del concreto por cabeceo del anclaje sometido a cortante:

$k_{pc} = 2$

$V_{cpg} = 537.63 \text{ ton}$

$\phi V_{cpg} = 349.46 \text{ ton}$  Cumple,  $V_{ua} < V_n$

**Comprobaciones de tracción/cortante:**

Tracción Resistente mínimo  $\phi N_n = 72.52 \text{ ton}$

Cortante Resistente mínimo  $\phi V_n = 37.71 \text{ ton}$

D 7.3

D 7.3

Cumple

$1.20 < 1.2$

$0.52 < 1.0$

Corte  $0.68 < 1.0$

(D7.1 ACI318S)

(D7.2 ACI318S)

(D7.3 ACI318S)

Interacción: Tracción

(Fig RD6.2.1 ACI318S)

(D6.2 ACI318S) Resistencia al arrancamiento del concreto de un anclaje en corte o resistencia de la armadura

**3ra. MATERIA:** Anclajes Dolphins D2 y D7 escenario 1 con refuerzo

**CALCULÓ:** MCC

**APENDICE D: ANCLAJE AL CONCRETO. COMPROBACION GRUPO PERNOS CON CABEZA**

***Propiedades del inserto:***

Número de anclajes  $n= 1$

Diametro del anclaje tracción (hilo no excluido)  $d_{a,t}= 56.88 \text{ mm}$

Diametro del anclaje corte (considera pérdida por corrosión)  $d_{a,v}= 56.88 \text{ mm}$

Area transversal efectiva del anclaje tracción  $A_{se,N}= 2541 \text{ mm}^2$

Area transversal efectiva del anclaje corte  $A_{se,V}= 2541 \text{ mm}^2$

Diámetro de la cabeza  $d_c= 195 \text{ mm}$

Area transversal efectiva de la cabeza  $A_{brg}= 38025 \text{ mm}^2$

Altura efectiva  $h_{ef}= 760 \text{ mm}$

Serapación entre anclajes  $s= 380 \text{ mm}$

Resistencia a tracción del acero  $f_{uta}= 380 \text{ N/mm}^2$

***Propiedades del hormigón:***

Resistencia a compresión  $f_c' = 30 \text{ N/mm}^2$

Factor de modificación  $\lambda = 1.0$

Coefficiente por falla del concreto 1.0

Canto del elemento  $h_a= 1400 \text{ mm}$

***Propiedades de la armadura de refuerzo bajo anclaje***

Tensión de Fluencia  $F_y= 420 \text{ N/mm}^2$

Cuántía dispuesta de barras horizontales  $A_{sv}= 3272 \text{ mm}^2$  (Fig RD6.2.9 ACI318S)

Cuántía dispuesta de estribos  $A_{st}= \text{Ninguna} \text{ mm}^2$  (Fig RD6.2.9 ACI318S)

***Factores de reduccion de resistencia para combinaciones, en función del tipo de acero:***

Cargas de tracción  $\phi = 0.75$

Fuerza cortante  $\phi = 0.65$

***Resultados de cálculo de las combinaciones de acciones :***

Tracción  $N_{ua}= 29.5 \text{ ton}$

Cortante  $V_{ua}= 20.0 \text{ ton}$

***Comprobaciones de tracción:***

(D5.1 ACI318S) Resistencia del acero de un anclaje en tracción:

$N_{sa}= 96.56 \text{ ton}$

$\phi N_{sa}= 72.42 \text{ ton}$  Cumple,  $N_{ua} < N_n$

$A_{nc}= 9741600 \text{ mm}^2$

$A_{nco}= 5198400 \text{ mm}^2$

Factor para anclajes sometido a cargas excentricas  $\psi_{ec,N}= 1.00$

Excentricidad de la carga en los anclajes a traccion  $e'N= 0.00 \text{ mm}$

Factor para los efectos del borde  $\psi_{ed,N}= 1.00$

Distancia mas corta al borde si es menor a  $1.5 \cdot h_{ef}$   $c_{a,min}= 1140 \text{ mm}$

Factor por efectos de fisuración en servicio  $\psi_{c,N}= 1.25$

Factor para anclajes postinstalados en concreto no fisurado  $\psi_{cp,N}= 1.00$

$k_c= 10$

$N_b= 114.76 \text{ ton}$

$N_{cbg}= 268.81 \text{ ton}$

$\phi N_{cbg}= 201.61 \text{ ton}$

$N_{ra}=$

No se utiliza

refuerzo ton

$\phi N_n= 201.61 \text{ ton}$  Cumple,  $N_{ua} < N_n$

(D5.3 ACI318S) Resistencia a la extraccion por deslizamiento de un anclaje en traccion:

$\psi_{c,P}= 1.4$

$N_p= 912.60 \text{ ton}$

$N_{pn} = 1277.64$  ton

$\phi N_{pn} = 958.23$  ton Cumple,  $N_{ua} < N_n$

(D5.2 ACI318S)

(Fig RD5.2.1 ACI318S)

Resistencia al arrancamiento del concreto de un anclaje en tracción o resistencia de la armadura de (D5.4 ACI318S) Resistencia al desprendimiento lateral del concreto en un anclaje con cabeza a tracción:

$Ca_1 = 1140$  mm

$N_{sb} = 1582.86$  ton

$N_{sbg} = 1670.80$  ton

$\phi N_{sb} = 1253.10$  ton Cumple,  $N_{ua} < N_n$

**Comprobaciones de cortante:**

(D6.1 ACI318S) Resistencia del acero de un anclaje en corte:

$V_{sa} = 57.94$  ton

$\phi V_{sa} = 37.66$  ton Cumple,  $V_{ua} < V_n$

$Ca_1 = 1140$  mm

$AV_c = 3365280$  mm<sup>2</sup>

$AV_{co} = 5848200$  mm<sup>2</sup>

Factor para anclajes sometido a cargas excentricas  $\psi_{ec,V} = 1.00$

Excentricidad de la carga en los anclajes a traccion  $e'_{v} = 0.00$  mm

Factor para los efectos del borde  $\psi_{ed,V} = 0.90$

Distancia más corta al borde si es menor a  $1.5 * h_{ef}$   $ca_2 = 1140$  mm

Factor por efectos de fisuración en servicio  $\psi_{c,V} = 1.40$

Factor para anclajes ubicados en elementos de concreto  $\psi_{h,V} = 1.11$

$V_b = 160.22$  ton

$V_{cbg} = 128.39$  ton

$\phi V_{cbg} = 83.45$  ton

$\phi V_{ra} = 103.07$

$\phi V_n = 103.07$  ton Cumple,  $V_{ua} < V_n$

(D6.3 ACI318S) Resistencia al desprendimiento del concreto por cabeceo del anclaje sometido a cortante:

$k_{pc} = 2$

$V_{cpg} = 537.63$  ton

$\phi V_{cpg} = 349.46$  ton Cumple,  $V_{ua} < V_n$

**Comprobaciones de tracción/cortante:**

Tracción Resistente mínimo  $\phi N_n = 72.42$  ton

Cortante Resistente mínimo  $\phi V_n = 37.66$  ton

D 7.3 Cumple

$0.94 < 1.2$

$0.41 < 1.0$

Corte  $0.53 < 1.0$

(D7.1 ACI318S)

(D7.2 ACI318S)

(D7.3 ACI318S)

Interacción: Tracción

(Fig RD6.2.1 ACI318S)

(D6.2 ACI318S) Resistencia al arrancamiento del concreto de un anclaje en corte o resistencia de la armadura.

**4ta. MATERIA:** Anclajes dolphins D2 y D7 escenario 1

**CALCULÓ:** MCC

**APENDICE D: ANCLAJE AL CONCRETO. COMPROBACION GRUPO PERNOS CON CABEZA**

**Propiedades del inserto:**

Número de anclajes  $n = 1$

Diametro del anclaje tracción (hilo no excluido)  $d_{a,t} = 56.88$  mm

Diametro del anclaje corte (considera pérdida por corrosión)  $d_{a,v} = 56.88$  mm



Area transversal efectiva del anclaje tracción  $A_{se,N} = 2541 \text{ mm}^2$   
Area transversal efectiva del anclaje corte  $A_{se,V} = 2541 \text{ mm}^2$   
Diámetro de la cabeza  $d_c = 195 \text{ mm}$   
Area transversal efectiva de la cabeza  $A_{brg} = 38025 \text{ mm}^2$   
Altura efectiva  $h_{ef} = 760 \text{ mm}$   
Serapación entre anclajes  $s = 380 \text{ mm}$   
Resistencia a tracción del acero  $f_{uta} = 380 \text{ N/mm}^2$

**Propiedades del hormigón:**

Resistencia a compresión  $f_c' = 30 \text{ N/mm}^2$   
Factor de modificación  $\lambda = 1.0$   
Coeficiente por falla del concreto 1.0  
Canto del elemento  $h_a = 1400 \text{ mm}$

**Propiedades de la armadura de refuerzo bajo anclaje**

Tensión de Fluencia  $F_y = 420 \text{ N/mm}^2$   
Cuantía dispuesta de barras horizontales  $A_{sv} = 3272 \text{ mm}^2$  (Fig RD6.2.9 ACI318S)  
Cuantía dispuesta de estribos  $A_{st} = \text{Ninguna} \text{ mm}^2$  (Fig RD6.2.9 ACI318S)

**Factores de reduccion de resistencia para combinaciones, en función del tipo de acero:**

Cargas de tracción  $\phi = 0.75$   
Fuerza cortante  $\phi = 0.65$

**Resultados de cálculo de las combinaciones de acciones :**

Tracción  $N_{ua} = 38.2 \text{ ton}$   
Cortante  $V_{ua} = 25.7 \text{ ton}$

**Comprobaciones de tracción:**

(D5.1 ACI318S) Resistencia del acero de un anclaje en tracción:

$N_{sa} = 96.56 \text{ ton}$

$\phi N_{sa} = 72.42 \text{ ton}$  Cumple,  $N_{ua} < N_n$

$A_{nc} = 9741600 \text{ mm}^2$

$A_{nco} = 5198400 \text{ mm}^2$

Factor para anclajes sometido a cargas excentricas  $\psi_{ec,N} = 1.00$

Excentricidad de la carga en los anclajes a traccion  $e'N = 0.00 \text{ mm}$

Factor para los efectos del borde  $\psi_{ed,N} = 1.00$

Distancia mas corta al borde si es menor a  $1.5 \cdot h_{ef}$   $c_{a,min} = 1140 \text{ mm}$

Factor por efectos de fisuracion en servicio  $\psi_c,N = 1.25$

Factor para anclajes postinstalados en concreto no fisurado  $\psi_{cp,N} = 1.00$

$k_c = 10$

$N_b = 114.76 \text{ ton}$

$N_{cbg} = 268.81 \text{ ton}$

$\phi N_{cbg} = 201.61 \text{ ton}$

$N_{ra} = \text{No se utiliza refuerzo} \text{ ton}$

$\phi N_n = 201.61 \text{ ton}$  Cumple,  $N_{ua} < N_n$

(D5.3 ACI318S) Resistencia a la extraccion por deslizamiento de un anclaje en traccion:

$\psi_c,P = 1.4$

$N_p = 912.60 \text{ ton}$

$N_{pn} = 1277.64 \text{ ton}$

$\phi N_{pn} = 958.23 \text{ ton}$  Cumple,  $N_{ua} < N_n$

(D5.2 ACI318S)

(Fig RD5.2.1 ACI318S)

Resistencia al arrancamiento del concreto de un anclaje en tracción o resistencia de la armadura de

(D5.4 ACI318S) Resistencia al desprendimiento lateral del concreto en un anclaje con cabeza a traccion:

$C_{a1} = 1140 \text{ mm}$

$N_{sb} = 1582.86 \text{ ton}$

$N_{sbg} = 1670.80 \text{ ton}$

$\phi N_{sb} = 1253.10 \text{ ton}$  Cumple,  $N_{ua} < N_n$

**Comprobaciones de cortante:**

(D6.1 ACI318S) Resistencia del acero de un anclaje en corte:

$V_{sa} = 57.94$  ton

$\phi V_{sa} = 37.66$  ton Cumple,  $V_{ua} < V_n$

$Ca_1 = 1140$  mm

$AV_c = 3365280$  mm<sup>2</sup>

$AV_{co} = 5848200$  mm<sup>2</sup>

Factor para anclajes sometido a cargas excentricas  $\psi_{ec,V} = 1.00$

Excentricidad de la carga en los anclajes a traccion  $e'v = 0.00$  mm

Factor para los efectos del borde  $\psi_{ed,V} = 0.90$

Distancia mas corta al borde si es menor a  $1.5 \cdot h_{ef}$   $ca_2 = 1140$  mm

Factor por efectos de fisuración en servicio  $\psi_{c,V} = 1.40$

Factor para anclajes ubicados en elementos de concreto  $\psi_{h,V} = 1.11$

$V_b = 160.22$  ton

$V_{cbg} = 128.39$  ton

$\phi V_{cbg} = 83.45$  ton

$\phi V_{ra} = 103.07$

$\phi V_n = 103.07$  ton Cumple,  $V_{ua} < V_n$

(D6.3 ACI318S) Resistencia al desprendimiento del concreto por cabeceo del anclaje sometido a cortante:

$k_{pc} = 2$

$V_{cp} = 537.63$  ton

$\phi V_{cp} = 349.46$  ton Cumple,  $V_{ua} < V_n$

**Comprobaciones de tracción/cortante:**

Traccion Resistente minimo  $\phi N_n = 72.42$  ton

Cortante Resistente minimo  $\phi V_n = 37.66$  ton

D 7.3

D 7.3

No Cumple

$1.21 < 1.2$

$0.53 < 1.0$

$0.68 < 1.0$

(Fig RD6.2.1 ACI318S)

(D6.2 ACI318S) Resistencia al arrancamiento del concreto de un anclaje en corte o resistencia de la armadura de

Corte

(D7.1 ACI318S)

(D7.2 ACI318S)

(D7.3 ACI318S)

Interacción: Tracción

**5ta. MATERIA:** Anclajes Dolphins D2 y D7 escenario 2 con refuerzo

**CALCULÓ:** MCC

**APENDICE D: ANCLAJE AL CONCRETO. COMPROBACION GRUPO PERNOS CON CABEZA**

**Propiedades del inserto:**

Número de anclajes  $n = 1$

Diametro del anclaje tracción (hilo no excluido)  $d_{a,t} = 56.88$  mm

Diametro del anclaje corte (considera pérdida po corrosión)  $d_{a,v} = 56.88$  mm

Area transversal efectiva del anclaje tracción  $A_{se,N} = 2541$  mm<sup>2</sup>

Area transversal efectiva del anclaje corte  $A_{se,V} = 2541$  mm<sup>2</sup>

Diámetro de la cabeza  $d_c = 195$  mm

Area transversal efectiva de la cabeza  $A_{brg} = 38025$  mm<sup>2</sup>

Altura efectiva  $h_{ef} = 760$  mm

Serapación entre anclajes  $s = 380$  mm

Resistencia a tracción del acero  $f_{uta} = 380$  N/mm<sup>2</sup>

**Propiedades del hormigón:**

Resistencia a compresión  $f_c' = 30 \text{ N/mm}^2$   
Factor de modificación  $\lambda = 1.0$   
Coeficiente por falla del concreto 1.0  
Canto del elemento  $h_a = 1400 \text{ mm}$

**Propiedades de la armadura de refuerzo bajo anclaje**

Tensión de Fluencia  $F_y = 420 \text{ N/mm}^2$   
Cuantía dispuesta de barras horizontales  $A_{sv} = 3272 \text{ mm}^2$  (Fig RD6.2.9 ACI318S)  
Cuantía dispuesta de estribos  $A_{st} = \text{Ninguna mm}^2$  (Fig RD6.2.9 ACI318S)

**Factores de reducción de resistencia para combinaciones, en función del tipo de acero:**

Cargas de tracción  $\phi = 0.75$   
Fuerza cortante  $\phi = 0.65$

**Resultados de cálculo de las combinaciones de acciones :**

Tracción  $N_{ua} = 63.22 \text{ ton}$   
Cortante  $V_{ua} = 20.0 \text{ ton}$

**Comprobaciones de tracción:**

(D5.1 ACI318S) Resistencia del acero de un anclaje en tracción:

$N_{sa} = 96.56 \text{ ton}$   
 $\phi N_{sa} = 72.42 \text{ ton}$  Cumple,  $N_{ua} < N_n$   
 $A_{nc} = 9741600 \text{ mm}^2$   
 $A_{nco} = 5198400 \text{ mm}^2$   
Factor para anclajes sometido a cargas excentricas  $\psi_{ec,N} = 1.00$   
Excentricidad de la carga en los anclajes a traccion  $e'N = 0.00 \text{ mm}$   
Factor para los efectos del borde  $\psi_{ed,N} = 1.00$   
Distancia mas corta al borde si es menor a  $1.5 \cdot h_{ef}$   $c_{a,min} = 1140 \text{ mm}$   
Factor por efectos de fisuración en servicio  $\psi_c, N = 1.25$   
Factor para anclajes postinstalados en concreto no fisurado  $\psi_{cp,N} = 1.00$   
 $k_c = 10$   
 $N_b = 114.76 \text{ ton}$   
 $N_{cbg} = 268.81 \text{ ton}$   
 $\phi N_{cbg} = 201.61 \text{ ton}$   
 $N_{ra} =$   
No se utiliza  
refuerzo ton

$\phi N_n = 201.61 \text{ ton}$  Cumple,  $N_{ua} < N_n$

(D5.3 ACI318S) Resistencia a la extracción por deslizamiento de un anclaje en tracción:

$\psi_c, P = 1.4$   
 $N_p = 912.60 \text{ ton}$   
 $N_{pn} = 1277.64 \text{ ton}$   
 $\phi N_{pn} = 958.23 \text{ ton}$  Cumple,  $N_{ua} < N_n$

(D5.2 ACI318S)

(Fig RD5.2.1 ACI318S)

Resistencia al arrancamiento del concreto de un anclaje en tracción o resistencia de la armadura de

(D5.4 ACI318S) Resistencia al desprendimiento lateral del concreto en un anclaje con cabeza a tracción:

$Ca_1 = 1140 \text{ mm}$   
 $N_{sb} = 1582.86 \text{ ton}$   
 $N_{sbg} = 1670.80 \text{ ton}$   
 $\phi N_{sb} = 1253.10 \text{ ton}$  Cumple,  $N_{ua} < N_n$

**Comprobaciones de cortante:**

(D6.1 ACI318S) Resistencia del acero de un anclaje en corte:

$V_{sa} = 57.94 \text{ ton}$   
 $\phi V_{sa} = 37.66 \text{ ton}$  Cumple,  $V_{ua} < V_n$   
 $Ca_1 = 1140 \text{ mm}$   
 $A_{vc} = 3365280 \text{ mm}^2$

AVco= 5848200 mm<sup>2</sup>

Factor para anclajes sometido a cargas excentricas  $\psi_{ec,V} = 1.00$

Excentricidad de la carga en los anclajes a traccion e'v= 0.00 mm

Factor para los efectos del borde  $\psi_{ed,V} = 0.90$

Distancia mas corta al borde si es menor a  $1.5 \cdot h_{ef}$  ca,2= 1140 mm

Factor por efectos de fisuracion en servicio  $\psi_{c,V} = 1.40$

Factor para anclajes ubicados en elementos de concreto  $\psi_{h,V} = 1.11$

Vb= 160.22 ton

Vcbg= 128.39 ton

$\phi V_{cbg} = 83.45$  ton

$\phi V_{ra} = 103.07$

$\phi V_n = 103.07$  ton Cumple,  $V_{ua} < V_n$

(D6.3 ACI318S) Resistencia al desprendimiento del concreto por cabeceo del anclaje sometido a cortante:

$k_{pc} = 2$

Vcpg= 537.63 ton

$\phi V_{cpg} = 349.46$  ton Cumple,  $V_{ua} < V_n$

**Comprobaciones de tracción/cortante:**

Traccion Resistente minimo  $\phi N_n = 72.42$  ton

Cortante Resistente minimo  $\phi V_n = 37.66$  ton

D 7.3

D 7.3

No Cumple

$1.40 < 1.2$

$0.87 < 1.0$

Corte  $0.53 < 1.0$

(D7.1 ACI318S)

(D7.2 ACI318S)

(D7.3 ACI318S)

Interacción: Traccion (Fig RD6.2.1 ACI318S)

(D6.2 ACI318S) Resistencia al arrancamiento del concreto de un anclaje en corte o resistencia de la armadura.

**6ta. MATERIA:** Anclajes dolphins D2 y D7 escenario 2

**CALCULÓ:** MCC

**APENDICE D: ANCLAJE AL CONCRETO. COMPROBACION GRUPO PERNOS CON CABEZA**

**Propiedades del inserto:**

Número de anclajes n= 1

Diametro del anclaje tracción (hilo no excluido)  $d_{a,t} = 56.88$  mm

Diametro del anclaje corte (considera pérdida po corrosión)  $d_{a,v} = 56.88$  mm

Area transversal efectiva del anclaje tracción  $A_{se,N} = 2541$  mm<sup>2</sup>

Area transversal efectiva del anclaje corte  $A_{se,V} = 2541$  mm<sup>2</sup>

Diámetro de la cabeza  $d_c = 195$  mm

Area transversal efectiva de la cabeza  $A_{brg} = 38025$  mm<sup>2</sup>

Altura efectiva  $h_{ef} = 760$  mm

Serapación entre anclajes  $s = 380$  mm

Resistencia a tracción del acero  $f_{uta} = 380$  N/mm<sup>2</sup>

**Propiedades del hormigón:**

Resistencia a compresión  $f_c' = 30$  N/mm<sup>2</sup>

Factor de modificación  $\lambda = 1.0$

Coficiente por falla del concreto 1.0

Canto del elemento  $h_a = 1400$  mm

**Propiedades de la armadura de refuerzo bajo anclaje**

Tensión de Fluencia  $F_y = 420$  N/mm<sup>2</sup>

Cuantía dispuesta de barras horizontales  $A_{sv} = 3272$  mm<sup>2</sup> (Fig RD6.2.9 ACI318S)

Cuantía dispuesta de estribos Ast= Ninguna mm<sup>2</sup> (Fig RD6.2.9 ACI318S)

**Factores de reducción de resistencia para combinaciones, en función del tipo de acero:**

Cargas de tracción  $\phi = 0.75$

Fuerza cortante  $\phi = 0.65$

**Resultados de cálculo de las combinaciones de acciones :**

Tracción Nua= 80.7 ton

Cortante Vua= 25.7 ton

**Comprobaciones de tracción:**

(D5.1 ACI318S) Resistencia del acero de un anclaje en tracción:

Nsa= 96.56 ton

$\phi Nsa = 72.42$  ton No cumple, Nua > Nn

ANc= 9741600 mm<sup>2</sup>

ANco= 5198400 mm<sup>2</sup>

Factor para anclajes sometido a cargas excentricas  $\psi_{ec,N} = 1.00$

Excentricidad de la carga en los anclajes a traccion e'N= 0.00 mm

Factor para los efectos del borde  $\psi_{ed,N} = 1.00$

Distancia mas corta al borde si es menor a  $1.5 \cdot h_{ef}$  ca,min= 1140 mm

Factor por efectos de fisuracion en servicio  $\psi_{c,N} = 1.25$

Factor para anclajes postinstalados en concreto no fisurado  $\psi_{cp,N} = 1.00$

kc= 10

Nb= 114.76 ton

Ncbg= 268.81 ton

$\phi Ncbg = 201.61$  ton

Nra=

No se utiliza

refuerzo ton

$\phi Nn = 201.61$  ton Cumple, Nua < Nn

(D5.3 ACI318S) Resistencia a la extraccion por deslizamiento de un anclaje en traccion:

$\psi_{c,P} = 1.4$

Np= 912.60 ton

Npn= 1277.64 ton

$\phi Npn = 958.23$  ton Cumple, Nua < Nn

(D5.2 ACI318S)

(Fig RD5.2.1 ACI318S)

Resistencia al arrancamiento del concreto de un anclaje en tracción o resistencia de la armadura de

(D5.4 ACI318S) Resistencia al desprendimiento lateral del concreto en un anclaje con cabeza a traccion:

Ca1= 1140 mm

Nsb= 1582.86 ton

Nsbg= 1670.80 ton

$\phi Nsb = 1253.10$  ton Cumple, Nua < Nn

**Comprobaciones de cortante:**

(D6.1 ACI318S) Resistencia del acero de un anclaje en corte:

Vsa= 57.94 ton

$\phi Vsa = 37.66$  ton Cumple, Vua < Vn

Ca1= 1140 mm

AVc= 3365280 mm<sup>2</sup>

AVco= 5848200 mm<sup>2</sup>

Factor para anclajes sometido a cargas excentricas  $\psi_{ec,V} = 1.00$

Excentricidad de la carga en los anclajes a traccion e'v= 0.00 mm

Factor para los efectos del borde  $\psi_{ed,V} = 0.90$

Distancia mas corta al borde si es menor a  $1.5 \cdot h_{ef}$  ca,2= 1140 mm

Factor por efectos de fisuracion en servicio  $\psi_{c,V} = 1.40$

Factor para anclajes ubicados en elementos de concreto  $\psi_{h,V} = 1.11$

Vb= 160.22 ton



Vcbg= 128.39 ton

$\phi$ Vcbg= 83.45 ton

$\phi$ Vra= 103.07

$\phi$ Vn= 103.07 ton Cumple,  $V_{ua} < V_n$

(D6.3 ACI318S) Resistencia al desprendimiento del concreto por cabeceo del anclaje sometido a cortante:

kpc= 2

Vcpg= 537.63 ton

$\phi$ Vcpg= 349.46 ton Cumple,  $V_{ua} < V_n$

**Comprobaciones de tracción/cortante:**

Traccion Resistente minimo  $\phi N_n = 72.42$  ton

Cortante Resistente minimo  $\phi V_n = 37.66$  ton

D 7.3

D 7.3

No Cumple

$1.80 < 1.2$

$1.11 < 1.0$

Corte  $0.68 < 1.0$

(D7.1 ACI318S)

(D7.2 ACI318S)

(D7.3 ACI318S)

Interacción: Traccion (Fig RD6.2.1 ACI318S)

(D6.2 ACI318S) Resistencia al arrancamiento del concreto de un anclaje en corte o resistencia de la armadura de

**7ma. MATERIA:** Anclajes Dolphins D3, D4, D5 y D6 escenario 1 con refuerzo

**CALCULÓ:** MCC

**APENDICE D: ANCLAJE AL CONCRETO. COMPROBACION GRUPO PERNOS CON CABEZA**

**Propiedades del inserto:**

Número de anclajes  $n = 1$

Diametro del anclaje tracción (hilo no excluido)  $d_{a,t} = 54.75$  mm

Diametro del anclaje corte (considera pérdida po corrosión)  $d_{a,v} = 54.75$  mm

Area transversal efectiva del anclaje tracción  $A_{se,N} = 2354$  mm<sup>2</sup>

Area transversal efectiva del anclaje corte  $A_{se,V} = 2354$  mm<sup>2</sup>

Diámetro de la cabeza  $d_c = 195$  mm

Area transversal efectiva de la cabeza  $A_{brg} = 38025$  mm<sup>2</sup>

Altura efectiva  $h_{ef} = 760$  mm

Serapación entre anclajes  $s = 380$  mm

Resistencia a tracción del acero futa= 380 N/mm<sup>2</sup>

**Propiedades del hormigón:**

Resistencia a compresión  $f_c' = 30$  N/mm<sup>2</sup>

Factor de modificación  $\lambda = 1.0$

Coefficiente por falla del concreto 1.0

Canto del elemento  $h_a = 1400$  mm

**Propiedades de la armadura de refuerzo bajo anclaje**

Tensión de Fluencia  $F_y = 420$  N/mm<sup>2</sup>

Cuantía dispuesta de barras horizontales  $A_{sv} = 3272$  mm<sup>2</sup> (Fig RD6.2.9 ACI318S)

Cuantía dispuesta de estribos  $A_{st} =$  Ninguna mm<sup>2</sup> (Fig RD6.2.9 ACI318S)

**Factores de reduccion de resistencia para combinaciones, en función del tipo de acero:**

Cargas de tracción  $\phi = 0.75$

Fuerza cortante  $\phi = 0.65$

**Resultados de cálculo de las combinaciones de acciones :**

Tracción Nua= 18.45 ton

Cortante Vua= 15.0 ton

**Comprobaciones de tracción:**

(D5.1 ACI318S) Resistencia del acero de un anclaje en tracción:

Nsa= 89.46 ton

$\phi N_{sa}$ = 67.10 ton Cumple, Nua<Nn

ANc= 9741600 mm<sup>2</sup>

ANco= 5198400 mm<sup>2</sup>

Factor para anclajes sometido a cargas excentricas  $\psi_{ec,N}$ = 1.00

Excentricidad de la carga en los anclajes a traccion e'N= 0.00 mm

Factor para los efectos del borde  $\psi_{ed,N}$ = 1.00

Distancia mas corta al borde si es menor a 1.5\*hef ca,min= 1140 mm

Factor por efectos de fisuracion en servicio  $\psi_{c,N}$ = 1.25

Factor para anclajes postinstalados en concreto no fisurado  $\psi_{cp,N}$ = 1.00

kc= 10

Nb= 114.76 ton

Ncbg= 268.81 ton

$\phi N_{cbg}$ = 201.61 ton

Nra=

No se utiliza

refuerzo ton

$\phi N_n$ = 201.61 ton Cumple, Nua<Nn

(D5.3 ACI318S) Resistencia a la extraccion por deslizamiento de un anclaje en traccion:

$\psi_{c,P}$ = 1.4

Np= 912.60 ton

Npn= 1277.64 ton

$\phi N_{pn}$ = 958.23 ton Cumple, Nua<Nn

(D5.2 ACI318S)

(Fig RD5.2.1 ACI318S)

Resistencia al arrancamiento del concreto de un anclaje en tracción o resistencia de la armadura de

(D5.4 ACI318S) Resistencia al desprendimiento lateral del concreto en un anclaje con cabeza a traccion:

Ca1= 1140 mm

Nsb= 1582.86 ton

Nsbg= 1670.80 ton

$\phi N_{sb}$ = 1253.10 ton Cumple, Nua<Nn

**Comprobaciones de cortante:**

(D6.1 ACI318S) Resistencia del acero de un anclaje en corte:

Vsa= 53.68 ton

$\phi V_{sa}$ = 34.89 ton Cumple, Vua<Vn

Ca1= 1140 mm

AVc= 3365280 mm<sup>2</sup>

AVco= 5848200 mm<sup>2</sup>

Factor para anclajes sometido a cargas excentricas  $\psi_{ec,V}$ = 1.00

Excentricidad de la carga en los anclajes a traccion e'v= 0.00 mm

Factor para los efectos del borde  $\psi_{ed,V}$ = 0.90

Distancia mas corta al borde si es menor a 1.5\*hef ca,2= 1140 mm

Factor por efectos de fisuracion en servicio  $\psi_{c,V}$ = 1.40

Factor para anclajes ubicados en elementos de concreto  $\psi_{h,V}$ = 1.11

Vb= 158.40 ton

Vcbg= 126.93 ton

$\phi V_{cbg}$ = 82.50 ton

$\phi V_{ra}$ = 103.07

$\phi V_n$ = 103.07 ton Cumple, Vua<Vn

(D6.3 ACI318S) Resistencia al desprendimiento del concreto por cabeceo del anclaje sometido a cortante:

kpc= 2

Vcpg= 537.63 ton  
 $\phi$ Vcpg= 349.46 ton Cumple,  $V_{ua} < V_n$

**Comprobaciones de tracción/cortante:**

Tracción Resistente mínimo  $\phi N_n = 67.10$  ton

Cortante Resistente mínimo  $\phi V_n = 34.89$  ton

D 7.3

D 7.3

Cumple

$0.70 < 1.2$

$0.27 < 1.0$

$0.43 < 1.0$

(Fig RD6.2.1 ACI318S)

(D6.2 ACI318S) Resistencia al arrancamiento del concreto de un anclaje en corte o resistencia de la armadura de

Corte

(D7.1 ACI318S)

(D7.2 ACI318S)

(D7.3 ACI318S)

Interacción: Tracción

**8va. MATERIA:** Anclajes dolphins D3, D4, D5 y D6 escenario 1

**CALCULÓ:** MCC

**APENDICE D: ANCLAJE AL CONCRETO. COMPROBACION GRUPO PERNOS CON CABEZA**

**Propiedades del inserto:**

Número de anclajes  $n = 1$

Diametro del anclaje tracción (hilo no excluido)  $d_{a,t} = 54.75$  mm

Diametro del anclaje corte (considera pérdida por corrosión)  $d_{a,v} = 54.75$  mm

Area transversal efectiva del anclaje tracción  $A_{se,N} = 2354$  mm<sup>2</sup>

Area transversal efectiva del anclaje corte  $A_{se,V} = 2354$  mm<sup>2</sup>

Diámetro de la cabeza  $d_c = 195$  mm

Area transversal efectiva de la cabeza  $A_{brg} = 38025$  mm<sup>2</sup>

Altura efectiva  $h_{ef} = 760$  mm

Serapación entre anclajes  $s = 380$  mm

Resistencia a tracción del acero  $f_{uta} = 380$  N/mm<sup>2</sup>

**Propiedades del hormigón:**

Resistencia a compresión  $f_c' = 30$  N/mm<sup>2</sup>

Factor de modificación  $\lambda = 1.0$

Coefficiente por falla del concreto 1.0

Canto del elemento  $h_a = 1400$  mm

**Propiedades de la armadura de refuerzo bajo anclaje**

Tensión de Fluencia  $F_y = 420$  N/mm<sup>2</sup>

Cuantía dispuesta de barras horizontales  $A_{sv} = 3272$  mm<sup>2</sup> (Fig RD6.2.9 ACI318S)

Cuantía dispuesta de estribos  $A_{st} =$  Ninguna mm<sup>2</sup> (Fig RD6.2.9 ACI318S)

**Factores de reducción de resistencia para combinaciones, en función del tipo de acero:**

Cargas de tracción  $\phi = 0.75$

Fuerza cortante  $\phi = 0.65$

**Resultados de cálculo de las combinaciones de acciones :**

Tracción  $N_{ua} = 25.9$  ton

Cortante  $V_{ua} = 20.0$  ton

**Comprobaciones de tracción:**

(D5.1 ACI318S) Resistencia del acero de un anclaje en tracción:

Nsa= 89.46 ton  
 $\phi$ Nsa= 67.10 ton Cumple, Nua<Nn  
ANc= 9741600 mm<sup>2</sup>  
ANco= 5198400 mm<sup>2</sup>  
Factor para anclajes sometido a cargas excentricas  $\psi_{ec,N}$ = 1.00  
Excentricidad de la carga en los anclajes a traccion e'N= 0.00 mm  
Factor para los efectos del borde  $\psi_{ed,N}$ = 1.00  
Distancia mas corta al borde si es menor a 1.5\*hef ca,min= 1140 mm  
Factor por efectos de fisuracion en servicio  $\psi_{c,N}$ = 1.25  
Factor para anclajes postinstalados en concreto no fisurado  $\psi_{cp,N}$ = 1.00  
kc= 10  
Nb= 114.76 ton  
Ncbg= 268.81 ton  
 $\phi$ Ncbg= 201.61 ton  
Nra= No se utiliza refuerzo ton  
 $\phi$ Nn= 201.61 ton Cumple, Nua<Nn  
(D5.3 ACI318S) Resistencia a la extracción por deslizamiento de un anclaje en tracción:  
 $\psi_{c,P}$ = 1.4  
Np= 912.60 ton  
Npn= 1277.64 ton  
 $\phi$ Npn= 958.23 ton Cumple, Nua<Nn  
(D5.2 ACI318S)  
(Fig RD5.2.1 ACI318S)  
Resistencia al arrancamiento del concreto de un anclaje en tracción o resistencia de la armadura de  
(D5.4 ACI318S) Resistencia al desprendimiento lateral del concreto en un anclaje con cabeza a tracción:  
Ca1= 1140 mm  
Nsb= 1582.86 ton  
Nsbg= 1670.80 ton  
 $\phi$ Nsb= 1253.10 ton Cumple, Nua<Nn

**Comprobaciones de cortante:**

(D6.1 ACI318S) Resistencia del acero de un anclaje en corte:  
Vsa= 53.68 ton  
 $\phi$ Vsa= 34.89 ton Cumple, Vua<Vn  
Ca1= 1140 mm  
AVc= 3365280 mm<sup>2</sup>  
AVco= 5848200 mm<sup>2</sup>  
Factor para anclajes sometido a cargas excentricas  $\psi_{ec,V}$ = 1.00  
Excentricidad de la carga en los anclajes a traccion e'v= 0.00 mm  
Factor para los efectos del borde  $\psi_{ed,V}$ = 0.90  
Distancia mas corta al borde si es menor a 1.5\*hef ca,2= 1140 mm  
Factor por efectos de fisuracion en servicio  $\psi_{c,V}$ = 1.40  
Factor para anclajes ubicados en elementos de concreto  $\psi_{h,V}$ = 1.11  
Vb= 158.40 ton  
Vcbg= 126.93 ton  
 $\phi$ Vcbg= 82.50 ton  
 $\phi$ Vra= 103.07  
 $\phi$ Vn= 103.07 ton Cumple, Vua<Vn  
(D6.3 ACI318S) Resistencia al desprendimiento del concreto por cabeceo del anclaje sometido a cortante:  
kpc= 2  
Vcpg= 537.63 ton  
 $\phi$ Vcpg= 349.46 ton Cumple, Vua<Vn

**Comprobaciones de tracción/cortante:**

Tracción Resistente mínimo  $\phi$ Nn= 67.10 ton  
Cortante Resistente mínimo  $\phi$ Vn= 34.89 ton  
D 7.3  
D 7.3  
Cumple

$0.96 < 1.2$

$0.39 < 1.0$

Corte  $0.57 < 1.0$

(D7.1 ACI318S)

(D7.2 ACI318S)

(D7.3 ACI318S)

Interacción: Tracción (Fig RD6.2.1 ACI318S)

(D6.2 ACI318S) Resistencia al arrancamiento del concreto de un anclaje en corte o resistencia de la armadura.

**9na. MATERIA:** Anclajes Dolphins D3, D4, D5 y D6 escenario 2 con refuerzo

**CALCULÓ:** MCC

#### **APENDICE D: ANCLAJE AL CONCRETO. COMPROBACION GRUPO PERNOS CON CABEZA**

##### ***Propiedades del inserto:***

Número de anclajes  $n = 1$

Diametro del anclaje tracción (hilo no excluido)  $d_{a,t} = 54.75$  mm

Diametro del anclaje corte (considera pérdida por corrosión)  $d_{a,v} = 54.75$  mm

Area transversal efectiva del anclaje tracción  $A_{se,N} = 2354$  mm<sup>2</sup>

Area transversal efectiva del anclaje corte  $A_{se,V} = 2354$  mm<sup>2</sup>

Diámetro de la cabeza  $d_c = 195$  mm

Area transversal efectiva de la cabeza  $A_{brg} = 38025$  mm<sup>2</sup>

Altura efectiva  $h_{ef} = 760$  mm

Serapación entre anclajes  $s = 380$  mm

Resistencia a tracción del acero  $f_{uta} = 380$  N/mm<sup>2</sup>

##### ***Propiedades del hormigón:***

Resistencia a compresión  $f_c' = 30$  N/mm<sup>2</sup>

Factor de modificación  $\lambda = 1.0$

Coefficiente por falla del concreto  $1.0$

Canto del elemento  $h_a = 1400$  mm

##### ***Propiedades de la armadura de refuerzo bajo anclaje***

Tensión de Fluencia  $F_y = 420$  N/mm<sup>2</sup>

Cuántía dispuesta de barras horizontales  $A_{sv} = 3272$  mm<sup>2</sup> (Fig RD6.2.9 ACI318S)

Cuántía dispuesta de estribos  $A_{st} =$  Ninguna mm<sup>2</sup> (Fig RD6.2.9 ACI318S)

##### ***Factores de reducción de resistencia para combinaciones, en función del tipo de acero:***

Cargas de tracción  $\phi = 0.75$

Fuerza cortante  $\phi = 0.65$

##### ***Resultados de cálculo de las combinaciones de acciones :***

Tracción  $N_{ua} = 39.3$  ton

Cortante  $V_{ua} = 15.0$  ton

##### ***Comprobaciones de tracción:***

(D5.1 ACI318S) Resistencia del acero de un anclaje en tracción:

$N_{sa} = 89.46$  ton

$\phi N_{sa} = 67.10$  ton Cumple,  $N_{ua} < N_n$

$A_{nc} = 9741600$  mm<sup>2</sup>

$A_{nco} = 5198400$  mm<sup>2</sup>

Factor para anclajes sometido a cargas excentricas  $\psi_{ec,N} = 1.00$

Excentricidad de la carga en los anclajes a tracción  $e'N = 0.00$  mm

Factor para los efectos del borde  $\psi_{ed,N} = 1.00$

Distancia mas corta al borde si es menor a  $1.5 * h_{ef}$   $c_{a,min} = 1140$  mm

Factor por efectos de fisuración en servicio  $\psi_c,N = 1.25$

Factor para anclajes postinstalados en concreto no fisurado  $\psi_{cp,N} = 1.00$

$k_c = 10$



Nb= 114.76 ton

Ncbg= 268.81 ton

$\phi$ Ncbg= 201.61 ton

Nra= No se utiliza

refuerzo ton

$\phi$ Nn= 201.61 ton Cumple, Nua<Nn

(D5.3 ACI318S) Resistencia a la extraccion por deslizamiento de un anclaje en traccion:

$\psi_{c,P}$ = 1.4

Np= 912.60 ton

Npn= 1277.64 ton

$\phi$ Npn= 958.23 ton Cumple, Nua<Nn

(D5.2 ACI318S)

(Fig RD5.2.1 ACI318S)

Resistencia al arrancamiento del concreto de un anclaje en tracción o resistencia de la armadura.

(D5.4 ACI318S) Resistencia al desprendimiento lateral del concreto en un anclaje con cabeza a traccion:

Ca1= 1140 mm

Nsb= 1582.86 ton

Nsbg= 1670.80 ton

$\phi$ Nsb= 1253.10 ton Cumple, Nua<Nn

### **Comprobaciones de cortante:**

(D6.1 ACI318S) Resistencia del acero de un anclaje en corte:

Vsa= 53.68 ton

$\phi$ Vsa= 34.89 ton Cumple, Vua<Vn

Ca1= 1140 mm

AVc= 3365280 mm<sup>2</sup>

AVco= 5848200 mm<sup>2</sup>

Factor para anclajes sometido a cargas excentricas  $\psi_{ec,V}$ = 1.00

Excentricidad de la carga en los anclajes a traccion  $e'v$ = 0.00 mm

Factor para los efectos del borde  $\psi_{ed,V}$ = 0.90

Distancia mas corta al borde si es menor a  $1.5 \cdot h_{ef}$  ca,2= 1140 mm

Factor por efectos de fisuracion en servicio  $\psi_{c,V}$ = 1.40

Factor para anclajes ubicados en elementos de concreto  $\psi_{h,V}$ = 1.11

Vb= 158.40 ton

Vcbg= 126.93 ton

$\phi$ Vcbg= 82.50 ton

$\phi$ Vra= 103.07

$\phi$ Vn= 103.07 ton Cumple, Vua<Vn

(D6.3 ACI318S) Resistencia al desprendimiento del concreto por cabeceo del anclaje sometido a cortante:

kpc= 2

Vcpg= 537.63 ton

$\phi$ Vcpg= 349.46 ton Cumple, Vua<Vn

### **Comprobaciones de tracción/cortante:**

Traccion Resistente minimo  $\phi$ Nn= 67.10 ton

Cortante Resistente minimo  $\phi$ Vn= 34.89 ton

D 7.3

D 7.3

Cumple

1.02 < 1.2

0.59 < 1.0

0.43 < 1.0

(Fig RD6.2.1 ACI318S)

(D6.2 ACI318S) Resistencia al arrancamiento del concreto de un anclaje en corte o resistencia de la armadura de Corte, (D7.1 ACI318S), (D7.2 ACI318S), (D7.3 ACI318S)

Interacción: Tracción

**10ma. MATERIA:** Anclajes dolphins D3, D4, D5 y D6 escenario 2

**CALCULÓ:** MCC

**APENDICE D: ANCLAJE AL CONCRETO. COMPROBACION GRUPO PERNOS CON CABEZA**

***Propiedades del inserto:***

Número de anclajes  $n= 1$

Diametro del anclaje tracción (hilo no excluido)  $d_{a,t}= 54.75$  mm

Diametro del anclaje corte (considera pérdida por corrosión)  $d_{a,v}= 54.75$  mm

Area transversal efectiva del anclaje tracción  $A_{se,N}= 2354$  mm<sup>2</sup>

Area transversal efectiva del anclaje corte  $A_{se,V}= 2354$  mm<sup>2</sup>

Diámetro de la cabeza  $d_c= 195$  mm

Area transversal efectiva de la cabeza  $A_{brg}= 38025$  mm<sup>2</sup>

Altura efectiva  $h_{ef}= 760$  mm

Separación entre anclajes  $s= 380$  mm

Resistencia a tracción del acero  $f_{uta}= 380$  N/mm<sup>2</sup>

***Propiedades del hormigón:***

Resistencia a compresión  $f'_c = 30$  N/mm<sup>2</sup>

Factor de modificación  $\lambda = 1.0$

Coefficiente por falla del concreto 1.0

Canto del elemento  $h_a= 1400$  mm

***Propiedades de la armadura de refuerzo bajo anclaje***

Tensión de Fluencia  $F_y= 420$  N/mm<sup>2</sup>

Cuántía dispuesta de barras horizontales  $A_{sv}= 3272$  mm<sup>2</sup> (Fig RD6.2.9 ACI318S)

Cuántía dispuesta de estribos  $A_{st}=$  Ninguna mm<sup>2</sup> (Fig RD6.2.9 ACI318S)

***Factores de reducción de resistencia para combinaciones, en función del tipo de acero:***

Cargas de tracción  $\phi = 0.75$

Fuerza cortante  $\phi = 0.65$

***Resultados de cálculo de las combinaciones de acciones :***

Tracción  $N_{ua}= 54.1$  ton

Cortante  $V_{ua}= 20.0$  ton

***Comprobaciones de tracción:***

(D5.1 ACI318S) Resistencia del acero de un anclaje en tracción:

$N_{sa}= 89.46$  ton

$\phi N_{sa}= 67.10$  ton Cumple,  $N_{ua} < N_n$

$A_{Nc}= 9741600$  mm<sup>2</sup>

$A_{Nco}= 5198400$  mm<sup>2</sup>

Factor para anclajes sometido a cargas excentricas  $\psi_{ec,N}= 1.00$

Excentricidad de la carga en los anclajes a traccion  $e'N= 0.00$  mm

Factor para los efectos del borde  $\psi_{ed,N}= 1.00$

Distancia mas corta al borde si es menor a  $1.5 * h_{ef}$   $c_{a,min}= 1140$  mm

Factor por efectos de fisuración en servicio  $\psi_{c,N}= 1.25$

Factor para anclajes postinstalados en concreto no fisurado  $\psi_{cp,N}= 1.00$

$k_c= 10$

$N_b= 114.76$  ton

$N_{cbg}= 268.81$  ton

$\phi N_{cbg}= 201.61$  ton

$N_{ra}=$

No se utiliza

refuerzo ton

$\phi N_n= 201.61$  ton Cumple,  $N_{ua} < N_n$

(D5.3 ACI318S) Resistencia a la extracción por deslizamiento de un anclaje en tracción:

$\psi_{c,P}= 1.4$

$N_p = 912.60$  ton  
 $N_{pn} = 1277.64$  ton  
 $\phi N_{pn} = 958.23$  ton Cumple,  $N_{ua} < N_n$   
(D5.2 ACI318S)  
(Fig RD5.2.1 ACI318S)

Resistencia al arrancamiento del concreto de un anclaje en tracción o resistencia de la armadura de  
(D5.4 ACI318S) Resistencia al desprendimiento lateral del concreto en un anclaje con cabeza a tracción:

$Ca_1 = 1140$  mm  
 $N_{sb} = 1582.86$  ton  
 $N_{sbg} = 1670.80$  ton  
 $\phi N_{sb} = 1253.10$  ton Cumple,  $N_{ua} < N_n$

**Comprobaciones de cortante:**

(D6.1 ACI318S) Resistencia del acero de un anclaje en corte:

$V_{sa} = 53.68$  ton  
 $\phi V_{sa} = 34.89$  ton Cumple,  $V_{ua} < V_n$   
 $Ca_1 = 1140$  mm  
 $AV_c = 3365280$  mm<sup>2</sup>  
 $AV_{co} = 5848200$  mm<sup>2</sup>

Factor para anclajes sometido a cargas excentricas  $\psi_{ec,V} = 1.00$

Excentricidad de la carga en los anclajes a traccion  $e'v = 0.00$  mm

Factor para los efectos del borde  $\psi_{ed,V} = 0.90$

Distancia mas corta al borde si es menor a  $1.5 * h_{ef}$   $ca_2 = 1140$  mm

Factor por efectos de fisuración en servicio  $\psi_{c,V} = 1.40$

Factor para anclajes ubicados en elementos de concreto  $\psi_{h,V} = 1.11$

$V_b = 158.40$  ton

$V_{cbg} = 126.93$  ton

$\phi V_{cbg} = 82.50$  ton

$\phi V_{ra} = 103.07$

$\phi V_n = 103.07$  ton Cumple,  $V_{ua} < V_n$

(D6.3 ACI318S) Resistencia al desprendimiento del concreto por cabeceo del anclaje sometido a cortante:

$k_{pc} = 2$

$V_{cpg} = 537.63$  ton

$\phi V_{cpg} = 349.46$  ton Cumple,  $V_{ua} < V_n$

**Comprobaciones de tracción/cortante:**

Tracción Resistente minimo  $\phi N_n = 67.10$  ton

Cortante Resistente minimo  $\phi V_n = 34.89$  ton

D 7.3

D 7.3

No Cumple

$1.38 < 1.2$

$0.81 < 1.0$

$0.57 < 1.0$

(Fig RD6.2.1 ACI318S)

(D6.2 ACI318S) Resistencia al arrancamiento del concreto de un anclaje en corte o  
resistencia de la armadura de

Corte

(D7.1 ACI318S)

(D7.2 ACI318S)

(D7.3 ACI318S)

Interacción: Tracción

## FORM-0219-OTAS TMPC Inspección de Pre – Arribo

### PRE ARRIVAL INSPECTION FORM

Formato de Inspección de Pre – Arribo

<b>VESSEL:</b> Buque	<b>LOCATION:</b> Lugar
<b>TERMINAL:</b> Terminal	
<b>PRODUCT BEING TRANSFERRED:</b> Producto a ser transferido	

	<b>ITEMS OF INSPECTION</b> Detalle de Inspección	<b>Exp. Date</b> Expiración	<b>Yes</b> Si	<b>No</b> No	<b>Remarks</b> Observación
1	<b>International Register Certificate /</b> Certificado de Registro				
2	<b>Document of Compliance /</b> Documento de cumplimiento				
3	<b>Last Vetting Inspection/</b> Ultima inspección de vetting				
4	<b>Certificate of class /</b> Certificado de clase				
5	<b>International certificate of fitness /</b> Certificado de aptitud				
6	<b>IOPP Certificate/</b> Certificado de IOPP				
7	<b>Protection &amp; Indemnity certificate /</b> Certificado de Protección e Indemnización				
8	<b>Cargo Ship Safety construction certificate/</b> Certificado de construcción				
9	<b>Internacional Load line certificate /</b> Certificado de máxima línea de carga				
10	<b>Certificate of insurance or other financial security in respect of Civil Liability for oil pollution damage.</b> Certificado de Responsabilidad Civil				
11	<b>Form C, Q88 or Ship's Particulars /</b> Formato C, Q88 o Particularidades del buque				
12	<b>The mooring lines are adequate for conditions at Terminal /</b> Las líneas de amarre son adecuadas para las condiciones en el Terminal				
13	<b>The mooring winches are adequate and fully operative/</b> Los winches de amarre están completamente operativos				
14	<b>The overboard or sea suction valves are sealed or lashed in closed position /</b> Las válvulas de fuera de borda y de succión están selladas y aseguradas en posición de cierre				
15	<b>Cargo Ship Safety equipment Certificate /</b> Certificado de seguridad y equipo				
16	<b>The vessel's cargo tanks overfilling alarms are tested and operating properly /</b> Las alarmas de sobrellenado de los tanques de carga del buque fueron probadas y operan adecuadamente				
17	<b>The Automatic shutdown system of the vessel has been tested and found to be operating properly /</b> El sistema de parada automático del buque ha sido probada y se encuentra operando apropiadamente				

18	<b>Is the vessel's tanks inerted? /</b> ¿Están los tanques del buque inertizados?				
19	<b>Prior to operations, which was the last product loaded? /</b> ¿Que productos fueron cargados últimamente en los tanques de carga?				
20	<b>The Fire fighting system is fully operative and tested /</b> El sistema contra incendio está completamente probado y operativo.				
21	<b>The vapor recovery system of the vessel capacity has been determined /</b> Se ha determinado la capacidad del sistema de recuperación de vapores del buque.				
22	<b>Is there a system to manage water ballast on board /</b> Se lleva a cabo control de agua de lastre abordo				
23	<b>The vessel has segregated water ballast tanks/</b> El buque tiene tanques de lastre segregado				
24	<b>The vessel has exchanged ballast at 200 miles offshore and/or 2,000 meters deep before entering to Peruvian waters /</b> El buque ha intercambiado lastre a 200 millas de costa y/o 2,000 metros de profundidad antes de ingresar en aguas peruanas				
25	<b>The vessel has exchanged ballast at 12 miles offshore if proceed from other Peruvian port /</b> ¿El buque ha intercambiado lastre a 12 millas de costa?, si procede de otro puerto peruano?				
26	<b>The vessel has adequate coupling or reducer to connect Terminal loading arm flanges /</b> El buque cuenta con las reducciones para la conexión de los brazos y manga de carga				
27	<b>Oily water separator overboard valve sealed /</b> La válvula de descarga fuera de borda del separador de aguas oleosas ¿está sellada?				
28	<b>Sewage plant overboard valve locked sealed /</b> La válvula de descarga fuera de borda de planta de tratamiento de aguas hervidas ¿está sellada?				
29	<b>Oil record book 1 &amp;/or 2 /</b> Libro de registro de hidrocarburos 1 y/o 2				
30	<b>Pilot confirmed bridge ship's equipment have been fully tested, ready for maneuvering and signed the Pilot Card satisfactorily /</b> El Practico confirma que los equipos del puente de comando han sido probados, están listos para la maniobra y ha firmado la Cartilla de Practico satisfactoriamente				
31	<b>Are certificates available for all mooring ropes and wires? /</b> ¿Hay certificados disponibles de todos los cabos o cables mixtos de amarre?				
32	<b>Are there records of the inspection and maintenance of mooring ropes, wires and mooring equipment? /</b> ¿Existen registros de inspección y mantenimiento de los cabos, cables y equipos de amarre?				
33	<b>Mooring tails are fitted to wires, do they have proper connecting links and are they correctly fitted? /</b> ¿Las colas de amarre sujetas al cable, tienen las conexiones correctamente instaladas?				



34	<b>Brake holding capacity and Rendering Test Certificate /</b> Certificado de prueba de capacidad y rendimiento de los frenos de los winches				
35	<b>The vessel's fixed gas detector alarms are tested and operating properly /</b> Las alarmas del equipo detector de gases fijo del buque fueron probadas y operan adecuadamente				
36	<b>The electric motor room Air Lock alarms are tested and operating properly /</b> Las alarmas del Air Lock del cuarto de motores eléctricos fueron probadas y operan correctamente				
37	<b>The safety relief or P/V valves are checked and properly marked /</b> Las válvulas de seguridad o presión y vacío fueron chequeadas y están correctamente marcadas				
38	<b>There are records of the last test and / or calibration of the safety valves of the cargo tanks (Record of maximum pressure calibration as appropriate) /</b> Existen registros de la última prueba y/o calibración de las válvulas de seguridad de los tanques de carga (Registro de las presiones máximas de calibración según sea el caso)				
39	<b>The Deck spray system are tested and operating properly /</b> El sistema de rociadores de cubierta fue probado y opera correctamente				
40	<b>Is the crane in good condition, operating and current certification? /</b> Se encuentra la grúa en buenas condiciones, operativa y su certificación vigente.				
41	<b>Loading Master informed to the Captain and Pilot the terminal's sign posting condition /</b> El Loading Master informó al Capitán y Práctico, la condición de la señalización del terminal.				
42	<b>The Captain and Pilot will evaluate the possibility of sending after springs from stern of the vessel, to the extent permitted facilities, in order to have longer length springs /</b> El Capitán y Práctico evaluarán la posibilidad de tender esprines desde popa del buque, en la medida que las facilidades lo permiten; con el fin de tener tendidos esprines de mayor longitud.				
43	<b>The Chief Officer has received Terminal's procedures and regulations (INS-0069 &amp; Marine Bert Information and Regulations Manual) /</b> El Primer Oficial ha recibido los procedimientos y regulaciones del Terminal (Directiva para normar las disposiciones generales y específicas de los elementos participantes en las maniobras con buques en el TMPC y Manual de Información y regulaciones del TMPC)				

## FORM-0219-OTAS TMPC Inspección de Pre – Arribo

44	<p><b>There are records that all ship's ESD systems alarms have been tested and are operational. If any of these systems is or needs to be bypassed, it must be reported to the Loading Master /</b></p> <p>Existen registros de que todas las alarmas de los sistemas ESD del buque han sido probadas y están operativas. En caso de que alguno de estos sistemas se encuentre o necesite ser puenteadado, debe ser informado al Loading Master.</p>				
45	<p><b><u>Navigation charts used to access the TMPC are in force /</u></b> <b><u>Las cartas de navegación utilizadas para acceder al TMPC se encuentran vigentes.</u></b></p>				

**THE UNDERSIGNED ATTEST THAT WE MADE A JOINT INSPECTION OF THE VESSEL WITH REFERENCE TO THE ABOVE REQUIREMENTS AND IN FRONT OF THE EACH ONE OF THEM WE INDICATED THAT THE REGULATIONS HAVE BEEN COMPLIED.**

Los firmantes dan fe de que se realizo una inspección conjunta al buque con referencia a los puntos anteriores y frente a cada uno de ellos, hemos indicado que el reglamento ha sido cumplido.

<p><b>FOR VESSEL /</b> Por el buque</p>	<p><b>FOR TERMINAL /</b> Por el terminal</p>
<p><b>TITLE / Grado:</b></p>	<p><b>TITLE / Grado:</b></p>
<p><b>DATE / TIME:</b> Fecha / Hora</p>	<p><b>DATE / TIME:</b> Fecha / Hora</p>

<b>Vessel:</b>			
<b>Grade:</b>			
<b>Arrival date:</b>			
<b>Port:</b>		<b>Terminal:</b>	

According the Terminal´s safety standards, the mooring lines shall be inspected during:

1. During Pre-Arrival inspection.
2. After completed mooring maneuvers.
3. During loading operations.

All mooring lines must be checked; completing with a check (√) in the appropriate square:

<b>Inspection criteria of the Vessel´s mooring lines, during Pre arrival inspection.</b>				
		Yes	No	Observations
<b>1</b>	Does the vessel complies with the type and number of mooring lines required and accepted in TNQ?			
<b>2</b>	Are the tension of the ropes complies with as required in the TNQ?			
<b>3</b>	Has been agreed mooring configuration according to the requirements in the TNQ?			
<b>4</b>	Are all ropes of the same material and characteristics, according to the indications in the TNQ?			
<b>5</b>	Has been checked the brake of mooring winches are calibrated to 60% of MBL mooring lines to use?			
<b>6</b>	Have been checked that the lines in use have their certificate and maintenance record?			
<b>7</b>	Is the calibration certificate of the mooring winches in force? (1 year or less).			

<b>Inspection criteria of the vessel´s mooring lines, after mooring maneuvers completed</b>				
		Yes	No	Observations
<b>8</b>	Are mooring lines working uniformly?			
<b>9</b>	Are the eye of the mooring lines strunging and working properly on the hooks?			
<b>10</b>	Do the mooring lines in use, have adequate protection to minimize abrasive wear or friction?			
<b>11</b>	Is coordinated with the ship's chief mate the control of the mooring lines according to FORM 0247 (Sheet 2)?			

All mooring lines shall be inspected; if yes completing a check (√) and if not with (X) in the appropriate box. In the case is not, it should be described the actions to follow in the box below.

	<b>INSPECTION CRITERIA</b>	<b>FORWARD</b>												<b>AFTER</b>											
		<b>HEAD</b>			<b>BREAST</b>			<b>SPRING</b>			<b>STERN</b>			<b>BREAST</b>			<b>SPRING</b>								
<b>12</b>	The rope has not more than two (2) seams on her length.	1	2	3	1	2	3	1	2	3	4	1	2	3	1	2	3	1	2	3	4	1	2	3	4
<b>13</b>	Eye seam, it has at least 5 passes?.	1	2	3	1	2	3	1	2	3	4	1	2	3	1	2	3	1	2	3	4	1	2	3	4
<b>14</b>	Has it observed any disjointed or wear along the rope or on the eye?	1	2	3	1	2	3	1	2	3	4	1	2	3	1	2	3	1	2	3	4	1	2	3	4

**Condition:** If it has been successfully met all the requirements of 1 to 14, it will be given all fast. Otherwise the observations must be corrected to give as accepted the Notice of Readiness (NOR).

<b>Inspection criteria of the vessel´s mooring lines, During loading or unloading operations.</b>																									
	<b>INSPECTION CRITERIA</b>	<b>FORWARD</b>												<b>AFTER</b>											
		<b>HEAD</b>			<b>BREAST</b>			<b>SPRING</b>			<b>STERN</b>			<b>BREAST</b>			<b>SPRING</b>								
<b>15</b>	The ropes in use, are working with same tension?	1	2	3	1	2	3	1	2	3	4	1	2	3	1	2	3	1	2	3	4	1	2	3	4
<b>16</b>	In areas where there is friction, is observed wear on the rope or the eye?	1	2	3	1	2	3	1	2	3	4	1	2	3	1	2	3	1	2	3	4	1	2	3	4

<b>By Terminal:</b>	<b>By Vessel:</b>
Name:	Name:
Cargo:	Cargo:
Sign:	Sign:

**OTAS**

**Oil**tanking **GMP**

Oiltanking Andina Services S.A.C.

**PCS-0148-OTAS TMPC**  
**Procedimiento de Parámetros de**  
**Operación**

**Oil**tanking **Andina Services S.A.C.**

# **Procedimiento de** **Parámetros de** **Operación**

### INDICE

<b>1. GENERAL</b> .....	<b>3</b>
<b>1.1 Objetivo</b>	<b>3</b>
<b>1.2 Alcance</b>	<b>3</b>
<b>1.3 Referencias</b>	<b>3</b>
<b>2. DEFINICIONES:</b> .....	<b>3</b>
<b>3. RESPONSABILIDADES:</b> .....	<b>4</b>
<b>3.1 Supervisor del Terminal Marino PPC</b>	<b>4</b>
<b>3.2 Gerente de Operaciones OTAS:</b>	<b>4</b>
<b>3.3 Loading Master OTAS:</b>	<b>4</b>
<b>3.4 Supervisor operativo de plataforma OTAS:</b>	<b>5</b>
<b>4. DESARROLLO:</b> .....	<b>5</b>
<b>4.1 Dispositivos de amarre</b>	<b>5</b>
<b>4.2 Criterios ambientales</b>	<b>5</b>
<b>4.3 Monitoreo meteorológico y oceanográfico</b>	<b>6</b>
<b>4.4 Parámetros meteorológicos y oceanográficos (Nota N°1)</b>	<b>6</b>
<b>4.5 Esfuerzos críticos</b>	<b>9</b>



### 1. General

#### 1.1 Objetivo

Este procedimiento tiene como objetivo **brindar los criterios de soporte para que el Loading Master en coordinación directa con el capitán del buque y el práctico marítimo, tomen una decisión en salvaguarda del personal, el medio ambiente** y los bienes materiales durante las operaciones de embarque en el TMPC.

#### 1.2 Alcance

Este procedimiento aplica a todas las operaciones de embarque en el TMPC considerando estrictamente el análisis estático de fuerzas en cada una de las espías en función a las condiciones de viento, corriente y oleaje.

#### 1.3 Referencias

- Estudio y Programa de cálculo para determinar límites de operación en el Terminal Marítimo de PPC
- Estudio de Maniobras de ingreso, tránsito y salida del Terminal Marítimo de PPC
- Análisis Estadístico de Condiciones Climáticas durante Cierre de Puerto en el periodo 2011-2013
- Criterios de Línea Base para Terminales Marítimos de OCIMF.
- **FORM-0083OTAS TMPC - Formato de reporte de factores meteorológicos.**

### 2. Definiciones:

#### **Buoyweather:**

**Página web que permite acceder a la información de previsiones meteorológicas marinas de viento, corriente y ola.**

#### **Dispositivos de amarre:**

**Son todos aquellos equipos y/o sistemas que intervienen en las maniobras de amarre de la nave (mooring winches, espías, roletes, bitas, ganchos de amarre, etc).**

#### **Mooring winch (cabrestante de amarre):**

## PCS-0148-OTAS TMPC Procedimiento de Parámetros de Operación

**Es una parte del sistema de amarre, utilizado durante las operaciones de fijación de una embarcación en un muelle o instalación similar.**

**Espía:**

**Cuerdas que se usan para amarrar una embarcación, construídas con fibras textiles, animales, vegetales o sintéticas. Su estructura esta compuesta por fibras torsionadas, las cuales forman la filástica, varias filásticas componen el cordón y varios cordones componen el cabo.**

**Rolete:**

**Cilindro que gira sobre su eje, alrededor del cual pasa un cabo de fondeo o una cadena.**

**Bita:**

**Piezas sólidas de metal o de madera fuertemente unidas a una superficie fija, - por lo regular dos columnas de hierro fundidas sobre una misma base - y utilizadas para tomar vueltas sobre ellas a las cadenas de las anclas, amarras del buque o para hacer firme un cabo.**

**Ganchos de amarre:**

**Equipo instalado sobre una superficie fija que sirve para asegurar o liberar la embarcación al / del muelle.**

### **3. Responsabilidades:**

#### **3.1 Supervisor del Terminal Marino PPC**

Responsable de validar y velar por el cumplimiento de este procedimiento.

#### **3.2 Gerente de Operaciones OTAS:**

Responsable de aprobar y garantizar el cumplimiento de este procedimiento.

#### **3.3 Loading Master OTAS:**

Responsable de elaborar, actualizar y cumplir el procedimiento.

### 3.4 Supervisor operativo de plataforma OTAS:

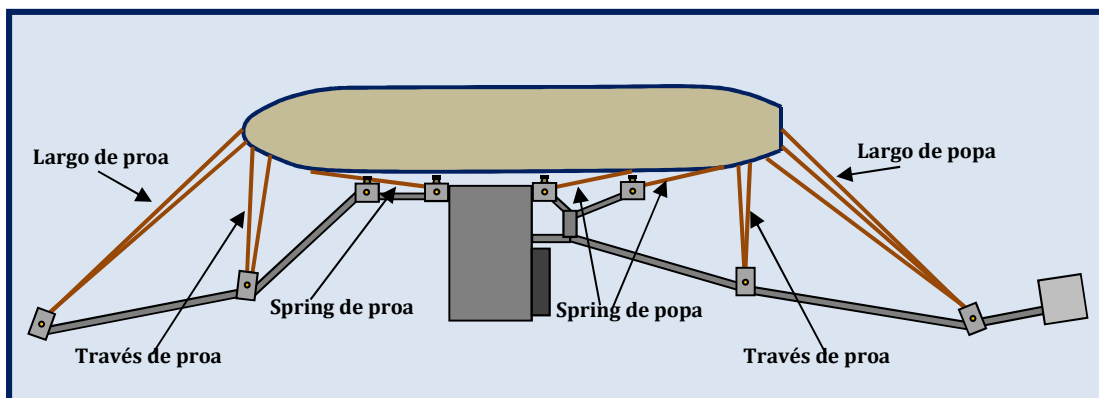
Responsable de cumplir el procedimiento.

## 4. Desarrollo:

### 4.1 Dispositivos de amarre

Un dispositivo de amarre para ser adecuado y eficiente debe contar con las siguientes características:

- Resistir esfuerzos **de las espigas amarradas. Este valor se expresa con el acrónimo "SWL" (safe working load)**
- Los esfuerzos en cada dirección y en cada momento deben ser soportados por suficientes elementos.
- Las fuerzas que actúan sobre el dispositivo de amarre se distribuye entre las líneas según su dirección.
- El dispositivo de amarre debe resistir los esfuerzos producidos por fuerzas ambientales y **submarinas**.
- El dispositivo de amarre debe adaptarse a los cambios de marea y calado.



### 4.2 Criterios ambientales

Para definir los valores de las condiciones meteorológicas y oceanográficas se ha tomado en consideración lo siguiente:

- Análisis estadístico de las condiciones climáticas durante cierres de puerto de los años 2011-2013.
- Valores y condiciones climáticas y operativas reales desarrolladas durante las operaciones de carga.
- Diseño de los equipos de transferencia de carga.
- Estudio de Maniobras realizado por PPC en septiembre del 2003.
- Nuevo estudio de maniobras realizado por PPC en marzo del 2014.
- Informe técnico de Consultor Marítimo externo (SMECS).

### 4.3 Monitoreo meteorológico y oceanográfico

El terminal está equipado con un anemómetro y un correntómetro que miden y registran la velocidad y dirección del viento y la corriente marina respectivamente. Esta información es mostrada en tiempo real en una pantalla ubicada en la sala de control de Plataforma del TMPC.

La altura y período de las olas es visualizado a través de una regla marea gráfica instalada en el dolphin 4 de Plataforma del TMPC **y un cronometro digital respectivamente**. Los datos son registrados por el supervisor operativo de plataforma con una frecuencia de dos horas (en condiciones oceanográficas normales) y horariamente (en condiciones oceanográficas desfavorables) en una hoja de cálculo, ubicada en la sala de control.

**Asimismo, OTAS está suscrito a la página web [www.buoyweather.com](http://www.buoyweather.com) que le provee el pronóstico de condiciones oceanográficas (olas: altura y periodo; viento: dirección y velocidad), para los próximos siete (7) días.**

### 4.4 Parámetros meteorológicos y oceanográficos (Nota N°1)

#### 4.4.1. Viento

Los parámetros establecidos para **evaluar la detención del embarque (parada)**, desconectar los brazos de carga y el desamarre de la nave en el TMPC están basados en los valores máximos de velocidad de viento considerados en el diseño de los brazos de carga y en el análisis estadístico de la velocidad máxima de viento durante los cierres de puerto. Esta información ha sido validada en el informe de Consultora externa.

VIENTO		
Parada	Desconexión	Desamarre
Nudos	Nudos	Nudos
25	28	30

#### 4.4.2. Corriente

Los **parámetros** de velocidad de corriente fueron determinados en base a las condiciones oceanográficas a la cual se encuentran sometidos los buques en forma real durante las operaciones de embarque y han sido

comparados con los valores de la velocidad promedio en cierre de puertos durante los años 2011-2013.

Esta información ha sido validada en el informe de Consultoría externa.

<b>CORRIENTE</b>		
<b>Parada</b>	<b>Desconexión</b>	<b>Desamarre</b>
Nudos	Nudos	Nudos
0.7	0.9	1.3

#### **4.4.3. Definición de Olas y el Factor OP (Altura promedio x periodo de Ola)**

Las olas son movimientos ondulatorios, oscilaciones periódicas de la superficie del mar, formadas por crestas y depresiones que se desplazan horizontalmente. El desarrollo de las olas se atribuye a siguientes factores principales:

- La velocidad media del viento.
- La duración del tiempo en que actúa.

Las olas se caracterizan por su: longitud de onda, período, pendiente, altura, amplitud y velocidad de propagación, variables físicas y geométricas que se definen a continuación:

- Longitud de onda (L): es la distancia horizontal entre dos crestas o dos depresiones sucesivas.
- Período (T): es el tiempo, contado en segundos, entre el paso de dos crestas sucesivas por un mismo punto.
- Altura (H): distancia entre la cresta de la ola y el nivel medio del mar.
- Pendiente: relación entre la altura y la longitud de onda (H/L).
- Amplitud (A): distancia entre la cresta y el valle de la ola.
- Velocidad de propagación:  $V = \text{Longitud de onda} / \text{Período}$

Como las olas son muy variables para analizarlas y describirlas se usan métodos estadísticos así para la altura, normalmente se refiere a la altura significativa, esto es el promedio de 1/3 de las olas más altas observadas en una serie en un período de tiempo determinado.

Para el caso del TMPC se ha considerado establecer como variable a controlar el factor OP, que está determinado por la multiplicación del valor de altura promedio por el periodo de ola.



## PCS-0148-OTAS TMPC Procedimiento de Parámetros de Operación

Los siguientes valores fueron definidos en base a la evaluación de las condiciones meteorológicas efectuadas durante operaciones de embarque en el TMPC.

Variable	Factor OP		
	Parada	Desconexión	Desamarre
Periodo de ola (seg.)	16	17	17
Altura de ola (mts.)	> 1.60 (*)	>1.80 (*)	>2.00 (*)
Rangos de valor a considerar	=> 25.6 <	=>30.6 <	=>34

**(\*) Altura promedio de ola (metros).**

**Los valores del período y la altura de ola de la página Buoyweather, son emitidos en base a una boya meteorológica ubicada al sur oeste del TMPC en alta mar (Latitud:14°00' Sur y Longitud:76°30' Oeste); la ubicación de esta boya meteorológica con respecto al TMPC (Latitud:13°46'05.21" Sur y Longitud:76°15'54.39" Oeste) genera una desviación en la lectura de los valores de la altura de ola en el TMPC, de aproximadamente 1 metro.**

**Calculo del FACTOR OP CORREGIDO:**

**Se ha considerado reportar el FACTOR OP CORREGIDO, que está en función a los datos registrados por el supervisor de turno del TMPC.**

**Al valor de la Altura promedio de ola (\*) se le restara el valor de la desviación (1 metro), y el resultado obtenido será multiplicado por el Periodo de ola, dando como resultado el FACTOR OP CORREGIDO.**

**Ejemplo:**

Fecha	Hora	Periodo de ola (seg)*	Altura de ola (min)*	Altura de ola (max)*	Altura de ola (promedio)	Altura de ola corregido	Factor OP*	Factor OP-Corregido
07-abr	01:00	15	2.0	2.5	2.25	1.25	33.75	18.75

(\*) Valores según pronóstico buoyweather

**Los valores considerados son aquellos medidos y reportados por el Supervisor de Plataforma in situ. El Loading Master como responsable de la operación de embarque, monitoreará y determinará tomar medidas adicionales si algunos de estos factores meteorológicos ponen en riesgo la operación.**

#### **4.5 Esfuerzos críticos**

Se ha calculado la fuerza de trabajo de las espías en función de los factores meteorológicos y oceanográficos: viento (velocidad y dirección), corriente (velocidad y dirección) y oleaje; para los buques de eslora 128, 183 y 205 metros

El análisis está basado en determinar las fuerzas resultantes en cada una de las espías comparándola con la fuerza de ruptura determinada por el fabricante para cada tipo de espía (polipropileno, poliéster y nylon).

Cuando la relación entre la fuerza de ruptura y la fuerza de trabajo calculada es mayor a 12, bajo estas condiciones el Loading Master considerara la operación como normal y continuara con los procedimientos de carga.

Cuando la relación entre la fuerza de ruptura y la fuerza de trabajo calculada, está dentro del rango de 10 y 12, bajo estas condiciones el Loading Master considerara la operación como de advertencia. En dicho momento el Loading Master **evaluara la detención** del embarque y evaluara las acciones a ser tomadas junto con el Capitán del B/T para continuar el embarque de forma segura

Cuando la relación entre las fuerza de ruptura y la fuerza de trabajo calculadas, es menor a 10, bajo estas condiciones el Loading Master **evaluara la detención del** embarque y evaluara las acciones a ser tomadas junto con el Capitán del B/T

## PCS-0148-OTAS TMPC Procedimiento de Parámetros de Operación

Buque de mayor tamaño  
Espia Polister - Factor ruptura

110 Tn

Buque Tipo : CLIPPER MOON							
Dimensiones : Eslora -205 Manga-32,20 Puntal-20,20							
Dolphin 1	Dolphin 2	Dolphin 3	Dolphin 4	Dolphin 5	Dolphin 6	Dolphin 7	Dolphin 8
3 Espias	2 Espias	3 Espias	1 Espia	1 Espia	3 Espias	2 Espias	3 Espias

Calado Maximo 12,02 m
-----------------------

Viento del 220 25 nudos		Corriente a 005 0,2 nudos		Alt. Olas 0,15 metros			
F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8
1,95	4,85	0	0,19	17,63	0	2,81	1,88
Corriente a 005 1 nudo		Viento del 220 6,5 nudos		Alt. Olas 0,15 metros			
F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8
8,6	12,39	1,33	0	0,85	1,92	12,44	8,29
Alt. Olas 1,50 metros		Viento del 220 6,5 nudos		Corriente a 005 0,2 nudos			
F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8
0,13	1,83	0	0,01	13,53	0	0,18	0,12

Calado Minimo 7 m
-------------------

Viento del 220 17 nudos		Corriente a 005 0,2 nudos		Alt. Olas 0,15 metros			
F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8
1,2	3,09	0	0,12	11,48	0	1,76	1,15
Corriente a 005 1,4 nudo		Viento del 220 6,5 nudos		Alt. Olas 0,15 metros			
F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8
8,01	11,79	1,1	0	0,8	1,82	11,79	7,72
Alt. Olas 1,40 metros		Viento del 220 6,5 nudos		Corriente a 005 0,2 nudos			
F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8
0,07	1,46	0	0,01	11,1	0	0,1	0,06

	Factor de seguridad mayor que 12
	Factor de seguridad entre 10 y 12
	Factor de seguridad menor que 10

## PCS-0148-OTAS TMPC Procedimiento de Parámetros de Operación

Buque de tamaño intermedio  
Espia Polister - Factor ruptura

110 Tn

Buque Tipo : OVERSEAS KITHNOS							
Dimensiones : Eslora -183 Manga-32.20 Puntal-19.1							
Dolphin 1	Dolphin 2	Dolphin 3	Dolphin 4	Dolphin 5	Dolphin 6	Dolphin 7	Dolphin 8
2 Espías	2 Espías	1 Espía	2 Espías	2 Espías	1 Espía	2 Espías	2 Espías

### Calado Máximo 12,5 (13,08) m

Viento del 220 32 nudos								Corriente a 005 0,2 nudos								Alt. Olas 0,15 metros							
F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8
2,3	7,7	0	0,4	11,98	0	4,4	2,2	6,06	13,17	2,4	0,96	0,94	2,6	12,6	5,6	2,47	1,1	0	0,39	8,57	1,03	0,00	0,00

### Calado Máximo 7,5 m

Viento del 220 29 nudos								Corriente a 005 0,2 nudos								Alt. Olas 0,15 metros							
F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8
2,43	8,81	0	0,39	14,03	0	5,14	2,3	6,03	13,5	2,12	0,98	0,94	2,56	12,72	5,7	1	0,31	0	0,17	4,87	0,46	0,00	0,00

	Factor de seguridad mayor que 12
	Factor de seguridad entre 10 y 12
	Factor de seguridad menor que 10

## PCS-0148-OTAS TMPC Procedimiento de Parámetros de Operación

Buque de menor tamaño

Espia Polister - Factor ruptura

110 Tn

Buque Tipo : AMUR STAR

Dimensiones : Eslora -128.6 Manga-20.04 Puntal-11.5

Dolphin 1	Dolphin 2	Dolphin 3	Dolphin 4	Dolphin 5	Dolphin 6	Dolphin 7	Dolphin 8
3 Espías	2 Espías	3 Espías	1 Espía	1 Espía	3 Espías	2 Espías	3 Espías

Calado Máximo 8,71 m

Viento del 220  
45 nudos

Corriente a 005  
0,2 nudos

Alt. Olas  
0,15 metros

F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8
0,79	6,6	1,27	0,37	0,54	5,28	2,71	0,74

Corriente a 005  
1,5 nudo

Viento del 220  
6,5 nudos

Alt. Olas  
0,15 metros

F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8
1,53	7,41	11,2	0,72	1,04	10,28	5,28	1,45

Alt. Olas  
1,9 metros

Viento del 220  
6,5 nudos

Corriente a 005  
0,2 nudos

F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8
0,06	2,03	0	0,03	11,21	0,42	0,00	0,06

Calado Maximo 5,2 m

Viento del 220  
45 nudos

Corriente a 005  
0,2 nudos

Alt. Olas  
0,15 metros

F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8
1,4	8,73	0	0,66	0,97	10,43	0,39	1,33

Corriente a 005  
1,8 nudos

Viento del 220  
6,5 nudos

Alt. Olas  
0,15 metros

F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8
1,23	6,07	9,41	0,58	0,85	9,15	4,27	1,16

Alt. Olas  
1,4 metros

Viento del 220  
6,5 nudos

Corriente a 005  
0,2 nudos

F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8
0,02	0,37	0	0,13	1,43	0,2	0,00	0,03

	Factor de seguridad mayor que 12
	Factor de seguridad entre 10 y 12
	Factor de seguridad menor que 10



# OTAS

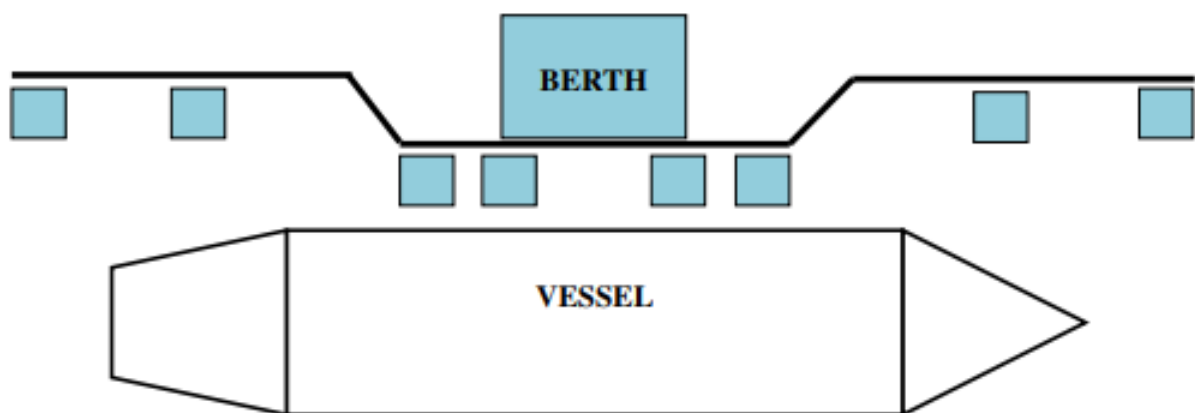
Oil tanking GMP  
Oiltanking Andina Services S.A.C.

## FORM-0231-OTAS TMPC Plan de Amarre

### MOORING PLAN / PLAN DE AMARRE

**VESSEL (BUQUE):**

**DATE (FECHA):**



**TUGBOATS / REMOLCADORES:**

**BOATS / LANCHAS:**

**Signed by (Firmado por):**

**MARINE PILOT**  
PRACTICO MARINO

**VESSEL REPRESENTATIVE**  
REPRESENTANTE DEL BUQUE

**TERMINAL REPRESENTATIVE**  
REPRESENTANTE DEL TERMINAL

### SHIP'S CAPTAIN COMMITMENT REGARDING THE MANEUVERS COMPROMISO DEL CAPITAN DEL BUQUE PARA LA MANIOBRA

**SHIP** (Buque): \_\_\_\_\_ **DATE** (Fecha): \_\_\_\_\_

**During pre-arrival inspection, the Captain of the referred ship states that he has been informed of the following and commits himself to see** (El Capitán de la nave de la referencia, durante la inspección de pre arribo, declara haber tomado conocimiento y se compromete a lo siguiente):

CONDITIONS OF THE MANEUVER CONDICIONES DE LA MANIOBRA		YES SI	NO NO	OBSERV. OBSERVAC.
1	<b>That the vessel and all maneuvering elements are 100% operating and ready.</b> Que la nave y todos sus elementos de maniobra se encuentran 100 % operativos y listos.			
2	<b>That vessel has the mooring ropes and/or wires in quantity and quality required for maneuvering.</b> Que la nave cuenta con cabos de amarre en cantidad y calidad necesarios para las maniobras.			
3	<b>That vessel's working personnel will make the maneuvers with full availability to avoid incidents or accidents with terminal personnel involved in the maneuvers such as tugs, boats and maneuvering gang, and prevent further damage to the facilities and the vessel.</b> Que el personal de maniobra del buque efectuará las maniobras con total disponibilidad para evitar incidentes ú accidentes con el personal del terminal que interviene en las maniobras: remolcadores, lanchas, gavieros y evitar también daños a las instalaciones y a la nave			
4	<b>In the case that the ropes get entangled in propeller of the boats involved in the maneuvering, and for safety reasons there is no other option, they will be cut immediately.</b> <b>Letter of protest will be handed to the authorities to determine the responsibilities.</b> Que en caso se produzca un enredo de cabo en las hélices de las embarcaciones que intervengan en las maniobras, y que por seguridad no exista otra opción que la de cortar los cabos, éstos serán cortados inmediatamente. Se presentarán los protestos necesarios para que la autoridad competente determine las responsabilidades			
5	<b>The vessel will keep the deck crew checking the working and the good condition of the all mooring lines during all loading operations at terminal.</b> El buque mantendrá la tripulación de cubierta chequeando el trabajo y el buen estado de todas las líneas de amarre durante todas las operaciones de carga en el terminal.			
6	<b><u>The maneuvers with ropes that the crew members will have to do with the vessel moored at Berth, shall always be supervised by an vessel officer and with knowledge of the Loading Master</u></b> <b><u>Las maniobras realizadas sobre los cabos por la tripulación del buque amarrado al terminal, deberán ser siempre supervisados por un oficial del buque y con conocimiento del Loading Master.</u></b>			

-----  
**Loading Master**

Representante del Terminal

-----  
**Ship's Maritime Agent**

Agente Marítimo

-----  
**Ship's Master**

Capitán del Buque

-----  
**Marine Pilot**

Práctico Marítimo

# PLUSPETROL PERU CORPORATION S.A.

## Estudio Hidro-Oceanográfico del Terminal Marino Pisco Camisea (TMPC)



**Ubicación: Bahía Paracas**

**Distrito: Paracas**

**Provincia: Pisco**

**Región: Ica**

**ERM PERU S.A.**

**Diciembre, 2019**

Estudio de Maniobras del TMPC

Detalles del Documento	
Título Documento	Estudio Hidro-Oceanográfico del Terminal Marino Pisco Camisea
Subtítulo Documento	Estudio de Maniobras del TMPC
Proyecto No.	00000000
Fecha	27 December 2019
Versión	Draft
Autor	ERM PERU S.A.
Nombre del Cliente	PLUSPETROL PERU CORPORATION S.A.

Data del Documento

Versión	Revisión	Autor	Revisado por	Aprobado y emitido por ERM		Comentarios
				Nombre	Fecha	
Draft	01	Aldo Carrasco				

Estudio de Maniobras del TMPC

27 December 2019

# Estudio Hidro-Oceanográfico del Terminal Marino Pisco Camisea

## Estudio de Maniobras del TMPC

---

Gerardo Leunda  
Gerente General

ERM Perú S.A.

Calle Las Orquídeas 675, Interior 402.

San Isidro, Lima.

© Copyright 2019 by ERM Worldwide Group Ltd and / or its affiliates ("ERM").  
All rights reserved. No part of this work may be reproduced or transmitted in any form,  
or by any means, without the prior written permission of ERM



## CONTENIDO

<b>1.</b>	<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>6</b>
1.1	Ubicación del Proyecto .....	6
1.2	Antecedentes .....	8
<b>2.</b>	<b>OBJETIVO DEL ESTUDIO .....</b>	<b>8</b>
<b>3.</b>	<b>CAPITULO I: METODOLOGÍA .....</b>	<b>8</b>
3.1	Vientos .....	8
3.2	Corrientes .....	8
3.2.1	Método Euleriano – Mediciones directas .....	9
3.2.2	Método Lagrangiano – Corrida de flotadores .....	9
3.3	Olas .....	10
3.4	Mareas .....	10
3.5	Marejadas .....	11
3.6	Batimetría .....	11
3.6.1	Metodología para el relevamiento en la zona del Proyecto .....	11
3.6.2	Adquisición y procesamiento de la información batimétrica .....	11
3.7	Naturaleza del fondo marino - sedimentos marinos.....	12
3.7.1	Instalaciones submarinas existentes .....	12
3.7.2	Calidad de sedimentos marinos.....	12
<b>4.</b>	<b>CAPITULO II: RESULTADOS Y ANÁLISIS .....</b>	<b>13</b>
4.1	Vientos .....	13
4.2	Corrientes .....	14
4.2.1	Resultados del Método Euleriano .....	14
4.2.2	Resultados del Método Lagrangiano .....	15
4.3	Olas .....	20
4.3.1	Altura de olas .....	21
4.3.2	Período.....	22
4.3.3	Rompiente.....	22
4.3.4	Dirección .....	22
4.3.5	Modelo SWAN.....	23
4.4	Mareas.....	23
4.5	Marejadas .....	24
4.6	Batimetría .....	25
4.7	Naturaleza del fondo marino – sedimentos marinos.....	26
4.7.1	Resultados de instalaciones submarinas existentes .....	26
4.7.2	Resultados de sedimentos marinos .....	27
<b>5.</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>29</b>

## Lista de Tablas

Tabla 1. Ubicaciones de los puntos de medición de corrientes marinas.....	9
Tabla 2. Relación de velocidad del viento, dirección y ocurrencia de vientos registrados en el aeropuerto de Pisco.....	13
Tabla 3. Valores promedios mensuales de registros multianuales de vientos (1949 – 19990) .....	13
Tabla 4. Estadísticas de corrientes marinas en la bahía de Pisco (E1) Profundidad: 10 m (16 al 22 de mayo), Frecuencia (%) de incidencia de corrientes.....	14
Tabla 5. Estadísticas de corrientes marinas en la bahía de Pisco (E1) Profundidad: 5 m (24 al 31 de mayo), Frecuencia (%) de incidencia de corrientes.....	14
Tabla 6. Estadísticas de corrientes marinas en la bahía de Pisco (E2) Profundidad: 2 m (31 al 7 de junio), Frecuencia (%) de incidencia de corrientes.....	15
Tabla 7. Distribución de olas Swell (10° - 15° Sur).....	20
Tabla 8. Relación entre la altura significativa y periodo de las olas y su número de ocurrencia, para el sitio de implantación de la obra .....	23
Tabla 9. Relación altura significativa y dirección de las olas y su número de ocurrencia, para el sitio de implantación de la obra.....	23
Tabla 10. Amplitudes (m) de las principales componentes armónicas de las mareas en Pisco y Callao, período de la componente en horas: T .....	24
Tabla 11. Características de la capa blanda superior, basamento y fondo de pozo para los suelos existentes en la traza de tuberías .....	28

## Lista de Figuras

Figura 1. Zona de estudio del EHO y el área de influencia del Proyecto .....	7
Figura 2. Resultados del relevamiento batimétrico sobre la traza del proyecto. La escala de colores indica la profundidad en metros.....	25
Figura 3. Resultados del relevamiento batimétrico sobre la traza del proyecto. Las profundidades están en metros .....	26
Figura 4. Geometría del emisario submarino de las plantas pesqueras sobre la batimetría en la zona del proyecto.....	27

## 1. INTRODUCCIÓN

El presente Estudio Hidro-Oceanográfico (EHO) se realiza en función de los requisitos solicitados para la actualización del Estudio de Maniobras del Terminal Marino Pisco Camisea (TMPC), el TMPC es utilizado para el embarque de hidrocarburos de la Planta de Fraccionamiento de Líquido de Gas Natural (PFLGN) del Proyecto Camisea, cuyo titular es Pluspetrol Perú Corporation S.A.

El EHO describirá los antecedentes relevantes sobre vientos, mareas, corrientes, oleajes, batimetrías y detalles del fondo del mar del área de estudio, directivas indicadas en la Resolución Directoral No. 1314-2016-MGP/DGCG, la cual fue emitida el 29 de diciembre de 2016, en esta normativa se aprueba los procedimientos y exigencias técnicas para la elaboración, tramitación y aprobación de los estudios de maniobras.

En este sentido, es importante conocer las características hidrográficas, oceanográficas, meteorológicas y geomorfológicas del ámbito marino en el cual se desarrollan las operaciones del Terminal Marino Pisco Camisea.

La información oceanográfica considerada en el presente EHO ha sido recopilada a partir de estudios hidro-oceanográficos aprobados por la Autoridad Marítima Nacional antes de la instalación del Terminal Marino Pisco Camisea, además se consideraron publicaciones de instituciones públicas como la Dirección de Hidrografía y Navegación de la Marina de Guerra del Perú (DHN), el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI) y el Instituto del Mar del Perú (IMARPE).

### 1.1 Ubicación del Proyecto

La Planta de Fraccionamiento de Líquidos de Gas Natural (PFLGN) y el Terminal Marino Pisco Camisea (TMPC) se ubican en el distrito de Paracas, provincia de Pisco, departamento de Ica.

En la siguiente tabla se presentan las coordenadas de la ubicación geográfica de la PFLGN y el TMPC:

**Tabla 1. Ubicación geográfica de la PFLGN y el TMPC**

Área Operativa	Vértice	Coordenada UTM (WGS 84 Zona 18S)	
		Este	Norte
Planta de Fraccionamiento de Líquido de Gas Natural (PFLGN)	A	8477955	366652
	B	8477346	368254
	C	8475933	367860
	D	8476393	366244
Terminal Marino Pisco Camisea (TMPC)	*	8477610	363242

Fuente: Pluspetrol, 2019.

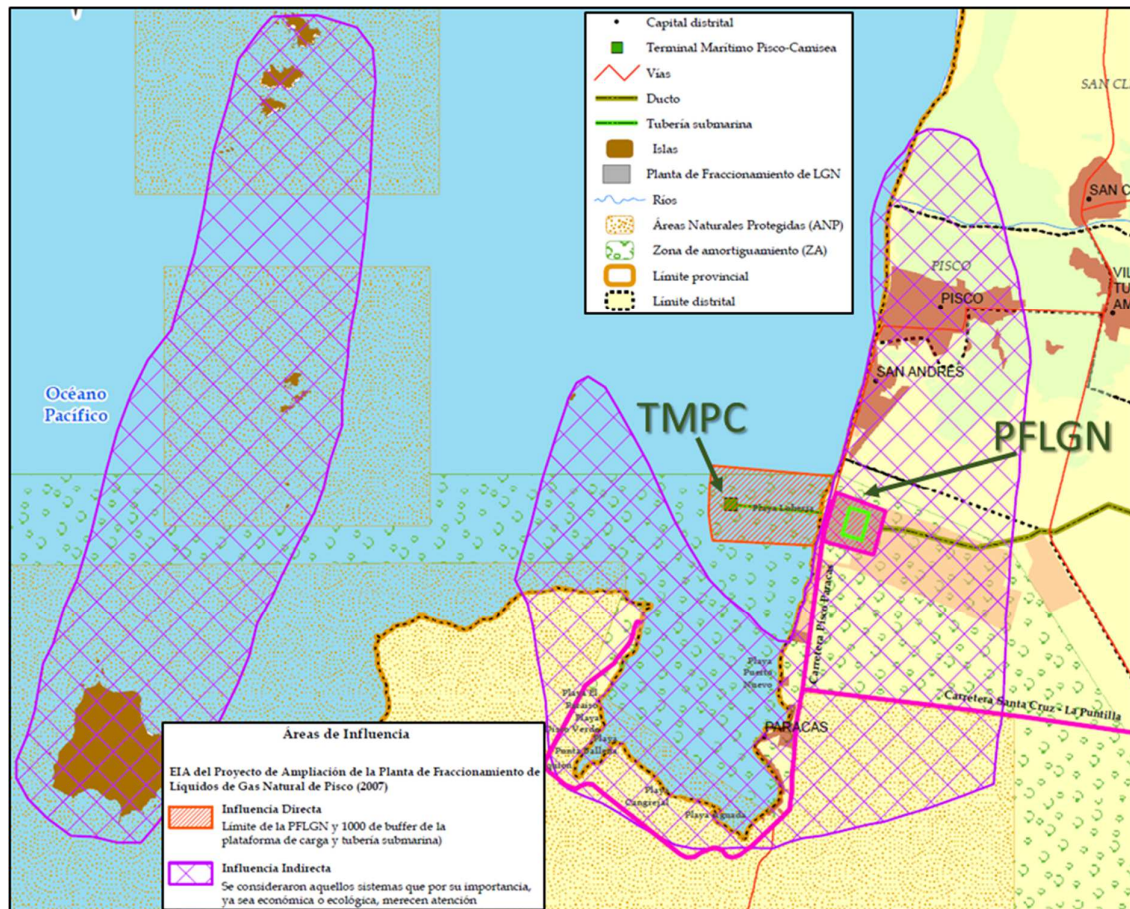
\*Ubicación de los brazos de carga del TMPC.

La zona de estudio considerada para el presente EHO se circunscribe a la áreas de influencia de los instrumentos de gestión ambiental aprobados (IGAs)<sup>1</sup>, en ese sentido, el ámbito espacial de la caracterización hidro-oceanográfica estará referido a bahía Paracas y sus inmediaciones.

En la siguiente figura se aprecia la zona de estudio del EHO y las áreas de influencia del Proyecto aprobados en los IGAs:

<sup>1</sup> EIA del Proyecto Planta de Fraccionamiento de LGN e Instalaciones de Carga, aprobado mediante R.D. N° 284-2003-EM/DGAA y EIA de Ampliación de la Planta de Fraccionamiento de Líquidos de Gas Natural de Pisco aprobado mediante R.D. N° 403-2007-MEM/AE.

Figura 1. Zona de estudio del EHO y el área de influencia del Proyecto



Fuente: ERM, 2003.

### Descripción de la zona de estudio del Proyecto

Considerando la ubicación del Proyecto en bahía Paracas, se contempla la descripción de las características generales de la bahía, referidas en las Cartas Náuticas HIDRONAV 2226-2262-2263.

Desde la playa San Andrés hacia el Sur-suroeste, la costa continúa presentando las mismas características de terreno bajo, constituido en su interior por una pampa árida de arena denominada San Luis; a unas 3 millas se encuentra la playa Media Luna, siguiendo al Sur a una milla se encuentra la Playa Puerto Nuevo, a 1/2 milla de esta playa está el muelle EPSEP de Pesca Perú y más al Sur está La Puntilla también de Pesca Perú. A 1/4 de milla se encuentra la Playa Chaco donde existe el atracadero flotante artesanal Chaco.

En este tramo de la costa de playa Lobería hasta playa Chaco existen varias fábricas de harina de pescado, a la altura de la playa Media Luna, desde la cual se puede decir que comienza la Bahía de Paracas por su lado Este, limitándola por el Oeste la Punta Pejerrey. Tiene 2 3/4 de millas de abra y aproximadamente igual distancia entre los senos Sureste y Suroeste por 3 1/2 millas de fondo; formando por lo tanto un rectángulo de lados casi iguales y paralelos respectivamente.

El lado Sureste de la Bahía Paracas es un seno que se le conoce con el nombre de la Aguada y hacia el lado Suroeste existe otro seno más pequeño, llamado bahía Flamenco o Sequión. La parte oriental y meridional de la Bahía la forman aplaceradas playas con terrenos interiores arenosos de poca altura; en cambio el lado occidental lo conforman los cerros de la península de Paracas, que se elevan hasta 200 m. de altura.

Entrando a la Bahía Paracas, en su costa occidental, se sondan hasta 10 m. siendo más profunda que la costa oriental. Por el contrario, la topografía submarina de la parte Sur es de pendiente suave, encontrándose el veril de los 10 m alejado de la línea de costa un poco más de 1 milla.

## 1.2 Antecedentes

Pluspetrol Perú Corporation S.A. (en adelante Pluspetrol) es una empresa dedicada a la exploración y explotación de hidrocarburos, y es operador de la Planta de Fraccionamiento de Líquidos de Gas Natural (PFLGN) y el Terminal Marino Pisco Camisea (TMPC).

La PFLGN y el TMPC cuentan con varios instrumentos de gestión ambiental (IGA) aprobados por las autoridades competentes, siendo los siguientes Estudios de Impacto Ambiental (EIA) los documentos de los cuales se recopiló el presente Estudio Hidro-Oceanográfico (EHO).

Los IGAs de referencia son los siguientes:

- Estudio de Impacto Ambiental y Social del Proyecto Planta de Fraccionamiento de LGN e Instalaciones de Carga, Playa Lobería, Pisco, aprobado por la Dirección General de Asuntos Ambientales (DGAA) del Ministerio de Energía y Minas, mediante Resolución Directoral N° 284-2003-EM/DGAA, con fecha 11 de julio del 2003.
- Estudio de Impacto Ambiental y Social del Proyecto de Ampliación de la Planta de Fraccionamiento de Líquidos de Gas Natural de Pisco, aprobado por la Dirección General de Asuntos Ambientales Energéticos (DGAAE) del Ministerio de Energía y Minas, mediante Resolución Directoral N° 403-2007-MEM/AE, con fecha 4 de mayo de 2007.

## 2. Objetivo del Estudio

- Caracterizar las condiciones hidrográficas, oceanográficas, meteorológicas y geomorfológicas del ámbito marino en el cual se desarrollan las operaciones del Terminal Marino Pisco Camisea.

## 3. CAPITULO I: METODOLOGÍA

### 3.1 Vientos

Las características de velocidad y dirección del viento fueron obtenidos de los resúmenes mensuales del estado del tiempo en superficie, de la Estación Meteorológica de Pisco, a cargo de la Corporación Peruana de Aeropuertos y Aviación Comercial (CORPAC), y correlacionándolo para el análisis, con la circulación general de la atmósfera de la región en el área de interés. Se consideraron los promedios mensuales multianuales de la estación de Pisco desde 1949 a 1990.

La zona de estudio está ubicada en una franja subecuatorial en la que imperarían los vientos alisios con dirección SE. La regularidad en intensidad y dirección de los alisios, que predomina sobre todo en regiones oceánicas, se ve alterada por contrastes térmicos entre el continente y el océano y por factores orográficos, este es el caso de la región costera de Pisco.

### 3.2 Corrientes

Se presentarán los 2 métodos empleados para la caracterización de corrientes marinas en el área de estudio.



### 3.2.1 Método Euleriano – Mediciones directas

Se realizaron mediciones de corrientes (Estudio de corrientes marinas para la construcción de un muelle en la playa Lobería – Pisco, Proyecto del Gas de Camisea, H & O, junio de 2002), a diferentes niveles de la columna de agua, en dos estaciones de muestreo, utilizando para tal efecto un correntómetro portátil marca Valeport Model 105 & 106 Self Recording, programado para obtener registros de velocidad y dirección de la corriente a intervalos de 10 minutos y durante siete días en cada estación. Las mediciones se realizaron, en la Estación 1 (E1) a 5 y a 10 m sobre el fondo marino donde la profundidad local es de 15.6 m, y en la Estación 2 (E2) a 2 m sobre el lecho marino, de profundidad local igual a 5.4 m.

La posición de las estaciones fueron las siguientes:

Estación E1: Latitud: 13° 46' 03".99 S  
Longitud: 76° 15' 57".06 W

Estación E2: Latitud: 13° 46' 12".10 S  
Longitud: 76° 14' 44".66 W

### 3.2.2 Método Lagrangiano – Corrida de flotadores

También se consideró el estudio realizado para la tubería submarina del proyecto propuesto de GLP de Camisea ubicado cerca de Pisco, Perú. En esta investigación se presentarán los resultados de las mediciones de corrientes marinas realizadas en el área, así como otras mediciones efectuadas en la zona entre la Península Paracas y la Isla San Gallán, la zona comprendida entre la Península de Paracas y las Islas Ballestas y 12.5 km mar adentro frente a Tambo de Mora (*Report on Phase II Off-Shore Site Investigation Required For Sub Sea Pipe Lpg Pisco Terminal - Camisea Project Pisco - Perú Task 1000 - Ocean Currents, marzo de 2003*).

El objetivo de la investigación fue determinar la velocidad y la dirección de las corrientes marinas de las zonas, datos que son necesarios para predecir el movimiento y la dispersión de las plumas de sedimentos suspendidos.

El sistema de las corrientes en el área que atraviesa la tubería fue evaluado con una boya flotante, esta boya está unida por una roda a un peso, de modo que flota en posición vertical, y cuenta con una pínula unida a la roda a la profundidad donde es necesario medir las corrientes. Las pínulas fueron fabricadas con dos chapas de acero de 0.5 m por 0.5 m, que al estar unidas forman una cruz cuadrada. La posición de las boyas se monitoreó con GPS de mano para registrar el cambio de dirección y velocidad de cada boya. Inicialmente se designó siete (7) puntos para los estudios:

**Tabla 1. Ubicaciones de los puntos de medición de corrientes marinas**

Punto	Hacia el Oeste	Hacia el Norte	Observaciones
BH-4	365691	8477327	Traza de tubería. Profundidad 0 m.
BH-6	365173	8477375	Traza de tubería. Profundidades: 0 y 3 m.
BH-10	364137	8477470	Traza de tubería. Profundidades: 0, 3, 6 y 9 m.
BH-12	363619	8477517	Traza de tubería. Profundidades: 0, 3, 6, 9 y 12 m.
BH-16	363122	8477561	Traza de tubería. Profundidades: 0, 3, 6, 9 y 12 m.
P200	360940	8474390	200 m al este de Pta. Pejerrey. Profundidades: 0, 3,
P500	361240	8474390	500 m al este de Pta. Pejerrey. Profundidades: 0, 3, 6, 9 y 12 m

Fuente: ERM, 2003.

Cuando comenzó la marea alta, se echó al mar todas las boyas en los puntos designados, siendo luego retiradas al finalizar el ciclo de las mareas. Las boyas fueron monitoreadas a intervalos de ½ hora con un GPS Garmin Modelo 76 y un GPS Garmin Modelo E-Trex. La boyas fueron retiradas al finalizar el ciclo de las mareas.

Fue necesario realizar mediciones adicionalmente complementarias de las corrientes en tres nuevos lugares: El Boquerón (entre la Península de Paracas y la Isla San Gallán) frente al Cerro Talpo (entre la Península Paracas y las Islas Ballestas) y frente a Tambo de Mora, con cinco (5) Puntos (A1, A2, B1, B2 y T1).

### 3.3 Olas

La observación de olas, para determinar sus características en altura y período, se efectuaron visualmente en el área de estudio durante los trabajos de campo, así como, la estadística de olas del Sailing Direction for South America. Además se consideró datos de modelamiento del clima de olas (GROW 2000). El campo estadístico de olas dentro de la Bahía de Pisco, en el sitio de la obra, se calculó por medio de la utilización de un modelo matemático de transformación espectral de olas llamado SWAN.

Las olas que llegan a nuestras costas, son generadas en aguas profundas bajo la presión del viento. La zona donde el oleaje se genera, se sitúa más o menos entre las latitudes 35° y 40° Sur, mientras que la longitud Oeste del centro de generación varía con mayor amplitud; es en ésta área donde se produce la mayor subsidencia atmosférica y consecuentemente divergencia del viento en superficie. Este tipo de oleaje (olas Swell, mar de fondo), viaja grandes distancias y son la fuente principal de magnitud del oleaje cuya incidencia determina la dinámica en las costas del Perú.

Se presentan dos tipos de olas en cuanto a su origen:

- *Sea (Olas de viento)*

Son olas que están bajo la influencia del viento local que las origina, por lo general, son olas cortas, de mucha pendiente y superficie muy confusa, de muy corto periodo y poca altura.

- *Swell (Olas del mar de fondo)*

Son olas que se originan en alta mar y viajan grandes distancias. Este tipo de oleaje es la fuente principal de las alturas de olas, cuya incidencia determina la dinámica en la costa adyacente.

### 3.4 Mareas

La marea en los océanos es generada por la atracción gravitatoria del Sol y de la Luna, sobre la gran masa de agua, afectando la capa superficial de las cuencas oceánicas principalmente.

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

Para determinar las características mareales de la zona en estudio, se ha utilizado la tabla de mareas del 2003, que editó la Dirección de Hidrografía y Navegación de la Marina para el Puerto de Pisco, observándose que las mareas son del tipo semi-diurno, es decir que se presentan dos pleamares y dos bajamares en un día mareal (24 horas 50 minutos).

### 3.5 Marejadas

Frente a nuestras costas y durante cualquier época del año, el comportamiento del oleaje presenta alteraciones en su amplitud respecto a las condiciones normales, a las cuales se les denomina oleajes irregulares, marejadas o bravezas de mar. Las bravezas de mar que afectan a nuestras costas, son el resultado de profundas alteraciones atmosféricas, como tormentas que circulan sobre las altas latitudes, o el resultado de la intensificación del viento. Las bravezas a lo largo de la costa peruana son generadas bajo la presión del viento; su forma y altura van a depender entonces de la fuerza y persistencia del viento.

Estas recorren muchas millas por el océano hasta que se elevan delante de la costa descargando su energía en forma de olas de mayor tamaño que el promedio. La influencia de este fenómeno recae en las instalaciones costeras impidiendo el normal desarrollo de las actividades pesqueras. Las olas de bravezas tienen un período diferente al de las olas normales, estas últimas rompen en nuestras playas con períodos de entre 10 y 14 segundos, mientras las primeras se presentan con períodos entre 18 y 20 segundos.

La situación de “Mar Calma” que caracteriza al puerto de Pisco, especialmente por la mañana, se modifica durante períodos de bravezas que por información estadística y de los pobladores del lugar ocasionan la interrupción de todas las operaciones pesqueras durante 2 a 5 días en promedio, esto ocurre en cualquier mes del año y con mayor frecuencia e intensidad en el invierno.

Durante las fases de marea en pleamar la intensidad de las bravezas se incrementa en las áreas más cercanas a las playas, ocurriendo lo contrario durante la fase de marea en Bajamar.

### 3.6 Batimetría

Los datos de profundidad fueron extraídos de las cartas náuticas Perú Hidronav Nro. 226 y 2262. Las profundidades de las cartas están referidas al nivel medio de bajamares de sicigias ordinaria. Además se considerará los alcances de documento “*Levantamientos Geofísicos Marinos para el Estudio de la Terminal LPG, Proyecto Camisea, Pisco, Ica, Golder Associates Perú S.A. – Pluspetrol, junio 2002*”, el cual presenta una serie de estudios con herramientas geofísicas para mejorar el conocimiento del suelo marino en la zona específica del proyecto.

A continuación se resumen los aspectos más importantes del estudio citado.

#### 3.6.1 Metodología para el relevamiento en la zona del Proyecto

Se empleó un sondeador por eco digital de doble frecuencia (50/200 kHz) Furuno con el fin de recolectar la información batimétrica. Dado que el levantamiento se realizó en aguas relativamente poco profundas (en general menos de 20 m), se empleó una frecuencia de 200 kHz para obtener medidas de profundidad de alta calidad. La información digital fue registrada en el software Hypack y la información de posicionamiento incluida directamente con la información de profundidad. Se realizaron revisiones de la velocidad del sonido dos veces al día.

#### 3.6.2 Adquisición y procesamiento de la información batimétrica

La información batimétrica fue recolectada a lo largo de todas las líneas seleccionadas y los datos fueron de buena calidad. En el área de levantamiento en Pisco, hubo una mínima marejada y pocos puntos de datos deficientes debido a las condiciones marítimas. En general, la actividad pesquera y biológica no ocasionó retornos falsos y la información del fondo marino de menor frecuencia verificó la precisión de la información batimétrica. La información fue procesada usando el software Hypack y para el gráfico de los datos se usó el Software Surfer Colour Contouring. La información ha sido corregida con las correcciones de mareas usando las mareas medidas.

### 3.7 Naturaleza del fondo marino - sedimentos marinos

Se describirá el tipo y calidad del fondo marino del área de emplazamiento de los diferentes elementos de fondeo y sujeción de la nave, asimismo se señalará los obstáculos existentes a nivel de fondo, y que pueden interferir al desarrollo de una maniobra, como por ejemplo, restos de carga, restos de naufragios u otros materiales como redes, alambres, cadenas, anclas, etc.

En ese sentido se desarrollaron 2 metodologías; una para caracterizar las instalaciones submarinas marino y la otra para caracterizar los sedimentos marinos:

#### 3.7.1 Instalaciones submarinas existentes

Con el objeto de identificar y mapear con precisión el emisario submarino de uso de la industria pesquera presente en la zona y otros aspectos relacionados a la ingeniería de proyecto, se realizó una serie de estudios de campo incluidos en el levantamiento geofísico realizado por “*Marine Sidescan Sonar Survey of the Approach Channels LPG Terminal Study, Golder Associates Peru S.A. Pluspetrol Perú Corporation S.A., marzo 2003*”.

Se investigaron 3 áreas; a lo largo a lo largo de la traza de la obra, el área del muelle o plataforma y mar adentro a lo largo de las vías de aproximación y salida. Se relevaron áreas adicionales aproximadamente 20 km<sup>2</sup> alrededor de la plataforma de amarre y 6 rutas marítimas alternativas de aproximación y maniobra. Se emplearon técnicas y equipos estándar de la industria para este tipo de investigación.

En este proyecto, se emplearon sonares laterales de alta resolución: GeoAcoustic Modelo 2440 de doble frecuencia (120 y 400 kHz) con dos transductores a remolque, con registrador térmico gráfico EPC Modelo 1086 y un Marine Sonics Centurion con un remolque a profundidad de 300 kHz. Debido a que este sistema digitaliza la señal de barrido lateral y recolecta información de posicionamiento de GPS simultánea, se puede crear imágenes de mosaico georeferenciadas proporcionando un posicionamiento preciso.

El posicionamiento submarino del remolque a profundidad del sonar de barrido lateral fue calculado automáticamente mediante un estimado de tendido en el software de adquisición. El tendido máximo fue de sólo 12 m de cable detrás de la popa del bote de estudio. La precisión del posicionamiento submarino absoluto del conjunto de imágenes del barrido lateral es una combinación de precisiones del DGPS y la posición y actitud del remolque a profundidad. La precisión del posicionamiento de los mosaicos de barrido lateral producidos usando el software de barrido lateral es  $\pm 3$  m en proximidad a la línea.

#### 3.7.2 Calidad de sedimentos marinos

Esta descripción se basa en los resultados de los estudios geotécnicos y análisis correspondientes presentados en los documentos: “*Marine Geotechnical Study Pisco New Port Facilities, Camisea Gas Pipeline, Pluspetrol Peru Corporation S.A., Final Field Report, -Shallow Waters- MR y Asociados S.A.C. junio 2002*”; (“*Marine Geotechnical Study Pisco New Port Facilities, Camisea Gas Pipeline, Pluspetrol Peru Corporation S.A., Final Field Report, -Deep Waters- MR y Asociados S.A.C. junio 2002*”); (“*Levantamientos Geofísicos Marinos para el Estudio de Terminal LPG, Proyecto Camisea, Pisco, ICA, Golder Associates Perú S.A. Pluspetrol Perú Corporation. S.A., julio 2003*”.

Se realizó un levantamiento geofísico para definir la profundidad del fondo del mar con ecosonda y los espesores y distribución espacial de las capas sedimentarias superiores con sísmica de reflexión de alta resolución. Además, se realizaron mediciones de la velocidad de las ondas sísmicas P y S en los pozos BH-1 y 2, aplicando el método sísmico de refracción down-hole

La investigación geotécnica fue realizada en dos áreas: una, on-shore, ubicada entre la autopista Pisco-Paracas y el mar, la otra off-shore, comprende un perfil de 3233 m de longitud perpendicular a la línea de costa. Comprendió un total de 14 pozos, designados: BH-1, BH-2, BH-4, BH-6, BH-8, BH-10, BH-12, hasta BH-18 y BH-18A. BH-1 y BH-2, están ubicados en el área on-shore y los restantes

off-shore. Los pozos BH-4, BH-6, BH-8, BH-10, BH-12, hasta BH-14 fueron perforados a lo largo de la traza de las tuberías, mientras que los restantes están ubicados en el área del muelle. Todos los pozos fueron perforados usando el mismo equipo de perforación rotativo de diamante. En los pozos off-shore este equipo fue montado en una plataforma tipo jack-up.

## 4. CAPITULO II: RESULTADOS Y ANÁLISIS

### 4.1 Vientos

La velocidad del viento en la estación Pisco es casi constante, variando en un rango de entre 3.7 y 4.4 m/s, siendo la dirección resultante del viento en esta estación Oeste - SurOeste (W-SW) y la prevaleciente, SurOeste – Oeste (SW-W).

En la zona estudiada la dirección del viento cambia durante el día: durante la mañana los vientos soplan predominantemente del SW cambiando hacia la dirección N durante la tarde. Por otra parte, ciertos días durante la tarde, se manifiestan vientos que alcanzan intensidades de hasta 30 nudos, conocido regionalmente como “Paracas” (lluvia de arena), esa es la denominación local para las tormentas de arena que se producen regularmente en la zona. Estos vientos ocurren fundamentalmente de julio a septiembre.

**Tabla 2. Relación de velocidad del viento, dirección y ocurrencia de vientos registrados en el aeropuerto de Pisco**

Wind Speed (knots)	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Total %
	(% of observations)								
Calms									20.9
1-3	1.0	0.7	1.2	1.2	2.7	2.4	2.4	1.8	13.4
4-6	0.9	0.3	0.5	0.5	4.2	5.5	8.5	3.1	23.4
7-10	0.2	0.1	0.1	0.1	3.4	8.5	7.7	2.2	22.3
11-16	0.1	0.1	0.0	0.1	2.9	8.8	3.4	0.8	16.1
17-22	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	2.5	0.3	0.0	3.4
23-28	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0	0.0	0.4
29-32	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.1
>33	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Total %	2.1	1.1	2.0	1.9	13.9	28.0	22.3	7.8	100.0

Fuente: ERM, 2003

En la siguiente tabla se presentan los resultados de velocidad (m/s) y dirección (°) del viento para la estación de Pisco entre 1949 y 1990.

**Tabla 3. Valores promedios mensuales de registros multianuales de vientos (1949 – 1990)**

Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
Dirección	SO	SO	SO	SO	SO	SO	SO	SO	SO	SO	SO	SO
Velocidad	9.9	9.1	9.5	7.7	9.4	9.5	9.1	11.0	10.5	10.4	10.7	8.2

Fuente: CORPAC – Pisco, 1949 – 1990.



## 4.2 Corrientes

### 4.2.1 Resultados del Método Euleriano

Las velocidades de las corrientes superficiales (a 5 m de la superficie del mar), fueron menores de 0.30 m/s, a 5 m del fondo menores de 0.25 m/s, para una altura de la columna de agua de 15 m. Las profundidades de 5 m y a 2 m del fondo las corrientes alcanzaron un máximo de 0.25 m/s.

Del análisis de los datos, los autores sugieren que el ingreso de la corriente es por ambos lados de la bahía, principalmente durante las primeras horas del día, y la salida se da por el fondo, en medio de la bahía sobre la zona más profunda. Además, indican que la presencia de viento norte durante las mañanas produce un mayor ingreso de agua a la bahía, originando cambios en la circulación. La serie de tiempo de corrientes presenta características de ser afectada por vientos y mareas. Sin embargo, no es evidente la contribución de cada una de esas fuerzas al valor de las corrientes. Para efectos de calibración de modelos hidrodinámicos se utilizó un procedimiento de filtrado para separar los registros de corrientes y las contribuciones de la marea a las propias corrientes. Para ello se tomaron dos series de mediciones de corrientes: una del 16 al 22 de mayo y la otra desde el 31 de mayo al 7 de junio de 2002.

Durante el primer período, se observa que la componente M2 (demidiurna de 12.4 h de período) no es importante. Esto se refleja en el análisis armónico de la serie de corrientes, el cual muestra como única componente significativa la onda K1 en la componente N-S. Cabe destacar que la energía de la componente K1 puede explicar solamente el 11.1% de toda la energía del registro de corrientes, en este período. Esto es, la contribución de la marea al campo de corrientes no es importante en este caso.

**Tabla 4. Estadísticas de corrientes marinas en la bahía de Pisco (E1) Profundidad: 10 m (16 al 22 de mayo), Frecuencia (%) de incidencia de corrientes**

Velocidad (cm/s)	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Total (%)
0-5	0.33	0.33	0.11	0.55	0.33	0.00	0.00	0.11	1.77
5-10	10.71	18.10	7.17	2.54	1.99	3.09	4.08	3.31	50.99
10-15	5.96	11.37	2.43	0.55	4.86	5.63	2.21	1.43	34.44
15-20	0.22	1.21	0.00	0.00	4.30	4.97	0.00	0.00	10.71
20-25	0.00	0.22	0.00	0.00	0.11	1.66	0.00	0.00	1.99
25-30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.11	0.00	0.00	0.11
30-40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
> 40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Total %	17.22	31.24	9.71	3.64	11.59	15.45	6.29	4.86	100.0

Fuente: ERM, 2003

**Tabla 5. Estadísticas de corrientes marinas en la bahía de Pisco (E1) Profundidad: 5 m (24 al 31 de mayo), Frecuencia (%) de incidencia de corrientes**

Velocidad (cm/s)	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Total (%)
0-5	2.34	2.24	2.03	1.63	1.73	1.53	0.81	1.02	13.33
5-10	9.26	13.33	4.27	3.87	13.53	9.66	0.92	2.64	57.48
10-15	4.68	7.22	1.42	0.81	0.71	4.37	0.61	1.22	21.06
15-20	3.15	2.75	0.31	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	6.31
20-25	0.71	0.81	0.10	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	1.73

Velocidad (cm/s)	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Total (%)
25-30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
30-40	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10
> 40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Total %	20.1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.0

Fuente: ERM, 2003

**Tabla 6. Estadísticas de corrientes marinas en la bahía de Pisco (E2) Profundidad: 2 m (31 al 7 de junio), Frecuencia (%) de incidencia de corrientes**

Velocidad (cm/s)	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Total (%)
0-5	1.6	0.2	0.0	0.2	1.4	0.7	0.3	1.7	6.10
5-10	10.3	18.0	5.1	5.1	5.9	4.0	2.1	5.6	56.10
10-15	2.5	13.5	5.5	4.6	3.0	2.6	2.7	1.1	35.50
15-20	0.1	0.5	0.1	0.6	0.4	0.4	0.0	0.0	2.10
20-25	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.10
25-30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00
30-40	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00
> 40	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00
Total %	14.5	32.3	10.7	10.5	10.7	7.7	5.1	8.4	100.00

Fuente: ERM, 2003

## 4.2.2 Resultados del Método Lagrangiano

### Bahía de Pisco

#### Punto BH 4

El 6 de marzo de 2003, se lanzó una (1) boya a la altura de este punto con las pínulas a 0 m de profundidad.

#### Boya BH 4-0. Primer Intento

Esta boya se lanzó a las 8:30 a.m. y se retiró a las 12:30 p.m. (4 horas) porque tocó el fondo y detuvo su movimiento. Durante este tiempo, avanzó una distancia total de 775 m a una velocidad promedio de 0.22 km/h. Durante los primeros 350 m, la boya viajó predominantemente en dirección N, luego disminuyó su velocidad y cambió de dirección NNE prosiguiendo otros 300m; posteriormente siguió un derrotero predominantemente en dirección E.

#### Boya BH 4-0. Segundo Intento

Esta boya se lanzó a las 12:40 p.m. y se retiró a las 3:10 p.m. (2.5 horas). Recorrió una distancia total de 961 m a una velocidad promedio de 38 km/h. Cuando tocó el fondo, detuvo su movimiento. Siguió casi la misma trayectoria que en el primer intento; sólo en los últimos 320 m cambió de dirección al NE hasta que se detuvo cuando tocó el fondo. Se desistió de efectuar otro intento debido a las condiciones marítimas poco seguras.

#### Punto BH 6

El 3 de marzo de 2003, se lanzó dos (2) boyas a la altura de este punto, con las pínulas a 0 m de profundidad.

#### Boya BH 6-0

Esta boya se lanzó a las 8:30 a.m. y se recogió a las 20:20 p.m. Durante un período de casi 12 horas, viajó 6017 m a una velocidad promedio de 0.509 km/h. En los primeros 3 km, se desplazó casi todo el tiempo hacia el norte y alrededor de las 15:30 p.m. cambió dirección a NEE, aumentando también su velocidad por la presencia de fuertes vientos que soplaban con dirección SO. La boya fue retirada antes de que el estudio finalizara debido a las condiciones marítimas poco seguras.

#### Boya BH 6-3

Esta boya se lanzó a las 8:28 a.m. y se retiró a las 20:03 p.m. En un primer momento, viajó hacia el norte pero, pasadas las 12:00 a.m., cambió hacia el este hasta que fue retirada; para entonces había recorrido una distancia de 1117 m a una velocidad promedio de 0.096 km/h. La boya fue retirada antes de que el estudio finalizara debido a las condiciones marítimas poco seguras.

#### Punto BH 10

El 7 de marzo de 2003, se lanzó cuatro (4) boyas a la altura de este punto, a una profundidad de 0 m, 3 m, 6 m y 9 m.

#### Boya BH 10-0

Esta boya se lanzó a las 9:20 a.m. y se retiró a las 7:40 p.m. Viajó 2839 m a una velocidad promedio de 0.275 Km/h. Durante los primeros 30 minutos, recorrió una distancia de 400 m. hacia el oeste y luego a SSE. Después de las 2:00 p.m., cambió de dirección a NNE por los fuertes vientos que soplaban con dirección SSO, alcanzando una distancia de 2300 m a las 7:40 pm. La boya fue retirada antes de que el estudio finalizara debido a las condiciones marítimas poco seguras.

#### Boya BH 10-3

Esta boya se lanzó a las 9:33 a.m. y se retiró a las 7:58 p.m. Recorrió 2443 m a una velocidad promedio de 0.235 Km/h. Hasta las 12:00 a.m., había viajado una distancia de 500 m hacia el sur y hasta las 3:00 p.m y luego una distancia de 700 m hacia el SSO. Posteriormente, cambió hacia el sur y después giró al NE por la presencia de fuertes vientos que soplaban en dirección SSO. La boya fue retirada antes de que el estudio finalizara debido a las condiciones marítimas poco seguras.

#### Boya BH 10-6

Esta boya se lanzó a las 9:42 a.m. y se retiró a las 8:04 p.m. Recorrió 1876 m a una velocidad promedio de 0.181 Km/h. Viajó una distancia de 900 m hacia el SSO y luego giró al este. Al igual que las otras boyas, ésta fue retirada antes de que estudio terminara debido a las condiciones marítimas poco seguras.

#### Boya BH 10-9

Esta boya se lanzó a las 9:15 a.m. y se retiró a las 7:45 p.m. Recorrió 994 m a una velocidad promedio de 0.095 Km/h. Hasta la 11:45 am, había viajado una distancia de 120 m hacia el este y luego giró hacia el norte avanzando una distancia de 700 m hasta las 7.45 p.m. La boya fue retirada antes de que el estudio finalizara debido a las condiciones marítimas poco seguras.

#### Punto BH 12

El 8 de marzo de 2003, se lanzó cinco boyas a la altura de este punto, a una profundidad de 0 m, 3 m, 6 m, 9 m y 12 m.

#### Boya BH 12-0

Esta boya se lanzó a las 6:32 a.m. y se retiró a las 6:50 p.m. Recorrió 5305 m a una velocidad promedio de 0.431 Km/h. Hasta las 11:32 a.m., había recorrido una distancia de 1800 m hacia el NNO. Luego, los pescadores se la robaron. Entonces hubo que sustituirla y la nueva boya se echó al mar en el último punto donde la monitorearon. Desde esta posición, giró hacia el este y luego al NEE por los fuertes vientos, viajando una distancia de 3000 m hasta que la retiraron.

#### Boya BH 12-3

Esta boya se lanzó a las 6:47 a.m. y se retiró a las 7:05 p.m. Viajó 3117 m a una velocidad promedio de 0.253 Km/h. La dirección predominante fue NNE. La boya fue retirada antes de que el estudio finalizara debido a las condiciones marítimas poco seguras.

#### Boya BH 12-6

Esta boya se lanzó a las 6:54 a.m. y se retiró a las 7:09 p.m. Recorrió una distancia de 3508 m a una velocidad promedio de 0.286 Km/h. Al igual que la boya anterior, ésta siguió una dirección predominantemente NNE. La boya fue retirada antes de que el estudio finalizara debido a las condiciones marítimas poco seguras.

#### Boya BH 12-9

Esta boya se lanzó a las 6:42 a.m. y se retiró a las 6:42 p.m. Recorrió 2987 m a una velocidad promedio de 0.249 Km/h. Al igual que la boya anterior, siguió una dirección predominantemente NNE. La boya fue retirada antes de que el estudio finalizara debido a las condiciones marítimas poco seguras.

#### Boya BH 12-12

Esta boya se lanzó a las 6:30 a.m. y se retiró a las 6:30 p.m. Viajó 1898 m a una velocidad promedio de 0.158 Km/h. Al igual que en la boya anterior, la dirección predominante fue NNE. La boya tocó el fondo y estuvo arrastrando la pínula durante los últimos cuatro puntos monitoreados. Fue retirada antes de que el estudio finalizara debido a las condiciones marítimas poco seguras.

#### Boya BH 16

El 9 de marzo de 2003, se lanzó cinco boyas a la altura de este punto, a 0 m, 3 m, 6 m, 9 m y 12 m de profundidad.

#### Boya BH 16-0

Esta boya se lanzó a las 4:40 a.m. y se retiró a las 3:45 p.m. Recorrió 6795 m a una velocidad promedio de 0.613 Km/h. Hasta las 8:25 am, había viajado una distancia de 2000 m hacia el NNO. Luego, giró hacia el NE avanzando una distancia de 1600 m; después volteó a NNE recorriendo una distancia de 3000 m hasta las 3:45 pm, hora en que la retiraron. La boya fue retirada antes de que el estudio finalizara debido a las condiciones marítimas poco seguras.

#### Boya BH 16-3

Esta boya se lanzó a las 4:48 a.m. y se retiró a las 4:05 p.m. Viajó 5587 m a una velocidad promedio de 0.495 Km/h. Siguió una dirección predominantemente NNE.

#### Boya BH 16-6

Esta boya se lanzó a las 4:45 a.m. y se retiró a las 4:52 p.m. Recorrió una distancia de 3508 m a una velocidad promedio de 0.286 Km/h. Al igual que la boya anterior, ésta siguió una dirección predominantemente NNE.

#### Boya BH 16-9

Esta boya se lanzó a las 4:55 a.m. y se retiró a las 4:59 p.m. Viajó 4101 m a una velocidad promedio de 0.340 Km/h. Al igual que la boya anterior, ésta siguió una dirección predominantemente NNE.

#### Boya BH 16-12

Esta boya se lanzó a las 5:05 a.m. y se retiró a las 5:10 p.m. Viajó 3180 m a una velocidad promedio de 0.263 Km/h. Al igual que la boya anterior, ésta siguió una dirección predominantemente NNE.

#### Punto P200

Este punto está localizado 200 m al este de Punta Pejerrey (Península de Paracas). El 10 de marzo de 2003, se lanzó cinco boyas a la altura de este punto, a 0 m, 3 m, 6 m, 9 m y 12 m de profundidad.

#### Boya P200-0

Esta boya se lanzó a las 4:37 a.m. y se retiró a las 4:28 p.m. Viajó 5153 m a una velocidad promedio de 0.435 Km/h. Hasta las 5:18 am, la boya había recorrido una distancia de 500m hacia el norte; en este punto, giró hacia el NNO recorriendo una distancia de 1000 m hasta las 8:00a.m. Luego viró al norte y avanzó una distancia de 500 m; aquí cambió al NE recorriendo una distancia de 1300m y luego siguió en dirección NNE.

#### Boya P200-3

Esta boya se lanzó a las 4:36 a.m. y se retiró a las 4:18 p.m. Recorrió 1948 m a una velocidad promedio de 0.167 Km/h. Hasta las 10:46 a.m., había viajado hacia el NNO, luego la velocidad del viento aumentó y la boya giró hacia el este, dirección que siguió hasta las 1:17 p.m., cuando cambió al NNO.

#### Boya P200-6

Esta boya se lanzó a las 4:32 a.m. y se retiró a las 4:35 p.m. Recorrió 2587 m a una velocidad promedio de 0.215 Km/h. Hasta las 9:10 a.m., había viajado 450 m en dirección NE, luego cambió dirección al este recorriendo una distancia de 800 m hasta las 1:10 p.m.; posteriormente, giró al NNE, avanzando una distancia de 1300 m.

#### Boya P200-9

Esta boya se lanzó a las 4:32 a.m. y se retiró a las 4:32 p.m. Recorrió 1893 m a una velocidad promedio de 0.158 Km/h. Viajó hacia el NE, volteando lentamente hacia el este y luego al SE, dirección que mantuvo hasta las 1:20 p.m. Luego, giró hacia el NE, recorriendo una distancia de 500 m, hasta que la retiraron a las 4:32 pm.

#### Boya P200-12

Esta boya se lanzó a las 4:30 a.m. y se retiró a las 4:30 p.m. Viajó 1749 m a una velocidad promedio de 0.146 Km/h. Al igual que la boya P200-9, ésta siguió una trayectoria similar.

#### Punto P500

Este punto está ubicado a 500 m al este de Punta Pejerrey (Península de Paracas). El 11 de marzo de 2003, se lanzó cinco boyas a la altura de este punto, a 0 m, 3 m, 6 m, 9 m y 12 m de profundidad.

#### Boya P500-0

Esta boya se lanzó a las 5:00 a.m. y se retiró a las 5:06 p.m. Viajó 5261 m a una velocidad promedio de 0.435 Km/h. Hasta las 11:00 am, había recorrido una distancia de 1700 m hacia el norte, luego giró hacia el este, avanzando unos 700 m. Posteriormente, cambió hacia el este y se desplazó 700m; después giró hacia el NE y avanzó unos 2700 m hasta las 5:06 p.m. , hora en que fue retirada.

#### Boya P500-3

Esta boya se lanzó a las 4:54 a.m. y se retiró a las 4:54 p.m. Viajó 2925 m a una velocidad promedio de 0.244 Km/h. Hasta las 7:24 a.m., había viajado hacia el NE; luego cambió dirección al SE recorriendo 1200 m y luego volteó al este avanzando 1400 m hasta las 7:24 p.m., hora en que fue retirada.

#### Boya P500-6

Esta boya se lanzó a las 4:51 a.m. y se retiró a las 4:45 p.m. Recorrió 2624 m a una velocidad promedio de 0.220 Km/h. Hasta la 1:15 p.m., había viajado 1700 m en dirección SE. Luego, avanzó una distancia de 800 m en dirección NE hasta las 4:45 p.m.

#### Boya P500-9



Esta boya se lanzó a las 4:48 a.m. y se retiró a las 4:49 p.m. Recorrió 1742 m a una velocidad promedio de 0.145 Km/h. Viajó 500 m al este, luego hacia el SE hasta la 1:18 p.m. Después giró hacia NNE avanzando una distancia de 500 m, hasta que fue retirada a las 4:49 pm.

#### Boya P500-12

Esta boya se lanzó a las 4:45 a.m. y se retiró a las 4:51 p.m. Viajó una distancia de 1706 m a una velocidad promedio de 0.141 Km/h. Al igual que la boya P500-9, ésta siguió una trayectoria similar cambiando de dirección al mismo tiempo.

Adicionalmente se realizaron mediciones complementarias de las corrientes marinas en los lugares: Transecta A en El Boquerón (entre la Península Paracas y la Isla San Gallán), Transecta B frente al Cerro Talpo (entre la Península Paracas y las Islas Ballestas) y frente a Tambo de Mora. Los resultados fueron:

#### **Transecta A**

El 12 de marzo de 2003, se lanzó una boya (1) en el punto A1 y otra en el punto A2 al mismo tiempo. Desde la primera medición, soplaron fuertes vientos y las olas fueron irregulares. No fue posible completar las 13 horas necesarias debido a las condiciones marítimas poco seguras.

#### Boya A1

La boya se lanzó al mar a las 6:20 a.m. y se retiró treinta minutos más tarde. De allí fue llevada a la posición inicial donde la echaron nuevamente al mar. La última vez que la retiraron, es decir a las 4:55 p.m., se habían realizado 16 mediciones. La boya viajó en dirección sur durante todo el ciclo de las mediciones aumentando su velocidad de 1.092 Km/h en la primera medición hasta alcanzar un valor máximo de 1.972 Km/h a las 1:35 p.m. La distancia mínima que recorrió fue 546 m en la primera medición y la distancia máxima, 986 m.

#### Boya A2

Esta boya se lanzó a las 6:20 a.m. y fue retirada por última vez a las 4:55 p.m. Al igual que la boya anterior, ésta viajó en dirección sur durante todo el ciclo de mediciones. El viento y las olas siguieron siempre la dirección sur (hacia el norte).

#### **Transecta B**

Las mediciones se realizaron el 13 de marzo de 2003. El tiempo estuvo calmado en la mañana, pero en la tarde soplaron fuertes vientos y las olas fueron irregulares. No fue posible completar las 13 horas necesarias debido a las condiciones marítimas poco seguras.

#### Boya B1

La boya se lanzó a las 5:20 a.m. y se retiró 30 minutos más tarde. De allí fue llevada a la posición inicial donde la echaron al mar nuevamente. La última vez que la retiraron, es decir a las 4:40 p.m., se habían efectuado 17 mediciones. La boya viajó en dirección SO durante todo el ciclo de mediciones aumentando su velocidad de 0.982 Km/h en la primera medición hasta alcanzar un valor máximo de 1.396 Km/h a las 12:00 a.m. Después de esta hora, el viento aumentó su velocidad y las olas adquirieron mayor altura, lo que disminuyó la velocidad de la boya. La distancia mínima que recorrió fue 491 m en la primera medición y la distancia máxima, 698 m, a las 12:00 a.m.

#### Boya B2

Esta boya se lanzó a las 5:20 a.m. y fue retirada por última vez a las 4:40 p.m. Al igual que la boya anterior, ésta viajó en dirección SO durante todo el ciclo de mediciones. El viento y las olas siguieron siempre la dirección sur (hacia el norte).

#### **Tambo de Mora**

Las mediciones se realizaron el 14 de marzo de 2003. La boya se lanzó a las 5:50 a.m. y fue retirada a las 5:00 p.m. por última vez. La corriente siguió principalmente la dirección sur cambiando a SE en

la tarde. El tiempo estuvo calmado en la mañana hasta las 2:30 p.m., pero en la tarde soplaron fuertes vientos y las olas fueron irregulares. No fue posible completar las 13 horas necesarias debido a las condiciones marítimas poco seguras.

### Conclusiones

La dirección y la velocidad de las boyas se vieron influenciadas en gran medida por el comportamiento de los vientos de la bahía. La dirección de los vientos cambia durante el día; en la mañana los vientos predominantes soplan de SO a NE, y en el transcurso de la tarde cambian a dirección noreste-sureste.

En general, las boyas de aguas poco profundas corren más velozmente que las boyas de aguas más profundas. Esto significa que las corrientes marinas poco profundas son más rápidas que las corrientes profundas. Las boyas lanzadas cerca de la línea de la costa muestran un comportamiento diferente al de las boyas lanzadas en aguas más profundas. Cerca de la línea de la costa, los patrones de las boyas mostraron un movimiento más irregular que sus similares lanzadas en aguas profundas. Las boyas de pínula de aguas más profundas tienden a dirigirse hacia la línea de la costa.

Las mediciones efectuadas en la Transecta A (Boquerón) muestran que las corrientes viajan en dirección sur aun cuando el viento y las olas tengan dirección sur. E igualmente la velocidad aumenta durante el día. Las mediciones realizadas en la Transecta B muestran que las corrientes de esta zona se dirigen principalmente al SO.

## 4.3 Olas

La magnitud del oleaje en el litoral depende de la altura de las olas en aguas profundas y la zona de rompiente, por lo tanto, es necesario conocer las zonas de incidencia de oleajes en la zona de estudio (Paracas – Pisco), principalmente en el área donde se construirá el muelle. En vista que el cálculo de los datos de olas se efectúan mediante técnicas estadísticas, no es necesario registrar datos de olas en forma continua durante las 24 horas del día. Por lo general, se asume que las características estadísticas de las olas del mar son constantes durante un número de olas, por lo que los parámetros característicos, Altura Significante (Hs) y Período Significante (Ts), sean estables y representativos para ese lapso.

En otras palabras, se debe calcular Hs y Ts de un grupo de olas, lo suficientemente grande para que elimine las irregularidades que se presentan en un tiempo determinado. Además se debe tomar un suficiente número de muestras del oleaje al día para determinar la variación de los parámetros a largo plazo.

El análisis que se ha efectuado está basado en la información registrada en el área de inicio del muelle, donde se pudo determinar alturas de olas significantes de 0.60 m en la zona de rompiente y períodos promedios máximos de 12 segundos.

Las rompientes de olas son de relativamente poca energía y principalmente del tipo surgiente, es decir que rompen suavemente lejos de costa, en algunos casos de un sólo golpe a todo lo largo del frente de olas y otros paulatinamente a medida que avanzan hacia la línea de costa. Con respecto a la dirección, existen estudios y compilaciones de datos generales para la región costera que nos permiten describir el comportamiento del oleaje en mar abierto.

A continuación se muestra un cuadro de direcciones y alturas promedios de olas, para la región comprendida entre los 10° y 15° Sur (Información del Sailing Directions for South America). Este cuadro es muy general pero nos permite una apreciación del rango de alturas de olas y de la dirección predominante de aproximación. Dicha información fue obtenida de 6907 observaciones y se refieren a olas Swell que son olas que se originan en alta mar y viajan grandes distancias. Este tipo de oleaje es la fuente principal de las alturas de olas cuya incidencia determina la dinámica de la costa de Pisco.

### Tabla 7. Distribución de olas Swell (10° - 15° Sur)

Altura (m)	Oeste (%)	Sur-oeste (%)	Sur (%)	Sur-este (%)	Este (%)
0.3 – 1.8	0.7	9.7	35.4	8.2	--
1.8 – 3.6	0.3	6.7	25.2	6.3	0.4
> 3.6	--	1.0	2.3	0.5	0.3
Total	1.0	17.4	62.9	15.0	0.7

Fuente: ERM, 2003.

De acuerdo a esa información, las direcciones predominantes del oleaje están concentradas en el Sur y Sur-Oeste, mientras que las demás direcciones ocurren con menor frecuencia. En el área de estudio se han realizado observaciones visuales de las olas. De la serie de datos obtenidos de los días de observación, se pudieron determinar que las alturas de las olas, son relativamente pequeñas, con valores de alturas significantes alrededor de los 0,60 metros. La altura máxima observada fue de 1.20 metros. Los períodos de las olas variaron entre 11 y 13 segundos.

Durante el tiempo de observación visual de las olas en el área de estudio (zona de rompiente), se pudo determinar que la altura de ola promedio fue de 0.45 metros. La altura significativa, que es el promedio del tercio de las olas más altas observadas, fue de 0.60 metros, y la máxima altura registrada fue de 1.20 metros.

#### 4.3.1 Altura de olas

Los cálculos de altura de ola (H) que se han efectuado para la presente línea de base están basados en la información registrada en aguas profundas frente a la zona de estudio, y que proceden de varias fuentes, principalmente de registros de olas por ológrafos instalados cercanas al área de estudio (Callao – Ventanilla) y de boyas oceanográficas. La información utilizada corresponde a una estadística de olas de más de un año, en las que se han podido registrar oleajes irregulares (bravezadas de mar) y por lo tanto utilizar dichas alturas para los cálculos de alturas de olas máximas. Los valores obtenidos de altura significativa (Hs) y altura máxima (Hmáx.) fueron de 1.80 y 3.60 metros, respectivamente.

Para el cálculo de la altura de ola (H) se ha utilizado la siguiente fórmula:

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

donde:

$K_r$  = coeficiente de refracción;

$K_s$  = coeficiente de cambio de profundidad;

$K_d$  = coeficiente de difracción

$H_o$  = Altura de ola en aguas profundas

Para el cálculo en aguas poco profundas, específicamente en el área de estudio, y teniendo en cuenta la profundidad aproximada del cabezo del muelle, se encontraron valores de coeficientes de refracción ( $K_r$ ) entre los 10 y 20 metros de profundidad y valores de coeficientes de cambio de profundidad ( $K_s$ ) para dichas profundidades. Adicionalmente se tomaron dos direcciones de aproximación del oleaje: una del oeste y la otra del suroeste. Entonces reemplazando en la fórmula anteriormente expuesta para alturas significantes en aguas profundas de 1.80 metros y altura máxima de 3.60 metros, se obtiene que:

Para Olas que provienen del Oeste:

a) A 20 metros de profundidad

$$H = (0.9320) \times (1.069) \times (1) \times (1.80) = 1.79 \text{ m}$$

$$H = (0.9320) \times (1.069) \times (1) \times (3.60) = 3.59 \text{ m}$$

b) A 10 metros de profundidad

$$H = (0.8950) \times (1.1065) \times (1) \times (1.80) = 1.78 \text{ m}$$

$$H = (0.8950) \times (1.1065) \times (1) \times (3.60) = 3.43 \text{ m}$$

Para Olas que provienen del Suroeste:

a) A 20 metros de profundidad

$$H = (0.8610) \times (1.069) \times (1) \times (1.80) = 1.66 \text{ m}$$

$$H = (0.8610) \times (1.069) \times (1) \times (3.60) = 3.31 \text{ m}$$

b) A 10 metros de profundidad

$$H = (0.7621) \times (1.1065) \times (1) \times (1.72) = 1.45 \text{ m}$$

$$H = (0.7621) \times (1.065) \times (1) \times (1.80) = 1.52 \text{ m}$$

### 4.3.2 Período

Con respecto al período, que es el tiempo que demora en pasar dos crestas o dos valles de olas consecutivas por un mismo punto de referencia, se han encontrado resultados donde las olas de mayor altura tienen períodos más largos y las olas de menor altura los períodos más cortos. El período promedio observado fue de 11 a 13 segundos

### 4.3.3 Rompiente

En la zona de estudio la rompiente de las olas son principalmente del tipo surgiente y en algunos casos del tipo envolvente, es decir que rompen de un sólo golpe todo el tren de olas a medida que se acercan a costa. El ancho de la rompiente observado durante los trabajos de campo, fue de aproximadamente entre 100 a 120 metros, conteniendo un aproximado de 3 olas rompientes.

### 4.3.4 Dirección

En el área de estudio, en aguas profundas, la dirección predominante es del Sur y Suroeste, las olas del Sur pasan y no penetran dentro de la zona de estudio y las del Suroeste llegan aunque muy difractadas. Cabe resaltar, que la incidencia de olas que proceden del Oeste es muy baja, pero sin embargo, son las que alcanzan mayor altura, debido a que en su paso hacia el área de interés, no encuentran mayores obstáculos que produzcan procesos de refracción y difracción importantes que le resten energía, y por lo tanto altura; así mismo, hay que tener en cuenta sólo los pequeños islotes que de alguna manera influyen en la deformación de esta a su paso.

Durante los trabajos de campo se realizaron observaciones visuales de olas en la zona de rompiente dos veces durante 20 minutos en la mañana y dos veces 20 minutos durante la tarde.

De la estadística tomada con un total de 408 olas observadas, se pudo determinar los siguientes parámetros de ola:

$$H = 0.45 \text{ metros}$$

$$H_s = 0.60 \text{ metros}$$

$$H_{\text{máx}} = 1.20 \text{ metros}$$

$$T_s = 12 \text{ segundos}$$

### 4.3.5 Modelo SWAN

En el área de estudio no se tienen mediciones de olas disponibles. En el informe "Sandwell - Chevron Texaco. NAWC LNG Receiving Terminal 142552, Metocean Report, April 2002, Draft Report" se incluye un estudio del clima de olas en el sitio de la obra. Para la concreción de este estudio fue necesario recurrir a datos de vientos históricos costa afuera, provenientes de la ejecución de modelos meteorológicos globales. Una vez determinados estos vientos se procedió a modelar el clima de olas (GROW2000) resultante de ese campo de vientos, obteniéndose un campo estadístico de olas costa afuera.

El clima de olas resultante, en las Bahía de Pisco, se incluye en las siguientes tablas:

**Tabla 8. Relación entre la altura significativa y periodo de las olas y su número de ocurrencia, para el sitio de implantación de la obra**

Hs (m)	Tp (s)																											Total Obs.	Total %	% Exc.	
	1-3	3-4	4-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20	20-21	21-22	22-23	23-24	24-25	25-26	26-27	27-28							
calms	(no of observations)																											2283	1%	99%	
0-0.5	38788	245	11	284	3796	8896	9663	13033	18895	20272	16981	20618	13763	10307	9475	3159	3504	1219	888	866	167	212	76						195118	72%	27%
0.5-1		157			2	32	109	502	2378	5726	7486	10785	9956	7340	9408	4091	5550	2175	2152	1403	472	506	193						70423	26%	1%
1-1.5										11	48	242	450	409	758	423	583	242	284	197	114	62	2						3825	1%	0%
1.5-2														11	17	38	14											80	0%	0%	
Total Obs.	38788	402	0	11	284	3798	8928	9772	13535	21273	26009	24515	31645	24169	18067	19658	7711	9651	3636	3324	2466	753	780	271				271729	99%		
Total %	14%	0%	0%	0%	1%	3%	4%	5%	8%	10%	9%	12%	9%	7%	7%	3%	4%	1%	1%	1%	0%	0%	0%					100%			

Fuente: ERM, 2003.

**Tabla 9. Relación altura significativa y dirección de las olas y su número de ocurrencia, para el sitio de implantación de la obra**

Hs (m)	Dominant Direction (from deg T)								Total Obs.	Total %	% Exc.
	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW			
calms	(no. of observations)								2283	1%	99%
0-0.5	15	1005	7453	13051	14103	3339	156138	14	195118	72%	27%
0.5-1				8	157		70258		70423	26%	1%
1-1.5			5				3820		3825	1%	0%
1.5-2							80		80	0%	0%
Total Obs.	15	1005	7458	13059	14260	3339	230296	14	271729	100%	
Total %	0%	0%	3%	5%	5%	1%	85%	0%			

Fuente: ERM, 2003.

## 4.4 Mareas

La amplitud media es de 0.58 metros, mientras que la amplitud en sicigias (luna llena y/o nueva) es de 0.76 metros. Cabe resaltar que durante la presencia del fenómeno de "El Niño", los valores del nivel medio del mar se incrementan entre 30 a 40 centímetros. Las mareas que llegan a nuestras costas proceden del norte, es decir que si una pleamar pasa por un determinado punto, después de un tiempo pasará por otro punto más al sur. Por lo que la hora de las pleamares y las bajamares va a ser diferente a todo lo largo de nuestro litoral.

A continuación se presentan los valores correspondientes a las amplitudes de sicigia y medias para el puerto de Pisco:

latitud: 13° 43.0'S

longitud: 76° 14.0'W

amplitud en sicigia: 0.76 m

amplitud media: 0.58 m



Comparando los instantes de ocurrencia de pleamares correspondientes a distintas localidades del litoral peruano puede concluirse que la marea se propaga de Norte a Sur.

En la siguiente tabla se presentan los valores correspondientes a las amplitudes de las cuatro componentes de marea principales en Pisco y Callao obtenidas de las "Admiralty Tide Tables". Puede observarse que en la región estudiada la componente de marea predominante es la semidiurna principal (M2) siguiéndole en importancia la diurna (K1).

**Tabla 10. Amplitudes (m) de las principales componentes armónicas de las marea en Pisco y Callao, período de la componente en horas: T**

Puerto	M2 T=12.42060122	S2 T=12.0000000	K1 T=23.93446966	O1 T=25.81934166
Pisco	H=0.22	H=0.07	H=0.15	H=0.07
Callao	H=0.23	H=0.08	H=0.14	H=0.07

Fuente: ERM, 2003.

Con los valores de las constantes presentadas en la tabla anterior puede calcularse el factor F (Dronkers, J.J. Tidal Computations, North Holland Publishing Co, Ámsterdam, 1965), el cual caracteriza el régimen de la marea; dicho parámetro está definido de la siguiente manera:

$$F = (HK1 + HO1) / (HM2 + HS2)$$

y, con los valores de tabla anterior se observa que es mayor que 0.6 en ambos casos, lo cual indica que la marea en este sector de la costa peruana es "mixta preponderantemente semidiurna" ( $0.25 \leq F \leq 1.50$ ). Esto indica que durante un mes lunar, habrá períodos con características semidiurnas (dos pleamares y dos bajamares diarias) y otros con características diurnas (una pleamar y una bajamar diaria).

Esto se observa en la curva de niveles del mar medidos (*Report on Phase II Off- Shore Site Investigation Required For Sub Sea Pipe Lpg Pisco Terminal - Camisea Project Pisco – Perú Task 1000 - Ocean Currents, marzo de 2003*) entre el 5 y el 15 de marzo de 2003. Por ejemplo, se observa que el 7 de marzo los niveles del mar presentan características semidiurnas (dos pleamares y dos bajamares por día) mientras que el 11 de marzo la marea presenta un claro comportamiento diurno (una pleamar y una bajamar diaria).

## 4.5 Marejadas

Las olas de bravezas tienen un período diferente a las olas que caracterizan la zona, las primeras se presentan con períodos entre 18 y 20 segundos, mientras que las otras alcanzan nuestras playas con períodos que oscilan entre 10 y 14 segundos. La duración promedio de una braveza fluctúa entre 2 y 5 días, ocasionando con frecuencia el cierre de puertos.

Estadísticamente (período 1990-2007), el porcentaje de ocurrencia de oleajes anómalos o "Bravezadas de Mar" en esta área costera del litoral centro del país (información basada en los registros medidos en el puerto del Callao válido para el área de estudio dada la escala oceanográfica propia de estos eventos), es 27% (73% de condiciones normales) y de éstas el 70% son de oleaje anómalo ligero, 26% de oleaje anómalo moderado y 4% de oleaje anómalo fuerte.

El estado del mar, de acuerdo a la estadística de bravezas de mar u oleaje anómalo, muestra 266 días al año de condiciones normales, 69 días de oleaje anómalo ligero, 26 días de oleaje anómalo moderado y 4 días al año de oleaje anómalo fuerte; lo que puede coincidir con las restricciones de navegación cerca de costa, concluyendo que durante un estado de oleaje anómalo moderado y fuerte difícilmente se podría maniobrar.

Los meses de mayor ocurrencia de bravesas en el Perú son de abril a agosto con un máximo durante el mes de mayo, debido al cambio de estación. En invierno, la frecuencia de ocurrencia de bravesas es también alta. En el caso específico de la zona de estudio, utilizando la estadística de bravesas de mar proporcionada por la DHN medida de la estación del Callao y válida para todo el litoral centro incluyendo el área de estudio, observamos un máximo porcentaje de ocurrencia de 22.5 % durante el mes de mayo.

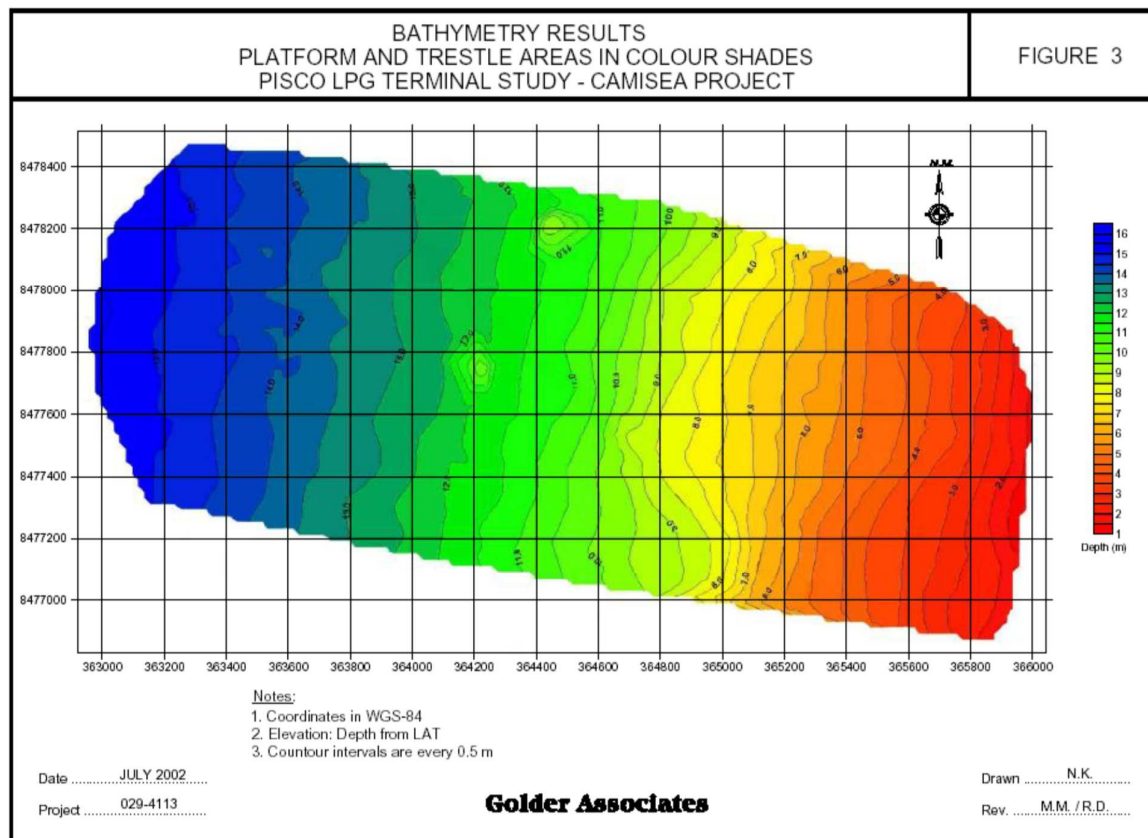
Entre los meses de noviembre a febrero, el porcentaje de ocurrencias disminuye apreciablemente, pero esto no significa que no puedan ocurrir e incluso con mucho mayor o igual intensidad. El mes de enero, es el aquel donde estadísticamente las bravesas se presentan con menor frecuencia, siendo el promedio de 2 días durante todo el mes. Los problemas que ocasionan las bravesas de mar en las costas del Perú van a depender del estado de la fase de la luna e indudablemente de la intensidad del oleaje

#### 4.6 Batimetría

Los resultados batimétricos indican un lecho marino (9 – 11 metros de profundidad), donde la capa de sedimentos del fondo marino aumenta su espesor. Un fondo marino relativamente plano alcanza el máximo de extensión a una profundidad de 15 a 16 metros.

En las siguientes figuras se presentan los resultados del relevamiento batimétrico en la zona del Proyecto.

**Figura 2. Resultados del relevamiento batimétrico sobre la traza del proyecto. La escala de colores indica la profundidad en metros**

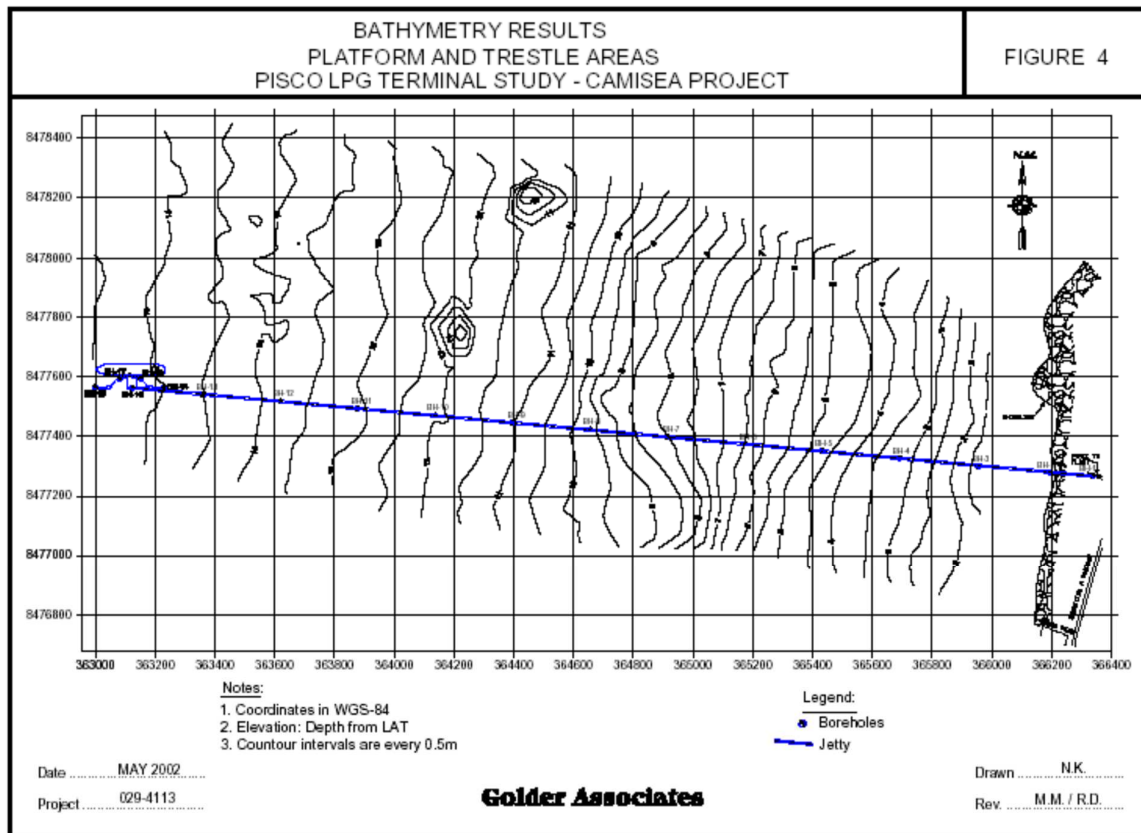


Fuente: ERM, 2003.

Las profundidades fueron calculadas usando la velocidad del sonido promedio, 1497 m/s, en base a las mediciones realizadas. Esta velocidad está dentro del rango de salinidad esperada y temperaturas medidas. Los datos de profundidad fueron filtrados (promediados) por el proceso de trazado. El promediado elimina los efectos del movimiento del bote.

En la siguiente figura se observa la traza de la instalación submarina del Proyecto sobre el lecho marino de bahía Paracas.

**Figura 3. Resultados del relevamiento batimétrico sobre la traza del proyecto. Las profundidades están en metros**



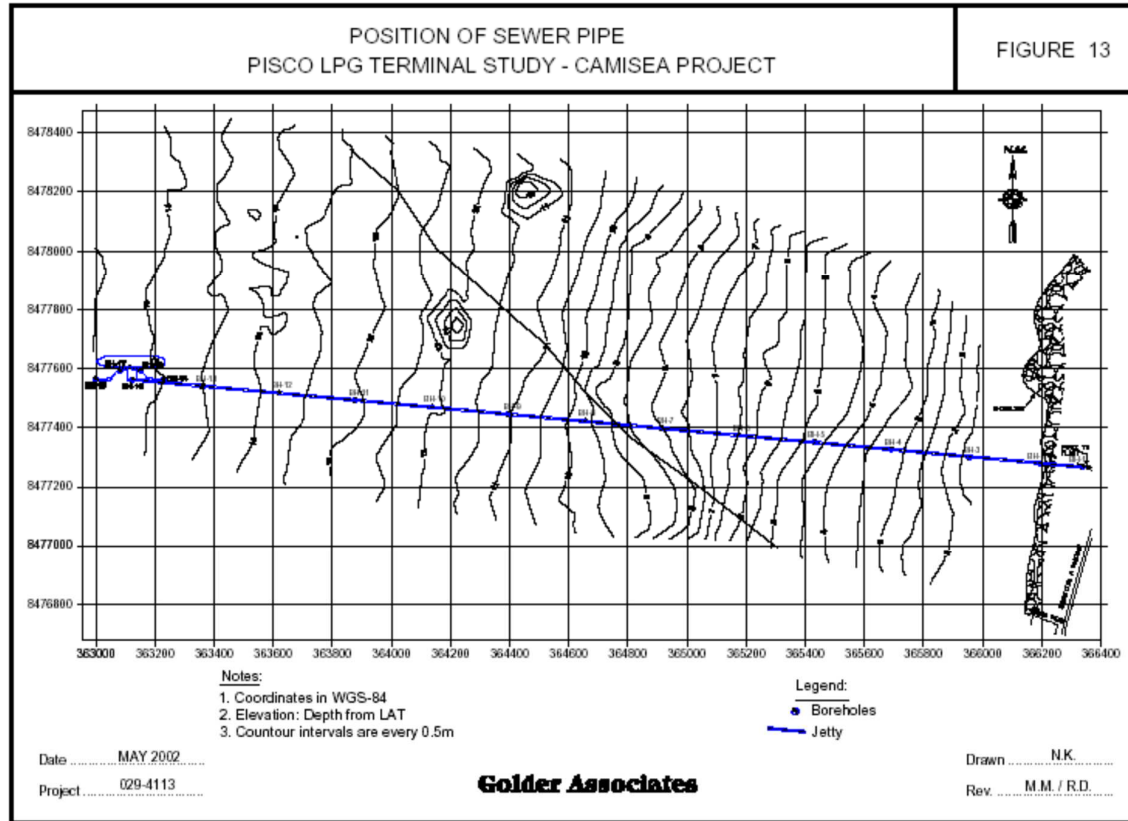
Fuente: ERM, 2003.

## 4.7 Naturaleza del fondo marino – sedimentos marinos

### 4.7.1 Resultados de instalaciones submarinas existentes

La información de barrido lateral revela una serie de características de interés sobre el fondo. En particular, los mosaicos indican la posición de emisario submarino de las plantas pesqueras, un fondo marino relativamente sin rasgos característicos en el área de la plataforma. El emisario apareció en los datos del fondo marino y del sonar de barrido lateral. La posición de la tubería de desagüe fue determinada a partir de una combinación de los conjuntos de datos de barrido lateral y fondo marino. Las dos técnicas se apoyan entre sí y proporcionan un posicionamiento más preciso de la tubería de desagüe. La precisión de la posición en la tubería es de aproximadamente  $\pm 5$  m.

**Figura 4. Geometría del emisario submarino de las plantas pesqueras sobre la batimetría en la zona del proyecto**



Fuente: ERM, 2003.

#### 4.7.2 Resultados de sedimentos marinos

Basado en los resultados del programa de perforaciones, fue posible definir un perfil estratigráfico general integrado por cuatro capas principales.

##### Capa A: Sedimentos muy blandos

Es la capa superior de sedimentos blandos de arcilla orgánica muy plástica. Esta capa no fue encontrada en los pozos BH-1, 2 y 4 por lo que gradualmente incrementa su espesor desde prácticamente cero en la costa, 0.72 m en el pozo BH-6, a un máximo de 10.5 m en el amarradero (BH-16 y BH-17). La base de esta capa fue encontrada en cotas respecto del n.m.m. variables entre 7.40 m en el BH-6 a 25.55 m en el BH-17.

##### Capa B: Gravas muy densas

Un depósito de grava arenoso grueso con guijarros y cantos rodados de hasta 8" de diámetro, subyace a la capa sedimentaria superior. Este depósito es en general muy denso según el ensayo de penetración. Se extiende mas allá de la profundidad máxima investigada, salvo en los pozos BH-1, 2 y 4 que llegaron al basamento. Esta capa tiene un espesor de 30 m en el sitio del amarradero y en el otro extremo, en el BH-4, 15 m. Hay que destacar que en tres perforaciones se encontraron capas de gravas arenosas cementadas dentro de estos depósitos, normalmente de menos de 1 m de espesor, con la arena cementada adherida a la grava.

##### Capa C: Arena o Gravas Medio Densas/Densas

Unas pocas capas delgadas de arena o grava medio densa a densa fueron encontradas intercaladas dentro de los depósitos arriba descritos. Estas capas tienen un espesor variable entre 1 y 3 m.

### Capa D: Basamento

El basamento consiste en una roca sedimentaria con estratificaciones horizontales, subyace a los depósitos de gravas. Este material clasifica como muy blando con un rango a los esfuerzos de compresión no confinada entre 6.5 y 84 kg/cm<sup>2</sup>. El basamento fue encontrado y verificado solamente en los pozos BH-1, 2 y 4 a una profundidad desde el terreno variable entre 15.1 m en el BH-4, a 22 m en el BH-1. La cota del techo del basamento varía entre -14.69 y -19.47 m respecto del n.m.m.

En la siguiente tabla se presenta un resumen de la cota del terreno (superficie topográfica y fondo marino), los espesores y cotas de la capa de sedimentos blandos y la profundidad y cota del techo del basamento en cada pozo.

**Tabla 11. Características de la capa blanda superior, basamento y fondo de pozo para los suelos existentes en la traza de tuberías**

Pozo	Cota del terreno (mnm)	Capa blanda superior		Basamento		Fondo de pozo	
		Espesores (m)	Cota de la base (mnm)	Profundidad desde el terreno (m)	Cota de la base (mnm)	Profundidad desde el terreno (m)	Cota (mnm)
BH-1	2.50	--	--	21.97	-19.47	27.00	-24.50
BH-2	1.36	--	--	16.05	-14.69	30.00	-28.64
BH-4	-3.51	--	--	15.10	-18.61	20.70	-24.21
BH-6	-6.68	0.72	-7.40	--	--	16.00	-22.68
BH-8	-9.59	1.00	-10.59	--	--	17.50	-27.09
BH-10	-12.68	2.40	-15.08	--	--	17.60	-30.28
BH-12	-13.57	6.30	-19.87	--	--	26.55	-40.12
BH-13	-14.50	8.70	-23.20	--	--	29.00	-43.50
BH-14	-15.23	9.00	-24.23	--	--	30.00	-45.23
BH-15	-15.17	9.40	-24.57	--	--	21.10	-36.27
BH-16	-14.20	10.50	-24.70	--	--	30.80	-45.00
BH-17	-15.05	10.50	-25.55	--	--	30.80	-45.85
BH-18	-16.19	10.10	-26.29	--	--	40.16	-56.35
BH-18A	-15.88	10.30	-26.18	--	--	25.76	-41.64

Fuente: ERM, 2003.

El sistema de reflexión sísmica (0.5-2 kHz) logró una buena penetración en los sedimentos superficiales hasta un reflector fuerte. La capa de sedimento superior ha sido identificada generalmente como arcilla orgánica altamente plástica. La arcilla está generalmente por debajo de la grava gruesa arenosa. Usando la información del espesor de la perforación para la calibración, la capa de arcilla orgánica cuenta con una velocidad sísmica promedio de 1575 m/s. En resumen, la información geofísica permitió darle continuidad a la información de las perforaciones tanto en el área del perfil como en los laterales.



## 5. BIBLIOGRAFÍA

- Estudio de Impacto Ambiental y Social del Proyecto Planta de Fraccionamiento de LGN e Instalaciones de Carga, Playa Lobería, Pisco, aprobado por la Dirección General de Asuntos Ambientales (DGAA) del Ministerio de Energía y Minas, mediante Resolución Directoral N° 284-2003-EM/DGAA, con fecha 11 de julio del 2003.
- Estudio de Impacto Ambiental y Social del Proyecto de Ampliación de la Planta de Fraccionamiento de Líquidos de Gas Natural de Pisco, aprobado por la Dirección General de Asuntos Ambientales Energéticos (DGAAE) del Ministerio de Energía y Minas, mediante Resolución Directoral N° 403-2007-MEM/AAE, con fecha 4 de mayo de 2007.

**ERM tiene más de 160 oficinas en los  
siguientes países alrededor del mundo**

Argentina	New Zealand
Australia	Norway
Belgium	Panama
Brazil	Peru
Canada	Poland
China	Portugal
Colombia	Puerto Rico
France	Romania
Germany	Russia
Hong Kong	Singapore
Hungary	South Africa
India	South Korea
Indonesia	Spain
Ireland	Sweden
Italy	Switzerland
Japan	Taiwan
Kazakhstan	Thailand
Kenya	UAE
Malaysia	UK
Mexico	US
Myanmar	Vietnam
The Netherlands	

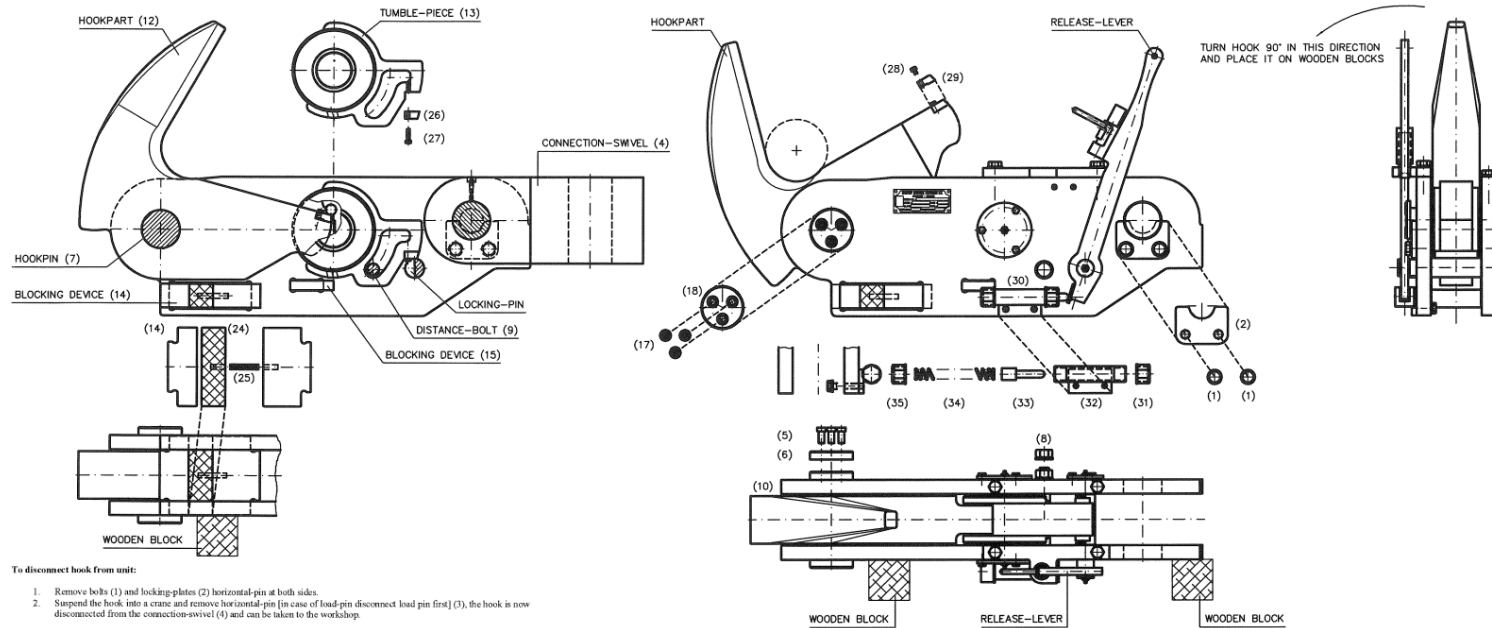
**ERM PERU S.A.**

Las Orquídeas 675, Interior 402

San Isidro, Lima

T: +51 700 5400

[www.erm.com](http://www.erm.com)



**To disconnect hook from unit:**

1. Remove bolts (1) and locking-plates (2) horizontal-pin at both sides.
2. Suspend the hook into a crane and remove horizontal-pin [in case of load-pin disconnect load pin first] (3), the hook is now disconnected from the connection-swivel (4) and can be taken to the workshop.

**To disassemble the hook:**

1. Turn hook 90° and place it on wooden blocks to avoid damaging. Make sure that lever-side of the hook is pointing downwards. (See Sketch).

**DO NOT ATTEMPT TO REMOVE LEVER FROM THE HOOK!**

2. Remove:
  - A- Bolts / washers (5) and locking plate (6) from hook-pin (7)
  - B- Nut / washer (8) from distance bolt (9)
3. You can now lift-up the side-plate (10)

**TAKE CARE THAT SPECIAL BEARING BUSHES (16), WHICH ARE INSERTED IN THE SIDE-PLATE, NOT DAMAGE.**

4. Once the side-plate is removed:
  - A- Take out blocking devices (14) and (15);
  - B- Remove filling-ring (11) near hook part;
  - C- "Release" hook by pulling release lever and turn hook part (12) into open position. Hook part (12) can be lifted now.
  - D- Take out tumble-piece (13);
  - E- Remove bolts / washer (17) and locking-plate (18), remove fill-ring (19) and take out hook-pin (7);
  - F- Remove nut / washer (20) and take out distance-bolt (9) if necessary.

**If bearing bushes have been damaged:**

- A- Remove bolt / washers (21);
- B- Remove retaining plates (22) and rubber seals (23);
- C- Punch bearing bushes through side-plate with a special mandrill;
- D- Place new bushes, use special mandrill, and lock them with Locktite (adhesive glue);
- E- Place new rubber seals, retaining-plates and fasten bolts.

**If rubber block (24) of blocking device (14) needs to be replaced:**

- A- Take complete blocking device (14) out off slot in side-plate;
- B- Remove old rubber block (24) from blocking device and make sure that spring dowel (25) is still inserted in steel part;
- C- Place new rubber block and place blocking device back into side plate.

**If plate (26) of tumble piece (13) needs to be replaced:**

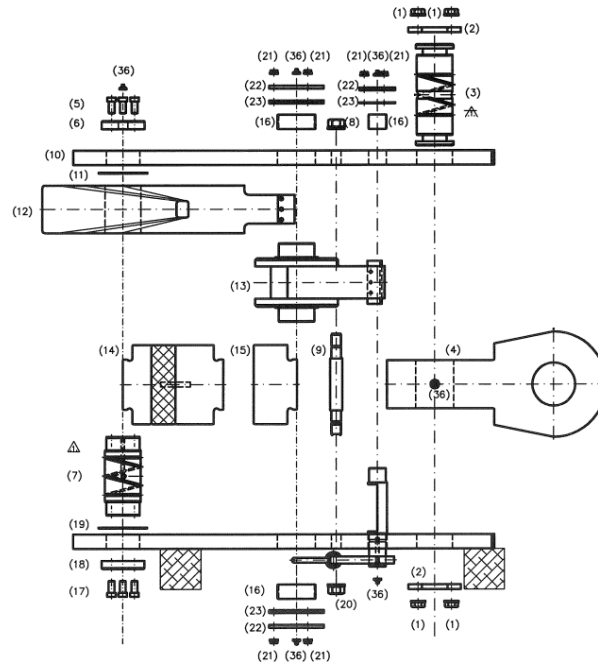
- A- Remove bolts / washers (27);
- B- Remove old plate and clean surface on tumble piece;
- C- Place new plate and fasten with new bolts.

**To assemble the hook:**

- A- Clean all parts, which have been dismantled so that no dirt can penetrate the hook. Clean shafts and holes and grease them before placing bearing bushes as also to be greased;
- B- All bolts to be greased with a anti seize paste to avoid seizing, fretting and rusting, also to protect against corrosion.
- C- Follow step 1 - 4 in opposite way to assemble the hook.
- D- Grease the hook at indicated places, grease nipples (36).

**If spring buffer (30) needs to be replaced:**

- A- Make sure if you need to replace a spring buffer from a left- or a right hook. Left hook, Left hook as indicated in the sketch, for right hook: same procedure only opposite hand;
  - B- Fasten cap (31) (with bolt) onto bracket and pipe (32);
  - C- Place shaft (33) and spring (34) into pipe (32);
  - D- Fill pipe (32) with grease;
  - E- Fasten cap (35) (without hole) onto pipe (32);
- Fasten spring buffer against side plate as indicated.



Plan. Number	Name	Material	Dimensions	Norm.	Remarks
2	04-10-00 ERASE TEXT				
.1.	12-01-85 GREASE GROOVES ADDED				
.1.	09-01-85 DIS- ASSEMBLY PROCEDURE MOORING HOOK				
No.	Date	Revisions		Par.	Checked
<b>== PATENTED = PATENTED = PATENTED = PATENTED ==</b> <b>MAMPAEY® OFFSHORE INDUSTRIES B.V.</b> P.O. Box 687/688 - 3300 AR Dordrecht - Holland Telephone +31 (0)78-173322 - Telefax +31 (0)78-175211 - E-mail mail@mampaeys.com <small>This drawing has not been published. It is the sole property of MAMPAEY OFFSHORE INDUSTRIES B.V. It is lent to the recipient for his confidential use only, and upon the conditions and agreements following in consideration of the loan of this drawing. The recipient promises and agrees to return it upon request, and that it shall not be reproduced, copied, lent or otherwise disposed of, directly or indirectly without the written consent of MAMPAEY OFFSHORE INDUSTRIES B.V. nor be used in any way detrimental to the interest of MAMPAEY OFFSHORE INDUSTRIES B.V.</small>					
<b>DIS- ASSEMBLY PROCEDURE MOORING HOOK</b> <b>== TYPICAL HOOK ==</b>					
Path : M:\KLANTTEK\ALGEMEEN\ALG379-2					
Drawn: WALTER A. van DIEËL	Checked: ARTHUR BOOGAARD	Order No. :		Project No.	
Date : 09-01-1995	Date : 09-01-1995	P.O. No. :		Rev.	
Appr. :	Approved :	Drawing No. :		At	
Scale :	Customized Design :	ALG.000.000.379.			