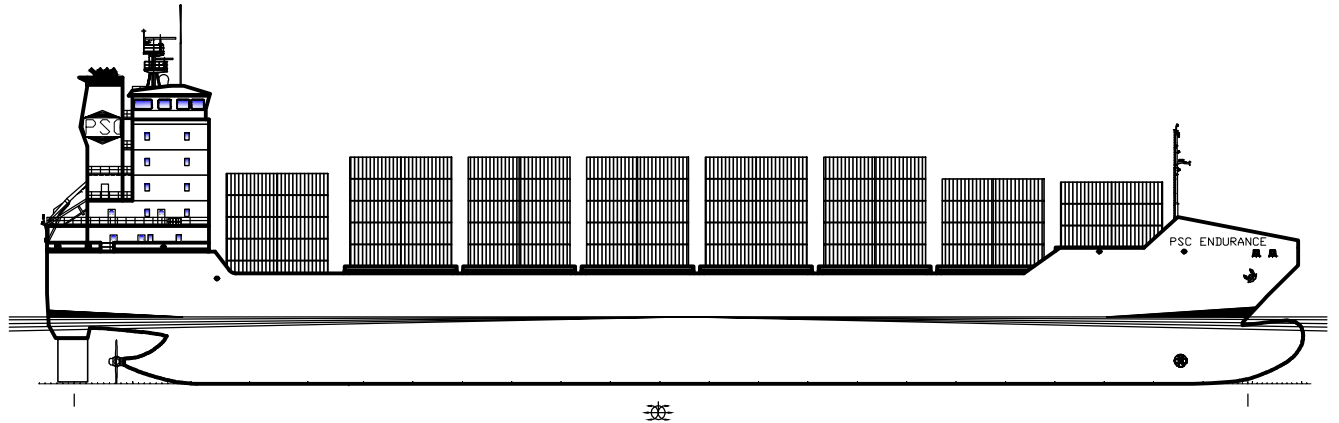


ANTEPROYECTO BUQUE PORTACONTENEDORES 950 TEU



AUTOR: PAUL MAC CARTHY
LEGAJO: 53360

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA NAVAL
TUTOR: ING. NORBERTO FIORENTINO
ADJUNTO: ING. ALEJANDRO DOS SANTOS



PSC ENDURANCE

PROYECTO DE BUQUES

		VERIFICADO	APROBADO
NOMBRE: PAUL MAC CARTHY			
LEGAJO: 53360			
FECHA: 28/05/2019			
NÚMERO PLANO	REV	HOJA N°	N° HOJAS
	B	0	307
ESCALA:	ARCHIVO:	FORMATO: A4	
A	REVISION INICIAL	27/05 2019	PMC NFI
B	CORRECCIONES SEGUN NFI	28/05 2019	PMC NFI
REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	DIBUJ. VERIF.
MODIFICACIONES			

CONTENIDOS

Parte 1 – Introducción

A. Especificación Técnica

Memoria Técnica

B. Definición de las Dimensiones Principales

Memoria Técnica

C. Disposición General

Memoria Técnica

PMC-PB-011-001 Plano de Arreglo General

PMC-PB-010-005 Plano de Capacidades

PMC-PB-230-003 Plano de Estiba de Contenedores

PMC-PB-011-004 Plano de Disposición General Sala de Máquinas

Cuaderno FORAN Capacidades

D. Cálculo del Valor del Buque

Memoria Técnica

Parte 2 - Arquitectura Naval

A. Cálculo de Estabilidad

Memoria Técnica

PMC-PB-010-002 Plano de Líneas

PMC-PB-010-004.1 Curvas Hidrostáticas

PMC-PB-010-004.2 Curvas Bonjean

PMC-PB-010-004.3 Curvas de Secciones

PMC-PB-010-009.1 Curvas Cruzadas KN

PMC-PB-010-009.2 Curvas de estabilidad

Cuaderno FORAN Hidrostáticas

B. Estimación de Pesos

Memoria Técnica

PMC-PB-010-007.1 Curva de Pesos

PMC-PB-010-007.2 Curva de Empujes

PMC-PB-010-007.3 Curva de Pesos y Empujes

PMC-PB-230-004.1 Distribución y Cálculo KG contenedores 630TEU

PMC-PB-230-004.2 Distribución y Cálculo KG contenedores 630TEU

C. Cálculo de Francobordo

Memoria Técnica

PMC-PB-010-010 Plano de Francobordo

D. Cálculo de Arqueo

Memoria Técnica

PMC-PB-010-011 Plano de Arqueo

E. Cálculo Propulsivo

Memoria Técnica

Parte 3 – Estructuras

A. Sección Maestra

Memoria Técnica

PMC-PB-010-008 Curva de Cortes y Momentos

PMC-PB-100-009 Sección Maestra

Parte 4 – Alistamiento

A. Sistema de Gobierno

Memoria Técnica

PMC-PB-210-001 Plano Disposición del Timón y Codaste

B. Amarre y Fondeo

Memoria Técnica

PMC-PB-200-001 Cálculo Numeral de Equipo

PMC-PB-200-003.1 Esquema de Amarre y Fondeo

PMC-PB-200-003.2 Esquema de la Caja de Cadenas

C. Lucha Contra Incendio

Memoria Técnica

PMC-PB-021-001 Disposición de Extintores

PMC-PB-021-002 Sistema de Hidrantes

PMC-PB-021-003 Sistema de CO2

D. Sistema de Achique

Memoria Técnica

PMC-PB-618-001 Esquema del Sistema de Achique

E. Sistema de Lastre

Memoria Técnica

PMC-PB-617-001 Esquema del Sistema Lastre

F. Balance Eléctrico

Memoria Técnica

PMC-PB-710-001 Balance Eléctrico

PMC-PB-710-002 Diagrama Unifilar

G. Trincado de Contenedores

Memoria Técnica

Parte 5 – Seguridad y Salvamento

A. Medios de Evacuación y Dispositivos Salvavidas


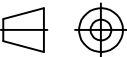

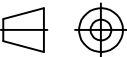

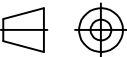
Memoria Técnica

PMC-PB-021-005 Plano de Seguridad y Medios de Evacuación

B. Integridad Estructural al Fuego

Memoria Técnica

PMC-PB-021-003 Plano de Integridad Estructural al fuego

	1	2	3	4																																													
A																																																	
B																																																	
C	<div>PARTE I</div> <div>INTRODUCCIÓN</div>																																																
D																																																	
E	<table><tr><td colspan="3"></td><td>VERIFICADO</td><td>APROBADO</td><td rowspan="4"><div>Instituto Tecnológico de Buenos Aires</div></td></tr><tr><td colspan="3">NOMBRE: PAUL MAC CARTHY</td><td></td><td></td></tr><tr><td colspan="3">LEGAJO: 53360</td><td></td><td></td></tr><tr><td colspan="3">FECHA:</td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td>NÚMERO</td><td>PLANO</td><td>REV</td><td>HOJA N°</td><td>N° HOJAS</td><td rowspan="4">PSC ENDURANCE</td></tr><tr><td></td><td colspan="2"></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>ESCALA:</td><td colspan="2">ARCHIVO:</td><td>FORMATO: A4</td><td colspan="2"></td></tr><tr><td colspan="5"></td></tr></table>							VERIFICADO	APROBADO	 <div>Instituto Tecnológico de Buenos Aires</div>	NOMBRE: PAUL MAC CARTHY					LEGAJO: 53360					FECHA:						NÚMERO	PLANO	REV	HOJA N°	N° HOJAS	PSC ENDURANCE							ESCALA:	ARCHIVO:		FORMATO: A4							
			VERIFICADO	APROBADO	 <div>Instituto Tecnológico de Buenos Aires</div>																																												
NOMBRE: PAUL MAC CARTHY																																																	
LEGAJO: 53360																																																	
FECHA:																																																	
	NÚMERO	PLANO	REV	HOJA N°	N° HOJAS	PSC ENDURANCE																																											
ESCALA:	ARCHIVO:		FORMATO: A4																																														
F	<table><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td rowspan="7">PROYECTO DE BUQUES</td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>REV.</td><td>DESCRIPCIÓN</td><td>FECHA</td><td>DIBUJ.</td><td>VERIF.</td></tr><tr><td colspan="5">MODIFICACIONES</td></tr></table>										PROYECTO DE BUQUES																					REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	DIBUJ.	VERIF.	MODIFICACIONES												
					PROYECTO DE BUQUES																																												
REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	DIBUJ.	VERIF.																																													
MODIFICACIONES																																																	

PARTE IA

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA

BUQUE PORTACONTENEDORES 950TEU

APROBADO
NFI 28/05/2019



PSC ENDURANCE

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA

		VERIFICADO	APROBADO	
NOMBRE: PAUL MAC CARTHY			NFI	
LEGAJO: 53360			28/05/2019	
FECHA: 28/05/2019				
NÚMERO PLANO	REV	HOJA N°	N° HOJAS	
	E	0	8	
ESCALA:	ARCHIVO:	FORMATO:		
		A4		
A	REVISION INICIAL	15/06 2017	PMC	NFI
B	CORRECCIONES SEGUN NFI	10/05 2019	PMC	NFI
C	CORRECCIONES SEGUN NFI	20/05 2019	PMC	NFI
D	CORRECCIONES SEGUN NFI	25/05 2019	PMC	NFI
E	CORRECCIONES SEGUN NFI	28/05 2019	PMC	NFI
REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	DIBUJ.	VERIF.
MODIFICACIONES				

CONTENIDO

1	Introducción.....	2
2	General	2
2.1	Dimensiones principales.....	2
2.2	Cubiertas.....	2
2.3	Arreglo general	2
2.4	Velocidad y autonomía	3
2.5	Capacidades.....	3
2.6	Carga.....	4
2.7	Tripulación.....	4
2.8	Víveres.....	4
2.9	Bandera	4
2.10	Reglamentación de aplicación	4
2.11	Zona de operación	4
3	Construcción	5
4	Máquina Propulsora	5
4.1	Motor principal	5
4.2	Transmisión.....	5
4.3	Hélice.....	5
5	Equipamiento	6
5.1	Tapas de escotilla.....	6
5.2	Sistema de Gobierno	6
5.3	Amarre y fondeo.....	6
5.4	Sistema de achique.....	6
5.5	Sistema LCI	6
5.6	Sistema de Lastre	7
5.7	Dispositivos de salvamento	7
6	Sistema eléctrico	7

1 Introducción

Este cuaderno consiste en la especificación técnica del buque portacontenedores PSC ENDURANCE con capacidad de carga de 950TEU. A continuación, se expone un resumen general de buque, conteniendo información de las distintas partes del anteproyecto.

2 General

2.1 Dimensiones principales

<i>Característica</i>	<i>Símbolo</i>	<i>Valor</i>
Eslora Total	LOA	150,6 m
Eslora de flotación	LWL	143,8 m
Eslora entre perpendiculares	Lpp	140,0 m
Manga	B	23,0 m
Calado de diseño	T	8,0 m
Puntal	D	12,0 m
Desplazamiento	DISW	16 346 ton
Coeficiente de bloque	Cb	0,617
Coeficiente de sección media	Csm	0,984
Coeficiente prismático	Cp	0,627
Numero de Froude	Fr	0,27

2.2 Cubiertas

<i>Cubierta</i>	<i>Altura desde LB</i>
Línea Base	0,00 m
Doble Fondo	1,80 m
Entrepuerto 1	5,20 m
Entrepuerto 2	8,60 m
Cubierta Principal	12,00 m
Castillo de Proa	15,20 m
Cubierta de Toldilla	15,85 m
Cubierta A	18,90 m
Cubierta B	21,95 m
Cubierta C	25,00 m
Cubierta D	28,05 m
Cubierta del Puente	31,10 m
Cielo del Puente	34,75 m

2.3 Arreglo general

El buque tiene una configuración clásica: doble fondo en la eslora desde la popa del pique de proa a la proa del pique de popa, doble casco en la zona de bodegas de carga, dos entrepuentes en la zona de máquinas, cubierta de toldilla, castillo de proa, cuarto del bow thruster y una superestructura con 5 cubiertas incluido el puente de navegación.

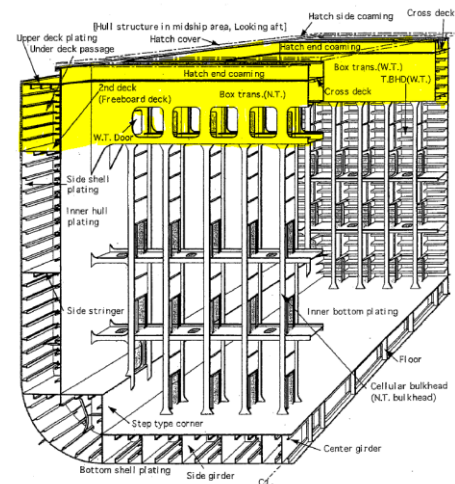
Cuenta con 7 bodegas para cargar contenedores y también dispone los elementos necesarios para cargar contenedores sobre las tapas de escotillas y en la cubierta principal. La bodega 7 tiene su tapa de escotilla sobre la cubierta del castillo de proa.

La zona del doble fondo tiene una quilla cajón que sirve como túnel de tuberías. El resto del doble fondo se utiliza como zona de tanques de combustible y agua. En la zona del doble casco se encuentra la caja de torsión, por adonde se puede recorrer el buque desde la sala de máquinas hasta la bodega 6. El espacio restante de la zona del doble casco se utiliza para los tanques de lastre. También se dispone un pique de proa, un pique de popa y un tanque debajo de la bodega 7 para cargar lastre.

En la cubierta de toldilla y en la cubierta del castillo de proa se disponen los elementos de amarre y fondeo. En las cubiertas de la A a la D se encuentran los camarotes de los 20 tripulantes, así como espacios para visitas y/o pilotines.

Caja de Torsión

Debido al tipo de carga y su estiba las aberturas para las bodegas ocupan casi la totalidad de la manga, dejando grandes aberturas en las cubiertas. Debido a estas grandes aberturas se debe asegurar una resistencia estructural especialmente frente a la torsión de la viga buque. Es por esto por lo que se introduce la caja de torsión. Esta caja rigidiza la estructura, especialmente las aberturas de la cubierta principal. Esta caja corre longitudinal (ver imagen) y transversalmente (entre bodegas).



2.4 Velocidad y autonomía

El buque cuenta con un motor 4T MAN con 16800kW de potencia. Navegando con el calado de diseño (8m) el buque tiene una velocidad de diseño de 19,5 nudos y una autonomía de 16 000 millas náuticas. El motor tiene una caja reductora acoplada para disminuir las rpm de salida del motor (514rpm a 165rpm).

2.5 Capacidades

Para el calado de 8m el buque tiene un volumen moldeado de 15892 m³, equivalente a un desplazamiento en agua de mar de 16343 Toneladas.

Capacidades	Volumen
Agua de Lastre	3252,7 m ³
Combustible pesado (FO)	1310,9 m ³
Combustible liviano (MDO)	171,5 m ³
Aceite lubricante	38,5 m ³
Agua dulce	164 m ³
Bodegas de carga	14910 m ³

2.6 Carga

La carga se puede estibar en 7 bodegas, sobre las tapas de escotillas y en el espacio dispuesto en la cubierta de proa entre la bodega 1 y la superestructura.

Se pueden estibar contenedores TEU, FEU, FEU HC y contenedores de 45 pies estándares y HC. Bajo bodega se utiliza un sistema de guías, en donde se puede almacenar un contenedor FEU en la eslora de la bodega o dos TEU. También se pueden estibar FEU HC. Bajo bodega se disponen 200 conexiones eléctricas para contenedores refrigerados.

Los contenedores de 45 pies podrán ir únicamente sobre cubierta.

Sobre bodega se deberán utilizar elementos de trinca según corresponda para asegurar los contenedores.

2.7 Tripulación

El buque cuenta con alojamiento para una tripulación fija de 20 personas. También cuenta con espacio para 2 pilotines, un cuarto de armador y un cuarto para 4 personas de la autoridad del Canal de Suez.

2.8 Víveres

El buque cuenta con un acceso al almacén desde la cubierta de toldilla para cargar víveres en el almacén. En la cubierta B se instala una grúa para usos varios.

2.9 Bandera

El buque tendrá bandera Argentina.

2.10 Reglamentación de aplicación

El buque se diseña y construye con la reglamentación vigente al 1 de julio de 2015.

- Ordenanzas marítimas Prefectura Naval Argentina
- Códigos IMO
- Sociedad de Clasificación ABS (American Bureau of Shipping)
- Canales de paso internacionales (Suez y Panamá)

2.11 Zona de operación

La principal zona de operación del buque será Latinoamérica (Océano Pacífico y Atlántico)

- Río de la Plata
- Hidrovía Río Paraná – Río Paraguay
 - Limitaciones de calado a partir de Santa Fe (calado permitido de 7,14m)
- Atlántico sur
- Viajes internacionales
- Canales de Suez y Panamá

3 Construcción

Se utilizan dos tipos de aceros para la construcción del barco, estándar y de alta resistencia.

- Acero alta resistencia (grado AH36): debido a las grandes solicitaciones de torsión en este tipo de buques se utiliza acero de alta resistencia en zonas de mayor riesgo: cubierta principal, traca de cinta y la caja de torsión. Además de las solicitaciones por torsión la traca de cinta y la cubierta principal presentan las mayores solicitaciones de tensión debido a la flexión longitudinal de la viga buque (momento flexor longitudinal).
- Acero estándar (grado A): este se utiliza en el resto de la estructura y reduce el costo total del acero.

Todas las uniones se realizan mediante el método de soldadura. El proceso de construcción será acorde a las normas y regulaciones del ABS y autoridad de aplicación (PNA).

La construcción es del tipo longitudinal con cuadernas igualmente espaciadas para la zona de bodegas y la proa de 592mm y de 700mm para la sala de máquinas y la popa. En la zona del pique de popa y proa se agregan cuadernas intermedias para aumentar la resistencia, claras de 296mm y 350mm respectivamente.

El buque no tiene arrufo ni boleo.

4 Máquina Propulsora

4.1 Motor principal

Se instala un motor semi-rápido MAN 14V48/60CR de 16800kW y 514rpm. Este motor tiene 14 cilindros en V con un sistema de inyección de combustible "Common Rail". El motor pesa 213 toneladas.

4.2 Transmisión

Se instala una caja reductora MAN a la salida del motor para reducir las rpm. Esta caja tiene una relación de conversión de 3,121. Las rpm a la salida de la caja son 165rpm.

4.3 Hélice

El buque cuenta con única hélice con un diámetro de 5,24m, una relación paso/diámetro de 0,8 y una relación de área expandida/área de disco de 0,65. Esta hélice corresponde a la serie B de Wageningen.

5 Equipamiento

5.1 Tapas de escotilla

El buque cuenta con 7 tapas de escotilla, una para cada bodega. Estas tapas están dimensionadas para resistir las cargas de los contenedores sobre ellas. En su superficie tendrán los accesorios y detalles constructivos necesario para la estiba de los diferentes contenedores y su posterior sujeción a la cubierta con elementos de trinca.

5.2 Sistema de Gobierno

El buque cuenta con un servomotor del tipo timón de vano Rolls Royce RV550-2 y un timón compensado rectangular con un área de 19m² y una relación de aspecto de 1,5.

En la proa cuenta con un bow thruster Rolls Royce TT PM 1600 de imanes permanentes con un diámetro de hélice de 1,6m y una potencia de 1000kW.

5.3 Amarre y fondeo

En proa el buque tendrá 2 cabrestantes doble para fondeo y amarre de la firma Deyuan Marine EL-500 con 180kW y un tiro de 500kN. Tendrá 3 anclas del tipo Hall provista por la firma "Sotra Anchor and Chain". La cadena tendrá un largo total de 610m dividida en dos tramos de 305m cada una con su cabrestante y su caja de cadena. Esta cadena tiene un diámetro de eslabón de 73mm.

En popa el buque tendrá dos guinches de amarre Deyuan Marine EL-500 sin la opción de cabrestante de fondeo con 180kN de potencia y un tiro de 500kN.

El buque utilizara cabos de dynema de alta resistencia.

5.4 Sistema de achique

El buque tendrá una sentina seca en la sala de máquinas, el achique se realiza por gravedad hacia los pocetes de sala de máquinas y luego se bombea con dos bombas Azcue CA 150/15 con un caudal de 115,1m³/h. Estas bombas también achican el agua de los pocetes en las bodegas de carga. Por reglamentación el buque cuenta con una aspiración directa de sala de máquinas, así como una aspiración de emergencia conectada a la bomba de incendio y con una descarga directa al mar.

Se instala un separador de aguas oleosas RWO OWS-COM Type 5.0 con una capacidad de 5m³/h. Este tendrá descarga a un tanque de lodos con una bomba dedicada.

En proa se instalara un eyector ESHv 100-100-125 para achicar el cuarto del bow thruster y el pañol de proa.

5.5 Sistema LCI

El buque cuenta con sistema de hidrantes distribuido a lo largo del buque. Este funciona con dos bombas de incendio dedicadas y una bomba de incendio de emergencia ubicada en su propio espacio separado de la sala de máquinas. El sistema tiene un caudal de 143m³/h. En total hay 26 hidrantes cada uno con sus accesorios y una manguera.

El buque cuenta con un sistema de supresión de incendios por CO₂ para la sala de máquinas. Se instalan 80 botellones de 45kg en un local sobre la cubierta principal con accionamiento desde el local. Este sistema también cuenta con paradas de ventiladores y cierre de dampers de ventilación remoto.

Según PNA se colocan matafuegos en los distintos espacios del buque, 28 en total.

5.6 Sistema de Lastre

El buque cuenta con tanques de lastre en la zona del doble casco lateral. Estos tanques están conectados a dos bombas, una de lastre dedicado y otra perteneciente al sistema de achique. Estas bombas pueden cargar, descargar y trasvasar el lastre de los tanques. El sistema también cuenta con una unidad de tratamiento de lastre por luz UV de la firma TROJAN MARINEX con una capacidad de 500m³/h.

5.7 Dispositivos de salvamento

El buque cuenta con medios de evacuación para todos los espacios del buque, cuenta con medios alternativos adonde SOLAS lo dispone.

Se instala un bote salvavidas con un sistema de caída libre e izado con acceso desde la cubierta B.

En la cubierta A se instala una grúa para bajar e izar el bote de rescate. En esta cubierta también se instalan dos balsas salvavidas con zafas hidrostáticas, una en cada banda con capacidad para 5 personas.

Se disponen 68 chalecos salvavidas, 2 aros salvavidas de 4kg en el puente, 14 aros salvavidas en la eslora del buque 32 trajes de inmersión. En el puente también se disponen elementos de señalización y de comunicación para casos de emergencia.

6 Sistema eléctrico

El buque cuenta con tres motores auxiliares acoplados a generadores para la generación de la energía eléctrica abordo. Esta es utilizada para los diferentes equipos y sistemas, así como también para los contenedores refrigerados. La generación del buque es en 400V – 50Hz con transformadores para bajar el voltaje a 230V para los equipos y sistemas que trabajen en este voltaje. Además, se cuenta con baterías de 12V para equipos de navegación y comunicación.

El buque cuenta con un generador de emergencia para situaciones de emergencia conectado a los servicios esenciales de seguridad requeridos por SOLAS Capitulo II-1 Parte D Regulación 43.

Se instalarán:

- 3 generadores MAN 8L23/30DF con 950kW de potencia eléctrica
- 1 generador de emergencia Cummins 6C-CP con 136 kW de potencia eléctrica

Consumos 12V

- Equipo de comunicación interna
- Equipos de Navegación
- Detección y alarma de incendio
- Luces de navegación y emergencia

Consumos 230V

- Baterías 12V
- Equipo de comunicación
- Equipos de Navegación
- Luces de navegación
- Luz de búsqueda
- Iluminación
- Reflectores de cubierta
- Ventanas calefaccionadas
- Equipamiento de almacén y lavandería
- Paneles de calefacción en habitación
- Consola del cuarto de control de control de carga y cuarto de control de Sala de Máquinas

Consumos 400V

- Transformador 400V/230V
- Transformador de emergencia 400V/230V
- Grúa de provisiones
- Grúa lancha MOB
- Grúa lancha caída libre
- Equipos del taller
- Incinerador
- Equipamiento Almacén
- Equipamiento lavandería
- Extractores
- Ventilación/Ventiladores
- Contenedores Refrigerados
- Guinche de amarre Popa
- Guinche de amarre y fondeo Proa
- Bow-Thruster
- HVAC
- Calentador de agua
- Bombas MP y MA de agua dulce y de mar
- Servomotor (2 Bombas)
- Planta de tratamiento de aguas negras
- Bomba de trasvase de FO
- Purificadoras
- Bombas LO, FO y DO
- MA Precalentador
- Compresores
- Separador de aguas oleosas
- Bombas LCI
- Bombas de servicios general
- Bombas de Achique
- Bombas de Lastre
- Equipo tratamiento agua de lastre
- ICCP protección catódica

Tablero de Emergencia

- Iluminación en:
 - Las estaciones de embarque a los botes salvavidas y de rescate.
 - Todos los troncos, pasillos y escaleras en los espacios de acomodación y servicio.
 - En la Sala de Máquinas y cuartos de control.
 - En el vestuario donde se encuentran los trajes contra incendios.
 - En el Cuarto del Servomotor.
 - En el Local de la bomba de incendio de emergencia
 - En el Cuarto del Generador de Emergencia.
- Luces de Navegación
- Equipos de Radiocomunicación y GMDSS
- Equipos de Navegación
- Sistema de detección y alarma de incendio
- Pito y Sirena
- 1 bomba del servomotor
- 1 bomba de incendio de emergencia
- 1 bomba de achique

PARTE IB

DEFINICIÓN DE LAS DIMENSIONES PRINCIPALES

BUQUE PORTACONTENEDORES 950TEU

APROBADO
NFI 18/02/2019



PSC ENDURANCE

DEFINICIÓN DE LAS
DIMENSIONES PRINCIPALES

		VERIFICADO	APROBADO	
NOMBRE: PAUL MAC CATHY			NFI	
LEGAJO: 53360			18/02/2019	
FECHA: 28/06/2017				
NÚMERO PLANO	REV	HOJA N°	N° HOJAS	
	D	0	16	
ESCALA:	ARCHIVO:	FORMATO:		
		A4		
A	REVISION INICIAL	27/09 2016	PMC	NFI
B	CORRECCIONES SEGUN NFI	26/05 2017	PMC	NFI
C	CORRECCIONES SEGUN NFI	03/06 2017	PMC	NFI
D	CORRECCIONES SEGUN NFI	28/06 2017	PMC	NFI
REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	DIBUJ.	VERIF.
MODIFICACIONES				

CONTENIDO

1	Especificaciones de Proyecto.....	2
2	Consideraciones del Proyecto	2
2.1	Ruta.....	2
2.2	Carga.....	4
3	Base de datos de buques similares.....	4
4	Dimensiones Principales	6
4.1	Eslora	7
4.2	Clara entre cuadernas	8
4.3	Manga.....	8
4.4	Puntal.....	9
5	Análisis de buques similares.....	9
6	Coeficientes de Forma.....	13
6.1	Numero de Froude.....	13
6.2	Coeficiente de block	13
6.3	Coeficiente de sección media	14
6.4	Coeficiente Prismático	14
6.5	Desplazamiento	14
6.6	Posición Longitudinal del centro de Carena	14
6.7	Resumen coeficientes de Forma y dimensiones principales	15
7	Transformación de las formas.....	15
8	Anexos.....	16
	Anexo I – Rutas	16
	Anexo II – Guías de contenedores.....	16

1 Especificaciones de Proyecto

A continuación se presentan las especificaciones del proyecto dadas por el armador:

- Tipo de Buque: Portacontenedores
- Carga: 950 TEU (190 refrigerados)
- Tipos de contenedores: ISO TEU, FEU y High Cube
- Distribución de contenedores:
 - a. Bodegas: 285 TEU, 4 filas de High Cube
 - b. Intemperie: 665 TEU o equivalente en FEU y FEU 45'
- Sociedad de clasificación: ABS (American Bureau of Shipping)
- Reglamentos: Prefectura Naval Argentina (PNA), IMO (SOLAS, MARPOL, ILL '96, GT '69)
- Velocidad: 19.5 nudos en pruebas
- Tripulación: 20 personas

2 Consideraciones del Proyecto

En base a las especificaciones del armador se realiza el anteproyecto de un buque portacontenedores de 950 TEU. Para llevar a cabo el proyecto, además de las especificaciones dadas por el armador será necesario definir más condiciones para ir avanzando sobre la espiral de diseño.

2.1 Ruta

Dado que el armador no especifica la ruta se realizara un estudio de puertos y mercado para considerar y eventualmente adoptar una ruta necesaria. Esta ruta es importante ya que pondrá ciertas restricciones en el diseño del buque. La bandera del buque será Argentina, por lo que el recorrido principal será en el Mercosur. En base a información obtenida sobre el movimiento de TEU's por puerto (Imagen 2.1.1) se establecieron los siguientes puertos como parte de la ruta: Buenos Aires, Montevideo, Paranaguá y Santos. Dado la necesidad de versatilidad del buque será también diseñado para poder llegar hasta San Antonio, Valparaíso y Ciudad del Cabo. Estas rutas pueden ser observadas en el Anexo I.

En base a estas rutas se definió la distancia mínima para cubrir de 7,000km sin reposición de combustible. A pesar de que estas rutas serán las más usuales se dimensionan los tanques para cubrir una distancia BsAs – Sydney, Australia. A esta distancia luego se le sumara un margen para calcular las capacidades de los tanques de fuel oil necesarios.

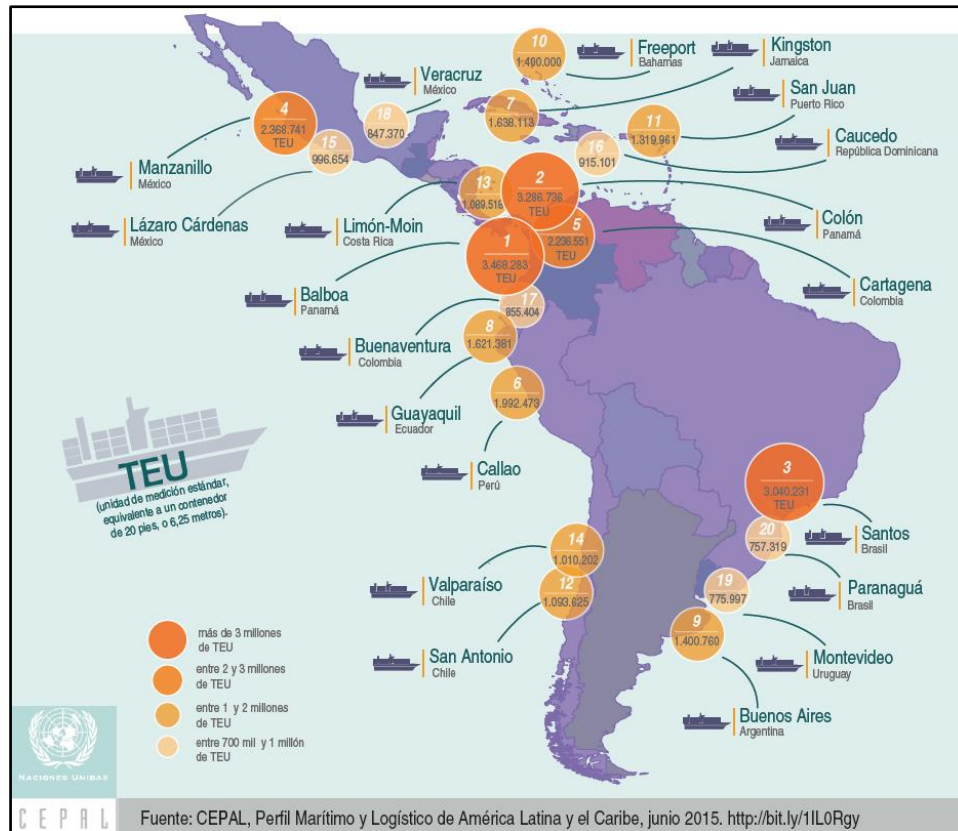


Imagen 2.1.1: Ranking de puertos LATAM 2014

En base a la ruta dada se pueden establecer dos características del buque. En función de la ruta, en ciertos puertos puede haber restricción de calado, especialmente en el puerto de Buenos Aires, que tiene una profundidad máxima 9.75. Por otro lado el buque no deberá estar equipado con grúas para la carga y descarga de los contenedores ya que todos los puertos cuentan con sistemas de carga y descarga adecuados para este tipo de buque. En la tabla 2.1.2 se puede ver esta información reflejada:

Puerto	Profundidad [m]	Grúas
Buenos Aires, Argentina	9.75	Si
Montevideo, Uruguay	12.00	Si
Paranaguá, Brasil	13.30	Si
Santos, Brasil	15.00	Si
Valparaíso, Chile	11.40	Si
Ciudad del Cabo, Sudáfrica	15.90	Si

Tabla 2.1.2

2.2 Carga

Dentro de su capacidad de carga deberá ser capaz de transportar contenedores FEU HC (High cube) en bodegas y FEU 45' sobre escotillas. A continuación se presentan las dimensiones de los contenedores utilizados:

Contenedor (ISO)	Largo [mm]	Ancho [mm]	Alto [mm]	Peso Vacío [T]
TEU	6058	2438	2621	2.3
FEU	12192	2438	2621	3.75
FEU HC	12192	2438	2926	3.94
FEU 45	13716	2438	2621	4.85

Tabla 2.2.1

Del total de su carga en TEU, 190 deberán ser refrigerados. La capacidad del buque en TEU está relacionada a la cantidad de slots que dispone el barco para almacenar contenedores de 20 pies. Su capacidad de carga bajo bodega deberá ser de 285 TEU, los cuales serán dispuestos en 7 bodegas con tapas de escotillas tipo pontón. Estas bodegas dispondrán de guías celulares para facilitar la estiba de 4 filas de contenedores. Las guías serán para estibar contenedores FEU con la posibilidad de estibar dos contenedores TEU en cada slot de 40 pies, y tendrán el espacio necesario para almacenar 4 filas de contenedores FEU HC.

3 Base de datos de buques similares

Para realizar el dimensionamiento del buque se ha hecho una investigación sobre buques portacontenedores de características similares a las especificadas por el armador. La principal característica que debían cumplir era la cantidad de contenedores a transportar.

La información es obtenida de diversos lugares, siendo estas páginas web de venta de buques, Lloyd Register, navieras, etc... Toda esta es información disponible al público en general en internet.

En base a todos los buques encontrados se eligió el buque más parecido para utilizarlo como buque base.

A continuación se muestra la tabla con información de los buques:

Buque		SC	TEU	LOA	LPP	B	D
	Año	Sociedad de clasificacion	Capacity Volume	Eslora total	Eslora entre Perpendiculares	Manga	Puntal
Container ship	2015		1020	143		22.6	11.3
Mapocho	1999		1634	168		27	
Vlharding 900TEU	2010	BV	917	153.85	144.9	21.5	9.3
MEERA	2010		907	138.5		21.7	
KLARA	2009		917	153.7		18	
Container Ship	2010	BV	1036	151.72	142	23.4	
Container ship		ABS	1000	133.7	122.84	22.7	11.3
Mol Adventure (Feeder)	2005	NK	1048	135	123.2	23.2	13.7
Yellow Moon (Feed.)		NK	1022	148	140.3	23.25	11.5
Julia Srey Nak (Feed.)	2005	GL	1112	148	140.3	23.25	11.5
Blue Moon (Feeder)	2008	NK	1022	148	140.3	23.25	11.5
Vega Pollux	2005	BV	966	139.1	129	22.6	11.8
Batam Trader	2002	ABS	1078	154	145	25	13.6
BLPL Blessing	2007	ABS	1030	148	137.7	22.9	11.2
Burak Bayraktar	2002	ABS	858	136	124.9	20.8	11.25
Daniel A	2000	ABS	1221	155.6	147.44	24.5	14.2
Dorothy Trader	2000	ABS	1078	154	145	25	13.6

Buque	T						
	Calado	Calado de escantillonado	Deadweight	Porte	Porte Neto	Contenedores refrigerados	Velocidad de diseño [nudos]
Container ship	8.2	8.2					18
Mapocho			21270	16986		200	19
Vlharding 900TEU	6.97			8971	4776	200	18.5
MEERA	8	8	9002	8430		200	17.5
KLARA	6.9	6.9	10600	8976		206	18
Container Ship	7.6	8					
Container ship	8.5	8.5	11580				17
Mol Adventure (Feeder)				12559	5618	102	17.5
Yellow Moon (Feed.)	8.5	8.5	13760	9954	5117	227	19.4
Julia Srey Nak (Feed.)	8.5	8.5	13950	9910	5032	220	19.6
Blue Moon (Feeder)	8.5	8.5	13760	9954	5117	227	19.4
Vega Pollux	8.8	8.8	11500	9981	4900	252	19
Batam Trader	9.48		16794	15024			
BLPL Blessing	8285		13479.37	9990	4285		
Burak Bayraktar	8507		11656	8323			
Daniel A	9.18		17254	14193			
Dorothy Trader	9.48		16742	15024.84			

Buque			POT	
	Main Engine Type	RPM	MCR (kW)	Cranes
Container ship				No
Mapocho			2255	No
Vlharding 900TEU		500	7999	No
MEERA	MAK 9M43		8400	No
KLARA	MAK 8M43		7200	No
Container Ship				No
Container ship			9800	2
Mol Adventure (Feeder)	B+W 7S50MC	127	10126	No
Yellow Moon (Feed.)	MAN-B+W 6S50MC-C	127	9611	2x45
Julia Srey Nak (Feed.)	MAN-B+W 8L48/60B	500	9732	No
Blue Moon (Feeder)	MAN-B+W 6S50MC-C	127	9611	No
Vega Pollux	MAN-B+W 8L48/60B	500	9732	2x45
Batam Trader	HUDONG HM CO LTD 7L60MC (MK5)	123	13440	2
BLPL Blessing	Wartsila 8L46F	600	10000	No
Burak Bayraktar	MAN B&W ALPHA DIESEL 8S35MC	173	5920	No
Daniel A	MAN B&W DIESEL AG 7S50MC-C	127	11060	No
Dorothy Trader	Hudong Heavy Machinery Co. 7L60MC MK5		13440	No

En base a estas tablas se va a llevar a cabo el dimensionamiento del buque, de aquí se obtendrán las relaciones necesarias y la información que sea crítica para el diseño en el anteproyecto. Para calcularlas se seguirá el lineamiento propuesto por el libro de D.M. Meizoso (Ver bibliografía).

4 Dimensiones Principales

El buque será diseñado teniendo siempre en cuenta que deberá estibar 950 TEU de los cuales 285 TEU deberán disponerse bajo bodegas. En base a las dimensiones de los contenedores, y las guías celulares bajo bodegas podemos aproximar la eslora, puntal y manga de la bodega. Luego, en base a la velocidad de diseño podremos estimar la longitud de la sala de máquinas y así continuar dimensionando los espacios restantes.

El coeficiente de block y el coeficiente prismático serán obtenidos en base a las dimensiones propuestas.

Para realizar las estimaciones preliminares se seguirá el lineamiento propuesto por el libro de D.M. Meisozo (ver bibliografía).

4.1 Eslora

El cálculo preliminar de la eslora consiste en sumar las esloras de los espacios que conforman el buque. Estos espacios son los siguientes:

- Pique de popa (LPO)
- Sala de máquinas (LSM)
- Bodegas (LBOD)
 - Guías de contenedores
 - Eslora contenedor
 - Espacio entre bodegas (brazolas)
- Pique de proa (LPR)
 - Mamparo de colisión proel
 - Espacio para el bow-thruster

$$L_{pp} = LPO + LSM + LBOD + LPR$$

El pique de popa y proa serán estimados en base a datos de buques existentes y recomendaciones de máximos y mínimos. Para la eslora de sala de máquinas Meisozo presenta una fórmula para aproximarla:

$$LSM = cw1 * PB + cw2$$

Dónde:

- cw1 es un coeficiente que varía entre 1.4 y 2.0. Se adopta un valor de 1.7
- cw2 es un coeficiente que varía entre 6 y 10. Se adopta un valor de 8
- PB es la potencia del buque en kW. En base a la potencia de buques similares se toma 13000kW

Entonces:

$$LSM \cong 30m$$

Para definir los piques de proa y popa se utilizan los valores de buques similares. Se adoptan los siguientes valores

- Pique de popa: LPO = 5m
- Pique de proa: LPR = 8m

La eslora de la bodega se puede calcular de considerar que en cada bodega se va a estibar 1 contenedor FEU en su eslora, y se considera el espacio ocupado por las guías. En base a este espacio también se calcula la clara de cuadernas, para que los mamparos de bodegas coincidan con los refuerzos del doble fondo y mantener una continuidad estructural. Una vez calculada la clara de cuadernas se busca un espacio óptimo entre los mamparos transversales de las bodegas.

$$LBOD = (L_{guia} + L_{FEU} + L_{guia}) * N_{bodegas} + L_{brazola} * (N_{bodegas} - 1)$$

Para calcular la clara de cuadernas se toma la distancia entre dos mamparos de bodegas y se busca una clara de cuadernas acorde:

$$L_{cuadernas} = \frac{L_{guia} * 2 + L_{FEU}}{21}$$

Donde se adoptan los siguientes valores:

- Eslora de guías: 120mm
- Eslora contenedores FEU: 12192mm

- Dando una clara de cuadernas:

$$L_{cuadernas} = 592mm$$

- Eslora entre brazolas de bodegas:

$$L_{brazola} = \frac{L_{guia} * 2 + L_{FEU}}{21} * 3 = 1776mm$$

Obteniendo la eslora de las bodegas:

$$LBOD = 97.68m$$

Finalmente, sumando los diferentes espacios se obtiene la siguiente eslora entre perpendiculares:

$$L_{pp} = 140.2 m$$

4.2 Clara entre cuadernas

En la parte anterior se definió la clara de cuadernas en 592mm para la bodega y se adopta una clara un poco superior para la sala de máquinas: 700mm. Estos valores calculados deben ser menores que los máximos establecidos por el ABS, estos máximos se calculan de la siguiente manera:

$$L_{cuadernas} = 2.08L + 438mm$$

Obteniendo una clara de cuadernas máxima de: $L_{cuadernas} = 729mm$

Por lo que las claras calculadas anteriormente cumplen los requisitos del ABS

4.3 Manga

El cálculo de la manga se realiza de la misma manera que el de la eslora. Para este caso se toma la manga en la sección de bodegas, sumando los contenedores, guías y tanques laterales. Se consideraran 7 FEU distribuidos a lo largo de la manga.

$$B = BCON * NSB + B_{guia}(NSB - 1) + 2B_{mc} + B_{TL}$$

Dónde:

- BCON es la manga de un contenedor: 2348mm
- NSB es la cantidad de contenedores en la manga: 7
- Bguia es la distancia entre contenedores debido a las guías: 150mm
- Bmc es la distancia entre el contenedor y el mampara longitudinal (a ambos lado de la bodega): 150mm
- B_{TL} es la manga de los tanques laterales: 2100mm
 - Este valor se toma según recomendaciones del libro de Meisozo, donde indica que por lo general no supera los 2,5m y no es menor de 2m para buques de esta eslora. Este valor es aproximadamente el 10% de la manga total.

Las distancias de las guías y separaciones se obtienen de las recomendaciones del libro “Proyecto básico del buque mercante” de DM Meisozo (ver anexo II).

Obteniendo una manga:

$$B = 22.47 m$$

4.4 Puntal

Siguiendo la metodología anterior el puntal se calcula sumando la altura del doble fondo más el espacio requerido en bodega para almacenar 4 filas de contenedores como requeridos por el armador (así como también tener la opción de almacenar contenedores High Cube).

$$D = DDF + DCON * NCD + HMAR - DBR$$

Dónde:

- DDF es la altura del doble fondo: 1.8m
 - Este debe ser superior al reglamentado por el ABS. El exceso de 0.2m es para obtener mayor lugar para los tanques del doble fondo, además de una altura más cómoda para realizar inspecciones.

$$DDF_{min} = 32 * B + 190\sqrt{D} = 1.6m$$

- DCON es la altura del contenedor HC: 2926mm
- NCD es la cantidad de filas de contenedores: 4
- HMAR es el margen entre la última fila de contenedores y la tapa de escotilla: 400mm
 - Este valor se toma realizando la resta entre la altura de brazola sobre la línea base y la altura total de los contenedores.
- DBR es la altura de la brazola: 1500mm
 - Esta altura de brazola se toma cumpliendo la reglamentación de altura mínima del ABS y proporcionando una altura cómoda para que la tripulación pueda circular por los pasillos laterales de la cubierta principal.

Dando un puntal:

$$D = 12.4 m$$

5 Análisis de buques similares

Una vez obtenidos los valores de las dimensiones principales procedemos a realizar un análisis de los datos de buques similares para verificar las relaciones entre ellos y realizar ajustes de ser necesario. Estas relaciones también ayudaran a establecer el calado, el desplazamiento y algunos datos más importantes en la etapa de anteproyecto.

Si estas relaciones se modifican pueden cambiar otros parámetros del buque. Por ejemplo una reducción en la relación L/B puede aumentar la resistencia al avance, así como también reducir el peso del acero.

La relación B/D está relacionada a la estabilidad del buque. Este es un factor importante ya que el buque carga pesos elevados (contenedores muy por encima de la cubierta principal), esto es una condición que afecta negativamente al centro de gravedad, por lo que se busca obtener una relación elevada para una mejor estabilidad.

La relación L/D está relacionada a la resistencia estructural, ya que un valor muy elevado (generalmente limitado en 15-16 por las sociedades de clasificación) puede generar tensiones muy elevadas en la zona de la cubierta principal. Dado que el buque tendrá grandes aberturas (aberturas de bodegas), será imperativo el uso de acero de alta resistencia, por lo que aun teniendo una relación elevada de L/D el buque estará dentro de los límites seguros de las sollicitaciones.

A continuación se presentan las relaciones obtenidas de la base de datos de buques similares.

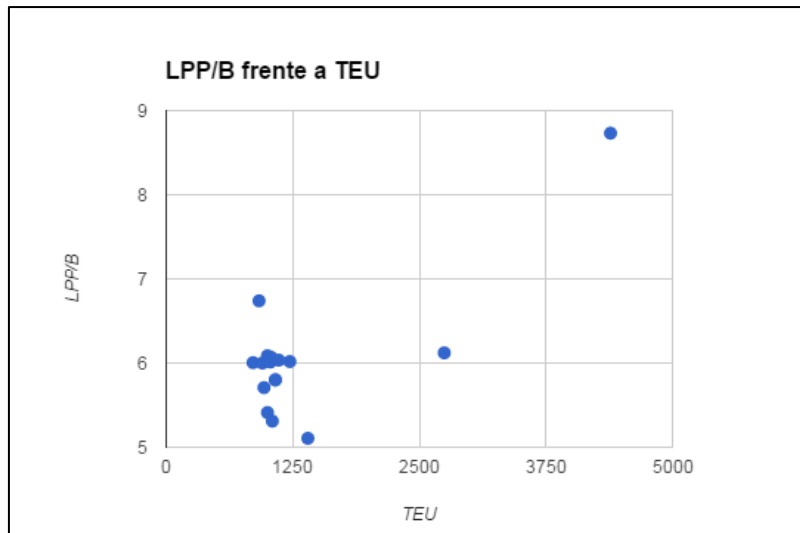


Imagen 5.1 Lpp/B frente a TEU

En este grafico podemos ver como la relación de eslora sobre manga está concentrada en 6, considerando únicamente los buques con una capacidad de aproximadamente 1000TEU's.

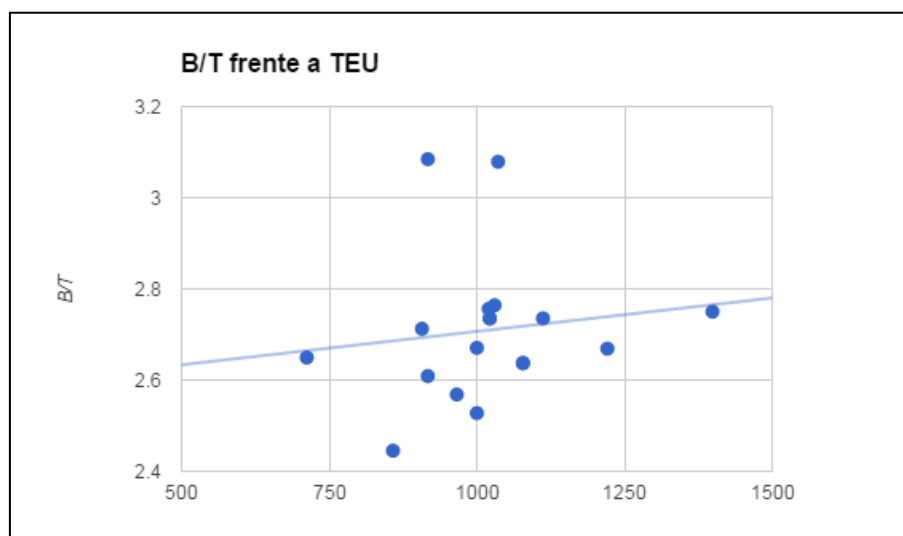


Imagen 5.2 B/T frente a TEU

En la imagen 5.2 se puede sacar una relación media de 2.7

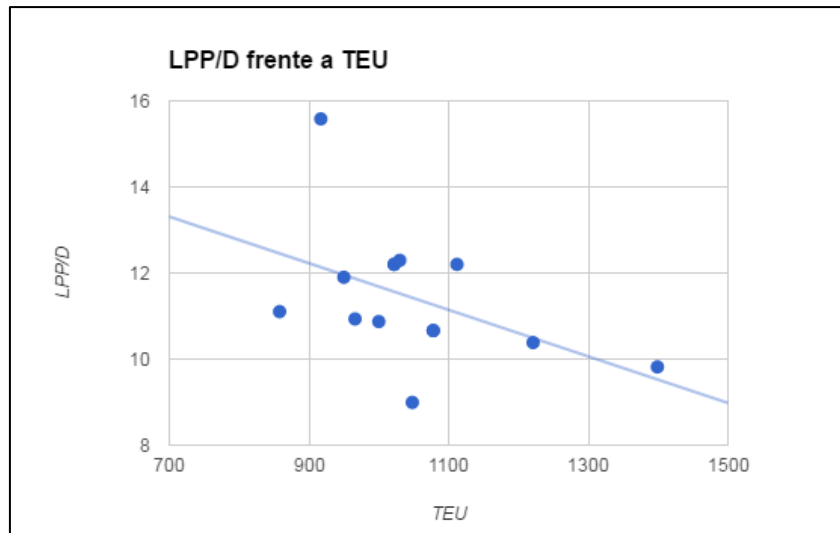


Imagen 5.3 Lpp/D frente a TEU

En la imagen 5.3 se puede observar una relación media de 11.5

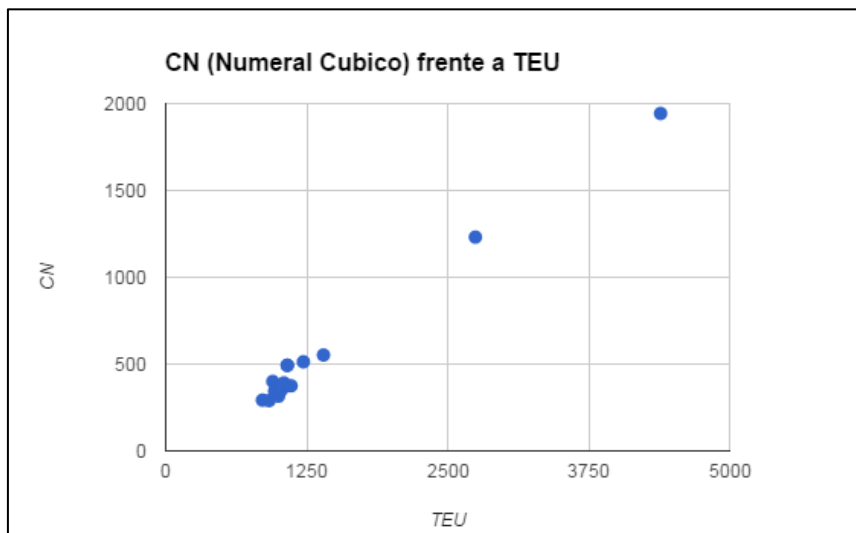


Imagen 5.4 CN frente a TEU

En la imagen 5.4 se puede observar un numeral cubico medio de 384, tomando únicamente buques hasta 1050 TEU.

Siendo el numeral Cubico:

$$CN = \frac{L_{pp} * B * D}{100}$$

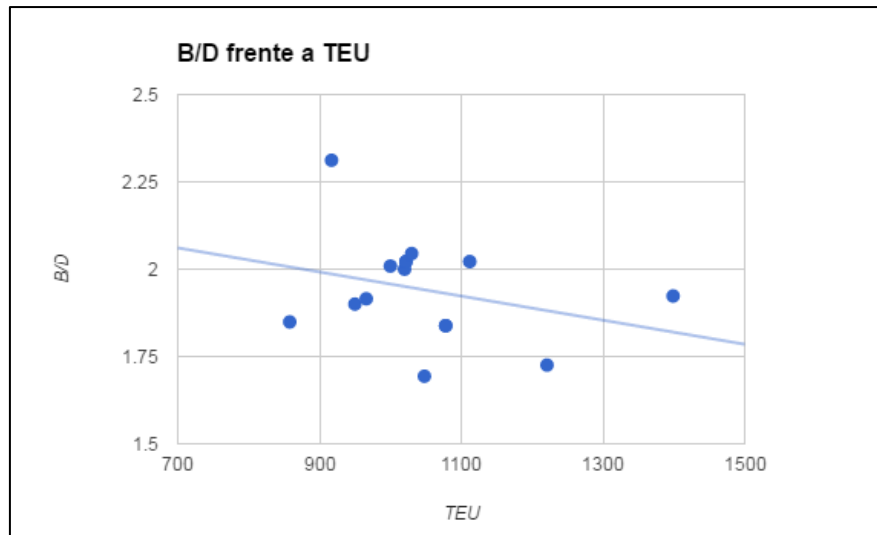


Imagen 5.5 B/D frente a TEU

En la imagen 5.5 podemos observar una relación media de 1.9 para buques de 1000TEU

En la tabla 5.1 se pueden observar todas las relaciones previamente observadas en conjunto con relaciones recomendadas, relaciones de la sección 4 y las dimensiones finales adoptadas.

Relación	Buques Similares	Recomendaciones (Watson)	Relaciones Calculadas
Lpp/B	6	6.2	6.23
B/T	2.7	2.3-4.5	2.8
Lpp/D	11.5	10.6	11.3
CN	384	-	391
B/D	1.9	1.7	1.8

Tabla 5.1

Cabe destacar que el calado aun no fue determinado, ya que no se tiene como dato de entrada el desplazamiento del buque. El calado y desplazamiento serán definidos propiamente más adelante una vez realizada la estimación preliminar de pesos. Previo a esto se toma un calado de 8 m sacado de la relación de B/T.

En base a las relaciones recomendadas, las estadísticas de buques similares y las dimensiones previamente calculadas se realizaron unos ajustes, obteniendo los valores expuestos en la tabla 5.2.

Lpp [m]	B [m]	D [m]	T [m]	Lpp/B	B/T	Lpp/D	CN	B/D
140	23	12	8	6.09	2.7	11.667	386.4	1.917

Tabla 5.2

6 Coeficientes de Forma

A continuación se realizarán los cálculos para determinar los coeficientes de forma óptimos para las dimensiones principales seleccionadas.

6.1 Numero de Froude

EL número de Froude se calcula de la siguiente manera:

$$Fn = \frac{V}{\sqrt{gL}}$$

Dónde:

- g es la aceleración de la gravedad
- L es la eslora entre perpendiculares
- V es la velocidad en m/s

Entonces:

$$Fn = 0.27$$

6.2 Coeficiente de block

En esta parte utilizaremos diferentes fórmulas propuestas por autores para estimar el coeficiente de block óptimo. EL coeficiente de bloque es uno de los principales coeficientes que definen la forma de la carena, haciendo el buque de formas más llenas o más delgadas. Un coeficiente bajo será más óptimo para una menor resistencia al avance, mientras que un coeficiente de bloque más elevado mejora el coeficiente de estiba del buque.

Fórmulas de Ayre:

$$C_b = C - 1.68 Fn$$

Dónde:

- C es igual a 1.08 para buques de una hélice
- Fn es el número de Froude: 0.27

Entonces:

$$C_b = 0.6255$$

Formula de Towsin

$$C_b = 0.7 + 0.125 * \tan \frac{(23 - 100 * Fn)}{4}$$
$$C_b = 0.6018$$

Formula de Kerlen:

$$C_b = 1.179 - 2026 * Fn$$
$$C_b = 0.6320$$

Numero de block final:

Realizando un promedio de los tres números de block obtenemos el número que utilizaremos para nuestro proyecto:

$$C_b = 0.619$$

Con este coeficiente de block podemos estimar preliminarmente la cantidad de contenedores que el buque podrá estibar bajo bodegas. Para hacer este calcula utilizamos el coeficiente de aprovechamiento presentado en el libro de Meizoso. Este se presenta a continuación:

$$C_{aprovechamiento} = 0.5 * C_b + 0.4$$

$$C_{aprovechamiento} = 0.71$$

En base a las dimensiones de filas y columnas previamente usadas para calcular las dimensiones principales podemos calcular la capacidad teórica de estiba de contenedores (TEU) bajo cubierta, y multiplicándolo por el coeficiente de aprovechamiento podemos estimar mejor la cantidad real de contenedores bajo cubierta:

$$Cont = C_{aprovechamiento} (Bodegas * 2 * Filas * Columnas)$$

$$Cont = 0.71 * (7 * 2 * 7 * 4)$$

$$Cont = 278$$

La cantidad de contenedores es inferior a la cantidad requerida por el armador (se requieren 285, por lo que faltaría ubicar 7 TEU). Utilizando el software CATIA se realizó un modelo del buque con sus mamparos, cubiertas y su casco. Con esta información se armaron las bodegas y se ordenaron los contenedores bajo cubierta para obtener el número final y real de contenedores bajo cubierta. La bodega de proa se extendió hacia arriba, ocupando espacio del castillo de proa. Luego de este análisis el número de contenedores que se pueden estibar bajo cubierta es de 314 contenedores, cumpliendo con el requisito del armador.

6.3 Coeficiente de sección media

Este coeficiente incide sobre la Resistencia a la Marcha de la Carena y sobre la extensión de la Zona Curva del casco en el Pantoque. Para calcularlo se utiliza la fórmula propuesta por Meizoso:

$$CM = 1 - 0.062 * Fn^{0.792}$$
$$CM = 0.978$$

6.4 Coeficiente Prismático

En esta parte se calculara el coeficiente prismático que tendrá el buque. Este se calcula de la siguiente manera:

$$C_p = \frac{C_b}{CM}$$

Dónde:

- C_b es el coeficiente de block promedio
- CM es el coeficiente de la sección maestra

$$C_p = 0.633$$

6.5 Desplazamiento

El desplazamiento preliminar, tomado para un calado de 8m, sirve para tener una idea de la capacidad del buque.

$$DISW = 1.03 * L_{pp} * B * T * C_b$$

Dónde:

- L_{pp} es la eslora entre perpendiculares: 140m
- B es la manga: 23m
- T es el calado de diseño: 8.5m (calculado con la estimación preliminar de pesos y las formas del buque)
- C_b es el coeficiente de bloque: 0.618

Entonces:

$$DISW = 17446$$

Podemos observar que este calado está en el mismo rango que el de los obtenidos de la base de datos de buques similares.

6.6 Posición Longitudinal del centro de Carena

En esta sección calcularemos la posición longitudinal del centro de carena, para luego adoptarla en el buque. Esta se toma desde la sección media (negativo a popa, positivo a proa). Esta la tomamos como el promedio de las siguientes formulas:

Formula de Harvald:

$$LCB = 9.70 - 45 * Fn$$
$$LCB = -2.45 \text{ m (Hacia Popa)}$$

Formula Jap:

$$LCB = 8.80 - 38.9 * Fn$$
$$LCB = -2.04 \text{ m (Hacia Popa)}$$

Tomando una posición longitudinal final:

$$LCB = -2.4 \text{ m}$$

6.7 Resumen coeficientes de Forma y dimensiones principales

Una vez obtenidos los coeficientes de forma, en conjunto con las dimensiones principales, se procederá a modificar el casco a los valores calculados. De esta manera el buque tendrá las propiedades que se desprenden de los valores seleccionados. En la tabla 6.1 se pueden ver los coeficientes de forma del buque:

Lpp [m]	B [m]	D [m]	T [m]	Fn	Cb	Cp	CM	LCB [m]	DISW [T]
140	23	12	8	0.27	0.617	0.627	0.984	-2.4	16383

Tabla 6.1

7 Transformación de las formas

Con las dimensiones principales y los coeficientes de forma ya establecidos el próximo paso consiste en adaptar las formas del buque base (Formas 3D en el programa FORAN) al buque previamente dimensionado.

Esta primera modificación será vital en el proceso, siendo la primera aproximación al buque y pudiendo realizar una estimación más ajustada sobre la cantidad de contenedores que podrán ser estibados bajo cubierta.

Con las formas en programa también podremos obtener más información sobre las hidrostáticas, resistencia al avance, estabilidad y disposición de espacios.

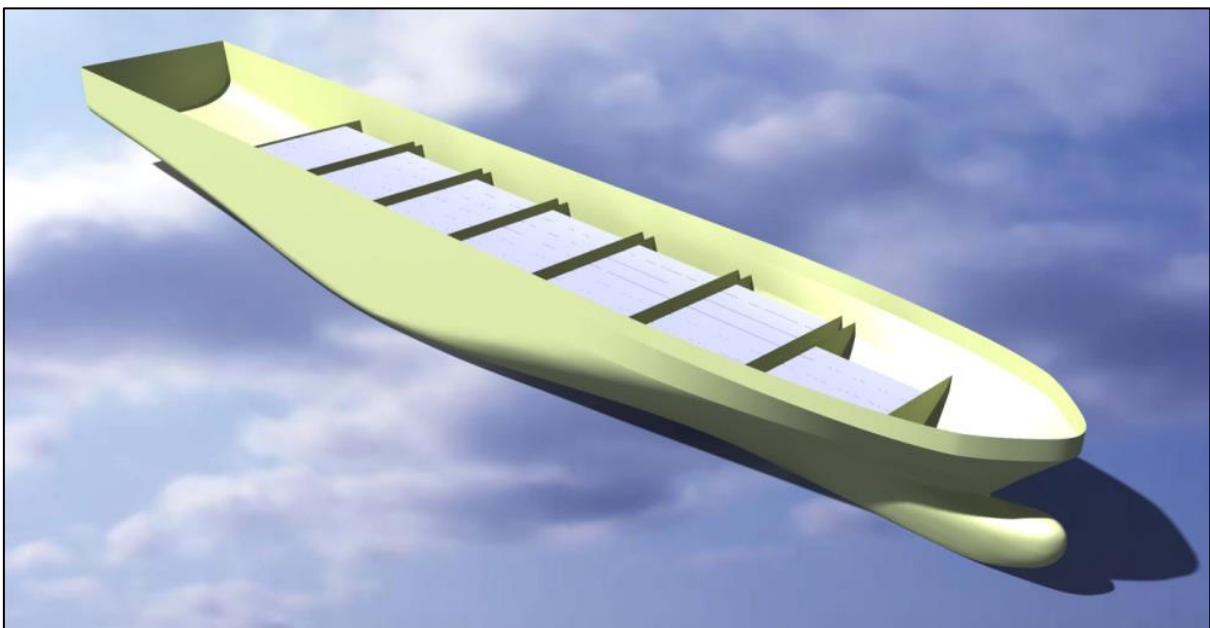


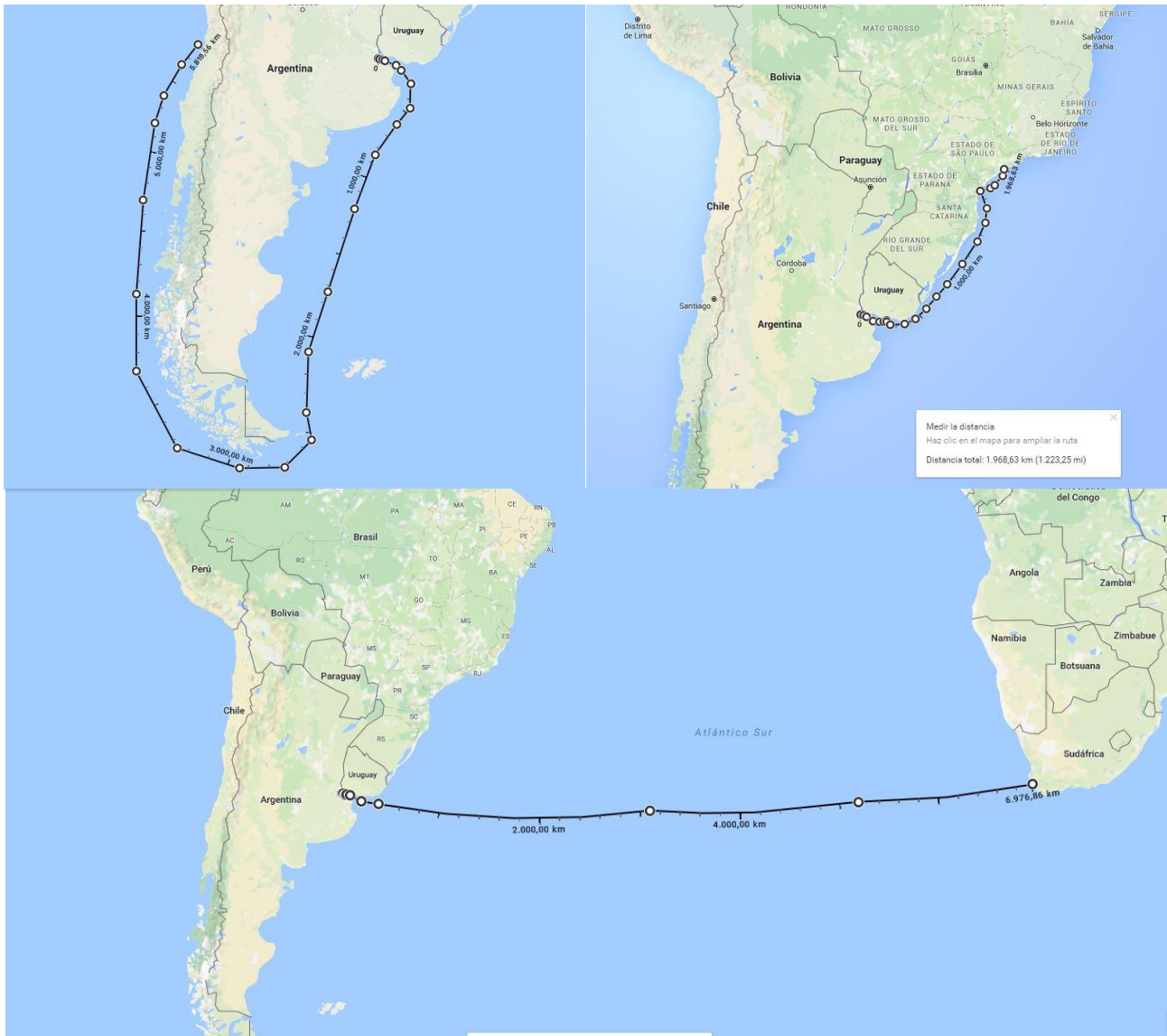
Imagen 7.1: Disposición de contenedores

En la imagen 7.1 podemos observar el modelo con todos los parámetros calculados, así como los mamparos transversales con las distancias calculadas. La primera verificación que se hizo es asegurarse que se puedan estibar los 280 contenedores especificados por el armador bajo cubierta, y efectivamente este requerimiento es satisfecho.

Una vez que ya tenemos las formas procederemos a realizar el cálculo y la disposición de los espacios y las capacidades de los tanques.

8 Anexos

Anexo I – Rutas










Anexo II – Guías de contenedores

GUÍAS DE CONTENEDORES (*)

TIPO	DIMENSIONES EN ESLORA (mm)		DIMENSIONES EN MANGA (mm)		PESO POR CONTENEDOR (t)
	DISTANCIA A BRAZOLA, GLM	GUÍA INDEPENDIENTE GLA	DISTANCIA BRAZOLA, GBM	GUÍA INDEPENDIE GBA	
FEU	115-120	-	150-600	80-100	0,032
TEU	115-120	180-200	150-600	80-100	0,024

(*) Los pesos y dimensiones de las guías son orientativos, pues dependen del fabricante y han evolucionado a lo largo del tiempo. Las distancias a las brazolas, GLM y GBM, son mínimas recomendadas y no debe olvidarse el redondeo requerido por las sociedades de clasificación en las esquinas de las escotillas. También se puede calcular el peso de las guías en bodegas, $WGHO = 0,713 \times NCHO^{0,52}$, siendo NCHO el número de TEUs en bodegas.

	1	2	3	4																																								
A																																												
B	<h1>PARTE IC</h1>																																											
C	<h2>DISPOSICIÓN GENERAL</h2> <h3>BUQUE PORTACONTENEDORES 950TEU</h3>																																											
D	<div> <div> APROBADO NFI 28/02/2019 </div> </div>																																											
E	<table border="1"> <tr> <td colspan="2"></td> <td>VERIFICADO</td> <td colspan="2">APROBADO</td> </tr> <tr> <td colspan="2">NOMBRE: PAUL MAC CARTHY</td> <td></td> <td colspan="2"> <div> NFI 28/02/2019 </div> </td> </tr> <tr> <td colspan="2">LEGAJO: 53360</td> <td></td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td colspan="2">FECHA: 10/05/2019</td> <td></td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td>NÚMERO PLANO</td> <td>REV</td> <td>HOJA N°</td> <td colspan="2">N° HOJAS</td> </tr> <tr> <td></td> <td>F</td> <td>0</td> <td colspan="2">17</td> </tr> <tr> <td>ESCALA:</td> <td>ARCHIVO:</td> <td>FORMATO:</td> <td colspan="2">   </td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>A4</td> <td colspan="2"></td> </tr> </table>						VERIFICADO	APROBADO		NOMBRE: PAUL MAC CARTHY			<div> NFI 28/02/2019 </div>		LEGAJO: 53360					FECHA: 10/05/2019					NÚMERO PLANO	REV	HOJA N°	N° HOJAS			F	0	17		ESCALA:	ARCHIVO:	FORMATO:	 				A4		
		VERIFICADO	APROBADO																																									
NOMBRE: PAUL MAC CARTHY			<div> NFI 28/02/2019 </div>																																									
LEGAJO: 53360																																												
FECHA: 10/05/2019																																												
NÚMERO PLANO	REV	HOJA N°	N° HOJAS																																									
	F	0	17																																									
ESCALA:	ARCHIVO:	FORMATO:	 																																									
		A4																																										
F	<table border="1"> <tr> <td>A</td> <td>REVISION INICIAL</td> <td>02/05 2017</td> <td>PMC</td> <td>NFI</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>CORRECCIONES SEGUN NFI</td> <td>26/05 2017</td> <td>PMC</td> <td>NFI</td> </tr> <tr> <td>C</td> <td>CORRECCIONES SEGUN NFI</td> <td>03/06 2017</td> <td>PMC</td> <td>NFI</td> </tr> <tr> <td>D</td> <td>CORRECCIONES SEGUN NFI</td> <td>20/01 2019</td> <td>PMC</td> <td>NFI</td> </tr> <tr> <td>E</td> <td>CORRECCIONES SEGUN NFI</td> <td>25/02 2019</td> <td>PMC</td> <td>NFI</td> </tr> <tr> <td>F</td> <td>CORRECCIONES SEGUN NFI</td> <td>10/05 2019</td> <td>PMC</td> <td>NFI</td> </tr> <tr> <td>REV.</td> <td>DESCRIPCIÓN</td> <td>FECHA</td> <td>DIBUJ.</td> <td>VERIF.</td> </tr> <tr> <td colspan="5">MODIFICACIONES</td> </tr> </table>				A	REVISION INICIAL	02/05 2017	PMC	NFI	B	CORRECCIONES SEGUN NFI	26/05 2017	PMC	NFI	C	CORRECCIONES SEGUN NFI	03/06 2017	PMC	NFI	D	CORRECCIONES SEGUN NFI	20/01 2019	PMC	NFI	E	CORRECCIONES SEGUN NFI	25/02 2019	PMC	NFI	F	CORRECCIONES SEGUN NFI	10/05 2019	PMC	NFI	REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	DIBUJ.	VERIF.	MODIFICACIONES				
A	REVISION INICIAL	02/05 2017	PMC	NFI																																								
B	CORRECCIONES SEGUN NFI	26/05 2017	PMC	NFI																																								
C	CORRECCIONES SEGUN NFI	03/06 2017	PMC	NFI																																								
D	CORRECCIONES SEGUN NFI	20/01 2019	PMC	NFI																																								
E	CORRECCIONES SEGUN NFI	25/02 2019	PMC	NFI																																								
F	CORRECCIONES SEGUN NFI	10/05 2019	PMC	NFI																																								
REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	DIBUJ.	VERIF.																																								
MODIFICACIONES																																												



ITBA
 Instituto Tecnológico
 de Buenos Aires

PSC ENDURANCE

DISPOSICIÓN GENERAL

CONTENIDO

1	Definición de Espacios	2
2	Mamparos transversales	2
2.1	Mamparo popel de sala de máquinas	2
2.2	Mamparo proel de la sala de maquinas	3
2.3	Mamparos de bodegas	3
2.4	Pique de proa	3
2.4.1	Bow thruster.....	5
2.4.2	Mamparos del Pique de proa.....	5
2.5	Resumen Mamparos transversales.....	5
3	Cubiertas	6
3.1	Cubiertas debajo de la principal	6
3.2	Cubiertas Superestructura	6
3.3	Castillo	6
3.4	Bodegas	7
3.5	Resumen de cubiertas.....	7
4	Tanques.....	8
4.1	Tanques Fuel Oil.....	8
4.1.1	Tanques de sedimentación y servicio diario de FO.....	8
4.2	Tanques de Diesel Oil	9
4.3	Tanque Aceite Lubricante.....	9
4.4	Tanque de Agua dulce	10
4.5	Tanques de Lastre.....	10
4.6	Resumen capacidades Tanques	11
4.7	Capacidades reales	12
5	Bodegas.....	13
5.1	Estiba bajo cubierta.....	13
5.2	Estiba sobre cubierta.....	14
6	Habilitación	14
6.1	Reglamentaciones SOLAS	16
7	Anexos	17
	Anexo I – Ruta BsAs – Sydney.....	17

1 Definición de Espacios

En esta sección del proyecto se definirán todos los espacios que comprenderán el buque. Esto incluye la definición más precisa de los espacios ya establecidos y la consideración de los espacios restantes. En esta parte también se definirán los tanques necesarios y sus capacidades. Al finalizar esta sección cada mamparo quedara establecido en una cuaderna, así como los piques de proa y popa.

Para empezar definiremos los espacios necesarios y requeridos, para hacer esto los separaremos en tres partes: Habitación, sala de máquinas, piques, tanques y bodegas.

- Habitación
 - Alojamiento
 - Sala HVAC
 - Ventiladores
 - Puestos de datos (internet, teléfono, luz, etc...)
 - Lavandería
 - Cocina
 - Almacén y cámaras frigoríficas
 - Cámara frigorífica
 - Oficinas
 - Cuartos de recreación
 - Comedor
 - Puente
 - Cuarto de baterías
 - Cuarto del generador de emergencia
- Sala de maquinas
 - Cuarto de Hidráulica
 - Cuarto de calderas
 - Taller de reparaciones
 - Cuarto de tratamiento de residuos
 - Cuarto de control del motor
 - Cuarto de servomotor
 - Cuarto de separadoras
- Pique de proa
 - Cuarto de hidráulica
 - Cuarto del bow-thruster
 - Pañol
- Bodegas
 - 7 Bodegas para contenedores
 - Contenedores sobre cubierta
- Tanques
 - Agua Dulce
 - Agua Técnica
 - Fuel Oil
 - Diesel oil
 - Aceite Lubricante
 - Lastre
 - Aguas grises
 - Aguas Negras
 - Drenajes
 - Reboses
 - Lodos

2 Mamparos transversales

Una vez definida la clara de cuadernas, los espacios de máquinas, piques y bodegas (definidos en el cuaderno 1), podemos definir la posición de los mamparos transversales.

El IACS dispone que los mamparos de sala de máquinas y el mamparo de colisión deberán ser estancos. Luego se evaluara la cantidad de mamparos estancos en bodegas.

2.1 Mamparo popel de sala de máquinas

La sala de máquinas estará ubicada lo más a popa posible, y el mamparo popel deberá ser capaz de albergar la bocina, por lo que se elige la cuaderna más a popa posible que cumpla esa condición

El mamparo popel de la sala de máquinas estará en la cuaderna 16.

2.2 Mamparo proel de la sala de maquinas

El mamparo proel se colocará a 20 metros del mamparo popel y a 32,9 metros de la perpendicular de popa. Este espacio es suficiente para alojar el motor que tiene una eslora de 11m.

El mamparo proel de la sala de máquinas estará en la cuaderna 47.

2.3 Mamparos de bodegas

A partir del mamparo proel de la sala de máquinas, y de las dimensiones calculadas en el cuaderno 1 ubican los mamparos de las 7 bodegas adyacentes. Estos son los siguientes:

Bodega	Mamparo popel [cuaderna]	Mamparo proel [cuaderna]	Longitud bodega [m]
1	47	68	12,432
2	71	92	12,432
3	95	116	12,432
4	119	140	12,432
5	143	164	12,432
6	167	188	12,432
7	191	212	12,432

Tabla 2.3.1

2.4 Pique de proa

A proa de las bodegas situaremos el pique de proa, este debe cumplir con el requerimiento de SOLAS y el ABS. También deberemos poder situar en proa un cuarto para el bow thruster. Dado la categoría de buque portacontenedores tipo feeder se decide instalar un bow thruster para facilitar las maniobras de puerto.

Para comenzar tenemos dos restricciones:

- El mamparo proel de la bodega 7 está en la cuaderna 212
- La perpendicular de proa está situada en la cuaderna: 227,5

Esto resulta con 9,186m para situar el pique de proa y el cuarto del bow thruster. En la imagen 2.4.1 podemos observar las condiciones con las que debe cumplir la posición del mamparo de colisión. A continuación el cálculo según estas condiciones.

Según 2.1.1: El mamparo de colisión no debe estar a menos de $0,05L_{pp}$ o 10m, el que sea menor y a no más de $0,08L_{pp}$ o $0,05L_{pp}+3$.

Siendo:

$$0,05 L_{pp} = 7 \text{ m}$$

$$0,08L_{pp} = 11,2 \text{ m}$$

2 COLLISION BULKHEAD

2.1 Extent and position of collision bulkhead

2.1.1

A collision bulkhead is to be fitted on all ships and is to extend to the freeboard deck. It is to be located between $0.05 L_{LL}$ or 10 m, whichever is less, and except as may be permitted by the Administration, $0.08 L_{LL}$ or $0.05 L_{LL} + 3$ m, whichever is the greater, aft of the reference point, where the reference point is as defined in [2.1.2].

2.1.2

For ships without bulbous bows the reference point is to be taken where the forward end of L_{LL} coincides with the forward side of stem, on the waterline which L_{LL} is measured. For ships with bulbous bows, it is to be measured from the forward end of L_{LL} a distance x forward; where x is to be taken as the lesser of the following:

- Half the distance, from FP_{LL} to the extreme forward end of the bulb extension.
- $0.015 L_{LL}$.
- 3.0 m.

Imagen 2.4.1

Dado que el buque tiene proa con bulbo, la distancia del mamparo de colisión se debe tomar a una distancia x de la perpendicular de proa, siendo x la menor de las siguientes:

- La distancia media entre la FP y el extremo del bulbo: 3,65m
- $0,015L_{pp}$: 2,1m
- 3m

Tomando 2,1m como la menor.

Entonces el bulbo debe estar situado entre 4,9m y 9,1m a popa de la perpendicular de proa (tomando la consideración del bulbo). Con estos límites buscaremos el espacio óptimo necesario por el bow thruster y luego estableceremos la cuaderna del mamparo. La imagen a continuación muestra la disposición del bulbo, el pipe de proa y el cuarto del bow thruster:

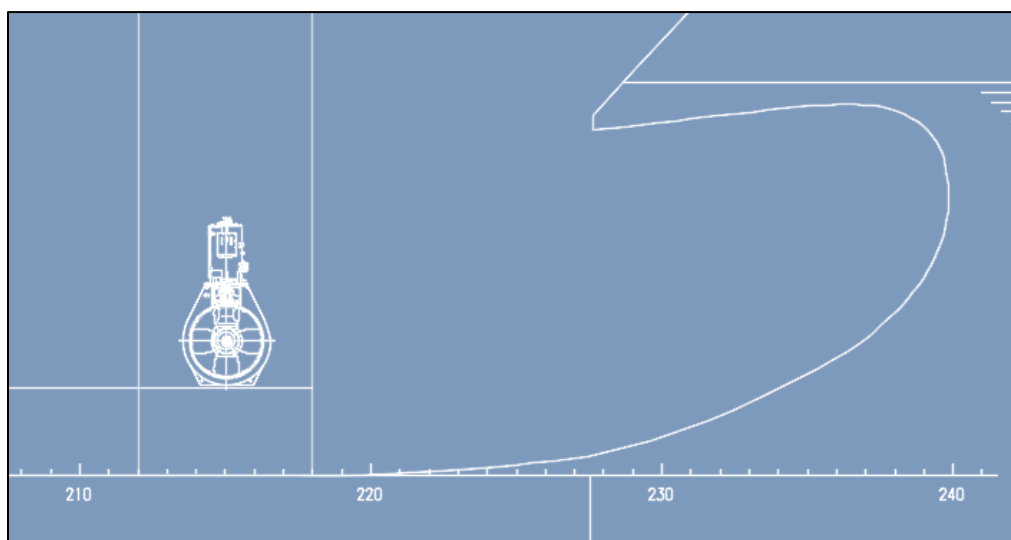


Imagen 2.4.2. Disposición proa

2.4.1 Bow thruster

El cuarto del bow thruster estará ubicado entre el mamparo de colisión y el mamparo de proa de la bodega 7. Este espacio deberá ser lo suficientemente grande para albergar el accionamiento del bow thruster y permitir una adecuada disponibilidad de espacio para tareas de mantenimiento.

En el cuaderno 7 se realiza el cálculo para el bow thruster. El bow thruster seleccionado tiene un diámetro de 1,6m de hélice y un túnel de 2,18m. Se tomaron 0,6m a proa y popa del mismo para tareas de mantenimiento. Considerando la clara de cuadernas tomaremos 6 claras, creando un cuarto de 3,552m de eslora.

2.4.2 Mamparos del Pique de proa

Teniendo en cuenta las dimensiones de los espacios previamente calculados podemos observar la posición final del mamparo de colisión proel y el mamparo a proa de la bodega 7:

Mamparo	Cuaderna
Colisión Proa	218
Bodegas Proa	212

Tabla 2.4.2

Este mamparo de colisión está a 5.62m a popa de la perpendicular de proa, dentro de los límites previamente definidos.

2.5 Resumen Mamparos transversales

En la tabla 2.5.1 podemos ver resumidas las posiciones de los mamparos transversales, incluidas las perpendiculares de proa y popa, el espejo y la proyección máxima del bulbo.

Mamparo	Cuaderna	Distancia a AP [m]	Espacio	Mamparo Popel	Mamparo Proel
Espejo de popa	-4,5	3,195	Bodega 1	47	68
Perpendicular de Popa (AP)	0	0	Bodega 2	71	92
Mamparo popel sala de maquinas	16	11,360	Bodega 3	95	116
Mamparo proel sala de maquinas	47	33,370	Bodega 4	119	140
Colisión Proel	218	134,602	Bodega 5	143	164
Perpendicular de Proa (FP)	227,5	140,000	Bodega 6	167	188
Proyección bulbo	240	147,626	Bodega 7	191	212

Tabla 2.5.1

3 Cubiertas

Las cubiertas ya han sido previamente estimadas. El doble fondo se encuentra a 1.8m, y la cubierta principal a 12m de la línea base.

3.1 Cubiertas debajo de la principal

Dentro de sala de máquinas, y de la zona a proa de las bodegas tendremos dos cubiertas, a 3.4m sobre el doble fondo la primera y a 6.8m la sobre el doble fondo la segunda.

3.2 Cubiertas Superestructura

La altura de la súper estructura esta principalmente condicionada por la visibilidad de buque. En base al arreglo preliminar de contenedores sobre cubierta, y a la reglamentación SOLAS (capítulo V regulación 22) podemos estimar la cantidad de cubiertas y su altura necesarias para poder cumplir con una visibilidad mínima. La reglamentación requiere que desde el puente de navegación se tenga una línea de visibilidad de 2 veces la eslora.

La dimensiones que regulara la altura de la superestructura será la longitudinal, la visibilidad por sobre la proa. Esta dimensión se puede ver en la Figura 3.2.1.

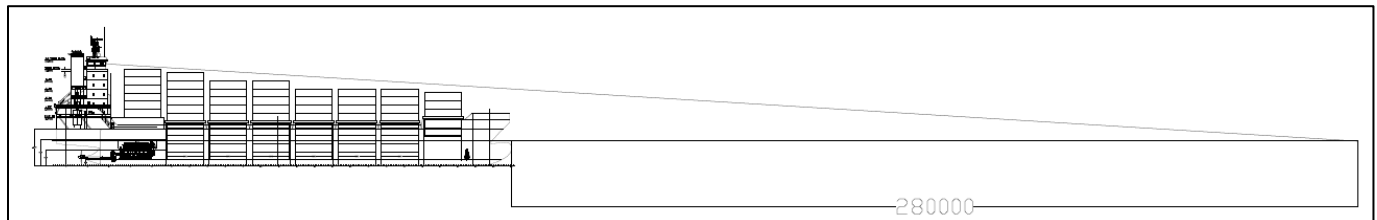


Figura 3.2.1: línea de visión 280000mm

En la figura se puede observar una disposición preliminar de contenedores sobre cubiertas, requiriendo una superestructura con las siguientes dimensiones y cubiertas:

Cubierta	Altura sobre la línea base [mm]
Toldilla	15750
Cubierta A	18800
Cubierta B	21850
Cubierta C	24900
Cubierta D	27950
Puente	31600
Cielo del Puente	34650

Tabla 3.2.2

3.3 Castillo

Dada la configuración de contenedores bajo cubierta, en la bodega 7 la tapa de escotilla estará por encima del nivel de las otras tapas de escotilla, para poder almacenar una fila más de contenedores. La elevación de la bodega 7 mejora el espacio de la misma (a mas elevación las formas son más llenas), pudiendo estibar más contenedores.

Esta cubierta estará a 3,2 m sobre la cubierta principal.

3.4 Bodegas

Dentro de las bodegas no habrá cubiertas (interferencia con los contenedores), pero en la zona de bodegas, en el doble casco se continuara con el entrepuente 2, donde se podrá circular desde la sala de máquinas hacia la proa, y adonde se ubicaran mandos a distancia de válvulas y otros elementos.

Está cubierta también cumple la función de caja de torsión (En conjunto con la cubierta principal, el costado del buque y el mamparo longitudinal). Esta caja de torsión corre a lo largo de la eslora del buque (mamparo de SM hacia la bodega 7. La complicación surge debido a los momentos de torsión generados, ya que estos generan las solicitaciones y deformaciones máximas en los extremos. Estas cajas se encuentran alejadas del eje central, mejorando la resistencia a la torsión del buque. También son necesarias ya que los buques portacontenedores tienen grandes aberturas, necesarias para la carga y descarga de contenedores. Estas aberturas reducen la resistencia a la torsión.

En las bodegas más a proa, debido a que las formas comienzan a cerrarse, tendremos mamparos longitudinales y palmejares para acompañar la forma de los contenedores estibados, mejorando el espacio de tanques.

3.5 Resumen de cubiertas

En la tabla 3.5.1 podemos observar las alturas sobre la línea base de todas las cubiertas.

Cubierta	Altura sobre la línea base [mm]
Doble Fondo	1800
Entrepuesto 1	5200
Entrepuesto 2	8600
Cubierta Principal	12000
Castillo	15000
Toldilla	15750
Cubierta A	18800
Cubierta B	21850
Cubierta C	24900
Cubierta D	27950
Puente	31600
Cielo del Puente	34650

Tabla 3.5.1

4 Tanques

En esta parte realizaremos el cálculo de las capacidades de los tanques requeridos en el buque. La mayoría de los tanques calculados en esta parte son estructurales. Estos tanques están delimitados por la estructura del buque.

Una vez calculadas las capacidades se realiza el plano de capacidades preliminar cumpliendo con las capacidades calculadas. Estas capacidades calculadas no serán las definitivas, ya que el espacio real del tanque puede tener un volumen superior al calculado.

A continuación el cálculo de las capacidades requeridas.

4.1 Tanques Fuel Oil

La capacidad de Fuel Oil se obtiene a partir del consumo del motor, la velocidad y la autonomía. En base al motor calculado en la sección de predicción de potencia tomaremos el consumo del motor y su potencia. La velocidad es condición del armador y la autonomía fue calculada en el primer cuaderno.

$$V_{FO} = SFR * MCR * \text{horas} / \rho$$

Dónde:

- SFR es el consumo específico: 180 g/kWh
- MCR es la potencia máxima continua del motor: 16800 kW
- Autonomía: 7611 millas náuticas (Ver Anexo I)
- Horas: 390hs (a velocidad de diseño)
- Densidad FO: 991 kg/m³

$$V_{FO} = 1020 \text{ m}^3$$

4.1.1 Tanques de sedimentación y servicio diario de FO

El circuito de combustible contara con diferentes categorías de tanques en base a su función, la primer categoría es el de almacenamiento previamente calculado. Luego de este tanque el combustible es llevado mediante bombas al tanque de sedimentación, luego será purificado utilizando purificadoras/separadoras, pasara por filtro y llegara al tanque de servicio.

El tanque de servicio almacenara el combustible previo a ser utilizado en el motor principal, de aquí pasara por las bombas de suministro, las de circulación, filtros y el Precalentador final, para entrar con las propiedades requeridas por el fabricante.

Estos tanques ambos tienen requisitos de capacidad, siendo medidos en horas de consumo. El tanque de sedimentación deberá poder almacenar combustible por 24hs de consumo continuo y deberá haber dos tanques. El tanque de servicio deberá almacenar 8hs de consumo continuo y deberá también haber dos de ellos.

Formula genérica para ambos tanques:

$$V_{tanque} = SFR * MCR * \frac{\text{Horas}}{\rho}$$

Utilizando los datos del motor principal y las horas previamente estipuladas obtenemos las capacidades de los 4 tanques (2 de sedimentación y 2 de servicio).

Tanques FO	Capacidad [m^3]
Sedimentación 1	65
Sedimentación 2	65
Servicio 1	22
Servicio 2	22

Tabla 4.1.1.1

4.2 Tanques de Diesel Oil

Estos tanques serán los que almacenaran el diesel para los motores auxiliares, encargados de abastecer la demanda eléctrica en el buque. En base al balance eléctrico del cuadernillo 12 podemos calcular la cantidad de kW requeridos para proveer de electricidad al buque. Con estos kW se dimensiona la planta eléctrica (3 motores auxiliares de 1,000 kW cada uno), tomando como motor auxiliar un MAN 6823/30DF. Para el diesel también deberemos calcular los tanques de sedimentación y servicio. Para el cálculo de MDO se tomarán las horas del viaje más largo y unas 8 horas extras para las maniobras de puerto. Para la carga de crucero utilizaremos 950 kW y para maniobra 1,900 kW. Utilizaremos la misma fórmula que para el FO, tomando un SFR distinto:

- SFR es el consumo específico: 194 g/kWh
- Carga de crucero: 1,000 kW
- Maniobra 2,000 kW
- Autonomía: 7611 millas náuticas (Ver Anexo I)
- Horas: 390hs (a velocidad de diseño)
- Densidad FO: 890 kg/ m^3

Tanques MDO	Capacidad [m^3]
Almacenamiento	88,3
Sedimentación 1	10,3
Sedimentación 2	10,3
Servicio 1	3,5
Servicio 2	3,5

Tabla 5.1

4.3 Tanque Aceite Lubricante

El aceite lubricante se estima a partir de las estimaciones de Watson para motores semi rápidos. Dado que Watson estima el peso tomaremos una densidad promedio para el aceite.

$$V_{LO} = W_{LO}/\rho$$

Dónde:

- W_{LO} es el peso estimado por Watson: 20 000 kg
- Densidad: 910 kg/ m^3

$$V_{LO} = 24 m^3$$

El volumen de aceite lubricante es levemente superior al 4% del volumen de Fuel Oil, siendo este un valor de referencia correcto.

4.4 Tanque de Agua dulce

La capacidad de agua dulce a bordo sale a partir de un cálculo aproximado por persona a bordo. Cabe destacar que el buque estará equipado con destiladores para generar el agua dulce técnica y potable requerida. Nuevamente utilizaremos los valores de referencia propuestos por Watson.

$$V_{FW} = 170 * \text{personas} * \text{dias} / \rho$$

Dónde:

- Personas son los 20 tripulantes
- Los días de navegación: 45
- Densidad: 1000 kg/m³

$$V_{FW} = 153 \text{ m}^3$$

4.5 Tanques de Lastre

Los tanques de lastre serán principalmente tanques laterales, ubicados a los laterales de las bodegas. Otros lugares incluyen el pique de proa y el doble fondo. En este tipo de buque los tanques de lastre son sumamente importantes, dado que la carga nunca es homogénea y siempre hay que compensar con los tanques de lastre. Los tanques serán dimensionados teniendo en cuenta un calado mínimo, siendo este el necesario para asegurar inmersión de la hélice.

Un factor importante para determinar la situación de lastre es el peso muerto, siendo este la carga y los consumibles. El dimensionamiento se realizara para la condición de arribo en lastre, dado que los consumibles han sido consumidos y es cuando los tanques deberán estar más llenos.

La condición de lastre tendrá las siguientes características:

- Hélice sumergida: calado de 6m en la perpendicular de popa
- Carga de contenedores: 280 contenedores TEU vacíos (peor condición posible de carga)
- Asiento en popa
- Consumibles: 10%

En base a realizar el cálculo de los pesos del buque con 10% de consumibles podemos, a partir de las hidrostáticas, calcular el calado del buque en esta condición.

Calado buque 10% consumibles: 4,4 m

Sacando la diferencia de desplazamientos para el calado de 4,4 m y nuestro calado mínimo de 6m podremos calcular cuánta agua de lastre será necesaria para sumergir la hélice y obtener un funcionamiento correcto del propulsor.

Calado Popa [m]	Calado Proa [m]	Desplazamiento [TM]
4,4	4.4	7600
6,0	5,75	10618

Tabla 4.4.1

Entonces obtenemos un volumen de tanques de lastre: $V_{LS} = 3018 \text{ m}^3$

4.6 Resumen capacidades Tanques

A continuación, en la tabla 6.1 se exponen las capacidades requeridas por los tanques más grandes. Estas capacidades deberán ser cubiertas con los tanques del buque, siendo estos los que se encuentran en el doble fondo, los piques y los laterales de las bodegas, así como también entre los mamparos de bodegas.

Tanques	Capacidad [m^3]
Almacenamiento MDO	88,3
Sedimentación 1 MDO	10,3
Sedimentación 2 MDO	10,3
Servicio 1 MDO	3,5
Servicio 2 MDO	3,5
TOTAL MDO	87,6
Almacenamiento FO	1212
Sedimentación 1 FO	65
Sedimentación 2 FO	65
Servicio 1 FO	22
Servicio 2 FO	22
TOTAL FO	696
Reboses de Combustibles	5
Drenajes de Combustibles	4
Aceite Lubricante	24
Aceite Sucio	2
Lastre	3547
Agua Dulce	153

Tabla 6.1 Capacidades tanques

4.7 Capacidades reales

En base a las capacidades calculadas se dimensionan los tanques, respetando la geometría del buque. Los tanques se dividen en dos categorías, los estructurales y los no estructurales. Los estructurales se modelan con el software FORAN, y en el anexo se puede observar el resumen detallado de los tanques estructurales. Los tanques no estructurales son instalados en la sala de máquinas.

A continuación se muestra un resumen con los distintos tanques y sus capacidades.

Tanques	ID	Capacidad [m ³]			Tipo
		Calculada	Real	Real 98%	
Almacenamiento MDO	AD	88,3	90,9	89,1	Estructural
Sedimentación 1 MDO	S1D	10,3	11	10,8	No Estructural
Sedimentación 2 MDO	S2D	10,3	11	10,8	No Estructural
Servicio 1 MDO	SR1D	3,5	3,7	3,6	No Estructural
Servicio 2 MDO	SR2D	3,5	3,7	3,6	No Estructural
TOTAL MDO		116	110	107	
Almacenamiento FO	AF	1212	1263,2	1238	Estructural
Sedimentación 1 FO	S1F	65	85,6	83,9	Estructural
Sedimentación 2 FO	S2F	65	85,6	83,9	Estructural
Servicio 1 FO	SR1F	22	22,5	22	No Estructural
Servicio 2 FO	SR2F	22	22,5	22	No Estructural
TOTAL FO		1386	1479	1450	
Reboses de Combustibles	RE	5	5,5	5,4	No Estructural
Drenajes de Combustibles	DR	4	4,5	4,3	No Estructural
Aceite Lubricante	LO	24	25,9	25,4	Estructural
Aceite Sucio	AS	24	25,9	25,4	Estructural
Lastre	LS	3018	3230	3165	Estructural
Agua Dulce	AG	153	164	160,7	Estructural
TOTAL COMBINADO		4730	5045	4944	

En el plano PMC-PB-010-005 se pueden observar los distintos tanques con sus ubicaciones y sus capacidades.

5 Bodegas

En esta sección se establecerá la estiba de contenedores sobre y bajo cubierta. Como condición de diseño se deben estibar 285 contenedores bajo cubierta y sobre cubierta se debe mantener una línea de visión mínima de 2 esloras hacia proa.

En el plano de estiba de contenedores se puede observar la distribución de los mismos en el barco y su numeración.

En el plano PMC-PB-010-005 se puede observar la distribución de contenedores, sobre cubierta y bajo cubierta.

5.1 Estiba bajo cubierta

Dado que las bodegas y las formas del casco ya están definidas lo único que queda es definir como serán estibados estos contenedores en las bodegas. La bodega número 7, ubicada a proa, será la única que tendrá una fila de contenedores sobre la cubierta principal, teniendo las escotillas al nivel de la cubierta del castillo.

Utilizando el software CATIA y AutoCAD se buscó la optimización de la carga en las bodegas sin que interfirieran con los mamparos y buscando la facilidad de construcción en donde se pueda. Utilizando la configuración en la imagen 5.1.1 se pueden estibar 304 contenedores bajo cubierta.

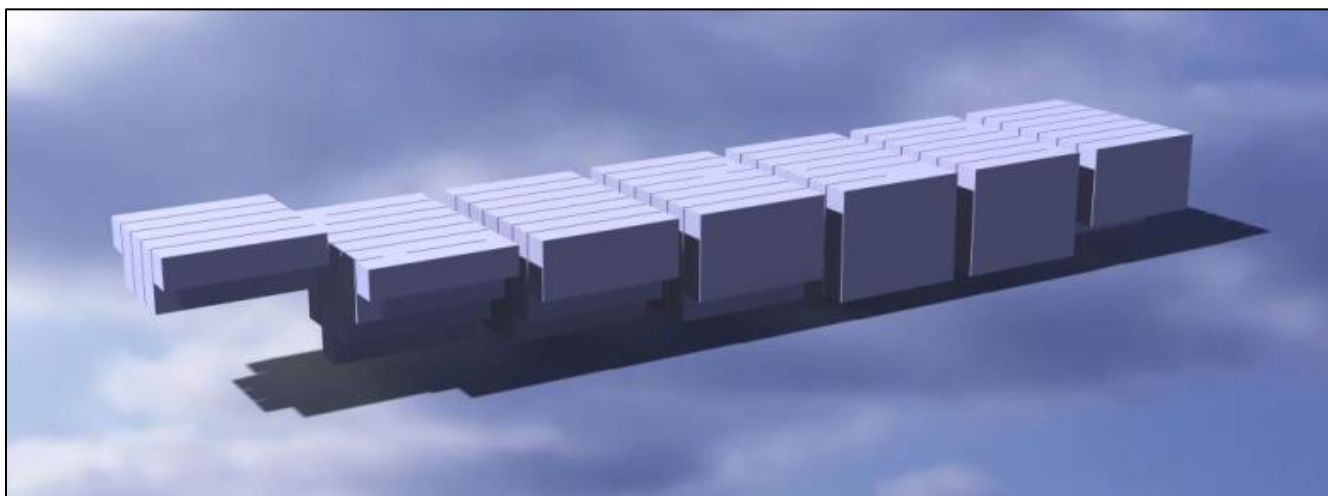


Imagen 5.1.1. Modelado de contenedores FEU bajo cubierta

5.2 Estiba sobre cubierta

Los contenedores sobre cubierta deberán estar estibados de tal forma que la línea de visión cumpla con las dos esloras a proa. Estos serán estibados sobre las tapas de escotillas y los contenedores sobre las bandas estarán apoyados en las escotillas y en apoyos laterales adosados a la banda (candeleros). Los contenedores que se encuentren sobre la banda deberán dejar suficiente espacio entre ellos y la cubierta principal como para que un tripulante pueda circular libremente. Tomando la altura de la brazola, de la tapa de escotilla y los accesorios sobre la escotilla sobre los cuales apoyan los contenedores (twistlocks), podemos calcular la altura del pasillo. La altura que tenemos es de 2110mm, siendo apta para la circulación de la tripulación. Dada la manga del buque y los contenedores podremos estibar 9 contenedores en la manga.

Dado que se deberán poder estibar contenedores de 20, 40 y 45, las tapas de escotillas contarán con los fittings necesarios y espacio adicional para estibar los contenedores de 45 pies. En base a esto las tapas de escotillas deberán tener más de 45 pies en eslora.

Estos contenedores no contarán con guías celulares como los contenedores bajo cubierta, por lo que deberán ser asegurado mediante dispositivos de lashing al buque. Este tipo de dispositivo y la forma en que serán dispuestos deberán cumplir con los requerimientos de lashing del ABS. De igual manera se utilizará la guía de la SC Lloyds Register. Este cálculo se realizará en el cuaderno 17.

6 Habilitación

La habilitación estará situada en la superestructura, por encima de la sala de máquinas. La superestructura estará situada sobre la cubierta de toldilla. La cubierta de toldilla, la cual se extenderá desde el espejo de popa hasta la cuaderna 45, justo 2 cuadernas a popa del mamparo de proa de sala de máquinas. Sobre esta cubierta de toldilla se dispondrá una columna de contenedores en proa y el resto de la superestructura (la zona de habilitación para los tripulantes). Más hacia la popa de esta cubierta se encuentra el guardacalor, ubicado lo más cercano al motor para facilitar la salida de los gases de escape.

La habilitación deberá albergar 20 tripulantes. Esta tripulación fija estará compuesta por:

- Comando [2]:
 - Capitán
 - Jefe de Maquinas
- Oficiales [6]:
 - Primer, segundo y tercer oficial de maquinas
 - Primer, segundo y tercer oficial de cubierta
- Tripulación [12]
 - Contramaestre
 - Marineros de cubierta [6]
 - Cabo
 - Electricista/Electrónico
 - Mecánico
 - Engrasador
 - Cocinero

A su vez también habrá disponibilidad (camarotes adicionales) para que puedan navegar en el buque cualquiera de las siguientes personas:

- Armador
- Medico
- Estudiantes
- Practico
- Pasajeros

También habrá un cuarto para 4 personas para cuando se transite por el canal de Suez.

Los espacios serán dimensionados acorde “Convenio sobre el alojamiento de la tripulación” de la Organización Mundial del trabajo. A continuación se presentan los extractos más pertinentes para el cálculo de los espacios de la tripulación:

La tripulación estará albergada en las cubiertas más alejadas de la sala de máquinas, para evitar los ruidos y vibraciones que se producen en la misma. La cubierta más elevada será el puente, teniendo los instrumentos de navegación, y sobre ella las antenas y radares. Desde la cubierta del puente hacia abajo se empezaran a situar los camarotes de la tripulación, empezando por lo de más alto rango (ya que a más altura el confort es mayor debido a los menores ruidos y vibraciones). El guardacalor se situara lo más lejos posible de los cuartos de la tripulación y se buscara interponer la sala de máquinas con los camarotes con cuartos que no estén habitados.

Debido a la cantidad de tripulantes el hospital deberá poseer dos camas, medios adecuados para ingresar y egresar camillas. Además deberá poseer una salida directa a la cubierta.

Para la construcción de los camarotes se usaran módulos, que irán dispuestos unos sobre otros para reducir las tuberías. También se deberá tener en consideración, en cada cubierta, el espacio para los puestos de control de luz, internet, tuberías, teléfono, intercomunicadores, etc...)

El generador de emergencia deberá estar situado en la superestructura, siendo este totalmente independiente de la sala de máquinas. La sala de aire acondicionada también estará en la superestructura, estando esta lo más alejada de los camarotes y con la aislación adecuada para evitar ruidos y vibraciones. La sala de CO2 almacenara los botellones de CO2 que se utilizan para apagar incendios en sala de máquinas, por lo que según el reglamento deberán estar fuera de sala de máquinas. Además tendrá una salida directa a la cubierta, para facilitar el recambio de los mismos y las inspecciones.

En todas las cubiertas también deberán estar incluidos los conductos de ventilación, lavanderías y pasillos adecuados para el tránsito de los tripulantes.

El almacén y cámara frigorífica deberá estar ubicado cerca de la cocina, y deberá tener un acceso fácil a la cubierta para poder recibir los víveres que serán ingresados al buque mediante la grúa para provisiones. Además de la tripulación fija, se considera que el buque puede acomodar a un práctico, alumno y/o armador.

6.1 Reglamentaciones SOLAS

En base a la reglamentación para la seguridad de la vida en el mar (SOLAS), se dispondrán elementos de seguridad y lucha contra incendio. También se dispondrán los cuartos y pasillo de manera de cumplir con las vías de escape requeridas. Además, se exponen más adelante los siguientes cálculos:

- Parte 4C: Sistema LCI
- Parte 5A: Medios de Evacuación y Dispositivos Salvavidas
- Parte 5B: Integridad estructural al fuego

Fuera de los cálculos de los cuadernos mencionados previamente, la superestructura deberá vías de escapes, escaleras adecuadas, puertas contraincendios en las vías de escape principal y pasillos adecuados. Además deberá albergar los siguientes elementos:

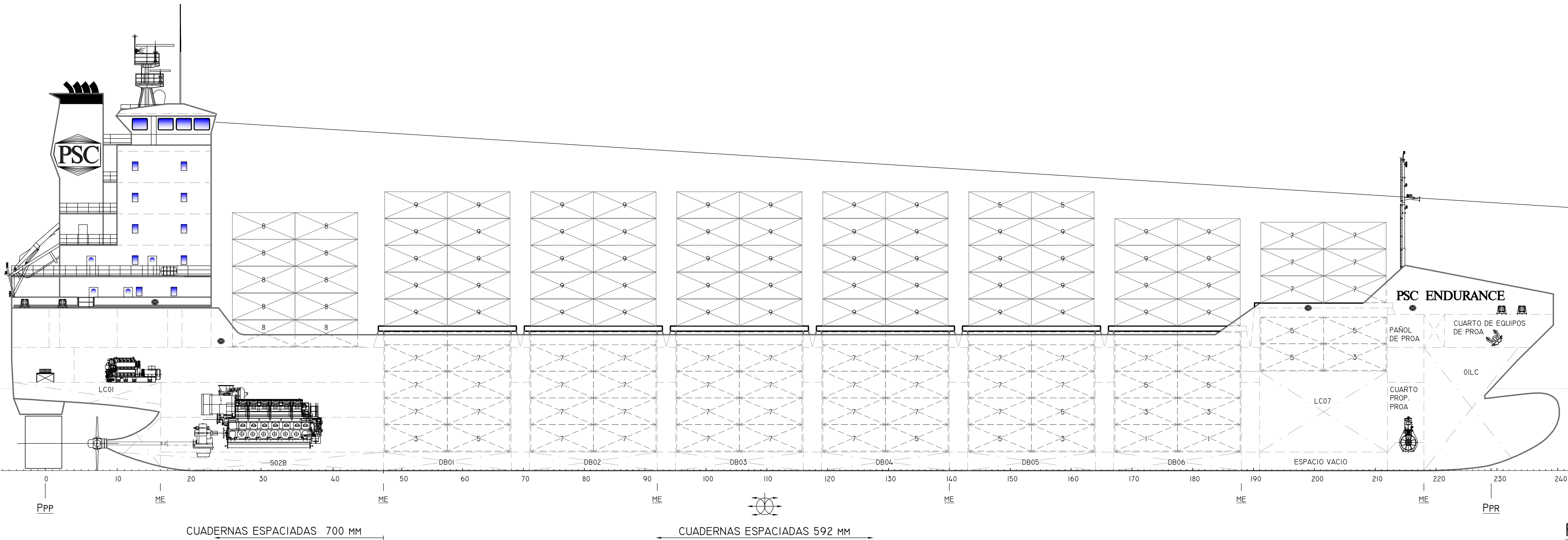
- Balsas salvavidas
- Lancha de rescate
- Bote de caída libre

7 Anexos

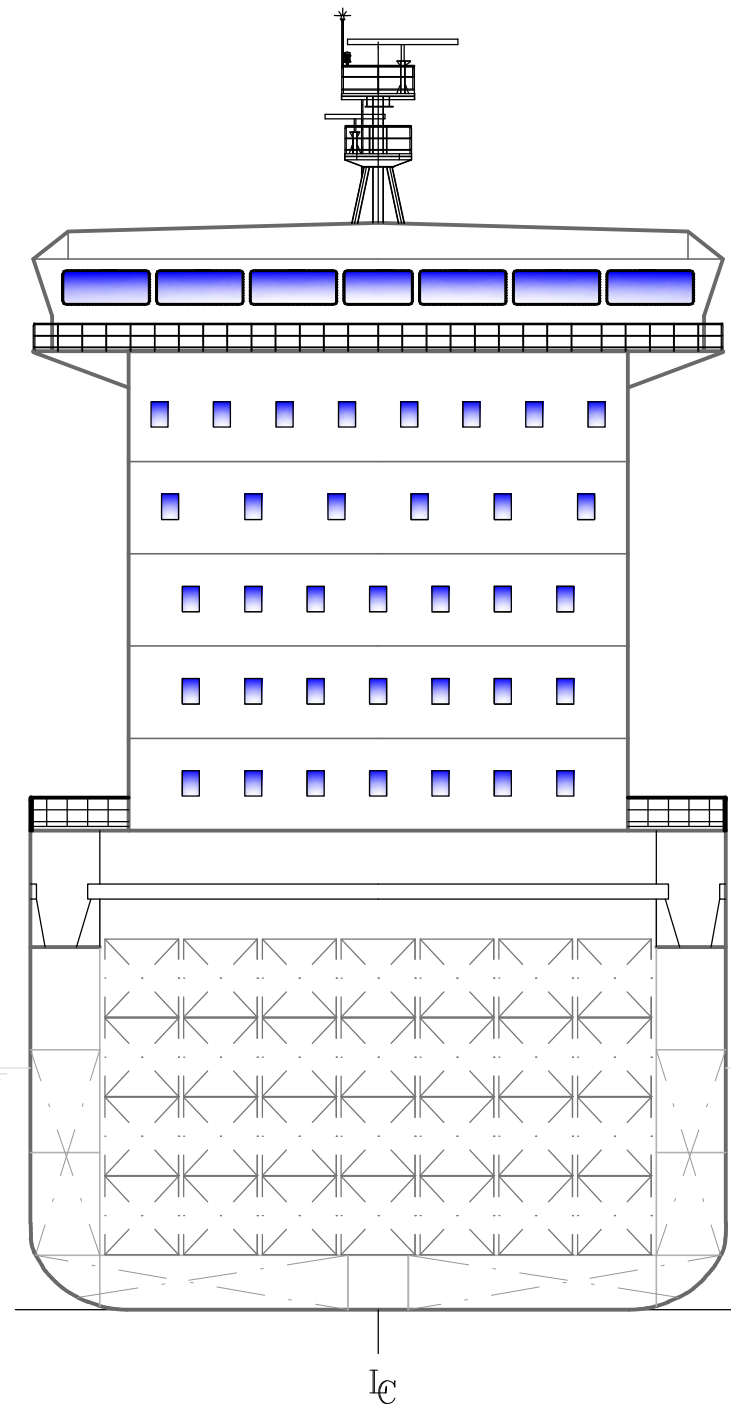
Anexo I – Ruta BsAs – Sydney



CIELO DEL PUENTE
(34750MM SOBRE LB)
PUENTE
(3100MM SOBRE LB)
CUB. D
(28050MM SOBRE LB)
CUB. C
(25000MM SOBRE LB)
CUB. B
(21950MM SOBRE LB)
CUB. A
(18900MM SOBRE LB)
TOLDILLA
(15850MM SOBRE LB)
CUBIERTA PRINCIPAL
(12000MM SOBRE LB)
ENTREPUEENTE 2
(8600MM SOBRE LB)
ENTREPUEENTE 1
(5200MM SOBRE LB)
DOBLE FONDO
(1800MM SOBRE LB)

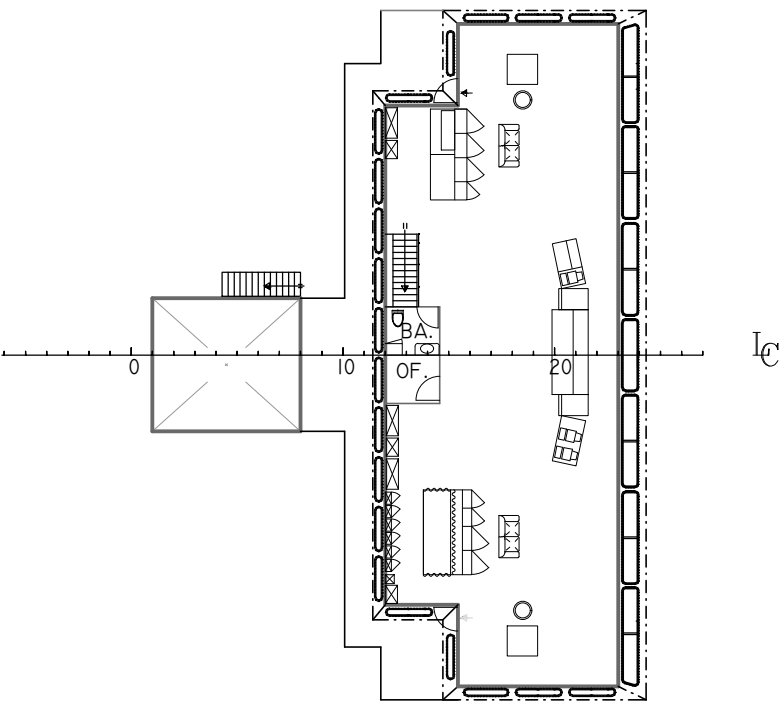


PERFIL

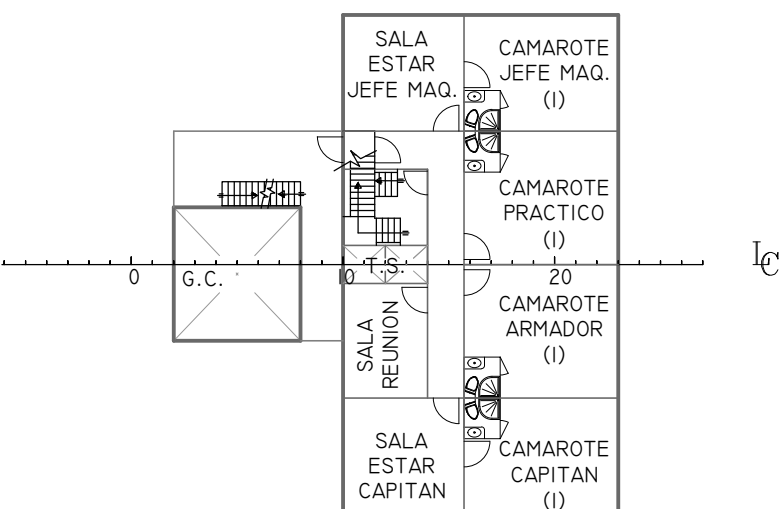


VISTA TRANSVERSAL

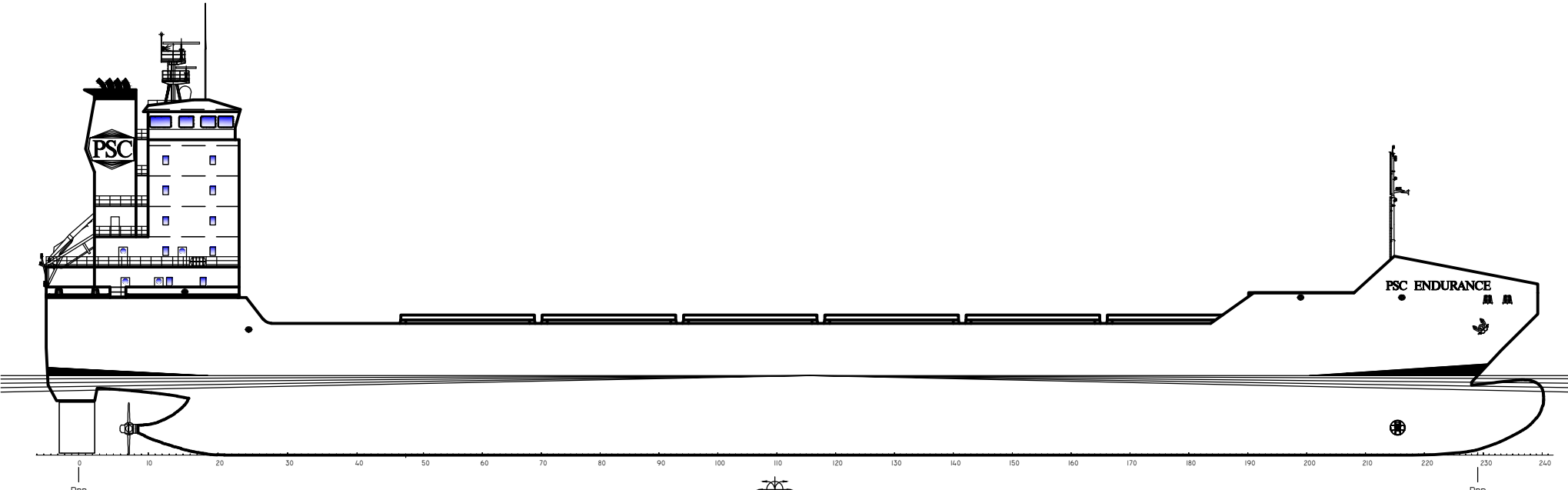
CIELO DEL PUENTE
(34750MM SOBRE LB)
PUENTE
(3100MM SOBRE LB)
CUB. D
(28050MM SOBRE LB)
CUB. C
(25000MM SOBRE LB)
CUB. B
(21950MM SOBRE LB)
CUB. A
(18900MM SOBRE LB)
TOLDILLA
(15850MM SOBRE LB)
CUBIERTA PRINCIPAL
(12000MM SOBRE LB)
ENTREPUEENTE 2
(8600MM SOBRE LB)
ENTREPUEENTE 1
(5200MM SOBRE LB)
DOBLE FONDO
(1800MM SOBRE LB)



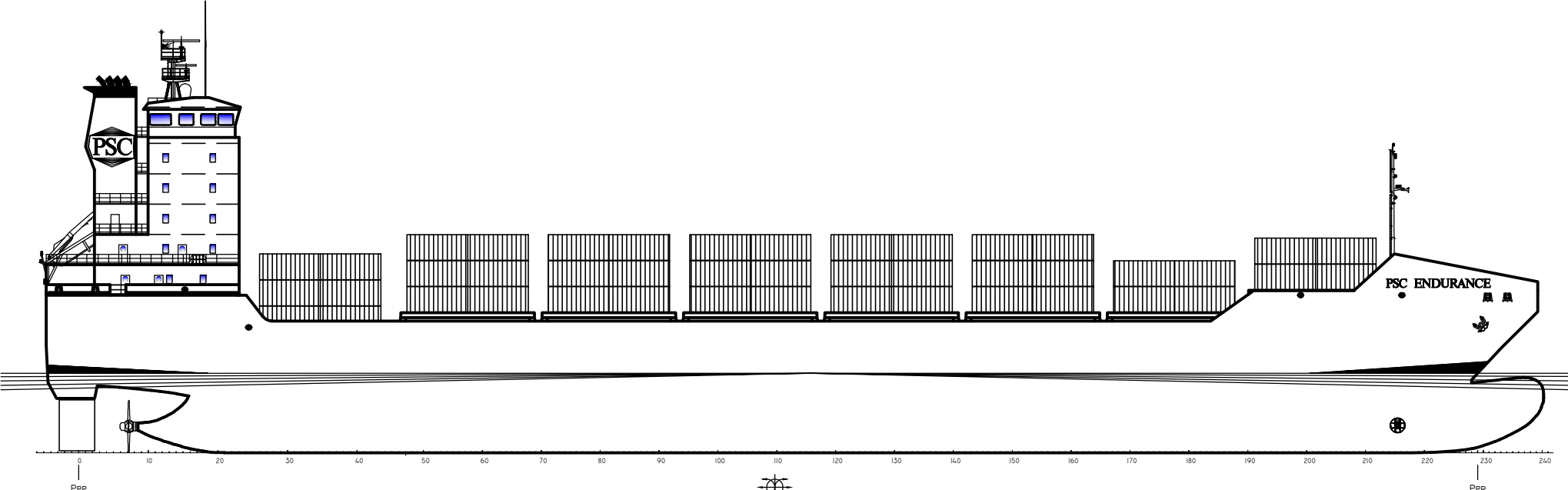
PUENTE NAVEGACION (31600 MM. SOBRE LB)



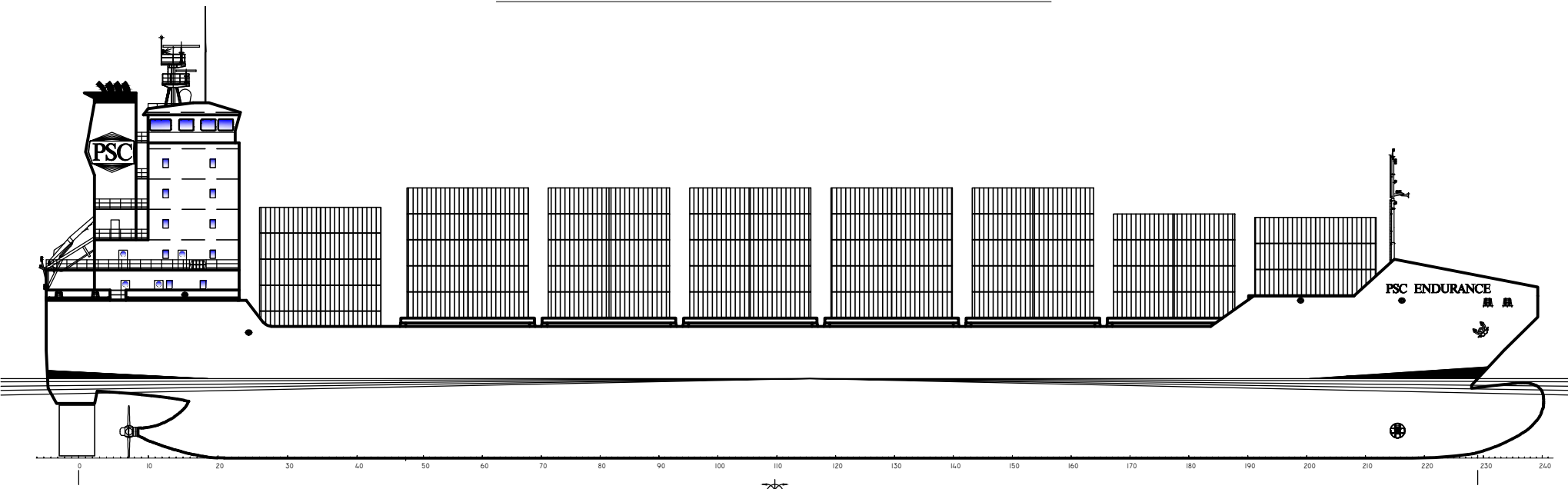
CUB. D (27950 MM. SOBRE LB)



SIN CONTENEDORES



CARGA DE DISEÑO: 630 TEU



CARGA MÁXIMA: 950 TEU

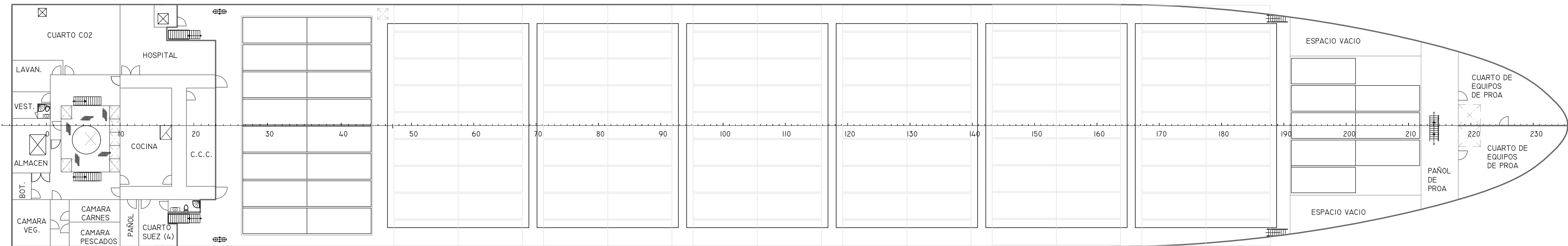
CUBIERTA TOLDILLA (15750 MM. SOBRE LB)

CUB. A (18800 MM. SOBRE LB)

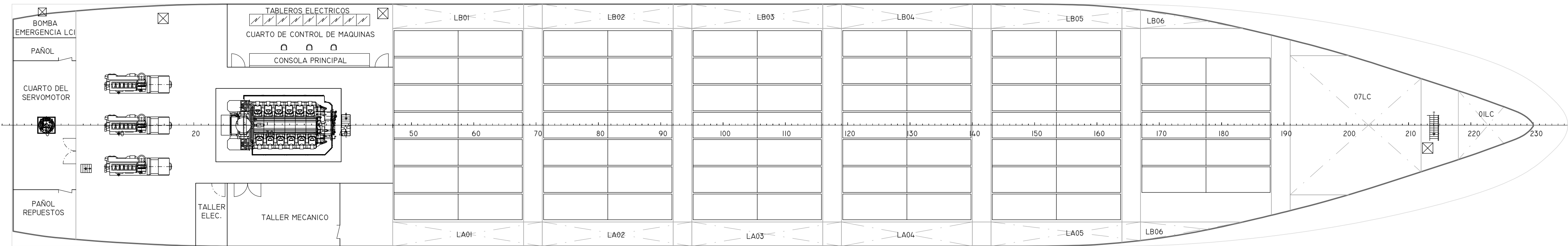
CUB. B (21850 MM. SOBRE LB)

CUB. C (24900 MM. SOBRE LB)

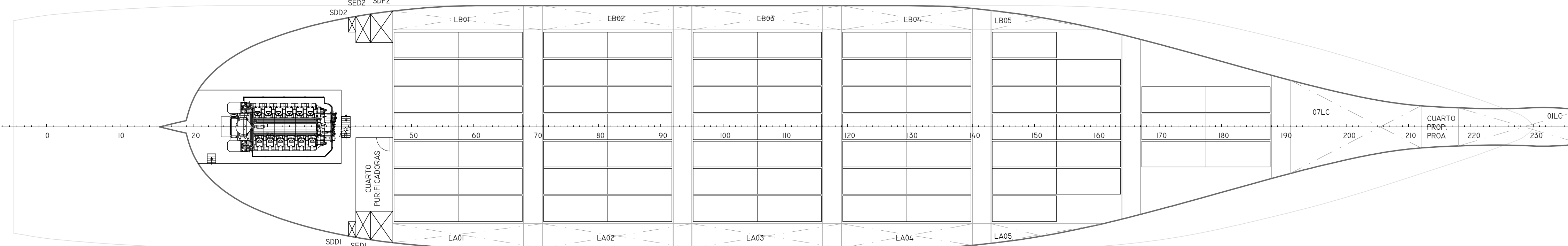
CASTILLO DE PROA (15200 MM. SOBRE LB)



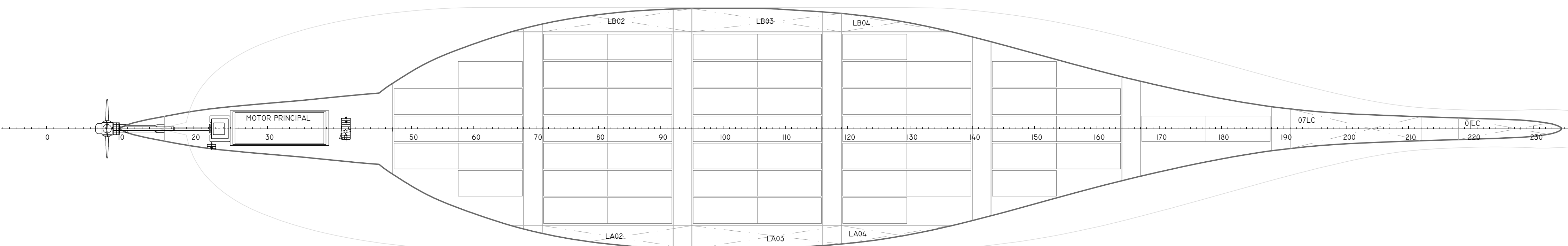
CUBIERTA PRINCIPAL (12000 MM. SOBRE LB)



ENTREPUEENTE 2 (8600 MM. SOBRE LB)



ENTREPUEENTE 1 (5200 MM. SOBRE LB)



CIELO DOBLE FONDO (1800 MM. SOBRE LB)

NOTAS

- LA DISPOSICIÓN COMPLETA DE LOS TANQUES, INCLUYENDO LOS TANQUES DEL DOBLE FONDO, SE PUEDE OBSERVAR EN EL PLANO DE CAPACIDADES: PMC-PB-010-005
- EN LA VISTA EN PLANTA DE LA CUBIERTA PRINCIPAL, LOS CONTENEDORES DE LAS BAHÍAS INTERMEDIAS ESTÁN ELEVADOS 2 METROS POR SOBRE LA CUBIERTA

REFERENCIAS

T.S.: TRONCO DE SERVICIOS
CAMARA DE VEG.: CAMARA DE VEGETALES
BOT.: ALMACEN DE BOTELLAS
C.C.C.: CUARTO DE CONTROL DE CARGA
INC.: CUARTO INCINERADOR
REPOS.: REPOSTERIA
G.C.: GUARDACALOR
E.S.: EQUIPOS DE SEGURIDAD
GEN. EMG.: CUARTO GENERADOR DE EMERGENCIA
OF.: OFICINA
BA.: BAÑO
TALLER ELEC.: TALLER ELECTRICO
PAÑOL INC.: PAÑOL INCENDIO

CARACTERISTICAS PRINCIPALES

ESLORA TOTAL	LOA	150,574	M
ESLORA DE FLOTACION	LWL(1)	143,809	M
ESLORA ENTRE PERPENDICULARES	LBP(1)	140,000	M
MANGA	B	23,000	M
CALADO DE DISEÑO	T	8,000	M
PUNTAL	D	12,000	M
VELOCIDAD DE DISEÑO		19.5	KN
TRIPULACIÓN		20	
CONTENEDORES		950	TEU
CONTENEDORES BAJO CUBIERTA		304	TEU
CONTENEDORES REFRIGERADOS		190	TEU
PROPULSOR PRINCIPAL	(1) x MAN 14V48/60CR	- 16,800kW	
PROPULSOR DE PROA	(1) x ROLLS ROYCE TT PM 1600	- 1,000kW	
GENERADORES	(3) x MAN 8L23/30DF	- 950kW	
SOCIEDAD DE CLASIFICACIÓN	AMERICAN BUREAU OF SHIPPING (ABS)		

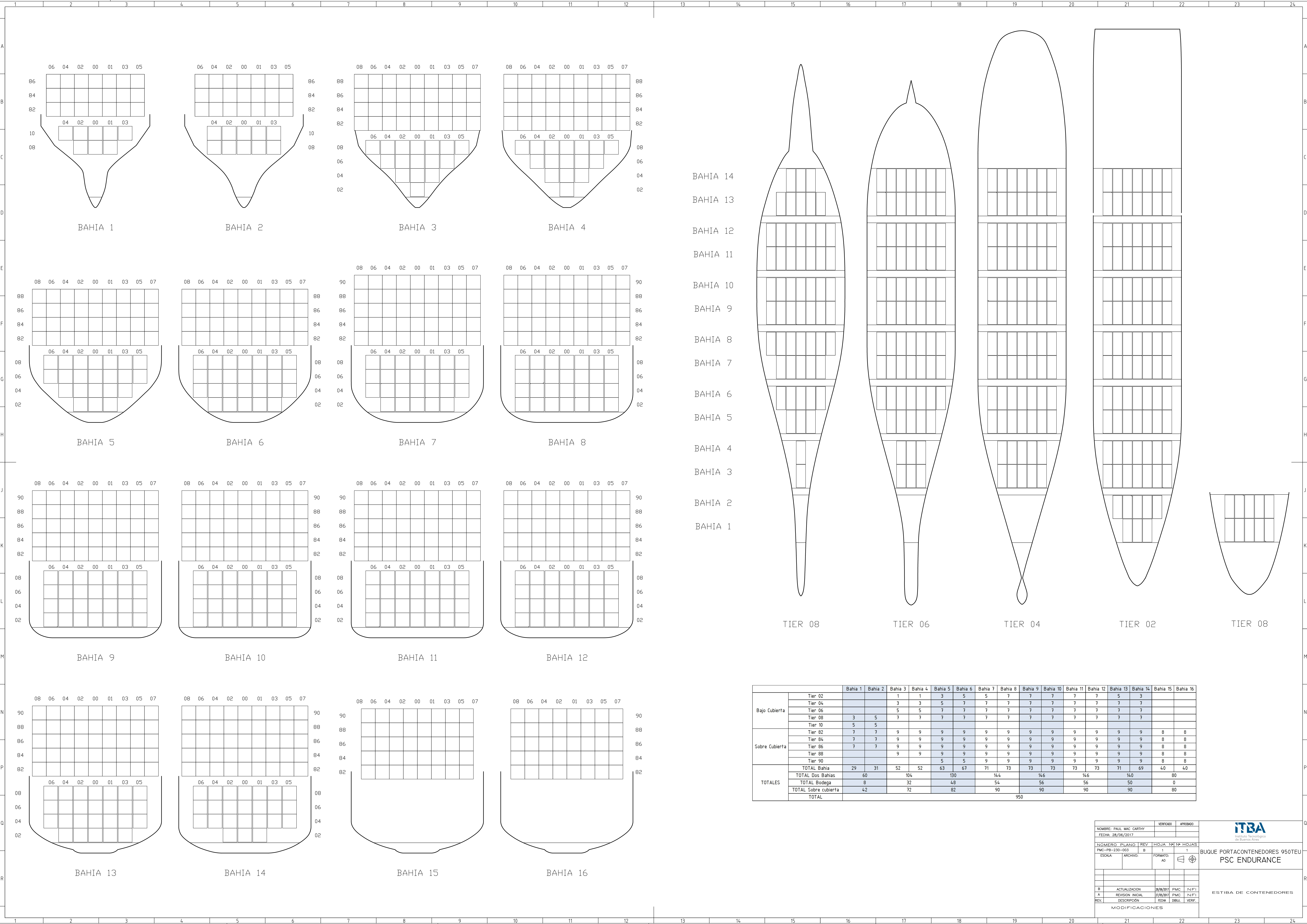
NOBRE: PAUL MAC CARTHY	VERIFICADO	APROBADO
FECHA: 30/04/2019		
NÚMERO PLANO	REV	HOJA N°
PMC-PB-010-005	1	1
ESCALA: 1:250	ARCHIVO:	FORMATO: A0
I	CORRECCIONES SEGUN NFI Y JKO	10/01/2019
H	CORRECCIONES SEGUN NFI Y JKO	10/02/2019
G	CORRECCIONES SEGUN NFI Y JKO	10/01/2019
F	CORRECCIONES SEGUN NFI	22/01/2019
E	CORRECCIONES SEGUN NFI	10/01/2019
D	CORRECCIONES SEGUN NFI	28/11/2018
C	CORRECCIONES SEGUN NFI	03/01/2018
B	ACTUALIZACION	16/06/2017
A	REVISION INICIAL	28/05/2017
REV.	DESCRIPCION	FECHA
21		
22		
23		
24		



BUQUE PORTACONTENEDORES 950TEU
PSC ENDURANCE

ARREGLO GENERAL

PLANO DE CAPACIDADES



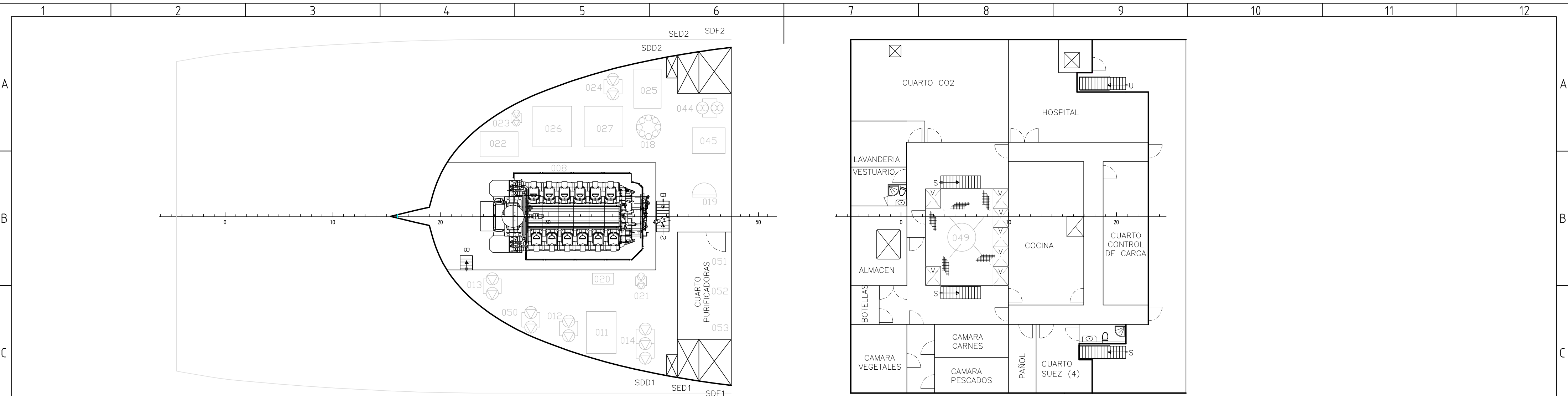
		Bahia 1	Bahia 2	Bahia 3	Bahia 4	Bahia 5	Bahia 6	Bahia 7	Bahia 8	Bahia 9	Bahia 10	Bahia 11	Bahia 12	Bahia 13	Bahia 14	Bahia 15	Bahia 16
Bajo Cubierta	Tier 02			1	1	3	5	5	7	7	7	7	7	5	3		
	Tier 04			3	3	5	7	7	7	7	7	7	7	7	7		
	Tier 06			5	5	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7		
	Tier 08	3	5	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7		
	Tier 10	5	5														
Sobre Cubierta	Tier 02	7	7	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	8	8
	Tier 04	7	7	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	8	8
	Tier 06	7	7	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	8	8
	Tier 08	7		9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	8	8
	Tier 90					5	5	9	9	9	9	9	9	9	9	8	8
TOTALES	TOTAL Bahia	29	31	52	52	63	67	71	73	73	73	73	73	71	69	40	40
	TOTAL Dos Bahias	60		104		130		144		146		146		140		80	
	TOTAL Bodega	8		32		48		54		56		56		50		0	
	TOTAL Sobre cubierta	42		72		82		90		90		90		90		80	
TOTAL		950															

NOMBRE: PAUL MAC CARTHY		VERIFICADO	APROBADO
FECHA: 28/06/2017			
NÚMERO PLANO	REV	HOJA	Nº HOJAS
PMAC-PB-230-003	0	1	1
ESCALA:	ARCHIVO:	FORMATO:	
		A0	
B	ACTUALIZACION	28/06/2017	PMC NPT
A	REVISION INICIAL	27/06/2017	PMC NPT
REV.	DESCRIPCION	FECHA	DBUL VERIF.
MODIFICACIONES			



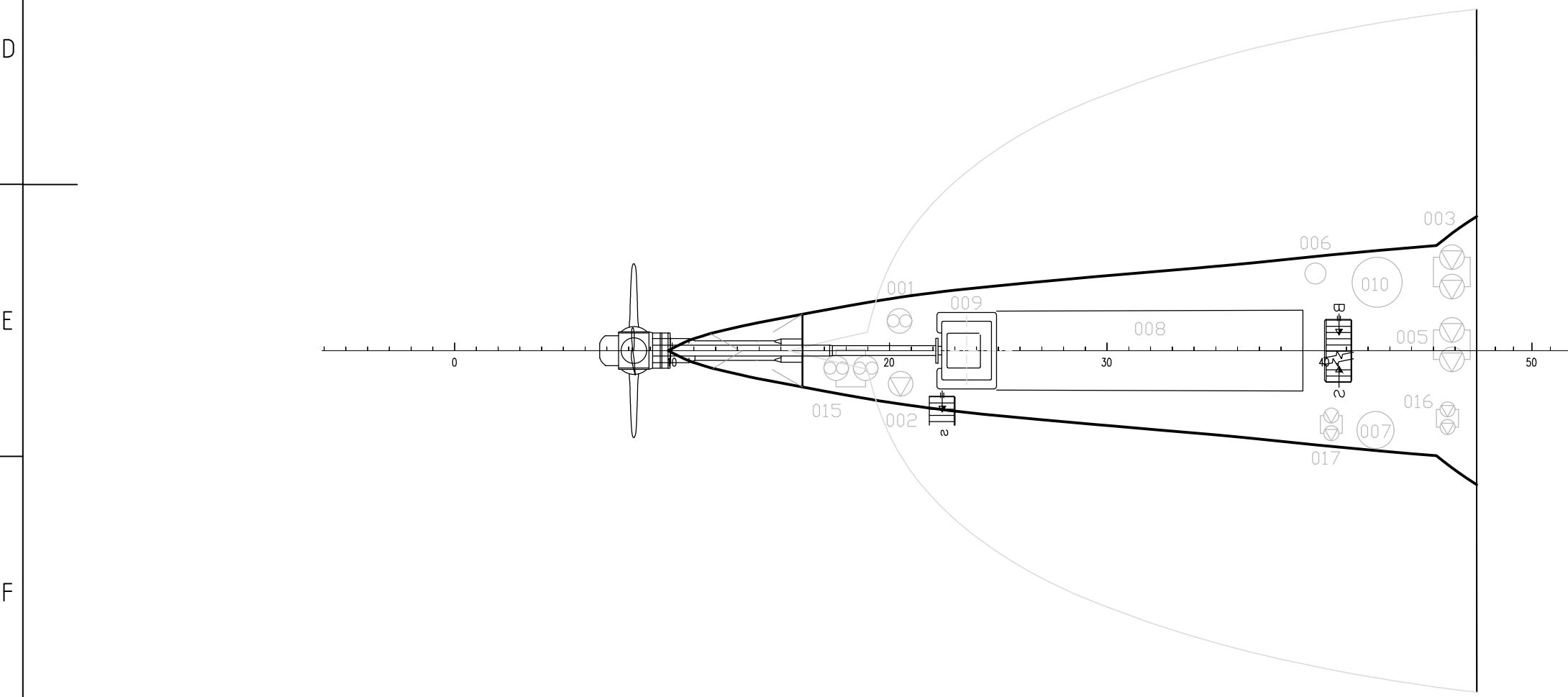
BUQUE PORTACONTENEDORES 950TEU
PSC ENDURANCE

ESTIBA DE CONTENEDORES

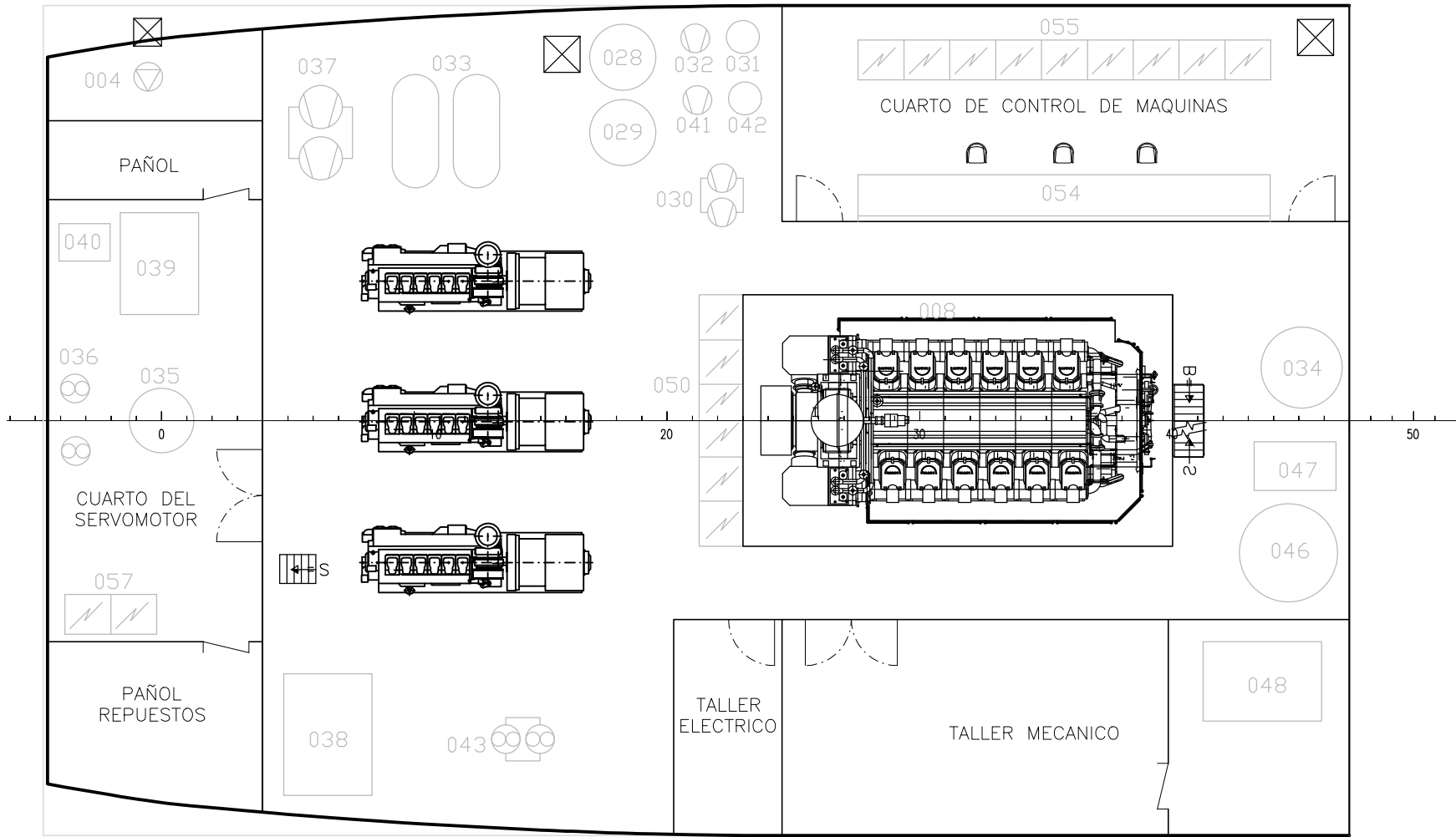


ENTREPUEENTE I (5200 MM. SOBRE LB)

CUBIERTA PRINCIPAL (I2000 MM. SOBRE LB)



CIELO DOBLE FONDO (I800 MM. SOBRE LB)



ENTREPUEENTE 2 (8600 MM. SOBRE LB)

EQUIPOS					
001	BOMA DE LODOS	021	BOMBAS REFRIGERACION MP	041	COMPRESOR DE AIRE DE EMERGENCIA
002	BOMBAS DE ACHIQUE	022	UNIDAD DE TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS	042	BOTELLON AIRE DE CONTROL
003	BOMBA DE LCI	023	BOMBA TRITURADORA AGUAS SERVIDAS	043	BOMBAS ALIMENTACION MDO
004	BOMBA DE INCENDIO DE EMERGENCIA	024	BOMBA REFRIGERACION AGUA HT	044	BOMBAS CIRCULACION FO
005	BOMBAS DE LASTRE	025	INTERCAMBIADOR DE CALOR AGUA HT/LT	045	FILTRO DUPLEX FO
006	UNIDAD DE PROTECCION CATODICA	026	UNIDAD DE ACONDICIONAMIENTO DE FO	046	TANQUE HIDRONEUMATICO AGUA POTABLE
007	SEPARADOR DE AGUAS OLEOSAS	027	UNIDAD DE ACONDICIONAMIENTO DE MDO	047	PLANTA POTABILIZADORA
008	MOTOR PRINCIPAL	028	BOTELLON AIRE DE ARRANQUE 1	048	EQUIPO DE AGUA NEBULIZADA (LCI)
009	CAJA REDUCTORA MP	029	BOTELLON AIRE DE ARRANQUE 2	049	CALDERETA DE GASES DE ESCAPE
010	UNIDAD DE TRATAMIENTO AGUA DE LASTRE	030	COMPRESORES AIRE DE ARRANQUE	050	TABLEROS ELECTRICOS
011	INTERCAMBIADOR DE CALOR AGUA TECNICA/MAR	031	BOTELLON AIRE CONTROL	051	PURIFICADORA FO
012	BOMBA REFRIGERACION AGUA TECNICA LT	032	COMPRESOR AIRE DE CONTROL	052	PURIFICADORA MDO
013	BOMBA ALIMENTACION CALDERA	033	CHILLERS HVAC	053	PURIFICADORA ACEITE
014	BOMBA SERVICIOS GENERALES/BALDEO	034	TANQUE HIDROFORO	054	CONSOLA PRINCIPAL CUARTO DE CONTROL DE MAQUINAS
015	BOMBA ACEITE MP	035	TIMON DE VANO	055	TABLEROS ELECTRICOS CUARTO DE CONTROL DE MAQUINAS
016	BOMBA TRASVASE FO	036	BOMBAS SERVOMOTOR	056	TABLEROS ELECTRICOS CUARTO DE CONTROL DE MAQUINAS
017	BOMBA TRASVASE MDO	037	COMPRESORES CAMARA FRIGORIFICA		
018	FILTRO AUTOMATICO ACEITE MP	038	INCINERADOR LODOS		
019	GENERADOR AGUA DULCE	039	CENTRALINA HIDRAULICA GUINCHES POPA		
020	ENFRIADOR ACEITE MP	040	CENTRALINA HIDRAULICA GUINCHES LANCHA FREEFALL		

NOMBRE: PAUL MAC CARTHY		VERIFICADO	APROBADO	
FECHA: 25/02/2019				
NÚMERO PLANO	REV	HOJA N°	N° HOJAS	
PMC-PB-011-004	D	1	1	
ESCALA: 1:175	ARCHIVO:	FORMATO: A2		
D	CORRECCIONES SEGUN NFI	25/02/2019	PMC	NFI
C	CORRECCIONES SEGUN NFI	19/01/2019	PMC	NFI
B	CORRECCIONES SEGUN NFI	28/06/2017	PMC	NFI
A	REVISION INICIAL	12/06/2017	PMC	NFI
REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	DIBUJ.	VERIF.

BUQUE PORTACONTENEDOR 950 TEU
PSC ENDURANCE

DISPOSICION GENERAL
SALA DE MAQUINAS

DATE - 17.06.01

TIME - 14.45.16

Proyecto de Buque
PSC ENDURANCE
Portacontenedor 950TEU
Paul Mac Carthy

F O R A N S Y S T E M
=====

MODULE VOLUME VERSION 70

SPACES DEFINITION
CAPACITIES

CUSTOMER - PSC
DESCRIPTION OF SHIP - Buque Portacontenedor 950TEU

FNAM
pmac

DATE - 17.06.01

CUSTOMER - PSC

FNAM

DESCRIPTION OF SHIP - Buque Portacontenedor 950TEU

pmac

IDSP	DESCRIPTION	NSUB	SYMM	TP	TL	DS%	CONTENTS
01LC	Pique Proa 01C	1		D	D	4.0	1
BOD1	Bodega Contenedores 1	1		D	D	0.0	8
BOD2	Bodega Contenedores 2	1		D	D	0.0	8
BOD3	Bodega Contenedores 3	1		D	D	0.0	8
BOD4	Bodega Contenedores 4	1		D	D	0.0	8
BOD5	Bodega Contenedores 5	1		D	D	0.0	8
BOD6	Bodega Contenedores 6	1		D	D	0.0	8
BOD7	Bodega Contenedores 7	1		D	D	0.0	8
BOWT	Bowthruster	1		D	D	0.0	
CAPR	Castillo Proa	1		D	D	0.0	
DB01	TQ DF 01 BB	1	DE01	D	D	2.0	4
DB02	TQ DF 02 BB	1	DE02	D	D	2.0	3
DB03	TQ DF 03 BB	1	DE03	D	D	2.0	3
DB04	TQ DF 04 BB	1		D	D	2.0	6
DB05	TQ DF 05 BB	1	DE05	D	D	2.0	3
DB06	TQ DF 06 BB	1	DE06	D	D	2.0	3
DE01	TQ DF 01 ES	1		D	D	2.0	3
DE02	TQ DF 02 ES	1		D	D	2.0	3
DE03	TQ DF 03 ES	1		D	D	2.0	3
DE04	TQ DF 04 ES	1		D	D	2.0	3
DE05	TQ DF 05 ES	1		D	D	2.0	3
DE06	TQ DF 06 ES	1		D	D	2.0	3
DE44	TQ DF 44 ES	1		D	D	2.0	3
LA01	TQ Lateral 01 ES	1		D	D	2.0	1
LA02	TQ Lateral 02 ES	1		D	D	2.0	1
LA03	TQ Lateral 03 ES	1		D	D	2.0	1
LA04	TQ Lateral 04 ES	1		D	D	2.0	1
LA05	TQ Lateral 05 ES	1		D	D	2.0	1
LA06	TQ Lateral 06 ES	1		D	D	2.0	1
LB01	TQ Lateral 01 BB	1	LA01	D	D	2.0	1
LB02	TQ Lateral 02 BB	1	LA02	D	D	2.0	1
LB03	TQ Lateral 03 BB	1	LA03	D	D	2.0	1
LB04	TQ Lateral 04 BB	1	LA04	D	D	2.0	1
LB05	TQ Lateral 05 BB	1	LA05	D	D	2.0	1
LB06	TQ Lateral 06 BB	1	LA06	D	D	2.0	1
LC01	LC 01 Pique Popa	1		D	D	4.0	1
LC07	TQ LC 07	1		D	D	2.0	1
S01E	TQ Sala Maquinas 01 ES	1		D	D	2.0	5
S02B	TQ Sala Maquinas 02 BB	1	S01E	D	D	2.0	4
SDD1	TQ Servicio Diario MDO 1	1		D	D	2.0	4
SDD2	TQ Servicio Diario MDO 2	1	SDD1	D	D	2.0	4
SDF1	TQ Servicio Diario FO 1	1		D	D	2.0	3
SDF2	TQ Servicio Diario FO 2	1	SDF1	D	D	2.0	3
SED1	TQ Sedimentacion MDO 1	1		D	D	2.0	4
SED2	TQ Sedimentacion MDO 2	1	SED1	D	D	2.0	4

DATE - 17.06.01

CUSTOMER - PSC

FNAM

DESCRIPTION OF SHIP - Buque Portacontenedor 950TEU

pmac

DEFINITION OF SUBSPACES DEFINED BY ITS LIMITS

IDSP	SB	AFT LIMIT	FORE LIMIT	LOWER LIMIT	UPPER LIMIT	STARB.	PORT
01LC	1 B	20	245	H	1	H	H
BOD1	1 B	2	B 3	9	1	B 17	B 16
BOD2	1 B	4	B 5	9	1	B 17	B 16
BOD3	1 B	6	B 7	9	1	B 17	B 16
BOD4	1 B	8	B 9	9	1	B 17	B 16
BOD5	1 B	10	B 11	9	1	B 17	B 16
BOD6	1 B	12	B 13	9	1	B 17	B 16
BOD7	1 B	14	B 1	Z 8.600	5	H	H
CAPR	1 B	14	240	1	5	H	H
DB04	1 B	8	B 9	H	9	B 18	H
DE01	1 B	2	B 3	Z 0.000	9	H	B 19
DE02	1 B	4	B 5	H	9	H	B 19
DE03	1 B	6	B 7	H	9	H	B 19
DE04	1	129	B 9	H	9	H	B 19
DE05	1 B	10	B 11	H	9	H	B 19
DE06	1 B	12	B 13	H	9	H	B 19
DE44	1 B	8	129	H	9	H	B 19
LA01	1 B	2	B 4	9	Z 8.600	H	B 17
LA02	1 B	4	B 6	9	Z 8.600	H	B 17
LA03	1 B	6	B 8	9	Z 8.600	H	B 17
LA04	1 B	8	B 10	9	Z 8.600	H	B 17
LA05	1 B	10	B 12	9	Z 8.600	H	B 17
LA06	1 B	12	B 13	9	Z 8.600	H	B 17
LC01	1	-8	B 15	Z 0.000	3	H	H

DATE - 17.06.01

CUSTOMER - PSC

FNAM

DESCRIPTION OF SHIP - Buque Portacontenedor 950TEU

pmac

DEFINITION OF SUBSPACES DEFINED BY ITS LIMITS

IDSP	SB	AFT LIMIT	FORE LIMIT	LOWER LIMIT	UPPER LIMIT	STARB.	PORT
LC07	1	B 14	B 1	9	Z 8.600	H	H
S01E	1	B 15	B 2	H	9	H	B 19
SDD1	1	41	42	2	3	H	-9.000
SDF1	1	44	47	2	3	H	-8.000
SED1	1	42	44	2	3	H	-8.000

DATE - 17.06.01

CUSTOMER - PSC

FNAM

DESCRIPTION OF SHIP - Buque Portacontenedor 950TEU

pmac

DEFINITION OF SUBSPACES TYPE TRANSVERSAL CYLINDER

IDSP SB DEFINITION

BOWT 1 215 D 0.000 2 2 2.740 0.721 9 NEG

DATE - 17.06.01

CUSTOMER - PSC

FNAM

DESCRIPTION OF SHIP - Buque Portacontenedor 950TEU

pmac

LOADS LISTING

#	DESCRIPTION	(T/M3)	%
1	WATER BALLAST	1.025	98.0
2	BUNKER - C	0.930	98.0
3	HEAVY FUEL	0.920	98.0
4	LIGHT FUEL	0.850	98.0
5	LUBRICATING OIL	0.900	98.0
6	FRESH WATER	1.000	98.0
7	BOILED FEED WATER	1.000	98.0
8	Contenedores	0.364	80.0
49	FIXED BALLAST	1.000	
50	CREW AND EFFECTS	1.000	

DATE - 17.06.01

CUSTOMER - PSC

FNAM

DESCRIPTION OF SHIP - Buque Portacontenedor 950TEU

pmac

INDIVIDUAL CAPACITIES

IDSP	SPACE DESCRIPTION	GROSS VOLUME M3	NET VOLUME M3	HEIGHT C.OF G. O/B M	TRANSV. C.OF G. M	DISTANCE C.OF G. AFT.P. M
01LC	Pique Proa 01C	432.7	415.3	7.691	0.000	138.636
BOD1	Bodega Contenedores 1	2305.0	2305.0	6.957	0.000	39.159
BOD2	Bodega Contenedores 2	2333.2	2333.2	6.900	0.000	53.324
BOD3	Bodega Contenedores 3	2333.2	2333.2	6.900	0.000	67.532
BOD4	Bodega Contenedores 4	2333.1	2333.1	6.900	0.000	81.740
BOD5	Bodega Contenedores 5	2251.6	2251.6	7.051	0.000	95.862
BOD6	Bodega Contenedores 6	1881.4	1881.4	7.631	0.000	109.902
BOD7	Bodega Contenedores 7	1471.7	1471.7	12.137	0.000	124.084
BOWT	Bowthruster	-4.7	-4.7	2.763	0.000	132.353
CAPR	Castillo Proa	1417.1	1417.1	13.662	0.000	129.771
DB01	TQ DF 01 BB	92.8	90.9	1.055	3.505	40.304
DB02	TQ DF 02 BB	190.0	186.2	0.962	5.340	53.610
DB03	TQ DF 03 BB	213.1	208.9	0.936	5.790	67.472
DB04	TQ DF 04 BB	167.3	164.0	0.979	4.876	81.348
DB05	TQ DF 05 BB	87.3	85.6	1.051	3.225	95.122
DB06	TQ DF 06 BB	24.0	23.5	1.219	1.861	108.784
DE01	TQ DF 01 ES	92.8	90.9	1.055	-3.505	40.304
DE02	TQ DF 02 ES	190.0	186.2	0.962	-5.340	53.610
DE03	TQ DF 03 ES	213.1	208.9	0.936	-5.790	67.472
DE04	TQ DF 04 ES	79.8	78.2	0.994	-4.536	84.570
DE05	TQ DF 05 ES	87.3	85.6	1.051	-3.225	95.122
DE06	TQ DF 06 ES	24.0	23.5	1.219	-1.861	108.784
DE44	TQ DF 44 ES	87.6	85.8	0.965	-5.186	78.413
LA01	TQ Lateral 01 ES	167.3	164.0	5.950	-10.267	40.567
LA02	TQ Lateral 02 ES	217.4	213.0	5.266	-10.331	54.294
LA03	TQ Lateral 03 ES	221.3	216.9	5.213	-10.346	68.402
LA04	TQ Lateral 04 ES	192.1	188.2	5.566	-10.269	82.177
LA05	TQ Lateral 05 ES	88.7	86.9	6.862	-10.096	95.368
LA06	TQ Lateral 06 ES	8.4	8.3	7.951	-9.690	106.433
LB01	TQ Lateral 01 BB	167.3	164.0	5.950	10.267	40.567
LB02	TQ Lateral 02 BB	217.4	213.0	5.266	10.331	54.294
LB03	TQ Lateral 03 BB	221.3	216.9	5.213	10.346	68.402
LB04	TQ Lateral 04 BB	192.1	188.2	5.566	10.269	82.177
LB05	TQ Lateral 05 BB	88.7	86.9	6.862	10.096	95.368
LB06	TQ Lateral 06 BB	8.4	8.3	7.951	9.690	106.433
LC01	LC 01 Pique Popa	548.8	526.9	7.487	0.000	5.234
LC07	TQ LC 07	567.1	555.8	5.995	0.000	123.621
S01E	TQ Sala Maquinas 01 ES	39.3	38.5	1.107	-1.762	25.835
S02B	TQ Sala Maquinas 02 BB	39.3	38.5	1.107	1.762	25.835
SDD1	TQ Servicio Diario MDO 1	5.5	5.4	7.003	-10.173	29.051
SDD2	TQ Servicio Diario MDO 2	5.5	5.4	7.003	10.173	29.051
SDF1	TQ Servicio Diario FO 1	24.3	23.9	6.936	-9.709	31.853
SDF2	TQ Servicio Diario FO 2	24.3	23.9	6.936	9.709	31.853
SED1	TQ Sedimentacion MDO 1	16.0	15.6	6.957	-9.685	30.102
SED2	TQ Sedimentacion MDO 2	16.0	15.6	6.957	9.685	30.102

DATE - 17.06.01

CUSTOMER - PSC

FNAM

DESCRIPTION OF SHIP - Buque Portacontenedor 950TEU

pmac

SPACES WITH LIQUID CARGO

IDSP	SPACE DESCRIPTION	MAXIMUM BREADTH M	MAXIMUM DEPTH M	HEELING MOMENT30G. IMO MTON	INERTIA OF NET VOLUME M4	PERC. FILL. %
01LC	Pique Proa 01C	14.056	12.000	147.4	983.4	98.0
BOD1	Bodega Contenedores 1	18.400	10.200	1340.4	6453.8	80.0
BOD2	Bodega Contenedores 2	18.400	10.200	1365.2	6453.8	80.0
BOD3	Bodega Contenedores 3	18.400	10.200	1365.2	6453.8	80.0
BOD4	Bodega Contenedores 4	18.400	10.200	1365.1	6453.8	80.0
BOD5	Bodega Contenedores 5	18.400	10.200	1294.2	6453.8	80.0
BOD6	Bodega Contenedores 6	18.400	10.200	988.5	6453.8	80.0
BOD7	Bodega Contenedores 7	21.803	6.600	1170.9	8906.6	80.0
DB01	TQ DF 01 BB	8.512	1.800	55.8	333.4	98.0
DB02	TQ DF 02 BB	10.364	1.800	180.9	989.7	98.0
DB03	TQ DF 03 BB	10.437	1.800	215.6	1146.3	98.0
DB04	TQ DF 04 BB	9.939	1.800	159.1	771.5	98.0
DB05	TQ DF 05 BB	7.261	1.800	46.7	208.4	98.0
DB06	TQ DF 06 BB	3.452	1.800	3.8	16.4	98.0
DE01	TQ DF 01 ES	8.512	1.800	55.8	333.4	98.0
DE02	TQ DF 02 ES	10.364	1.800	180.9	989.7	98.0
DE03	TQ DF 03 ES	10.437	1.800	215.6	1146.3	98.0
DE04	TQ DF 04 ES	9.145	1.800	63.8	330.6	98.0
DE05	TQ DF 05 ES	7.261	1.800	46.7	208.4	98.0
DE06	TQ DF 06 ES	3.452	1.800	3.8	16.4	98.0
DE44	TQ DF 44 ES	9.939	1.800	80.3	432.4	98.0
LA01	TQ Lateral 01 ES	2.301	6.800	5.5	14.4	98.0
LA02	TQ Lateral 02 ES	2.301	6.800	8.1	14.4	98.0
LA03	TQ Lateral 03 ES	2.303	6.800	8.3	14.4	98.0
LA04	TQ Lateral 04 ES	2.301	6.800	6.7	14.4	98.0
LA05	TQ Lateral 05 ES	2.301	5.994	2.5	12.6	98.0
LA06	TQ Lateral 06 ES	1.763	2.548	0.2	2.5	98.0
LB01	TQ Lateral 01 BB	2.301	6.800	5.5	14.4	98.0
LB02	TQ Lateral 02 BB	2.301	6.800	8.1	14.4	98.0
LB03	TQ Lateral 03 BB	2.303	6.800	8.3	14.4	98.0
LB04	TQ Lateral 04 BB	2.301	6.800	6.7	14.4	98.0
LB05	TQ Lateral 05 BB	2.301	5.994	2.5	12.6	98.0
LB06	TQ Lateral 06 BB	1.763	2.548	0.2	2.5	98.0
LC01	LC 01 Pique Popa	22.765	8.228	580.5	12197.0	98.0
LC07	TQ LC 07	16.242	6.800	605.2	2235.2	98.0
S01E	TQ Sala Maquinas 01 ES	3.466	1.800	5.9	15.5	98.0
S02B	TQ Sala Maquinas 02 BB	3.466	1.800	5.9	15.5	98.0
SDD1	TQ Servicio Diario MDO 1	2.501	3.400	0.4	0.9	98.0
SDD2	TQ Servicio Diario MDO 2	2.501	3.400	0.4	0.9	98.0
SDF1	TQ Servicio Diario FO 1	3.501	3.400	3.8	7.5	98.0
SDF2	TQ Servicio Diario FO 2	3.501	3.400	3.8	7.5	98.0
SED1	TQ Sedimentacion MDO 1	3.501	3.400	2.3	5.0	98.0
SED2	TQ Sedimentacion MDO 2	3.501	3.400	2.3	5.0	98.0

DATE - 17.06.01

CUSTOMER - PSC

FNAM

DESCRIPTION OF SHIP - Buque Portacontenedor 950TEU

pmac

WATER BALLAST CONTENTS # 1 SPECIFIC WEIGHT = 1.025 T/M3

IDSP	SPACE DESCRIPTION	WEIGHT T	NET VOLUME M3	HEIGHT C.OF G. O/B M	TRANSV. C.OF G. M	DISTANCE C.OF G. M AFT.P. M
01LC	Pique Proa 01C	425.7	415.3	7.691	0.000	138.636
LA01	TQ Lateral 01 ES	168.1	164.0	5.950	-10.267	40.567
LA02	TQ Lateral 02 ES	218.4	213.0	5.266	-10.331	54.294
LA03	TQ Lateral 03 ES	222.3	216.9	5.213	-10.346	68.402
LA04	TQ Lateral 04 ES	192.9	188.2	5.566	-10.269	82.177
LA05	TQ Lateral 05 ES	89.1	86.9	6.862	-10.096	95.368
LA06	TQ Lateral 06 ES	8.5	8.3	7.951	-9.690	106.433
LB01	TQ Lateral 01 BB	168.1	164.0	5.950	10.267	40.567
LB02	TQ Lateral 02 BB	218.4	213.0	5.266	10.331	54.294
LB03	TQ Lateral 03 BB	222.3	216.9	5.213	10.346	68.402
LB04	TQ Lateral 04 BB	192.9	188.2	5.566	10.269	82.177
LB05	TQ Lateral 05 BB	89.1	86.9	6.862	10.096	95.368
LB06	TQ Lateral 06 BB	8.5	8.3	7.951	9.690	106.433
LC01	LC 01 Pique Popa	540.0	526.9	7.487	0.000	5.234
LC07	TQ LC 07	569.7	555.8	5.995	0.000	123.621
WATER BALLAST		3334.0	3252.7	6.256	0.000	75.149

PERCENTAGE OF FILLING = 98.0 %

IDSP	SPACE DESCRIPTION	WEIGHT T	NET VOLUME M3	HEIGHT C.G. O/B M	TRANS. C.G. M	DISTAN. C.G. M AFT.P.M	AREA M2	INERT NET V M4
01LC	Pique Proa 01C	417.2	407.0	7.61	0.00	138.64	96.6	983.4
LA01	TQ Lateral 01 ES	164.7	160.7	5.90	-10.27	40.58	32.7	14.4
LA02	TQ Lateral 02 ES	214.0	208.8	5.20	-10.33	54.30	32.7	14.4
LA03	TQ Lateral 03 ES	217.9	212.6	5.14	-10.35	68.40	32.7	14.4
LA04	TQ Lateral 04 ES	189.1	184.5	5.51	-10.27	82.17	32.7	14.4
LA05	TQ Lateral 05 ES	87.3	85.2	6.83	-10.09	95.34	30.9	12.6
LA06	TQ Lateral 06 ES	8.3	8.1	7.94	-9.69	106.41	9.4	2.5
LB01	TQ Lateral 01 BB	164.7	160.7	5.90	10.27	40.58	32.7	14.4
LB02	TQ Lateral 02 BB	214.0	208.8	5.20	10.33	54.30	32.7	14.4
LB03	TQ Lateral 03 BB	217.9	212.6	5.14	10.35	68.40	32.7	14.4
LB04	TQ Lateral 04 BB	189.1	184.5	5.51	10.27	82.17	32.7	14.4
LB05	TQ Lateral 05 BB	87.3	85.2	6.83	10.09	95.34	30.9	12.6
LB06	TQ Lateral 06 BB	8.3	8.1	7.94	9.69	106.41	9.4	2.5
LC01	LC 01 Pique Popa	529.2	516.3	7.46	0.00	5.25	307.8	12197.0
LC07	TQ LC 07	558.3	544.7	5.94	0.00	123.62	156.2	2235.2
WATER BALLAST		3267.3	3187.6	6.20	0.00	75.15	902.8	15561.3

DATE - 17.06.01

CUSTOMER - PSC

FNAM

DESCRIPTION OF SHIP - Buque Portacontenedor 950TEU

pmac

HEAVY FUEL CONTENTS # 3 SPECIFIC WEIGHT = 0.920 T/M3

IDSP	SPACE	DESCRIPTION	WEIGHT T	NET VOLUME M3	HEIGHT C.OF G. O/B M	TRANSV. C.OF G. M	DISTANCE C.OF G. M AFT.P. M
DB02	TQ	DF 02 BB	171.3	186.2	0.962	5.340	53.610
DB03	TQ	DF 03 BB	192.2	208.9	0.936	5.790	67.472
DB05	TQ	DF 05 BB	78.7	85.6	1.051	3.225	95.122
DB06	TQ	DF 06 BB	21.6	23.5	1.219	1.861	108.784
DE01	TQ	DF 01 ES	83.7	90.9	1.055	-3.505	40.304
DE02	TQ	DF 02 ES	171.3	186.2	0.962	-5.340	53.610
DE03	TQ	DF 03 ES	192.2	208.9	0.936	-5.790	67.472
DE04	TQ	DF 04 ES	71.9	78.2	0.994	-4.536	84.570
DE05	TQ	DF 05 ES	78.7	85.6	1.051	-3.225	95.122
DE06	TQ	DF 06 ES	21.6	23.5	1.219	-1.861	108.784
DE44	TQ	DF 44 ES	79.0	85.8	0.965	-5.186	78.413
SDF1	TQ	Servicio Diario FO 1	22.0	23.9	6.936	-9.709	31.853
SDF2	TQ	Servicio Diario FO 2	22.0	23.9	6.936	9.709	31.853
HEAVY FUEL			1206.1	1310.9	1.201	-0.853	67.177

PERCENTAGE OF FILLING = 98.0 %

IDSP	SPACE	DESCRIPTION	WEIGHT T	NET VOLUME M3	HEIGHT C.G. O/B M	TRANS. C.G. M	DISTAN. C.G. M AFT.P.M	INERT NET V M4
DB02	TQ	DF 02 BB	167.9	182.5	0.95	5.33	53.61	989.7
DB03	TQ	DF 03 BB	188.3	204.7	0.92	5.78	67.47	1146.3
DB05	TQ	DF 05 BB	77.1	83.8	1.04	3.21	95.12	208.4
DB06	TQ	DF 06 BB	21.2	23.0	1.21	1.85	108.78	16.4
DE01	TQ	DF 01 ES	82.0	89.1	1.04	-3.49	40.31	333.4
DE02	TQ	DF 02 ES	167.9	182.5	0.95	-5.33	53.61	989.7
DE03	TQ	DF 03 ES	188.3	204.7	0.92	-5.78	67.47	1146.3
DE04	TQ	DF 04 ES	70.5	76.6	0.98	-4.52	84.57	330.6
DE05	TQ	DF 05 ES	77.1	83.8	1.04	-3.21	95.12	208.4
DE06	TQ	DF 06 ES	21.2	23.0	1.21	-1.85	108.78	16.4
DE44	TQ	DF 44 ES	77.4	84.1	0.95	-5.17	78.41	432.4
SDF1	TQ	Servicio Diario F	21.5	23.4	6.90	-9.71	31.85	7.5
SDF2	TQ	Servicio Diario F	21.5	23.4	6.90	9.71	31.85	7.5
HEAVY FUEL			1181.9	1284.7	1.18	-0.85	67.18	5833.0

DATE - 17.06.01

CUSTOMER - PSC

FNAM

DESCRIPTION OF SHIP - Buque Portacontenedor 950TEU

pmac

LIGHT FUEL CONTENTS # 4 SPECIFIC WEIGHT = 0.850 T/M3

IDSP	SPACE DESCRIPTION	WEIGHT T	NET VOLUME M3	HEIGHT C.OF G. O/B M	TRANSV. C.OF G. M	DISTANCE C.OF G. M AFT.P. M
DB01	TQ DF 01 BB	77.3	90.9	1.055	3.505	40.304
S02B	TQ Sala Maquinas 02 BB	32.7	38.5	1.107	1.762	25.835
SDD1	TQ Servicio Diario MDO 1	4.6	5.4	7.003	-10.173	29.051
SDD2	TQ Servicio Diario MDO 2	4.6	5.4	7.003	10.173	29.051
SED1	TQ Sedimentacion MDO 1	13.3	15.6	6.957	-9.685	30.102
SED2	TQ Sedimentacion MDO 2	13.3	15.6	6.957	9.685	30.102
	LIGHT FUEL	145.8	171.5	2.517	2.254	34.488

PERCENTAGE OF FILLING = 98.0 %

IDSP	SPACE DESCRIPTION	WEIGHT T	NET VOLUME M3	HEIGHT C.G. O/B M	TRANS. C.G. M	DISTAN. C.G. M AFT.P.M	AREA M2	INERT NET V M4
DB01	TQ DF 01 BB	75.7	89.1	1.04	3.49	40.31	77.9	333.4
S02B	TQ Sala Maquinas 02	32.1	37.7	1.09	1.76	25.85	33.4	15.5
SDD1	TQ Servicio Diario M	4.5	5.3	6.97	-10.17	29.05	1.8	0.9
SDD2	TQ Servicio Diario M	4.5	5.3	6.97	10.17	29.05	1.8	0.9
SED1	TQ Sedimentacion MDO	13.0	15.3	6.92	-9.68	30.10	4.9	5.0
SED2	TQ Sedimentacion MDO	13.0	15.3	6.92	9.68	30.10	4.9	5.0
	LIGHT FUEL	142.8	168.0	2.50	2.24	34.50	124.6	360.7

DATE - 17.06.01

CUSTOMER - PSC

FNAM

DESCRIPTION OF SHIP - Buque Portacontenedor 950TEU

pmac

LUBRICATING OIL CONTENTS # 5 SPECIFIC WEIGHT = 0.900 T/M3

IDSP SPACE DESCRIPTION	WEIGHT T	NET VOLUME M3	HEIGHT C.OF G. O/B M	TRANSV. C.OF G. M	DISTANCE C.OF G. M AFT.P. M
S01E TQ Sala Maquinas 01 ES	34.6	38.5	1.107	-1.762	25.835
LUBRICATING OIL	34.6	38.5	1.107	-1.762	25.835

PERCENTAGE OF FILLING = 98.0 %

IDSP SPACE DESCRIPTION	WEIGHT T	NET VOLUME M3	HEIGHT C.G. O/B M	TRANS. C.G. M	DISTAN. C.G. M AFT.P.M	AREA M2	INERT NET V M4
S01E TQ Sala Maquinas 01	34.0	37.7	1.09	-1.76	25.85	33.4	15.5
LUBRICATING OIL	34.0	37.7	1.09	-1.76	25.85	33.4	15.5

DATE - 17.06.01

CUSTOMER - PSC

FNAM

DESCRIPTION OF SHIP - Buque Portacontenedor 950TEU

pmac

FRESH WATER CONTENTS # 6 SPECIFIC WEIGHT = 1.000 T/M3

IDSP	SPACE DESCRIPTION	WEIGHT T	NET VOLUME M3	HEIGHT C.OF G. O/B M	TRANSV. C.OF G. M	DISTANCE C.OF G. M AFT.P. M
DB04	TQ DF 04 BB	164.0	164.0	0.979	4.876	81.348
	FRESH WATER	164.0	164.0	0.979	4.876	81.348

PERCENTAGE OF FILLING = 98.0 %

IDSP	SPACE DESCRIPTION	WEIGHT T	NET VOLUME M3	HEIGHT C.G. O/B M	TRANS. C.G. M	DISTAN. C.G. M AFT.P.M	AREA M2	INERT NET V M4
DB04	TQ DF 04 BB	160.7	160.7	0.96	4.86	81.35	111.5	771.5
	FRESH WATER	160.7	160.7	0.96	4.86	81.35	111.5	771.5

DATE - 17.06.01

CUSTOMER - PSC

FNAM

DESCRIPTION OF SHIP - Buque Portacontenedor 950TEU

pmac

Contenedores CONTENTS # 8 SPECIFIC WEIGHT = 0.364 T/M3

IDSP	SPACE DESCRIPTION	WEIGHT T	NET VOLUME M3	HEIGHT C.OF G. O/B M	TRANSV. C.OF G. M	DISTANCE C.OF G. M AFT.P. M
BOD1	Bodega Contenedores 1	838.1	2305.0	6.957	0.000	39.159
BOD2	Bodega Contenedores 2	848.3	2333.2	6.900	0.000	53.324
BOD3	Bodega Contenedores 3	848.3	2333.2	6.900	0.000	67.532
BOD4	Bodega Contenedores 4	848.3	2333.1	6.900	0.000	81.740
BOD5	Bodega Contenedores 5	818.7	2251.6	7.051	0.000	95.862
BOD6	Bodega Contenedores 6	684.1	1881.4	7.631	0.000	109.902
BOD7	Bodega Contenedores 7	535.1	1471.7	12.137	0.000	124.084
Contenedores		5420.8	14909.3	7.541	0.000	78.353

PERCENTAGE OF FILLING = 80.0 %

IDSP	SPACE DESCRIPTION	WEIGHT T	NET VOLUME M3	HEIGHT C.G. O/B M	TRANS. C.G. M	DISTAN. C.G. M AFT.P.M	AREA M2	INERT NET V M4
BOD1	Bodega Contenedores	670.4	1844.0	5.95	0.00	39.17	228.7	6453.8
BOD2	Bodega Contenedores	678.7	1866.6	5.88	0.00	53.32	228.7	6453.8
BOD3	Bodega Contenedores	678.7	1866.6	5.88	0.00	67.53	228.7	6453.8
BOD4	Bodega Contenedores	678.6	1866.5	5.88	0.00	81.74	228.7	6453.8
BOD5	Bodega Contenedores	654.9	1801.3	6.06	0.00	95.84	228.7	6453.8
BOD6	Bodega Contenedores	547.2	1505.1	6.74	0.00	109.84	228.7	6453.8
BOD7	Bodega Contenedores	428.1	1177.4	11.51	0.00	124.05	254.2	8906.6
Contenedores		4336.7	11927.4	6.58	0.00	78.34	1626.7	47629.2

FORAN SYSTEM - MODULE VOLUME VERSION 70

RESULTS

PAGE 014

DATE - 17.06.01

CUSTOMER - PSC

FNAM

DESCRIPTION OF SHIP - Buque Portacontenedor 950TEU

pmac

P R O C E S S C O M P L E T E D

TIME - 14.45.27

=====

HULL FORM DEFINED WITH MODULE FSURF

DATA FILE:

PRINTING FILE:capv5.lis

DRAWING F.:

PARTE ID

CÁLCULO DEL VALOR DEL BUQUE BUQUE PORTACONTENEDORES 950TEU

APROBADO
ADS 1/08/2017



PSC ENDURANCE

CÁLCULO DEL
VALOR DEL BUQUE

		VERIFICADO	APROBADO	
NOMBRE: PAUL MAC CARTHY			ADS 1/08/2017	
LEGAJO: 53360				
FECHA: 17/06/2017				
NÚMERO PLANO	REV	HOJA N°	N° HOJAS	
	A	0	12	
ESCALA:	ARCHIVO:	FORMATO:		
		A4		
A	REVISION INICIAL	17/06 2017	PMC	NFI
REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	DIBUJ.	VERIF.
MODIFICACIONES				

CONTENIDO

1	Introducción.....	2
2	Tipo de cambio.....	2
3	Costo de Construcción	3
3.1	Costos del material a granel	3
3.2	Costo de mano de obra por hora.....	4
3.3	Costo de montaje de material a granel.....	4
3.4	Costo de los equipos y su montaje	4
3.4.1	Resumen costo equipos y su montaje	6
3.5	Costos varios aplicados.....	6
3.6	Costo total construcción.....	6
4	Inversión Total.....	7
4.1	Beneficio industrial	7
4.2	Primas y bonificaciones a la construcción naval.....	8
4.3	Costo de adquisición	8
4.4	Gastos del armador	8
4.5	Inversión Total.....	8
5	Costos operativos.....	9
5.1	Gastos de explotación anuales.....	9
5.2	Resumen de costos de explotación anual.....	10
5.3	Costos financieros anuales	10
6	Resumen Costos y Gastos	11
7	Anexos.....	12
	Anexo I – Tarifas puerto Sídney.....	12
	Anexo II – Tarifas puerto de Santos.....	12

1 Introducción

En este cuaderno se realiza el cálculo del valor del buque. Para este cálculo se sigue el lineamiento propuesto por el libro “Proyecto Básico del buque mercante” por D. Meisozo.

En el libro el cálculo se realiza en pesetas, por lo que será necesario una corrección tanto por el tipo de cambio así como la inflación. Los valores utilizados son del 1996, por lo que se utilizara el cambio Dólar peseta en ese momento y luego se calcula la devaluación del dólar hasta el 2017.

Se calcularan los costos de construcción y operación del buque.

2 Tipo de cambio

Para obtener el cambio de pesetas a dólares al año 2017 se utiliza el convertido de moneda “XE Currency converter”. Este tiene en cuenta el cambio de peseta al euro cuando la peseta salió de circulación.

XE Currency Converter: ESP to USD

ESP replaced by EUR.

1 ESP = 0.00672443 USD

Spanish Peseta ↔ US Dollar
1 ESP = 0.00672443 USD 1 USD = 148.711 ESP

Live mid-market rate 2017-06-17 04:38 UTC

OBSOLETE: ESP

1 ESP - Spanish Peseta ↔ USD - US Dollar

3 Costo de Construcción

3.1 Costos del material a granel

El material a granel que representa el mayor costo es el acero en sus diversas formas: chapas, perfiles, etc... El material que corresponde a tuberías, cables eléctricos y otros elementos parecidos se considerara dentro del sistema al que pertenece.

En esta primera instancia el costo a granel será representado por el acero. Para calcular este costo se utiliza la siguiente formula:

$$CMg = cmg \times WST = ccs \times cas \times cem \times ps \times WST$$

$$cmg = ccs \times cas \times cem \times ps$$

Dónde:

- *cmg es el coeficiente de costo de del material a grande*
- *ccs es el coeficiente de costo ponderado de las diferentes formas del acero*
- *cas es el coeficiente de aprovechamiento del acero*
- *cem es la relacion peso bruto/neto*
- *ps es el precio unitario del acero de referencia*
- *WST = 3608,27 Tn (peso del acero del buque, cuaderno 08)*

El libro propone los siguientes valores:

Actualmente, los rangos normales de variación de los coeficientes antes citados son:

- $1,05 < \mathbf{ccs} < 1,10$; si no se utiliza acero de alta resistencia y/o alta resiliencia, llegando a coeficientes de 1,50 o superiores en estos casos.
- $1,08 < \mathbf{cas} < 1,15$; según tamaño de buque.
- $1,03 < \mathbf{cem} < 1,10$; según tamaño de buque.
- $\mathbf{ps} = 85.000$ pesetas/tonelada, en 1996.

Los mayores coeficientes, **cas** y **cem**, son para los buques pequeños.

Considerando que las técnicas de construcción avanzaron notablemente en los últimos años y sabiendo que se utiliza acero de alta resistencia se toman los siguientes valores:

- $ccs = 1,05$
- $cas = 1,08$
- $cem = 1,03$
- $ps = 85000 \text{ pesetas/tonelada} = 571,58 \text{ USD/tn}$
- $WST = 3608,27 \text{ Tn (peso del acero del buque, cuaderno 08)}$

Entonces:

$$CMg = ccs \times cas \times cem \times ps \times WST$$

$$CMg = 1,05 \times 1,08 \times 1,03 \times 571,58 \times 3608,27$$

$$CMg = 2\,408\,942 \text{ USD}$$

3.2 Costo de mano de obra por hora

El costo de mano de obra se divide en dos partes, una es el costo del montaje del material a granel y la otra es el costo del montaje de los equipos.

$$CMo = CmM + CmE$$

Dónde:

- *CMo es el costo de la mano de obra*
- *CmM es el costo del montaje del material a granel*
- *CmE es el costo de montaje de los equipos*

Luego se calcula cada término por separado. Para ambos es necesario saber el costo de la mano de obra por hora *chm*. Se toman los siguientes valores propuestos por Meisozo.

El coste horario medio, **chm**, de un astillero español puede considerarse, con muchas salvedades, que está en el intervalo 4.000 - 5.000 pesetas/hora, en 1996.

Se toma un valor de 4500 pesetas/horas. Esto es equivalente a 30,25 USD/hora.

3.3 Costo de montaje de material a granel

Este se calcula con la siguiente fórmula:

$$CmM = chm \times csh \times WST$$

Donde

- *csh es el coeficiente de horas por unidad de peso*

El libro sugiere un valor de entre 20 y 80 horas/tonelada, dependiendo del astillero y del tipo de buque. Debido a que esto corresponde a 1996 se toma un valor de 30 hs/tn considerando notables avances tecnológicos.

$$CmM = 30,25 \times 30 \times 3608,27$$

$$CmM = 3\,275\,580 \text{ USD}$$

3.4 Costo de los equipos y su montaje

El costo de los equipos y su montaje se calcula junto con la siguiente fórmula:

$$CEq + CmE = CEc + CEp + CHf + CEr$$

Dónde:

- *CEq es el costo de los equipos*
- *CmE es el costo de montaje de los equipos*
- *CEc costo de los equipos de manipulación y almacenamiento de carga y su montaje*
- *CEp es el costo de los equipos de propulsión y sus auxiliares*
- *CHf es el costo de la habilitación y fonda*
- *CEr es el costo del equipo restante*

Debido a que el buque no posee equipos para manipulación y almacenamiento de carga el valor de este se toma nulo.

$$CEc = 0 \text{ USD}$$

El costo de los equipos de propulsión y auxiliares con su montaje se calcula con la potencia propulsora y un costo estimado por kW. El motor principal tiene 16800kW y el libro propone los siguientes valores para el precio unitario:

$$\text{para motores de 4T, } 40.000 < \text{cep} < 50.000 \text{ ptas/kW}$$

Se toma un valor promedio de 45000 pesetas por kW, equivalente a 302,6 USD/kW.

$$CEp = 16800 \text{ kW} \times 302,6 \frac{\text{USD}}{\text{kW}}$$

$$CEp = 5\,083\,669 \text{ USD}$$

El costo de los equipos de habilitación y fonda y su montaje se calcula en base a la cantidad de tripulantes, el nivel de calidad de la habilitación y un precio unitario. El libro propone los siguientes valores:

$$0,90 < \text{nch} < 1,20$$

$$\text{chf} = 6.250 \text{ kptas / tripulante (en 1996)}$$

Se adoptan los siguientes valores:

$$\text{nch} = 1,1$$

$$\text{chf} = 42027,7 \frac{\text{USD}}{\text{tripulante}}$$

A bordo se tienen 20 tripulantes, pero acomodaciones para 26, por lo que se toma una cantidad de tripulantes de 23, ya que de los 6 cuartos no todos cuentan con el nivel de calidad promedio, sino que inferior.

$$CHf = 1,1 \times 42027,7 \times 23$$

$$CHf = 1\,063\,300 \text{ USD}$$

El costo unitario del equipo restante y su montaje se calcula con un precio unitario por peso multiplicado por el peso del equipamiento restante (se toma el valor del peso del alistamiento). Como no se conoce el valor del precio unitario este se calcula multiplicando el costo del acero montado por un coeficiente de comparación de coste. El coeficiente de comparación de coste se toma en 1,3 (el libro propone valores entre 1,25 y 1,35). Quedando entonces:

$$CEr = \text{cpe} \times \text{pst} \times \text{WEr}$$

Dónde:

- $\text{cpe} = 1,3$
- $\text{pst} = \text{ccs} \times \text{cas} \times \text{cem} \times \text{ps} + \text{chm} \times \text{csh} = 1,05 \times 1,08 \times 1,03 \times 571,58 + 30,25 \times 30 = 1575$
- $\text{WEr} = 1030,4$

Entonces se obtiene:

$$CEr = 1,3 \times 1575 \text{ USD/tn} \times 1030,4 \text{ tn}$$

$$CEr = 2\,109\,744 \text{ USD}$$

Finalmente sumando los valores calculados se obtiene el valor de los equipos y su montaje.

$$CEq + CmE = CEc + CEp + CHf + CEr$$

3.4.1 Resumen costo equipos y su montaje

$$CEq + CmE = 0 + 5\,083\,669 + 1\,063\,300 + 2\,109\,744$$

$$CEq + CmE = 8\,256\,713 \text{ USD}$$

3.5 Costos varios aplicados

Estos costos varios se calculan en base a los costos de construcción previamente calculados multiplicados por un coeficiente dado por el libro que se toma en 0,075 (el libro da valores entre 0,05 y 0,1)

Entonces se obtienen los siguientes costos varios

$$CC_1 = CMg + CMm + CEq + CmE$$

$$CC_1 = 2\,408\,942 + 3\,275\,580 + 8\,256\,713$$

$$CC_1 = 13\,941\,235 \text{ USD}$$

$$CVa = CC_1 \times 0,075$$

$$CVa = 1\,045\,592 \text{ USD}$$

3.6 Costo total construcción

Sumando los valores obtenidos se obtiene el valor de construcción del buque:

$$CC = CMg + CMm + CEq + CmE + CVa$$

$$CC = 2\,408\,942 + 3\,275\,580 + 8\,256\,713 + 799\,922$$

$$CC = 14\,986\,828 \text{ USD}$$

4 Inversión Total

La inversión total es el costo de adquisición que tiene el buque para el armador más gastos varios. Este costo de adquisición incluye el costo de construcción más el beneficio industrial para el astillero menos bonificaciones y primas generalmente otorgadas por el estado

4.1 Beneficio industrial

Este beneficio se toma entre 5% y 20% según el libro. Este se toma en un 15% debido a la situación económica actual, donde se puede observar que la contratación de buques de menos de 3000TEU se encuentra en crecimiento, así como también la demanda de buques. También se puede observar que la oferta de estos buques no creció significativamente, en cuanto buque de mayor tamaño, favorecidos por economías de escala crece a mayor ritmo. Ver figuras a continuación.

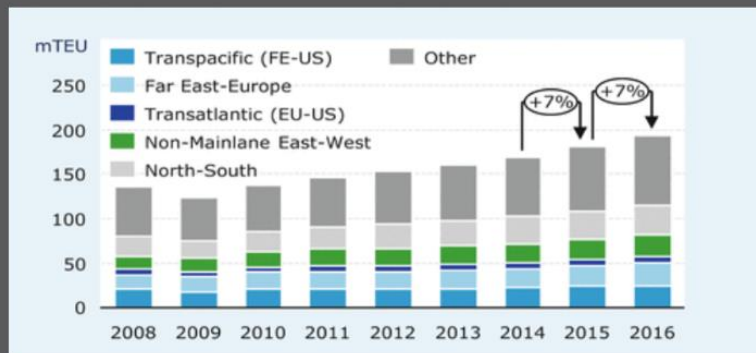


Fig. 1.19 Container vessel demand development (containerized trade) (Source: Clarksons (2008–14, actuals), DNV GL (2015/16 projections))



Fig. 1.21 Container vessel (expected) contracting (Source: IHS Maritime & Trade)

Entonces se obtiene el siguiente beneficio industrial:

$$BI = bi \times CC = 0,15 \times 14\,986\,828$$

$$BI = 2\,248\,024 \text{ USD}$$

4.2 Primas y bonificaciones a la construcción naval

Estas primas y bonificaciones son ayudas financieras que suele otorgar el estado para fomentar la industria. Actualmente estas dependen del país del armador y del astillero, por lo que para esa etapa no se va a tomar ninguna bonificación.

4.3 Costo de adquisición

Finalmente se obtiene un valor de adquisición de:

$$CA = CC + BI - BCN$$

$$CA = 14\,986\,828 + 2\,248\,024$$

$CA = 17\,234\,851\,USD$

4.4 Gastos del armador

Además de los gastos de construcción y el beneficio industrial para el astillero el armador debe afrontar los gastos de hipotecas, intereses, inspecciones durante la construcción, adiestramiento de la tripulación, administrativos e impuestos. Estos gastos se estiman como un porcentaje de la inversión total previamente calculada, se toma un valor de 0,2 (el libro propone valores entre 0,2 y 0,25)

$$GA = ga \times CA$$

$$GA = 0,2 \times 17\,234\,851$$

$GA = 3\,446\,970\,USD$

4.5 Inversión Total

La inversión total para el armador se calcula de la siguiente manera

$$IT = CA + GA$$

$IT = 20\,681\,822\,USD$

5 Costos operativos

En esta etapa se calcula el costo operativo del buque anual (CO). Este se puede descomponer en los costos financieros anuales (CFi) y los gastos anuales de explotación del buque (GEi).

$$CO = CFi + GEi$$

5.1 Gastos de explotación anuales

Estos gastos se descomponen en los siguientes gastos anuales:

$$GEi = Gti + Gci + Gpi + Gmi + Gsi + Gvi$$

Dónde:

- *Gti son los gastos de tripulación*
- *Gci son los gastos en consumos*
- *Gpi son los gastos portuarios*
- *Gmi son los gastos en mantenimientos y reparaciones*
- *Gsi son los costos del seguro*
- *Gvi son los gastos de pertrechos y varios*

Los gastos por tripulante se pueden expresar con un gasto por tripulante promedio propuesto por el libro. Este gasto promedio es de 36960 USD/año. Se considera una tripulación fija y paga de 20 personas.

Entonces:

$$Gti = 36960 \times 20 \text{ tripulantes}$$

$$Gti = 739\,200 \text{ USD/año}$$

Los gastos anuales en consumos refieren a los distintos consumibles del buque (aceites, agua, combustibles etc...). Estos se calculan con la potencia propulsor total multiplicada por un coeficiente de gasto anual. Cabe destacar que este coeficiente depende fuertemente del precio del combustible, actualmente en valores muy bajos. Se toma el valor mínimo propuesto por el libro de 12000 pesetas por kW.

$$Gci = gci \times PB = 80,64 \text{ USD/kW} \times 16800 \text{ kW}$$

$$Gci = 1\,354\,752 \text{ USD/año}$$

Los gastos portuarios anuales se calcula asumiendo viajes constantes desde Santos, Brasil hacia Sídney Australia. En base a las tarifas de ambos puertos y a la cantidad veces que concurren a cada puerto se puede estimar el costo anual. En este calculo no se incluyen puertos intermedios y/o servicio de practico.

En base a la velocidad (19.5 nudos) y la distancia Santos – Sídney (8400 mn aproximadamente) se estima que son unos 20 días de navegación, con una parada de un día en cada puerto se obtienen 16 viajes con 16 paradas en cada puerto.

El costo del puerto en este tipo de buque está calculado en base a los TEU. Tomando la carga de diseño de 650 TEU se toma la mitad de contenedores en exportación y la otra mitad en importación para el puerto de Sídney. En el puerto de Santos se toma un único precio por movimiento (ver anexo II).

$$Gpi_{\text{Sídney}} = 325 \text{ TEU} \times 87,22 \text{ USD} + 325 \text{ TEU} \times 132,50 \text{ USD}$$

$$Gpi_{\text{Santos}} = 650 \text{ TEU} \times 61,29 \text{ USD}$$

$$Gpi = 111\,248 \text{ USD/año}$$

Los gastos por mantenimiento y reparaciones, el costo del seguro y el gasto en pertrechos y varios se suele calcular como un valor proporcional a la inversión total. Los coeficientes para cada gasto se toman del libro y se adoptan los siguientes valores:

- $gmi = 0,016$ (*Buque con poca maniobra propia*)
- $gsi = 0,012$ (*valor promedio*)
- $gvi = 0,012$ (*valor promedio*)

Obteniendo los siguientes gastos anuales:

$Gmi = 330\,909\text{ USD/año}$
$Gsi = 248\,182\text{ USD/año}$
$Gvi = 248\,182\text{ USD/año}$

5.2 Resumen de costos de explotación anual

Finalmente el costo de explotación anual del buque se calcula sumando los diferentes costos:

$$GEi = 739\,200 + 1\,354\,752 + 111\,248 + 330\,909 + 248\,182 + 248\,182$$

$$GEi = 3\,032\,473\text{ USD/año}$$

5.3 Costos financieros anuales

El buque tiene una amortización técnica, una cantidad de plata destinada para poder reponer el bien una vez que este quede fuera de servicio o sea vendido. Para esto es necesario establecer el valor residual del buque (valor de desguace al final de la vida útil) y la vida útil del buque.

$$AT = \frac{(IT - VR)}{vu}$$

Dónde:

- VR es el valor residual, que se suele tomar el 5% de la inversión total
- vu es la vida útil, que para este tipo de barco se toma un valor de 25 años

$$AT = 0,95 \times IT / 25 \text{ años}$$

$$AT = 601\,255\text{ USD}$$

El buque será adquirido parte con capital propio del armador y otra parte por capital ajeno mediante préstamos. Estos préstamos tienen un interés anual. Este interés se puede calcular con un interés compuesto y estará dado por el financiamiento obtenido por parte de una entidad financiera (por ejemplo: un banco).

$$IT = IT_{propia} + IT_{prestada}$$

6 Resumen Costos y Gastos

Descripción Costo		USD	Porcentaje Sobre IT
Material a granel	Materiales a granel	\$ 2.408.942	12%
	Montaje material a granel	\$ 3.275.580	16%
Material a granel y montaje		\$ 5.684.522	27%
Equipos y su montaje	Equipos de propulsión y auxiliares y su montaje	\$ 5.083.669	25%
	Habilitación, fonda y su montaje	\$ 1.063.300	5%
	Equipo restante y su montaje	\$ 2.109.744	10%
Equipos y montaje		\$ 8.256.713	40%
Costo Construcción (1)		\$ 13.941.235	67%
Costos varios aplicados		\$ 1.045.593	5%
TOTAL Construcción		\$ 14.986.828	72%
Beneficio industrial		\$ 2.248.024	11%
Costo adquisición		\$ 17.234.852	83%
Gastos del armador		\$ 3.446.970	17%
inversión Total		\$ 20.681.822	

Descripción Gasto Anual		USD	Porcentaje Sobre GE
Explotación anual	Gastos de tripulación	\$ 739.200	24%
	Gastos de consumos	\$ 1.354.752	45%
	Gastos portuarios	\$ 111.248	4%
	Gastos de mantenimiento y reparaciones	\$ 330.909	11%
	Gastos de seguro	\$ 248.182	8%
	Gastos en pertrechos y varios	\$ 248.182	8%
TOTAL gastos de explotación anual		\$ 3.032.473	

7 Anexos

Anexo I – Tarifas puerto Sidney



Schedule of Port Charges

Effective 1 July 2017

Wharfage Charge

The Wharfage Charge is payable by the cargo owner, usually via the Shipping Agent. Containerised cargo is charged per Twenty Foot Equivalent Unit (TEU); non-containerised cargo is charged per Revenue Tonne. A Revenue Tonne is the greater of mass or volume of the cargo measured in units of tonnes, cubic metres, or kilolitres.

CONTAINERISED CARGO AND CARGO ON PLATFORMS Rate per Twenty Foot Equivalent Unit (TEUs)	Rate excluding GST	GST	Rate including GST
Full overseas import wharfage	\$120.45	\$12.05	\$132.50
Full overseas export wharfage	\$79.29	\$7.93	\$87.22
Full local (coastal inwards or outwards) wharfage	\$43.00	\$4.30	\$47.30
Full transhipment (inwards or outwards) wharfage	\$48.18	\$4.82	\$53.00
Empty local (coastal inwards or outwards) wharfage	\$12.84	\$1.28	\$14.12
Empty container wharfage	\$12.84	\$1.28	\$14.12
Empty platform wharfage (nested in 4 units or single)	\$12.84	\$1.28	\$14.12

Anexo II – Tarifas puerto de Santos


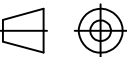

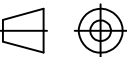

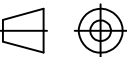


COMPANHIA DOCAS DO ESTADO DE SÃO PAULO – CODESP
AUTORIDADE PORTUÁRIA DE SANTOS

3

TABELA I – UTILIZAÇÃO DA INFRAESTRUTURA PORTUÁRIA TAXAS DEVIDAS PELOS REQUISITANTES

ITEM	ESPÉCIE E INCIDÊNCIA	VALOR (R\$)
1.	EM FUNÇÃO DO MOVIMENTO REALIZADO PELA EMBARCAÇÃO	
1.1.	Por tonelada.....	3,38
1.2.	Por contêiner com carga.....	61,29

	1	2	3	4																																												
A																																																
B																																																
C	<div>PARTE 2</div> <div>ARQUITECTURA NAVAL</div>																																															
D																																																
E	<table><tr><td colspan="2"></td><td>VERIFICADO</td><td>APROBADO</td><td rowspan="4"> Instituto Tecnológico de Buenos Aires</td></tr><tr><td colspan="2">NOMBRE: PAUL MAC CARTHY</td><td></td><td></td></tr><tr><td colspan="2">LEGAJO: 53360</td><td></td><td></td></tr><tr><td colspan="2">FECHA:</td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td>NÚMERO PLANO</td><td>REV</td><td>HOJA N°</td><td>N° HOJAS</td><td rowspan="3">PSC ENDURANCE</td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>ESCALA:</td><td>ARCHIVO:</td><td>FORMATO: A4</td><td colspan="2"></td></tr></table>						VERIFICADO	APROBADO	 Instituto Tecnológico de Buenos Aires	NOMBRE: PAUL MAC CARTHY				LEGAJO: 53360				FECHA:					NÚMERO PLANO	REV	HOJA N°	N° HOJAS	PSC ENDURANCE						ESCALA:	ARCHIVO:	FORMATO: A4													
		VERIFICADO	APROBADO	 Instituto Tecnológico de Buenos Aires																																												
NOMBRE: PAUL MAC CARTHY																																																
LEGAJO: 53360																																																
FECHA:																																																
	NÚMERO PLANO	REV	HOJA N°	N° HOJAS	PSC ENDURANCE																																											
ESCALA:	ARCHIVO:	FORMATO: A4																																														
F	<table><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td rowspan="6">PROYECTO DE BUQUES</td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td>REV.</td><td>DESCRIPCIÓN</td><td>FECHA</td><td>DIBUJ.</td><td>VERIF.</td><td rowspan="2">PROYECTO DE BUQUES</td></tr><tr><td colspan="6">MODIFICACIONES</td></tr></table>									PROYECTO DE BUQUES																											REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	DIBUJ.	VERIF.	PROYECTO DE BUQUES	MODIFICACIONES					
					PROYECTO DE BUQUES																																											
	REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	DIBUJ.	VERIF.	PROYECTO DE BUQUES																																										
MODIFICACIONES																																																

A

B

C

D

PARTE 2A



CÁLCULO DE ESTABILIDAD

BUQUE PORTACONTENEDORES 950TEU

APROBADO
NFI 05/03/2018

E

F

			VERIFICADO	APROBADO	
NOMBRE: PAUL MAC CARTHY			NFI 05/03/2018		
LEGAJO: 53360					
FECHA: 29/06/2017					
NÚMERO PLANO		REV	HOJA N°	N° HOJAS	
		B	0	10	
ESCALA:		ARCHIVO:	FORMATO: A4	 	
A	REVISION INICIAL		02/06 2017	PMC	NFI
B	CORRECCIONES SEGUN NFI		29/06 2017	PMC	NFI
REV.	DESCRIPCIÓN		FECHA	DIBUJ.	VERIF.
MODIFICACIONES					



PSC ENDURANCE

CÁLCULO
DE
ESTABILIDAD

CONTENIDO

1	Introducción.....	2
2	Curvas Hidrostáticas	2
3	Condiciones de carga.....	3
4	Estabilidad Transversal	4
4.1	Estabilidad transversal inicial	4
4.2	Estabilidad transversal a grandes ángulos.....	5
5	Verificación de la estabilidad transversal.....	6
5.1	Criterio General.....	6
5.2	Criterio Meteorológico.....	6
5.3	Resumen	7
5.4	KG Máximo.....	9
6	Análisis Estabilidad Transversal	10

1 Introducción

En este cuaderno se realizan los cálculos de arquitectura naval del buque portacontenedores. Para realizar estos cálculos se utiliza el software FORAN. Los datos que serán calculados y verificados son los siguientes:

- Curvas hidrostáticas: estas curvas presentan los datos relacionados a las formas del buque y su comportamiento en el agua. Estas se calculan para una serie de calados
- Condiciones de carga de diseño: distribución de pesos en el buque.
- Curvas de brazos adrizantes: estas representan la estabilidad del buque para diferentes ángulos de escora.
- Verificación de la estabilidad en las condiciones de carga de diseño según requerimientos de la ordenanza marítima OM-02-1992 de la Prefectura Naval Argentina (PNA) y requerimientos del código de estabilidad intacta de IMO.

2 Curvas Hidrostáticas

Para calcular estas curvas se utiliza el módulo HYDROS del software naval FORAN. En base a las dimensiones calculadas y la forma generada y modificada en 3D se utiliza el software para obtener datos y coeficientes que responden a las propiedades de las formas del buque en el agua. Estos se calculan para calados cada 0.5m desde la línea base. Los cálculos se realizan en agua salada, tomando una densidad 1,025 kg/m³. Los datos y coeficientes calculados son los siguientes:

- Calado (T) [m]
- Desplazamiento (DISF) [TM]
- Volumen moldeado (DISV) [m³]
- ABCISA del centro de flotación (LCB) [m]
- Altura del centro de flotación (KB) [m]
- Área de flotación (AW) [m²]
- Área de sección máxima (AX) [m²]
- Radio metacéntrico transversal (ZBM) [m]
- Radio metacéntrico longitudinal (ZBML) [m]
- Coeficiente de sección máxima (CX)
- Coeficiente prismático (CP)
- Coeficiente de bloque (CB)
- Coeficiente de flotación (CW)
- Momento de asiento unitario (MTC) [TM]
- Área mojada (S) [m²]
- Toneladas por centímetro de inmersión (TCI) [TM/cm]
- ABCISA del centro de área de flotación (XCF) [m]
- Altura metacéntrica transversal (KM) [m]

En el plano PMC-PB-010-004 se pueden ver las curvas hidrostáticas graficadas.

Consideraciones:

- Se toma un asiento nulo para cada calado.
- El sistema de referencia se ubica en la perpendicular de popa sobre el plano base, tomando positivos los valores a proa, babor y hacia arriba.
- Se grafican todos los calados desde 0m hasta 12m (puntal) cada 0,5m. 24 calados en total.

A continuación se muestran todos los datos hidrostáticos para el calado de diseño (8.5m).

Atributos de carena Buque PSC Endurance			
Calado	8	T	m
Asiento	0	A	m
Desplazamiento	16384	DISF	TM
Volumen moldeado	15933	DISV	m^3
ABCISA del centro de flotación	67,598	LCB	m
Altura del centro de flotación	4,525	KB	m
Área de flotación	2776,56	AW	m^2
Área de sección máxima	181,06	AX	m^2
Radio metacéntrico transversal	6,711	ZBM	m
Radio metacéntrico longitudinal	227,27	ZBML	m
Coeficiente de sección máxima	0,9838	CX	
Coeficiente prismático	0,6286	CP	
Coeficiente de bloque	0,6184	CB	
Coeficiente de flotación	0,8623	CW	
Momento de asiento unitario	266	MTC	TM
Área mojada	4293,7	S	m^2
Toneladas por centímetro de inmersión	28,49	TCI	TM/cm
ABCISA del centro de área de flotación	62,424	XCF	m

3 Condiciones de carga

El próximo paso consiste en definir las condiciones de carga, para las cuales se realizarán los cálculos de estabilidad. Estas condiciones están estipuladas en la Ordenanza Marítima 02-1992-PNA y también por la IMO. Estas son las siguientes:

- LC01 - Buque en la condición de salida: plenamente cargado y con el 100% de consumibles.
 - Para los contenedores se toma un peso homogéneo promedio de 14T y 630 TEU, estipulado en los requerimientos del armador.
- LC02 - Buque en la condición de llegada: plenamente cargado y con el 10% de consumibles.
 - Para los contenedores se toma un peso homogéneo promedio de 14T y 630 TEU, estipulado en los requerimientos del armador.
- LC03 - Buque en la condición de salida en lastre: Lastre y 100% de consumibles
 - Sin contenedores
- LC04 - Buque en la condición de llegada en lastre: Lastre y 10% de consumibles
 - Sin Contenedores
- LC05 - Buque Vacío (lightship)

Como carga de diseño se toman 630 contenedores cargados con una carga homogénea de 14Tn. Estos están estibados en las bodegas y los que no entran en las bodegas se estiban sobre cubierta. Esta carga refleja la carga típica, en cuanto a peso y distribución, que el buque transporta.

La carga y distribución pueden realizarse de otra manera a la explicada anteriormente, pero como condición de diseño se toman los parámetros de KG y peso obtenidos con los 630TEU a 14Tn. Como regla general se busca estibar los contenedores más pesados en las bodegas y los más livianos o vacíos sobre cubierta.

La carga de contenedores es muy flexible y variable, por lo que se pueden obtener diferentes KG para cada calado, dependiendo de la distribución de los contenedores. Ya que de antemano no se pueden analizar todas las condiciones que puedan surgir en operación se realiza en FORAN el cálculo del KG máximo para diferentes calados. Este cálculo determina cual es KG límite para un desplazamiento/calado que permite que se sigan cumpliendo los diferentes criterios de estabilidad. Esto posibilita al operador de la carga establecer su distribución de contenedores respetando, en base al peso de la carga, el KG máximo.

En el plano PMC-PB-230-004 en la sección de disposición general se puede observar la distribución de los contenedores en la condición de carga LC01. Estos contenedores se distribuyen en las bodegas y en sobre las tapas de escotilla buscando reducir el KG.

4 Estabilidad Transversal

Con las formas del buque y los centros de gravedad de los pesos (KG) se puede realizar el cálculo de estabilidad transversal. Esta verificación es la que asegura que el buque tenga la capacidad de volver a su posición de equilibrio luego de que esta ha sido alterada por algún factor externo y/o interno.

Esta estabilidad se divide en dos partes ya que cada una emplea un método de cálculo distinto:

- Estabilidad transversal inicial: pequeños ángulos de escora
- Estabilidad transversal a grandes ángulos de escora

Luego se aplican los criterios correspondientes a cada situación.

4.1 Estabilidad transversal inicial

La primera es la estabilidad inicial (para pequeños ángulos) para la que se requiere saber la posición de los centros de flotación, pesos y la altura metacéntrica. Con estos valores se calculan los brazos adrizantes (GZ) para cada ángulo de escora pequeño.

En esta condición inicial se definen dos puntos que son los que luego definen los tres estados posibles. Se utiliza el centro de gravedad (G) y el metacentro transversal (M). En función a su ubicación se definen los siguientes estados posibles:

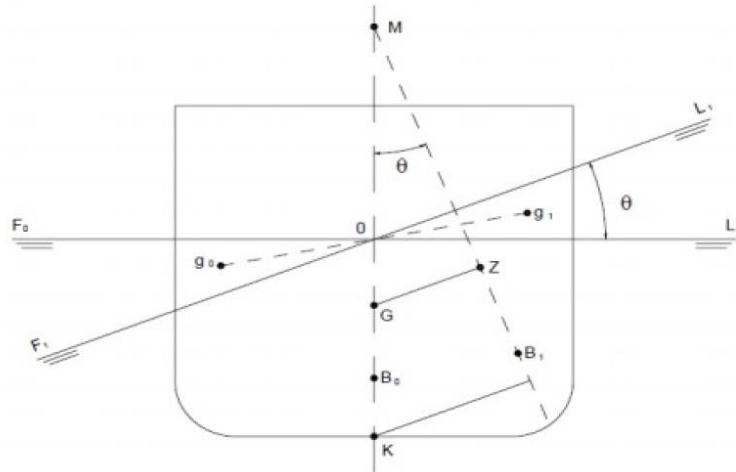
- Si M está por encima de G el buque es estable
- Si M está por debajo de G el buque es inestable
- Si M coincide con G el buque estaría en un equilibrio indiferente

El buque cuenta con un Metacentro (M) superior al centro de gravedad (G). Cuando el buque es movido de su posición de equilibrio se genera un par adrizantes que adrizo el buque. Este par se calcula de la siguiente manera:

$$\text{Par adrizante} = \Delta GZ = \Delta GM \sin(\theta)$$

Dónde:

- Δ es el desplazamiento del buque
- GZ es el brazo adrizantes
- θ es el ángulo de escora
- GM es la distancia entre el centro de gravedad y el metacentro



La altura metacéntrica (GM) se calcula con la siguiente fórmula para la condición de diseño del buque:

$$GM = BM + KB - KG = KM - KG$$

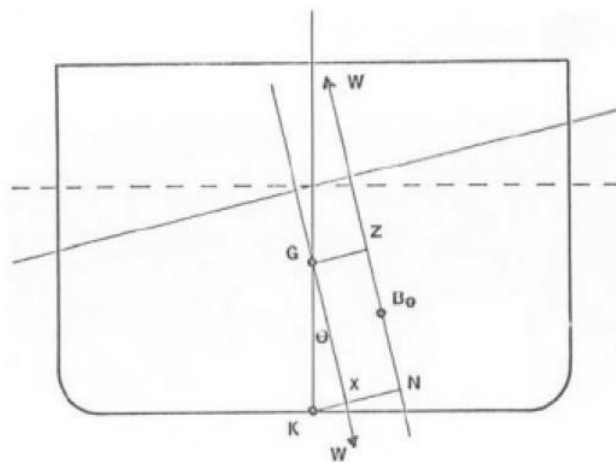
Este GM no debe ser inferior a 0,15 m.

4.2 Estabilidad transversal a grandes ángulos

La segunda parte consiste en el cálculo a grandes ángulos (a partir de los 30°), adonde el cálculo por metacentro como en la sección anterior pierde validez, ya que el metacentro se aleja del plano de crujía. Para esta parte es necesario calcular las curvas cruzadas de estabilidad (KN) utilizando FORAN.

El par adrizantes se sigue calculando de la misma manera, pero GZ deja de ser la multiplicación entre GM y el seno del ángulo.

Las curvas cruzadas (KN) calculan los diferentes GZ para cada calado del buque, asumiendo un centro de gravedad (KG) igual a cero. Con estas curvas lo que resta modificarles es la posición real del KG. Con la modificación del KG se obtienen los GZ para cada ángulo de escora, y luego con el desplazamiento se calcula el par adrizantes. En la figura siguiente se puede observar los corrimientos de los centros:



La corrección que se realiza es la siguiente:

$$GZ = KN - KG \sin(\theta)$$

Las curvas KN se obtienen del software FORAN para distintos ángulos de escora y se pueden observar en el plano PMC-PB-010-009.

5 Verificación de la estabilidad transversal

A continuación se detallan los criterios que debe cumplir el buque para ser considerado estable. Estos están estipulados en la OM-02-1992-PNA y por la IMO. Utilizando las curvas KN y sus respectivas modificaciones se procede a realizar las verificaciones. Todos los criterios serán calculados y verificados mediante el software FORAN.

5.1 Criterio General

- Estabilidad dinámica:
 - El área situada bajo la curva de brazos adrizantes no será inferior a 0,055 metros-radianes hasta un ángulo de escora de 30°
 - El área situada bajo la curva de brazos adrizantes no será inferior a 0,09 metros-radianes hasta 40° o hasta el ángulo de inundación (θ_f), si éste es de menos de 40°.
 - El área situada bajo la curva entre los ángulos de escora de 30° y 40°, o entre 30° y el ángulo de inundación (θ_f) si éste es menor de 40°, no será inferior a 0,03 metros-radianes.
- El brazo adrizante (GZ), será de 200 milímetros, como mínimo, para un ángulo de escora igual o superior a 30°.
- El brazo adrizante máximo (GZ máx.) corresponderá a un ángulo de escora preferiblemente superior a 30°, pero nunca inferior a 25°.
- La altura metacéntrica transversal inicial (GM) no será inferior a 150 milímetros, excepto para los buques pesqueros de una cubierta, o de superestructura incompleta, o de eslora no mayor a 70 metros, donde este valor será de 350 milímetros como mínimo.

El ángulo de inundación (θ_f) se calcula tomando el ángulo de escora en el cual la primera abertura hace contacto con el agua.

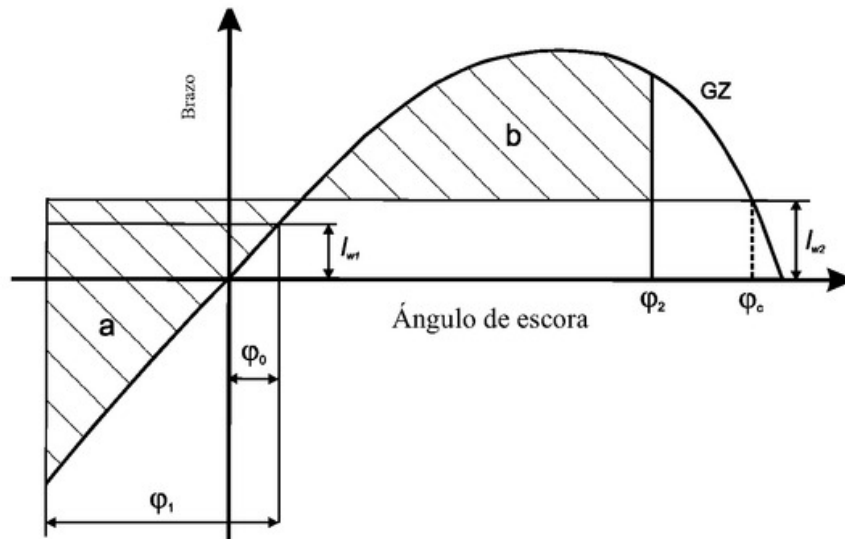
$\theta_f = 46^\circ$

5.2 Criterio Meteorológico

Es de aplicación a los buques de navegación marítima y a los de pasaje cualquiera sea su navegación. Habrá que demostrar la aptitud del buque para resistir los efectos combinados del viento transversal y del balance respecto de cada condición de carga (Punto 4.4.4 de la OM N2/92 de la PNA). Para esto, es necesario analizar la estabilidad dinámica del buque.

Este criterio apunta a que el buque tenga suficiente reserva de estabilidad cuando es sometido a una racha de viento (con un viento constante previo). Eso se traduce a que el área B tiene que ser mayor o igual al área A, ver la figura a continuación.

Para este criterio es necesario cargar en FORAN el perfil de viento, que corresponde al are lateral proyectada. Este perfil varía para cada estado de carga debido a los contenedores sobre cubierta. Este perfil se obtiene del arreglo general.



- θ_0 = ángulo de escora provocado por un viento constante. Su valor no superará los 16 grados o el 80 % del ángulo de impresión de la línea de contorno de cubierta, si este valor es menor.
- θ_1 = ángulo de balance a barlovento debido a la acción de las olas
- θ_2 = ángulo de inundación por cambio de carena (θ_f), o 50 grados, o θ_c , tomando de valores el menor
- θ_f = ángulo de escora al que se sumergen aberturas del casco, superestructuras o casetas que no puedan ser cerradas rápidamente de modo estanco. En la aplicación de este criterio no es necesario considerar las pequeñas aberturas por las que no pueden producirse inundaciones progresivas
- θ_0 = ángulo de segunda intersección entre la curva del brazo escorante provocado por una ráfaga de viento (L_{gw}) y la curva de brazos

5.3 Resumen

A continuación se detallan los resultados obtenidos en FORAN para los diferentes estados de carga. En el Cuadernillo de estabilidad de FORAN se puede observar el informe de FORAN sobre la verificación de estabilidad.

Condición de carga LC01 – Partida 100% consumibles 630TEU a 14tn			
Descripción Criterio	Condición y Valor Limite	Valor Real	Análisis
Altura Metacéntrica	Mayor a 0,150 m	0,6m	OK
Brazo adrizante máximo	Preferentemente para $\theta > 30^\circ$, nunca menor a 25°	30°	OK
Brazo adrizante	Minimo de 0,2m para $\theta \geq 30^\circ$	0,444m	OK
Estabilidad dinámica	Area bajo la curva entre $0^\circ - 30^\circ > 55 \text{ mm.rad}$	105,7 mmrad	OK
	Area bajo la curva entre $0^\circ - 40^\circ > 90 \text{ mm.rad}$	170,9 mmrad	OK
	Area bajo la curva entre $30^\circ - 40^\circ > 30 \text{ mm.rad}$	65,2 mmrad	OK
Meteorológico	Area b > Area a	b = 6,686 mrad	OK
		a = 1,175 mrad	

Condición de carga LC02 – Arribo 10% consumibles 630TEU a 14tn			
Descripción Criterio	Condición y Valor Limite	Valor Real	Análisis
Altura Metacéntrica	<i>Mayor a 0,150 m</i>	0,2m	OK
Brazo adrizante máximo	<i>Preferentemente para $\theta > 30^\circ$, nunca menor a 25°</i>	30°	OK
Brazo adrizante	<i>Minimo de 0,2m para $\theta \geq 30^\circ$</i>	0,272m	OK
Estabilidad dinámica	<i>Area bajo la curva entre $0^\circ - 30^\circ > 55 \text{ mm.rad}$</i>	59,7 mmrad	OK
	<i>Area bajo la curva entre $0^\circ - 40^\circ > 90 \text{ mm.rad}$</i>	90,4 mmrad	OK
	<i>Area bajo la curva entre $30^\circ - 40^\circ > 30 \text{ mm.rad}$</i>	30,7 mmrad	OK
Meteorológico	<i>Area b > Area a</i>	<i>b = 2,240 mrad</i>	OK
		<i>a = 0,879 mrad</i>	

Condición de carga LC03 – Partida 100% consumibles en Lastre			
Descripción Criterio	Condición y Valor Limite	Valor Real	Análisis
Altura Metacéntrica	<i>Mayor a 0,150 m</i>	3,6m	OK
Brazo adrizante máximo	<i>Preferentemente para $\theta > 30^\circ$, nunca menor a 25°</i>	$45,4^\circ$	OK
Brazo adrizante	<i>Minimo de 0,2m para $\theta \geq 30^\circ$</i>	2,871m	OK
Estabilidad dinámica	<i>Area bajo la curva entre $0^\circ - 30^\circ > 55 \text{ mm.rad}$</i>	650,7 mmrad	OK
	<i>Area bajo la curva entre $0^\circ - 40^\circ > 90 \text{ mm.rad}$</i>	1108,6 mmrad	OK
	<i>Area bajo la curva entre $30^\circ - 40^\circ > 30 \text{ mm.rad}$</i>	458 mmrad	OK
Meteorológico	<i>Area b > Area a</i>	<i>b = 2,240 mrad</i>	OK
		<i>a = 0,879 mrad</i>	

Condición de carga LC04 – Arribo 10% consumibles en Lastre			
Descripción Criterio	Condición y Valor Limite	Valor Real	Análisis
Altura Metacéntrica	<i>Mayor a 0,150 m</i>	0,5m	OK
Brazo adrizante máximo	<i>Preferentemente para $\theta > 30^\circ$, nunca menor a 25°</i>	30°	OK
Brazo adrizante	<i>Minimo de 0,2m para $\theta \geq 30^\circ$</i>	0,331 m	OK
Estabilidad dinámica	<i>Area bajo la curva entre $0^\circ - 30^\circ > 55 \text{ mm.rad}$</i>	91,2 mmrad	OK
	<i>Area bajo la curva entre $0^\circ - 40^\circ > 90 \text{ mm.rad}$</i>	129,2 mmrad	OK
	<i>Area bajo la curva entre $30^\circ - 40^\circ > 30 \text{ mm.rad}$</i>	37,9 mmrad	OK
Meteorológico	<i>Area b > Area a</i>	<i>b = 4,418 mrad</i>	OK
		<i>a = 1,025 mrad</i>	

Condición de carga LC05 – Buque vacío			
Descripción Criterio	Condición y Valor Limite	Valor Real	Análisis
Altura Metacéntrica	<i>Mayor a 0,150 m</i>	3,6m	OK
Brazo adrizante máximo	<i>Preferentemente para $\theta > 30^\circ$, nunca menor a 25°</i>	$29,8^\circ$	OK
Brazo adrizante	<i>Minimo de 0,2m para $\theta \geq 30^\circ$</i>	2,264 m	OK
Estabilidad dinámica	<i>Area bajo la curva entre $0^\circ - 30^\circ > 55 \text{ mm.rad}$</i>	789,5 mmrad	OK
	<i>Area bajo la curva entre $0^\circ - 40^\circ > 90 \text{ mm.rad}$</i>	1169,0 mmrad	OK
	<i>Area bajo la curva entre $30^\circ - 40^\circ > 30 \text{ mm.rad}$</i>	379,5 mmrad	OK
Meteorológico	<i>Area b > Area a</i>	<i>b = 67,975mrad</i>	OK
		<i>a = 21,779 mrad</i>	

5.4 KG Máximo

En la tabla a continuación se exponen los valores de KG máximos y GM mínimos para cada calado y desplazamiento entre el calado mínimo y el máximo. Para cada situación se establece cual es el criterio que limita el KG y el GM.

KG máximo y GM mínimo				
T medio [m]	DISP [Tn]	Criterio	KG [m]	GM [m]
6	10591,8	7	10,77	0,256
6,31	11306,9	7	10,74	0,22
6,62	12037,9	7	10,72	0,184
6,93	12785,2	2	10,71	0,163
7,24	13549,3	2	10,7	0,175
7,54	14331,9	2	10,7	0,206
7,85	15141,7	2	10,7	0,258
8,16	15967,1	3	10,7	0,292
8,46	16804,1	4	10,62	0,381
8,77	17649,4	4	10,49	0,522
9,08	18504	4	10,34	0,677
9,39	19366,6	4	10,17	0,844
9,69	20236,7	6	9,54	1,480
10	21113,6	6	9,08	1,950

Los criterios son los siguientes:

Crit. num.	Description					
1	GZ of	0.2 (M.)	betw.	30.0	dg. and 90.0	dg.
2	DN of	55.0 (mm*rd)	betw.	0.0	dg. and 30.0	dg.
3	DN of	90.0 (mm*rd)	betw.	0.0	dg. and 40.0	dg.
4	DN of	30.0 (mm*rd)	betw.	30.0	dg. and 40.0	dg.
5	GM	> 0.150 m.				
6	Angle for which a maximum GZ is obtained > 25.00 dg.					
7	IMO - weather criterion					

6 Análisis Estabilidad Transversal

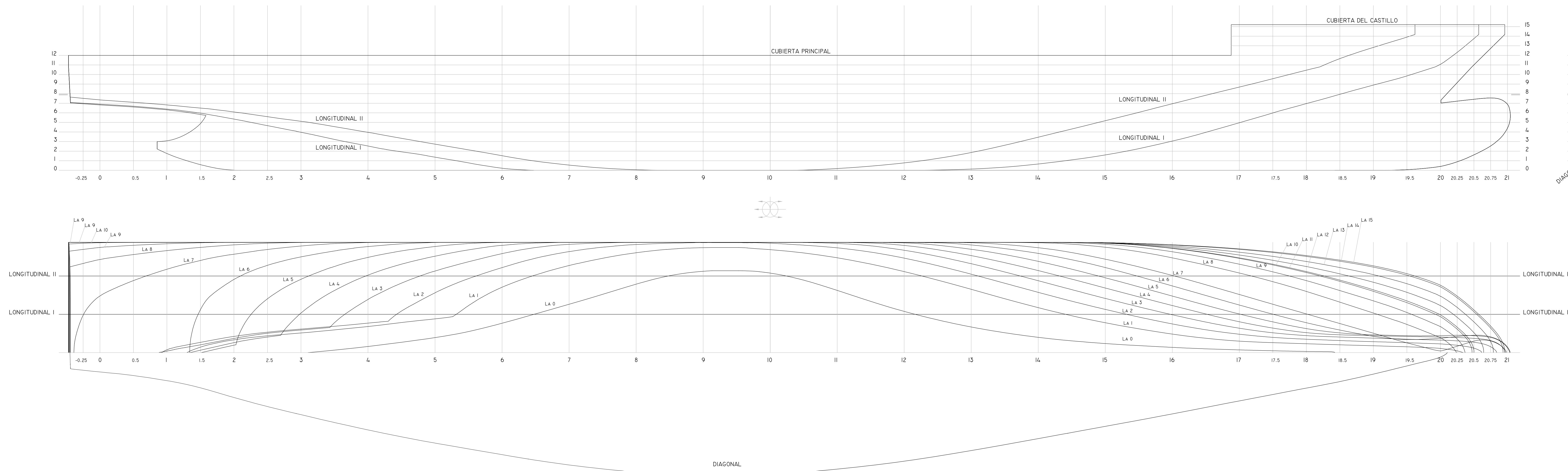
A partir de los resultados obtenidos para las diferentes condiciones de carga se puede asegurar que el buque cumple con todos los requisitos exigidos.

A pesar de esto es importante destacar que a medida que el buque pierde pesos bajos este se vuelve cada vez más inestable. Esto se puede ver en la condición de carga LC02, donde el buque con 10% de consumibles cumple con el criterio sin mucha reserva de estabilidad. Es por esto importante que el buque debe compensar con lastre a medida que el KG aumenta.

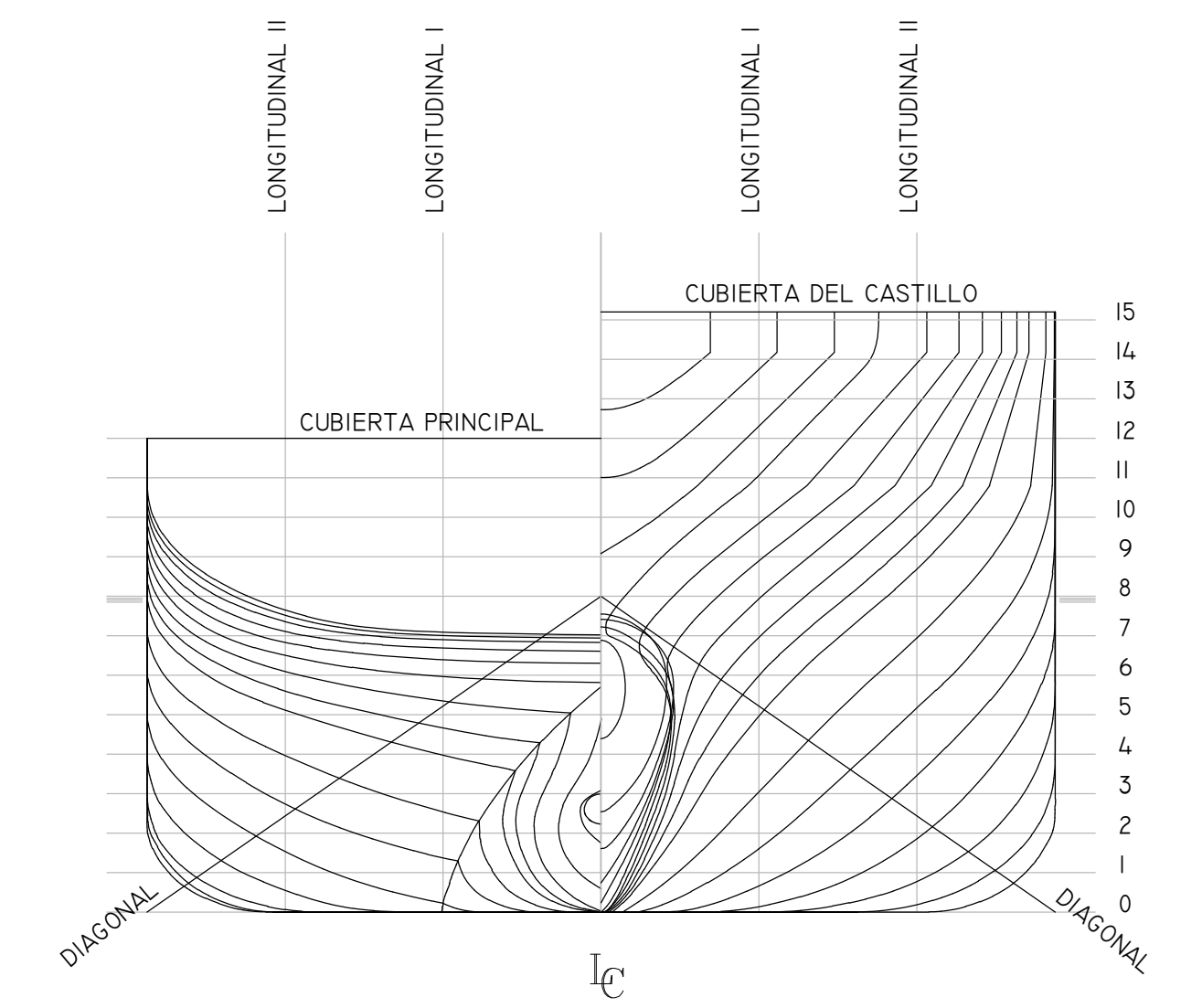
Analizando la operación del buque y la flexibilidad de la carga se puede concluir que el buque es estable pero en cada situación debe realizarse un cálculo de estabilidad antes de zarpar, para verificar que se sigan cumpliendo los criterios con cualquier carga aleatoria que se decida cargar. Esto se logra también verificando el KG máximo para el desplazamiento de la carga deseada.

El KG del buque vacío es conocido (ver estimación de pesos) y los KG de los tanques de carga también son conocidos. Con la planilla de carga de contenedores se pueden fácilmente ingresar la disposición de contenedores y obtener el KG. Obteniendo el KG total es posible compararlo con los máximos para cada estado de carga.

PERFIL LONGITUDINAL





SECCIONES TRANSVERSALES



LINEAS DE AGUA

CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES

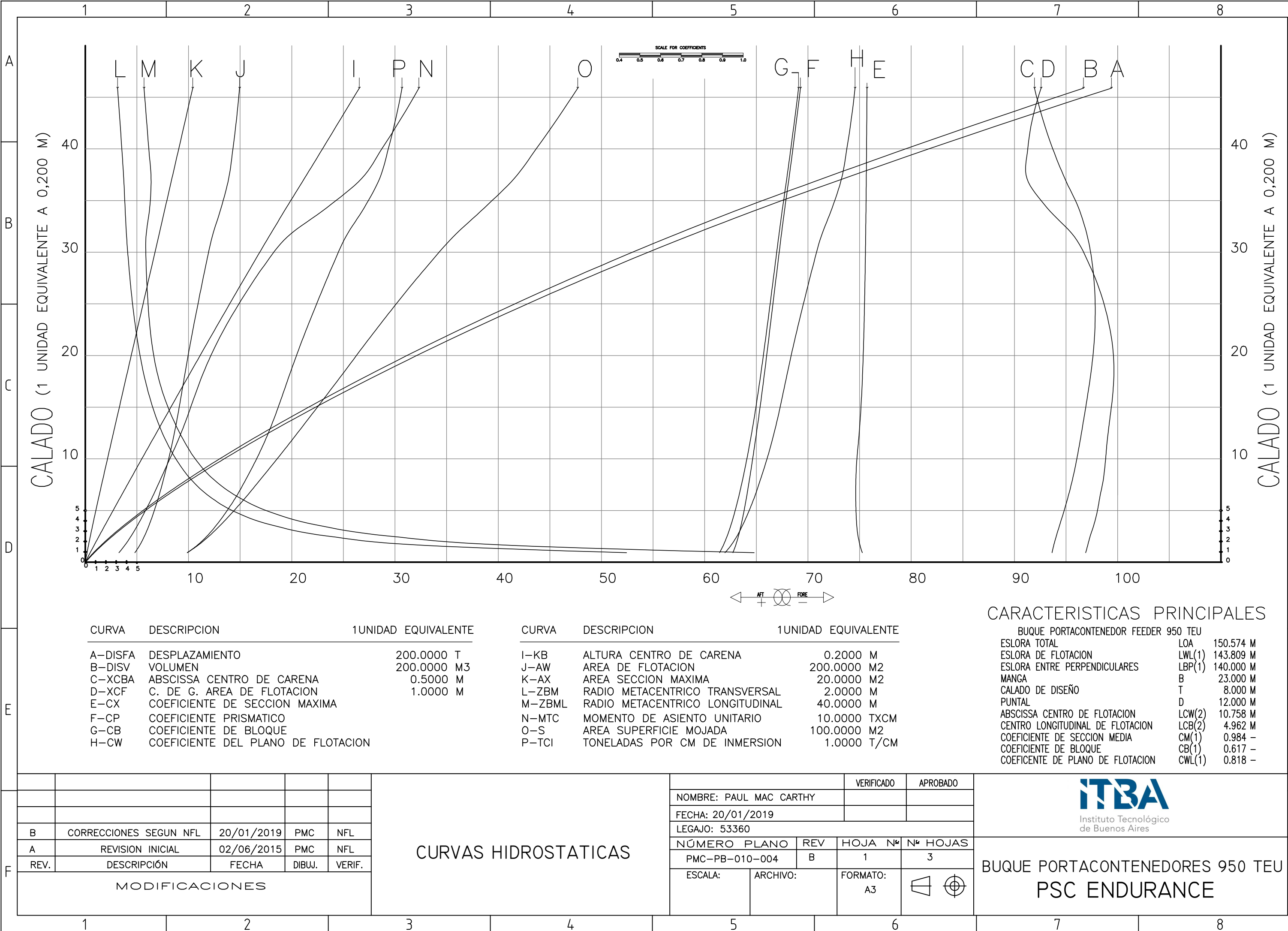
ESLORA TOTAL	LOA	150,574	M
ESLORA DE FLOTACION	LWL	143,809	M
ESLORA ENTRE PERPENDICULARES	LBP	140,000	M
MANGA	B	23,000	M
CALADO DE DISEÑO	T	8,000	M
PUNTAL	D	12,000	M
VELOCIDAD DE DISEÑO		19.5	KN
TRIPULACION		20	
CONTENEDORES		950	TEU
CONTENEDORES BAJO CUBIERTA		304	TEU
CONTENEDORES REFRIGERADOS		190	TEU
PROPULSOR PRINCIPAL	(1) X MAN 16V46/60CR - 16,800kW		
PROPULSOR DE PROA	(1) X ROLLS ROYCE TT PM 1600 - 1,000kW		
GENERADORES	(3) X MAN 8L23/30DP - 950kW		
SOCIEDAD DE CLASIFICACION	AMERICAN BUREAU OF SHIPPING (ABS)		

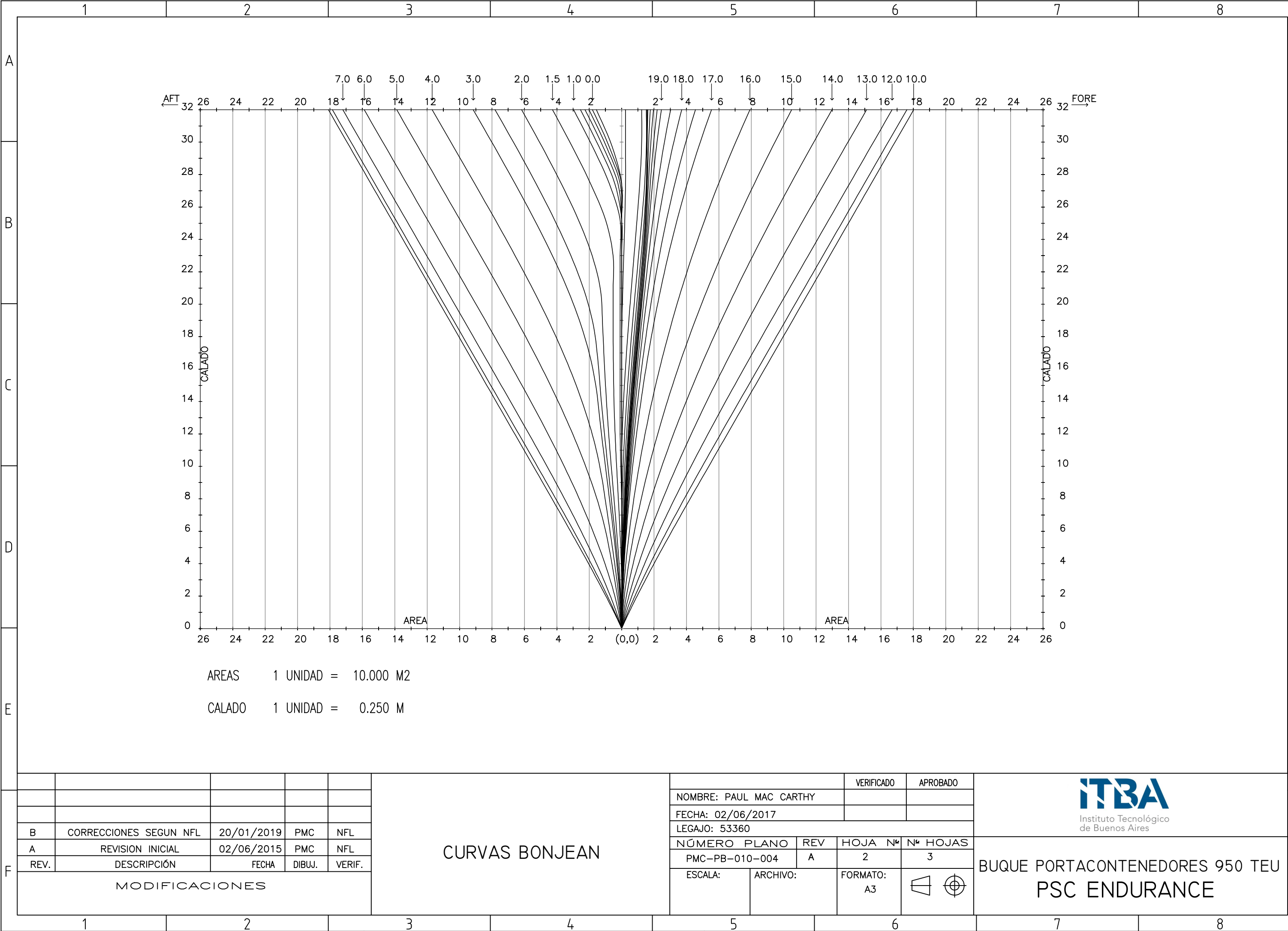
						VERIFICADO		IMPRESO	
NOMBRE: PAUL MAC CARTHY									
FECHA: 28/05/2019									
NÚMERO PLANO		REV		HOJA Nº		Nº HOJAS			
PMC-PB-000-002		A		I		I			
ESCALA: 1:250		ARCHIVO:		FORMATO: A0		 			
A	REVISIÓN INICIAL			28/05/2017		PMC	NF I		
REV.	DESCRIPCIÓN			FECHA		DBUJ.	VERIF.		
	2								

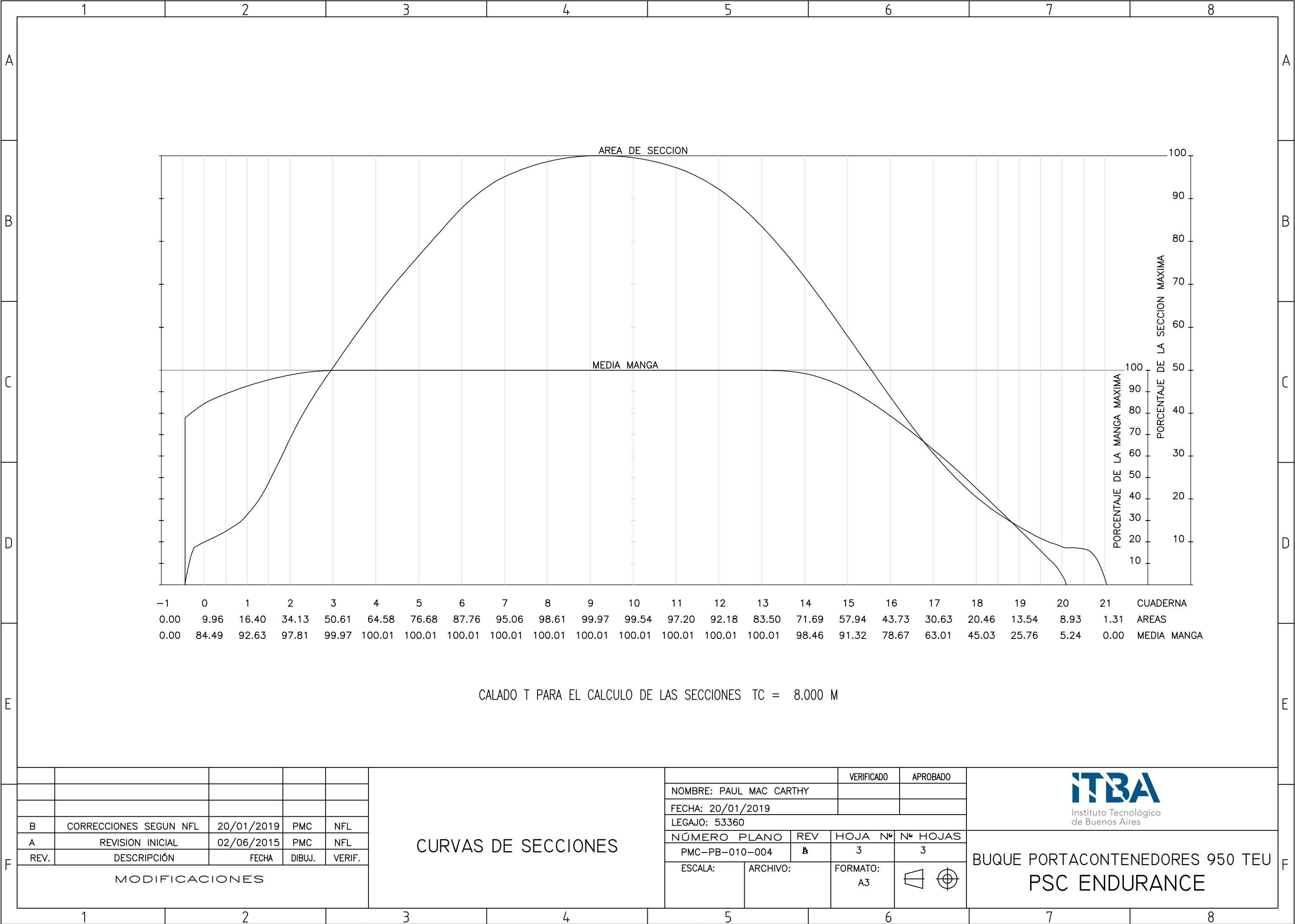


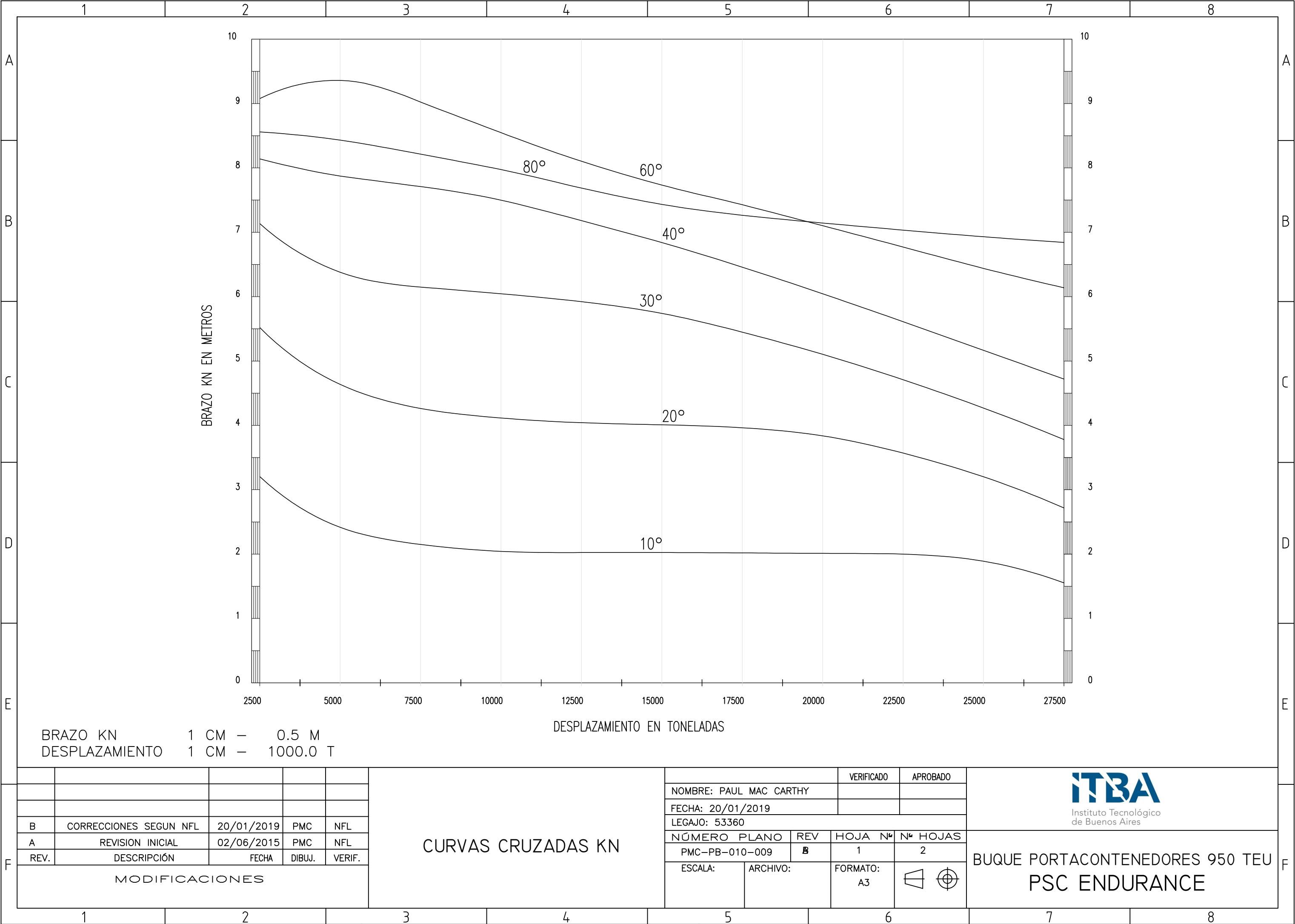
BUQUE PORTACONTENEDORES 950TEU
PSC ENDURANCE

PLANO DE LINEAS









					CURVAS CRUZADAS KN		<div><div>NOMBRE: PAUL MAC CARTHY</div><div>FECHA: 20/01/2019</div><div>LEGAJO: 53360</div><div><div>NÚMERO PLANO</div><div>PMC-PB-010-009</div></div><div><div>REV</div><div>B</div></div><div><div>HOJA N°</div><div>1</div></div><div><div>N° HOJAS</div><div>2</div></div><div><div>ESCALA:</div><div>A3</div></div><div><div>ARCHIVO:</div></div><div><div>FORMATO:</div><div>A3</div></div><div><div>VERIFICADO</div></div><div><div>APROBADO</div></div></div>	<div><div>ITBA</div><div>Instituto Tecnológico de Buenos Aires</div></div> <div><div>BUQUE PORTACONTENEDORES 950 TEU</div><div>PSC ENDURANCE</div></div>
B	CORRECCIONES SEGUN NFL	20/01/2019	PMC	NFL				
A	REVISION INICIAL	02/06/2015	PMC	NFL				
REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	DIBUJ.	VERIF.				
MODIFICACIONES								

	1	2	3	4	5	6	7	8																																																															
A			<p>IMO WEATHER CRITERION Loading condition "LC03" LC PARTIDA 100% LASTRE</p> <p>DISPLACEMENT = 16565.3 TONNES ANGLE FOR THE MAXIMUM GZ = 20.9 DEGREES MAXIMUM GZ = 0.341 METRES CORRECTED METACENTRIC HEIGHT = 0.894 METRES AREA A = 1.713 DG*M AREA B = 4.129 DG*M HEELING ANGLE = 3.842 DEGREES ROLLING ANGLE = 12.356 DEGREES LIMIT ANGLE = 33.159 DEGREES</p>				<p>IMO WEATHER CRITERION Loading condition "LC04" LC ARRIBO 10% LASTRE</p> <p>DISPLACEMENT = 17870.2 TONNES ANGLE FOR THE MAXIMUM GZ = 20.0 DEGREES MAXIMUM GZ = 0.390 METRES CORRECTED METACENTRIC HEIGHT = 1.142 METRES AREA A = 2.296 DG*M AREA B = 4.980 DG*M HEELING ANGLE = 2.717 DEGREES ROLLING ANGLE = 13.410 DEGREES LIMIT ANGLE = 32.731 DEGREES</p>																																																																
B																																																																							
C			<p>IMO WEATHER CRITERION Loading condition "LC02" LC ARRIBO 10% 630TEU</p> <p>DISPLACEMENT = 16565.3 TONNES ANGLE FOR THE MAXIMUM GZ = 20.9 DEGREES MAXIMUM GZ = 0.341 METRES CORRECTED METACENTRIC HEIGHT = 0.894 METRES AREA A = 1.713 DG*M AREA B = 4.129 DG*M HEELING ANGLE = 3.842 DEGREES ROLLING ANGLE = 12.356 DEGREES LIMIT ANGLE = 33.159 DEGREES</p>				<p>IMO WEATHER CRITERION Loading condition "LC05" LC BUQUE LIVIANO</p> <p>DISPLACEMENT = 5982.9 TONNES ANGLE FOR THE MAXIMUM GZ = 29.8 DEGREES MAXIMUM GZ = 2.264 METRES CORRECTED METACENTRIC HEIGHT = 3.634 METRES AREA A = 21.779 DG*M AREA B = 67.975 DG*M HEELING ANGLE = 1.745 DEGREES ROLLING ANGLE = 17.766 DEGREES LIMIT ANGLE = 50.000 DEGREES</p>																																																																
D																																																																							
E			<p>IMO WEATHER CRITERION Loading condition "LC01" LC PARTIDA 100% 630TEU</p> <p>DISPLACEMENT = 16331.6 TONNES ANGLE FOR THE MAXIMUM GZ = 23.4 DEGREES MAXIMUM GZ = 0.480 METRES CORRECTED METACENTRIC HEIGHT = 1.274 METRES AREA A = 2.675 DG*M AREA B = 7.989 DG*M HEELING ANGLE = 2.767 DEGREES ROLLING ANGLE = 13.632 DEGREES LIMIT ANGLE = 37.663 DEGREES</p>																																																																				
F	<table><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>B</td><td>CORRECCIONES SEGUN NFL</td><td>20/01/2019</td><td>PMC</td><td>NFL</td></tr><tr><td>A</td><td>REVISION INICIAL</td><td>02/06/2015</td><td>PMC</td><td>NFL</td></tr><tr><td>REV.</td><td>DESCRIPCIÓN</td><td>FECHA</td><td>DIBUJ.</td><td>VERIF.</td></tr><tr><td colspan="5">MODIFICACIONES</td></tr></table>																	B	CORRECCIONES SEGUN NFL	20/01/2019	PMC	NFL	A	REVISION INICIAL	02/06/2015	PMC	NFL	REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	DIBUJ.	VERIF.	MODIFICACIONES					CURVAS DE ESTABILIDAD		<table><tr><td colspan="2"></td><td>VERIFICADO</td><td>APROBADO</td></tr><tr><td colspan="2">NOMBRE: PAUL MAC CARTHY</td><td></td><td></td></tr><tr><td colspan="2">FECHA: 20/01/2019</td><td></td><td></td></tr><tr><td colspan="2">LEGAJO: 53360</td><td></td><td></td></tr><tr><td>NÚMERO PLANO</td><td>REV</td><td>HOJA N°</td><td>N° HOJAS</td></tr><tr><td>PMC-PB-010-009</td><td>B</td><td>2</td><td>2</td></tr><tr><td>ESCALA:</td><td>ARCHIVO:</td><td>FORMATO: A3</td><td></td></tr></table>				VERIFICADO	APROBADO	NOMBRE: PAUL MAC CARTHY				FECHA: 20/01/2019				LEGAJO: 53360				NÚMERO PLANO	REV	HOJA N°	N° HOJAS	PMC-PB-010-009	B	2	2	ESCALA:	ARCHIVO:	FORMATO: A3		<div> Instituto Tecnológico de Buenos Aires</div> <div>BUQUE PORTACONTENEDORES 950 TEU PSC ENDURANCE</div>	
B	CORRECCIONES SEGUN NFL	20/01/2019	PMC	NFL																																																																			
A	REVISION INICIAL	02/06/2015	PMC	NFL																																																																			
REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	DIBUJ.	VERIF.																																																																			
MODIFICACIONES																																																																							
		VERIFICADO	APROBADO																																																																				
NOMBRE: PAUL MAC CARTHY																																																																							
FECHA: 20/01/2019																																																																							
LEGAJO: 53360																																																																							
NÚMERO PLANO	REV	HOJA N°	N° HOJAS																																																																				
PMC-PB-010-009	B	2	2																																																																				
ESCALA:	ARCHIVO:	FORMATO: A3																																																																					
	1	2	3	4	5	6	7	8																																																															

DATE - 17.06.02

TIME - 15.03.21

Proyecto de Buque

PSC ENDURANCE

Portacontenedor 950TEU

Paul Mac Carthy

F O R A N S Y S T E M
=====

MODULE HYDROS VERSION 70

HYDROSTATIC CALCULATIONS

CUSTOMER - PSC
DESCRIPTION OF SHIP - Buque Portacontenedor 950TEU

FNAM
pmac

DATE - 17.06.02

CUSTOMER - PSC

FNAM

DESCRIPTION OF SHIP - Buque Portacontenedor 950TEU

pmac

SELECTED OPTIONS

Specific weight of the sea water: 1.025 T/M3.

Mean shell thickness: 12 MM.

There are not rudders defined

There are not propellers defined .

Numerical values of bonjean not selected

Block coefficient calculated with moulded draft at midship

Keel thickness for draughts origin: 0 MM.

Hydrostatic calculations at equally spaced paralell draughts:

- Height of lowest draught in A.P. : 0.001 M.
- Height of highest draught in A.P.: 12.000 M.
- Distance between equally spaced draughts: 0.500 M.
- Parallel draughts trimming: 0.000 M.

Output of Hydrostatic calculations in cubic meters.

Hydrostatic calculations for additional draughts not selected

DATE - 17.06.02

CUSTOMER - PSC

FNAM

DESCRIPTION OF SHIP - Buque Portacontenedor 950TEU

pmac

HYDROSTATIC CHARACTERISTICS FOR THE DESIGN DRAFT

LENGTH BETWEEN PERPENDICULARS	LPP =	140.000 M
DESIGN DRAUGHT	T =	8.000 M
MOULDED BREADTH	B =	23.000 M
DISPLACEMENT WITH APPENDAGES	DISFA =	16343 TM
MOULDED VOLUME (without appendages)	DISV =	15892 M3
BLOCK COEFFICIENT FOR DRAUGHT T	CB =	0.617 -
LENGTH OF THE BOUYANCY CENTER FOR DRAUGHT T	XCBA =	66.858 M
MAXIMUM SECTION COEFFICIENT FOR DRAUGHT T	AX =	0.984 -
ABSCISSA OF MAXIMUM SECTION	XAX =	65.420 M
HEIGHT OF C. OF GRAVITY OF THE AREAS CURVE	HAC =	38.85 %

- NOTE.- ABSCISSAE REFERRED TO AFTER PERPENDICULAR (FORE POSITIVE)
- NOTE.- BLOCK COEFFICIENT CALCULATED WITH MOULDED DRAFT AT MIDSHIP

DATE - 17.06.02

CUSTOMER - PSC

FNAM

DESCRIPTION OF SHIP - Buque Portacontenedor 950TEU

pmac

HYDROSTATIC CHARACTERISTICS

AFT PP DRAFT (TA) M	FORE PP DRAFT (TF) M	DISPLA. WITH APPEND. (DISFA) TM	SHIP MOULDED VOLUME (DISV) M3	L.C.B WITH APPEND. (XCBA) * M	L.C.B WITHOUT APPEND. (XCB) * M	TOTAL PRISM. COEFF. (CP) -	TOTAL BLOCK COEFF. (CB) -
0.001	0.001	10.	1.	67.078	67.078	0.2998	0.2245
0.501	0.501	525.	497.	67.027	67.027	0.3631	0.3083
1.001	1.001	1166.	1121.	67.409	67.409	0.3908	0.3477
1.501	1.501	1895.	1829.	67.750	67.750	0.4128	0.3783
2.001	2.001	2693.	2605.	68.024	68.024	0.4322	0.4043
2.501	2.501	3553.	3442.	68.247	68.247	0.4507	0.4274
3.001	3.001	4465.	4329.	68.454	68.454	0.4682	0.4480
3.501	3.501	5422.	5261.	68.648	68.648	0.4845	0.4667
4.001	4.001	6424.	6235.	68.804	68.804	0.5002	0.4840
4.501	4.501	7472.	7256.	68.894	68.894	0.5154	0.5006
5.001	5.001	8568.	8323.	68.913	68.913	0.5306	0.5169
5.501	5.501	9714.	9439.	68.847	68.847	0.5457	0.5329
6.001	6.001	10913.	10605.	68.687	68.687	0.5609	0.5488
6.501	6.501	12168.	11827.	68.411	68.411	0.5764	0.5650
7.001	7.001	13501.	13124.	67.946	67.946	0.5931	0.5822
7.501	7.501	14908.	14494.	67.356	67.356	0.6106	0.6001
8.001	8.001	16346.	15895.	66.857	66.857	0.6271	0.6169
8.501	8.501	17829.	17340.	66.409	66.409	0.6432	0.6335
9.001	9.001	19343.	18814.	66.070	66.070	0.6586	0.6491
9.501	9.501	20881.	20313.	65.825	65.825	0.6731	0.6640
10.001	10.001	22440.	21832.	65.652	65.652	0.6868	0.6780
10.501	10.501	24016.	23368.	65.542	65.542	0.6997	0.6911
11.001	11.001	25611.	24922.	65.488	65.488	0.7119	0.7035
11.501	11.501	27216.	26486.	65.465	65.465	0.7233	0.7152

- NOTE.- SYMBOL () * MEANS REFERRED TO AFTER PERPENDICULAR (+ FORE)

DATE - 17.06.02

CUSTOMER - PSC

FNAM

DESCRIPTION OF SHIP - Buque Portacontenedor 950TEU

pmac

HYDROSTATIC CHARACTERISTICS

AFT PP DRAFT (TA) M	FORE PP DRAFT (TF) M	MAXIMUM SECTION AREA (AX) M2	MAXIM. SECTI. COEFF. (CX) -	WATER- LINE AREA (AW) M2	WATER- LINE COEFF. (CW) -	WATER- LINE C.O.G. (XCF) * M	C.OF B. ABOVE B/LINE (KB) M
0.001	0.001	0.02	0.9966	733.28	0.2277	67.080	0.001
0.501	0.501	9.79	0.9427	1145.91	0.3559	67.336	0.266
1.001	1.001	20.48	0.9328	1338.09	0.4156	68.038	0.539
1.501	1.501	31.64	0.9317	1487.22	0.4619	68.533	0.816
2.001	2.001	43.05	0.9371	1615.86	0.5018	68.831	1.096
2.501	2.501	54.55	0.9482	1726.49	0.5362	69.084	1.377
3.001	3.001	66.05	0.9568	1818.52	0.5648	69.436	1.659
3.501	3.501	77.55	0.9630	1904.85	0.5916	69.637	1.942
4.001	4.001	89.05	0.9676	1994.41	0.6194	69.543	2.225
4.501	4.501	100.55	0.9712	2088.10	0.6485	69.194	2.510
5.001	5.001	112.05	0.9741	2184.14	0.6783	68.646	2.797
5.501	5.501	123.55	0.9765	2277.37	0.7073	68.027	3.088
6.001	6.001	135.05	0.9784	2380.12	0.7392	66.925	3.382
6.501	6.501	146.56	0.9801	2508.76	0.7791	65.110	3.678
7.001	7.001	158.06	0.9815	2684.31	0.8336	62.295	3.982
7.501	7.501	169.56	0.9827	2789.24	0.8662	61.131	4.291
8.001	8.001	181.06	0.9838	2860.61	0.8884	61.296	4.596
8.501	8.501	192.56	0.9848	2921.56	0.9073	61.769	4.901
9.001	9.001	204.06	0.9856	2972.94	0.9233	62.366	5.203
9.501	9.501	215.56	0.9864	3017.65	0.9372	63.019	5.501
10.001	10.001	227.06	0.9870	3056.93	0.9494	63.704	5.797
10.501	10.501	238.56	0.9877	3091.89	0.9602	64.376	6.090
11.001	11.001	250.06	0.9882	3118.96	0.9686	64.916	6.380
11.501	11.501	261.56	0.9887	3136.99	0.9742	65.298	6.668

- NOTE.- SYMBOL () * MEANS REFERRED TO AFTER PERPENDICULAR (+ FORE)

DATE - 17.06.02

CUSTOMER - PSC

FNAM

DESCRIPTION OF SHIP - Buque Portacontenedor 950TEU

pmac

HYDROSTATIC CHARACTERISTICS

AFT PP DRAFT (TA) M	FORE PP DRAFT (TF) M	TRANSV. METACE. RADIUS (ZBM) M	LONGIT. METACE. RADIUS (ZBML) M	MOMENT FOR TRIM 1 CM (MTC) MTM	WETTED SURFACE AREA (S) M2	TONS PER CM (TCI) TM/CM
0.001	0.001	*****	*****	230.9	748.0	7.55
0.501	0.501	47.199	1182.52	44.3	1197.5	11.78
1.001	1.001	28.467	700.56	58.4	1442.6	13.75
1.501	1.501	21.432	520.87	70.5	1655.7	15.28
2.001	2.001	17.540	425.83	81.9	1859.1	16.60
2.501	2.501	14.927	365.65	92.8	2055.8	17.73
3.001	3.001	13.049	319.30	101.8	2247.9	18.67
3.501	3.501	11.660	286.77	111.1	2438.5	19.56
4.001	4.001	10.613	265.95	122.0	2628.2	20.48
4.501	4.501	9.803	252.59	134.8	2819.1	21.44
5.001	5.001	9.158	243.53	149.0	3013.7	22.42
5.501	5.501	8.646	235.46	163.4	3206.8	23.38
6.001	6.001	8.219	231.84	180.7	3418.4	24.43
6.501	6.501	7.881	236.73	205.7	3661.6	25.75
7.001	7.001	7.668	255.67	246.6	3954.2	27.55
7.501	7.501	7.407	253.38	269.8	4184.9	28.62
8.001	8.001	7.079	246.08	287.3	4368.2	29.36
8.501	8.501	6.724	238.59	303.9	4542.5	29.98
9.001	9.001	6.372	230.47	318.4	4711.8	30.51
9.501	9.501	6.034	222.29	331.6	4877.8	30.97
10.001	10.001	5.716	214.20	343.3	5042.6	31.37
10.501	10.501	5.423	206.35	354.0	5206.0	31.73
11.001	11.001	5.144	198.11	362.4	5365.5	32.00
11.501	11.501	4.876	189.43	368.2	5519.9	32.19

- NOTE.- WETTED SURFACE IS WITHOUT APPENDAGES.

DATE - 17.06.02

CUSTOMER - PSC

FNAM

DESCRIPTION OF SHIP - Buque Portacontenedor 950TEU

pmac


P R O C E S S C O M P L E T E D

TIME - 15.07.21

=====

HULL FORM DEFINED WITH MODULE FSURF

DATA FILE: PRINTING FILE:hidr0206.lis DRAWING F.:drawe0206.d

	1	2	3	4																																								
A																																												
B	PARTE 2B																																											
C	ESTIMACIÓN DE PESOS PORTACONTENEDOR 950TEU																																											
D	<div>APROBADO NFI 02/03/2019</div>																																											
E	<table><tr><td colspan="2"></td><td>VERIFICADO</td><td colspan="2">APROBADO</td></tr><tr><td colspan="2">NOMBRE: PAUL MAC CARTHY</td><td></td><td colspan="2">NFI</td></tr><tr><td colspan="2">LEGAJO: 53360</td><td></td><td colspan="2">02/03/2019</td></tr><tr><td colspan="2">FECHA: 12/01/2018</td><td></td><td colspan="2"></td></tr><tr><td>NÚMERO</td><td>PLANO</td><td>REV</td><td>HOJA N°</td><td>N° HOJAS</td></tr><tr><td></td><td></td><td>C</td><td>0</td><td>12</td></tr><tr><td>ESCALA:</td><td>ARCHIVO:</td><td>FORMATO:</td><td colspan="2"></td></tr><tr><td></td><td></td><td>A4</td><td colspan="2"></td></tr></table>						VERIFICADO	APROBADO		NOMBRE: PAUL MAC CARTHY			NFI		LEGAJO: 53360			02/03/2019		FECHA: 12/01/2018					NÚMERO	PLANO	REV	HOJA N°	N° HOJAS			C	0	12	ESCALA:	ARCHIVO:	FORMATO:					A4		
		VERIFICADO	APROBADO																																									
NOMBRE: PAUL MAC CARTHY			NFI																																									
LEGAJO: 53360			02/03/2019																																									
FECHA: 12/01/2018																																												
NÚMERO	PLANO	REV	HOJA N°	N° HOJAS																																								
		C	0	12																																								
ESCALA:	ARCHIVO:	FORMATO:																																										
		A4																																										
F	<table><tr><td>A</td><td>REVISION INICIAL</td><td>26/05 2017</td><td>PMC</td><td>NFI</td></tr><tr><td>B</td><td>CORRECCIONES SEGUN NFI</td><td>11/06 2017</td><td>PMC</td><td>NFI</td></tr><tr><td>C</td><td>CORRECCIONES SEGUN NFI</td><td>01/12 2018</td><td>PMC</td><td>NFI</td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>REV.</td><td>DESCRIPCIÓN</td><td>FECHA</td><td>DIBUJ.</td><td>VERIF.</td></tr><tr><td colspan="5">MODIFICACIONES</td></tr></table>				A	REVISION INICIAL	26/05 2017	PMC	NFI	B	CORRECCIONES SEGUN NFI	11/06 2017	PMC	NFI	C	CORRECCIONES SEGUN NFI	01/12 2018	PMC	NFI											REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	DIBUJ.	VERIF.	MODIFICACIONES									
A	REVISION INICIAL	26/05 2017	PMC	NFI																																								
B	CORRECCIONES SEGUN NFI	11/06 2017	PMC	NFI																																								
C	CORRECCIONES SEGUN NFI	01/12 2018	PMC	NFI																																								
REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	DIBUJ.	VERIF.																																								
MODIFICACIONES																																												
	<div> Instituto Tecnológico de Buenos Aires</div> <div>PSC ENDURANCE</div> <div>ESTIMACIÓN DE PESOS</div>																																											

CONTENIDO

1	Introducción.....	2
2	Estimación de pesos	2
2.1	Peso buque vacío.....	2
2.1.1	Peso estructura acero	3
2.1.2	Peso planta propulsora.....	4
2.1.3	Peso alistamiento	4
2.1.4	Margen	5
2.2	Deadweight.....	5
2.2.1	Capacidades del buque.....	5
2.2.2	Carga en bodegas.....	5
2.2.3	Tripulación	5
2.2.4	Víveres	5
2.3	Resumen pesos.....	6
3	Distribución de pesos.....	7
3.1	Peso del acero del casco	7
3.1.1	Distribución en la eslora.....	7
3.1.2	KG.....	7
3.2	Peso de la superestructura.....	8
3.2.1	Distribución en la eslora.....	8
3.2.2	KG.....	8
3.3	Peso planta propulsora.....	8
3.3.1	Distribución en la eslora.....	8
3.3.2	KG.....	8
3.4	Peso equipos y habilitación.....	9
3.4.1	Distribución en la eslora.....	9
3.4.2	KG.....	9
3.5	Deadweight.....	9
3.5.1	Contenedores	9
4	Resumen distribuciones	10
5	Anexo	11
	Anexo I – Coeficientes K.....	11

1 Introducción

En este cuaderno se realizara la estimación de pesos del buque portacontenedores. Se calculan los pesos así como su distribución en la eslora y las alturas de los centros de gravedad (KG).

En el plano PMC-PB-010-007 se pueden encontrar las siguientes curvas:

- Hoja 1: Curva de pesos
- Hoja 2: Curva de empujes
- Hoja 3: Curva de pesos y empujes superpuesta

2 Estimación de pesos

Los pesos se pueden discriminar en los siguientes grupos:

- Peso buque vacío
 - Planta propulsora
 - Estructura acero
 - Alistamiento
 - Margen
- Deadweight
 - Consumibles
 - Tripulación
 - Víveres
 - Pertrechos
 - Carga

2.1 Peso buque vacío

Para el cálculo del peso vacío se sigue el método propuesto en el capítulo 11 “Parametric design” del libro “Ship Design and construction, Volume 1”. El método es el de Watson y se utiliza la siguiente fórmula para calcular el peso del buque vacío:

$$W_{LS} = W_S + W_M + W_O + W_{margin}$$

Dónde:

$$\begin{aligned} W_{LS} &= \text{peso buque vacío} \\ W_S &= \text{peso estructura acero} \\ W_M &= \text{peso de la planta propulsora} \\ W_O &= \text{peso alistamiento} \\ W_{margin} &= \text{margen de seguridad} \end{aligned}$$

2.1.1 Peso estructura acero

Para estimar el peso de la estructura de acero se utiliza el método de Watson y Gilfillan. Este método calcula el peso con la siguiente formula:

$$W_{st} = K * E^{1,36} * [1 + 0,5 * (C_b' - 0,7)]$$

Dónde:

- K es un coeficiente dado por el método, este se muestra en el Apéndice I.
- $C_b = 0,617$
- C_b' es el coeficiente de bloque para el 80% del calado (atributos de carena)

$$C_b' = 0,565$$

E se calcula de la siguiente manera:

$$E = E_{hull} + E_{ss} + E_{dh}$$

$$E_{hull} = Lpp * (B + D) + 0,85 * Lpp * (D - T) = 4816$$

$$E_{ss} = 0,85 * \sum l_1 h_1 = 173,9$$

$$E_{dh} = 0,75 * \sum l_1 h_1 = 121,2$$

l y h : son las esloras y las alturas de las construcciones sobre la cubierta principal (ver anexo II).

Superestructura	l [m]	h [m]	lxh
Cub. principal	3,85	19,41	74,73
Toldilla	3,05	14,56	44,41
A	3,05	14,56	44,41
B	3,05	9,16	27,94
C	3,65	9,16	33,43
D	3,05	9,16	27,94
Puente	3,05	9,16	27,94
Castillo Proa	3,2	26,367	85,43

Valores adoptados	
K	0,035
E	5127,3
C_b'	0,643

Finalmente se obtiene el resultado final para el peso de acero de la estructura del buque:

$$W_{st} = 3608 \text{ Tn}$$

El peso de la superestructura (cubierta toldilla hacia arriba) se calcula de la siguiente manera:

$$W_{ss} = W_{st}(E_{cubiertas A,B,C,D \text{ y puente}})$$

$$W_{ss} = 558 \text{ Tn}$$

Obteniendo entonces un peso del peso del acero del casco:

$$W_{AC} = 3050 \text{ Tn}$$

2.1.2 Peso planta propulsora

El peso de la planta propulsora se conforma con el peso del motor principal y un remanente. Este remanente son todos los sistemas auxiliares del motor principal. El peso del motor principal se obtiene del Project Guide MAN Marine¹, mientras que el remanente se calcula con la fórmula propuesta por Watson:

$$W_{REM} = C_m(MCR)^{0,7}$$

- C_m es un coeficiente dado por el método para el tipo de buque.
- MCR es la potencia máxima de servicio continuo.

Los valores adoptados se muestran a continuación:

Valores adoptados	
C_m	0,69
MCR	16800 KW

Finalmente se obtiene el peso del remanente:

$$W_{REM} = 626 \text{ Tn}$$

El peso de la planta propulsora es el expuesto a continuación, junto con la fórmula para el peso total de la maquinaria de sala de máquinas:

$$\begin{aligned} W_{PP} &= 213 \text{ Tn} \\ W_M &= W_{REM} + W_{PP} \text{ (Peso Total Maquinaria)} \\ W_M &= 839 \text{ Tn} \end{aligned}$$

2.1.3 Peso alistamiento

Este peso se calcula con la fórmula de Watson. Incluye el alistamiento de equipos y habitación que no son parte del sistema propulsor. Este peso también incluye

$$W_O = C_o L B + W_{TE}$$

- El coeficiente C_o se obtiene del grafico presentado en el método para buques portacontenedores:
 $C_o = 0,32$
- W_{TE} es el peso de las tapas de escotilla

El peso de las tapas de escotilla se calcula en base a una densidad de peso por metro cuadrado propuesta por el fabricante MacGregor. Se tienen 7 bodegas con tapas del tipo removibles.

Tapas escotillas	
Cantidad	7
Densidad	0.25 Tn/m^2
Área total	1715 m^2
Peso total	428.75 Tn

Obteniendo un peso total de:

$$\begin{aligned} W_O &= 1030,4 \text{ Tn} \\ W_{E\&H} &= 601,7 \\ W_{TE} &= 428,8 \end{aligned}$$

¹ MAN 48/60CR IMO Tier II Project Guide. Engine Selected: 14V48/60CR

2.1.4 Margen

Este margen se toma sobre todo el peso del buque vacío. Es un margen de seguridad, ya que si al final de la construcción el peso real es mayor que el calculado no se cumplirán los requisitos de diseño (por ejemplo: velocidad y calado).

Para definir el margen tomamos como base el rango establecido por D.M. Meisozo para las primeras etapas de diseño: 4-8%. Dado que esta es una etapa preliminar donde no hay una abundancia de datos fiables tomamos un margen del 10%.

Para la distribución de pesos, el margen se toma sobre cada componente, y es distribuido de la misma manera que el componente sobre el cual es aplicado.

2.2 Deadweight

Este peso está conformado por las capacidades ya calculadas del buque y la adición de la tripulación con sus víveres y efectos.

2.2.1 Capacidades del buque

En los anexos FORAN y en el cuaderno 2 se pueden observar las capacidades de los tanques en el buque, en conjunto con sus cargas y pesos.

2.2.2 Carga en bodegas

En las bodegas se ubicaran los contenedores. Como condición de diseño se estipula que el buque transportara 630 contenedores TEU, con 14 toneladas de peso promedio. Dado que el buque tendrá variadas condiciones de carga esta opción de diseño representa el tipo de carga media que podrá cargar el buque. Es importante notar que el buque podrá llevar hasta 950 contenedores TEU pero probablemente con un peso menor promedio. En una condición con mayor cantidad de contenedores, los más pesados (probablemente por sobre 14tn) estarán ubicados en los Tiers inferiores de las bodegas, mientras que contenedores con pesos más livianos irán por encima de las escotillas en los Tiers superiores. Por otro lado, podrá transportar menos cantidad de contenedores con un peso promedio mayor (sin exceder el máximo por contenedor). Esta carga se distribuye en las bodegas (hasta completar) y el resto sobre las tapas de escotilla.

El peso total de esta carga se calcula de la siguiente manera:

$$\begin{aligned}W_{carga} &= 630 * 14 \text{ tn} \\W_{carga} &= 8820 \text{ Tn}\end{aligned}$$

2.2.3 Tripulación

Este peso está conformado por la tripulación y sus efectos. El buque tiene 20 tripulantes. Este peso se calcula con la siguiente formula:

$$W_{C\&E} = \frac{0.17Tn}{pers} * 20 = 3400 \text{ Tn}$$

2.2.4 Víveres

El peso de los víveres se estima en base a los tripulantes y la cantidad de días con la siguiente formula:

$$W_v = 0.01 \frac{Tn}{persona.dias} * 20 * 30$$

Se toma como base una duración de 20 días.

2.3 Resumen pesos

	<i>Volumen</i>	<i>Densidad</i>	Peso [Tn]	Peso + margen	Partida 100% 630TEU	
					%	Peso
Acero Casco			3050,6	3355,7	-	3355,7
Superestructura			557,7	613,4	-	613,4
Motor principlal			213,0	234,3	-	234,3
Remanente Planta Propulsora			626,0	688,6	-	688,6
Equipos y Habilitación			601,7	661,8	-	661,8
Tapas de escotilla			428,8	471,6	-	471,6
TOTAL BUQUE VACIO			5477,7	6025,4	-	6025,4
Viveres			4,0	4,0	100%	4
Tripulacion y Efectos			3,4	3,4	100%	3,4
Contenedores			8820,0	8820,0	100%	8820
Tanques FO	1284,878	0,92	1182,1	1182,1	100%	1182,08776
Tanques MDO	167,972	0,85	142,8	142,8	100%	142,7762
Tanques LO	37,73	0,9	34,0	34,0	100%	33,957
Tanques Agua dulce	160,72	1	160,7	160,7	100%	160,72
Tanques de Lastre	3187,548	1,025	3267,2	3267,2	0%	0
TOTAL DWT			13614,2	13614,17766		10346,941
TOTAL				19639,6		16372,4

3 Distribución de pesos

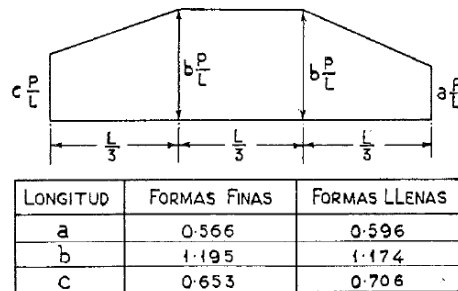
Con los pesos ya estimados se procede a distribuir los pesos a lo largo del buque.

3.1 Peso del acero del casco

3.1.1 Distribución en la eslora

Para la distribución de este peso se discrimino entre el peso del casco y el peso de la superestructura. El peso de la superestructura se distribuyó desde la clara 0 hasta la 25 de forma homogénea.

Para el peso del casco se utilizó el método de Biles que de una manera muy simple divide el peso de la estructura del acero en toda la eslora del buque.



Para el buque se utiliza la columna de Formas Finas (Coeficiente de Bloque=0,617).

- P es el peso del acero.
- L es la eslora total.

Los valores de utilizados se muestran en la tabla a continuación:

Valores adoptados	
P	3050 Tn
L	150 m
$c \cdot P/L$	10,8
$b \cdot P/L$	22,82
$A \cdot P/L$	11,89

3.1.2 KG

Para calcular el KG del peso del acero del casco del buque se utiliza la fórmula propuesta por Kupras:

$$KG_{Acero\ casco} = 0,01 D \left(46,6 + 0,135 (0,81 - C_B) \left(\frac{L}{D} \right)^2 \right)$$

Obteniendo un KG:

$$KG_{acero\ casco} = 6 m$$

3.2 Peso de la superestructura

3.2.1 Distribución en la eslora

Para esta distribución se distribuye la superestructura por cubiertas. Se realiza una división del peso total de la superestructura proporcional a la eslora de cada cubierta. Luego se distribuye cada peso de cubierta siguiendo los límites de la cubierta en el arreglo general. Ver anexo III

Estas distribuciones son las siguientes:

Cubierta	Cuaderna Popa	Cuaderna Proa	Peso [Tn]
Toldilla	2	23	148,4
Cubierta A	2	23	137,0
Cubierta B	10	23	78,8
Cubierta C	10	23	71,6
Cubierta D	10	23	64,5
Cubierta Puente	10	23	57,3
TOTAL			557,7

La eslora de cubierta hace referencia a la distancia entre el mamparo popel de la cubierta en cuestión y el mamparo proel. Se toma esta medida para distribuir el peso total.

3.2.2 KG

El cálculo del KG también se puede observar en el Anexo III. Este se toma para cada cubierta de la superestructura al 30% de la altura de cada cubierta ya que se considera que la mayoría de los elementos que constituyen el peso se encuentran apoyados sobre la cubierta. Luego se calcula un KG para toda la superestructura.

$$KG_{superestructura} = 22,68 \text{ m}$$

3.3 Peso planta propulsora

3.3.1 Distribución en la eslora

El peso del remanente de la planta propulsora se distribuye entre el espejo de popa y el mamparo de proa de sala de máquinas.

El peso del motor principal se distribuye entre las clara 22 y 38.

3.3.2 KG

El KG del motor se calcula tomando el KG propio del motor y tomando la ubicación de referencia en el arreglo general. Obteniendo:

$$KG = 4 \text{ m}$$

El KG del remanente se calcula utilizando la fórmula de Kupras:

$$KG_{rem \text{ maquinas}} = h_{DB} + 0,35 (D - h_{DB})$$

$$KG_{rem \text{ maquinas}} = 5,37 \text{ m}$$

Esta fórmula ubica el KG al 35% del puntal de la sala de máquinas.

3.4 Peso equipos y habilitación

3.4.1 Distribución en la eslora

Este peso se divide en dos, por un lado se distribuye el peso de las tapas de escotillas en la eslora de las bodegas. El resto del peso se distribuye homogéneamente en toda la eslora del buque.

- Tapas escotillas: cuaderna 47 a 212
- Equipos y habilitación: cuaderna -5 a 240

3.4.2 KG

El KG de las tapas de escotilla se toma en la media de la altura de las mismas (se considera una distribución de pesos homogénea). Conociendo la ubicación se toma la altura desde la línea base del arreglo general.

$$KG_{tapas\ escotilla} = 13,8$$

El KG del peso de equipos y habilitación se calcula utilizando la fórmula de Kupras.

$$KG_{E\&H} = D + 1,25 + 0,01 (L - 125)$$
$$KG_{E\&H} = 13,4\ m$$

3.5 Deadweight

Este peso se distribuye de la siguiente manera:

- Los tanques ya tienen calculados sus centros de gravedad y datos de ubicación, extraídos de FORAN (Ver anexo Capacidades). Estos también se pueden encontrar en el cuaderno 2. Los tanques no estructurales son tomados en conjunto con KG estimado de 6m, siendo el la mitad del puntal considerando que estos estarán distribuidos en la sala de máquinas.
- Los víveres se distribuyen desde la cuaderna -4 hasta la 10, donde se encuentran las cámaras y las despensas. El KG de los víveres se ubica al 35% de la altura de la cubierta donde se encuentran las cámaras

$$KG_{viveres} = 13,75\ m$$

- La tripulación y sus efectos se distribuyen en la eslora de la superestructura, cuaderna 2 a 22. Para calcular el KG se toman las cuatro cubiertas donde hay camarotes (A, B, C y D) y se realiza un promedio de sus KG.

$$KG_{T\&E} = 24,43\ m$$

- Los contenedores se distribuyen en las bodegas y sobre las tapas de escotillas. Todas las bodegas estarán completas y el resto de los contenedores se distribuyen homogéneamente encima de las tapas de escotillas.

3.5.1 Contenedores

Siguiendo las especificaciones dadas por el armador cada contenedor tiene las siguientes características de diseño:

- 14 toneladas de peso
- KG=45% de su altura

La carga de diseño que se considera de diseño es de 630 TEU.

En esta condición de diseño las bodegas estarán completas con contenedores y sobre cubierta se tendrá la siguiente distribución.

Posición	Sobre bodega	Filas	Columnas
Sobre cubierta	0 (a popa Bod. 1)	3	7
Sobre cubierta	1	3	9
Sobre cubierta	2	3	9
Sobre cubierta	3	3	9
Sobre cubierta	4	3	9
Sobre cubierta	5	2	9
Sobre cubierta	6	1	9
Sobre cubierta	7	1	7

Para esta distribución de contenedores sobre y bajo cubierta se obtienen el siguiente valor de KG:

$$KG_{\text{contenedores}} = 12,27 \text{ m}$$

El cálculo y distribución se encuentra en el plano PMC-PB-230-004

4 Resumen distribuciones

A continuación se expone un resumen de los pesos, su distribución y su KG. El margen es agregado sobre cada ítem del peso del buque vacío. Las cuadernas “popa” y “proa” son los extremos del buque.

Descripción	Peso	Peso + margen	KG	Distribución Cuadernas	
Acero Casco	3050,6	3355,7	6,00	popa	proa
Superestructura	557,7	613,4	22,68	10	23
Motor principal	213,0	213,0	4,00	22	38
Remanente Planta Propulsora	626,0	688,6	5,37	popa	47
Equipos y Habilitación	601,7	661,8	13,40	popa	proa
Tapas de escotilla	428,8	471,6	13,80	45	213
Víveres	4,00	4,0	18,83	-6	10
Tripulación y Efectos	3,40	3,4	20,00	10	23
Contenedores	8820	8820	12,27	25	212
Tanques FO	1182,1	1182,1	0,97	Ver anexo FORAN Capacidades	
Tanques MDO	142,8	142,8	1,04		
Tanques LO	34,0	34,0	1,09		
Tanques Agua dulce	160,7	160,7	0,96		
TOTAL		16372	9,96		

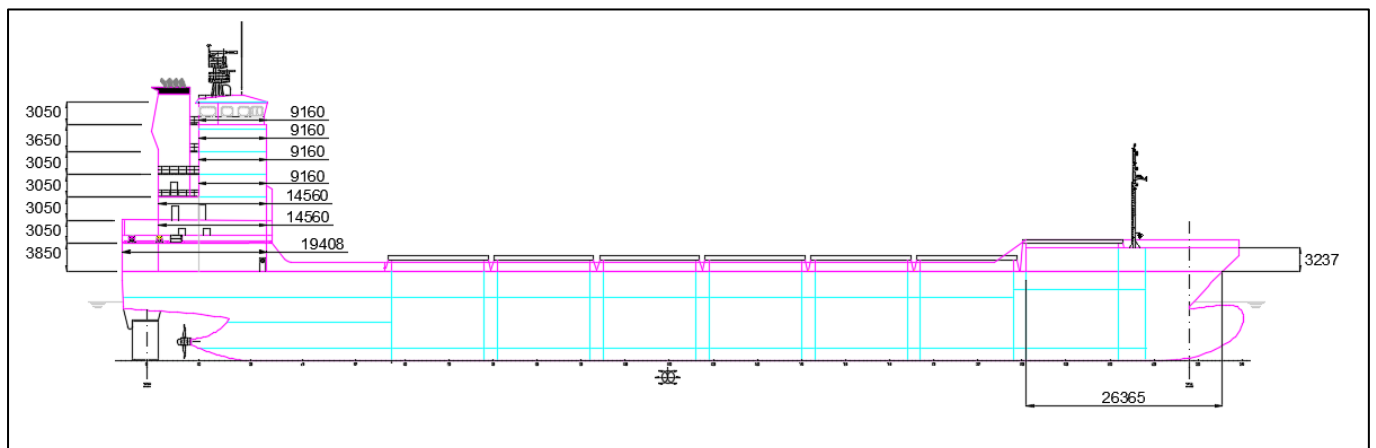
5 Anexo

Anexo I – Coeficientes K

TABLA 3.7.1

Tipo	K	E
Granelero	0,029-0,032	3000 - 15000
Granelero abierto	0,033-0,040	6000 - 13000
Petrolero casco sencillo	0,029-0,035	1500-40000
Quimiquero	0,036-0,037	1900 - 2500
Carga general	0,029-0,037	2000 - 7000
Costero	0,027-0,032	1000 - 2000
Frigorífico	0,032-0,035	5000
Portacontenedor	0,033-0,040	6000 - 13000
Ro-Ro	0,038	4300 - 8800
Remolcador	0,044	350 - 450

Anexo II – Dimensiones superestructura [mm]



Anexo III – Calculo Distribución peso superestructura

El cálculo de las esloras de cubierta se realiza de la siguiente manera

$$Peso_{cub.} = \frac{eslora\ cubierta}{\sum eslora\ de\ cubiertas} Peso\ superestructura$$

Luego, debido a que las construcciones más bajas deben soportar más peso se realiza una corrección, donde en base a la diferencia de pesos entre las estructuras más bajas y las más altas (ver imagen a continuación del libro “Proyecto básico del buque mercante”) se le quita peso a las estructuras más altas para distribuirlo en las más bajas. Esta distribución es lineal.

3.7.4.3 - Casetas de cubierta

El peso por unidad de volumen es:

0,065 t/m³ en la caseta más baja

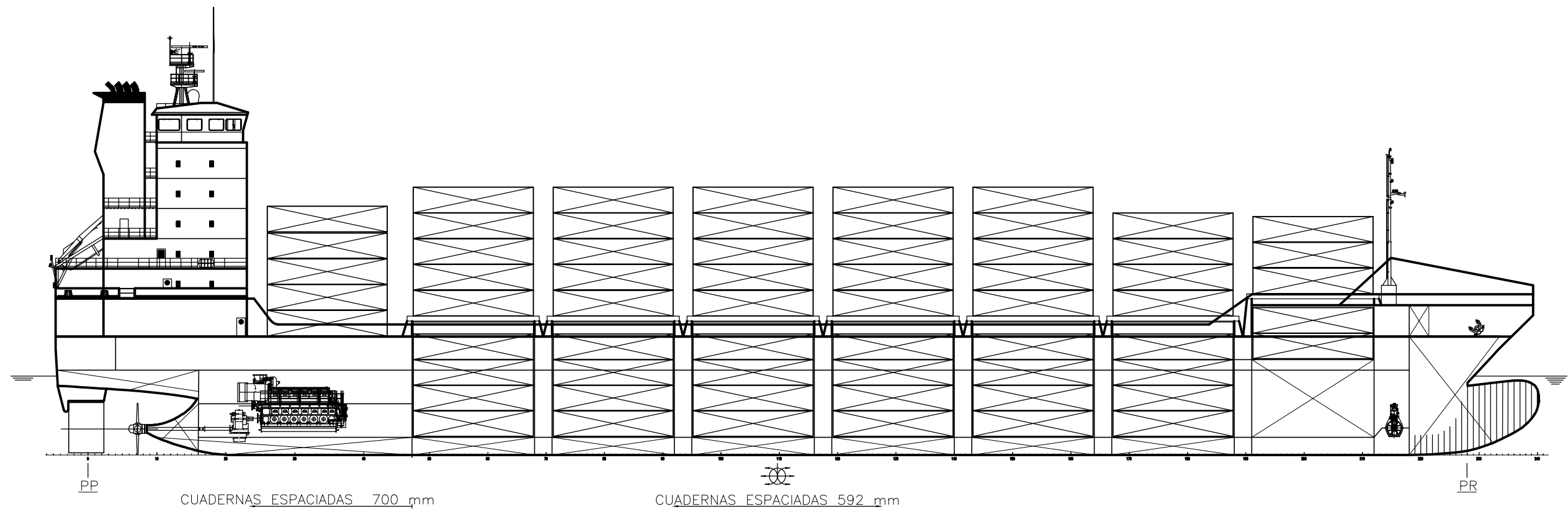
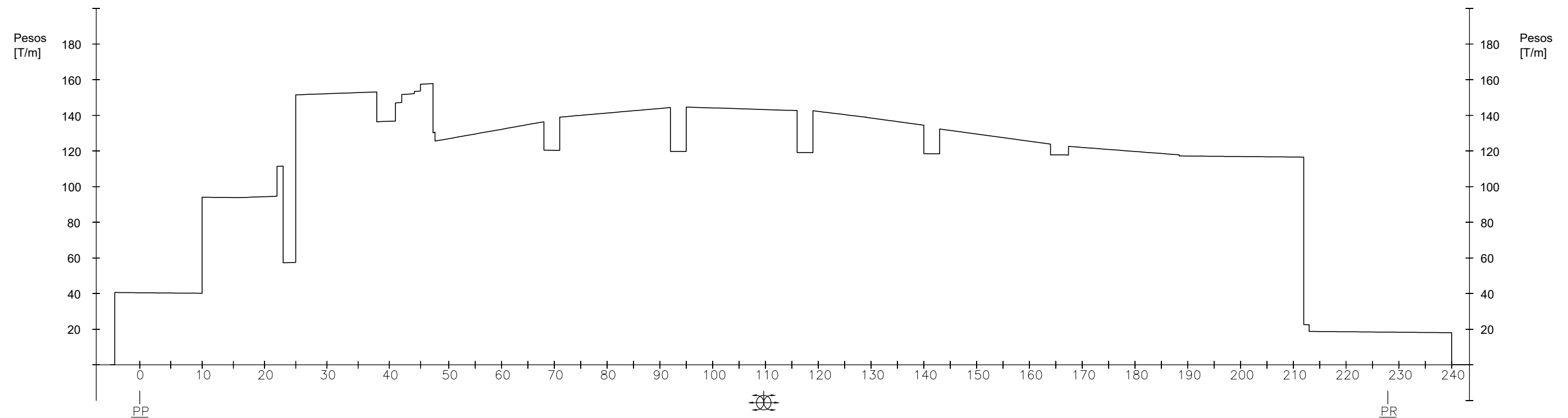
0,055 id en las casetas superpuestas





0,040 id en el puente de gobierno

Esta corrección luego se multiplica con el peso obtenido del cálculo de la eslora de cubierta.

	eslora	porcentaje	Peso	Altura	Altura cubierta sobre LB	KG	KG x Peso
Toldilla	14,500	0,222	148,408	3,050	15,850	16,765	2488,056
Cubierta A	14,500	0,222	136,992	3,050	18,900	19,815	2714,492
Cubierta B	9,100	0,139	78,810	3,050	21,950	22,865	1801,982
Cubierta C	9,100	0,139	71,645	3,050	25,000	25,915	1856,683
Cubierta D	9,100	0,139	64,481	3,650	28,650	29,745	1917,976
Cubierta Puente	9,100	0,139	57,316	3,050	31,700	32,615	1869,364
SUMAS	65,400	1,000	557,651	0,000	0,000	22,682	12648,553

	peso variable (Meisozo)	Diferencia desde el peso medio	Diferencia + 1	Corrección	Corrección Normalizada
Toldilla	0,065	0,238	1,238	0,275	0,266
Cubierta A	0,060	0,143	1,143	0,253	0,246
Cubierta B	0,055	0,048	1,048	0,146	0,141
Cubierta C	0,050	-0,048	0,952	0,133	0,128
Cubierta D	0,045	-0,143	0,857	0,119	0,116
Cubierta Puente	0,040	-0,238	0,762	0,106	0,103
SUMAS	0,315	0,000	6,000	1,031	1,000



					<div>CURVA DE PESOS</div> <div>CONDICION:</div> <ul style="list-style-type: none">AGUAS TRAUILLASCARGA DE ESCANTILLONADOCALADO: 9,54	<table><tr><td colspan="2"></td><td>VERIFICADO</td><td>APROBADO</td></tr><tr><td colspan="2">NOMBRE: PAUL MAC CARTHY</td><td></td><td></td></tr><tr><td colspan="2">FECHA: 20/01/2019</td><td></td><td></td></tr><tr><td colspan="4">LEGAJO: 53360</td></tr><tr><td>NÚMERO PLANO</td><td>REV</td><td>HOJA N°</td><td>N° HOJAS</td></tr><tr><td>PMC-PB-010-007</td><td>B</td><td>1</td><td>3</td></tr><tr><td>ESCALA:</td><td>ARCHIVO:</td><td>FORMATO: A3</td><td></td></tr></table>						VERIFICADO	APROBADO	NOMBRE: PAUL MAC CARTHY				FECHA: 20/01/2019				LEGAJO: 53360				NÚMERO PLANO	REV	HOJA N°	N° HOJAS	PMC-PB-010-007	B	1	3	ESCALA:	ARCHIVO:	FORMATO: A3		<div> Instituto Tecnológico de Buenos Aires</div>	
		VERIFICADO	APROBADO																																				
NOMBRE: PAUL MAC CARTHY																																							
FECHA: 20/01/2019																																							
LEGAJO: 53360																																							
NÚMERO PLANO	REV	HOJA N°	N° HOJAS																																				
PMC-PB-010-007	B	1	3																																				
ESCALA:	ARCHIVO:	FORMATO: A3																																					
					<div>BUQUE PORTACONTENEDORES 950TEU</div> <div>PSC ENDURANCE</div>																																		
B	CORRECCIONES SEGUN NFL	20/01/2019	PMC	NFL																																			
A	REVISION INICIAL	26/05/2015	PMC	NFL																																			
REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	DIBUJ.	VERIF.																																			
MODIFICACIONES																																							

	Bahia 1	Bahia 2	Bahia 3	Bahia 4	Bahia 5	Bahia 6	Bahia 7	Bahia 8	Bahia 9	Bahia 10	Bahia 11	Bahia 12	Bahia 13	Bahia 14	Bahia 15	Bahia 16	
Tier 02			<div><div></div><div></div><div></div></div> 1	<div><div></div><div></div><div></div></div> 1	<div><div></div><div></div><div></div></div> 3	<div><div></div><div></div><div></div></div> 5	<div><div></div><div></div><div></div></div> 5	<div><div></div><div></div><div></div></div> 7	<div><div></div><div></div><div></div></div> 7	<div><div></div><div></div><div></div></div> 7	<div><div></div><div></div><div></div></div> 7	<div><div></div><div></div><div></div></div> 7	<div><div></div><div></div><div></div></div> 7	<div><div></div><div></div><div></div></div> 5	<div><div></div><div></div><div></div></div> 3		
Tier 04			<div><div></div><div></div><div></div></div> 3	<div><div></div><div></div><div></div></div> 3	<div><div></div><div></div><div></div></div> 5	<div><div></div><div></div><div></div></div> 7	<div><div></div><div></div><div></div></div> 7	<div><div></div><div></div><div></div></div> 7	<div><div></div><div></div><div></div></div> 7	<div><div></div><div></div><div></div></div> 7	<div><div></div><div></div><div></div></div> 7	<div><div></div><div></div><div></div></div> 7	<div><div></div><div></div><div></div></div> 7	<div><div></div><div></div><div></div></div> 7	<div><div></div><div></div><div></div></div> 7		
Tier 06			<div><div></div><div></div><div></div></div> 5	<div><div></div><div></div><div></div></div> 5	<div><div></div><div></div><div></div></div> 7	<div><div></div><div></div><div></div></div> 7	<div><div></div><div></div><div></div></div> 7	<div><div></div><div></div><div></div></div> 7	<div><div></div><div></div><div></div></div> 7	<div><div></div><div></div><div></div></div> 7	<div><div></div><div></div><div></div></div> 7	<div><div></div><div></div><div></div></div> 7	<div><div></div><div></div><div></div></div> 7	<div><div></div><div></div><div></div></div> 7	<div><div></div><div></div><div></div></div> 7		
Tier 08	<div><div></div><div></div><div></div></div> 3	<div><div></div><div></div><div></div></div> 5	<div><div></div><div></div><div></div></div> 7	<div><div></div><div></div><div></div></div> 7	<div><div></div><div></div><div></div></div> 7	<div><div></div><div></div><div></div></div> 7	<div><div></div><div></div><div></div></div> 7	<div><div></div><div></div><div></div></div> 7	<div><div></div><div></div><div></div></div> 7	<div><div></div><div></div><div></div></div> 7	<div><div></div><div></div><div></div></div> 7	<div><div></div><div></div><div></div></div> 7	<div><div></div><div></div><div></div></div> 7	<div><div></div><div></div><div></div></div> 7	<div><div></div><div></div><div></div></div> 7		
Tier 10	<div><div></div><div></div><div></div></div> 5	<div><div></div><div></div><div></div></div> 5															
Tier 82	<div><div></div><div></div><div></div></div> 5	<div><div></div><div></div><div></div></div> 5	<div><div></div><div></div><div></div></div> 9	<div><div></div><div></div><div></div></div> 9	<div><div></div><div></div><div></div></div> 9	<div><div></div><div></div><div></div></div> 9	<div><div></div><div></div><div></div></div> 9	<div><div></div><div></div><div></div></div> 9	<div><div></div><div></div><div></div></div> 9	<div><div></div><div></div><div></div></div> 9	<div><div></div><div></div><div></div></div> 9	<div><div></div><div></div><div></div></div> 9	<div><div></div><div></div><div></div></div> 9	<div><div></div><div></div><div></div></div> 9	<div><div></div><div></div><div></div></div> 9	<div><div></div><div></div><div></div></div> 8	<div><div></div><div></div><div></div></div> 8
Tier 84			<div><div></div><div></div><div></div></div> 9	<div><div></div><div></div><div></div></div> 9	<div><div></div><div></div><div></div></div> 9	<div><div></div><div></div><div></div></div> 9	<div><div></div><div></div><div></div></div> 9	<div><div></div><div></div><div></div></div> 9	<div><div></div><div></div><div></div></div> 9	<div><div></div><div></div><div></div></div> 9	<div><div></div><div></div><div></div></div> 9	<div><div></div><div></div><div></div></div> 9	<div><div></div><div></div><div></div></div> 9	<div><div></div><div></div><div></div></div> 9	<div><div></div><div></div><div></div></div> 9	<div><div></div><div></div><div></div></div> 8	<div><div></div><div></div><div></div></div> 8
Tier 86							<div><div></div><div></div><div></div></div> 2	<div><div></div><div></div><div></div></div> 2	<div><div></div><div></div><div></div></div> 9	<div><div></div><div></div><div></div></div> 9	<div><div></div><div></div><div></div></div> 9	<div><div></div><div></div><div></div></div> 9	<div><div></div><div></div><div></div></div> 9	<div><div></div><div></div><div></div></div> 9	<div><div></div><div></div><div></div></div> 9		
Tier 88																	
Tier 90																	
TOTAL Bahia	13	15	34	34	40	44	46	48	55	55	55	55	53	51	16	16	
TOTAL Dos Bahias	28		68		84		94		110		110		104		32		
TOTAL Bodega	8		32		48		54		56		56		50		0		
TOTAL Sobre cubierta	10		36		36		40		54		54		54		32		
TOTAL	630																
Alturas [m]	Altura Base	Altura KG	Altura Base	Altura KG	Altura Base	Altura KG	Altura Base	Altura KG	Altura Base	Altura KG	Altura Base	Altura KG	Altura Base	Altura KG	Altura Base	Altura KG	
Tier 02			1,90	3,07	1,90	3,07	1,90	3,07	1,90	3,07	1,90	3,07	1,90	3,07			
Tier 04			4,49	5,66	4,49	5,66	4,49	5,66	4,49	5,66	4,49	5,66	4,49	5,66			
Tier 06			7,08	8,25	7,08	8,25	7,08	8,25	7,08	8,25	7,08	8,25	7,08	8,25			
Tier 08	9,67	10,84	9,67	10,84	9,67	10,84	9,67	10,84	9,67	10,84	9,67	10,84	9,67	10,84			
Tier 10	12,26	13,43															
Tier 82	13,36	14,53	14,08	15,25	14,08	15,25	14,08	15,25	14,08	15,25	14,08	15,25	14,08	15,25	12,00	13,17	
Tier 84	15,95	17,12	16,68	17,84	16,68	17,84	16,68	17,84	16,68	17,84	16,68	17,84	16,68	17,84	14,59	15,76	
Tier 86	18,54	19,71	19,27	20,43	19,27	20,43	19,27	20,43	19,27	20,43	19,27	20,43	19,27	20,43	17,18	18,35	
Tier 88			21,86	23,02	21,86	23,02	21,86	23,02	21,86	23,02	21,86	23,02	21,86	23,02	19,77	20,94	
Tier 90							24,45	25,61	24,45	25,61	24,45	25,61	24,45	25,61	22,36	23,53	
Cantidad de contenedores x Peso x KG [m.Tn]																	
Tier 02	0,00	0,00	42,92	42,92	128,77	214,62	214,62	300,46	300,46	300,46	300,46	300,46	214,62	128,77	0,00	0,00	
Tier 04	0,00	0,00	237,59	237,59	395,99	554,38	554,38	554,38	554,38	554,38	554,38	554,38	554,38	554,38	0,00	0,00	
Tier 06	0,00	0,00	577,36	577,36	808,30	808,30	808,30	808,30	808,30	808,30	808,30	808,30	808,30	808,30	0,00	0,00	
Tier 08	455,24	758,73	1062,22	1062,22	1062,22	1062,22	1062,22	1062,22	1062,22	1062,22	1062,22	1062,22	1062,22	1062,22	0,00	0,00	
Tier 10	940,10	940,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Tier 82	1016,82	1016,82	1921,49	1921,49	1921,49	1921,49	1921,49	1921,49	1921,49	1921,49	1921,49	1921,49	1921,49	1921,49	1474,59	1474,59	
Tier 84	0,00	0,00	2247,96	2247,96	2247,96	2247,96	2247,96	2247,96	2247,96	2247,96	2247,96	2247,96	2247,96	2247,96	1764,78	1764,78	
Tier 86	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	572,09	572,09	2574,43	2574,43	2574,43	2574,43	2574,43	2574,43	0,00	0,00	
Tier 88	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Tier 90	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
SUMA	2412,15	2715,64	6089,54	6089,54	6564,73	6808,97	7381,06	7466,91	9469,24	9469,24	9469,24	9469,24	9383,39	9297,55	3239,36	3239,36	
SUMA	108565,16																
Peso TOTAL [Tn]	8820																
KG [m]	12,31																

Peso	14	Tn
Altura Contenedor	2,591	m
Porcentaje KG	45%	
Altura KG	1,16595	m

DISTRIBUCION Y CALCULO
KG CONTENEDORES
630TEU

		VERIFICADO	APROBADO
NOMBRE: PAUL MAC CARTHY			
FECHA: 24/03/2019			
LEGAJO: 53360			
NÚMERO PLANO	REV	HOJA N°	N° HOJAS
PMC-PB-230-004	B	1	2
ESCALA:	ARCHIVO:	FORMATO: A3	



BUQUE PORTACONTENEDORES 950 TEU
PSC ENDURANCE

B	REVISION INICIAL	24/03 2019	PMC	NFI
A	REVISION INICIAL	11/06 2017	PMC	NFI
REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	DIBUJ.	VERIF.
MODIFICACIONES				

F

F

1

2

3

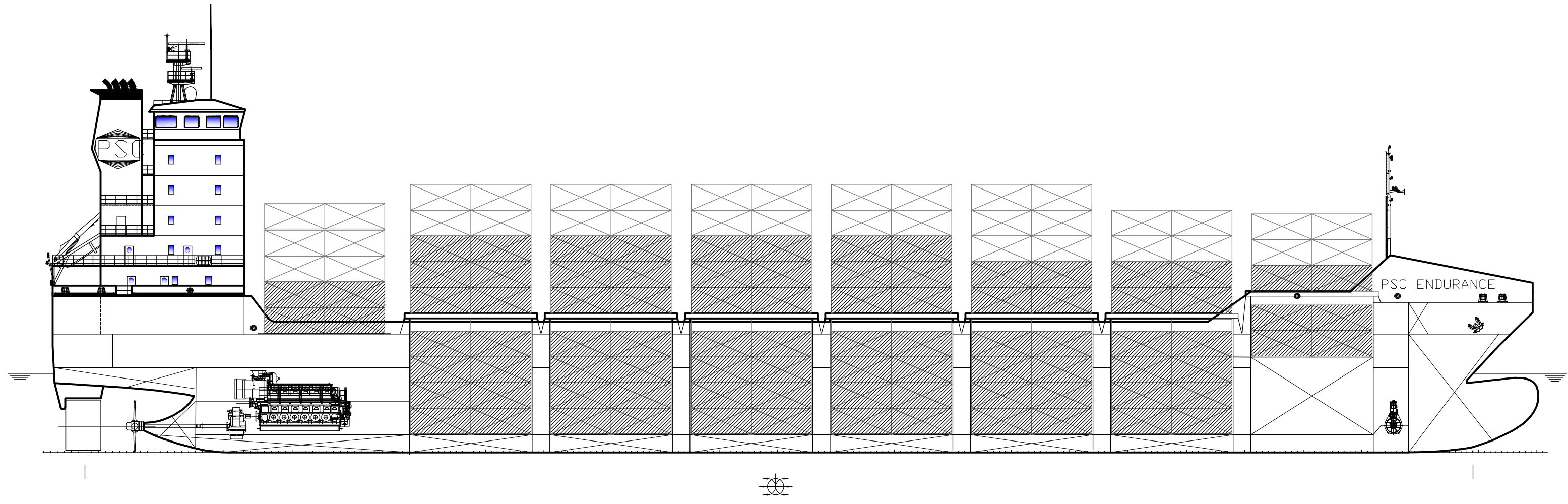
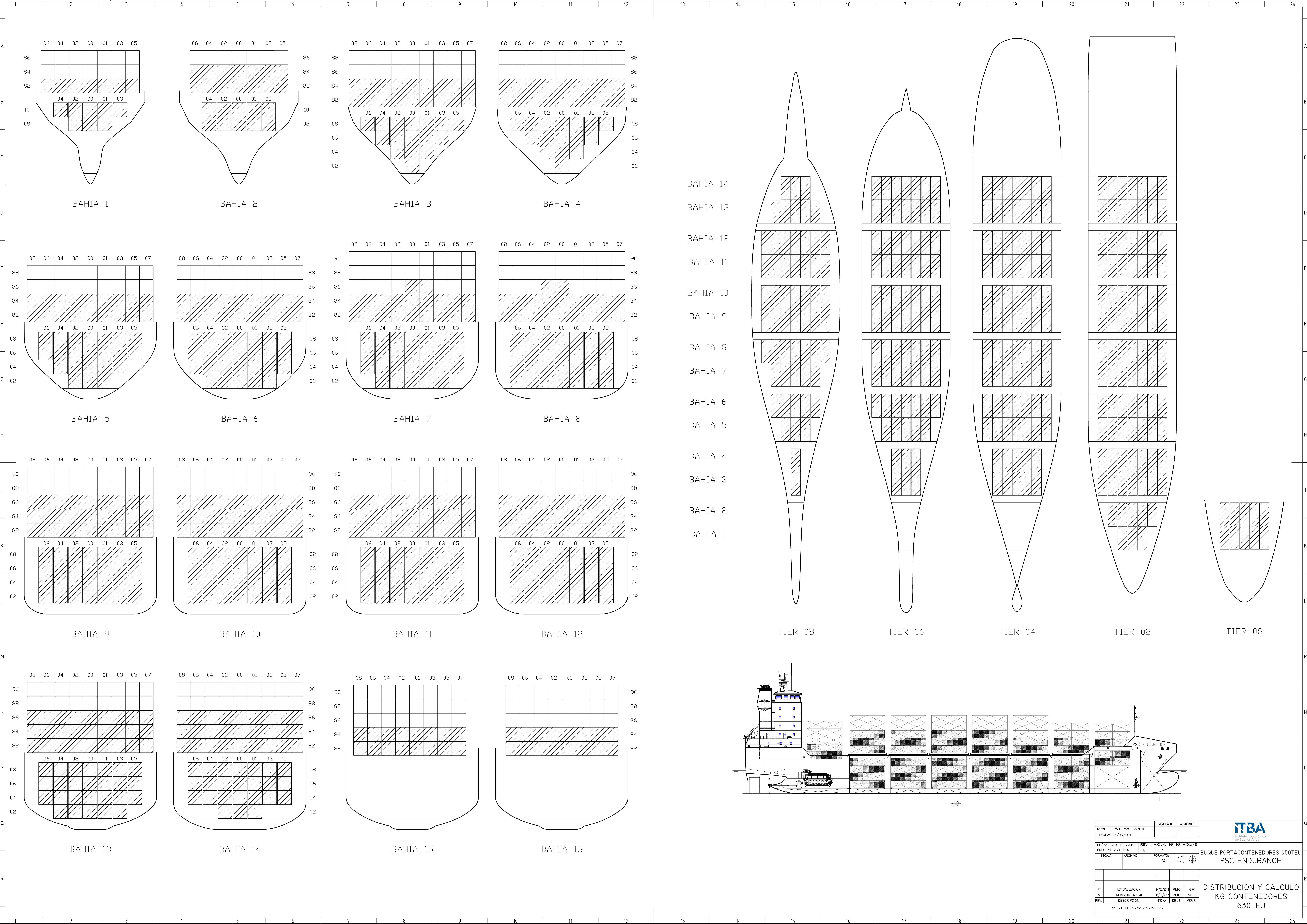
4

5


6

7

8



NOMBRE: PAUL MAC CARTHY		VERIFICADO	APROBADO
FECHA: 24/03/2019			
NÚMERO PLANO	REV.	HOJA	Nº HOJAS
PMC-PB-230-004	B	1	1
ESCALA:	ARCHIVO:	FORMATO:	
		AO	
B	ACTUALIZACION	26/03/2019	PMC N.F.T.
A	REVISION INICIAL	11/06/2017	PMC N.F.T.
REV.	DESCRIPCION	FECHA	ELAB.
MODIFICACIONES			



BUQUE PORTACONTENEDORES 950TEU
PSC ENDURANCE

DISTRIBUCION Y CALCULO
KG CONTENEDORES
630TEU

A

B

C

D

E

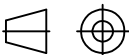
F

PARTE 2C

CÁLCULO DE FRANCOBORDO

BUQUE PORTACONTENEDORES 950TEU

APROBADO
NFI 20/05/2019

			VERIFICADO	APROBADO	
NOMBRE: PAUL MAC CARTHY			NFI 20/05/2019		
LEGAJO: 53360					
FECHA: 22/05/2019					
NÚMERO PLANO		REV	HOJA N°	N° HOJAS	
		F	0	10	
ESCALA:		ARCHIVO:	FORMATO: A4		
A REVISION INICIAL			09/05 2017	PMC	NFI
B	CORRECCIONES SEGUN NFI		04/06 2017	PMC	NFI
C	CORRECCIONES SEGUN NFI		02/12 2018	PMC	NFI
D	CORRECCIONES SEGUN NFI		02/04 2019	PMC	NFI
E	CORRECCIONES SEGUN NFI		10/05 2019	PMC	NFI
F	CORRECCIONES SEGUN NFI		22/05 2019	PMC	NFI
REV.	DESCRIPCIÓN		FECHA	DIBUJ.	VERIF.
MODIFICACIONES					



PSC ENDURANCE

CÁLCULO DE
FRANCOBORDO

CONTENIDO

1	Francobordo	2
2	Definición de Términos	2
3	Marca de Plimsol	4
4	Francobordo Tabular	5
5	Correcciones al francobordo tabular	5
5.1	Corrección por el coeficiente de block	5
5.2	Corrección por calado	5
5.3	Corrección por superestructuras	6
5.4	Altura mínima de proa	7
6	Francobordos Mínimos	7
6.1	Francobordo de Verano	7
6.2	Francobordo Tropical	8
6.3	Francobordo Invierno	8
6.4	Francobordo de agua dulce	8
6.5	Francobordo Tropical de agua dulce	8
7	Resumen Francobordos	9
	Anexo I – Francobordo tabular ILLC	10

1 Francobordo

En este cuaderno se busca calcular los distintos francobordos del buque (verano, invierno, etc...). Estos francobordos serán calculados siguiendo el lineamiento por la convención de líneas de carga de 2005 (IMO LL '96). A su vez, dado que el buque será de bandera Argentina seguiremos también los lineamientos de la Ordenanza Marítima 05-2003 de la PNA (Ver bibliografía).

El francobordo asignado es la distancia vertical medida en la sección media del buque desde la línea superior de la cubierta principal hasta la línea superior de la línea de carga relacionada. El francobordo es un sistema que asegura seguridad en el mar, teniendo en cuenta los siguientes tres aspectos:

- Resistencia estructural
- Estabilidad
- Reserva de flotabilidad

En base a los diferentes francobordos calculados se confeccionará la marca de Plimsol, siendo esta la que será grabada en el buque notando los diferentes francobordos.

Lo primero será establecer los parámetros y términos usados para el cálculo del francobordo.

En el plano PMC-PB-010-010 se pueden observar todas las dimensiones relevantes al cálculo de francobordo.,

2 Definición de Términos

- Eslora (L): Esta se toma como el 96% de la eslora en flotación al 85% del puntal desde la línea base o la eslora entre la perpendicular de popa y la intersección de la flotación con la roda, la que sea mayor. En este caso la mayor de las dos es la segunda, siendo:

$$L = 140,68m$$

- Perpendiculares: estas son las perpendiculares de popa y proa, ubicadas en los extremos de la eslora L, siendo la de popa el eje del timón y la de proa en la intersección de la roda con la línea de flotación.
- Sección media: es la distancia media entre las perpendiculares
- Manga: es la distancia máxima entre las bandas del buque, entre las líneas moldeadas de la cuaderna.

$$B = 23m$$

- Puntal moldeado: este es el puntal tomado desde la parte superior de la quilla hasta la parte superior de la cubierta de francobordo.

$$D = 12m$$

- Coeficiente de block: este coeficiente se calcula para un calado del 85% del puntal. Siendo este:

$$C_b = \frac{\nabla}{L \cdot B \cdot d_i}$$

Dónde:

- ∇ es el desplazamiento para el 85% del puntal: 22956 TM
- L es la eslora: 140,14 m
- B es la manga: 23 m
- d_i es el 85% del puntal: 10,2 m

Quedando:

$$C_b = 0,6956$$

- Cubierta de francobordo: es la cubierta más alta expuesta al clima y el mar, completa y donde por debajo de la misma todas las aberturas están dotadas de medios de cierre estancos. En nuestro caso está cubierta es la cubierta principal.
- Superestructura: se considera superestructura a las construcciones por encima de la cubierta de francobordo que se extiende en toda la manga del buque o que no está a más de 4% de la manga hacia adentro de la placa del costado.
En nuestro caso se considera superestructura a la toldilla y el castillo de proa. La toldilla no será en su totalidad considerada como superestructura, ya que entre la cuaderna 18 y 23 la toldilla se reduce en su manga, perdiendo la calificación de superestructura.
Las construcciones por encima de la cubierta de toldilla se encuentran a más del 4% de la manga alejada de las placas del costado.

3 Marca de Plimsol

Una vez definidos los términos definiremos los francobordos a calcular. Estos pueden ser resumidos en la marca de Plimsol, la que deberá ir marcada en el casco del buque en la sección media y con marcas de calados en las perpendiculares de proa y popa.

En la imagen 3.1 podemos observar la marca de Plimsol con sus dimensiones indicadas por la PNA en la OM 05-2003.

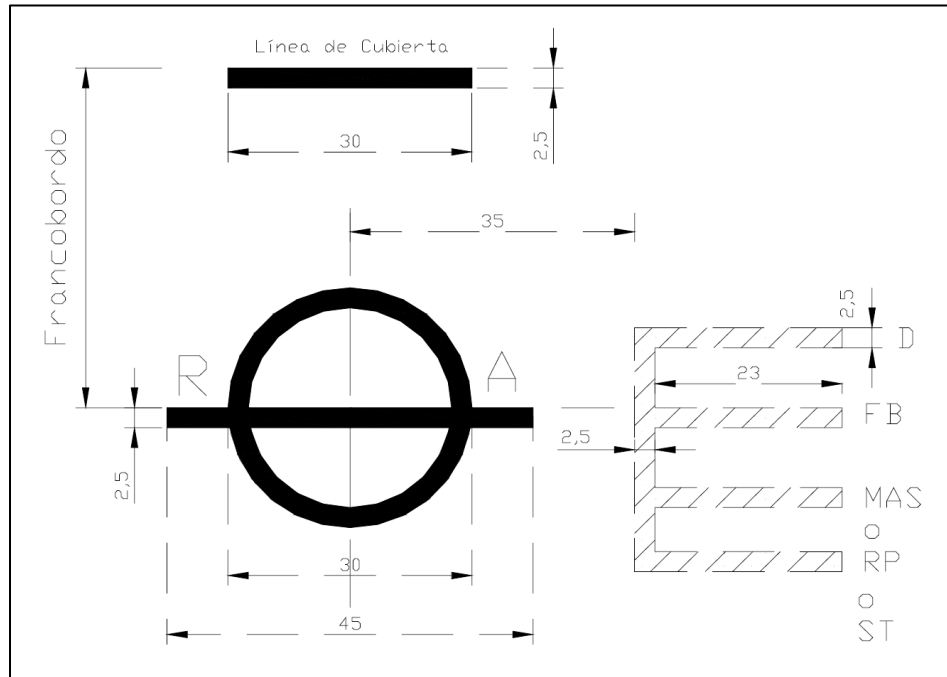


Imagen 3.1. Marca de Plimsol PNA

A continuación, la tabla 3.1 se detallan los distintos calados con sus respectivos símbolos en la marca de Plimsol.

Línea de carga	Símbolo PNA	Símbolo IMO LL '96	Medición
Calado de Verano	FB	S	Medido desde la parte superior de la línea en cuestión
Calado de Invierno	MAS	W	
Calado de Invierno Atlántico Norte		WNA	
Calado Tropical		T	
Calado de Agua Dulce	D	TF	
Calado Tropical de Agua Dulce		F	

Tabla 3.1

Los calados Ríos Interiores del Río de la Plata (RP) y Sin Escotillas (ST) no aplican para el buque ya que el buque no navegara en los ríos interiores del Río de la Plata.

4 Francobordo Tabular

Este francobordo se obtiene de las tablas presentadas en el convenio de líneas de carga. Se utilizan las tablas para buques tipo B. El buque además cumple con las regulaciones 15 y 16, donde se establecen las alturas de brazolas mínimas, siendo 450mm para la posición dos (bodegas 1 a 6) y 600mm para la posición 1 (bodega 7), además de que las escotillas son de cierre estanco. El buque no tiene arrufo, por lo que no tendrá esta corrección.

Entrando en la tabla (ver anexo I) obtenemos el siguiente francobordo tabular que luego será sujeto a correcciones (se interpola para obtener el valor correspondiente a una eslora de 140,14):

$$F_t = 2112 \text{ mm}$$

5 Correcciones al francobordo tabular

A continuación se realiza el cálculo para las correcciones al francobordo tabular siguiendo el convenio de líneas de carga.

5.1 Corrección por el coeficiente de block

Dado que el coeficiente de block es mayor que 0.68 ($C_b = 0,6956$), el francobordo tabular será multiplicado por el siguiente coeficiente:

$$C_1 = \frac{C_b + 0,68}{1,36}$$

$$C_1 = 1,007$$

5.2 Corrección por puntal

Dado que el puntal D excede $L/15$ al francobordo tabular se le deberá sumar el siguiente factor:

$$C_2 = \left(D - \frac{L}{15} \right) R$$

Dónde:

- R es igual a 250 para buques de eslora superior a 120m
- D = 12 m
- $L/15 = 9,34$ m

Entonces:

$$C_2 = 655,3 \text{ mm}$$

5.3 Corrección por superestructuras

Para esta corrección primero se toma una deducción que asume que la superestructura tiene una eslora igual a la eslora del buque. Esta deducción sale de la siguiente tabla:

TABLA 3.2.3

Eslora del buque (m)	Corrección De (mm)
24	350
85	860
122 y más	1070

La deducción para el buque es de 1070mm. Dado que la eslora de la superestructura es menor a la eslora del buque se le aplica una corrección a la deducción anterior.

En el caso de este buque tenemos dos superestructuras, una en popa y otra en proa. En popa se ubica la cubierta de toldilla y en proa está el castillo. Para calcular la corrección primero debemos calcular la eslora de estas estructuras y su porcentaje sobre la eslora total:

$$L_s = L_{toldilla} + L_{castillo}$$

Dónde:

- $L_{toldilla} = 12,60 \text{ m}$
- $L_{castillo} = 22,53 \text{ m}$

Entonces:

$$L_s = 35,13 \text{ m}$$

Siendo esta eslora un porcentaje de la eslora total igual a:

$$\%L = L_s / L$$

$$\%L = 0,2497$$

Con %L y la tabla 5.3.1 podemos calcular la corrección a la deducción, siendo la corrección un porcentaje.

TABLA 3.2.4
Porcentaje Por

E/L	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
Tipo A	0	7	14	21	31	41	52	63	75,3	87,7	100
Tipo B	0	5	10	15	23,5	32	46	63	75,3	87,7	100

Tabla 5.3.1

Entonces el porcentaje de deducción del francobordo tabular es el siguiente:

$$C_{E/L} = 12,5 \%$$

Con la corrección anterior se calcula la deducción por superestructuras:

$$C_3 = C_{E/L} * 1070 \text{ mm}$$

$$C_3 = 134 \text{ mm}$$

6 Francobordos Mínimos

6.1 Francobordo de Verano

En base al francobordo tabular y las correcciones previamente calculadas podemos calcular el francobordo mínimo de verano:

$$F = F_{tab} * C_1 + C_2 - C_3$$

Dónde:

- $F_{tab} = 2112 \text{ mm}$
- $C_1 = 1,011$
- $C_2 = 655 \text{ mm}$
- $C_3 = 134 \text{ mm}$

$$F_s = 2658 \text{ mm}$$

Resultando en un calado de verano:

$$T_s = 9342 \text{ mm}$$

6.1.1 Altura mínima de proa

Para buques con esloras inferiores a los 250m la altura mínima de la cubierta expuesta del castillo de proa desde la línea del francobordo de verano deberá ser superior a:

$$F_{proa} = 56L(1 - \frac{L}{500}) \frac{1,36}{C_b + 0,68}$$

$$F_{p,requerida} = 5597 \text{ mm}$$

Esta altura de proa requerida sumada al calado de verano deberá ser menor a la altura de la cubierta expuesta del castillo de proa.

$$D_{castillo} > F_{p,requerida} + T_s$$

Dónde:

- $F_{p,requerida}$ es la altura mínima requerida en proa: 5597 mm
- $D_{castillo}$ es la altura de la cubierta expuesta del castillo medida desde la línea base: 15200 mm
- T_s es el calado de verano: 9342 mm

Obteniendo:

$$15200 \text{ mm} > 14939 \text{ mm}$$

Cumpliendo con la altura mínima de proa.

6.2 Francobordo Tropical

El francobordo tropical se calcula como una deducción del francobordo de verano, de la siguiente manera:

$$F_T = F_S - \frac{T_s}{48}$$

$$F_T = 2463 \text{ mm}$$

6.3 Francobordo Invierno

El francobordo de invierno se calcula como una adición al francobordo de verano de la siguiente manera:

$$F_W = F_S + \frac{T_s}{48}$$

$$F_W = 2852 \text{ mm}$$

6.4 Francobordo de agua dulce

El francobordo en agua dulce se calcula como una resta entre el francobordo mínimo en agua dulce (F_S) y una deducción propuesta por ILLC:

$$F_{FW} = F_S - \frac{\Delta}{40 \cdot T}$$

Dónde:

- T es la inmersión por toneladas en el calado de verano = 30.6 t/cm
- Δ es el desplazamiento para el calado de verano = 19443 Tn

$$F_{FW} = 2642 \text{ mm}$$

6.5 Francobordo Tropical de agua dulce

El francobordo tropical de agua dulce se calcula tomando el francobordo de agua dulce y restándole la diferencia entre el francobordo de verano y tropical en agua salada.

$$F_{TFW} = F_{FW} - \frac{T_s}{48}$$

$$F_{TFW} = 2447 \text{ mm}$$

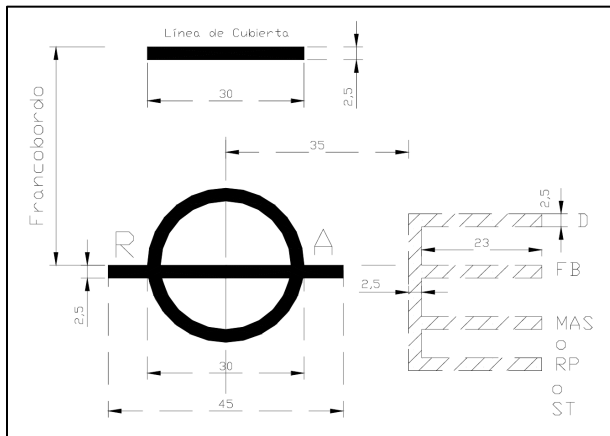
7 Resumen Francobordos

En la siguiente tabla se resumen los diferentes francobordos.

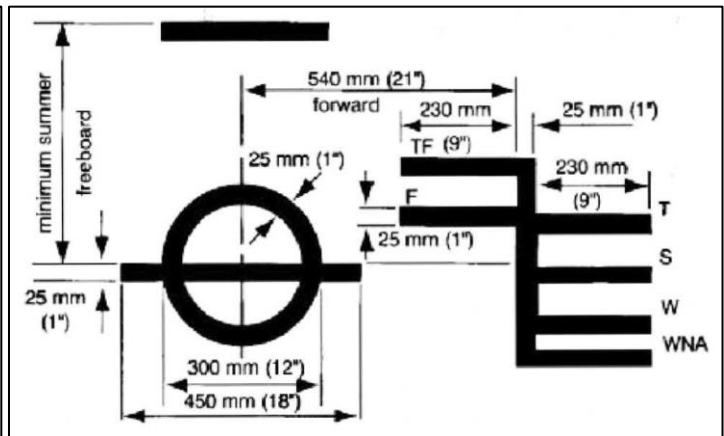
Línea de carga (ILO '96)	Símbolo PNA	Símbolo IMO ILO '96	Francobordo [mm]	Calado [mm]
Verano	FB	S	2.658	9.342
Invierno	MAS	W	2.852	9.148
Invierno Atlántico Norte		WNA	-	-
Tropical		T	2.463	9.537
Agua Dulce	D	TF	2.642	9.358
Tropical de Agua Dulce		F	2.447	9.553

El calado Invierno Atlántico Norte no se utiliza ya que el buque tiene más de 100 metros de eslora.

Debajo se exponen las dos marcas de Plimsol, PNA e IMO LL'96. Es importante destacar que el buque, al tener bandera argentina, deberá tener en su lateral la marca de la PNA.

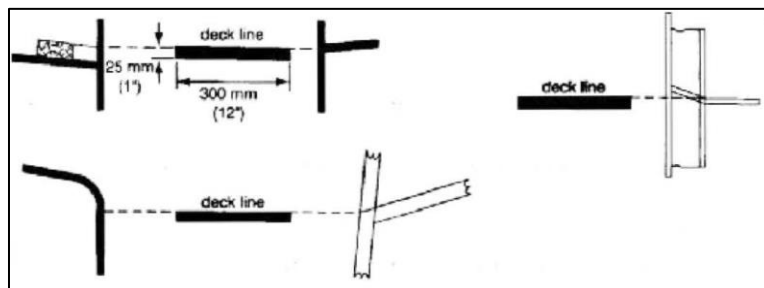


Marca de Plimsol PNA



Marca de Plimsol IMO LL '96

El centro del anillo deberá ubicarse en el centro del buque y a una distancia igual al francobordo mínimo de verano asignado, medido verticalmente por debajo del borde superior de la línea de cubierta. La línea de cubierta será una línea horizontal de 300mm de longitud y 25mm de ancho marcada en el centro del buque y a cada costado. Esta línea pasara, normalmente por el punto en que la prolongación hacia el exterior de la cara superior de la cubierta de francobordo corte la superficie exterior del forro (ver imagen debajo).



Línea de Cubierta

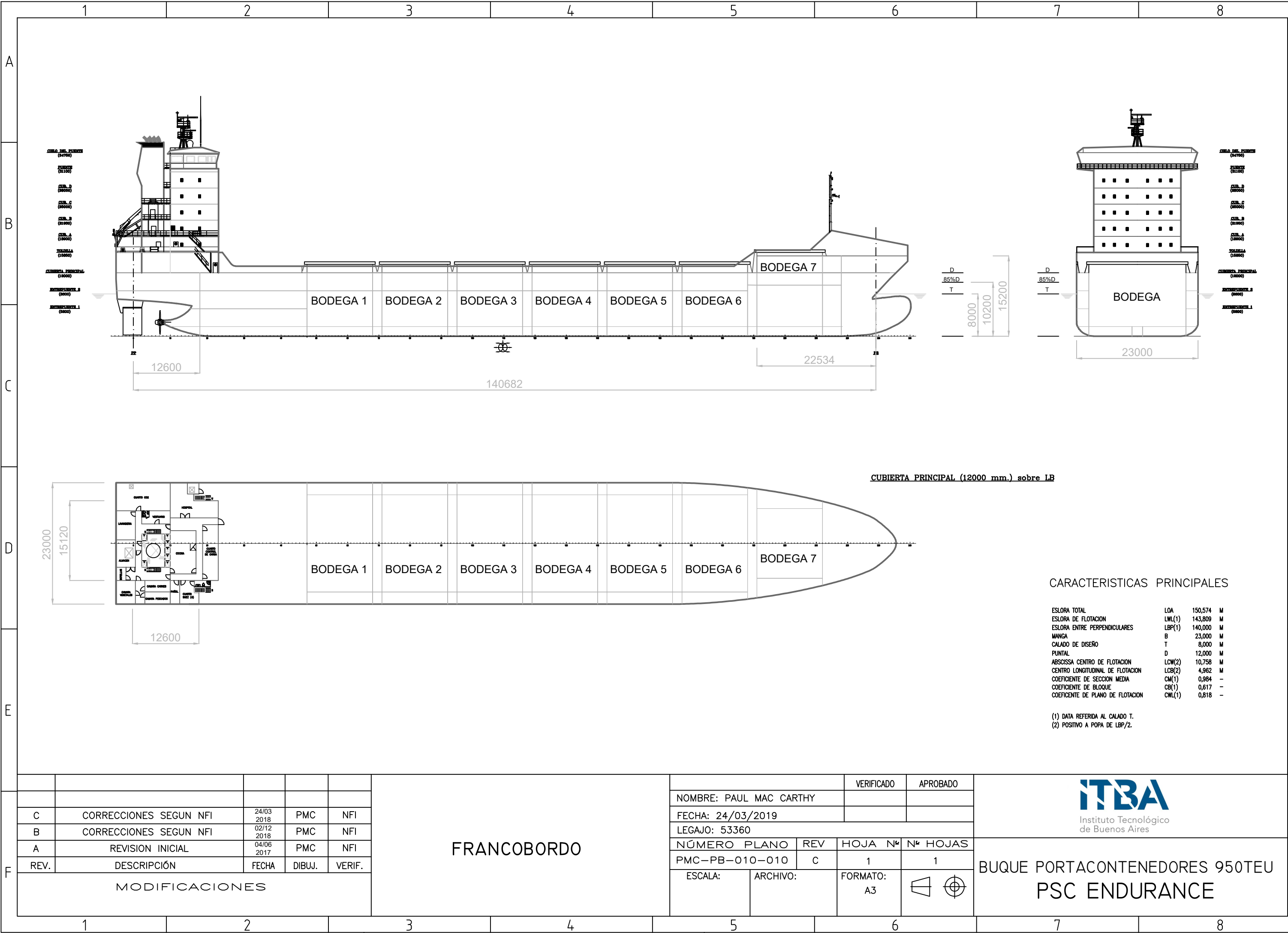
Anexos

Anexo I – Francobordo tabular ILLC

International Convention on Load Lines, 1966

Table B *(continued)*

Length of ship (m)	Freeboard (mm)	Length of ship (m)	Freeboard (mm)	Length of ship (m)	Freeboard (mm)
36	300	81	905	126	1815
37	308	82	923	127	1837
38	316	83	942	128	1859
39	325	84	960	129	1880
40	334	85	978	130	1901
41	344	86	996	131	1921
42	354	87	1015	132	1940
43	364	88	1034	133	1959
44	374	89	1054	134	1979
45	385	90	1075	135	2000
46	396	91	1096	136	2021
47	408	92	1116	137	2043
48	420	93	1135	138	2065
49	432	94	1154	139	2087
50	443	95	1172	140	2109
51	455	96	1190	141	2130



1

2

3

4

A

B

C

D

E

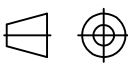
F

PARTE 2D

CÁLCULO DE ARQUEO

BUQUE PORTACONTENEDORES 950TEU

APROBADO
NFI 26/03/2018

		VERIFICADO	APROBADO
NOMBRE: PAUL MAC CARTHY			NFI
LEGAJO: 53360			26/03/2018
FECHA: 04/06/2017			
NÚMERO PLANO	REV	HOJA N°	N° HOJAS
	B	0	4
ESCALA:	ARCHIVO:	FORMATO:	
		A4	

ITBA
Instituto Tecnológico
de Buenos Aires

PSC ENDURANCE

A	REVISION INICIAL	12/05 2017	PMC	NFI
B	CORRECCIONES SEGUN NFI	04/06 2017	PMC	NFI
REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	DIBUJ.	VERIF.
MODIFICACIONES				

ARQUEO

CONTENIDO

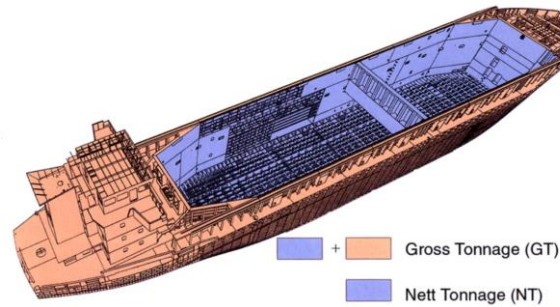
1	Arqueo.....	2
2	Arqueo Bruto.....	2
3	Arqueo Neto.....	2
4	Resumen Arqueo.....	3
5	Anexos.....	4
5.1	Anexo 1 – Volúmenes de los espacios.....	4

1 Arqueo

El cálculo de arqueo sea realiza siguiendo la reglamentación de la OMI en el “Convenio Internacional sobre Arqueo de Buques, 1969” y con la ayuda del lineamiento del libro “Proyecto básico del buque mercante” de DM Meisozo. Se calculara el arqueo bruto y el arqueo neto. Para realizar es necesario obtener los volúmenes de los diferentes espacios del buque, estos se pueden encontrar en el Anexo 1.

Las formulas a utilizar se presentan a continuación y sus resultados se exponen en la sección 4.

En el plano PMC-PB-010-011 se pueden observar dimensiones y espacios relevantes al cálculo del arqueo.



2 Arqueo Bruto

El arqueo bruto se calcula con la siguiente formula:

$$GT = K_1 \cdot V$$

Dónde:

- V es el volumen de todos los espacios cerrados del buque en m^3
- $K_1 = 0,2 + 0,02 V$

3 Arqueo Neto

El arqueo neto se calcula con la siguiente formula:

$$NT = K_2 V_{car} \left[\frac{4T}{3D} \right]^2 + K_3 \left(N_1 + \frac{N_2}{10} \right)$$

Dónde:

- $K_2 = 0,2 + 0,2 \log_{10}(V_{car})$
- $K_3 = 1,25(GT + 10000)/10000$
- $N_1 = 20$ es el numero de pasajeros en camarotes que no tengan más de 8 camas
- $N_2 = 0$ numero de los demás pasajeros
- Si $N_1 + N_2 < 13$ ambas cifras se consideraran iguales
- El factor $(4T/3D)^2$ no se tomara superior a 1
- El termino $K_2 V_{car} \left[\frac{4T}{3D} \right]^2$ no se tomara inferior a $0,25GT$
- NT no se tomara inferior a $0,3GT$

4 Resumen Arqueo

En la tabla siguiente se exponen los cálculos realizados.

CALCULO ARQUEO				
Arqueo Bruto		Arqueo Neto		Verificación
V	52345,65	K_2	0,3	
K_1	0,29	K_3	3,2	
		V_{car}	17444,1	
		T	8,5	
		D	12,0	
		N_1	20,0	
		N_2	0,0	
		$N_1 + N_2$	20,0	Menor a 13
		$\frac{4T}{3D}$	0,9	Menor a 1
		$K_2 V_{car} \left[\frac{4T}{3D} \right]^2$	4431,9	Mayor a 0,25GT
		0,25GT	3852,3	
		0,3GT	4622,8	
GT	15409,4	NT	4431,9	Menor a 0,3GT

En la verificación se puede observar que el arqueo neto calculado es menor que el 30% del arqueo bruto. Debido a esto el arqueo neto se toma como el 30% del arqueo bruto, obteniendo:

$$NT = 4622,8$$


$$GT = 15409,4$$

5 Anexos

5.1 Anexo 1 – Volúmenes de los espacios

VOLUMENES	
Espacio	V [m³]
Bodega 1	2667,3
Bodega 2	2695,0
Bodega 3	2695,0
Bodega 4	2695,0
Bodega 5	2613,9
Bodega 6	2243,7
Bodega 7	1834,0
Volumen debajo Cubierta Principal	28627,0
Volumen Castillo de Proa	1417,1
Volumen Castillo de Popa	1701,3
Cubierta Puente	578,5
Cubierta D	461,2
Cubierta C	461,2
Cubierta B	461,2
Cubierta A	626,8
Cubierta de Toldilla	567,3
TOTAL	52345,65

	1	2	3	4																																								
A																																												
B	<h1>PARTE 2E</h1>																																											
C	<h2>CÁLCULO PROPULSIVO</h2> <h3>BUQUE PORTACONTENEDORES 950TEU</h3>																																											
D	<div> <div> APROBADO NFI 26/06/2017 </div> </div>																																											
E	<table border="1"> <tr> <td colspan="2"></td> <td>VERIFICADO</td> <td colspan="2">APROBADO</td> </tr> <tr> <td colspan="2">NOMBRE: PAUL MAC CATHY</td> <td></td> <td colspan="2"> <div> NFI 26/06/2017 </div> </td> </tr> <tr> <td colspan="2">LEGAJO: 53360</td> <td></td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td colspan="2">FECHA: 10/06/2017</td> <td></td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td>NÚMERO PLANO</td> <td>REV</td> <td>HOJA N°</td> <td colspan="2">N° HOJAS</td> </tr> <tr> <td></td> <td>B</td> <td>0</td> <td colspan="2">16</td> </tr> <tr> <td>ESCALA:</td> <td>ARCHIVO:</td> <td>FORMATO:</td> <td colspan="2"> </td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>A4</td> <td colspan="2"></td> </tr> </table>						VERIFICADO	APROBADO		NOMBRE: PAUL MAC CATHY			<div> NFI 26/06/2017 </div>		LEGAJO: 53360					FECHA: 10/06/2017					NÚMERO PLANO	REV	HOJA N°	N° HOJAS			B	0	16		ESCALA:	ARCHIVO:	FORMATO:					A4		
		VERIFICADO	APROBADO																																									
NOMBRE: PAUL MAC CATHY			<div> NFI 26/06/2017 </div>																																									
LEGAJO: 53360																																												
FECHA: 10/06/2017																																												
NÚMERO PLANO	REV	HOJA N°	N° HOJAS																																									
	B	0	16																																									
ESCALA:	ARCHIVO:	FORMATO:																																										
		A4																																										
F	<table border="1"> <tr> <td>A</td> <td>REVISION INICIAL</td> <td>08/05 2017</td> <td>PMC</td> <td>NFI</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>CORRECCIONES SEGUN NFI</td> <td>10/06 2017</td> <td>PMC</td> <td>NFI</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>REV.</td> <td>DESCRIPCIÓN</td> <td>FECHA</td> <td>DIBUJ.</td> <td>VERIF.</td> </tr> <tr> <td colspan="5">MODIFICACIONES</td> </tr> </table>				A	REVISION INICIAL	08/05 2017	PMC	NFI	B	CORRECCIONES SEGUN NFI	10/06 2017	PMC	NFI																REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	DIBUJ.	VERIF.	MODIFICACIONES									
A	REVISION INICIAL	08/05 2017	PMC	NFI																																								
B	CORRECCIONES SEGUN NFI	10/06 2017	PMC	NFI																																								
REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	DIBUJ.	VERIF.																																								
MODIFICACIONES																																												



ITBA
 Instituto Tecnológico
 de Buenos Aires

PSC ENDURANCE

CÁLCULO PROPULSIVO

CONTENIDO

1	Introducción.....	2
2	Calculo de Resistencia al Avance.....	2
3	Selección de la hélice.....	5
4	Rendimientos propulsivos.....	6
4.1.1	Rendimiento del casco.....	6
4.1.2	Rendimiento del propulsor en aguas abiertas	6
4.1.3	Rendimiento rotativo relativo.....	6
4.1.4	Rendimiento mecanico.....	6
4.1.5	Rendimiento total.....	6
5	Diseño preliminar de la hélice.....	7
5.1	Estudio preliminar de cavitación.....	7
6	Selección preliminar de las revoluciones de la hélice	8
7	Selección del motor.....	9
7.1	Rendimiento propulsivo.....	9
7.1.1	Rendimiento del casco.....	9
7.1.2	Rendimiento del propulsor en aguas abiertas	9
7.1.3	Rendimiento rotativo relativo.....	9
7.1.4	Rendimiento mecanico.....	9
7.1.5	Rendimiento total.....	9
7.2	Selección de motor y caja reductora	10
7.2.1	Motor	10
7.2.2	Caja reductora.....	10
8	Ajuste del diámetro a las nuevas revoluciones	11
9	Verificación de performance Hélice-Motor.....	11
9.1	Curva de potencia del propulsor	12
9.2	Curva de potencia del buque	12
9.3	Verificación de cavitación.....	14
10	Anexos.....	16
	Anexo I – Huelgos codaste	16
	Anexo II – Recomendaciones huelgos codaste	16
	Anexo III – Motor MAN 12V48/60CR.....	17

1 Introducción

En este cuaderno se harán los cálculos necesarios para determinar el conjunto propulsivo. Este conjunto propulsivo incluye el motor principal, la caja reductora y la hélice. El motor y la caja serán obtenidos de los catálogos de fabricantes, en base a los BHP requeridos y las verificaciones necesarias. La hélice será dimensionada acorde a la serie B de Wageningen.

El primer paso para lograr lo anterior es realizar el cálculo de la resistencia al avance del buque. Para este paso se utilizó el módulo Power de FORAN, capaz de calcular la resistencia al avance utilizando varios métodos.

2 Cálculo de Resistencia al Avance

Para realizar este cálculo utilizaremos el método de Holtrop-Mennen Revisado para obtener la resistencia al avance del buque. Como ya discutido este método será aplicado por el módulo Power de FORAN.

El método de Holtrop-Mennen es válido para buques con números de Froude entre 0,1 y 0,8. El PSC Endurance tiene un número de Froude, para la velocidad de diseño de 19,5n nudos, de $F_n=0,267$, siendo válido el método a aplicar.

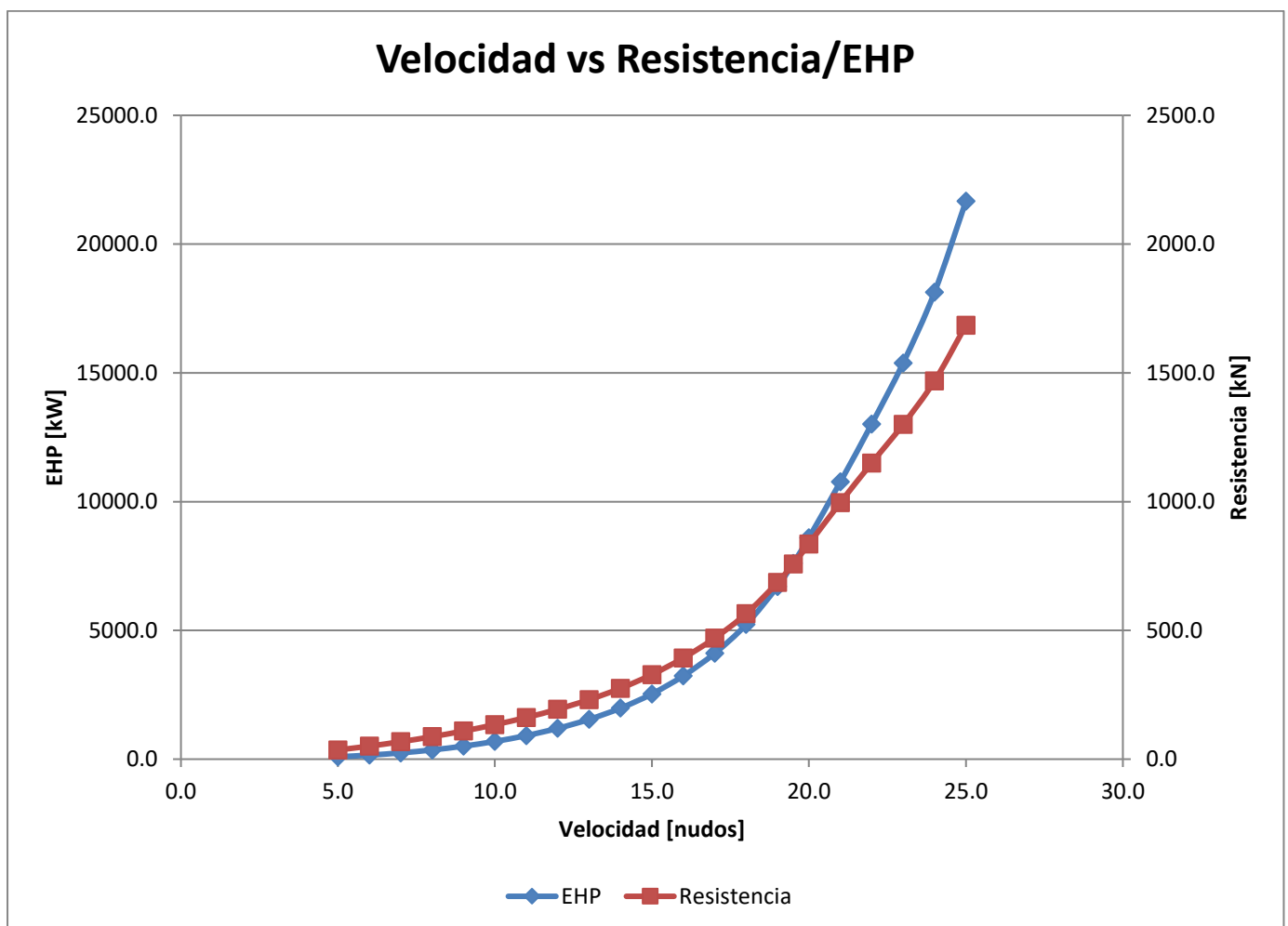
Además de cumplir con los requisitos del método se utiliza este método ya que ha sido extensamente usado como método preferido a la hora de estimar la resistencia al avance de buques portacontenedores. Esto se puede apreciar en anteproyectos similares y en las similitudes de este tipo de buques con el buque promedio que presenta el método.

A continuación se pueden ver los datos de entrada del programa:

- Eslora entre perpendiculares: 140,0 m
- Eslora en la línea de flotación: 143,8 m
- Manga: 23,0 m
- Calado: 8,0 m
- Volumen de carena: 16343,0 m³
- LCB (posición del centro de carena con respecto a la sección media): -2,4 m (Hacia popa)
- Área Mojada: 4368,2 m²
- Coeficiente prismático: 0,627
- Coeficiente de bloque: 0,617
- Superficie del timón*: 49,23 m²
- Superficie de las quillas de rolo*: 67,8 m²
- Área de la sección transversal del bulbo: 15,7 m²
- Altura del centro de área de la sección transversal del bulbo: 5 m

**La superficie del timón y las quillas de rolo han sido estimadas con fórmulas propuestas por el método.*

Con los datos de entrada, y las formas en el software FORAN, obtenemos los resultados para la resistencia al avance. Estos son presentados en la tabla 2.4.



Velocidad	Resistencia			EHP
	Viscosa	Olas	Total	
<i>Nudos</i>	<i>kN</i>	<i>kN</i>	<i>kN</i>	<i>kW</i>
5,0	29,6	0,0	35,9	92,3
6,0	41,6	0,0	50,6	156,3
7,0	55,5	0,0	67,8	244,1
8,0	71,2	0,0	87,3	359,4
9,0	88,8	0,2	109,3	506,2
10,0	108,1	0,8	134,0	689,4
11,0	129,3	2,2	161,9	916,0
12,0	152,2	5,5	193,8	1196,2
13,0	176,8	11,8	231,0	1544,6
14,0	203,1	22,8	275,1	1981,6
15,0	231,2	40,7	328,4	2534,0
16,0	260,9	67,8	393,0	3234,8
17,0	292,4	105,3	470,2	4111,8
18,0	325,5	157,7	564,5	5227,2
19,0	360,3	235,1	685,9	6704,5
19,5	378,3	284,3	757,9	7603,4
20,0	396,7	338,6	835,6	8597,3
21,0	434,7	451,0	996,3	10763,7
22,0	474,4	554,1	1149,9	13014,7
23,0	515,7	651,3	1299,7	15378,2
24,0	558,7	765,1	1468,3	18128,7
25,0	603,2	924,5	1684,5	21664,7

Tabla 2.4 Resistencia al avance

Para la velocidad de diseño obtenemos una resistencia al avance EHP=7603,4 kW. Con esta potencia se continuara con el dimensionamiento y selección del conjunto propulsor.

3 Selección de la hélice

El buque contara con una única hélice. Esta será seleccionada siguiendo las hélices propuestas por Wageningen B-series. Este conjunto de hélices están agrupadas por las relaciones de área de disco y área expandido así como también el número de palas. Esta serie dan las eficiencias, coeficientes de avance y coeficientes K_t y K_q de las diferentes hélices.

Para este paso se utilizara el software FORAN, que ya tiene cargada los gráficos de la serie-B de Wageningen. Además de los gráficos de la serie-B el software cuenta con toda la información calculada de la resistencia y potencia para diferentes velocidades.

El método de selección requiere parámetros de entrada, en base a los que se seleccionara el propulsor adecuado. Estos datos de entrada son los siguientes.

- Cantidad de hélices: las formas del casco seleccionado permiten acomodar un único propulsor.
- Cantidad de palas: se realizara el cálculo para hélices de 4 palas
- Altura desde la línea base al eje: Esta dimensión se calcula del arreglo general (ver Anexo I)

$$Altura\ eje = 2,65\ m$$

- Diámetro máximo de la hélice: Este se calcula tomando las recomendaciones del Anexo II.

$$D_{hmax} = 5,2$$

- Eficiencia mecánica: esta se estima en base a las recomendaciones de

4 Rendimientos propulsivos

Este rendimiento está compuesto por 4 rendimientos. El cálculo de estos se presenta a continuación.

$$\eta_T = \eta_o \eta_h \eta_{RR} \eta_m$$

- η_o rendimiento del propulsor en aguas abiertas
- η_h rendimiento del casco
- η_{RR} rendimiento rotativo relativo
- η_m rendimiento mecánico

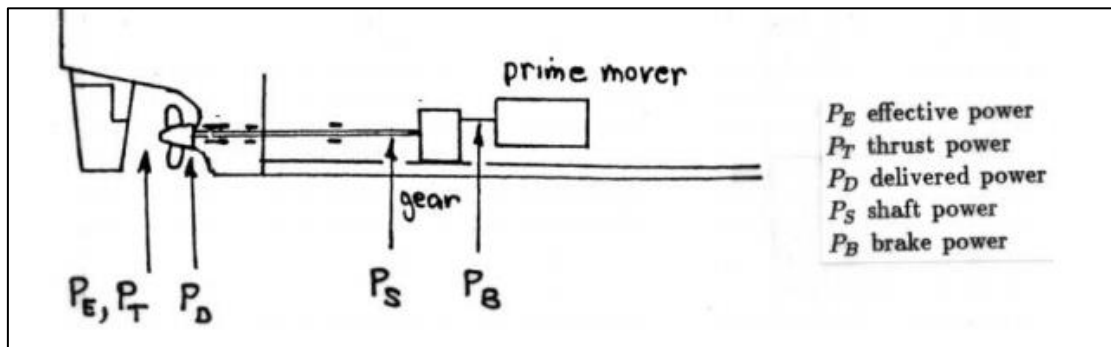


Imagen 5.1

4.1.1 Rendimiento del casco

$$\eta_h = \frac{1 - t}{1 - w} = \frac{EHP}{THP} ; \quad \text{valor adoptado } \eta_h = 1.07$$

4.1.2 Rendimiento del propulsor en aguas abiertas

Este es el rendimiento calculado en aguas abiertas con una estela uniforme. Este valor se obtiene de las curvas Kt Kq (valor expresado en la tabla 4.1). Valor adoptado:

$$\eta_o = 0.55$$

4.1.3 Rendimiento rotativo relativo

Este rendimiento se toma de tablas, para un buque del tipo portacontenedor se adopta el siguiente valor:

$$\eta_{RR} = 1.07$$

4.1.4 Rendimiento mecánico

Este rendimiento se toma de tablas y valores recomendados. Valor adoptado:

$$\eta_m = 0.985$$

4.1.5 Rendimiento total

Este sale de la multiplicación de los rendimientos calculados previamente:

$$\eta_T = \eta_o \eta_h \eta_{RR} \eta_m$$

$$\eta_T = 0.677$$

5 Diseño preliminar de la hélice

Esta parte consiste en el dimensionamiento preliminar de la hélice, seleccionando un diámetro máximo, relación de áreas y rpm. Con esta información podremos utilizar los diagramas de la Kt Kq de la serie B de Wageningen.

5.1 Estudio preliminar de cavitación

En este estudio se calcula la relación de áreas de la hélice (área expandida sobre el área de disco), con esta relación se podrá seleccionar el diagrama Kt Kq apropiado:

$$\frac{F_{expandida}}{F_{disco}} = \frac{(1.3 + 0.3Z)T}{(P_0 - P_v)D^2} + k$$

EL diámetro máximo se calcula siguiendo las recomendaciones “Del Norske Veritas”. Estas recomendaciones establecen los huelgos recomendados con las distintas partes de la popa del barco (por ejemplo el huelgo con el codaste). El diámetro máximo y estos huelgos se pueden observar en el Anexo 1.

Dónde:

- El diámetro máximo: 5,44 m
- La inmersión en el centro de la hélice: 6.93 m
- El número de palas en la hélice: $Z = 4$
- P_0 es la presión en el punto de inmersión y P_v es la presión de vapor (agua salada a 28°C)
- $P_0 = P_{atm} + P_{water\ column} = 101325 + 70014.7 = 171339.7\ Pa$
- $P_v = 4000\ Pa$
- k es un factor de seguridad, el valor adoptado: $k = 0.1$

T es el empuje de la hélice y se calcula de la siguiente manera:

$$T = \frac{R}{1 - t}$$

Donde t es el coeficiente de deducción de empuje, calculado de la siguiente manera:

$$t = 0.5C_p - 0.12$$

Los valores adoptados están resumidos en la tabla 3.1.1

D	5.4 m
I	6.93 m
Z	4
t	0.195
T	757900 N
F_e/F	0.60

Tabla 3.1.1

6 Selección preliminar de las revoluciones de la hélice

En esta etapa se calcula las revoluciones en la hélice necesarias para que el buque pueda navegar a la velocidad de diseño. Para esto se utilizan las tablas Kt Kq de Wageningen Serie B, específicamente las correspondientes a la relación de área previamente calculadas. Estas revoluciones se seleccionan buscando las que presenten el mayor rendimiento.

Para encontrar las revoluciones se elabora la curva Kt, y esta se grafica en las curvas Kt Kq para la relación de área 0.6 (Estas se pueden encontrar en el Anexo 1.2). Kt es el coeficiente de empuje de la hélice. La curva se calcula de la siguiente manera:

- $K_{T1} = K_{TD} * J^2$
- K_{TD} es una constante que se calcula con la siguiente ecuación:

$$K_{TD} = EHP / (p * (1 - t) * (1 - w)^2 * D^2 * V_s^3)$$

p es la densidad del agua salada: $p = 1025 \frac{kg}{m^3}$

- w es el coeficiente de estela (Se utiliza la fórmula de Heckscher para buques de carga):

$$w = 0.7C_p - 0.18 = 0.261$$

- J es el coeficiente de avance:

$$J = \frac{V_{As}}{nD}$$

*Va es la velocidad de avance $V_{As} = V_s(1 - w)$
n son las revoluciones de la helice*

Una vez definida la curva se grafica en las curvas Kt Kq, y se busca la intersección con las diferentes curvas de Kt propias del grafico para cada relación de paso diámetro. Luego se traza una línea vertical desde la horizontal hasta la curva de eficiencia propia a la relación paso diámetro, ahí se anota el valor de la eficiencia. Tomando varias intersecciones de distintos paso diámetro se selecciona la relación que tiene el mayor rendimiento. El valor seleccionado se puede observar en la tabla 4.1.

J	Kq	Kt	Efficiency	P/D
0.56	0.032	0.19	0.59	0.9

Tabla 4.1

Una vez que tenemos el coeficiente de avance J y la relación de avance para el cual la eficiencia es máxima podemos hacer un calcula preliminar de las revoluciones con la siguiente ecuación:

$$n = \frac{V_A}{JD}$$

Los resultados se exponen en la tabla 4.2

V_A	7.413 m/s
n	152 rpm
P	4.7
D	5.22 m

Tabla 4.2

7 Selección del motor

Antes de hacer la selección del motor se debe calcular el rendimiento propulsivo.

7.1 Rendimiento propulsivo

Este rendimiento está compuesto por 4 rendimientos. El cálculo de estos se presenta a continuación.

$$\eta_T = \eta_o \eta_h \eta_{RR} \eta_m$$

- η_o rendimiento del propulsor en aguas abiertas
- η_h rendimiento del casco
- η_{RR} rendimiento rotativo relativo
- η_m rendimiento mecánico

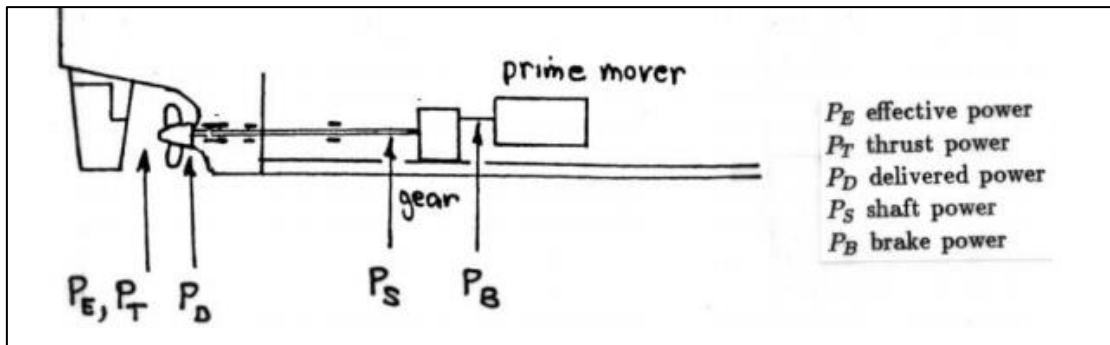


Imagen 5.1

7.1.1 Rendimiento del casco

$$\eta_h = \frac{1 - t}{1 - w} = \frac{EHP}{THP} ; \quad \text{valor adoptado } \eta_h = 1.07$$

7.1.2 Rendimiento del propulsor en aguas abiertas

Este es el rendimiento calculado en aguas abiertas con una estela uniforme. Este valor se obtiene de las curvas K_t K_q (valor expresado en la tabla 4.1). Valor adoptado:

$$\eta_o = 0.55$$

7.1.3 Rendimiento rotativo relativo

Este rendimiento se toma de tablas, para un buque del tipo portacontenedor se adopta el siguiente valor:

$$\eta_{RR} = 1.07$$

7.1.4 Rendimiento mecánico

Este rendimiento se toma de tablas y valores recomendados. Valor adoptado:

$$\eta_m = 0.985$$

7.1.5 Rendimiento total

Este sale de la multiplicación de los rendimientos calculados previamente:

$$\eta_T = \eta_o \eta_h \eta_{RR} \eta_m$$

$$\eta_T = 0.677$$

7.2 Selección de motor y caja reductora

Con los rendimientos calculados se puede calcular la potencia al freno (BHP) que debe entregar el motor en su eje de salida.

$$BHP_{servicio} = \frac{EHP}{\eta_T} * 1.10 * 1.15$$

Dónde:

- $EHP = 7603.4 \text{ kW}$
- $\eta_T = 0.677$
- 10% margen de motor
- 15% margen de mar

En la tabla 5.2 se resumen los valores utilizados para la selección de un motor de catálogo:

BHP	14200 kW
revoluciones	152 rpm

Tabla 5.2

7.2.1 Motor

Se selecciona un motor MAN semi rápido, modelo 12V48/60CR. Es un motor que entrega una potencia máxima de 14400 kW a 514 rpm. El motor es de 12 cilindros en V con un sistema common rail para la inyección de combustible. Más información del motor se puede encontrar en el Anexo 1.3.

7.2.2 Caja reductora

Dado que se trata de un motor semi rápido se deberá escoger una caja reductora. Esta caja deberá reducir las 514 rpm del motor a un número cercano a las 152 rpm obtenidas en la estimación preliminar.

Se selecciona una caja reductora MAN con una reducción de 3.212.
 Las revoluciones finales de la hélice son 160 rpm.

8 Ajuste del diámetro a las nuevas revoluciones

Con la selección del motor y la caja reductora se obtienen unas revoluciones distintas a las del cálculo preliminar. El siguiente ajuste de diámetro será necesario.

Usando las 160 rpm se calcula una nueva curva K_t y será graficada en las curvas de la serie de Wageningen para la relación de áreas de 0.6. Este cálculo es similar al realizado en el cálculo preliminar. En este caso la curva K_t se obtiene de la siguiente manera:

$$K_t = K_{tn} * J^4 ; \quad \text{donde:} \quad K_{tn} = \frac{EHP n^2}{\rho (1-t)(1-w)^4 V^5} = 2.164$$

Realizando los mismos pasos que en cálculo preliminar obtenemos la intersección con la mayor eficiencia:

J	K_q	K_t	Efficiency	P/D
0.52	0.024	0.12	0.588	0.8

Tabla 6.1

El nuevo diámetro se calcula con la siguiente formula:

$$D = \frac{V_A}{Jn}$$

Los valores utilizados y el diámetro se observan en la tabla 6.2:

D	5.35
Revoluciones	160 rpm
P/D	0.8

Tabla 6.2

Con estos datos se procede a realizar una verificación de performance del conjunto propulsivo.

9 Verificación de performance Hélice-Motor

En esta etapa se verifica que el conjunto hélice motor seleccionados sean compatibles. Esto se hace verificando que la velocidad de servicio se cumpla y que el motor tenga la potencia y el torque necesarios. Para esto se calculan dos curvas, la del propulsor y la del buque. Estas se grafican en un mismo eje y su intersección debe estar en una velocidad levemente superior a la de servicio. Estas curvas se obtienen tomando un rango de valores de velocidad cercanos a la velocidad de servicio, y calculando los DHP para luego graficarlos y compararlos (se podría hacer con los BHP pero el cálculo para pasar de DHP a BHP es el mismo en ambos casos).

9.1 Curva de potencia del propulsor

V	Va	P/D	n	D	J	Kq	DHP
<i>nudos</i>	<i>m/s</i>		<i>rpm</i>	<i>m</i>		<i>real</i>	<i>kW</i>
18	6.84	0.8	160	5.35	0.480	0.0243	12934.2
19	7.22	0.8	160	5.35	0.507	0.0232	12379.7
19.5	7.41	0.8	160	5.35	0.520	0.0224	11963.9
20	7.60	0.8	160	5.35	0.533	0.0218	11622.7
21	7.98	0.8	160	5.35	0.560	0.0207	11046.9

Tabla 7.1.1

Los valores de DHP se calculan de la siguiente manera:

$$DHP_M = 2\pi K_Q \rho n^3 D^5 \quad [kW]$$

9.2 Curva de potencia del buque

V	Va	P/D	n	D	J	Rend.	EHP	DHP
<i>nudos</i>	<i>m/s</i>		<i>rpm</i>	<i>m</i>			<i>kW</i>	<i>kW</i>
18	6.84	0.8	160	5.35	0.4800	0.561	5227.2	7999.8
19	7.22	0.8	160	5.35	0.5067	0.581	6704.5	9902.2
19.5	7.41	0.8	160	5.35	0.5200	0.590	7603.4	11056.6
20	7.60	0.8	160	5.35	0.5333	0.600	8597.3	12293.5
21	7.98	0.8	160	5.35	0.5600	0.618	10763.7	14952.7

Tabla 7.2.1

Los DHP se calculan de la siguiente manera:

$$DHP = \frac{EHP}{\eta_o \eta_h \eta_{RR}}$$

En el grafico 7.1 se puede observar ambas curvas y su punto de intersección.

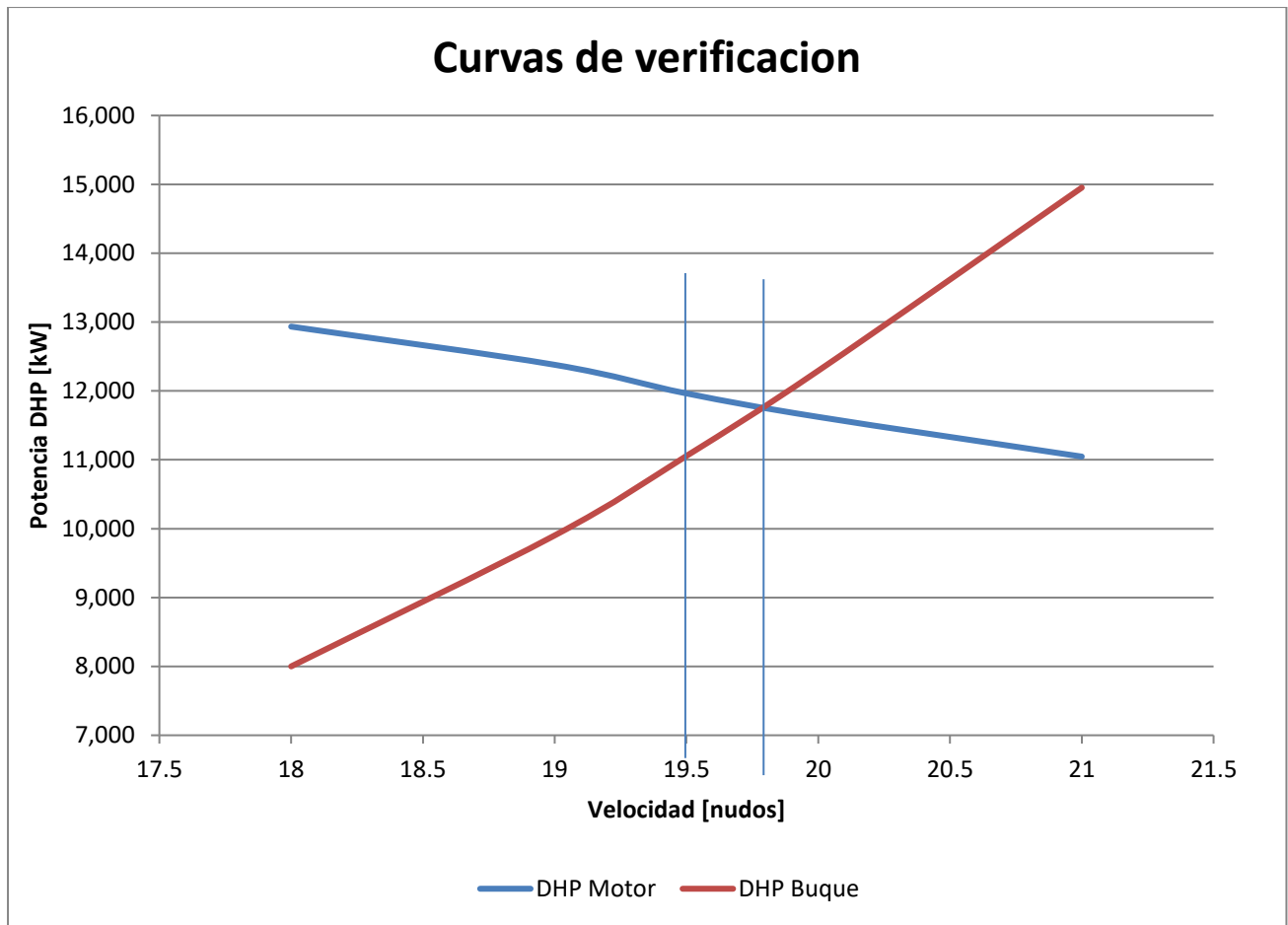


Gráfico 7.1

En el gráfico 7.1 se puede apreciar que la intersección de ambas curvas es a una velocidad levemente superior a la de la velocidad de servicio. Para comprobar esto se realiza el siguiente cálculo:

$$\Delta V \cong 0.3 \text{ nudos} ; \quad \% \Delta V = \frac{\Delta V}{V_s} = 1.54\%$$

La diferencia de velocidades es menor al 2% por lo que el motor es compatible con el propulsor.

9.3 Verificación de cavitación

Esta última verificación consiste en dos partes:

$$1. \frac{F_p}{q} < \sigma$$

- $F_p = F \frac{F_E}{F} \left(1.067 - 0.229 \frac{P}{D} \right)$; donde $\frac{F_E}{F} = 0.60$; $F = \frac{\pi D^2}{4}$; y $\frac{P}{D} = 0.8$
- $q = 0.5 \rho V_1^2$; donde V_1 es la velocidad tangencial en 0.7R

$$V_1^2 = V_A^2 + \left(2\pi \frac{n}{60} 0.7R \right)^2$$

- $\sigma = \frac{P_1 - P_v}{q}$; donde P_1 es la presión en 0.7R y P_v es la presión de vapor

$$P_1 = P_{act} + P_{columna \text{ de agua}}$$

$$P_{act} = \frac{T}{F_p} \text{ (la presión actuando en la hélice debida al empuje)}$$

2. Empuje medio en la hélice $\tau = \frac{T}{F_p q}$, este número se verifica en el gráfico 7.3.1, verificando que no haya cavitación en el dorso de la hélice. goril

Los valores utilizados y los resultados de ambas verificaciones se pueden observar en la tabla 7.3.2

Datos verificación de cavitación	
F	22.44 m ²
Fp	11.92 m ²
V1	32.21 m/s
Presión actuante	59942.36 Pa
Inmersión hélice	5.28 m
Presión de columna	50276.25 Pa
Presión 1	151601.25 Pa
Presión atmosférica	101325 Pa
Presión de vapor	4000 Pa
Q	531828 kg.m
Sigma	0.2775
Fp/q	0.0000224
t	0.1127
P/D	0.8

Tabla 7.3.2

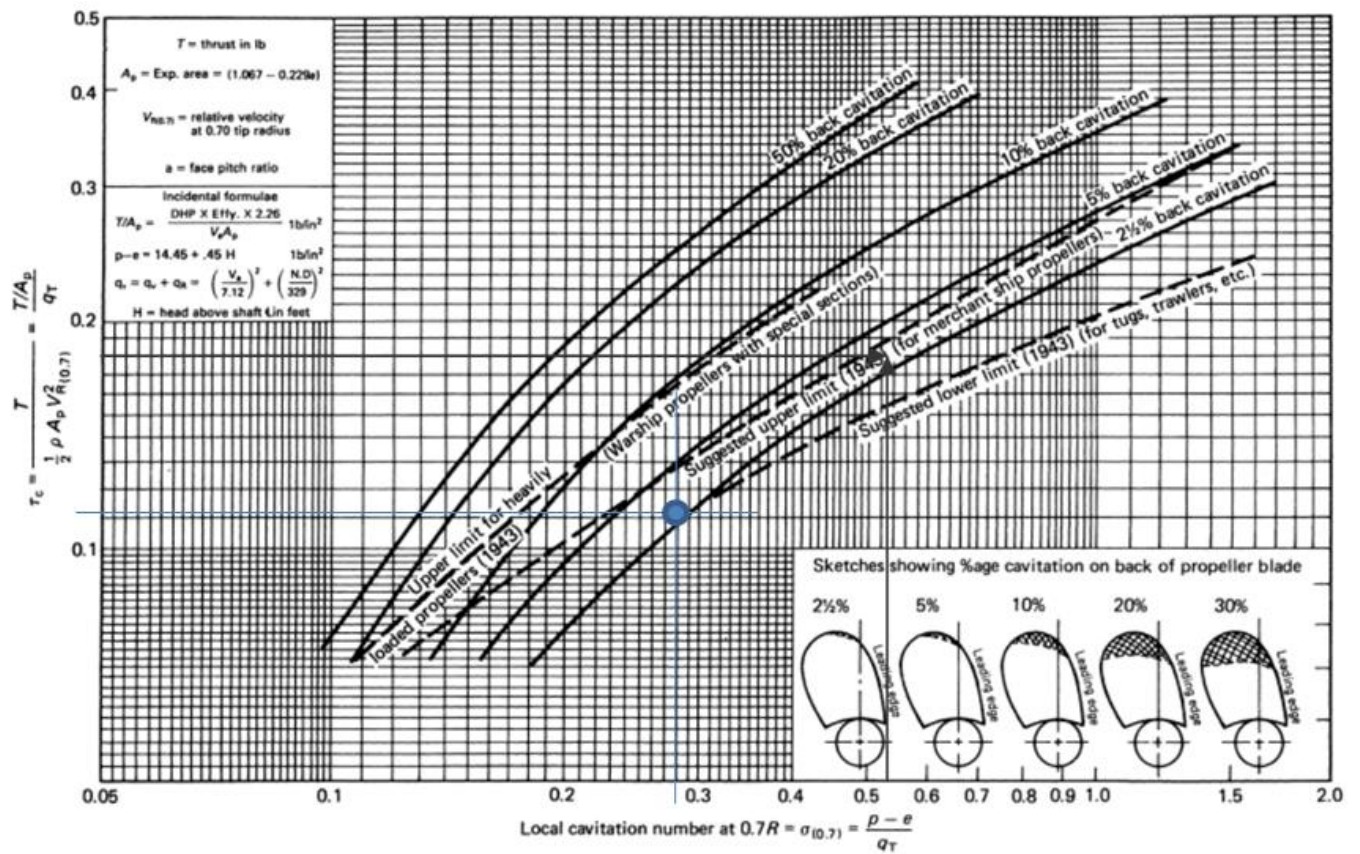
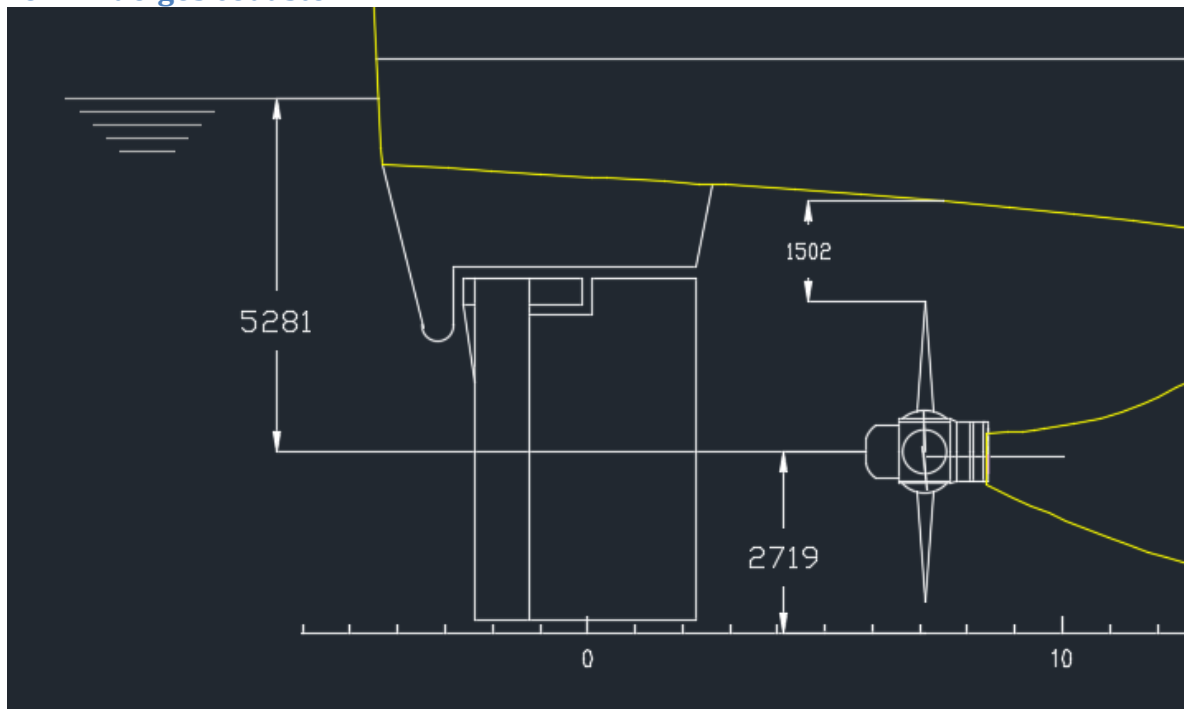


Figura 7.3.2 Diagrama de verificación de cavitación

10 Anexos

Anexo I – Huelgos codaste



Anexo II – Recomendaciones huelgos codaste

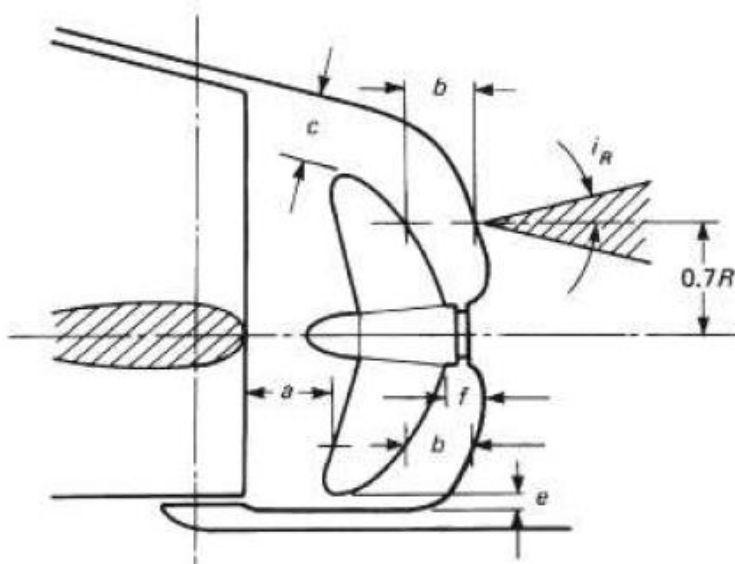


Figure 2.34 Propeller clearances; Det Norske Veritas recommendations for single-screw ships:

$a > 0.1D$	Horizontal to the rudder
$b > (0.35 - 0.02Z)D$	Horizontal to the propeller post
$0.27D$ for four-bladed propellers	
$c > (0.24 - 0.01Z)D$	Vertical to the counter
$0.20D$ for four-bladed propellers	
$e > 0.035D$	Vertical to the heel

Anexo III – Motor MAN 12V48/60CR

MAN V48/60CR

Tier II Tier III

Tier III with SCR

Bore: 480 mm, Stroke: 600 mm

Speed	r/min	514	500
mep	bar	25.8	26.5
		kW	kW
12V48/60CR		14,400	14,400
14V48/60CR		16,800	16,800
16V48/60CR		19,200	19,200
18V48/60CR		21,600	21,600

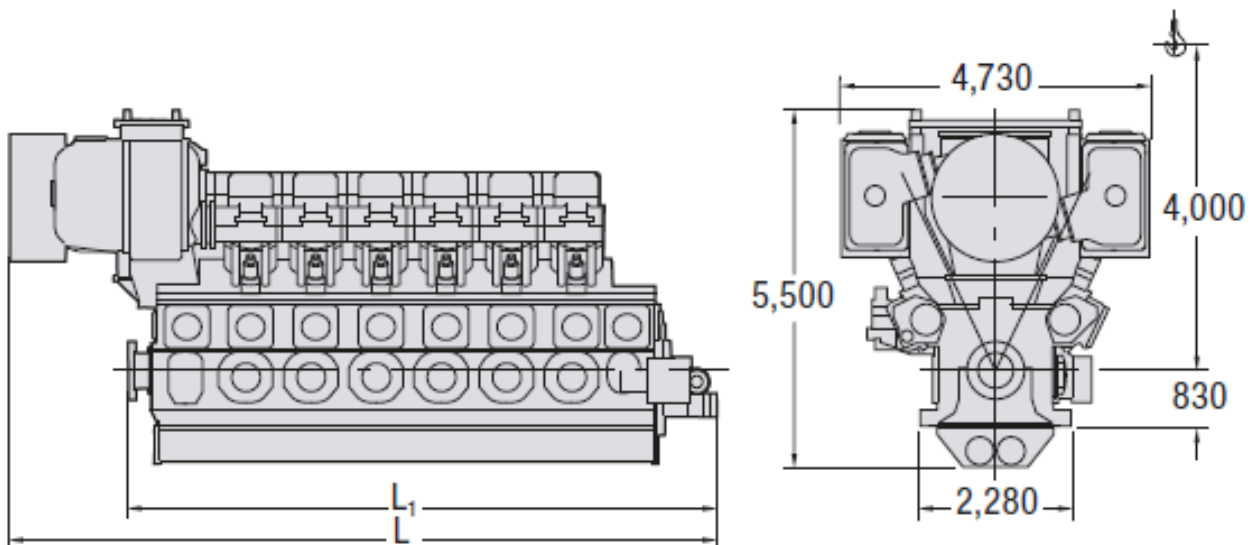
Specific Fuel Oil Consumption (SFOC) to ISO conditions

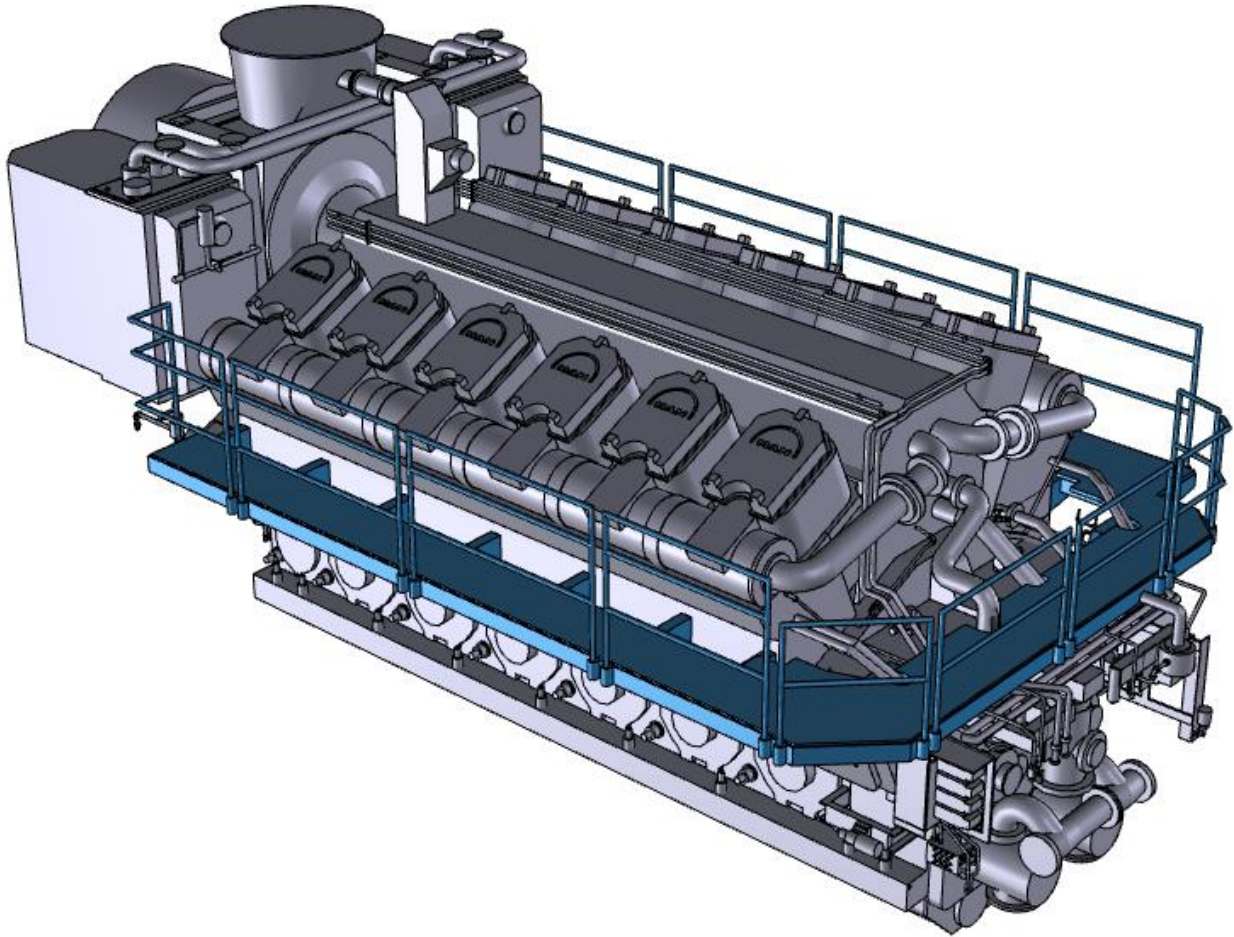
MCR	100%	85%
V48/60CR	181 g/kWh	173 g/kWh
Specific lube oil consumption 0.5 g/kWh		
Engine type specific reference charge air temperature before cylinder 37 °C		


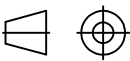

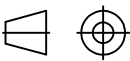

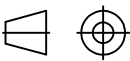
Dimensions

Cyl. No.		12	14	16	18
L	mm	10,790	11,790	13,140	14,140
L ₁	mm	9,088	10,088	11,088	12,088
Dry mass	t	189	213	240	265

Minimum centreline distance for twin engine installation: 4,800 mm





	1	2	3	4																																													
A																																																	
B																																																	
C	<div>PARTE 3</div> <div>ESTRUCTURAS</div>																																																
D																																																	
E	<table><tr><td colspan="2"></td><td>VERIFICADO</td><td>APROBADO</td><td rowspan="4"> Instituto Tecnológico de Buenos Aires</td></tr><tr><td colspan="2">NOMBRE: PAUL MAC CARTHY</td><td></td><td></td></tr><tr><td colspan="2">LEGAJO: 53360</td><td></td><td></td></tr><tr><td colspan="2">FECHA:</td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td>NÚMERO PLANO</td><td>REV</td><td>HOJA N°</td><td>N° HOJAS</td><td rowspan="3">PSC ENDURANCE</td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>ESCALA:</td><td>ARCHIVO:</td><td>FORMATO: A4</td><td colspan="2"></td></tr></table>						VERIFICADO	APROBADO	 Instituto Tecnológico de Buenos Aires	NOMBRE: PAUL MAC CARTHY				LEGAJO: 53360				FECHA:					NÚMERO PLANO	REV	HOJA N°	N° HOJAS	PSC ENDURANCE						ESCALA:	ARCHIVO:	FORMATO: A4														
		VERIFICADO	APROBADO	 Instituto Tecnológico de Buenos Aires																																													
NOMBRE: PAUL MAC CARTHY																																																	
LEGAJO: 53360																																																	
FECHA:																																																	
	NÚMERO PLANO	REV	HOJA N°	N° HOJAS	PSC ENDURANCE																																												
ESCALA:	ARCHIVO:	FORMATO: A4																																															
F	<table><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td rowspan="6">PROYECTO DE BUQUES</td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td>REV.</td><td>DESCRIPCIÓN</td><td>FECHA</td><td>DIBUJ.</td><td>VERIF.</td><td></td></tr><tr><td colspan="6">MODIFICACIONES</td><td></td></tr></table>									PROYECTO DE BUQUES																											REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	DIBUJ.	VERIF.		MODIFICACIONES						
					PROYECTO DE BUQUES																																												
	REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	DIBUJ.	VERIF.																																												
MODIFICACIONES																																																	

	1	2	3	4																																								
A																																												
B	PARTE 3A																																											
C	SECCIÓN MAESTRA																																											
	BUQUE PORTACONTENEDORES 950TEU																																											
D	<div>APROBADO NFI 20/05/2019</div>																																											
E	<table><tr><td colspan="2"></td><td>VERIFICADO</td><td colspan="2">APROBADO</td></tr><tr><td colspan="2">NOMBRE: PAUL MAC CARTHY</td><td></td><td colspan="2">NFI 20/05/2019</td></tr><tr><td colspan="2">LEGAJO: 53360</td><td></td><td colspan="2"></td></tr><tr><td colspan="2">FECHA: 10/05/2019</td><td></td><td colspan="2"></td></tr><tr><td>NÚMERO PLANO</td><td>REV</td><td>HOJA N°</td><td colspan="2">N° HOJAS</td></tr><tr><td>PMC-PB-100-007</td><td>C</td><td>0</td><td colspan="2">20</td></tr><tr><td>ESCALA:</td><td>ARCHIVO:</td><td>FORMATO:</td><td colspan="2"></td></tr><tr><td></td><td></td><td>A4</td><td colspan="2"></td></tr></table>				VERIFICADO	APROBADO		NOMBRE: PAUL MAC CARTHY			NFI 20/05/2019		LEGAJO: 53360					FECHA: 10/05/2019					NÚMERO PLANO	REV	HOJA N°	N° HOJAS		PMC-PB-100-007	C	0	20		ESCALA:	ARCHIVO:	FORMATO:					A4			<div> Instituto Tecnológico de Buenos Aires</div>	
		VERIFICADO	APROBADO																																									
NOMBRE: PAUL MAC CARTHY			NFI 20/05/2019																																									
LEGAJO: 53360																																												
FECHA: 10/05/2019																																												
NÚMERO PLANO	REV	HOJA N°	N° HOJAS																																									
PMC-PB-100-007	C	0	20																																									
ESCALA:	ARCHIVO:	FORMATO:																																										
		A4																																										
			PSC ENDURANCE																																									
F	<table><tr><td>A</td><td>REVISION INICIAL</td><td>22/06 2017</td><td>PMC</td><td>NFI</td></tr><tr><td>B</td><td>CORRECCIONES SEGUN NFI</td><td>24/04 2019</td><td>PMC</td><td>NFI</td></tr><tr><td>C</td><td>CORRECCIONES SEGUN NFI</td><td>10/05 2019</td><td>PMC</td><td>NFI</td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>REV.</td><td>DESCRIPCIÓN</td><td>FECHA</td><td>DIBUJ.</td><td>VERIF.</td></tr><tr><td colspan="5">MODIFICACIONES</td></tr></table>		A	REVISION INICIAL	22/06 2017	PMC	NFI	B	CORRECCIONES SEGUN NFI	24/04 2019	PMC	NFI	C	CORRECCIONES SEGUN NFI	10/05 2019	PMC	NFI											REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	DIBUJ.	VERIF.	MODIFICACIONES					SECCIÓN MAESTRA						
A	REVISION INICIAL	22/06 2017	PMC	NFI																																								
B	CORRECCIONES SEGUN NFI	24/04 2019	PMC	NFI																																								
C	CORRECCIONES SEGUN NFI	10/05 2019	PMC	NFI																																								
REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	DIBUJ.	VERIF.																																								
MODIFICACIONES																																												

CONTENIDO

1	Introducción.....	2
2	Curvas del buque.....	2
3	Definiciones.....	3
4	Solicitaciones.....	4
4.1	Solicitaciones en aguas tranquilas	4
4.2	Solicitaciones en la Ola.....	4
4.2.2	Esfuerzo de corte en la ola.....	5
5	Cálculo de la Viga Buque.....	7
5.1	Módulo de Sección	7
5.2	Momento de Inercia	7
6	Dimensionamiento de la sección media	8
6.1	Planchas del Forro	8
6.1.1	Planchas del costado	8
6.1.2	Planchas del Fondo.....	9
6.1.3	Plancha de la Quilla.....	9
6.1.4	Planchas Cubierta Resistente	9
6.1.5	Planchas del Cielo del Doble Fondo	12
6.2	Estructura del Doble Fondo	12
6.2.1	Quilla.....	12
6.2.2	Varengas.....	12
6.2.3	Longitudinales del Fondo.....	12
6.2.4	Longitudinales del Cielo del Doble Fondo.....	13
6.2.5	Vagras.....	13
6.3	Palmejares.....	13
6.4	Bulárcamas	14
7	Longitudinales.....	15
7.1	Longitudinales de costado.....	15
7.2	Brazola.....	15
7.3	Longitudinales de la cubierta principal y palmejares	16
8	Elementos normalizados	16
9	Cálculo del Módulo de Sección del Buque	17
9.1	Resultados.....	17
10	Anexos.....	18
	Anexo I - Tabla para el cálculo de Planchas de Cubiertas (Tabla 1)	18
	Anexo II – Tabla para el cálculo de Planchas de Cubiertas (Tabla 2).....	18
	Anexo III – Tipos de cuadernas.....	19
	Anexo IV - Planchas Sabimet.....	19
	Anexo V – Tablas para el dimensionamiento de Baos.....	20
	Anexo VI – Tablas longitudinales ABS.....	20
	Anexo VII – Elementos estructurales longitudinales.....	21
	Anexo VIII – Solicitación en el Buque.....	22

1 Introducción

En este cuaderno se realiza el cálculo y dimensionamiento de la sección maestra. Con los pesos estimados y distribuidos en la eslora del buque y la curva de empuje sobre el buque se pueden calcular las distintas solicitaciones que actúan sobre la viga buque. También se realiza el cálculo de solicitaciones en la ola y aguas tranquilas siguiendo el lineamiento del *American Bureau of Shipping* (ABS)

Para este cuaderno se utiliza el módulo LOAD del software FORAN. Los pesos estimados se cargan en el software y se obtienen todas las curvas del buque, así como las solicitaciones.

PSC ENDURANCE		
LOA	150	m
Lpp	140	m
L	142,4	m
B	23	m
Calado de Escantillonado	9,55	m
Calado Diseño	8	m
D (puntal)	12	m

2 Curvas del buque

En esta sección se realizan las diferentes curvas del buque que resultan de analizar los pesos y los empujes sobre el mismo (Todas son para la condición de aguas tranquilas).

- Curva de empuje: Esta curva representa la fuerza ejercida sobre el buque por el desplazamiento del agua
- Curva de pesos: esta curva es la que se obtiene distribuyendo todos los pesos en el buque
- Curva de cargas: esta curva es el resultado de la resta de la curva de pesos menos la de empujes

$$Carga = Pesos - Empujes$$

- Curva de corte: esta curva representa los esfuerzos cortantes a lo largo del buque. Esta es la integración directa de la curva de cargas.
- Curva de Momentos: esta curva representa los momentos flexores a lo largo del buque. Esta es la integración directa de la curva de corte.

3 Definiciones

A continuación, se definen las dimensiones necesarias para el cálculo, estas están dadas por el ABS Parte 3 capítulo 1 sección 1.

- Calado de francobordo de verano: 9,54 m
- Eslora de escantillonado: 142,12 m – es la eslora en el calado de escantillonado, entre la perpendicular de popa y la roda.
- Eslora de francobordo: 142,7 m – es la eslora al 85% del puntal, entre la perpendicular de popa y la roda
- Calado de diseño: 8 m
- Calado de escantillonado: 9,55 m
- Manga: 23 m - la manga en el calado de escantillonado
- Coeficiente de block: este se obtiene de la siguiente ecuación:

$$C_b = \frac{\Delta}{0,25 L B d}$$

Dónde:

$\Delta = 20897 \text{ tn}$ (desplazamiento para el calado de escantillonado)

$d = 9,55 \text{ m}$ (calado de escantillonado)

$B = 23 \text{ m}$

$L = 142,12 \text{ m}$

Entonces:

$$C_b = 0,657$$

4 Solicitaciones

4.1 Solicitaciones en aguas tranquilas

Utilizando el módulo LOAD del software FORAN se extrajeron las solicitaciones máximas en el buque en la condición de aguas tranquilas (Ver Anexo VIII).

Solicitaciones en el Buque		
Solicitaciones Máximas		Cuaderna
Momento	4426070 kN-m	108
Corte Positivo	123857 kN	47
Corte Negativo	-117355 kN	167,4

4.2 Solicitaciones en la Ola

Una vez calculadas las solicitaciones en aguas tranquilas se procede a calcular las solicitaciones en la ola. Ambas solicitaciones serán luego sumadas para obtener las solicitaciones finales (se sumará el momento en aguas tranquilas con el momento en la ola, y de misma manera para el corte). Para esto se utiliza el ABS, que describe cómo proceder con el cálculo.

A continuación, se detalla el proceso de cálculo para el buque.

4.2.1.1 Momento en la ola

En la sección 3.5.1 del ABS presenta como calcular los momentos de arrufo y quebranto en la ola, en la sección media del buque.

$$M_{wa} = -K_1 * C_1 * L^2 * B * (C_b + 0.7) * 10^{-3} [kN - m] - (Arrufo)$$

$$M_{wq} = K_2 * C_1 * L^2 * B * (C_b) * 10^{-3} [kN - m] - (Quebranto)$$

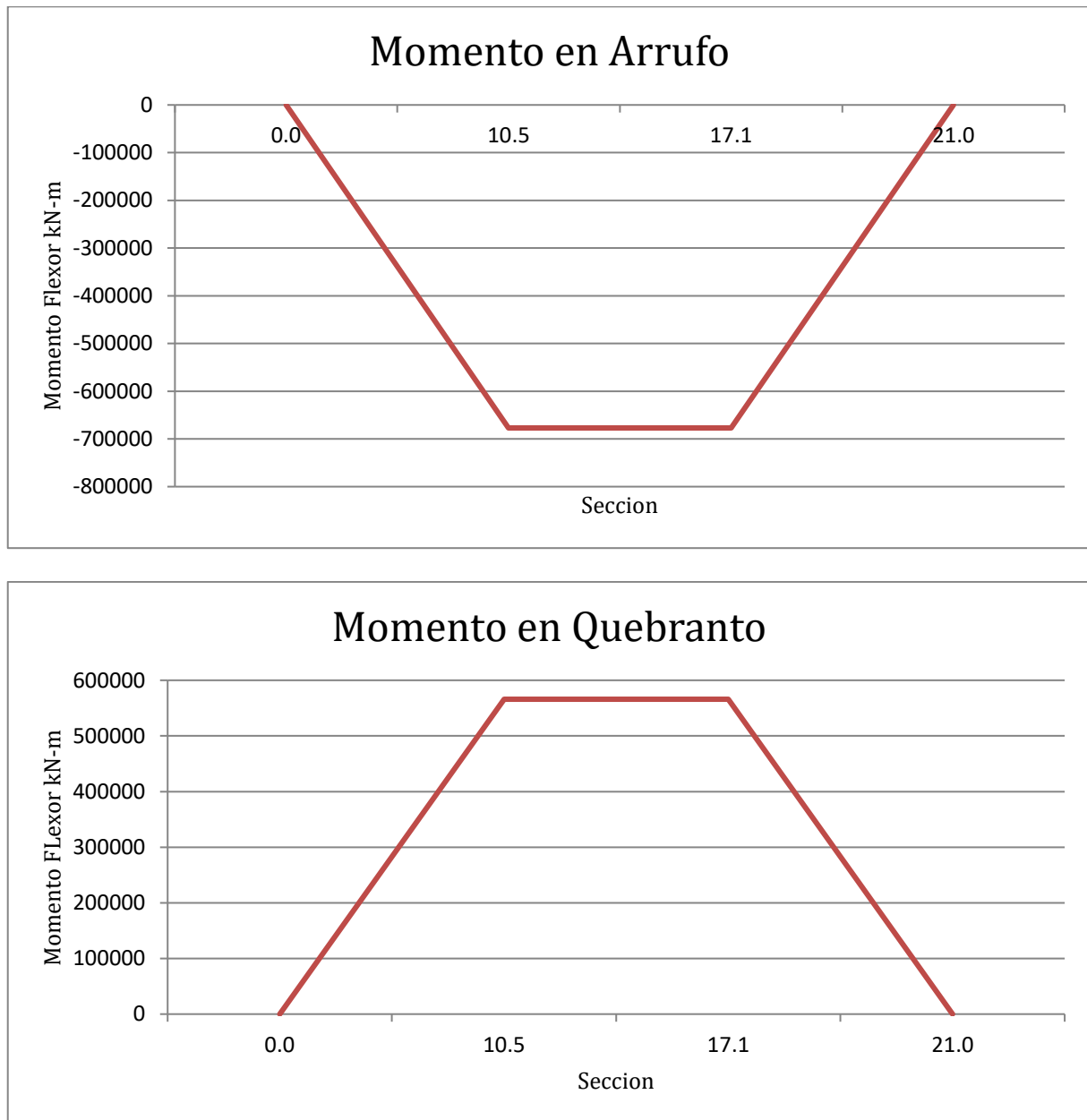
- K_1 y K_2 constantes propias del método.
- C_1 para esloras entre 90 y 300, se calcula de la siguiente manera:

$$C_1 = 10,75 - \left(\frac{300 - L}{100} \right)^{1.5}$$

Los valores de las constantes y de los momentos se pueden apreciar en la tabla a continuación:

Momento en la ola	
K_1	110
K_2	190
C_1	8,766
Momento en Quebranto	565 942,2 kN-m
Momento en Arrufo	-676 963,2 kN-m

El ABS también propone una distribución del momento en la eslora del buque, estos se exponen a continuación.



4.2.2 Esfuerzo de corte en la ola

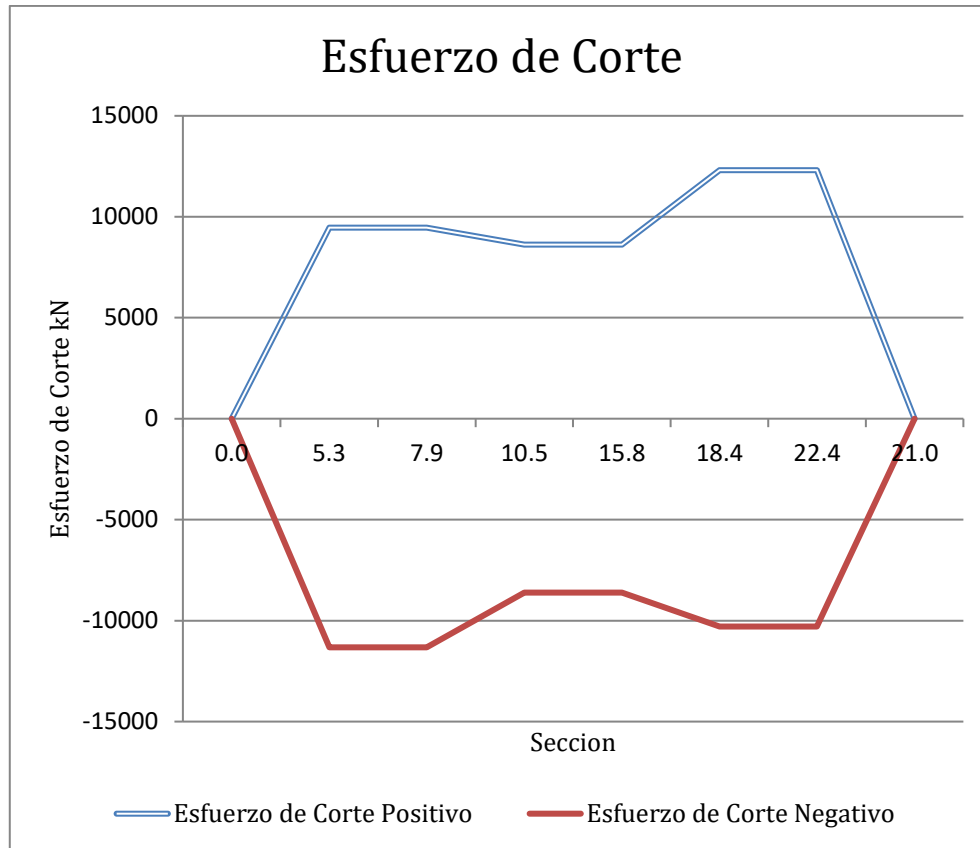
Similarmente, en la sección 3.5.3 el ABS propone una fórmula para calcular el esfuerzo de corte máximo en la ola.

$$F_{wn} = -K * F_2 * C_1 * L * B * (C_b + 0.7) * 10^{-2} [KN]$$

$$F_{wp} = K * F_1 * C_1 * L * B * (C_b + 0.7) * 10^{-2} [KN]$$

- K es una constante del método.
- C_1 es el mismo coeficiente utilizado para el momento en la ola.
- F_1 y F_2 son factores de distribución propios del método.

Esfuerzo de Corte	
K	30
C_1	8,766
Esfuerzo de Corte Positivo	12 308,4 kN
Esfuerzo de Corte Negativo	10 289,9 kN



Momentos y Esfuerzos en la Viga Buque	
Aguas Tranquilas	
Corte Máximo Positivo	12385,7 kN
Corte Máximo Negativo	-11735,5 kN
Momento Máximo	442607,0 kN-m
Olas	
Momento máximo en Quebranto	565942,2 kN-m
Momento máximo en Arrufo	-676963,2 kN-m
Corte máximo positivo	12308,4 kN
Corte máximo negativo	-10289,9 kN
Valores Máximos	
Momento (Quebranto)	1008549,2 kN-m
Corte Positivo	24694,1 kN
Corte Negativo	-22025,4 kN

5 Cálculo de la Viga Buque

En esta primera parte se calculará el módulo de Sección de la viga buque. También se establecerán los esfuerzos permisibles y el momento de inercia. Todos estos cálculos se realizarán siguiendo el lineamiento del ABS.

5.1 Módulo de Sección

El módulo resistente mínimo de la sección maestra exigido por el ABS viene dado por la siguiente expresión:

$$SM_{min} = C_1 C_2 L^2 B (CB + 0,7)$$

Donde:

$$\begin{aligned} C_1 &= 8,766 \\ C_2 &= 0,01 \\ B &= 23 \text{ m} \\ L &= 142,12 \text{ m} \\ C_b &= 0,657 \end{aligned}$$

Obteniendo:

$$SM_{min} = 55\,261,1 \text{ cm}^2\text{m}$$

Luego se calcula el modulo de seccion de diseño (*Seccion 3-2-1/3.7 – ABS*). Este módulo de sección se calcula para la parte media del buque (0.4L):

$$SM = \frac{M_t}{f_p} = 56\,356,1 \text{ cm}^2\text{m}$$

Dónde:

$$M_t = 1\,008\,549,2 \text{ kNm}$$

$$f_p = 17,95 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2} \text{ esfuerzo nominal permisible debido al momento flector}$$

De ambas formulas seleccionamos el SM mayor, por lo que adoptamos el segundo valor:

$$SM = 56\,356,1 \text{ cm}^2\text{m}$$

5.2 Momento de Inercia

El momento de inercia para la parte media del buque (0.4L) deberá ser superior al calculado por la siguiente fórmula:

$$I = L * \frac{SM}{33,3} = 236\,932,44 \text{ cm}^2\text{m}^2$$

Dónde:

$$L = \text{eslora de escantillonado del buque}$$

$$SM = \text{módulo de sección previamente calculado}$$

6 Dimensionamiento de la sección media

Para comenzar con el dimensionamiento lo primero que se hace es obtener, del plano de líneas, la sección transversal adonde ocurre el mayor momento flexor, que suele estar cercano a la sección media. Del plano de líneas se obtiene la sección transversal de la cuaderna 109 y 108, justo a popa de la sección media, adonde se encuentra el mayor esfuerzo flexor. Con los datos del puntal se coloca la cubierta expuesta. A su vez también se colocan los entrepuentes, las guías de contenedores y las planchas de las bodegas de carga. Esto proporciona la estructura principal, donde luego se irán colocando los restantes elementos estructurales (baos, longitudinales, esloras etc.).

Algunas consideraciones para tener en cuenta:

- La sección por dimensionar se encuentra en la zona de bodegas.
- El buque tiene doble fondo.
- La estructura del fondo es longitudinal.
- La estructura del costado es longitudinal.

Lo que se presenta a continuación es el cálculo de los módulos de sección de los elementos estructurales. Estos cálculos, también acompañados por la disposición de los elementos estructurales son calculados con las fórmulas propuestas por el ABS.

Cabe aclarar que no todos los refuerzos contribuirán a la resistencia longitudinal. Estos serán luego expuestos en el cálculo del módulo de sección de la sección media.

El portacontenedor presenta grandes aberturas en las cubiertas (bodegas) es por eso por lo que se presta atención especial a la caja de torsión del buque, así como también el dimensionamiento de las brazolas.

6.1 Planchas del Forro

Los espesores de la plancha del forro serán dimensionados según el ABS y los espesores adoptados dependerán del proveedor de planchas. Para este proyecto se utilizaron planchas de la empresa Sabimet (Detalladas en el *Anexo IV*). Las chapas tanto en el forro como en las cubiertas se disponen de manera longitudinal. A continuación, se detalla el cálculo de todas las planchas necesarias.

6.1.1 Planchas del costado

Sección 3-2-2/3.9 - ABS

El espesor en la sección media se define de la siguiente manera para buques con esloras menores a 305m:

$$t = \left(\frac{s}{645} \right) \sqrt{(L_{esc} - 15,2) \left(\frac{d}{D} \right)} + 2,5mm = 10,95 mm$$

Dónde:

$$\begin{aligned} s &= 592 mm \text{ (Clara de cuadernas)} \\ d &= 9,54 m \text{ (calado de verano)} \\ D &= 12 m \text{ (Puntal)} \\ L_{esc} &= 142,12 m \text{ (Eslora de escantillonado)} \end{aligned}$$

- Espesor Normalizado: 13 mm

6.1.1.1 Traca de Cinta

Sección 3-2-2/3.11 - ABS

La traca de cinta debe tener un ancho mínimo, obtenido por la siguiente ecuación:

$$b = 5L_{esc} + 800mm = 1511 mm$$

El espesor de esta plancha no debe ser menor que el de las planchas adyacentes.

- Espesor Normalizado: 13 mm

6.1.2 Planchas del Fondo

Sección 3-2-2/3.13 - ABS

El espesor para las planchas del fondo del buque en la sección media se calcula de la siguiente manera para buques con esloras menores a 183m:

$$t = \left(\frac{s}{519}\right) \sqrt{(L_{esc} - 19,8) \left(\frac{d}{D}\right)} + 2,5m = 10,52 mm$$

- Espesor Normalizado: 13 mm

6.1.3 Plancha de la Quilla

Sección 3-2-2/3.15 - ABS

Para la plancha ubicada y centrada debajo de la quilla se utilizará el siguiente espesor

$$t = 1,5mm + t_{plancha\ del\ fondo} = 12 mm$$

- Espesor Normalizado: 13 mm

6.1.4 Planchas Cubierta Resistente

Sección 3-2-2/5.1 - ABS

El espesor de esta cubierta será calculado con las ecuaciones presentadas en las tablas del Anexo I y II. Como se está trabajando con una construcción longitudinal en la cubierta resistente se utilizó la ecuación 2b del Anexo II, para cubiertas resistentes:

$$t = \frac{S_b(L + 48,76)}{26L + 8681} = 8,97 mm$$

Donde $S_b = 575 mm$ (Espaciamiento entre longitudinales en la cubierta)

Sección 5C-5-4/15.1 - ABS

En esta parte del ABS se detallan requisitos específicos para buques contenedores con esloras superiores a 130m. En este apartado se establecen requerimientos adicionales para el espesor de la cubierta principal. En este caso se calculan 3 espesor distintos, siendo el mayor el espesor mínimo requerido.

$$t_1 = 0,73 s \sqrt{\frac{k_1 p}{f_1}}$$

$$t_2 = 0,73 s \sqrt{\frac{k_2 p}{f_2}}$$

$$t_1 = c s \sqrt{\frac{S_m f_y}{E}}$$

Donde:

$$s = 575 \text{ mm (espaciamiento entre longitudinales de cubierta)}$$

$$k_1 = 0,342$$

$$k_2 = 0,500$$

$$p = 2,06 \text{ N/cm}^2 \text{ (presión nominal sobre la cubierta)}$$

$$f_1 = 0,15 S_m f_y = 4562,7$$

$$f_2 = 0,80 S_m f_y = 24334,4$$

$$c = 0,5(0,6 + 0,0015 L_{esc}) = 0,407$$

$$S_m = 0,908 \text{ (factor de reducción acero grado H36)}$$

$$f_y = 33500 \text{ N/cm}^2 \text{ (resistencia elástica del acero H36)}$$

$$E = 2 \times 10^7 \text{ N/cm}^2 \text{ (módulo elástico del acero H36)}$$

Entonces obtenemos tres espesores:

$$t_1 = 5,22 \text{ mm}$$

$$t_2 = 2,73 \text{ mm}$$

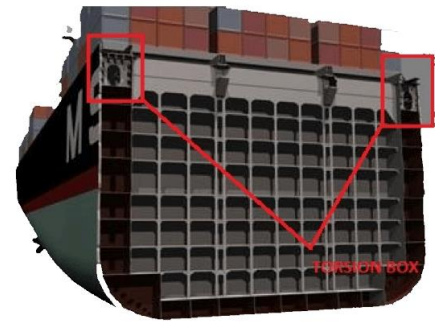
$$t_3 = 8,98 \text{ mm}$$

Considerando los espesores mínimos de la Parte 3 y la Parte 5C (específico para buque portacontenedores) del ABS determinamos que el espesor mínimo, utilizando un acero grado H36, es de 8,98 mm. Seleccionamos entonces un espesor normalizado:

- Espesor Normalizado: 10 mm

Caja de Torsión

Debido al tipo de carga y su estiba las aberturas para las bodegas ocupan casi la totalidad de la manga, dejando grandes aberturas en las cubiertas. Debido a estas grandes aberturas se debe asegurar una resistencia estructural especialmente frente a la torsión de la viga buque. Es por esto por lo que se introduce la caja de torsión. Esta caja rigidiza la estructura, especialmente las aberturas de la cubierta principal. Esta caja corre longitudinal (ver imagen) y transversalmente (entre bodegas).



Siendo la caja de torsión un elemento importante para la resistencia estructural del buque se utiliza acero grado H36 en su totalidad.

En la parte 5C1 del ABS, se estipulan algunos requisitos estructurales particulares para buques portacontenedores con esloras mayores a 130m. En esloras mayores a 130m y debido a las grandes aberturas hay que tener mayores consideraciones de diseño teniendo en cuenta los momentos de torsión además de los flexores y esfuerzos de corte.

Dentro de esta parte, se define la manga mínima de la caja de torsión.

$$B_{CT} = 0,009 L_0$$

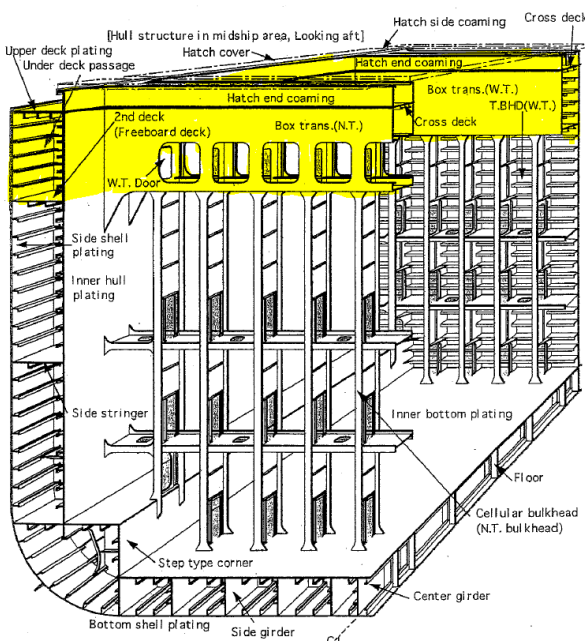
Donde:

L_0 es la suma de la eslora de todas las aberturas en cubierta (escotillas).

$$L_0 = 96,2 \text{ m}$$

$$B_{CT} = 0,87 \text{ m}$$

Siendo el ancho de la caja de torsión 2,7 m se cumple entonces con el ancho mínimo.



Diseñando las estructuras restantes del buque (en este cuaderno solo se calculan las estructuras que aportan a la resistencia estructural en la sección maestra) habrá que calcular los esfuerzos de torsión y terminar de definir la caja de torsión incluyendo los elementos transversales. En la figura de abajo se puede ver una estructura típica y se resalta la caja de torsión.

6.1.5 Planchas del Cielo del Doble Fondo

Sección 3-2-4/9.1 - ABS

El espesor de las planchas del cielo del doble fondo se calcula de la siguiente manera:

$$t = 0,037 * L + 0,009s - c = 9,1 \text{ mm}$$

Dónde:

$$s = 592 \text{ (clara entre cuadernas)}$$

$$c = 1,5 \text{ (Construcción longitudinal en el fondo)}$$

- Espesor Normalizado: 10 mm

6.2 Estructura del Doble Fondo

La construcción del doble fondo es Longitudinal, por lo que estará compuesta por una quilla tipo cajón, con varengas cerradas, vagras, y longitudinales en el fondo y en el cielo del doble fondo. El ABS determina la altura mínima que debe tener el doble fondo con la siguiente formula:

$$d_{DBmin} = 32 * B + 190\sqrt{D} = 1395 \text{ mm}$$

Para la altura del doble fondo se adopta $d_{DB} = 1800 \text{ mm}$. Esta altura permite mayor accesibilidad dentro de la estructura del doble fondo (inspecciones, arreglos, etc....) además de proveer un volumen adecuado para los tanques del doble fondo.

6.2.1 Quilla

La quilla tipo cajón estará compuesta por dos planchas separadas por 2000mm, cada una con el espesor que se calcula a continuación:

$$t = 0,056 * L + 5,5 \text{ mm} = 13,9 \text{ mm}$$

- Espesor Normalizado: 16 mm

6.2.2 Varengas

Debido a que la construcción de la estructura del doble fondo es longitudinal solo se dispondrán varengas llenas en cada anillo reforzado. Estas varengas serán planchas que irán del fondo al cielo del doble fondo y de banda a banda. Tendrán un espesor que se calcula a continuación:

$$t = 0,036 * L + 4,7 + c = 11,3 \text{ mm}$$

Donde $c = 1,5$ (Factor debido a la construcción longitudinal en el fondo)

- Espesor Normalizado: 13 mm

6.2.3 Longitudinales del Fondo

Sección 3-2-4/11 - ABS

En el fondo se dispondrán longitudinales espaciados a 1,025m intercalados con una vagra a cada lado de la quilla. El módulo de sección mínimo requerido para los longitudinales y su placa asociada es calculado de la siguiente manera:

$$SM = 7.8chsl^2 = 324,7$$

Dónde:

$$c = 0,715 \text{ (ya que cuenta con contretes)}$$

$$h = 9,54 \text{ m (distancia desde la quilla hasta la línea de carga)}$$

$$s = 1,025 \text{ (Espaciamiento entre longitudinales o 2,44 la mayor)}$$

$$l = 2,44 \text{ (Distancia entre soportes)}$$

6.2.4 Longitudinales del Cielo del Doble Fondo

Para los longitudinales del cielo del doble fondo se requiere que el módulo de sección sea al menos el 85% del módulo de sección de los longitudinales del Fondo.

$$SM = 306 \times 85\% = 276 \text{ cm}^3$$

6.2.5 Vagras

Sección 3-2-4/3.7 – ABS

Las vagras se disponen una a cada lado de la quilla, a 5,1m de la línea de crujía y a 4,1m de la plancha de la quilla tipo cajón. La siguiente vagra es la que coincide con la plancha interior de la bodega, también a 4,1m. Estas distancias cumplen con el máximo requerido por el ABS de 4,57m entre vagras. Estas tendrán el mismo espesor que las planchas calculadas para la quilla:

$$t = 0,056 * L + 5,5\text{mm} = 13,9\text{mm}$$

- Espesor Normalizado: 16 mm

6.3 Palmejares

Sección 3-2-6/5 – ABS

Con el mismo puntal que las cubiertas intermedias entre la línea base y la cubierta principal se colocaran palmejares. Estos recorrerán toda la zona de bodegas (continuación de cubiertas). Estos son dos y su módulo resistente se calcula con la siguiente formula.

$$SM = 4,74chsl^2$$

Dónde:

$$c = 1,5$$

h = distancia vertical desde el palmejar hasta la línea de carga o 2/3 del puntal (se toma 2/3)

s = suma de las medias distancias a cada lado del palmejar entre soportes transversales

l = distancia entre bularcamas

Palmejar Superior	SM [cm ³]	233.2
	c	1.5
	h	8.6
	s	0.68
	l [m]	2.368
Palmejar Inferior	SM [cm ³]	141.0
	c	1.5
	h	5.2
	s	0.68
	l [m]	2.368

El palmejar es una plancha de acero que va desde el costado del buque hasta el mamparo longitudinal interior, sabiendo el módulo mínimo y el ancho de la plancha se calcula el espesor, obteniendo un espesor mínimo de 4,43mm y un espesor normalizado de 6mm.

- Espesor Normalizado: 6 mm

6.4 Bulárcamas

Sección 3-2-6/3 – ABS

En esta parte se realiza el cálculo del módulo de sección para las bulárcamas (parte del anillo reforzado). Para obtener el módulo de sección se utiliza la siguiente ecuación:

$$SM = 4,74csl^2 \left(h + \frac{b * h_1}{45K} \right) cm^3$$

Dónde:

$$c = 1,5$$

$s =$ clara entre bulárcamas, en [m]

$l =$ Span, en [m], en seccion media, medido desde la linea del fondo interior, extendida hasta los costados del buque, hasta la cubierta sobre las bulárcamas.

$h =$ distancia vertical en [m], desde la mitad de l hasta la linea de carga. No sera menor que $0.5l$

$h_1 =$ distancia vertical, en [m], la suma de las alturas de todas las cubiertas intermedia.

$b =$ distancia, en [m], lado exterior de la bularcama hasta la primer linea de sportes de cubierta

$K = 1$ para construccion longitudinal de la cubierta

Bulárcama	clara de bulárcamas	2,368
	SM [cm3]	15193
	l [m]	12
	h [m]	6
	b[m]	1
	h1 [m]	12
	K	1

- Espesor Normalizado: 8 mm

7 Longitudinales

7.1 Longitudinales de costado

Sección 3-2-5/3 – ABS

Para obtener el módulo de sección del longitudinal se utiliza la siguiente ecuación:

$$SM = 4,74cs l^2 \text{ cm}^3$$

Dónde:

s = espaciamiento entre longitudinales de costado

c = 0,95

l = espacio entre soportes [m]

h = distancia desde el longitudinal hasta la cubierta principal, si el longitudinal esta debajo de 0,5D se toma el 0,75 de la distancia

Longitudinales de costado superior	SM [cm3]	76,9
	s [m]	0,68
	c	0,95
	h [m]	2,72
	l [m]	2,368
Longitudinales de costado medios	SM [cm3]	172,9
	s [m]	0,68
	c	0,95
	h [m]	6,12
	l [m]	2,368
Longitudinales de costado Inferiores	SM [cm3]	201,7
	s [m]	0,68
	c	0,95
	h [m]	7,14
	l [m]	2,368

El costado se dividió en 3 partes, siendo las divisiones los palmejares y el cielo del doble fondo. Para cada parte se toma el longitudinal inferior y en base a esa distancia se dimensionan los longitudinales de toda esa parte.

7.2 Brazola

Sección 3-2-15/5.1 - Sección 5C-5-4/17 –ABS

Para la brazola el ABS requiere una altura mínima de 600 mm, por lo que la altura ya establecida de 15784 mm cumple con el requisito (definida en base a la altura necesaria en la bodega). El espesor mínimo requerido es de 11 mm. Se colocan planchas de refuerzo a la brazola cada 2368 mm, es decir en cada anillo reforzado, cumpliendo con el espaciamiento máximo requerido de 3 m para los refuerzos de la brazola. Los refuerzos de la brazola tendrán un espesor de 8 mm, mismo espesor que las bulárcamas.

7.3 Longitudinales de la cubierta principal y palmejares

Para los longitudinales ubicados en debajo de los palmejares y de la cubierta principal se utilizó la siguiente formula.

$$SM = 7,8csl^2 \text{ cm}^3$$

Dónde:

s = espaciamiento entre longitudinales

$c = 0,54$

$l = 0,2B[m]$

h = distancia dada por el ABS (ver anexo VI)

Longitudinales de cubierta principal	SM [cm3]	110,2
	s [m]	0,54
	c	0,54
	h [m]	2,29
	l [m]	4,6

Para los palmejares se utilizan los mismos longitudinales correspondientes a los longitudinales del costado de la misma ubicación (definidas como partes en la sección de longitudinales del costado).

8 Elementos normalizados

A continuación, se realiza y resume la normalización de los elementos. Las planchas son del fabricante Sabimet mientras que el resto de los elementos se obtienen del catálogo de perfiles bulbo de “British Steel”.

Normalizado		
Elemento estructural	Descripción	Dimensiones [mm]
Longitudinales Fondo	Bulbo	340x13
Longitudinales Cielo Df	Bulbo	340x13
Longitudinales costado superior	Bulbo	220x9
Longitudinales costado medio	Bulbo	260x12
longitudinales costado inferior	Bulbo	280x12
Longitudinales cubierta principal	Bulbo	220x11
Longitudinales palmejar superior	Bulbo	220x11
Longitudinales palmejar inferior	Bulbo	220x11
Plancha cielo DF	Plancha	10
Plancha fondo	Plancha	13
Plancha costado	Plancha	13
Traca de cinta	Plancha	13
Plancha quilla	Plancha	13
Cubierta principal	Plancha	10
Bularcama	Plancha	8
Palmejar 1	Plancha	6
Palmejar 2	Plancha	6

9 Cálculo del Módulo de Sección del Buque

El primer paso es normalizar todos los elementos estructurales, esto se hace mediante perfiles estándares y planchas estándares. Esta normalización debe verificar los módulos de sección previamente calculados para cada refuerzo y las dimensiones (si están fueron calculadas en el ABS).

Una vez que ya se tiene todos los elementos estructurales normalizados se procede a calcular el módulo de Sección. Esto se hace mediante la tabla expuesta en el Anexo VII. Esta tabla refleja las dimensiones, ubicaciones, áreas y el resto propiedades estáticas de los elementos estructurales. Luego, mediante una suma adecuada se calculará el módulo de Sección, el momento de inercia y la posición real del eje neutro. Al principio del cálculo se tomará que el eje neutro esta sobre el plano base del buque (plano que contiene la línea base). A continuación, se mencionan los elementos estructurales que aportan a la resistencia longitudinal, los que serán analizados en la tabla:

- Longitudinales de la cubierta resistente
- Longitudinales del cielo del Doble Fondo
- Longitudinales del Doble Fondo
- Planchas del forro, fondo y cubiertas internas
- Esloras de cubierta resistente y entrepuentes

Si bien los cálculos realizados en la tabla son para cada elemento individual, los valores totales expuestos en el inferior toman en cuenta la cantidad de veces que el elemento esta repetido (La repetición del elemento se puede ver en el plano de la sección media y también se indica a la izquierda del tipo de refuerzo en la tabla del apéndice).

9.1 Resultados

En la tabla a continuación se exponen y comparan los resultados reales obtenidos con los requerimientos del ABS. También, a partir del módulo de sección calculado y el momento flector máximo se calculan las tensiones en la cubierta y en la quilla. Para el cálculo del momento de inercia basta con dividir el módulo de sección obtenido por la distancia desde el nuevo eje neutro hasta la fibra más alejada (las planchas de cubierta).

Resultados					
Reales			ABS		
Módulo de Sección	67 968,33	cm ² m	Módulo de Sección	56 356,07	cm ² m
Momento de Inercia	543 512,02	cm ² m ²	Momento de Inercia	236 932,44	cm ² m ²
Posición eje neutro (sobre línea base)	400	cm	Posición eje neutro	No hay requisito	
Tensiones en la cubierta	14,83	kN/cm ²	Tensiones en la cubierta (Permisibles)	17.5	kN/cm ²
Tensiones en la quilla	7,42	kN/cm ²	Tensiones en la quilla (Permisibles)	17.5	kN/cm ²

En esta tabla se puede observar que todos los valores cumplen los requisitos del ABS

10 Anexos

Anexo I - Tabla para el cálculo de Planchas de Cubiertas (Tabla 1)

TABLE 1
Applicable Thickness Equations (1997)

Decks	Minimum Thickness Equation in Table 2
A. Strength Deck Outside Line of Openings	
1. With Transverse Beams	1a and 1b ^(note 1)
2. With Longitudinal Beams	2a and 2b ^(note 1)
B. Exposed Strength Deck within Line of Openings	3 ^(note 2)
C. Enclosed Strength Deck within Line of Openings	5
D. Effective Lower Decks	
1. Second Deck:	
a. $D_S > 15.2$ m (50 ft)	1a
b. 15.2 m (50 ft) $\geq D_S \geq 12.8$ m (42 ft)	2a
c. $D_S < 12.8$ m (42 ft)	3
2. Third Deck:	
a. $D_S > 17.7$ m (58 ft)	1a
b. 17.7 m (58 ft) $\geq D_S \geq 13.4$ m (44 ft)	2a
c. 13.4 m (44 ft) $\geq D_S \geq 9.8$ m (32 ft)	3
d. $D_S < 9.8$ m (32 ft)	4
E. Exposed Forecastle Decks	
1. $L > 122$ m (400 ft)	2a
2. $L \leq 122$ m (400 ft)	3
F. Exposed Poop Decks	
1. $L > 100$ m (330 ft)	3
2. $L \leq 100$ m (330 ft)	5
G. Exposed Bridge Deck	4
H. Long Deckhouse Top	5
I. Platform Decks in Enclosed Cargo Spaces	6 ^(note 3)
J. Platform Decks in Enclosed Accommodation Spaces	7 ^(note 3)

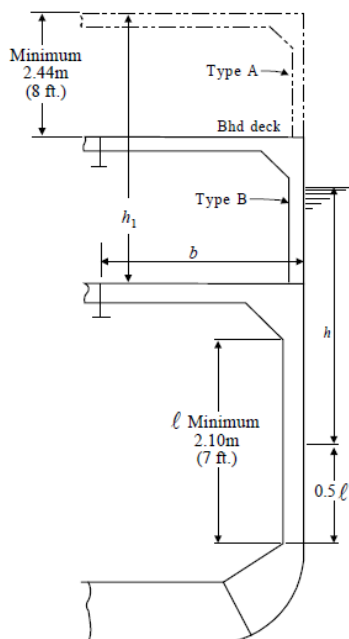
Anexo II – Tabla para el cálculo de Planchas de Cubiertas (Tabla 2)

TABLE 2
Minimum Thickness Equations (1977)

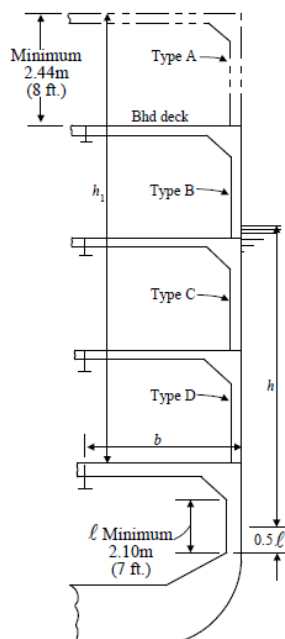
Equation Number	Equation
1a ^(notes 1,2)	$t = 0.01s_b + 2.3$ mm $t = 0.0066s_b + 4.9$ mm $t = 0.01s_b + 0.09$ in. $t = 0.0066s_b + 0.192$ in. for $s_b \leq 760$ mm for $s_b > 760$ mm for $s_b \leq 30$ in. for $s_b > 30$ in.
1b ^(notes 1,3)	$t = \frac{2s_b(L + 45.73)}{25L + 6082}$ mm $t = \frac{s_b(L + 150)}{25L + 19950}$ in.
2a ^(notes 1,2)	$t = 0.009s_b + 2.4$ mm $t = 0.006s_b + 4.7$ mm $t = 0.009s_b + 0.095$ in. $t = 0.006s_b + 0.185$ in. for $s_b \leq 760$ mm for $s_b > 760$ mm for $s_b \leq 30$ in. for $s_b > 30$ in.
2b ^(notes 1,3)	$t = \frac{2s_b(L + 48.76)}{26L + 8681}$ mm $t = \frac{24.38s_b}{1615.4 - 1.1L}$ mm $t = \frac{s_b(L + 160)}{26L + 38482}$ in. $t = \frac{80s_b}{5300 - 1.1L}$ in. for $L \leq 183$ m for $183 < L \leq 427$ m for $L \leq 600$ ft for $600 < L \leq 1400$ ft
3	$t = 0.01s_b + 0.9$ mm $t = 0.0067s_b + 3.4$ mm $t = 0.01s_b + 0.035$ in. $t = 0.0067s_b + 0.134$ in. for $s_b \leq 760$ mm for $s_b > 760$ mm for $s_b \leq 30$ in. for $s_b > 30$ in.
4	$t = 0.01s_b + 0.25$ mm $t = 0.0043s_b + 4.6$ mm $t = 0.01s_b + 0.01$ in. $t = 0.0043s_b + 0.181$ in. for $s_b \leq 760$ mm for $s_b > 760$ mm for $s_b \leq 30$ in. for $s_b > 30$ in.
5	$t = 0.009s_b + 0.8$ mm $t = 0.0039s_b + 4.3$ mm $t = 0.009s_b + 0.032$ in. $t = 0.0039s_b + 0.17$ in. for $s_b \leq 760$ mm for $s_b > 760$ mm for $s_b \leq 30$ in. for $s_b > 30$ in.
6	$t = Ks_b \sqrt{h} + a$ mm (in.) but not less than 5.0 mm (0.20 in.) $K = 0.00394$ (0.00218) $a = 1.5$ mm (0.06 in.) h = tween deck height in m (ft). When a design load is specified, h is to be taken as p/n where p is the specified design load in kN/m^2 (kgf/m^2 , lbf/ft^2) and n is defined as 7.05 (715, 45)
7	$t = 0.0058s_b + 1.0$ mm $t = 0.0058s_b + 0.04$ in. but not less than 4.5 mm (0.18 in.)

Anexo III – Tipos de cuadernas

**FIGURE 2
Hold Frames**



**FIGURE 3
Hold Frames**



Anexo IV - Planchas Sabimet

ACERO PARA CONSTRUCCION NAVAL

Calidad del Acero Norma ASTM A 131 / A 131M-82
Tolerancias Dimensionales Norma ASTM A 6-94 y EN 10163 / 2-91

Normas Americanas ASTM Composición química

Designación ASTM	Grade	C (Máx)	Mn	P (max)	S (max)	Si	Cu	Ni	Cr	Mo	V
A 131/ A 131M - 94	A	0.23	-	0.035	0.040	-	-	-	-	-	-

Normas Americanas ASTM Propiedades Mecánicas

Designación ASTM	Grado	Espesor (mm)	Límite elástico (N/mm)	Resist. a la tracción (Rm)	Alargamiento (Min)		Resiliencia (Min)	
			Min MPa.	MPa.	8"	2"	C°	J
A 131 / A 131 M - 94	A	-	235	400 - 490	21	24	-	-

Peso teórico por lámina en Kg.

ANCHO Y LARGO	ESPESOR						
	6	8	10	13	16	19	22
2.400 X 12.000	1.382,40	1.843,20	2.304,00	2.995,20	3.686,40	4.377,60	5.760,00
2.400 X 6.000	691,20	921,60	1.152,00	1.497,60	1.843,23	2.188,80	2.880,00

Anexo V – Tablas para el dimensionamiento de Baos

<i>Weather deck and decks covered only by houses:</i>	<i>Column</i>
Freeboard decks having no decks below	a
Freeboard decks having decks below	b
Forecastle decks (first above freeboard deck) See Note 1	c
Bridge decks (first above freeboard deck)	c
Short bridges, not over 0.1L (first above freeboard deck)	d
Poop decks (first above freeboard deck)	d
Long superstructures (first above freeboard deck) forward of midship half-length	b
Long superstructures (first above freeboard deck) abaft midship half-length forward and forward of midship $\frac{3}{5}$ length aft	c
Long superstructures (first above freeboard deck) abaft midship $\frac{3}{5}$ length	d
Superstructure decks (second above freeboard deck) See Note 2	d
Superstructure decks (third and higher above freeboard deck) which contain only accommodation spaces	f
<i>Lower decks and decks within superstructures:</i>	
Decks below freeboard decks	c
Freeboard decks	c
Superstructure decks	d
Accommodation decks	f
<i>Decks to which side shell plating does not extend, tops of houses, etc.:</i>	
First tier above freeboard deck	d
Second tier above freeboard deck See Note 3	e
Third and higher tiers above freeboard deck See Note 3	f

TABLE 1
Values of h for Beams

Meters							
<i>L</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>d</i>	<i>e</i>	<i>f</i>	<i>g</i>
90	2.56	2.26	1.51	1.20	1.05	0.90	0.46
100	2.76	2.29	1.69	1.30	1.15	0.91	0.46
110	2.90	2.29	1.90	1.44	1.15	0.91	0.46
120	2.90	2.29	1.98	1.64	1.27	0.91	0.46
122 and above	2.90	2.29	1.98	1.68	1.30	0.91	0.46

Feet							
<i>L</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>d</i>	<i>e</i>	<i>f</i>	<i>g</i>
300	8.50	7.50	5.00	4.00	3.50	3.00	1.50
325	9.00	7.50	5.50	4.25	3.75	3.00	1.50
350	9.50	7.50	6.00	4.50	3.75	3.00	1.50
375	9.50	7.50	6.50	5.00	4.00	3.00	1.50
400 and above	9.50	7.50	6.50	5.50	4.25	3.00	1.50

Anexo VI – Tablas longitudinales ABS

<i>Weather deck and decks covered only by houses:</i>	<i>Column</i>
Freeboard decks having no decks below	a
Freeboard decks having decks below	b
Forecastle decks (first above freeboard deck) See Note 1	c
Bridge decks (first above freeboard deck)	c
Short bridges, not over 0.1L (first above freeboard deck)	d
Poop decks (first above freeboard deck)	d
Long superstructures (first above freeboard deck) forward of midship half-length	b
Long superstructures (first above freeboard deck) abaft midship half-length forward and forward of midship $\frac{3}{5}$ length aft	c
Long superstructures (first above freeboard deck) abaft midship $\frac{3}{5}$ length	d
Superstructure decks (second above freeboard deck) See Note 2	d
Superstructure decks (third and higher above freeboard deck) which contain only accommodation spaces	f
<i>Lower decks and decks within superstructures:</i>	
Decks below freeboard decks	c
Freeboard decks	c
Superstructure decks	d
Accommodation decks	f
<i>Decks to which side shell plating does not extend, tops of houses, etc.:</i>	
First tier above freeboard deck	d
Second tier above freeboard deck See Note 3	e
Third and higher tiers above freeboard deck See Note 3	f


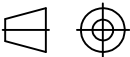

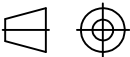

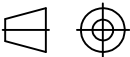
Meters							
<i>L</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>d</i>	<i>e</i>	<i>f</i>	<i>g</i>
90	2.56	2.26	1.51	1.20	1.05	0.90	0.46
100	2.76	2.29	1.69	1.30	1.15	0.91	0.46
110	2.90	2.29	1.90	1.44	1.15	0.91	0.46
120	2.90	2.29	1.98	1.64	1.27	0.91	0.46
122 and above	2.90	2.29	1.98	1.68	1.30	0.91	0.46

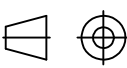
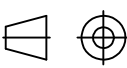
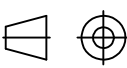
Anexo VII – Elementos estructurales longitudinales


ELEMENTOS ESTRUCTURALES POR ENCIMA DEL EJE NEUTRO								
ELEMENTO	DIMENSIONES			AREA	DIST. AL EJE NEUTRO	MOMENTO ESTATICO	MOMENTO DE INERCIA (steiner)	MOMENTOS DE INERCIA PROPIOS
	a	b	Espe sor					
	cm	cm	cm	cm2	cm	cm3	cm4	cm4
PLANCHAS								
Quilla	240.00	1200.00	1.30	312.00	0.65	202.80	131.82	43.94
A (Fondo)x2	240.00	1200.00	1.30	312.00	0.65	202.80	131.82	43.94
B (Fondo)x2	240.00	1200.00	1.30	312.00	0.65	202.80	131.82	43.94
C (Fondo)x2	240.00	1200.00	1.30	312.00	0.65	202.80	131.82	43.94
c (Pantoque)x2	240.00	1200.00	1.30	312.00	37.80	11793.60	445798.08	748800.00
d (Pantoque)x2	240.00	1200.00	1.30	312.00	157.50	49140.00	7739550.00	748800.00
F (Costado)x2	240.00	1200.00	1.30	312.00	360.00	112320.00	40435200.00	1497600.00
G (Costado)x2	240.00	1200.00	1.30	312.00	600.00	187200.00	112320000.00	1497600.00
H (Costado)x2	240.00	1200.00	1.30	312.00	840.00	262080.00	220147200.00	1497600.00
I (Costado)x2	240.00	1200.00	1.30	312.00	1080.00	336960.00	363916800.00	1497600.00
DM Mamparo interno (x2)	240.00	1200.00	1.00	240.00	120.00	28800.00	3456000.00	1152000.00
FM Mamparo interno (x2)	240.00	1200.00	1.30	312.00	360.00	112320.00	40435200.00	1497600.00
GM Mamparo interno (x2)	240.00	1200.00	1.30	312.00	600.00	187200.00	112320000.00	1497600.00
HM Mamparo interno (x2)	240.00	1200.00	1.30	312.00	840.00	262080.00	220147200.00	1497600.00
IM Mamparo interno (x2)	240.00	1200.00	1.30	312.00	1080.00	336960.00	363916800.00	1497600.00
PLANCHAS Cubierta Princial	252.00	1200.00	1.00	252.00	1200.00	302400.00	362880000.00	21.00
PLANCHAS Entrepunte 1 (Palmejar)	230.00	1200.00	1.00	230.00	520.00	119600.00	62192000.00	19.17
PLANCHAS Entrepunte 2 (Palmejar)	230.00	1200.00	1.00	230.00	860.00	197800.00	170108000.00	19.17
Planchas Cielo Doble Fondo	2284.00	1200.00	1.00	2284.00	180.00	411120.00	74001600.00	190.33
ESTRUCTURA DOBLE FONDO								
Longitudinales Cielo DF (Bulbo)	34.00		1.30	62.18	104.52	6499.05	679281.08	7030.00
Longitudinales Fondo (Bulbo)	34.00		1.30	62.18	104.65	6507.14	680971.89	7440.00
Quilla Cajon (2 Planchas)	180.00	1200.00	1.60	288.00	53.75	15480.00	832050.00	777600.00
Vagras DF x2	180.00	1200.00	1.60	288.00	53.75	15480.00	832050.00	777600.00
LONGITUDINALES CUBIERTA PRINCIPAL Y PALMEJARES								
Longitudinales P1 (Bulbo)	22.00		1.10	31.14	104.52	3254.75	340186.76	1090.00
Longitudinales P2 (Bulbo)	22.00		1.10	31.14	104.65	3258.80	341033.52	2820.00
Longitudinales Cub. Principal (Bulbo)	22.00		1.10	31.14	104.65	3258.80	341033.52	1440.00
LONGITUDINALES DEL COSTADO								
Fila 1 x4 (Superior)	20.00		0.90	23.63	248.00	5860.24	1453339.52	1090.00
Fila 2 x4 (Superior)	20.00		0.90	23.63	316.00	7467.08	2359597.28	1090.00
Fila 3 x4 (Superior)	20.00		0.90	23.63	384.00	9073.92	3484385.28	1090.00
Fila 4 x4 (Superior)	20.00		0.90	23.63	452.00	10680.76	4827703.52	1090.00
Fila 5 x4 (Medio)	26.00		1.20	41.25	588.00	24255.00	14261940.00	2820.00
Fila 6 x4 (Medio)	26.00		1.20	41.25	656.00	27060.00	17751360.00	2820.00
Fila 7 x4 (Medio)	26.00		1.20	41.25	724.00	29865.00	21622260.00	2820.00
Fila 8 x4 (Medio)	26.00		1.20	41.25	792.00	32670.00	25874640.00	2820.00
Fila 9 x4 (Inferior)	28.00		1.20	45.42	928.00	42149.76	39114977.28	3420.00
Fila 10 x4 (Inferior)	28.00		1.20	45.42	996.00	45238.32	45057366.72	3420.00
Fila 11 x4 (Inferior)	28.00		1.20	45.42	1064.00	48326.88	51419800.32	3420.00
Fila 12 x4 (Inferior)	28.00		1.20	45.42	1132.00	51415.44	58202278.08	3420.00
TOTAL				17,582		7,038,725	5,402,425,369	32,694,837

Anexo VIII – Solicitud en el Buque

LONGITUDINAL STRENGTH				
=====				
Loading condition "LC06"		LC CARGA MAXIMA		
	VALUE	FRAME	ABSCISSA	
	(-SAGGING/+HOGGING)	NUMBER	AFTER PERP	
	-----	-----	-----	
MAXIMUM POSITIVE SHEARING FORCE	1238.57 T.	47.000	32.900 M.	
MAXIMUM NEGATIVE SHEARING FORCE	-1173.55 T.	167.395	104.174 M.	
MAXIMUM POSITIVE BENDING MOMENT	44260.70 T×M	108.000	69.012 M.	
MAXIMUM NEGATIVE BENDING MOMENT	-268.03 T×M	210.000	129.396 M.	
1				
FORAN SYSTEM - MODULE LOAD		VERSION 70	RESULTS	PAGE 050
-----			DATE -	17.06.12
CUSTOMER	- PSC			FNAM
DESCRIPTION OF SHIP	- Buque Portacontenedor 950TEU			pmac

	1	2	3	4																																																
A																																																				
B																																																				
C	<div>PARTE 4</div> <div>ALISTAMIENTO</div>																																																			
D																																																				
E	<table><tr><td colspan="2"></td><td>VERIFICADO</td><td>APROBADO</td><td rowspan="4"></td></tr><tr><td colspan="2">NOMBRE: PAUL MAC CARTHY</td><td></td><td></td></tr><tr><td colspan="2">LEGAJO: 53360</td><td></td><td></td></tr><tr><td colspan="2">FECHA:</td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td>NÚMERO PLANO</td><td>REV</td><td>HOJA N°</td><td>N° HOJAS</td><td rowspan="3">PSC ENDURANCE</td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>ESCALA:</td><td>ARCHIVO:</td><td>FORMATO: A4</td><td colspan="2"></td></tr></table>						VERIFICADO	APROBADO		NOMBRE: PAUL MAC CARTHY				LEGAJO: 53360				FECHA:					NÚMERO PLANO	REV	HOJA N°	N° HOJAS	PSC ENDURANCE						ESCALA:	ARCHIVO:	FORMATO: A4																	
		VERIFICADO	APROBADO																																																	
NOMBRE: PAUL MAC CARTHY																																																				
LEGAJO: 53360																																																				
FECHA:																																																				
	NÚMERO PLANO	REV	HOJA N°	N° HOJAS	PSC ENDURANCE																																															
ESCALA:	ARCHIVO:	FORMATO: A4																																																		
F	<table><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td rowspan="7">PROYECTO DE BUQUES</td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>REV.</td><td>DESCRIPCIÓN</td><td>FECHA</td><td>DIBUJ.</td><td>VERIF.</td><td></td></tr><tr><td colspan="5">MODIFICACIONES</td><td></td></tr></table>									PROYECTO DE BUQUES																															REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	DIBUJ.	VERIF.		MODIFICACIONES					
					PROYECTO DE BUQUES																																															
REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	DIBUJ.	VERIF.																																																
MODIFICACIONES																																																				

	1	2	3	4																																			
A																																							
B	<h1>PARTE 4A</h1>																																						
C	<h2>SISTEMA DE GOBIERNO</h2> <h3>BUQUE PORTACONTENEDORES 950TEU</h3>																																						
D	<div> <div> APROBADO NFI 27/03/2018 </div> </div>																																						
E	<table border="1"> <tr> <td colspan="2"></td> <td>VERIFICADO</td> <td colspan="2">APROBADO</td> </tr> <tr> <td colspan="2">NOMBRE: PAUL MAC CARTHY</td> <td colspan="3" rowspan="3"> <div> NFI 27/03/2018 </div> </td> </tr> <tr> <td colspan="2">LEGAJO: 53360</td> </tr> <tr> <td colspan="2">FECHA: 11/06/2017</td> </tr> <tr> <td>NÚMERO PLANO</td> <td>REV</td> <td>HOJA N°</td> <td colspan="2">N° HOJAS</td> </tr> <tr> <td></td> <td>B</td> <td>0</td> <td colspan="2">14</td> </tr> <tr> <td>ESCALA:</td> <td>ARCHIVO:</td> <td>FORMATO:</td> <td colspan="2" rowspan="2">  </td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>A4</td> </tr> </table>						VERIFICADO	APROBADO		NOMBRE: PAUL MAC CARTHY		<div> NFI 27/03/2018 </div>			LEGAJO: 53360		FECHA: 11/06/2017		NÚMERO PLANO	REV	HOJA N°	N° HOJAS			B	0	14		ESCALA:	ARCHIVO:	FORMATO:					A4			
		VERIFICADO	APROBADO																																				
NOMBRE: PAUL MAC CARTHY		<div> NFI 27/03/2018 </div>																																					
LEGAJO: 53360																																							
FECHA: 11/06/2017																																							
NÚMERO PLANO	REV	HOJA N°	N° HOJAS																																				
	B	0	14																																				
ESCALA:	ARCHIVO:	FORMATO:																																					
		A4																																					
F	<table border="1"> <tr> <td>A</td> <td>REVISION INICIAL</td> <td>13/05 2017</td> <td>PMC</td> <td>NFI</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>CORRECCIONES SEGUN NFI</td> <td>11/06 2017</td> <td>PMC</td> <td>NFI</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>REV.</td> <td>DESCRIPCIÓN</td> <td>FECHA</td> <td>DIBUJ.</td> <td>VERIF.</td> </tr> <tr> <td colspan="5">MODIFICACIONES</td> </tr> </table>				A	REVISION INICIAL	13/05 2017	PMC	NFI	B	CORRECCIONES SEGUN NFI	11/06 2017	PMC	NFI																REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	DIBUJ.	VERIF.	MODIFICACIONES				
A	REVISION INICIAL	13/05 2017	PMC	NFI																																			
B	CORRECCIONES SEGUN NFI	11/06 2017	PMC	NFI																																			
REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	DIBUJ.	VERIF.																																			
MODIFICACIONES																																							



Instituto Tecnológico de Buenos Aires

PSC ENDURANCE

SISTEMA DE GOBIERNO

CONTENIDO

1	Introducción.....	2
2	Área del timón.....	2
3	Área de compensación.....	2
4	Relación de Aspecto.....	2
5	Fuerza actuante sobre el timón	3
6	Torque de diseño del timón.....	4
7	Dimensionamiento mecha del timón.....	5
7.1	Diámetro inferior	5
7.2	Diámetro superior	6
8	Toques máximos	6
9	Máquina de gobierno.....	7
10	Bow thruster.....	8
11	Anexos.....	9
	Anexo 1	9
	Anexo 2 – Figura 1 ABS perfil timón.....	9
	Anexo 3 – Tabla 1A ABS coeficiente kc.....	10
	Anexo 4 – Tabla 2 ABS coeficiente kl.....	10
	Anexo 5 – Tabla 3 ABS coeficiente alfa.....	10
	Anexo 7 – Calculo momento flexor en la mecha del timón.....	11
	Anexo 8 – Rolls Royce RV550-2.....	12
	Anexo 9 – Grafico bow thrusters.....	12
	Anexo 10 – Bow thruster Rolls Royce TT PM 1600.....	13
	Anexo 11 – Pruebas de mar SC.....	14

1 Introducción

En este cuaderno se dimensiona la pala del timón y se selecciona la máquina de gobierno.

Para la pala del timón se selecciona un timón suspendido semi-balanceado, articulado de perfil alar tipo NACA. Este está ubicado en popa con la mecha del timón ubicada en la cuaderna 0.

El dimensionamiento será llevado a cabo con las reglas del ABS. Esto incluye el área del timón, el porcentaje de balanceado, la mecha del timón y el servomotor con su central hidráulica.

Ver plano PMC-PB-210-001 para mayor información.

2 Área del timón

El área del timón se estima inicialmente utilizando la fórmula del DNV tomando esta área como proporcional al plano de deriva del buque.

$$A = 0.01 * L_{pp} * T * \left(1 + 50 * CB^2 * \left(\frac{B}{L_{pp}} \right)^2 \right)$$

Entonces:

$$A = 16.97 \text{ m}^2$$

En el Anexo 1 se pueden observar relaciones de AT/plano de deriva típicas para los buques de una hélice. La relación para una AT como la calculada previamente es de 1.5, por lo que se decide tomar una AT que corresponda a una relación porcentual de 1.7. Quedando entonces el AT igual a:

$$A = 1.7 * (0.01 * L_{pp} * T) = 19.04 \text{ m}^2$$

3 Área de compensación

El área de compensación es el área que está a proa de la mecha del timón. Esta se define como un porcentaje del área total y debe estar entre los siguientes valores:

$$\begin{aligned} 0.2 A &< Comp < 0.25 A \\ 3.81 &< Comp < 4.76 \end{aligned}$$

El área de compensación queda entonces de 4.3 m^2

4 Relación de Aspecto

Este es un factor importante, y debe ser cercano a 1.5.

Para determinar la altura se utiliza el siguiente cálculo:

$$A = H_T * L_T = 1.5 * L_T^2 = 19.04$$

Entonces quedan los siguientes parámetros:

$$H_T = 5.344 \text{ m}$$
$$L_T = 3.563 \text{ m}$$

La altura debe ser similar pero no mayor al diámetro de la hélice, para no asomarse por debajo del fondo y aprovechar al máximo el flujo de agua acelerado por la hélice. La hélice tiene un diámetro de 5.3m aproximadamente, por lo que las dimensiones propuestas encajan bien en el codaste del buque.

5 Fuerza actuante sobre el timón

Una vez definidas las dimensiones del timón se calculan las fuerzas actuando sobre este, para poder dimensionar la mecha del timón. Este cálculo se realiza siguiendo el lineamiento del ABS como se muestra a continuación. Se realiza tomando la condición de velocidad de diseño hacia adelante.

ABS 3-2-14/3: 3.1 Timón sin recortes.

$$C_R = n k_R k_C k_l A V_R^2$$

Dónde:

- C_R es la fuerza requerida
- $n = 0.132$
- $k_R = \frac{\left(\frac{b^2}{A_T} + 2\right)}{3}$ pero no menor a 1.33
- b es la altura media del timón (Ver Anexo 2)
- A_T suma del área A mas
- A área proyectada del timón (Ver Anexo 2)
- k_C coeficiente dependiente del perfil de la sección del timón (Ver Anexo 3)
- k_l coeficiente (Ver Anexo 4)
- V_R velocidad de diseño del buque en nudos

Entonces calculando los diferentes coeficientes:

Tomando $b=5.344\text{m}$

$$k_R = \frac{5.34^2}{19.04 * 3} + \frac{2}{3}$$
$$k_R = 1.167$$

A continuación se exponen los diferentes coeficientes y la fuerza sobre el timón:

Fuerza requerida	
n	0,13
b	5,34 m
At	25,94 m ²
Área soporte timón	6,90 m ²
A	19,04 m ²
k_R	1,03
k_c hacia adelante	1,10
k_c hacia atrás	0,80
k_l	1,15
V_R hacia adelante	19,50 nudos
V_R hacia atrás	9,75 nudos
C_R hacia adelante	1249,64 kN
C_R hacia atrás	227,21 kN

6 Torque de diseño del timón

Con la fuerza ejercida sobre el timón se calcula el torque del timón de la siguiente manera:

$$Q_R = C_R \cdot r$$

Dónde:

- C_R es la fuerza sobre el timón (ver sección 5)
- $r = c(\alpha - k)$
- c es la eslora del timón
- α se obtiene del Anexo 5.
- $k = A_f/A$
- A_f es el área del timón delante de la mecha del mismo (ver Anexo 2)
- A (mismo valor que en la sección 5)

A continuación se exponen los coeficientes calculados y el torque del timón

Torque	
C_R hacia adelante	1249,64 kN
C_R hacia atrás	227,21 kN
c	3,56 m
α hacia adelante	0,33
α hacia atrás	0,66
A_f	4,30 m^2
A	19,04 m^2
k	0,23
r hacia adelante	0,37
r hacia atrás	1,55
Q_R hacia adelante	463,74 kNm
Q_R hacia atrás	351,45 kNm

7 Dimensionamiento mecha del timón

Con el torque calculado se calcula el diámetro de la mecha. Este se calcula tomando el valor máximo de torque y se calculan los diámetros mínimos para la parte superior de la mecha (cojinete superior) y para la parte inferior de la mecha (cojinete inferior).

7.1 Diámetro inferior

Para este diámetro se utiliza la siguiente formula:

$$S_l = S_s \sqrt[6]{1 + \left(\frac{4}{3}\right) \left(\frac{M}{Q_R}\right)^2} \quad [mm]$$

Dónde:

- S_s es el diámetro superior de la mecha
- M es el momento de flexión en la parte inferior de la mecha (ver Anexo 7 para el cálculo)
- Q_R es el torque máximo del timón

El momento es el calculado en la en el extremo de la barra:

$$M = 3336.3 \text{ } kNm$$

Obteniendo:

$$S_l = 366.34 \text{ } mm$$

Se adopta un diámetro inferior:

$$S_l = 370 \text{ } mm$$

7.2 Diámetro superior

Para este diámetro se utiliza la siguiente formula:

$$S_S = N_u \sqrt[3]{Q_R K_S} \text{ [mm]}$$

Dónde:

- $N_u = 42$
- Q_R es el torque del timón hacia adelante
- $K_S = \left(\frac{n_Y}{Y}\right)^e$ (factor dependiente del material)
- $n_Y = 235 \text{ N/mm}^2$
- $Y = 450 \text{ N/mm}^2$ (es el valor máximo propuesto por el ABS para la tensión de rotura del material)

Obteniendo un diámetro mínimo de:

$$S_S = 180,45 \text{ mm}$$

Dado que el diámetro inferior es de 370mm no es conveniente tener una relación de diámetros en el cambio de más de 1,3. Por lo que se toma un diámetro superior 1,3 veces más chico que el inferior.

Se adopta un diámetro superior:

$$S_S = 286 \text{ mm}$$

8 Toques máximos

En esta sección se definen los torques máximos. Estos se definen para la mecha del timón (T_{ar}) y para el sistema de gobierno (T_{max}). El primera es el torque máximo que puede soportar la mecha del timón y este debe ser superior al torque máximo que entrega el sistema de gobierno.

$$T_{ar} = 2 \frac{\left(\frac{D_r}{N_u}\right)^3}{K_S} \text{ [kNm]}$$

Dónde:

- $K_S = 0,171$ es un factor que depende del material (ver 7.2)
- $D_r = 286 \text{ mm}$ es el diámetro de la mecha en la parte que se acopla al servomotor
- $N_u = 42$ es un factor dado por la SC

$$T_{ar} = 3653,2 \text{ kNm}$$

El T_{max} se puede definir por cálculo sabiendo las características del servomotor o se puede obtener del catálogo del mismo.

9 Máquina de gobierno

Con los datos previamente calculados se procede a seleccionar una máquina de gobierno. Se decide instalar un sistema de timón de vano, ya que ocupa menos lugar que un servomotor a pistón.

Se decide instalar un timón de vano Rolls Royce RV 550-2. Este cumple con la regulación de un mínimo de dos unidades hidráulicas. También cumple con el torque máximo y el diámetro de mecha. (Ver Anexo 7).

El T_{max} del servomotor es inferior que el T_{ar} calculado, tal como exige la SC.

El torque de diseño de la máquina de gobierno no es torque de diseño calculado para dimensionar la mecha del timón. La máquina de gobierno deberá tener un torque superior al de diseño calculado pero también deberá ser superior al torque esperado. Este torque esperado se debe verificar en las pruebas de mar, verificando así el correcto funcionamiento de la máquina para cumplimentar con velocidades y ángulos de giro (ver anexo 11).

10 Bow thruster

El buque estará equipado con un bow thruster para aumentar la maniobrabilidad del buque. Para dimensionar el bow thruster se realiza el siguiente cálculo propuesto por el libro “Proyecto básico del buque mercante”. Este cálculo es estimativo y se realiza de la siguiente manera.

De la figura del Anexo 9 y buscando para una eslora entre perpendiculares de 140m se obtiene un empuje promedio por m² de obra viva. Este valor promedio se toma como:

$$F = 0,12 \text{ kN/m}^2$$

Luego se utiliza la siguiente aproximación para calcular el empuje:

$$E_{bt} = F \cdot A_v$$

Dónde:

- E_{bt} es el empuje necesario en el bow thruster
- $A_v = 1100 \text{ m}^2$ es el área de la obra viva

Obteniendo un empuje de:

$$\begin{aligned} E_{bt} &= 132 \text{ kN} \\ E_{bt} &= 13460 \text{ kgf} \end{aligned}$$

Luego se estima una potencia de 11kgf por HP, obteniendo una potencia del bow thruster de:

$$\begin{aligned} P_{bt} &= 1223 \text{ HP} \\ P_{bt} &= 905.5 \text{ kW} \end{aligned}$$

En base a los datos calculados se selecciona el bow thruster de Rolls Royce de imanes permanentes TT PM 1600. Ver Anexo 10 para mayor información.

11 Anexos

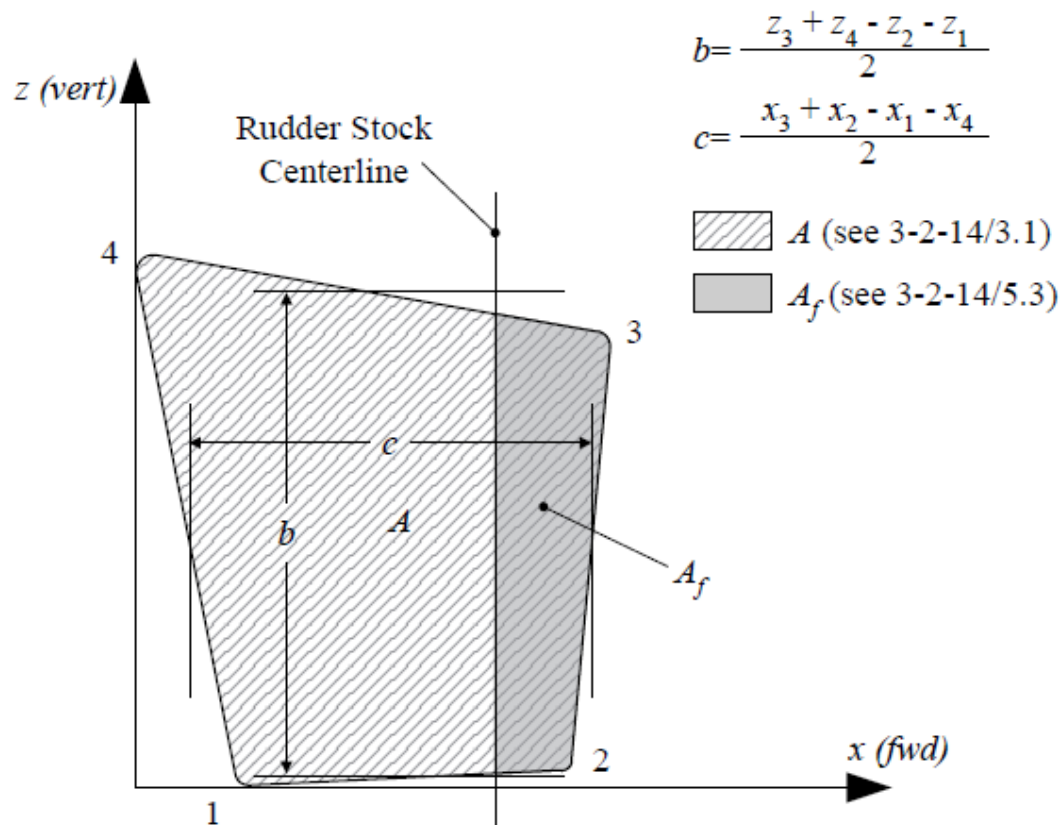
Anexo 1

TABLA 1.3.4.
RELACIÓN AR / ÁREA DE DERIVA, LPP × T, EN %

Tipo de buque	AR / 0,01 × LPP × T
Buques de una hélice	1,6 - 1,9
Buques de dos hélices	1,5 - 2,1
Buques de dos hélices con dos timones (área total)	2,1
Buques petroleros	1,3 - 1,9
Remolcadores de altura	3,0 - 6,0
Buques costeros	2,3 - 3,3

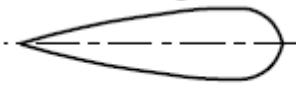
Anexo 2 – Figura 1 ABS perfil timón

FIGURE 1A
Rudder Blade without Cutouts (2009)



Anexo 3 – Tabla 1A ABS coeficiente k_c

TABLE 1A
Coefficient k_c for Ordinary Rudders (2014)

	<i>Profile Type</i>	k_c	
		<i>Ahead Condition</i>	<i>Astern Condition</i>
2	NACA-OO Göttingen 	1.1	0.80

Anexo 4 – Tabla 2 ABS coeficiente k_ℓ

TABLE 2
Coefficient k_ℓ (2012)

<i>Rudder/Propeller Layout</i>	k_ℓ
Rudders behind a fixed propeller nozzle	1.15

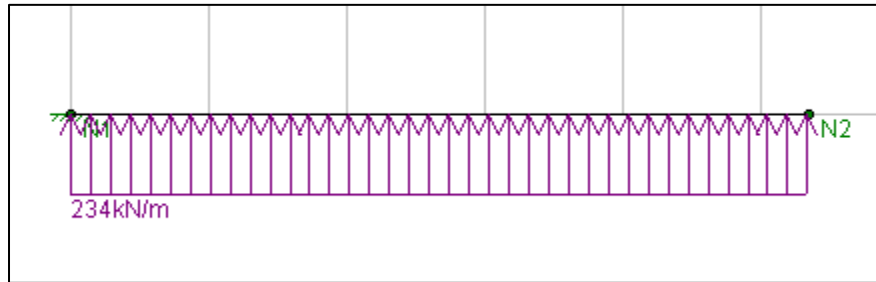
Anexo 5 – Tabla 3 ABS coeficiente α

TABLE 3
Coefficient α (2014)

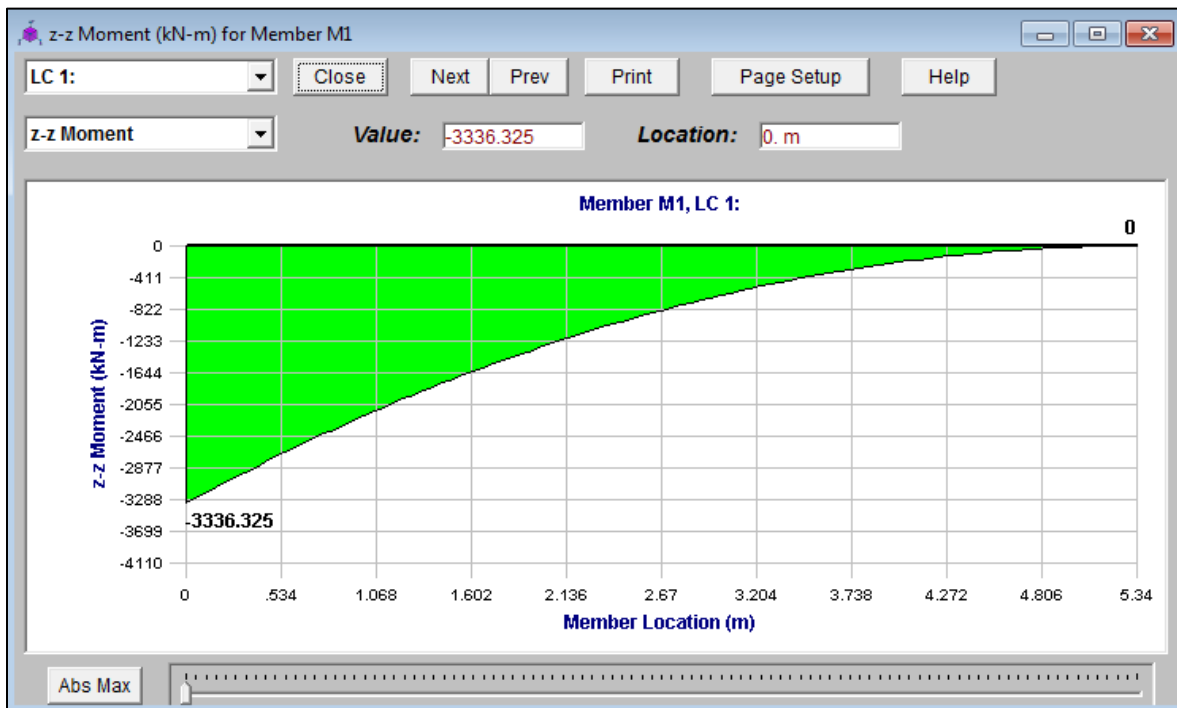
<i>Rudder Position or High-lift</i>	α		
	<i>Ahead Condition</i>	<i>Astern Condition</i>	
Located where no fixed structure forward of it	0.33	0.75 (hollow profile)	0.66 (non-hollow)

Anexo 7 – Calculo momento flexor en la mecha del timón

Para este calcula se utiliza el software RISA 3D. Se esquematiza el timón como una barra en 2D (5.34m), y se aplica una fuerza distribuida equivalente a la fuerza calculada (C_R) dividida la longitud de la barra. Luego, se aplica un empotramiento a un extremo de la barra y el software calcula los resultados. A continuación se presentan las impresiones de pantallas. El momento en el punto superior será el momento que se aplique en la mecha del timón.

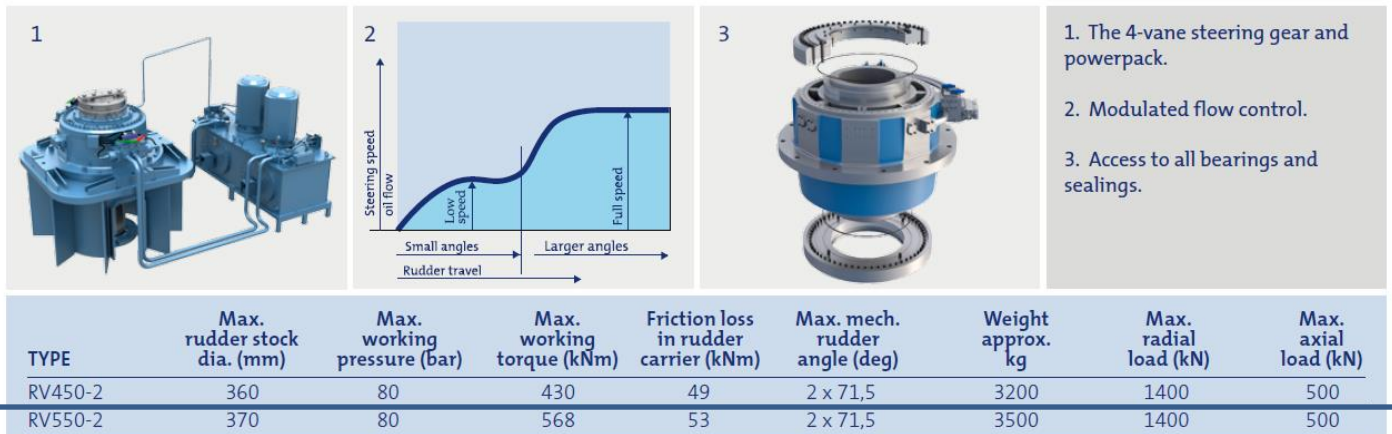


Barra de 5.34m de longitud

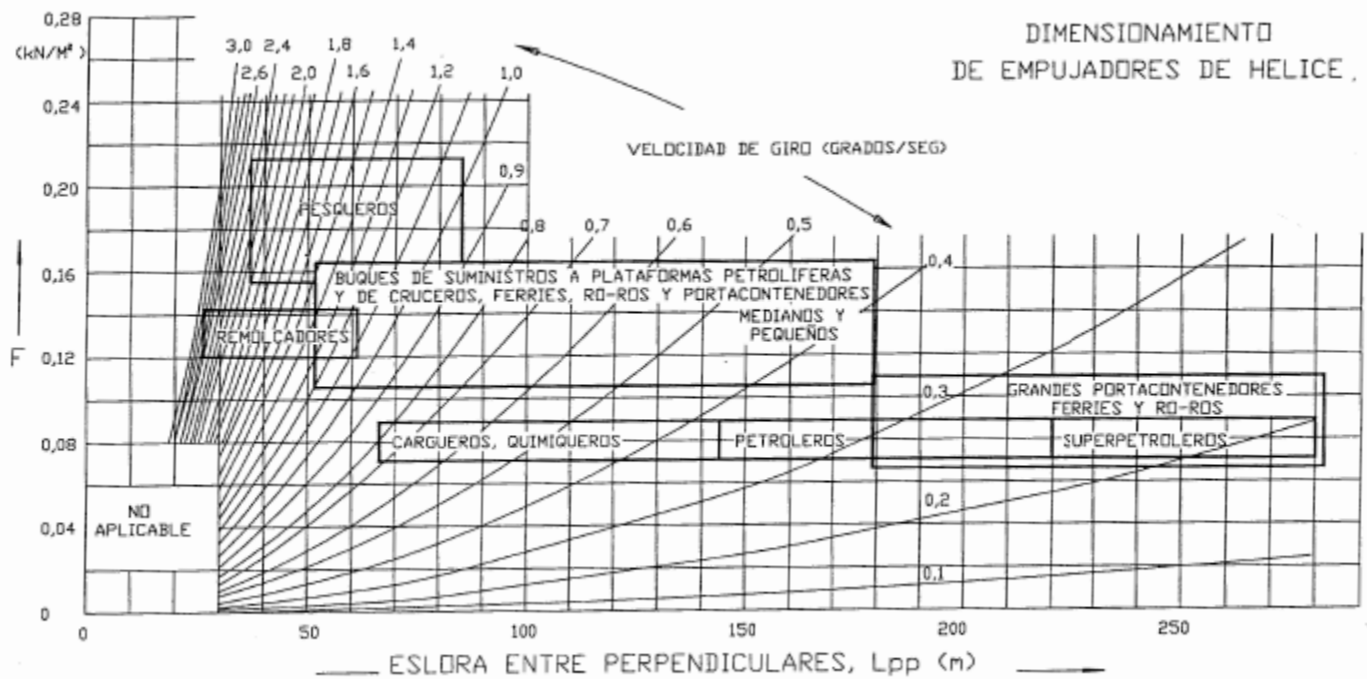


Momentos a lo largo de la barra

Anexo 8 – Rolls Royce RV550-2



Anexo 9 – Grafico bow thrusters



Anexo 10 – Bow thruster Rolls Royce TT PM 1600

Permanent magnet type

The Permanent magnet tunnel thruster (TT-PM) is the latest tunnel thruster design from Rolls-Royce and has been engineered with reliability and through-life costs as the focus. Using permanent magnet motor technology increases efficiency and makes the installation more compact, only the variable frequency drive unit is housed in the thruster room, freeing up space on board. It also simplifies maintenance as the patented mount means units can be removed and replaced without drydocking. These PM thrusters are currently available in two sizes with powers of 1000 and 1600 kW. These thrusters have been developed for the most demanding applications such as dynamic positioning (DP).



Thruster type	TT PM 1600
Prop. dia (mm)	1600
Tunnel dimensions (mm)	2180
Thruster unit weight (kg)	7250
Connections & mounts weight (kg)	1957
Total dry weight (kg)	11730
Power MCR (kw)	1000
Max thrust (kN)	134
Propeller type	Mono FP
Hull mounting	8 x rubber bushings

Anexo 11 – Pruebas de mar SC

21.7 Sea Trials (1 July 2012)

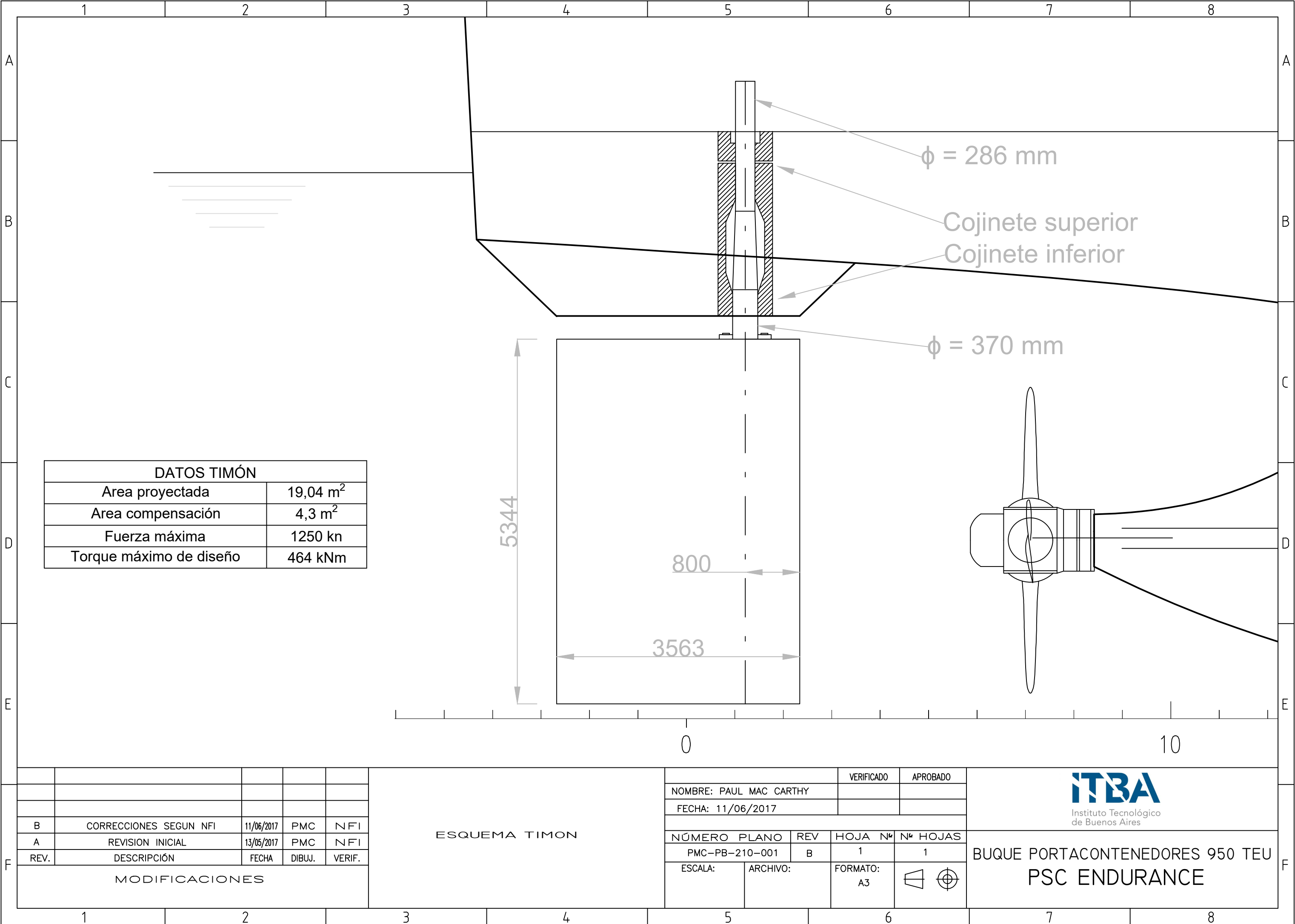
The steering gear is to be tried out on the trial trip in order to demonstrate to the Surveyor's satisfaction that the requirements of this section have been met. The trials are to be performed with the rudder fully submerged. Where full rudder submergence cannot be obtained in ballast conditions, steering gear trials are to be conducted at a displacement as close as reasonably possible to full-load displacement as required by Section 6.1.2 of ISO 19019:2005 on the conditions that either the rudder is fully submerged (zero speed waterline) and the vessel is in an acceptable trim condition, or the rudder load and torque at the specified trial loading condition have been predicted and extrapolated to the full load condition.

In any case for the main steering gear trial, the speed of ship corresponding to the number of maximum continuous revolution of main engine and maximum design pitch applies.

21.7.1 Full Speed Trial

Satisfactory performance is to be demonstrated under the following conditions:

- i) Changing the rudder position from 35° on either side to 30° on the other side in not more than 28 seconds with the vessel running ahead at the maximum continuous rated shaft rpm. For controllable pitch propellers, the propeller pitch is to be at the maximum design pitch approved for the above maximum continuous ahead rated rpm.
- ii) Unless 4-3-4/21.7.2iii), 4-3-4/23.3 or 4-3-4/25.7 is applicable, this test is to be carried out with all power units intended for simultaneous operation for this condition under actual operating conditions.



DATOS TIMÓN	
Area proyectada	19,04 m²
Area compensación	4,3 m²
Fuerza máxima	1250 kn
Torque máximo de diseño	464 kNm

B	CORRECCIONES SEGUN NFI	11/06/2017	PMC	NFI
A	REVISION INICIAL	13/05/2017	PMC	NFI
REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	DIBUJ.	VERIF.
MODIFICACIONES				

ESQUEMA TIMON					VERIFICADO		APROBADO			
					NOMBRE: PAUL MAC CATHY					
					FECHA: 11/06/2017					
NÚMERO PLANO		REV	HOJA N°	N° HOJAS						
PMC-PB-210-001		B	1	1						
ESCALA:		ARCHIVO:		FORMATO:						
				A3						

NÚMERO PLANO		REV	HOJA N°	N° HOJAS				
PMC-PB-210-001		B	1	1				
ESCALA:		ARCHIVO:		FORMATO:				
				A3				

 Instituto Tecnológico de Buenos Aires		BUQUE PORTACONTENEDORES 950 TEU PSC ENDURANCE	

PARTE 4B

AMARRE Y FONDEO

BUQUE PORTACONTENEDORES 950TEU

APROBADO
NFI 04/02/2019



PSC ENDURANCE

AMARRE Y FONDEO

		VERIFICADO	APROBADO	
NOMBRE: PAUL MAC CARTHY			NFI 04/02/2019	
LEGAJO: 53360				
FECHA: 02/02/2019				
NÚMERO PLANO	REV	HOJA N°	N° HOJAS	
	C	0	14	
ESCALA:	ARCHIVO:	FORMATO:		
		A4		
A	REVISION INICIAL	26/05 2017	PMC	NFI
B	CORRECCIONES SEGUN NFI	13/01 2019	PMC	NFI
C	CORRECCIONES SEGUN NFI	02/02 2019	PMC	NFI
REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	DIBUJ.	VERIF.
MODIFICACIONES				

CONTENIDO

1	Introducción.....	2
2	Cálculo equipamiento Fondeo.....	2
2.1	Cálculo de Numeral de Equipo.....	2
2.2	Selección Ancla y Cadena.....	3
2.3	Capacidad del equipo de fondeo.....	3
2.3.1	Tiro sobre el cabrestante	3
2.3.2	Sobrecarga.....	3
2.3.3	Carga a sostener.....	3
2.3.4	Velocidad nominal.....	3
2.4	Dimensionamiento de la Caja de Cadenas	3
3	Cálculo equipamiento Amarre.....	5
3.1	Fuerzas	5
3.1.1	Resistencia del viento	5
3.1.2	Resistencia a la corriente	5
3.1.3	Resistencia de casco (formas).....	5
3.1.4	Resistencia de la hélice.....	5
3.2	Resumen resistencias.....	6
3.3	Selección de cabos	7
3.4	Potencia cabrestante amarre	7
4	Selección cabrestantes.....	7
5	Elementos de Amarre.....	8
6	Anexos.....	9
	Anexo 1 - Tabla 1 Numeral de equipo.....	9
	Anexo 2 - Figura 1 – Alturas efectivas	9
	Anexo 3 – Ancla Hall.....	9
	Anexo 4 – Cadena.....	10
	Anexo 5 – Estopor de cadena.....	10
	Anexo 6 – Tabla 2 Equipo de amarre	11
	Anexo 7 – Cabos de amarre.....	11
	Anexo 8 – Cabrestante proa.....	11
	Anexo 9 – Cabrestante amarre Popa	12
	Anexo 10 – Requerimientos Canal de Panamá	12
	Anexo 11 – Bita doble	12
	Anexo 12 – Rodillos	13
	Anexo 13 - Roletes.....	13
	Anexo 14 - Panama Chocks Proa y Popa.....	14
	Anexo 15 – Panamá chocks Bandas	14

1 Introducción

En este cuaderno se realizará el cálculo y selección del equipo de amarre y fondeo. Para realizar este cálculo se seguirá el lineamiento del American Bureau of Shipping (ABS). Este cuaderno comprende la selección del equipamiento, así como el dimensionamiento de la caja de cadenas y la disposición de los equipos en cubierta. En el plano PMC-PB-200-001 se puede observar el cálculo del numeral de equipo y en el plano PMC-PB-200-003 se puede observar la disposición de los elementos de amarre y fondeo.

2 Cálculo equipamiento Fondeo

En esta parte se realizarán los cálculos necesarios para calcular los equipos de fondeo.

2.1 Cálculo de Numeral de Equipo

El primer paso es calcular el numeral de equipo. Con este número se entra en la Tabla 1 “Equipment for self-propelled Ocean-going Vessels” (Anexo 1), y se extraen los datos pertinentes al sistema de fondeo. Este cálculo se presenta a continuación en conjunto con los datos obtenidos del anexo 1. En el plano PMC-AN-200-01 se puede observar el cálculo para el numeral de equipo.

$$\text{Numeral de Equipo} = \Delta^{2/3} + 2Bh + 0.1A$$

Dónde:

Δ = Desplazamiento moldeado (calado de verano)

B = Manga moldeada

A = área lateral del buque sobre la flotación de verano

$h = a + h_1 + h_2 + h_3 + h_4 + h_5$

a = francobordo en el calado de verano

DATOS	
Desplazamiento (Δ)	16384 m^3
Manga (B)	23 m
Área Lateral (A)	2448 m^2
h_1	3,85 m
h_2	3,05 m
h_3	3,05 m
h_4	3,05 m
h_5	3,05 m
h_6	3,65 m
h_7	3,05 m
Francobordo (a)	4,00 m
h	26,75 m
NUMERAL DE EQUIPO	2120.4

Luego, entrando en la tabla 1 del anexo se escoge el número de equipo más cercano superior al obtenido. Los datos obtenidos son los siguientes:

DATOS	
Numeral de Equipo	U35
Numero de Equipo	2230
Cantidad de Anclas	3
Masa por ancla	6900 kg
Longitud Total de Cadena	605 (2x303) m
Diámetro eslabón común (Acero grado 2)	73 mm

Se deberá disponer de 3 anclas: 2 con cabrestante individual y 1 de respeto.

2.2 Selección Ancla y Cadena

Las 3 anclas utilizadas serán del tipo Hall provista por la firma “Sotra Anchor and Chain” (Ver anexo 3).
La cadena seleccionada es provista por “Washington chain & supply” (Ver anexo 4).
El estopor seleccionado es provisto por “Saxton Marine” (Ver anexo 5).

2.3 Capacidad del equipo de fondeo

En esta parte se calcula la capacidad, en fuerza y potencia, del cabrestante del ancla.

2.3.1 Tiro sobre el cabrestante

$$F_{cab} = K_4 * d^2 = 226,5 \text{ kN}$$

Donde $K_4 = 42,5$ para un acero de grado 2

Este valor de fuerza sobre el cabrestante es requerido por la SC durante 30 minutos.

2.3.2 Sobrecarga

El cabrestante deberá además tener una capacidad de carga de $1.5F_{cab}$ durante un lapso temporario.

$$F_{sobrecarga} = 1.5F_{cab} = 340 \text{ kN}$$

2.3.3 Carga a sostener

El cabrestante deberá ser capaz de sostener con su freno la siguiente carga (además de poseer un dispositivo de estopor):

$$F_{freno} = 0,45 * \text{carga de rotura de cadena} = 0,45 * 628 \text{ kN}$$

$$F_{freno} = 282,6 \text{ kN}$$

El estopor debe ser capaz de sostener el 80% de la carga de rotura de la cadena:

$$F_{estopor} = 80\% * 628 \text{ kN}$$

$$F_{estopor} = 502 \text{ kN}$$

2.3.4 Velocidad nominal

La velocidad nominal requerida, establecida para el caso en que hay que izar 2 grilletes de cadena (55m) teniendo 3 grilletes (82.5m) sumergidos.

$$V_{nominal} > 0.15 \text{ m/s} = 9 \text{ m/min}$$

2.4 Dimensionamiento de la Caja de Cadenas

En esta parte se dimensionará la caja de cadenas, la gatera y el escoben. Se ubicarán dos cajas de cadena, una para cada cabrestante. La caja será de tipo prisma rectangular, y su volumen se calcula de la siguiente manera (Siguiendo recomendaciones del Lloyds Register):

$$V_{cc} = 0.082d^2L10^{-4} \quad [m^3]$$

Dónde:

d = diametro eslabon comun

L = longitud total de la cadena

V_{cc} = volumen de una de las dos cajas de cadenas

Luego se calculan los diámetros y espesores mínimos para el tubo de escoben y el acceso a la caja de cadenas (Gatera) con las siguientes formulas recomendadas:

$$\begin{aligned} D_{i-escoben} &= 10d \\ t_{escoben} &= 0.5d \\ D_{i-gatera} &= 7d \\ t_{gatera} &= 0.3d \end{aligned}$$

Los valores utilizados y obtenidos son expuestos en la siguiente tabla:

CAJA DE CADENAS	
Diámetro eslabón común (d)	73 <i>mm</i>
Longitud cadena individual (L)	305 <i>m</i>
Diámetro interno escoben ($D_{i-escoben}$)	730 <i>mm</i>
Espesor escoben ($t_{escoben}$)	36,5 <i>mm</i>
Diámetro interno gatera ($D_{i-gatera}$)	511 <i>mm</i>
Espesor gatera (t_{gatera})	21,9 <i>mm</i>
Volumen caja de cadenas individual (V_{cc})	13,3 <i>m</i> ³

Dimensiones caja de cadenas:

- Eslora: 2,0 m
- Manga: 2,1 m
- Altura: 3,2 m
- Volumen Total: 13,44 m²

3 Cálculo equipamiento Amarre

En esta sección se dimensionarán los elementos de amarre, estos incluyen bitas, rodillos, roletes, porta espías, molinetes y cabos. Para realizar la selección se calculará la fuerza que se ejercerá sobre el buque, para luego dimensionar los elementos acordes a la fuerza a la que serán sometidos. Este cálculo se realizará para 4 condiciones distintas:

- Calado: lastre / Maniobra: amarrado
- Calado: lastre / Maniobra: durante amarre
- Calado: máxima carga / Maniobra: amarrado
- Calado: máxima carga / Maniobra: durante amarre

Las maniobras a analizar son las del buque una vez amarrado, con velocidad relativa al muelle igual a cero y la del buque durante la maniobra de amarre, tomando una velocidad baja de acercamiento al muelle de 0.17m/s. Como velocidad de corriente para ambos casos se tomará como 1m/s.

3.1 Fuerzas

Para el cálculo de las fuerzas será necesario tener en cuenta las siguientes resistencias:

- Resistencia del viento
- Resistencia de la corriente
- Resistencia del casco (formas)
- Resistencia de la hélice

3.1.1 Resistencia del viento

$$R_a = k_a A_p V_{rel}^2$$

Dónde:

$$k_a = 0.0735 \text{ coeficiente de resistencia al viento}$$

$$V_{rel} = \text{velocidad relativa del viento}$$

$$A_p = \text{area proyectada lateral de la obra muerta}$$

3.1.2 Resistencia a la corriente

$$R_w = 0,1212 * S_m * ((V_c + V_b)^2 + 0,33 * (V_c + V_b))$$

Dónde:

$$S_m = \text{superficie mojada}$$

$$V_c = \text{velocidad de la corriente}$$

$$V_b = \text{velocidad del buque}$$

3.1.3 Resistencia de casco (formas)

$$R_v = 73,2 * A_{pv} * (V_c + V_b)^2$$

Dónde:

$$A_{pv} = \text{area proyectada lateral obra viva}$$

En la condición amarrado, la velocidad transversal de la corriente y del buque se considera como 0m/s (por lo que no hay resistencia una vez amarrado). Para la condición de amarre se considera que la velocidad de la corriente transversal es 0m/s.

3.1.4 Resistencia de la hélice

$$R_p = 26,4 * D_h^2 * (V_c + V_b)^4$$

Dónde:

$$D_h = \text{diametro de la helice}$$

3.2 Resumen resistencias

Calculo Resistencias		Amarrado		Maniobra	
		Lastre	Carga Max	Lastre	Carga Max
Calado		6.0	9.6	6.0	9.6
Coeficiente de resistencia al viento		0.0735	0.0735	0.0735	0.0735
Area proyectada obra muerta	m2	2743	2217	2743	2180
Velocidad del viento relativa	m/s	10	10	15	15
Resistencia al viento	kg	20161.1	16295.0	45362.4	36051.8
Superficie mojada	m2	3395	4905	3395	4905
velocidad de la corriente	m/s	1.0	1.0	1.0	1.0
velocidad del buque	m/s	0.0	0.0	0.17	0.17
Resistencia a la corriente	kg	547.3	790.7	722.1	1043.3
Area proyectada obra viva	m2	807	1333	807	1333
Resistena de formas	kg	0.0	0.0	1707.2	2819.9
Diametro Helice	m	5.3	5.3	5.3	5.3
Resistencia de la Helice	kg	741.6	741.6	1389.6	1389.6

Con las resistencias obtenidas se procede a calcular la resistencia total de la siguiente manera:

Componente		Viento	Corriente	Formas	Hélice
Condición	R	R_a	R_w	R_v	R_p
Maniobra	R_L		X		X
	R_T	X		X	
Amarrado	R_L		X		X
	R_T	X			

Calculando la resistencia total con la siguiente formula:

$$R_T = \sqrt{R_L^2 + R_T^2}$$

Dónde:

R_L es la componente de resistencia longitudinal

R_T es la componente de resistencia transversal

LASTRE		Viento	Corriente	Formas	Helice	Resistencia
Condicion	R	R_a	R_w	R_v	R_p	Total [kg]
Maniobra	RL		722.14		1389.63	47117
	RT	45362.36		1707.19		
Amarrado	RL		547.26		741.58	20202
	RT	20161.05				

CARGA MAX		Viento	Corriente	Formas	Helice	Resistencia
Condicion	R	R_a	R_w	R_v	R_p	Total [kg]
Maniobra	RL		1043.32		1389.63	38948
	RT	36051.75		2819.93		
Amarrado	RL		790.67		741.58	16367
	RT	16294.95				

Resistencia Maxima:	47117 kg Maniobra CARGA MAX
----------------------------	------------------------------------

3.3 Selección de cabos

A partir del numeral de equipo (U35) y utilizando la tabla del anexo 7 de la SC obtenemos los siguientes datos:

- Cantidad de cabos amarre: 5
- Longitud de cada cabo: 200 m
- Tensión de rotura: 451 kN

Para dimensionar el cabo tomamos la resistencia máxima previamente calculada. Con esta resistencia se procede a calcular la tensión individual de cada cabo con la siguiente ecuación:

$$T_{cabos} = R_T * 1,25 * \frac{3,8}{\cos(\theta_t) * \cos(\theta_v) * n_{cabos}}$$

Dónde:

$$\begin{aligned} R_T &= 47,117 \text{ kg es la resistencia maxima} \\ \theta_t &= 45^\circ \text{ angulo horizontal cabo} \\ \theta_v &= 60^\circ \text{ angulo vertical cabo} \\ n_{cabos} &= 5 \text{ numero de cabos} \end{aligned}$$

Obteniendo una tensión en cada cabo de:

$$T_{cabo} = 632 \text{ kN}$$

La tensión obtenida es mayor a la mínima requerida por el ABS, por lo que se utiliza la calculada para seleccionar el cabo. Con esta tensión se selecciona un cabo de 26mm de diámetro de la firma DSR fabricado con Dyneema modelo SuperMax S-coated. En el anexo 7 se puede encontrar más información del cabo seleccionado.

3.4 Potencia cabestrante amarre

El molinete de amarre debe trabajar con las siguientes especificaciones:

$$\text{Velocidad de trabajo} = \sim 15 \text{ m/min}$$

$$\text{Carga de trabajo} = \frac{Q_{rot}}{3.8} = 165 \text{ kN}$$

$$\text{Potencia de cabestrante} = C_{trabajo} * V * 1.25/60$$

$$P_{cabestrante} = 52 \text{ kW}$$

4 Selección cabrestantes

Con los valores de selección de los cabrestantes se seleccionan los cabrestantes de proa y de popa. En popa se ubicarán dos cabrestantes dobles de amarre. En proa se colocarán dos cabrestantes dobles con cabrestante de fondeo. Los equipos seleccionados son los siguientes:

- Proa: EL-250 “Ellsen Marine Winches” (Ver anexo 8)
- Popa: EL-250 “Ellsen Marine Winches” (Ver anexo 9)

Ambos equipos son el mismo modelo, pero con distintas configuraciones.

5 Elementos de Amarre

En esta sección se seleccionaran los elementos de amarre, bitas, rodillos, roletes y porta espías. La disposición de estos se encuentra en el anexo PMC-PB-200-002.

En el anexo 10 se exponen los requerimientos en cuanto a elementos de amarre necesarios para transitar por el canal de Panamá. Ver anexos 11 a 15 para información detallada.

Para seleccionar los elementos de amarre se utiliza la tensión máxima del cabo, siendo esta 632 kN. Se selecciona bitas dobles fabricadas por la firma *Lifting and Marine*:

- Bitas dobles: NS 2584 (diámetro nominal: 710mm)
- Roletes: Pedestal Fairlead Roller 450
- Panama Choke Proa y Popa: SF2935-D-D
- Panama Choke Bandas: SF2935-B-D
- Rodillos: Multiangle Fairlead typ 406

En los anexos se exponen los elementos seleccionados.

6 Anexos

Anexo 1 - Tabla 1 Numeral de equipo

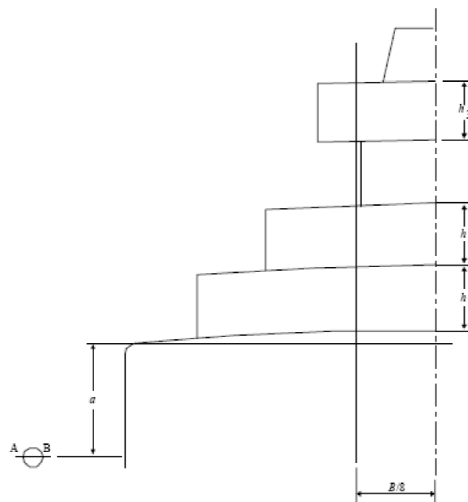
TABLE 1
Equipment for Self-propelled Ocean-going Vessels

SI, MKS Units

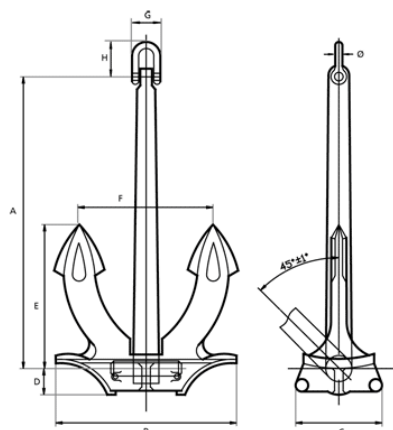
Equipment Numeral	Equipment Number*	Stockless Bower Anchors		Chain Cable Stud Link Bower Chain			
		Number	Mass per Anchor, kg	Length, m	Diameter		
					Normal- Strength Steel (Grade 1), mm	High- Strength Steel (Grade 2), mm	Extra High- Strength Steel (Grade 3), mm
U35	2230	3	6900	605	84	73	64

Anexo 2 - Figura 1 – Alturas efectivas

FIGURE 1
Effective Heights of Deck Houses



Anexo 3 – Ancla Hall

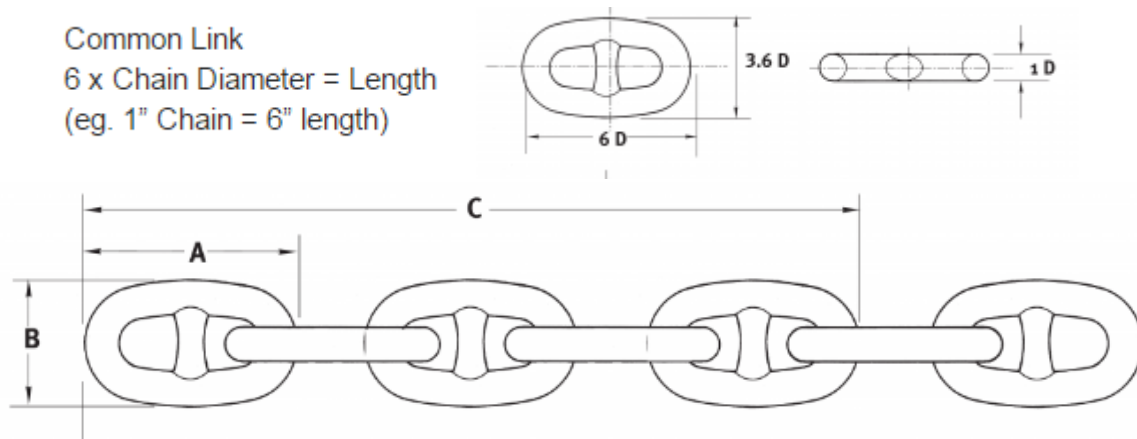


Weight	A	B	C	D	E	F	G	H	Ø
kgs	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
6900	3100	2393	1105	369	1681	1681	370	480	110

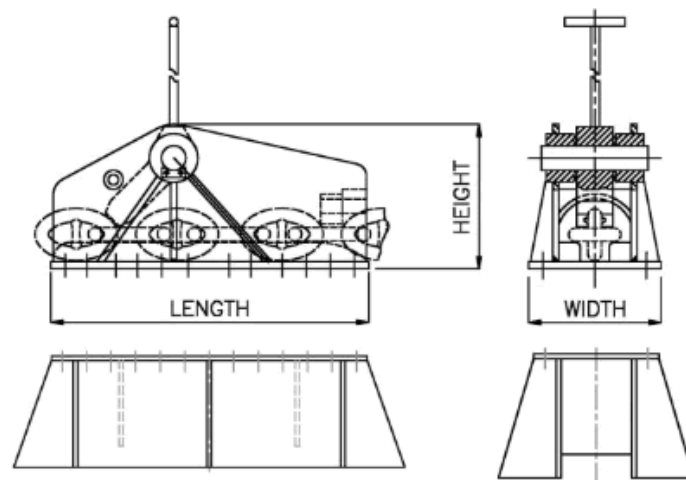
Anexo 4 – Cadena

STUD LINK ANCHOR CHAIN DIMENSIONS												
CHAIN SIZE		DIMENSIONS (INCHES)			WEIGHT PER 15 FATHOM SHOT	GRADE 2		GRADE 3		OIL RIG QUALITY		LINKS PER SHOT (15 FATHOM S)
						PROOF TEST	BREAK TEST	PROOF TEST	BREAK TEST	PROOF TEST	BREAK TEST	
INCHES	MM	A	B	C	#	#	#	#	#	#	#	
2 7/8	73	17 1/4	10 3/8	63 1/4	7,020	449,000	628,000	628,000	897,000	640,000	965,000	93

Common Link
6 x Chain Diameter = Length
(eg. 1" Chain = 6" length)



Anexo 5 – Estopor de cadena



Chain Size	SWL	Overall Length		Width		Height (excluding handle)	
mm	Tonnes	Without Plinth	With Plinth	Without Plinth	With Plinth	Without Plinth	With Plinth
76	200	1800	2230	640	1000	850	1485

Anexo 6 – Tabla 2 Equipo de amarre

TABLE 2
Towline and Hawsers for Self-propelled Ocean-going Vessels

SI & MKS Units

Equipment Numeral	Equipment Number*	Towline Wire or Rope			Hawsers			
		Length, m	Breaking Strength,		Number	Length of Each, m	Breaking Strength,	
			kN	kgf			kN	kgf
U35	2230	240	1356.0	138300	5	200	451.0	46000

Anexo 7 – Cabos de amarre

DIA		CIR	Weight			Breaking Strength	
MM	INCH	INCH	KGS/100M	LBS/100FT	LBS/100FM	TON	KN
26	1-1/32	3-1/4	41.0	27.55	165.30	66.0	647.4

► Properties

- Specific gravity : 0.97
- Melting Point : 150 °C
- Water absorption : None
- Elongation at Break : 4 ~5 %
- U.V Resistance : Good

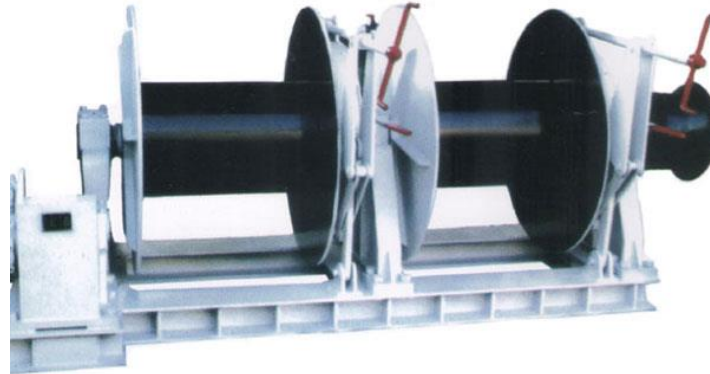
Anexo 8 – Cabrestante proa

Model	Rated pull(KN)	Rated speed(m/min)	Drum capacity(mm xm)	Braking force(KN)	Motor power(KW)	Dimensions(mm)	Weight(Ton)
EL- 250	250	10	43x450	750	90	2850x1800x2900	12.5

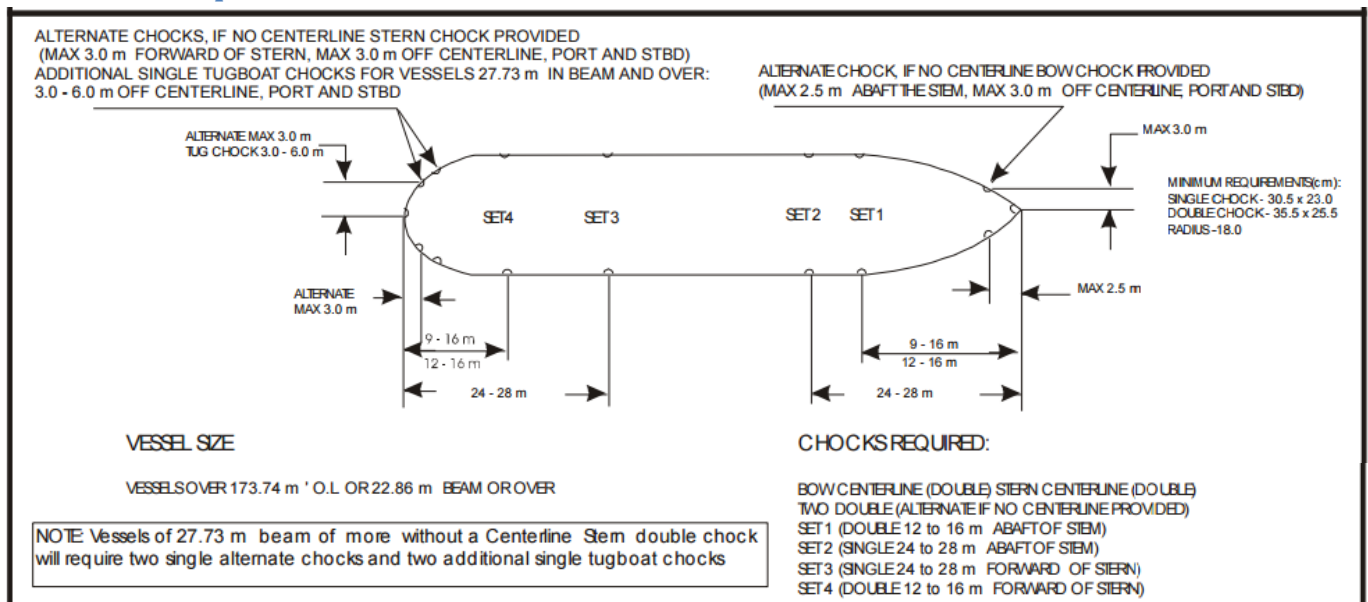


Anexo 9 – Cabrestante amarre Popa

Model	Rated pull(KN)	Rated speed(m/min)	Drum capacity(mmxm)	Braking force(KN)	Motor power(KW)	Dimensions(mm)	Weight(Ton)
EL-250	250	10	43x450	750	90	2850x1800x2900	12.5

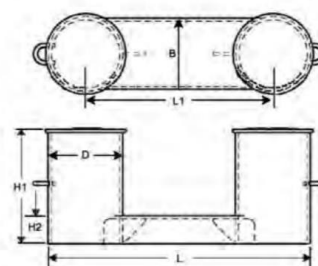


Anexo 10 – Requerimientos Canal de Panamá

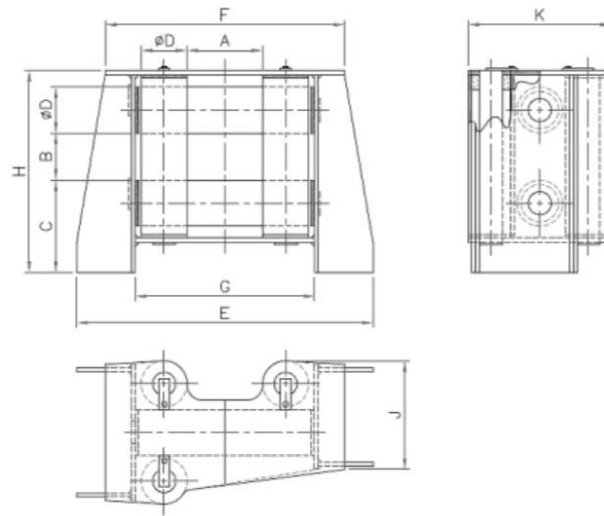


Anexo 11 – Bita doble

Nominal Dia (mm)	B	D	Dimensions in mm		L1	L	Max BL of rope (ton)	Mass (kgs)
			H1	H2				
100	114	114	150	75	250	364	3	16
125	140	140	190	80	315	455	4	24
160	168	168	250	90	400	568	5	38
200	219	219	300	100	500	719	10	60
250	273	273	380	125	630	903	12	101
315	324	324	480	150	800	1124	20	197
355	355	355	530	165	890	1245	26	260
400	406	406	600	175	1000	1406	32	371
450	457	457	680	190	1130	1587	39	473
500	508	508	750	200	1250	1758	52	635
560	530	559	830	210	1400	1960	56	930
630	610	610	940	225	1570	2180	62	1162
710	711	711	1050	250	1750	2461	82	1509
800	813	813	1200	275	2000	2813	100	2081



Anexo 12 – Rodillos

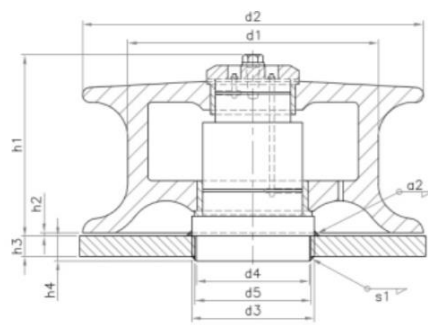


Type	Part No	SWL (tonnes)	Wire Rope (Dia)	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K
114	A2-567	8	10-15	254	152	309	114	800	666	534	645	280	362
140	A2-527	12	16-20	254	152	335	140	898	724	578	697	356	440
168	A2-553	16	21-26	254	152	363	168	970	778	634	753	400	524
194	A1-558	25	27-34	324	200	389	194	1258	1016	762	853	457	602
273	A1-513	38	35-40	324	200	543	273	1492	1168	920	1111	682	838
324	A1-570	45	41-44	324	200	624	324	1652	1290	1022	1223	698	992
356	A1-571			508	254	706	356	1950	1550	1270	1441	764	1088
406	A1-572			508	254	756	406	2390	1800	1420	1541	914	1270

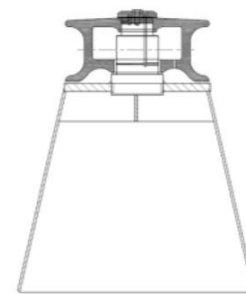
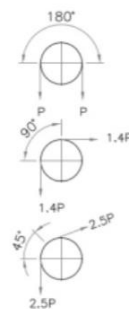
Anexo 13 - Roletes

Size	d1	d2	d3	d4	d5	h1	h2	h3	h4	s1	s2	tonnes (P)
150	150	240	105	85	90	158	5	25	40	8	6	15.8
200	200	310	130	110	115	190	5	25	40	8	6	19.8
250	250	380	150	130	135	245	6	25	40	8	8	28.5
300	300	440	170	150	155	270	7	35	50	8	8	33.6
350	350	500	190	170	175	294	7	35	50	10	10	44.8
400	400	560	200	180	185	332	7	35	50	12	12	58.0
450	450	630	225	205	210	341	7	35	50	12	12	64.2
500	500	680	245	225	230	358	7	40	50	15	15	84.3

P = breaking load in tonnes on the line which is to be used with the roller fairlead



Roller shown with circular base plate supplied as an optional extra

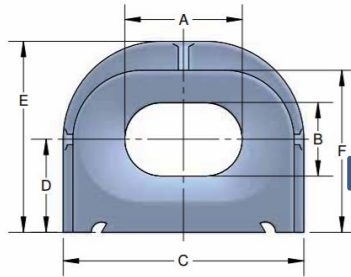
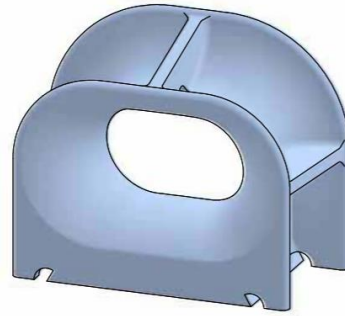
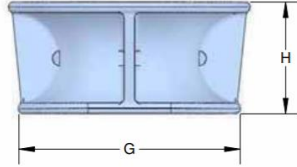


Best size manufactured to suit your requirements, also available with tubular base. Please state if horn is required

Anexo 14 - Panama Chocks Proa y Popa

Chocks, Deck Mount, Cast Steel

- Chocks made to ASTM F2936-12
- Standard Material to be A27, Gr. 60-30
- Custom Coatings Available
- Custom Materials Available



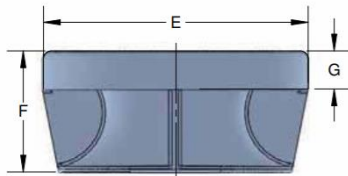
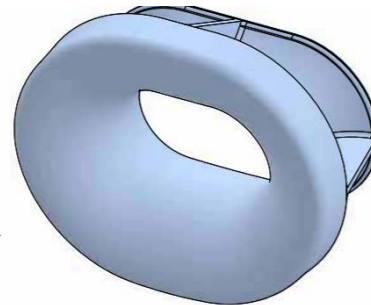
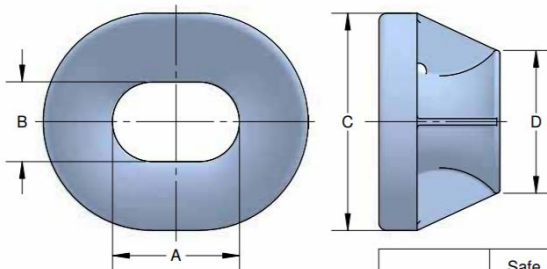
* Safe Working Load (SWL) shown in the table are for reference only. "SWL" may be adjusted depending on the actual loading conditions, and the actual marking is to be per the agreement between the user and the manufacturer.
** Rope diameter (Recommend) is only for reference based on bending ratio of rope through the chock is 12 times

Model No.	Safe Working Load (Ton) *	Rope Dia. **	A	B	C	D	E	F	G	H
SF2935-D-A	23	18	9 ²⁷ / ₃₂	7 ¹ / ₈	19 ¹ / ₃₂	8 ³ / ₈	16 ¹ / ₁₆	14 ¹ / ₈	17 ²⁷ / ₃₂	8 ³ / ₈
SF2935-D-B	40	24	11 ¹ / ₁₆	9 ²⁷ / ₃₂	24 ¹ / ₈	10 ¹ / ₃₂	21 ¹ / ₁₆	18 ¹ / ₁₆	22 ¹ / ₈	11 ¹ / ₈
SF2935-D-C	56	28	13 ²⁷ / ₃₂	9 ²⁷ / ₃₂	28 ¹ / ₈	11 ¹ / ₃₂	23 ²⁷ / ₃₂	20 ²⁷ / ₃₂	26 ¹ / ₈	13 ¹ / ₈
SF2935-D-D	70	32	15 ³ / ₈	9 ²⁷ / ₃₂	32 ¹ / ₈	12 ¹ / ₈	25 ²⁷ / ₃₂	21 ²⁷ / ₃₂	29 ¹ / ₁₆	15
SF2935-D-E	72	32	17 ²³ / ₃₂	9 ²⁷ / ₃₂	34 ¹ / ₈	12 ¹ / ₈	25 ²⁷ / ₃₂	21 ²⁷ / ₃₂	31 ²⁷ / ₃₂	15
SF2935-D-F	78	32	19 ¹ / ₁₆	9 ²⁷ / ₃₂	36 ¹ / ₈	12 ¹ / ₈	25 ²⁷ / ₃₂	21 ²⁷ / ₃₂	33 ¹ / ₈	15
SF2935-D-G	90	36	15 ³ / ₈	9 ²⁷ / ₃₂	34 ¹ / ₈	13 ¹ / ₁₆	27 ¹ / ₃₂	23 ³ / ₃₂	31 ¹ / ₁₆	16 ⁷ / ₈
SF2935-D-H	93	36	17 ²³ / ₃₂	9 ²⁷ / ₃₂	36 ¹ / ₈	13 ¹ / ₁₆	27 ¹ / ₃₂	23 ³ / ₃₂	33 ¹ / ₁₆	16 ⁷ / ₈
SF2935-D-I	95	36	19 ¹ / ₁₆	9 ²⁷ / ₃₂	38 ¹ / ₈	13 ¹ / ₁₆	27 ¹ / ₃₂	23 ³ / ₃₂	35 ¹ / ₈	16 ⁷ / ₈
SF2935-D-J	91	36	19 ¹ / ₁₆	15 ³ / ₈	38 ¹ / ₈	16 ¹ / ₈	33 ¹ / ₈	29 ¹ / ₈	35 ¹ / ₈	16 ⁷ / ₈
SF2935-D-K	117	44	19 ¹ / ₁₆	9 ²⁷ / ₃₂	42 ¹ / ₈	15 ¹ / ₁₆	31 ¹ / ₃₂	26 ¹ / ₈	39 ¹ / ₈	20 ²⁷ / ₃₂
SF2935-D-L	118	44	19 ¹ / ₁₆	15 ³ / ₈	42 ¹ / ₈	18 ¹ / ₈	37 ¹ / ₁₆	32 ¹ / ₈	39 ¹ / ₈	20 ²⁷ / ₃₂
SF2935-D-M	144	44	19 ¹ / ₁₆	9 ²⁷ / ₃₂	42 ¹ / ₈	15 ¹ / ₁₆	31 ¹ / ₃₂	26 ¹ / ₈	39 ¹ / ₈	20 ²⁷ / ₃₂
SF2935-D-N	141	44	19 ¹ / ₁₆	15 ³ / ₈	42 ¹ / ₈	18 ¹ / ₈	37 ¹ / ₁₆	32 ¹ / ₈	39 ¹ / ₈	20 ²⁷ / ₃₂

Anexo 15 – Panamá chocks Bandas

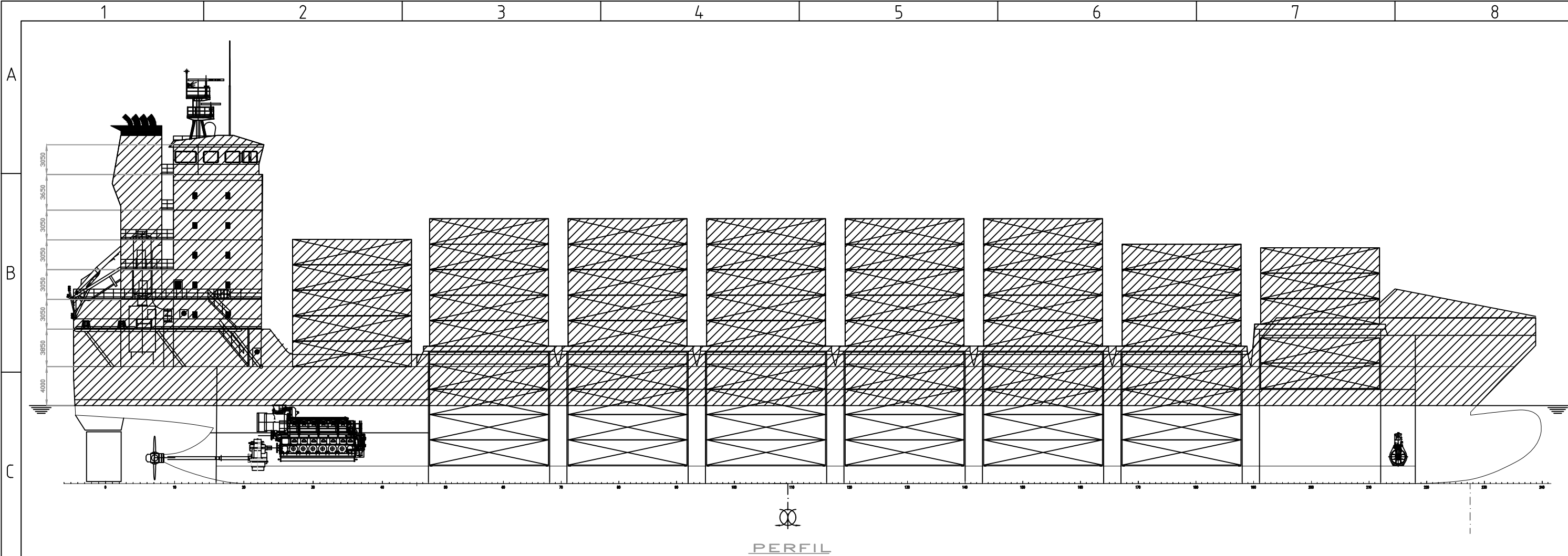
Chocks, Bulwark, Cast Steel

- Chocks made to ASTM F2936-12
- Standard Material to be A27, Gr. 60-30
- Custom Coatings Available
- Custom Materials Available



* Safe Working Load (SWL) shown in the table are for reference only. "SWL" may be adjusted depending on the actual loading conditions, and the actual marking is to be per the agreement between the user and the manufacturer.
** Rope diameter (Recommend) is only for reference based on bending ratio of rope through the chock is 12 times

Model No.	Safe Working Load (Ton) *	Rope Dia. **	A	B	C	D	E	F	G
SF2935-B-A	23	18	9 ²⁷ / ₃₂	7 ¹ / ₈	18 ¹ / ₃₂	17 ²³ / ₆₄	20 ³ / ₁₆	8 ⁷ / ₁₆	3 ³ / ₃₂
SF2935-B-B	40	24	11 ¹ / ₁₆	9 ²⁷ / ₃₂	23 ³ / ₃₂	21 ¹ / ₁₆	25 ¹ / ₈	11 ¹ / ₈	3 ¹ / ₁₆
SF2935-B-C	56	28	13 ²⁷ / ₃₂	9 ²⁷ / ₃₂	25 ¹ / ₈	25 ¹ / ₁₆	28 ³ / ₃₂	13 ¹ / ₈	4 ²³ / ₃₂
SF2935-B-D	70	32	15 ³ / ₈	9 ²⁷ / ₃₂	26 ¹ / ₁₆	28 ³ / ₁₆	32 ¹ / ₃₂	15	4 ²³ / ₃₂
SF2935-B-E	72	32	17 ²³ / ₃₂	9 ²⁷ / ₃₂	26 ¹ / ₁₆	30 ¹ / ₁₆	34 ¹ / ₁₆	15	4 ²³ / ₃₂
SF2935-B-F	78	32	19 ¹ / ₁₆	9 ²⁷ / ₃₂	26 ¹ / ₁₆	32 ²⁹ / ₃₂	36 ²⁵ / ₃₂	15	4 ²³ / ₃₂
SF2935-B-G	90	36	15 ³ / ₈	9 ²⁷ / ₃₂	28 ¹ / ₁₆	30 ¹ / ₈	34 ²³ / ₃₂	16 ⁷ / ₈	4 ²³ / ₃₂
SF2935-B-H	93	36	17 ²³ / ₃₂	9 ²⁷ / ₃₂	28 ¹ / ₁₆	32 ¹ / ₃₂	36 ¹ / ₁₆	16 ⁷ / ₈	4 ²³ / ₃₂
SF2935-B-I	95	36	19 ¹ / ₁₆	9 ²⁷ / ₃₂	28 ¹ / ₁₆	34 ¹ / ₁₆	38 ² / ₃₂	16 ⁷ / ₈	4 ²³ / ₃₂
SF2935-B-J	91	36	19 ¹ / ₁₆	15 ³ / ₈	34 ²³ / ₃₂	34 ¹ / ₁₆	38 ² / ₃₂	16 ⁷ / ₈	4 ²³ / ₃₂
SF2935-B-K	117	44	19 ¹ / ₁₆	9 ²⁷ / ₃₂	32 ¹ / ₃₂	38 ¹ / ₁₆	42 ¹ / ₁₆	20 ² / ₃₂	4 ²³ / ₃₂
SF2935-B-L	118	44	19 ¹ / ₁₆	15 ³ / ₈	38 ¹ / ₈	38 ¹ / ₈	42 ¹ / ₁₆	20 ² / ₃₂	4 ²³ / ₃₂



CALCULO NUMERAL DE EQUIPO

Area lateral (A)	2448 m ²
h1	3.85 m
h2	3.05 m
h3	3.05 m
h4	3.05 m
h5	3.05 m
h6	3.65 m
h7	3.05 m
Francobordo (a)	4.00 m
Desplazamiento (Δ)	16523 m ³
Numeral equipo	2120



$$\text{Numeral equipo} = \Delta^{2/3} + 2.B.h + 0.1A$$

$$h = a + h_1 + h_2 + h_3 + h_4 + h_5 + h_6 + h_7$$

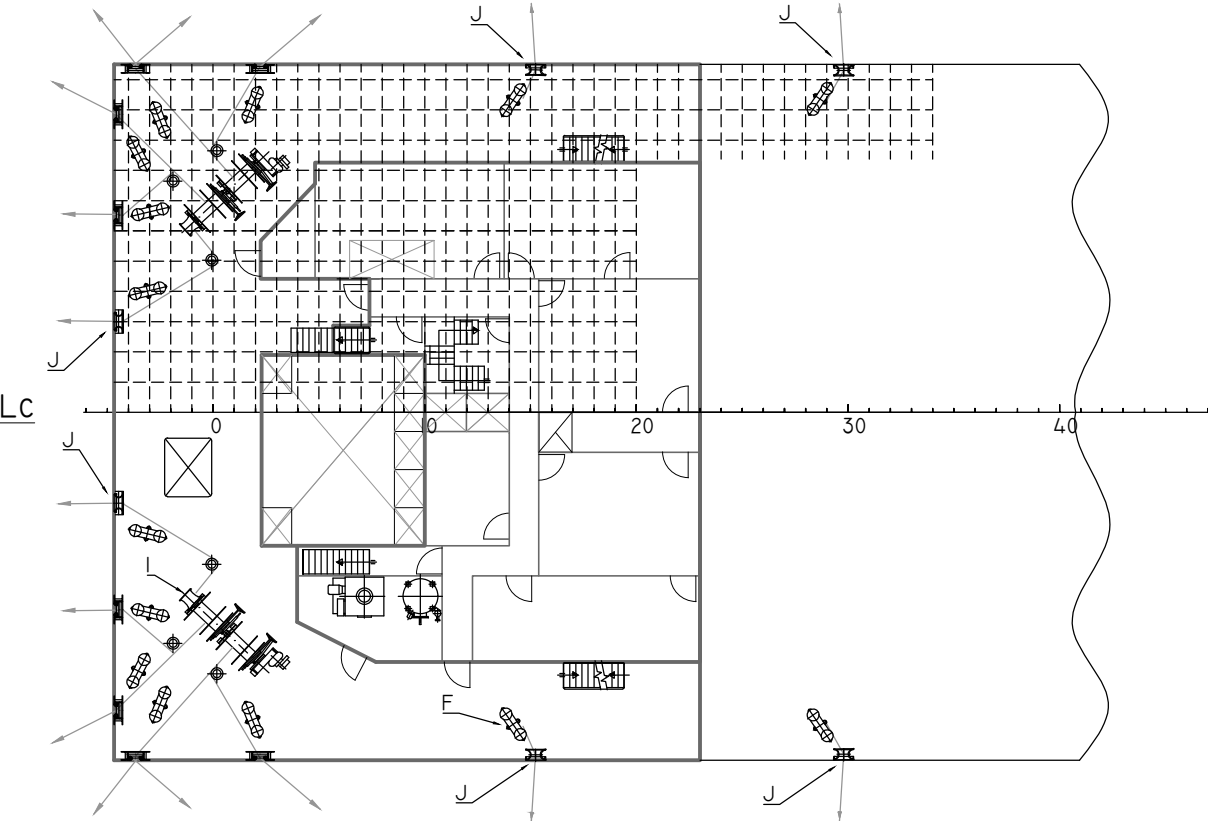
CARACTERISTICAS PRINCIPALES

ESLORA TOTAL	LOA	150,574	M
ESLORA DE FLOTACION	LWL(1)	143,809	M
ESLORA ENTRE PERPENDICULARES	LBP(1)	140,000	M
MANGA	B	23,000	M
CALADO DE DISEÑO	T	8,000	M
PUNTAL	D	12,000	M
ABSCISSA CENTRO DE FLOTACION	LCW(2)	10,758	M
CENTRO LONGITUDINAL DE FLOTACION	LCB(2)	4,962	M
COEFICIENTE DE SECCION MEDIA	CM(1)	0,984	-
COEFICIENTE DE BLOQUE	CB(1)	0,617	-
COEFICIENTE DE PLANO DE FLOTACION	CWL(1)	0,818	-

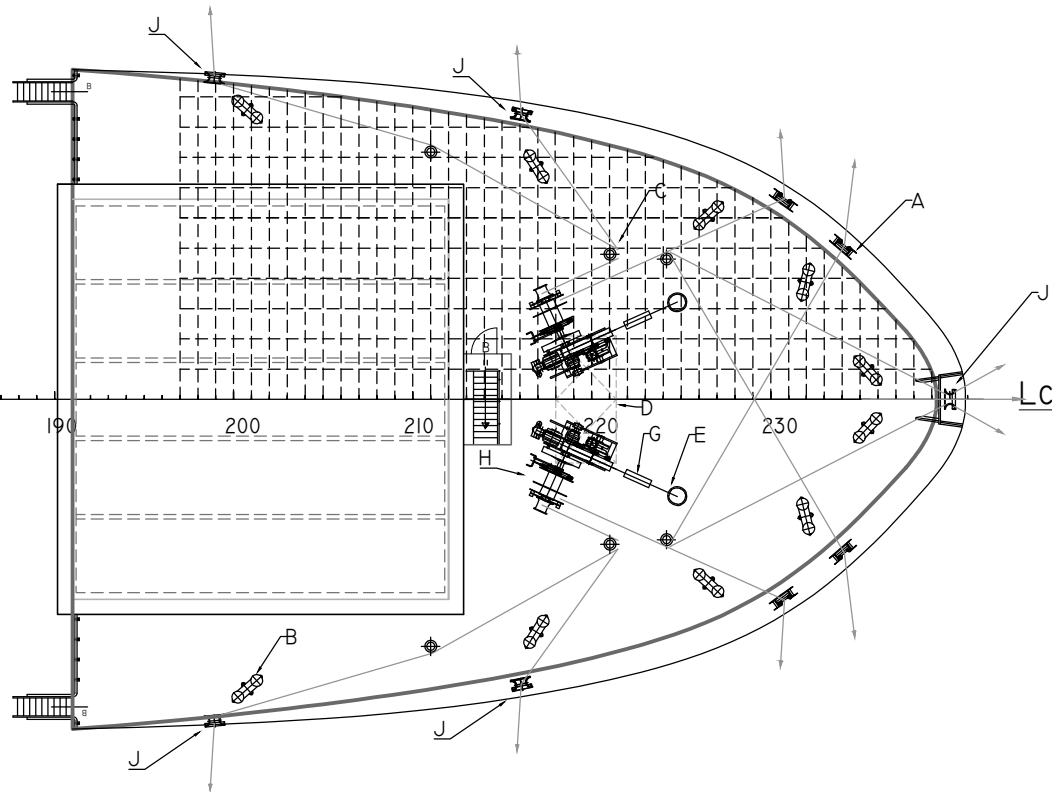
(1) DATA REFERIDA AL CALADO T.
(2) POSITIVO A POPA DE LBP/2.

					CALCULO NUMERAL DE EQUIPO	NOMBRE: PAUL MAC CARTHY	VERIFICADO	APROBADO	 Instituto Tecnológico de Buenos Aires	
						FECHA 13/01/2019				
						LEGAJO: 53360				
C	ACTUALIZACION SEGUN PMC	13/01/2019	PMC	NFI						BUQUE PORTACONTENEDORES 950 TEU PSC ENDURANCE
B	CORRECCIONES SEGUN NFI	12/06/2017	PMC	NFI						
A	REVISION INICIAL	26/05/2017	PMC	NFI						
REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	DIBUJ.	VERIF.						
MODIFICACIONES										
						AMARRE Y FONDEO	NÚMERO PLANO	REV	HOJA N°	N° HOJAS
							PMC-PB-200-001	C	1	1
					ESCALA:		ARCHIVO:	FORMATO: A3		

CUBIERTA TOLDILLA (15750 MM. SOBRE LB)



CASTILLO DE PROA (15200 MM. SOBRE LB)



DESCRIPCION	
A	RODILLO
B	BITA DOBLE
C	ROLETE
D	CAJA DE CADENAS
E	ESCOBEN
F	BITA DOBLE
G	ESTOPOR FONDEO
H	CABRESTANTE DUAL
I	CABRESTANTE AMARRE
J	PANAMA CHOCKS (REQ. CANAL DE PANAMA)

CARACTERISTICAS PRINCIPALES

ESLORA TOTAL	LOA	150,574	M
ESLORA DE FLOTACION	LWL(I)	143,809	M
ESLORA ENTRE PERPENDICULARES	LBP(I)	140,000	M
MANGA	B	23,000	M
CALADO DE DISEÑO	T	8,000	M
PUNTAL	D	12,000	M
SOCIEDAD DE CLASIFICACIÓN	AMERICAN BUREAU OF SHIPPING (ABS)		

C	CORRECCIONES SEGUN NFI	02/02/2019	PMC	NFI
B	CORRECCIONES SEGUN NFI	12/06/2017	PMC	NFI
A	REVISION INICIAL	26/05/2017	PMC	NFI
REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	DIBUJ.	VERIF.
MODIFICACIONES				

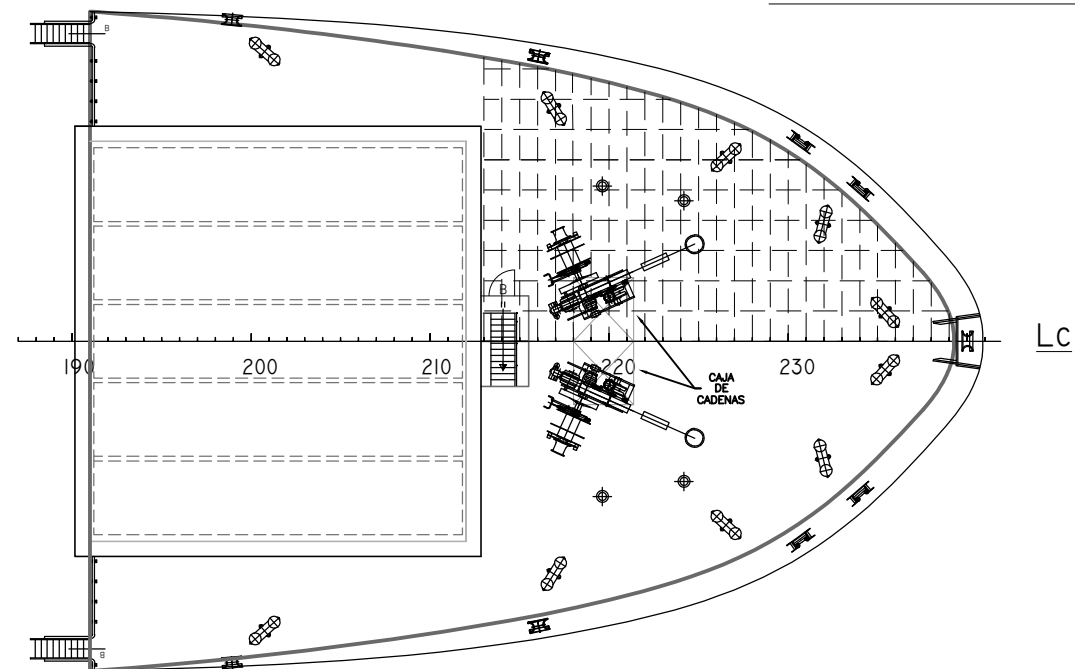
ESQUEMA AMARRE Y FONDEO

NOMBRE: PAUL MAC CARTHY		VERIFICADO	APROBADO
FECHA: 02/02/2019			
LEGAJO: 53360			
NÚMERO PLANO	REV	HOJA N°	N° HOJAS
PMC-PB-200-003	C	1	2
ESCALA:	ARCHIVO:	FORMATO:	
		A3	

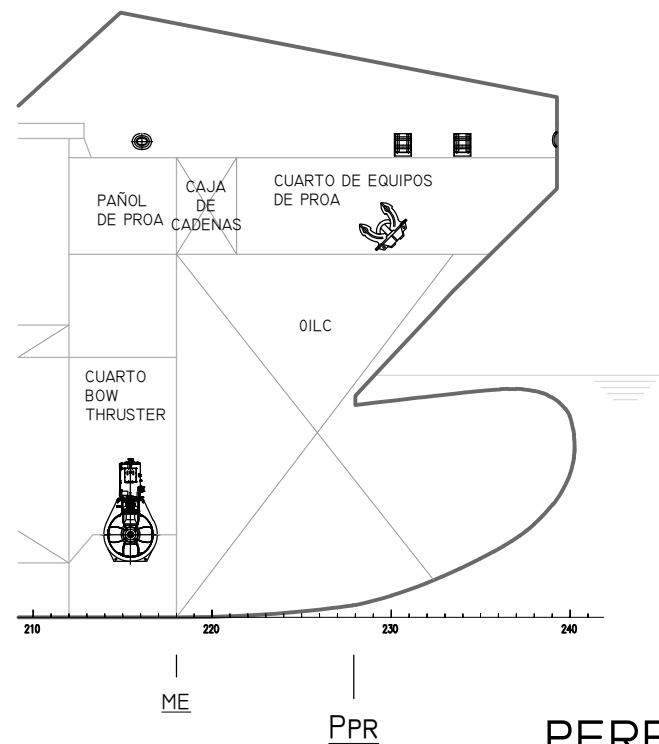


BUQUE PORTACONTENEDORES 950 TEU
PSC ENDURANCE

CASTILLO DE PROA (15200 MM. SOBRE LB)



NUMERAL DE EQUIPO	
NUMERAL DE EQUIPO	U35
NUMERO DE EQUIPO	2230
CANTIDAD DE ANCLAS	3
MASA POR ANCLA	6,900 KG
LARGO CADENA	2 x 305 M
DIAMETRO ESLABON	73 MM
CAJA DE CADENAS (x2)	
ESLORA	2000 MM
MANGA	2100 MM
ALTURA	3200 MM
VOLUMEN	13,44 M ³



CASTILLO DE PROA
(15200MM SOBRE LB)

CUBIERTA PRINCIPAL
(12000MM SOBRE LB)

ENTREPUEENTE 2
(8600MM SOBRE LB)

ENTREPUEENTE 1
(5200MM SOBRE LB)

DOBLE FONDO
(1800MM SOBRE LB)

PERFIL

CARACTERISTICAS PRINCIPALES

ESLORA TOTAL	LOA	150,574	M
ESLORA DE FLOTACION	LWL(I)	143,809	M
ESLORA ENTRE PERPENDICULARES	LBP(I)	140,000	M
MANGA	B	23,000	M
CALADO DE DISEÑO	T	8,000	M
PUNTAL	D	12,000	M
SOCIEDAD DE CLASIFICACIÓN	AMERICAN BUREAU OF SHIPPING (ABS)		







D	CORRECCIONES SEGUN NFI	02/02/2019	PMC	NFI
C	CORRECCIONES SEGUN NFI	13/01/2019	PMC	NFI
B	CORRECCIONES SEGUN NFI	12/06/2017	PMC	NFI
A	REVISION INICIAL	26/05/2017	PMC	NFI
REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	DIBUJ.	VERIF.
MODIFICACIONES				


ESQUEMA AMARRE Y FONDEO

		VERIFICADO	APROBADO
NOMBRE: PAUL MAC CARTHY			
FECHA: 02/02/2019			
LEGAJO: 53360			
NÚMERO PLANO	REV	HOJA N°	N° HOJAS
PMC-PB-200-003	D	2	2
ESCALA:	ARCHIVO:	FORMATO: A3	



BUQUE PORTACONTENEDOR 950 TEU
PSC ENDURANCE

	1	2	3	4																																								
A																																												
B	<h1>PARTE 4C</h1>																																											
C	<h2>LUCHA CONTRA INCENCIO</h2> <h3>BUQUE PORTACONTENEDORES 950TEU</h3>																																											
D	<div> <div> APROBADO NFI 06/05/2019 </div> </div>																																											
E	<table border="1"> <tr> <td colspan="2"></td> <td>VERIFICADO</td> <td colspan="2">APROBADO</td> </tr> <tr> <td colspan="2">NOMBRE: PAUL MAC CARTHY</td> <td></td> <td colspan="2"> <div> NFI 06/05/2019 </div> </td> </tr> <tr> <td colspan="2">LEGAJO: 53360</td> <td></td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td colspan="2">FECHA: 03/05/2019</td> <td></td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td>NÚMERO PLANO</td> <td>REV</td> <td>HOJA N°</td> <td colspan="2">N° HOJAS</td> </tr> <tr> <td></td> <td>C</td> <td>0</td> <td colspan="2">9</td> </tr> <tr> <td>ESCALA:</td> <td>ARCHIVO:</td> <td>FORMATO:</td> <td colspan="2">   </td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>A4</td> <td colspan="2"></td> </tr> </table>						VERIFICADO	APROBADO		NOMBRE: PAUL MAC CARTHY			<div> NFI 06/05/2019 </div>		LEGAJO: 53360					FECHA: 03/05/2019					NÚMERO PLANO	REV	HOJA N°	N° HOJAS			C	0	9		ESCALA:	ARCHIVO:	FORMATO:	 				A4		
		VERIFICADO	APROBADO																																									
NOMBRE: PAUL MAC CARTHY			<div> NFI 06/05/2019 </div>																																									
LEGAJO: 53360																																												
FECHA: 03/05/2019																																												
NÚMERO PLANO	REV	HOJA N°	N° HOJAS																																									
	C	0	9																																									
ESCALA:	ARCHIVO:	FORMATO:	 																																									
		A4																																										
F	<table border="1"> <tr> <td>A</td> <td>REVISION INICIAL</td> <td>13/06 2017</td> <td>PMC</td> <td>NFI</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>CORRECCIONES SEGUN NFI</td> <td>20/01 2019</td> <td>PMC</td> <td>NFI</td> </tr> <tr> <td>C</td> <td>CORRECCIONES SEGUN NFI</td> <td>03/05 2019</td> <td>PMC</td> <td>NFI</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>REV.</td> <td>DESCRIPCIÓN</td> <td>FECHA</td> <td>DIBUJ.</td> <td>VERIF.</td> </tr> <tr> <td colspan="5">MODIFICACIONES</td> </tr> </table>				A	REVISION INICIAL	13/06 2017	PMC	NFI	B	CORRECCIONES SEGUN NFI	20/01 2019	PMC	NFI	C	CORRECCIONES SEGUN NFI	03/05 2019	PMC	NFI											REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	DIBUJ.	VERIF.	MODIFICACIONES									
A	REVISION INICIAL	13/06 2017	PMC	NFI																																								
B	CORRECCIONES SEGUN NFI	20/01 2019	PMC	NFI																																								
C	CORRECCIONES SEGUN NFI	03/05 2019	PMC	NFI																																								
REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	DIBUJ.	VERIF.																																								
MODIFICACIONES																																												



Instituto Tecnológico de Buenos Aires

PSC ENDURANCE

LUCHA CONTRA INCENDIO

CONTENIDO

1	Introducción.....	2
2	Sistemas de extinción por agua.....	2
2.1	Bombas.....	2
2.2	Tuberías.....	3
2.3	Hidrantes y accesorios.....	3
3	Sistema CO2	4
3.1	Sala de maquinas.....	4
3.2	Sistema de disparo.....	4
4	Extintores portátiles	5
4.1	Espacios de la superestructura	5
4.2	Espacios de maquinas	6
4.3	Resumen extintores	6
5	Anexos.....	7
	Anexo I – Tipos de agentes extintores PNA	7
	Anexo II – Potencial Extintor PNA	7
	Anexo III – Datos descarga CO2.....	8
	Anexo IV – Botellón 45kg CO2.....	9

1 Introducción

Este trabajo comprende el diseño de tres sistemas de lucha contra incendio dentro del buque. Se seguirán las reglas de construcción y clasificación del American Bureau of Shipping (ABS), reglamentaciones del SOLAS, el Código Internacional de Sistemas de Seguridad Contra Incendio y las Ordenanzas Marítimas de la PNA. Estos tres sistemas a desarrollarse son los siguientes:

- Lucha contra incendio por medio de agua (Sistema de tuberías)
- CO2 en la Sala de Maquinas
- Distribución de extinguidores portátiles en la sala de máquinas, cubierta de referencia y puente de gobierno.

Para cada sistema se realiza un plano. Estos son los siguientes:

2 Sistemas de extinción por agua

El sistema de extinción por agua es un sistema fijo, compuesto por bombas de incendio, válvulas, maniobras, mangueras, hidrantes y accesorios asociados. Este sistema se dimensiona de acuerdo a las regulaciones del SOLAS capítulo II-2. El sistema succionara agua de mar a través de las tomas de mar, enviándola a los hidrantes distribuidos a lo largo del buque.

2.1 Bombas

El buque contara con dos bombas de incendio dedicadas, la bomba de servicios generales como bomba de incendio de respeto y una bomba de incendio de emergencia. Este es el requerimiento de SOLAS de dos bombas de incendio dedicadas para buques de carga con GT mayor a 1000ton.

El caudal de ambas bombas de LCI requerido debe ser superior a 4/3 del caudal de la bomba de achique (134,2m³/h). Pero no superior a 180m³/h.

$$Q_{LCI} = \frac{4}{3} Q_{achique}$$
$$Q_{LCI} = 179 \text{ m}^3/\text{h}$$

El caudal total estará distribuido entre dos bombas. Cada bomba deberá tener un caudal superior al 80% de la mitad de Q_{LCI} .

$$Q_{bomba} = 80\% Q_{LCI}$$
$$Q_{bomba} = 143 \text{ m}^3/\text{h}$$

La bomba de emergencia deberá tener una capacidad mínima del 40% de las bombas principales y no menor a 25m³/h (requerimiento del “International Code for Fire Safety Systems” y la SC). La bomba de emergencia tendrá una capacidad de 143 m³/h (mismo caudal que las bombas principales), cumpliendo con los requisitos mínimos. Además estará ubicada un local con divisiones clase A y un acceso desde la cubierta superior ya que se encuentra contiguo a al espacio de máquinas (ver plano).

2.2 Tuberías

El diámetro de la tubería ser dimensionado para el máximo caudal suministrado por las dos bombas de incendio principales (179m³/h), a no ser que este supere, para buques de carga, 140m³/h. Dado que supera esta capacidad se dimensiona el colector para el caudal último.

$$Q = \frac{V * \pi * d^2}{4}$$

$$d = \sqrt{\frac{4 * 140m^3/h}{\pi * 3 m/s * 3600}} = 128.5 mm$$

Donde:

$V = \text{velocidad de diseño adoptada} = 3m/s$

$Q = \text{caudal de diseño adoptado} = 140m^3/h$

Tomando un diámetro mínimo requerido de 128.5 mm se selecciona la siguiente tubería comercial:

- Schedule 40 DN 150 (diámetro interno de 154.1mm)

2.3 Hidrantes y accesorios

La posición de los hidrantes se puede observar en el plano adjunto. Estos están ubicados de manera que se pueda alcanzar cualquier punto en el barco con dos hidrantes distintos (y un único tramo de manguera). Estos a su vez deben estar lo más cerca posible de los accesos a espacios protegidos. Las bodegas de carga no poseerán hidrantes en su interior.

Las mangueras tendrán las siguientes longitudes:

- 15m en espacios de maquinas
- 20m para el resto de los espacios y cubiertas.

En cada puesto de hidrante en cubierta habrá mangueras de 20 metros mientras que en cada puesto de hidrante en sala de máquinas habrá mangueras de 15m. En resumen se colocan abordo la siguiente cantidad de mangueras:

- Cubierta principal: *10 mangueras (20 metros)*
 - 1 Cuarto del bow thruster:
 - 1 Pañol de proa
 - 6 Zona expuesta a la intemperie
 - 2 Casillaje
- Sala de máquinas: *7 mangueras (15 metros)*
 - 1 Doble fondo
 - 3 Entrepunte 1
 - 3 Entrepunte 2
- Superestructura: *7 mangueras (20 metros)*
 - 2 cubierta toldilla
 - 1 cubierta A
 - 1 cubierta B
 - 1 cubierta C
 - 1 cubierta D
 - 1 puente de navegación
- Castillo de proa: *2 mangueras (20 metros)*

TOTAL: 26 mangueras

Ver plano PMC-PB-021-002 para ubicación de hidrantes y mangueras con accesorios.

3 Sistema CO2

3.1 Sala de máquinas

El sistema de CO2 de sala de máquinas contara con botellones ubicados en un cuarto fuera del espacio. Estos botellones estarán todos conectados y el CO2 podrá ser liberado mediante accionamiento local en el cuarto de CO2.

Para que el sistema pueda ser accionado previamente se deberá desalojar por completo el espacio. También se deberán apagar los equipos de ventilación y cerrar los dampers de ventilación, este sistema será centralizado con activación remota.

Para calcular el sistema de CO2 se sigue el lineamiento del Código SSCI capítulo 5 ítem 2.2. Estos se exponen a continuación.

El volumen de CO2 deberá ser mayor al 40% de volumen bruto de la sala de máquinas, sin tomar el guardacalor (ya que este no representa un área horizontal mayor al 40% del área donde comienza según CODIGO SSCI). El volumen bruto de sala de máquinas se obtiene de FORAN.

$$V_{SM} = 4969,2 \text{ m}^3$$

$$V_{CO2} = 0,4 * 4969,2$$
$$V_{CO2} = 1987,7 \text{ m}^3$$

Este volumen se transforma a peso con la siguiente relación propuesta por el CODIGO SSCI:

$$W_{CO2} = \frac{1987,7 \text{ m}^3}{0,56 \text{ m}^3/\text{kg}}$$
$$W_{CO2} = 3550 \text{ kg}$$

Un 85% del volumen calculado deberá ser descargado en el espacio en el plazo de 2 minutos (CODIGO SSCI). Para almacenar el CO2 se utilizaran botellones de 45kg, por lo que se deberá contar con 80 botellones. Para lograr descargar el 85% en dos minutos se procede a calcular el diámetro de la tubería.

$$W_{desc} = 0,85 * 3550 \text{ kg}$$
$$W_{desc} = 3017 \text{ kg}$$

Esto lleva a un ratio de descarga de: 1509 kg/min.

Para lograr este ratio de descarga se utiliza una tubería con un diámetro nominal de 4" (caudal entre 1380 – 2400 kg/min). Ver anexo III.

3.2 Sistema de disparo

El sistema de CO2 cuenta con un colector principal, que conecta todo los botellones a la válvula selectora de mandada de CO2. Esta válvula es accionada por un disparador ubicado en el local de CO2 mediante una línea de N2. La válvula selectora de mandada redirige el CO2 a la sala de máquinas. Desde el puente, el cuarto de control de máquinas o cuarto de control de carga se puede activar la parada remota de los ventiladores de ventilación de SM así como cerrar los dampers de ventilación.

4 Extinguidores portátiles

A continuación se realiza la distribución de los extinguidores portátiles en el buque. La selección del tipo de extinguidor y la cantidad se realiza de acuerdo a lo estipulado en la ordenanza marítima (OM) de la Prefectura Naval Argentina (PNA) Tomo 1 03-2005. La distribución de los extintores está expuesta en el plano: PMC-PB-021-001. Ver anexos I y II para obtener descripciones de los distintos tipos de extintores.

Las OM de PNA dividen a los buques en dos categorías, superior e inferior a un numeral cubico de 500m³. El numeral cubico del barco se calcula a continuación:

$$CN = L_{pp} \cdot B \cdot D = 140 * 23 * 12 = 38640 \text{ m}^3$$

4.1 Espacios de la superestructura

Se dispondrán los siguientes extinguidores:

- Cubierta principal:
 - 2 extintor de polvo seco tipo ABC de 9kg (en las inmediaciones del almacén y otro en la entrada al cuarto de HVAC)
- Cubierta de toldilla:
 - En la cocina se colocara un extintor con agente K (para fuegos con aceite), además de un dispositivo con agente K del tipo fijo sobre las hornallas y freidoras y un sistema de CO2 fijo para el ducto de ventilación de las hornallas.
 - 1 extintor de polvo seco ABC de 9kg en el cuarto del incinerador
 - 1 extintor de polvo seco ABC de 9kg en el pasillo principal
- Cubierta A
 - 2 extintores de espuma tipo B-II en el cuarto del generador de emergencia
 - 1 extintor de polvo seco ABC de 9kg en el pasillo principal
- Cubierta B
 - 1 extintor de polvo seco ABC de 9kg en el pasillo principal
- Cubierta C
 - 1 extintor de polvo seco ABC de 9kg en el pasillo principal
- Cubierta D
 - 1 extintor de polvo seco ABC de 9kg en el pasillo principal
- Puente de navegación
 - 1 extintor tipo C-II de CO2
 - 1 extintor de polvo seco ABC de 9kg en el pasillo principal
- Castillo de proa
 - 2 extintor de polvo seco ABC de 9kg en el pañol de proa

4.2 Espacios de máquinas

Para calcular la cantidad de extintores es necesario conocer la potencia en la sala de máquinas de los motores y la cantidad de calderas:

- Motor principal: 1 x 16800kW
- Motores auxiliares: 3 x 710kW

Nota: La caldera de recuperación no se considera en el calculo ya que no opera con combustible (opera con gases de escape del Motor Principal).

En base a los datos anteriores se dispondrán los siguientes extintores portátiles (se exige un mínimo de seis dada la potencia para a SM):

- 1 extintores de espuma B-II (cuarto de purificadoras)
- 1 extintor de polvo seco tipo ABC de 9kg
- 1 extintor de espuma B-II para el quemador de la caldera
- 3 extintores de espuma B-II para los motores auxiliares
- 1 extintor de polvo seco tipo ABC de 9kg para el taller mecánico
- 1 extintor de CO2 tipo C-II para el cuarto de control
- 1 extintor de polvo tipo ABC de 9kg para el cuarto de control
- 3 extintores de CO2 tipo C-II para tableros eléctricos

4.3 Resumen extintores

Las cantidades totales de extintores abordo se expresan a continuación:

- Polvo seco ABC de 9kg 14
- Agente K..... 1
- Espuma tipo B-II..... 6
- CO2 tipo C-II..... 5

5 Anexos

Anexo I – Tipos de agentes extintores PNA

Agente extintor	Recomendado para uso en incendios de:
Agua o Agua con aditivos	Madera, papel, tejidos y materiales análogos
Espuma	Madera, papel, tejidos y líquidos inflamables
Polvo seco / producto químico seco (normales o general/ clase B, C)	Líquidos inflamables, equipo eléctrico y gases inflamables.
Polvo seco / producto químico (fines múltiples/ clase A, B, C)	Madera, papel, tejidos, líquidos inflamables, equipo eléctrico y gases inflamables.
Polvo seco / producto químico seco (para metales)	Metales combustibles
Anhidrido carbónico	Líquidos inflamables y equipo eléctrico
Producto químico húmedo para clase F	Grasas para cocinar

Anexo II – Potencial Extintor PNA

- 4.2. La equivalencia del potencial extintor, en general, estará acorde con la siguiente tabla:

Tamaño	Agua (litros)	Espuma (litros)	CO ₂ (kg)	Polvo Seco (kg)
A-II	10	10	-	-
B-I	-	5	1,8 / 2	1
B-II	-	10	5 / 7	3 / 5
B-III	-	45	15	9
B-IV	-	75	20,5	13,5
B-V	-	150	45	22,5
C-I	-	-	1,8 / 2	1
C-II	-	-	5 / 7	3 / 5

Nota: Tipo "A" es el que contiene agua o espuma química como agente extintor.

Tipo "B" es el que contiene espuma química, polvo seco o CO₂.

Tipo "C" es el que contiene polvo seco o CO₂ como agente extintor.

Anexo III – Datos descarga CO2

Maxima cantidad de CO ₂ requerida (lbs)	Diámetro mínimo tubo (pulg)	Maxima cantidad de CO ₂ requerida (lbs)	Diámetro mínimo tubo (pulg)
100	1/2	2,500	2 1/2
225	3/4	4,450	3
300	1	7,100	3 1/2
600	1 1/4	10,450	4
1,000	1 1/2	15,000	4 1/2
2,450	2		

DIAMETRO NOMINAL	DESCARGA Kg/Min
3/8"	Hasta 30
1/2"	31-60
3/4"	60-90
1"	90-150
1 1/4"	150-270
1 1/2"	270-360
2"	360-600
2 1/2"	600-990
3"	990-1380
4"	1380-2400
5"	2400-3800
6"	> 3800

DIÁMETRO DE LA TUBERÍA	SEPARACIÓN MÁXIMA ENTRE SOPORTES
3/8"	1,7 m.
1/2"	1,8 m.
3/4"	1,9 m.
1"	2 m.
1 1/4"	2,2 m.
1 1/2"	2,3 m.
2"	2,5 m.
2 1/2"	2,8 m.
3"	3,1 m.
4"	3,5 m.

Anexo IV – Botellón 45kg CO₂

45 kg (100 lb.) CO₂ Cylinder & Valve Assembly

P/N 81-100067-00X

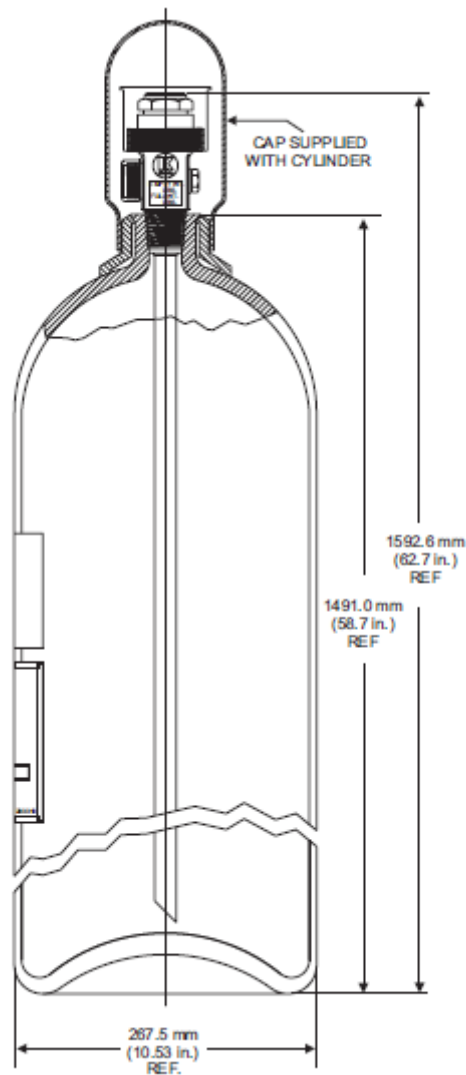
 Kidde Fire Systems

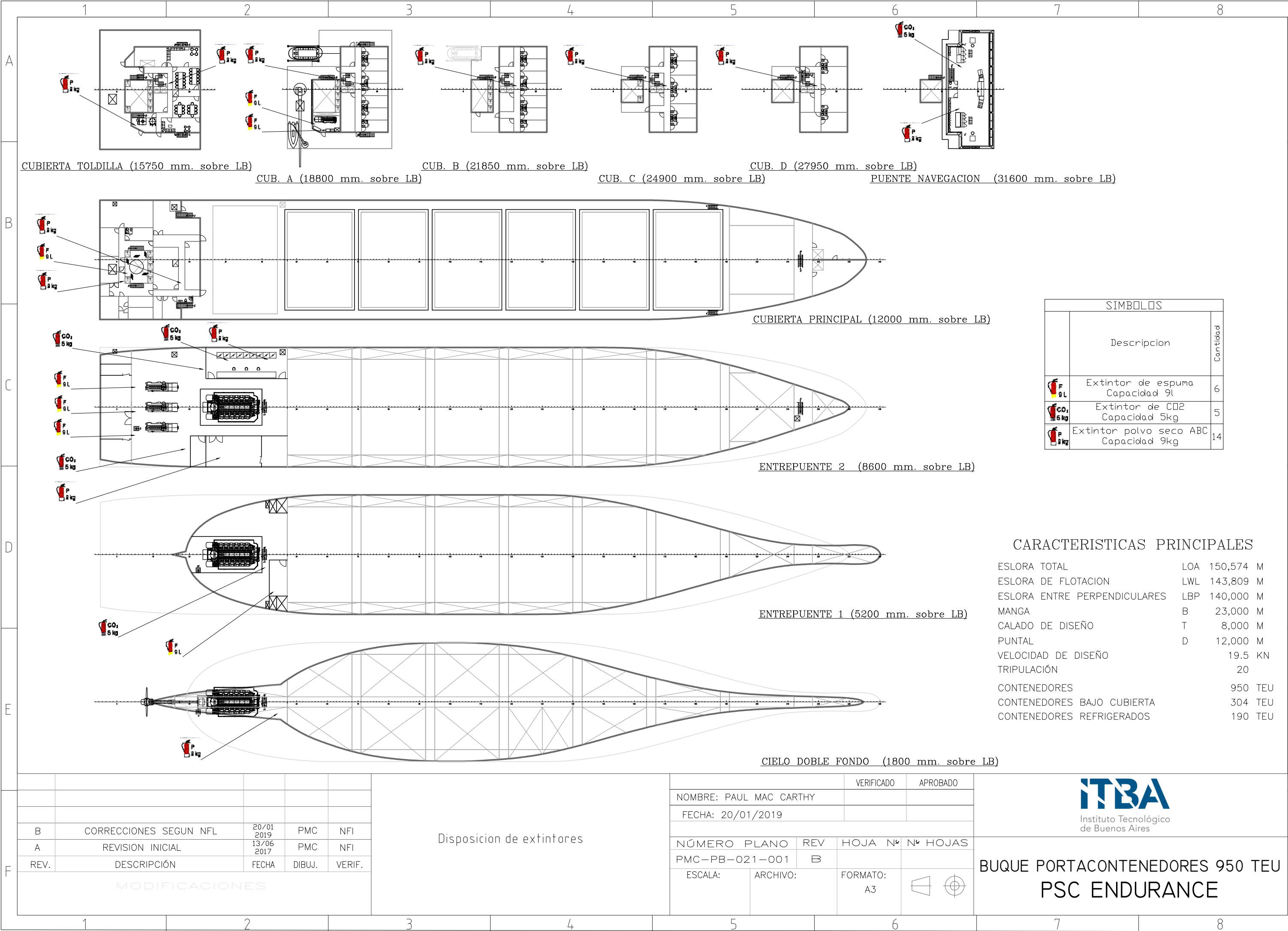
Effective: February 2003

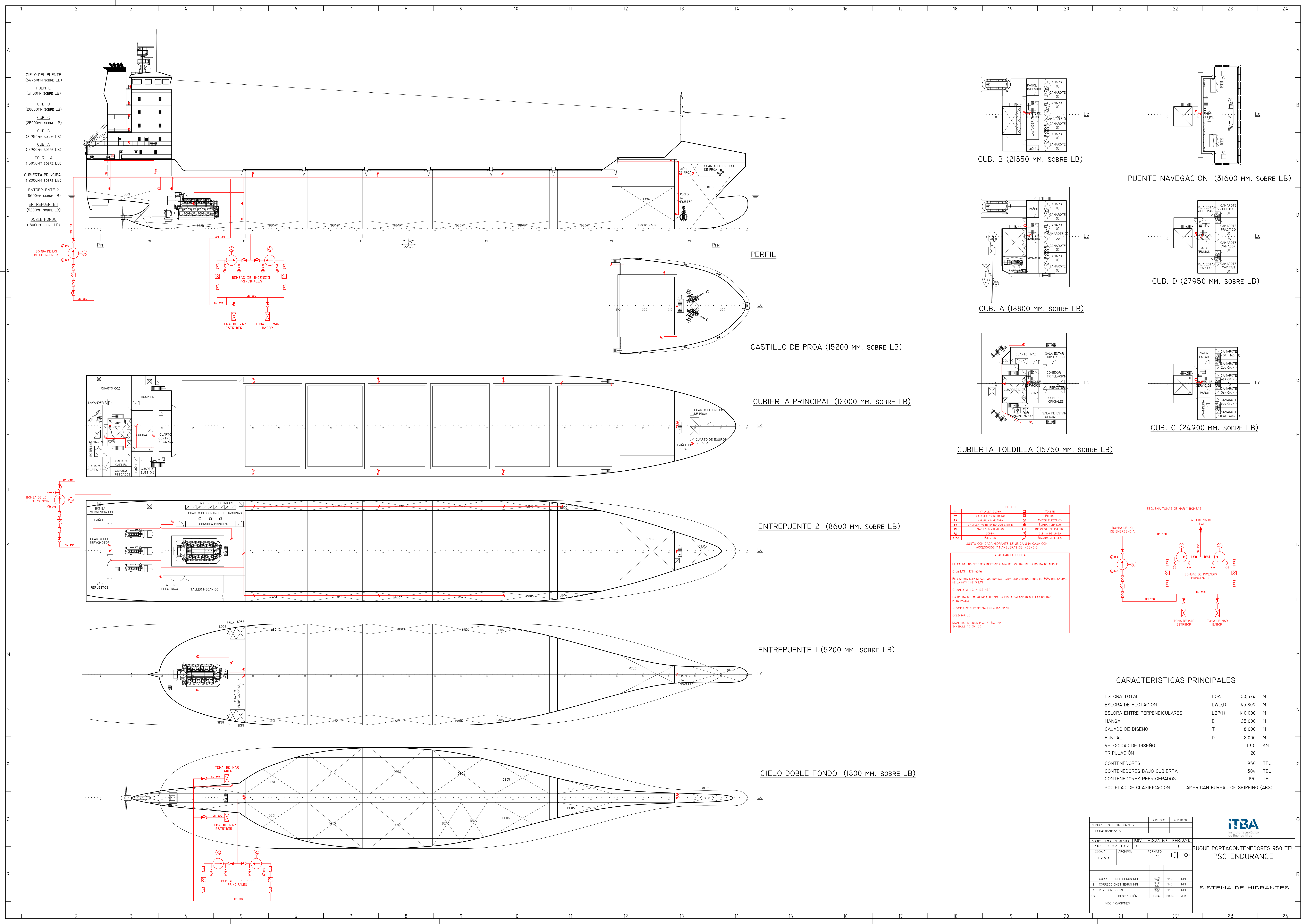
K-81-9151

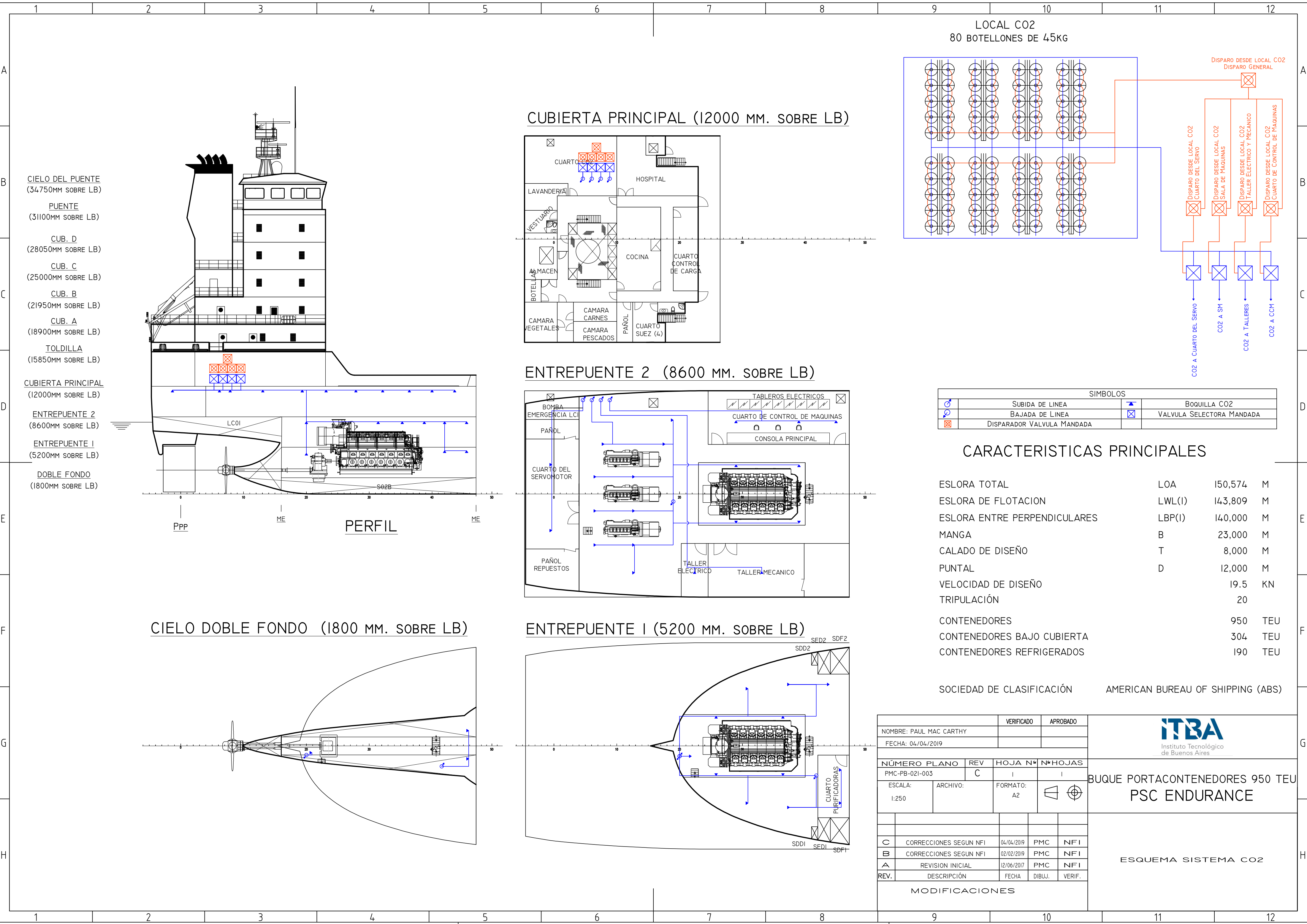
FEATURES

- Rated per U.S.A. DOT Specification 3AA-2130
- 68 Liter Cylinder
- Cylinder Capacity: 45 kg (100 lb.) of CO₂
- Vertical Mount Only









CIELO DEL PUENTE
(34750MM SOBRE LB)

PUENTE
(31100MM SOBRE LB)

CUB. D
(28050MM SOBRE LB)

CUB. C
(25000MM SOBRE LB)

CUB. B
(21950MM SOBRE LB)

CUB. A
(18900MM SOBRE LB)

TOLDILLA
(15850MM SOBRE LB)

CUBIERTA PRINCIPAL
(12000MM SOBRE LB)

ENTREPUEENTE 2
(8600MM SOBRE LB)

ENTREPUEENTE 1
(5200MM SOBRE LB)

DOBLE FONDO
(1800MM SOBRE LB)






PERFIL

CUBIERTA PRINCIPAL (12000 MM. SOBRE LB)

ENTREPUEENTE 2 (8600 MM. SOBRE LB)

ENTREPUEENTE 1 (5200 MM. SOBRE LB)

LOCAL CO2
80 BOTELLONES DE 45KG

SIMBOLOS			
	SUBIDA DE LINEA		BOQUILLA CO2
	BAJADA DE LINEA		VALVULA SELECTORA MANDADA
	DISPARADOR VALVULA MANDADA		

CARACTERISTICAS PRINCIPALES

ESLORA TOTAL	LOA	150,574	M
ESLORA DE FLOTACION	LWL(I)	143,809	M
ESLORA ENTRE PERPENDICULARES	LBP(I)	140,000	M
MANGA	B	23,000	M
CALADO DE DISEÑO	T	8,000	M
PUNTAL	D	12,000	M
VELOCIDAD DE DISEÑO		19.5	KN
TRIPULACIÓN		20	
CONTENEDORES		950	TEU
CONTENEDORES BAJO CUBIERTA		304	TEU
CONTENEDORES REFRIGERADOS		190	TEU

SOCIEDAD DE CLASIFICACIÓN AMERICAN BUREAU OF SHIPPING (ABS)

NOMBRE: PAUL MAC CARTHY		VERIFICADO	APROBADO
FECHA: 04/04/2019			
NÚMERO PLANO	REV	HOJA N°	N°HOJAS
PMC-PB-021-003	C	I	I
ESCALA: 1:250	ARCHIVO:	FORMATO: A2	
C	CORRECCIONES SEGUN NFI	04/04/2019	PMC NFI
B	CORRECCIONES SEGUN NFI	02/02/2019	PMC NFI
A	REVISION INICIAL	12/06/2017	PMC NFI
REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	DIBUJ. VERIF.
MODIFICACIONES			



Instituto Tecnológico de Buenos Aires

BUQUE PORTACONTENEDORES 950 TEU
PSC ENDURANCE

ESQUEMA SISTEMA CO2

	1	2	3	4																																			
A																																							
B	PARTE 4D																																						
C	SISTEMA DE ACHIQUE																																						
	BUQUE PORTACONTENEDORES 950TEU																																						
D	<div>APROBADO NFI 26/04/2018</div>																																						
E	<table><tr><td colspan="2"></td><td>VERIFICADO</td><td colspan="2">APROBADO</td></tr><tr><td colspan="2">NOMBRE: PAUL MAC CARTHY</td><td></td><td colspan="2" rowspan="3"><div>NFI 26/04/2018</div></td></tr><tr><td colspan="2">LEGAJO: 53360</td><td></td></tr><tr><td colspan="2">FECHA: 24/04/2018</td><td></td></tr><tr><td colspan="2">NÚMERO PLANO</td><td>REV</td><td>HOJA N°</td><td>N° HOJAS</td></tr><tr><td colspan="2"></td><td>B</td><td>0</td><td>11</td></tr><tr><td>ESCALA:</td><td colspan="2">ARCHIVO:</td><td>FORMATO:</td><td rowspan="2"></td></tr><tr><td></td><td colspan="2"></td><td>A4</td></tr></table>						VERIFICADO	APROBADO		NOMBRE: PAUL MAC CARTHY			<div>NFI 26/04/2018</div>		LEGAJO: 53360			FECHA: 24/04/2018			NÚMERO PLANO		REV	HOJA N°	N° HOJAS			B	0	11	ESCALA:	ARCHIVO:		FORMATO:					A4
		VERIFICADO	APROBADO																																				
NOMBRE: PAUL MAC CARTHY			<div>NFI 26/04/2018</div>																																				
LEGAJO: 53360																																							
FECHA: 24/04/2018																																							
NÚMERO PLANO		REV	HOJA N°	N° HOJAS																																			
		B	0	11																																			
ESCALA:	ARCHIVO:		FORMATO:																																				
			A4																																				
	<div>PSC ENDURANCE</div>																																						
F	<table><tr><td>A</td><td>REVISION INICIAL</td><td>26/05 2017</td><td>PMC</td><td>NFI</td></tr><tr><td>A</td><td>CORRECCIONES SEGUN NFI</td><td>24/04 2018</td><td>PMC</td><td>NFI</td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>REV.</td><td>DESCRIPCIÓN</td><td>FECHA</td><td>DIBUJ.</td><td>VERIF.</td></tr><tr><td colspan="5">MODIFICACIONES</td></tr></table>				A	REVISION INICIAL	26/05 2017	PMC	NFI	A	CORRECCIONES SEGUN NFI	24/04 2018	PMC	NFI																REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	DIBUJ.	VERIF.	MODIFICACIONES				
A	REVISION INICIAL	26/05 2017	PMC	NFI																																			
A	CORRECCIONES SEGUN NFI	24/04 2018	PMC	NFI																																			
REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	DIBUJ.	VERIF.																																			
MODIFICACIONES																																							
	<div>SISTEMA DE ACHIQUE</div>																																						

CONTENIDO

1	Introducción.....	2
2	Dimensionamiento de los Colectores	2
2.1	Colector Principal.....	2
2.2	Ramales	2
3	Selección de Tuberías Comerciales	3
4	Dimensionamiento y Selección de la Bomba de Achique	3
4.1	Altura Manométrica	3
4.2	Caudal de la Bomba de Achique	5
4.3	Selección de la Bomba de Achique.....	5
4.4	Verificación del ANPA de la bomba	5
5	Sistema de Achique de la Caja de Cadenas y Bow-Thruster.	6
5.1	Dimensionamiento de los Ramales.....	6
5.2	Selección de la tubería estándar de los ramales.....	6
5.3	Calculo de Caudales.....	6
5.4	Selección del Eyector	6
6	Planta de Tratamiento de Aguas Oleosas.....	7
7	Achique de emergencia de sala de maquinas.....	7
8	Anexos.....	8
	Anexo I – UI Tuberías.....	8
	Anexo II - Espesores Mínimos Según ABS.....	9
	Anexo III – Calculo auxiliar de las Perdidas Distribuidas	9
	Anexo IV – Bomba de achique Azcue CA 150/15	10
	Anexo IV – Eyector ESHv 100-100-125.....	10
	Anexo V – Planta de Tratamiento RWO.....	11
	Anexo VI – Caudales mínimos separador de aguas oleosas	12

1 Introducción

En este cuaderno se dimensionara el sistema de achique del buque. Este sistema esta dividido en dos partes. La primera consiste en el achique de sala de máquinas y las bodegas de carga. La segunda parte consiste en el achique de los espacios de proa (bow thruster, pañol y caja de cadenas). Estos dos sistemas son independientes.

En el plano PMC-PB-618-001 se puede observar el esquema del sistema de achique.

2 Dimensionamiento de los Colectores

En esta parte se dimensionaran los diámetros mínimos y los espesores de las tuberías colectoras principales y secundarias. A continuación se presentan las formulas propuestas por el ABS para dicho calculo.

2.1 Colector Principal

Para el colector principal se debe tomar el diámetro mínimo obtenido de la siguiente ecuación (La tubería no debe ser menor a 63mm):

$$d = 25 + 1,68\sqrt{L(B + D)} \quad [mm]$$

Dónde:

d = diametro minimo interior del colector principal [mm]

L = 140m eslora entre perpendiculares [m]

B = 23m manga [m]

D = 12m puntal [m]

Dando un diámetro mínimo:

$$d = 142,6 \text{ mm}$$

2.2 Ramales

Los ramales son los tramos de tuberías que se conectan al colector principal y extraen el agua de pocetes o zonas de recolección de agua. Estos poseen un diámetro menor y se calcula de la siguiente manera (No debe ser mayor a 100mm ni menor a 50mm, o 38mm en el caso de que el agua se extraiga de lugares pequeños):

$$d_B = 25 + 2.16\sqrt{c(B + D)} \quad [mm]$$

Dónde:

d_B = diametro minimo interior de los ramales

c = longitud del compartimiento

De esta fórmula se extraen varios diámetros mínimos correspondientes a cada compartimiento. Los compartimientos corresponden a las bodegas y piques del buque. Todas las bodegas poseen la misma eslora.

Compartimiento	Longitud del Compartimiento (c)	Diámetro mínimo del Ramal
Bodega 1-7	12,432 m	70,06 mm

3 Selección de Tuberías Comerciales

Una vez que ya se tienen los diámetros requeridos por el ABS se procede a seleccionar la tubería que se va a utilizar, esta debe cumplir los lineamientos del ABS, tanto en su diámetro como en su espesor. Toda la tubería utilizada para este sistema será de clase III.

Las tuberías son seleccionadas del catálogo de “UI Tuberías”, este se puede encontrar en el Anexo I.

En la tabla a continuación se pueden observar todas las tuberías que se deben seleccionar con sus diámetros requeridos y sus diámetros y espesores finales. En el Anexo II se encuentra la tabla de espesores mínimos dados por el ABS.

Tubería	DN	Ø interior en mm		Espesor en mm		Schedule
	Comercial	Requerido	Comercial	Requerido	Comercial	Comercial
Colector Principal	DN 150	142,6	154	4.5	7,11	40
Bodega 1-7	DN 80	70,1	78	4.2	5,59	40

4 Dimensionamiento y Selección de la Bomba de Achique

En esta parte se busca seleccionar la bomba de achique. Para esto será necesario calcular los requisitos de la misma, como el caudal y la altura manométrica. La altura manométrica se calcula con las pérdidas de carga en la línea (hasta el punto más alejado de la bomba) y la altura estática.

4.1 Altura Manométrica

Primero se encontraran las perdidas en el sistema de tuberías, esto se hará calculando las pérdidas desde la bomba hasta el punto de aspiración más alejado del buque. Para hacer esto se tienen en cuenta las siguientes consideraciones:

- El punto más alejado será la bodega número 7, ubicada a proa.
- Se llegara al pocete mediante el colector principal y su ramal correspondiente
- El ramal tendrá las siguientes perdidas localizadas:
 - Campana de aspiración
 - Filtro
 - 1 Válvula de no retorno
 - 2 codos
- El colector principal tendrá las siguientes perdidas localizadas
 - Válvula de entrada del ramal (Manifold)
 - Válvula de no retorno en el mampara proel de CCMM
 - 4 codos en todo su recorrido
 - Un factor de corrección por los ramales restantes que entran al colector
- Las pérdidas a lo largo de la tubería tendrán las siguientes características:
 - Material: Acero sin soldadura (e=0.12mm rugosidad)
 - La longitud y el diámetro serán expuestos a continuación
- La bomba debe estar a 600mm sobre el cielo del doble fondo
- Las velocidades a la entrada y la salida de la bomba serán las mismas (2m/s)
- La altura de descarga se toma como la suma del puntal más medio metro.

Para el cálculo de la altura manométrica se utilizaron las siguientes formulas:

$$h_{localizadas} = k \frac{v^2}{2g}$$

$$h_{distribuidas} = f \frac{L v^2}{D 2g}$$

$$h_{estatica} = d + 0.5m$$

$$h_{total} = h_{localizadas} + h_{distribuidas} + h_{estatica}$$

Dónde:

k = factor de perdida localizada
 v = velocidad en la tubería
 g = aceleración de la gravedad
 L = longitud de la tubería
 D = diámetro de la tubería
 f = factor de fricción
 d = puntal
 h = altura en metros

En la tabla a continuación se presentan los valores de las pérdidas calculados, tanto para la aspiración como para la descarga. Los valores de los factores k se sacaron del libro “Flujo de Fluidos – Crane” que se encuentra en la bibliografía. Los valores del factor de fricción se calcularon con el diagrama de Moody. En el Anexo 5.1 se pueden encontrar los valores de Reynolds y dimensiones utilizados para el cálculo de las pérdidas.

	Tipo	Accesorio	Cantidad	Factor f o k	Altura [m]	Altura total [m]
Aspiración	Localizada	Campana Aspiración	1	1,000	0,204	0,204
	Localizada	Filtro	1	5,000	1,019	1,019
	Localizada	Válvula	3	2,000	0,408	1,223
	Localizada	Codo	6	0,750	0,153	0,917
	Distribuida	Ramal	7	0,033	0,365	0,365
	Distribuida	Colector Ppal.	140	0,026	5,789	5,789
	Altura total Aspiración					9,442
Descarga	Localizada	Válvula	2	2,000	0,408	0,815
	Localizada	Codo	3	0,750	0,153	0,459
	Localizada	Descarga	1	1,000	0,204	0,204
	Distribuida	Tubería	13	0,026	0,538	0,538
	Altura total Descarga					2,016

A continuación se pueden ver los resultados finales de las alturas, tanto de las pérdidas como la estática:

Altura [m]	
Aspiración	9,44
Descarga	2,02
Estática	8
TOTAL	18,46

4.2 Caudal de la Bomba de Achique

La siguiente formula, propuesta por el ABS, presenta el caudal mínimo que deben manejar las bombas de achique. Este caudal se toma asumiendo una velocidad de 2m/s del agua dentro de la tubería.

$$Q = \frac{5.66d^2}{10^3} \quad m^3/h$$

Dónde:

$$d = 142,6 \text{ mm diametro interior requerido del colector principal [m]}$$

Dando un caudal de:

$$Q = 115,1 \text{ m}^3/h$$

4.3 Selección de la Bomba de Achique

Una vez obtenidos los valores pertinentes a la búsqueda de la bomba se elige una bomba que cumpla con estos requisitos (Estos requisitos se presentan en la tabla a continuación). Esta bomba deberá ser capaz de manejar aguas sucias y oleosas.

Datos de Diseño Bomba		
Altura manométrica	18,46	m
Caudal	134,2	m ³ /h

La bomba seleccionada es del fabricante Azcue modelo CA 150/15 (ver anexo IV), apta para achique de sentinas.

4.4 Verificación del ANPA de la bomba

Para asegurarse el correcto funcionamiento de la bomba, y verificar que no haya cavitación en la misma se debe verificar el ANPA (Altura Neta Positiva en la Aspiración). El ANPA calculado debe ser mayor al del requerido por la bomba. Para verificar esto se utiliza la siguiente función:

$$ANPA_c = \frac{p_e}{\rho g} + \frac{v_e^2}{2g} - \frac{p_v}{\rho g}$$

Dónde:

p_e = presión a la entrada de la bomba
 v_e = velocidad a la entrada de la bomba
 p_v = presión de vapor
 g = aceleración de la gravedad
 ρ = densidad del agua

ANPA		
p_e	93625	Pa
v_e	2,0	m/s
p_v	2337	Pa
g	9,81	m/s
ρ	1011	kg/m ³
ANPA calculado	9,41	m
ANPA requerido	8,70	m
$ANPA_{calculado} > ANPA_{bomba}$		

Mediante el cálculo queda verificado el correcto funcionamiento de la bomba.

5 Sistema de Achique de la Caja de Cadenas y Bow-Thruster.

Para el dimensionamiento de estos dos sistemas se sigue el mismo procedimiento utilizado en la parte anterior. Las tuberías serán dimensionadas con la misma fórmula para los ramales del sistema principal de achique, y luego se seleccionara un eyector para evacuar el agua hacia afuera (estas son aguas de sentinas limpias).

5.1 Dimensionamiento de los Ramales

$$d_B = 25 + 2.16\sqrt{c(B + D)} \quad [mm]$$

Dónde:

d_B = diametro minimo interior de los ramales

c = longitud del compartimiento

De esta fórmula se extraen varios diámetros mínimos correspondientes a cada compartimiento. Estos se muestran en la Tabla a continuación:

Compartimiento	Longitud del Compartimiento (c)	Diámetro mínimo del Ramal
Caja de Cadenas	2,00 m	43,1 mm
Bow-Thruster	3,55 m	49,1 mm
Pañol castillo de proa	13,4 m	71,8 mm

5.2 Selección de la tubería estándar de los ramales

En la tabla a continuación se pueden observar todas las tuberías que se deben seleccionar con sus diámetros requeridos y sus diámetros y espesores finales según el catalogo (Anexo I).

	DN	Ø interior en mm		Espesor en mm		Schedule
Tubería	Comercial	Requerido	Comercial	Requerido	Comercial	Comercial
Caja de Cadenas	DN 50	43,1	52,6	3,8	3,81	40
Bow-Thruster	DN50	49,1	52,6	3,8	3,81	40
Pañol castillo proa	DN 80	71,8	78	3,8	5,59	40

5.3 Calculo de Caudales

La siguiente formula, propuesta por el ABS, presenta el caudal mínimo que debe manejar el eyector de proa. Este caudal se toma asumiendo una velocidad de 2m/s del agua dentro de la tubería.

$$Q = \frac{5,66d^2}{10^3} \quad m^3/h$$

Dónde:

$$d = 78 [m]$$

Dando un caudal de:

$$Q = 34,4 \quad m^3/h$$

5.4 Selección del Eyector

Ambos compartimientos serán evacuados con el mismo eyector. El eyector seleccionado es de la Marca "TTK". En el anexo IV se encuentra la información del eyector.

6 Planta de Tratamiento de Aguas Oleosas

Cumpliendo con las reglas del ABS, IMO y las ordenanzas de la Prefectura Naval Argentina se debe instalar a bordo una planta de tratamiento para las aguas de sentina (sentinas sucias). Las sentinas limpias podrán ser expulsadas directamente hacia afuera sin ningún tipo de tratamiento.

Las sentinas sucias deberán pasar por una planta de tratamiento. Estas aguas son inicialmente acumuladas en un tanque de aguas oleosas, donde luego son insertadas a la planta de tratamiento. El agua oleosa procesada (limpia), será llevada al tanque de sentinas, mientras que los fangos serán llevados a un tanque de fangos, para su acumulación y su posterior descarga a tierra.

Este sistema debe cumplir dos algunos requisitos de la Ordenanza de la Prefectura Naval Argentina (N°15/98 Tomo 6. El primero dice que el agua tratada no deberá superar las 15 partes por millón (ppm) para ser evacuada hacia afuera (fuera de las zonas especialmente protegidas), y el otro dice que deberá tener un caudal mínimo de 5 metros cúbicos por hora (Ver Anexo VI).

En base a estas consideraciones se eligió una planta de tratamiento de aguas oleosas de la marca “RWO – Veolia”. El equipo seleccionado es el OWS-COM Type 5.0, con una capacidad de 5 metros cubicos hora y una salida de agua tratada de hasta 5ppm. En el Anexo V se detalla la información técnica del equipo.

7 Achique de emergencia de sala de maquinas

En sala de máquinas se coloca una tubería de ND150 con su propio pocete y una conexión directa a la bomba de Incendio. Este sistema se encuentra con un precinto y solo puede ser utilizado en caso de último recurso.

El reglamento exige que se el sistema debe estar operado por la bomba de mayor tamaño en el buque, en este caso es la de incendio.

Se selecciona el mismo diámetro que el utilizado en el colector principal. La descarga de esta tubería es directamente hacia afuera.

8 Anexos

Anexo I – UI Tuberías

Steel Pipe Dimensions - ANSI Schedule 40

Pipe Size (in)	Diameter (in) (mm)		Nominal Thickness (in) (mm)	Transverse Areas (in ²) (mm ²)			Length of Pipe (per sq. foot of)		Volume (ft ³ /ft)	Weight		Number of Threads per inch of Screw
	External	Internal		External	Internal	Steel	External Surface (ft)	Internal Surface (ft)		lb/ft	kg/m	
1/8	0.405 10.3	0.27 6.86	0.07 1.78	0.13	0.06	0.07	9.43	14.20	0.0004	0.24	0.36	27
¼	0.540 13.7	0.36 9.14	0.09 2.29	0.23	0.10	0.13	7.07	10.49	0.0007	0.42	0.63	18
3/8	0.675 17.1	0.49 12.4	0.09 2.29	0.36	0.19	0.17	5.66	7.75	0.0013	0.57	0.84	18
½	0.840 21.3	0.62 15.7	0.11 2.79	0.55	0.30	0.25	4.55	6.14	0.0021	0.85	1.26	14
¾	1.050 26.7	0.82 20.8	0.11 2.79	0.87	0.53	0.33	3.64	4.64	0.0037	1.13	1.68	14
1	1.315 33.4	1.05 26.7	0.13 3.3	1.36	0.86	0.49	2.90	3.64	0.0060	1.68	2.50	11 ½
1 ¼	1.660 42.2	1.38 35.1	0.14 3.56	2.16	1.50	0.67	2.30	2.77	0.0104	2.27	3.38	11 ½
1 ½	1.900 48.3	1.61 40.9	0.15 3.81	2.84	2.04	0.80	2.01	2.37	0.0141	2.72	4.04	11 ½
2	2.375 60.3	2.07 52.6	0.15 3.81	4.43	3.36	1.08	1.61	1.85	0.0233	3.65	5.43	11 ½
2 ½	2.875 73	2.47 62.7	0.20 5.08	6.49	4.79	1.70	1.33	1.55	0.0333	5.79	8.62	8
3	3.500 88.9	3.07 78	0.22 5.59	9.62	7.39	2.23	1.09	1.25	0.0513	7.58	11.27	8
3 ½	4.000 102	3.55 90.2	0.23 5.84	12.56	9.89	2.68	0.95	1.08	0.0687	9.11	13.56	8
4	4.500 114	4.03 102	0.24 6.1	15.90	12.73	3.17	0.85	0.95	0.0884	10.79	16.06	8
5	5.563 141	5.05 128	0.26 6.6	24.30	20.00	4.30	0.69	0.76	0.1389	14.61	21.74	8
6	6.625 168	6.07 154	0.28 7.11	34.47	28.89	5.58	0.58	0.63	0.2006	18.97	28.23	8
8	8.625 219	7.98 203	0.32 8.13	58.42	50.02	8.40	0.44	0.48	0.3552	28.55	42.49	8

Anexo II - Espesores Mínimos Según ABS

TABLE 4
Minimum Wall Thickness for Steel Pipes (See 4-6-2/5.1.3)

Nom. Size mm	Outside Dia. mm	Wall Thickness, mm					Nom. Size in.	Outside Dia. in.	Wall Thickness, in.				
		A	B	C	D	E			A	B	C	D	E
6	10.2	1.6					1/8	0.405	0.063				
8	13.5	1.8					1/4	0.540	0.071				
10	17.2	1.8					3/8	0.675	0.071				
15	21.3	2.0	2.8				1/2	0.840	0.079	0.110			
20	26.9	2.0	2.8				3/4	1.050	0.079	0.110			
25	33.7	2.0	3.2	4.2	6.3	6.3	1	1.315	0.079	0.126	0.165	0.248	0.248
32	42.4	2.3	3.5	4.2	6.3	6.3	1 1/4	1.660	0.091	0.138	0.165	0.248	0.248
40	48.3	2.3	3.5	4.2	6.3	6.3	1 1/2	1.900	0.091	0.138	0.165	0.248	0.248
50	60.3	2.3	3.8	4.2	6.3	6.3	2	2.375	0.091	0.150	0.165	0.248	0.248
65	76.1	2.6	4.2	4.2	6.3	7.0	2 1/2	2.875	0.102	0.165	0.165	0.248	0.276
80	88.9	2.9	4.2	4.2	7.1	7.6	3	3.500	0.114	0.165	0.165	0.280	0.300
90	101.6	2.9	4.5	4.5	7.1	8.1	3 1/2	4.000	0.114	0.177	0.177	0.315	0.318
100	114.3	3.2	4.5	4.5	8.0	8.6	4	4.500	0.126	0.177	0.177	0.315	0.337
125	139.7	3.6	4.5	4.5	8.0	9.5	5	5.563	0.142	0.177	0.177	0.346	0.375
150	168.3	4.0	4.5	4.5	8.8	11.0	6	6.625	0.157	0.177	0.177	0.346	0.432
200	219.1	4.5	5.8	5.8	8.8	12.5	8	8.625	0.177	0.228	0.228	0.346	0.5
250	273.0	5.0	6.3	6.3	8.8	12.5	10	10.750	0.197	0.248	0.248	0.346	0.5
300	323.9	5.6	6.3	6.3	8.8	12.5	12	12.750	0.220	0.248	0.248	0.346	0.5
350	355.6	5.6	6.3	6.3	8.8	12.5	14	14.000	0.220	0.248	0.248	0.346	0.5
400	406.4	6.3	6.3	6.3	8.8	12.5	16	16.000	0.248	0.248	0.248	0.346	0.5
450	457.0	6.3	6.3	6.3	8.8	12.5	18	18.000	0.248	0.248	0.248	0.346	0.5

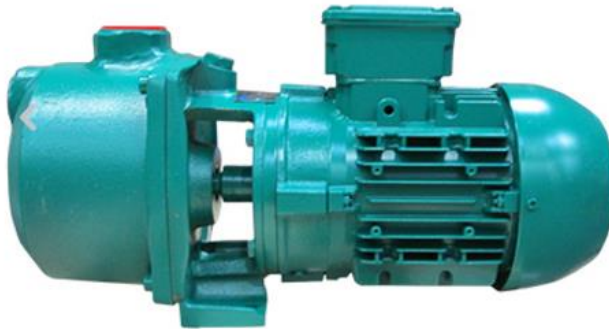
Columns:

- A (2003) Pipes in general, except where Columns B, C, D or E are applicable
- B Bilge, ballast and sea water pipes except those covered by column D.
- C (2003) Vent, overflow and sounding pipes for integral tanks except those covered by column D (see Notes 6 and 7) and fuel oil pipes passing through fuel oil tanks.
- D Bilge, ballast, vent, overflow and sounding pipes passing through fuel tanks (see Notes 6, 7 and 8).
Bilge, vent, overflow, sounding and fuel pipes passing through ballast tanks (see Notes 6, 7 and 8).
- E Ballast pipes passing through cargo oil tanks (see Note 9).
Cargo pipes passing through ballast tanks (see Note 9).

Anexo III – Calculo auxiliar de las Perdidas Distribuidas

Perdidas Distribuidas	Velocidad [m/s]	Diámetro interno [m]	Reynolds	Rugosidad Relativa	Factor de Fricción
	v	\emptyset	Re	e	f
Ramal	2	0,073	14600	0,001643836	0,03
Colector Principal	2	0,1683	33660	0,000713012	0,026
Tubería de Descarga	2	0,1683	33660	0,000713012	0,026

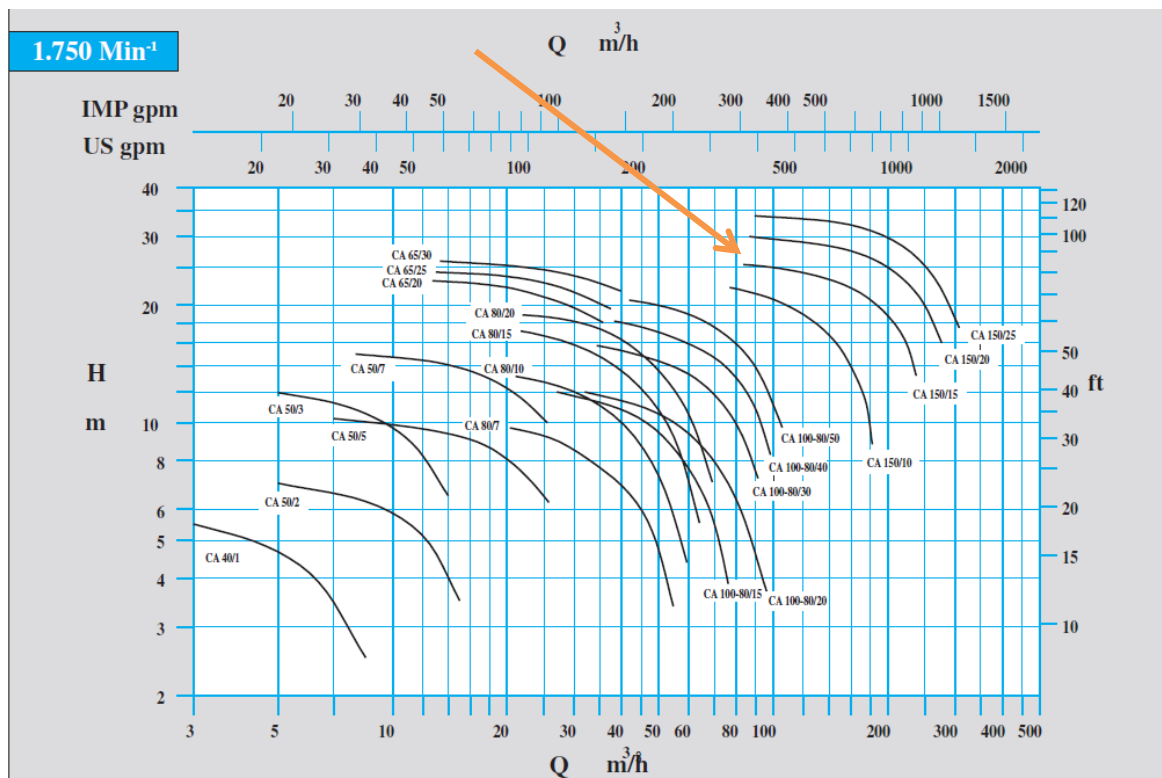
Anexo IV – Bomba de achique Azcue CA 150/15



Flow Rate	Up to 300M ³ H
Max Head (pressure)	Up to 105M
Outlet Sizes	DN1.25" – DN150
Max Temperature	130°C

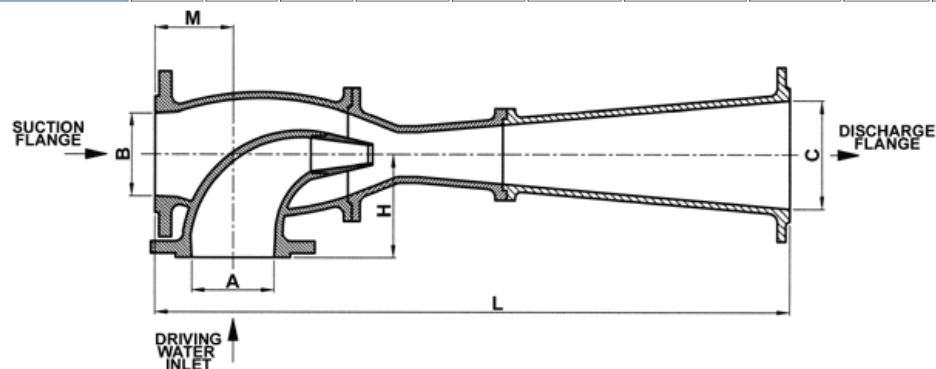


Performance Curve



Anexo IV – Eyector ESHv 100-100-125

EJECTOR TYPE	MAIN DIMENSIONS						Weight	PARAMETERS					
	A	B	C	L	H	M		Qs	Hd	Hs	Qd	Pd	
	mm	mm	mm	mm	mm	mm		m3/h	mwc	mwc	m3/h	bar	
ESHv 100-100-125	100	100	125	865	155	133	46	34	10	5	35,7	7	



Anexo V – Planta de Tratamiento RWO

RWO's classic: Oily Water Separators

reliably reaches

**5 ppm
limit**

confirmed by
DNV GL and LR

> **type
approved**

acc. to MEPC.107(49)
by DGV

> **confirmed by**
USCG, LR, MED, RMRS,
ABS, BV, CCS

More than 14,000 ships have already been equipped with RWO's oily water separators since RWO started its business in 1975. As its predecessors the OWS-COM uses a combination of highly effective open porous coalescer with automatic backflushing, together with a second stage emulsion breaking oil and hydrocarbon polisher.

The periodical backflushing keeps the coalescer surface clean and offers long lasting operation without attendance and lowest maintenance, according to IMO Resolution MEPC.107(49).

Automatic bypass

To extend the operating life of the demulsifier, an automatic bypass is fitted to the separating system. The oil content monitor periodically checks the water quality of the first stage separator. If below the set max. value, the demulsifier is bypassed. This causes lower operational cost and long product life.



Advantages

- > Most economical: second stage is bypassed whenever possible
- > Easy to install and maintain
- > Most safe: Oil Monitoring device always checks effluent
- > Suction type: preserves pump from attrition
- > Most compact: suitable for newbuilds and retrofit

Technical Data OWS-COM

Type	Capacity (m³/h)	A (mm)	B (mm)	C (mm)	Power (kW)	Empty weight (kg)
0.1	0.1	1100	715	650	0.8	125
0.25	0.25	1005	960	750	2.6	180
0.5	0.5	1050	970	750	3.2	195
1.0	1.0	1220	1170	800	3.2	270
2.5	2.5	1485	1510	1060	3.7	457
5.0	5.0	1715	1825	1385	4.6	757
10.0	10.0	2000	2155	1575	5.7	1195

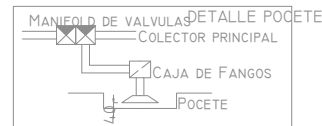
Anexo VI – Caudales mínimos separador de aguas oleosas

ARTICULO 2º: El caudal mínimo de achique de sala de máquinas a través de los equipos separadores y/o filtradores que deben poseer los buques alcanzados por el Artículo 1º, será el siguiente:

1. Buques que no transporten agua de lastre en los tanques de combustible:

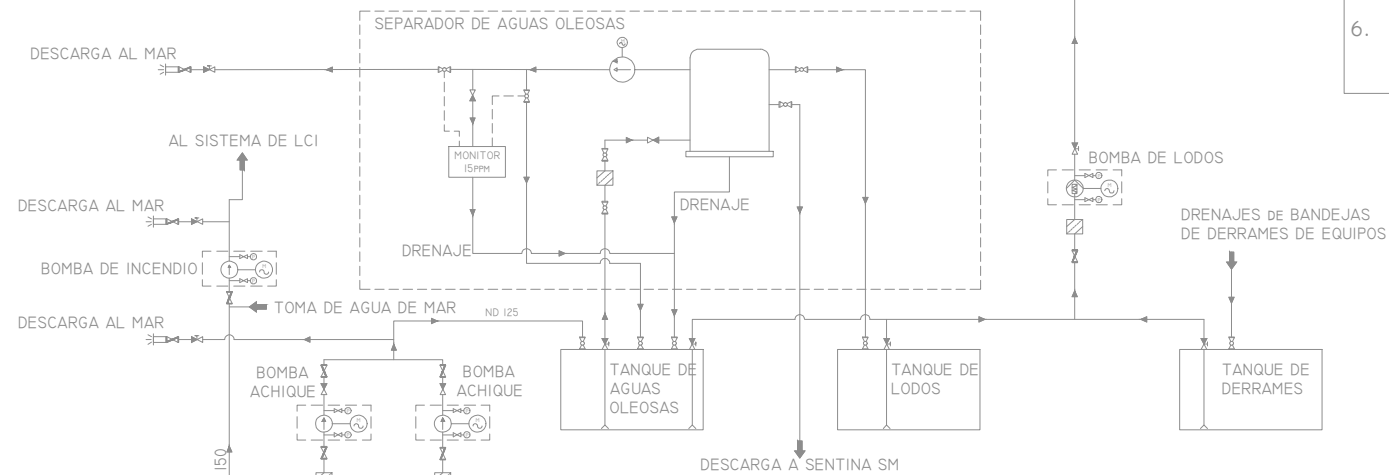
ARQUEO BRUTO DEL BUQUE	CAUDAL MINIMO (m ³ /h)
Igual o superior a 400, e inferior a 1000	0,50
Igual o superior a 1000, e inferior a 1600	1,00
Igual o superior a 1600, e inferior a 6000	2,50
Igual o superior a 6000, e inferior a 30000	5,00
Igual o superior a 30000	10,00

SIMBOLOS			
	Valvula globo		Pocete
	Valvula no retorno		Filtro
	Valvula mariposa		Motor eléctrico
	Valvula no retorno con cierre		Bomba tornillo
	Manifold valvulas no retorno		Indicador de presión
	Bomba centrífuga		Pocete de drenaje
	Ejector		Tubería con inclinación
	Subida de linea		Bajada de linea



CONEXION INTERNACIONAL MARPOL EN CUBIERTA

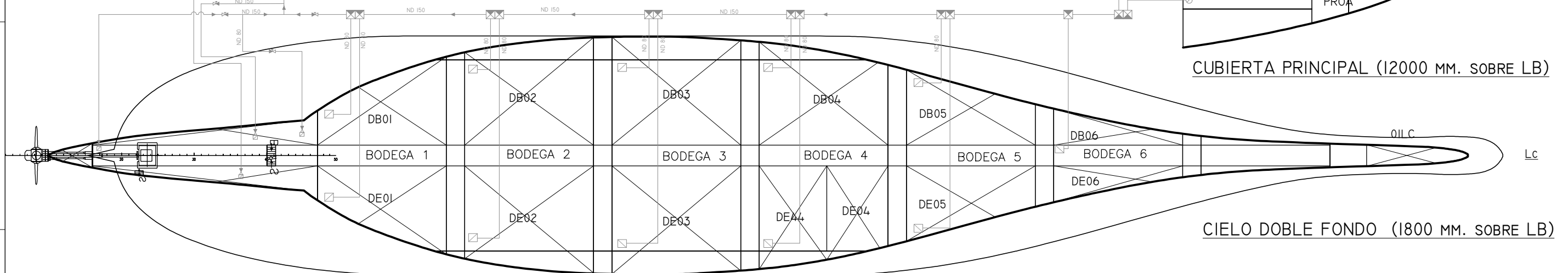
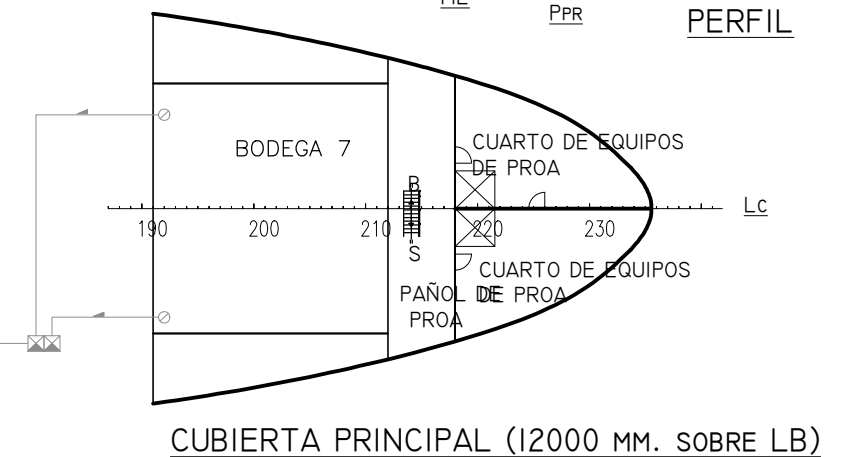
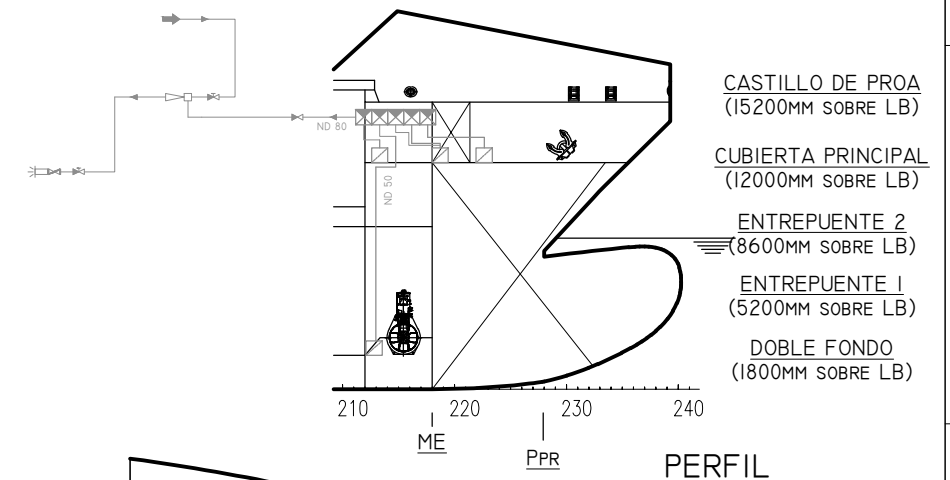
CUBIERTA PRINCIPAL



CALCULOS DE DIMENSIONES Y CAPACIDADES

1. DIAMETRO INTERIOR COLECTOR PRINCIPAL
 $d=25+1.68\sqrt{(L(B+D))}=154\text{mm}$
UTILIZADO: $D=128.9\text{mm sch.40}$
2. DIAMETRO INTERIOR RAMAL BODEGA 1-7
 $d=25+2.16\sqrt{(L(B+D))}=70,06\text{mm}$
Utilizado: $d=78\text{mm sch.40}$
3. DIAMETRO INTERIOR CAJA DE CADENAS
 $d=25+2.16\sqrt{(c(B+D))}=43,1\text{mm}$
Utilizado: $d=52,6\text{mm sch.40}$
4. DIAMETRO INTERIOR CUARTO BOW-THRUSTER
 $d=25+2.16\sqrt{(c(B+D))}=49,1\text{mm}$
Utilizado: $d=52,6\text{mm sch.40}$
5. DIAMETRO INTERIOR PAÑOL CASTILLO DE PROA
 $d=25+2.16\sqrt{(L(B+D))}=71,8\text{mm}$
Utilizado: $d=78\text{mm sch.40}$
6. CAUDAL BOMBA DE ACHIQUE
 $Q=(5.66d^4)/(10^4 \cdot 3) = 134,2 \text{ m}^3/\text{H}$

NOTA: PARA EL ACHIQUE DE CAJA DE CADENAS SE CUENTA CON UNA LINEA CON ASPIRACION EN CADA BANDA




CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES

ESLORA TOTAL	LOA	150,5741
ESLORA DE FLOTACION	LWL (1)	143,8091
ESLORA ENTRE PERPENDICULARES	LBP (1)	140,0001
MANGA	B	23,0001
CALADO DE DISEÑO	T	8,0001
PUNTAL	D	12,0001
SOCIEDAD DE CLASIFICACIÓN	AMERICAN BUREAU OF SHIPPING (ABS)	

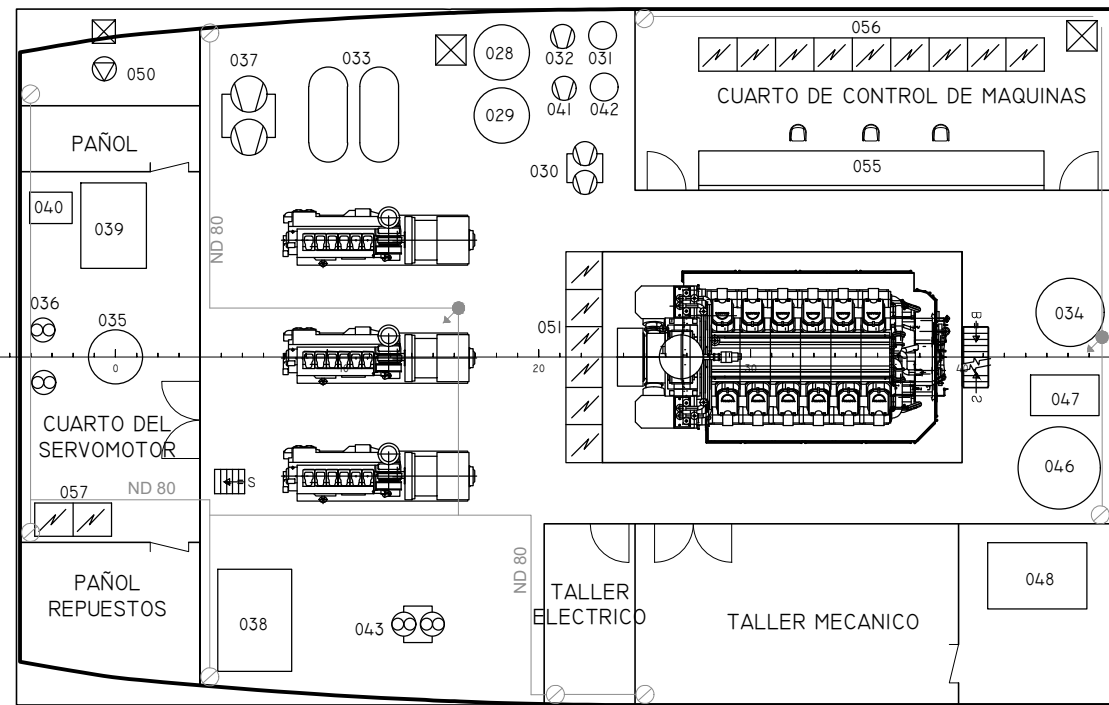
D	CORRECCIONES SEGUN NFI	09/02/2018	PMC	NFI
C	CORRECCIONES SEGUN NFI	03/02/2018	PMC	NFI
B	CORRECCIONES SEGUN NFI	15/01/2018	PMC	NFI
A	REVISION INICIAL	25/05/2017	PMC	NFI
REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	DIBUJ.	VERIF.

ACHIQUE DE SENTINA

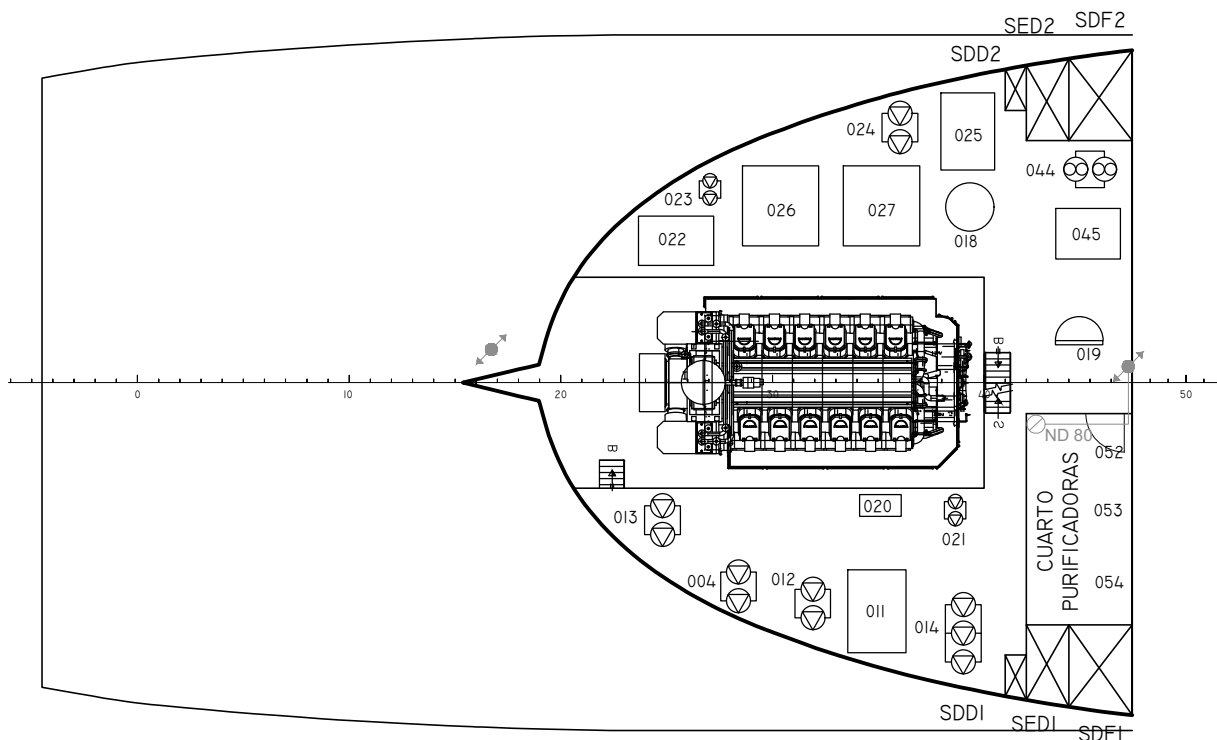
		VERIFICADO	APROBADO
NOMBRE: PAUL MAC CARTHY			
FECHA: 09/02/2019			
LEGAJO: 53360			
NÚMERO PLANO	REV	HOJA N°	N° HOJAS
PMC-PB-618-001	D	1	2
ESCALA: 1:400	ARCHIVO:	FORMATO: A3	



BUQUE PORTACONTENEDORES 950 TEU
PSC ENDURANCE

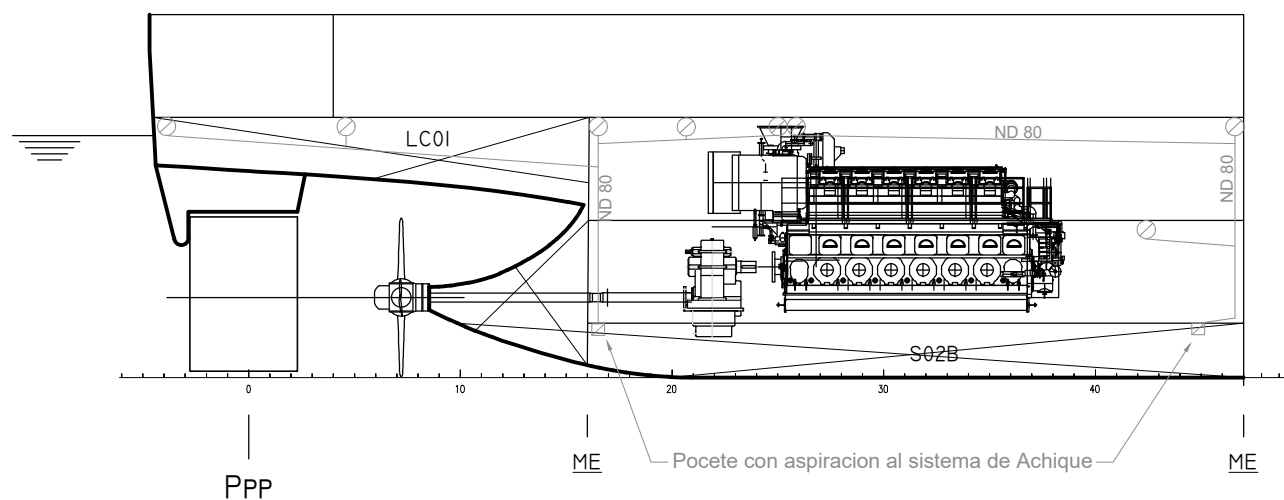


ENTREPUEENTE 2 (8600 MM. SOBRE LB)



ENTREPUEENTE 1 (5200 MM. SOBRE LB)

SIMBOLOS			
	Pocete de Drenaje		Pocete
	Subida de línea		Bajada de línea



CUBIERTA PRINCIPAL
(12000MM SOBRE LB)

ENTREPUEENTE 2
(8600MM SOBRE LB)

ENTREPUEENTE 1
(5200MM SOBRE LB)

DOBLE FONDO
(1800MM SOBRE LB)

PERFIL

CARACTERISTICAS PRINCIPALES

ESLORA TOTAL	LOA	150,574	M
ESLORA DE FLOTACION	LWL(I)	143,809	M
ESLORA ENTRE PERPENDICULARES	LBP(I)	140,000	M
MANGA	B	23,000	M
CALADO DE DISEÑO	T	8,000	M
PUNTAL	D	12,000	M
SOCIEDAD DE CLASIFICACIÓN	AMERICAN BUREAU OF SHIPPING (ABS)		

REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	DIBUJ.	VERIF.
C	CORRECCIONES SEGUN NFI	03/02/2018	PMC	NFI
B	CORRECCIONES SEGUN NFI	15/01/2018	PMC	NFI
A	REVISION INICIAL	25/05/2017	PMC	NFI
MODIFICACIONES				

ACHIQU DE SENTINA
POR GRAVEDAD
SALA DE MAQUINAS

NOMBRE: PAUL MAC CARTHY	VERIFICADO	APROBADO
FECHA: 03/02/2019		
LEGAJO: 53360		
NÚMERO PLANO	REV	HOJA N°
PMC-PB-618-001	C	2
ESCALA:	ARCHIVO:	FORMATO:
1:250		A3



BUQUE PORTACONTENEDORES 950 TEU
PSC ENDURANCE

PARTE 4E

SISTEMA DE LASTRE

BUQUE PORTACONTENEDORES 950TEU

APROBADO
NFI 13/02/2019



PSC ENDURANCE

SISTEMA DE LASTRE

		VERIFICADO	APROBADO	
NOMBRE: PAUL MAC CARTHY			NFI	
LEGAJO: 53360			13/02/2019	
FECHA: 10/02/2019				
NÚMERO PLANO	REV	HOJA N°	N° HOJAS	
	B	0	6	
ESCALA:	ARCHIVO:	FORMATO:		
		A4		
A	REVISION INICIAL	09/06 2017	PMC	NFI
B	CORRECCIONES SEGUN NFI	10/02 2019	PMC	NFI
REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	DIBUJ.	VERIF.
MODIFICACIONES				

CONTENIDO

1	Introducción.....	2
2	Tuberías.....	2
2.1	Diámetro tuberías.....	2
2.2	Caudal	2
3	Bombas de lastre.....	3
4	Sistema de tratamiento de agua de lastre.....	4
4.1	Tubería toma de mar	4
5	Anexos.....	5
	Anexo I – Capacidades tanques de lastre.....	5
	Anexo IV – Bomba de achique Azcue CA 150/20	5
	Anexo III - Equipo tratamiento agua de lastre.....	6

1 Introducción

En este cuaderno se dimensionará y seleccionarán los elementos del sistema de lastre del buque. Este sistema es importante en un buque portacontenedores ya que es un sistema anti escora ante la estiba de carga en contenedores con diferentes ubicaciones y pesos. Las diferentes condiciones de carga requieren equilibrar el buque con lastre.

Este sistema cuenta con las bombas de lastre, accesorios y tuberías que conectan los diferentes tanques de lastre, tanto para su carga como descarga.

Este sistema de lastre se acompaña con un software que establece el lastre requerido en cada tanque para equilibra el buque y verificar su estabilidad. Este software se basa en el manual de estabilidad del buque.

En el plano PMC-PB-617-001 se puede observar el esquema de lastre para el buque.

2 Tuberías

El sistema de tuberías consiste en dos colectores que recorren el buque por el doble fondo desde el pique de popa al de proa. Un colector será el que realice el achique de los tanques y el otro será el de la carga. Cada tanque tendrá una entrada y una salida. Las bombas también están conectadas de manera que durante la carga de agua de mar desde las tomas ambas puedan estar funcionando en simultaneo y cargando diferentes tanques en simultaneo (o más).

2.1 Diámetro tuberías

Para calcular el diámetro se utiliza la recomendación de Kansai Society.

$$d = 4,3\sqrt{V_{tanque}} + 47 \quad [mm]$$

Para el volumen se toma el tanque más grande, siendo este el tanque LC07, debajo de la bodega 7.

$$V_{tanqueLC07} = 570m^3$$

Obteniendo:

$$d = 150 \text{ mm}$$

En base a este diámetro y a las características del sistema se decide utilizar la misma tubería comercial que la utilizada para la bomba de achique DN150.

2.2 Caudal

El caudal requerido se estima a partir del diámetro de la tubería obtenido, tomando una velocidad de 3m/s (velocidad estándar para fluidos en tuberías).

$$Q_{lastre} = 3 \text{ m/s} \frac{d^2\pi}{4}$$

Obteniendo:

$$Q_{lastre} = 191m^3/h$$

Con el caudal obtenido obtenemos, para el tanque de mayor volumen, un tiempo de llenado/vaciado de aproximadamente 3 horas.

3 Bombas de lastre

Se seleccionarán dos bombas de lastre. Para seleccionar la bomba debemos establecer la altura manométrica del conjunto de aspiración y descarga. Consideraremos el llenado del tanque 01LC (pique de proa) como el caso con mas perdidas de presión. Consideraremos la presión hidrostática como nula ya que el agua se toma en el plano base del buque (unos 9m debajo del nivel de flotación) y consideraremos la descarga hasta el llenado completo del tanque, obteniendo una altura casi equivalente a los 9m. Las consideraciones restantes son las siguientes:

- Aspiración
 - 1 campana de aspiración
 - 1 filtro
 - 1 equipo de tratamiento de agua de lastre (tomaremos el doble de un filtro comun)
 - 6 válvulas
 - 6 codos
 - 20m de tubería
- Descarga
 - 4 válvulas
 - 4 codos
 - 1 punto de descarga (conexión al tanque)
 - 140m de tubería (tomamos la eslora entre perpendiculares como referencia)
- Las pérdidas a lo largo de la tubería tendrán las siguientes características:
 - Material: Acero sin soldadura ($e=0.12\text{mm}$ rugosidad)
 - DN 150
 - Las velocidades a la entrada y la salida de la bomba serán las mismas (3m/s)

Para el cálculo de la altura manométrica se utilizaron las siguientes formulas:

$$h_{localizadas} = k \frac{v^2}{2g}$$

$$h_{distribuidas} = f \frac{L}{D} \frac{v^2}{2g}$$

$$h_{estatica} = d + 0.5m = 0 \text{ (en este caso)}$$

$$h_{total} = h_{localizadas} + h_{distribuidas} + h_{estatica}$$

Dónde:

k = factor de perdida localizada
 v = velocidad en la tubería
 g = aceleración de la gravedad
 L = longitud de la tubería
 D = diametro de la tubería
 f = factor de fricción
 d = puntal
 h = altura en metros

En la tabla a continuación se presentan los valores de las perdidas calculados, tanto para la aspiración como para la descarga. Los valores de los factores k se sacaron del libro “Flujo de Fluidos – Crane” que se encuentra en la bibliografía. Los valores del factor de fricción se calcularon con el diagrama de Moody.

	Tipo	Accesorio	Cantidad	Factor $f_o k$	Altura [m] / acc.	Altura total [m]
Aspiracion	Localizada	Campana Aspiracion	1	1.000	0.204	0.204
	Localizada	Filtro	1	5.000	1.019	1.019
	Localizada	Equipo Tratamiento	1	10.000	2.039	2.039
	Localizada	Valvula	6	2.000	0.408	2.446
	Localizada	Codo	6	0.750	0.153	0.917
	Distribuida	Tuberia	20	0.026	1.420	1.420
Altura total Aspiracion						8.046
Descarga	Localizada	Valvula	4	2.000	0.408	1.631
	Localizada	Codo	4	0.750	0.153	0.612
	Localizada	Descarga	1	1.000	0.204	0.204
	Distribuida	Tuberia	140	0.026	9.939	9.939
Altura total Descarga						12.385

A continuación, se pueden ver los resultados finales de las alturas, tanto de las perdidas como la estática:

Altura [m]	
Aspiración	8.0
Descarga	12.4
Estática	0
TOTAL	20.4

La bomba seleccionada: Azcue CA 150/20 (ver anexo II). Para el caudal del sistema de Lastre la bomba alcanza una altura de descarga de aproximadamente 26m para el caudal seleccionado de 191 m³/h.

4 Sistema de tratamiento de agua de lastre

El buque deberá contar con un sistema de tratamiento de agua de lastre. Este se utiliza para evitar la distribución de organismos entre diferentes áreas, afectando negativamente el ecosistema.

Este equipo deberá cumplimentar con normas de MEPC y ABS, utilizando la guía del ABS como lineamiento general para la selección del equipo.

Se selecciona el equipo de TROJAN MARINEX, con una capacidad de 500m³/h, suficiente para la capacidad de las dos bombas de lastre en simultáneo. Este equipo también presenta la ventaja de tener dos salidas, una para cada bomba.

Este equipo funciona con un sistema de neutralización de organismos de luz ultravioleta (UV).

El equipo se conecta a la línea de lastre a la salida de la toma de mar, asegurando que todo el lastre ingresado fue desinfectado.

4.1 Tubería toma de mar

Para el equipo de tratamiento de agua de mar se debe dimensionar la tubería por la cual este toma agua de las tomas de mar. Este equipo no posee bomba propia ya que cuenta con una presión positiva en la aspiración, consecuentemente este equipo esta considerador en el cálculo de la altura manométrica de las bombas. Esta tubería se dimensiona de la misma manera que la tubería anterior, pero tomando un caudal de 400m³/h, permitiendo la operación en simultaneo de las dos bombas de lastre a capacidad máxima.

$$Q_{lastre} = 300m^3/h = 2,5 m/s \frac{d^2\pi}{4}$$

Obteniendo:

$$d = 238 \text{ mm}$$

Se selecciona una tubería comercial DN250 con un diámetro interior de 254,4 mm.

5 Anexos

Anexo I – Capacidades tanques de lastre

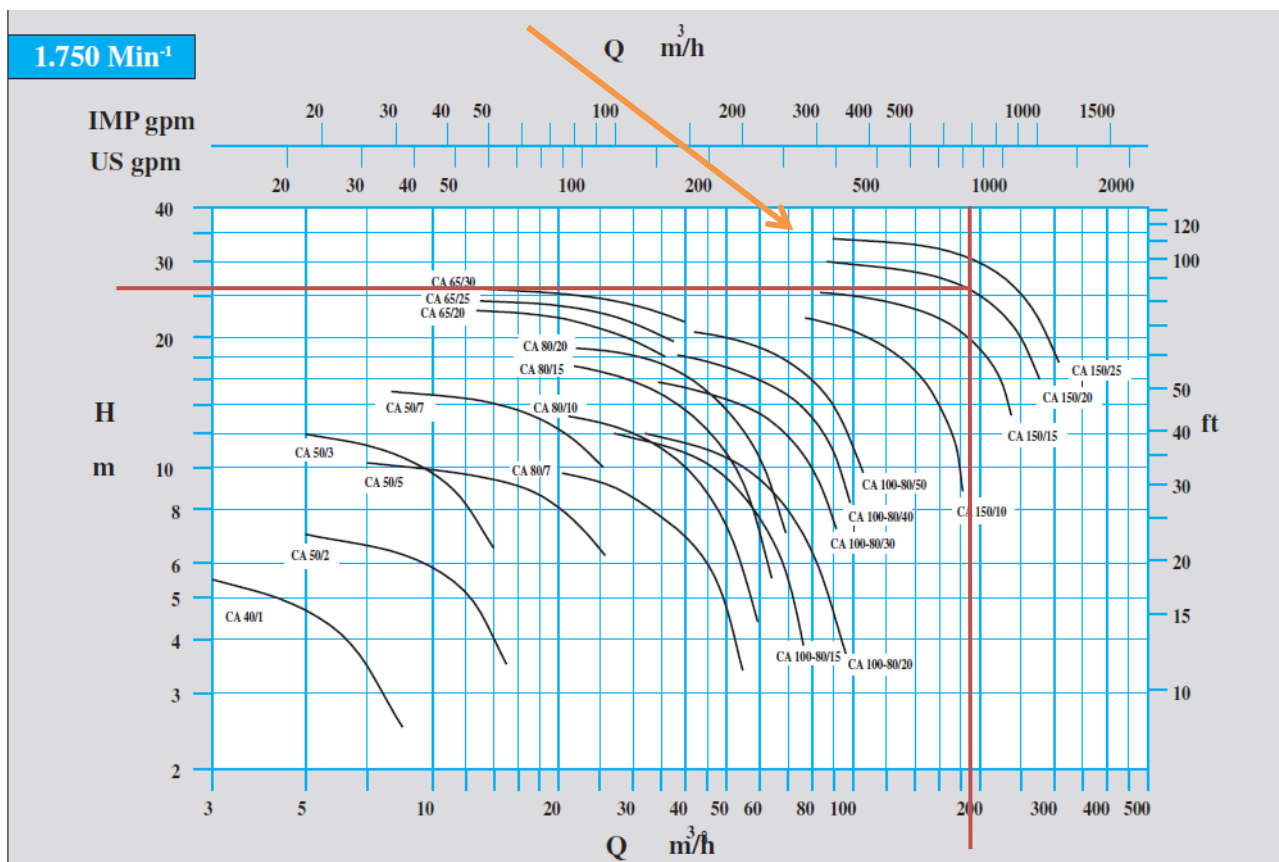
WATER BALLAST			CONTENTS # 1 SPECIFIC WEIGHT = 1.025 T/M3					
IDSP	SPACE	DESCRIPTION	WEIGHT T	NET VOLUME M3	HEIGHT C.O.F. G. O/B M	TRANSV. C.O.F. G. M	DISTANCE C.O.F. G. M AFT.P. M	
01LC	Pique Proa	01C	425.7	415.3	7.691	0.000	138.636	
LA01	TQ Lateral	01 ES	168.1	164.0	5.950	-10.267	40.567	
LA02	TQ Lateral	02 ES	218.4	213.0	5.266	-10.331	54.294	
LA03	TQ Lateral	03 ES	222.3	216.9	5.213	-10.346	68.402	
LA04	TQ Lateral	04 ES	192.9	188.2	5.566	-10.269	82.177	
LA05	TQ Lateral	05 ES	89.1	86.9	6.862	-10.096	95.368	
LA06	TQ Lateral	06 ES	8.5	8.3	7.951	-9.690	106.433	
LB01	TQ Lateral	01 BB	168.1	164.0	5.950	10.267	40.567	
LB02	TQ Lateral	02 BB	218.4	213.0	5.266	10.331	54.294	
LB03	TQ Lateral	03 BB	222.3	216.9	5.213	10.346	68.402	
LB04	TQ Lateral	04 BB	192.9	188.2	5.566	10.269	82.177	
LB05	TQ Lateral	05 BB	89.1	86.9	6.862	10.096	95.368	
LB06	TQ Lateral	06 BB	8.5	8.3	7.951	9.690	106.433	
LC01	LC 01	Pique Popa	540.0	526.9	7.487	0.000	5.234	
LC07	TQ LC	07	569.7	555.8	5.995	0.000	123.621	
WATER BALLAST			3334.0	3252.7	6.256	0.000	75.149	

Anexo IV – Bomba de achique Azcue CA 150/20

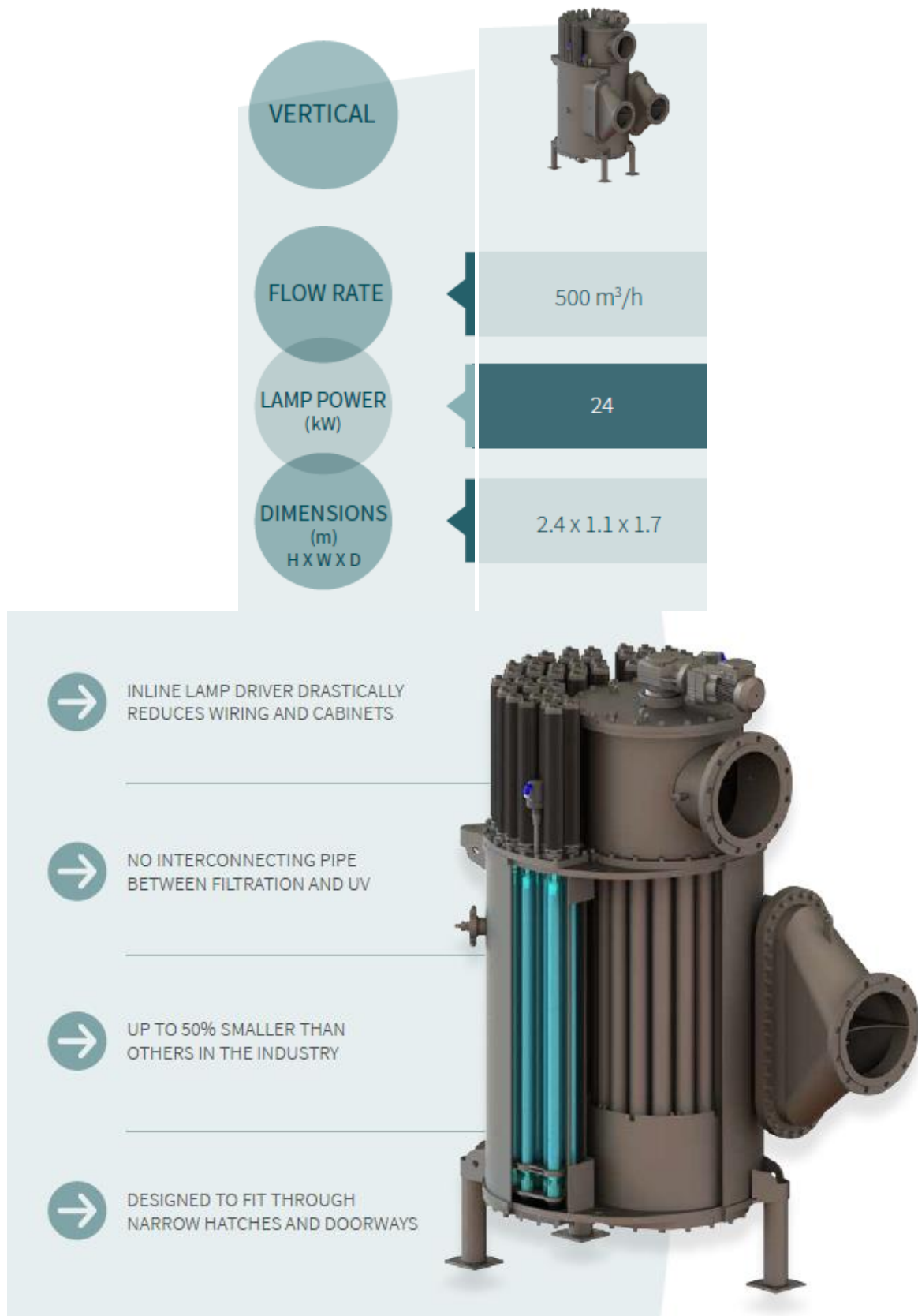


Flow Rate	Up to 300M ³ H
Max Head (pressure)	Up to 105M
Outlet Sizes	DN1.25" – DN150
Max Temperature	130°C

Performance Curve



Anexo III - Equipo tratamiento agua de lastre



PARTE 4F

BALANCE ELÉCTRICO

BUQUE PORTACONTENEDORES 950TEU

APROBADO
NFI 05/02/2019



PSC ENDURANCE

BALANCE ELÉCTRICO

		VERIFICADO	APROBADO	
NOMBRE: PAUL MAC CARTHY			NFI 05/02/2019	
LEGAJO: 53360				
FECHA: 31/01/2019				
NÚMERO PLANO	REV	HOJA N°	N° HOJAS	
	B	0	9	
ESCALA:	ARCHIVO:	FORMATO:		
		A4		
A	REVISION INICIAL	15/06 2017	PMC	NFI
B	CORRECCIONES SEGUN NFI	31/01 2019	PMC	NFI
REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	DIBUJ.	VERIF.
MODIFICACIONES				

CONTENIDO

1	Introducción.....	2
2	Situaciones de carga eléctrica (SCE)	2
3	Calculo de las potencias	3
4	Consumos.....	3
4.1	Contenedores refrigerados	3
4.2	Bow thruster y cabrestantes	4
5	Servicios de emergencia	4
6	Potencias Finales.....	5
6.1	Motores auxiliares	5
6.2	Generador de emergencia	5
7	Anexos	6
	Anexo I – Motor Auxiliar 6L23/30DF.....	6
	Anexo II – kVA y cantidad de MA	7
	Anexo III – Extracto <i>Container Handbook</i>	8
	Anexo III – Generador de emergencia.....	9

1 Introducción

En este cuaderno se realiza el balance eléctrico del buque. Se establecen todos los consumos abordo en las diferentes situaciones. En base a estos consumos se selecciona la planta eléctrica principal y se realizan los diagramas unifilares correspondientes.

También se establece la situación de emergencia (SOLAS) y se selecciona la planta de generación eléctrica de emergencia y se realizan sus diagramas unifilares correspondientes.

Para realizar el cálculo de balance eléctrico preliminar se siguen los lineamientos y recomendaciones dados en el documento “Sistemas eléctricos y electrónicos a bordo – Diseño general de la planta eléctrica”, Amable López Piñeiro, ETSIN. También se utiliza la información de los equipos ya seleccionados así como referencias de otros buques similares.

2 Situaciones de carga eléctrica (SCE)

A continuación se exponen las diferentes situaciones a analizar en el balance eléctrico:

- Crucero con carga: en esta situación el buque está navegando a velocidad crucero en mar normal y con el sistema de refrigeración de los contenedores funcionando. En esta condición se toma la de mayor demanda, siendo esta con la capacidad máxima de contenedores refrigerados abordo.
- Maniobra: en esta situación el buque se encuentra realizando maniobras de amarre y/o fondeo. También se considera la carga máxima de contenedores refrigerados con su sistema de refrigeración funcionando
- Carga/Descarga: en esta situación el buque se encuentra amarrando, cargando o descargando los contenedores. También se considera la carga máxima de contenedores refrigerados con su sistema de refrigeración funcionando
- Puerto: esta situación comprende al buque amarrado en puerto. Utilizando los consumos de habitabilidad y seguridad. También se considera la carga máxima de contenedores refrigerados con su sistema de refrigeración funcionando, siendo el buque capaz de mantener los contenedores refrigerados en caso de que no haya suministro de energía desde el puerto.
- Operación de emergencia: en esta situación el buque está funcionando con el generador de emergencia abasteciendo a todos los consumidores de esta situación (requeridos por SOLAS).

En el balance eléctrico adjunto se podrá apreciar con mayor detalle los consumos en cada situación de carga eléctrica. Estos planos son los siguientes:

- PMC-PB-710-001 Balance eléctrico

3 Cálculo de las potencias

Para realizar el cálculo se toma el consumo de cada equipo individual y se multiplica por tres coeficientes. Estos coeficientes son propios de cada SEC.

- Coeficiente de simultaneidad (K_N): determina, en caso de haber más de un equipo instalado, cuántos de esos equipos están funcionando
- Coeficiente de servicio (K_{SR}): representa la probabilidad de que el equipo esté funcionando a su máxima potencia.
- Factor de carga (Φ)

Finalmente se obtiene la potencia total aparente con la que se seleccionaran los generadores:

$$P_{final} = P_{ind.} \cdot K_N \cdot K_{SR} / \Phi$$

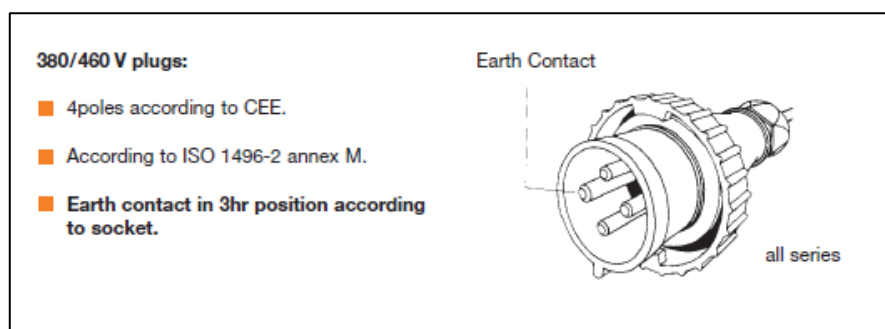
4 Consumos

Los generación eléctrica en el buque es de 400V – 50Hz. También se instala un transformador de 400V a 230V para poder atender la demanda de menor voltaje. A continuación se detalle brevemente los mayores consumidores del buque y en la situación en la que se utilizan.

4.1 Contenedores refrigerados

Los contenedores refrigerados son la mayor fuente de consumo del buque. Puede haber hasta 190 contenedores refrigerados. El mayor consumo del contenedor refrigerado este dado en el momento que este empieza a refrigerar su carga, es decir cuando empieza a bajar la temperatura de esta, luego funciona intermitentemente manteniendo la temperatura requerida. El mantenimiento de la temperatura requiere menor energía que el inicio de la refrigeración. También se considera que los contenedores refrigerados serán del tipo TEU y FEU, por lo que se promedió el consumo de ambos.

El contenedor refrigerado consume electricidad a 380V-50Hz y se conecta utilizando un adaptador universal.



Para calcular el consumo eléctrico y el coeficiente de servicio se utilizó la información disponible en el “Container Handbook” (ver bibliografía).

Se toma un consumo promedio de 3,6kW/TEU. Para el coeficiente de servicio se realiza el siguiente cálculo:

$$K_{sr} = \frac{\text{Consumo Promedio}}{\text{Consumo Consumo Maximo}} = \frac{3,6 \text{ kW}}{10,2 \text{ kW}} = 0,35$$

4.2 Bow thruster y cabrestantes

Estos tienen un gran consumo, especialmente el bow thruster. En la situación de maniobra es importante destacar que nunca se encuentran funcionando los 5 equipos al mismo momento. Por lo general el bow thruster es el que primero comienza a funcionar. Luego se comienzan a pasar las líneas a tierra y comienzan a operar los cabestrantes, con poca ayuda del bow thruster. Una vez establecida las líneas el buque se controla principalmente con los guinches.

5 Servicios de emergencia

Además de la planta eléctrica principal, el buque deberá contar con una planta de generación de emergencia. Esta debe arrancar automáticamente en caso de que ocurra un blackout para restablecer el suministro de energía a los servicios esenciales. Estos servicios esenciales están estipulados por SOLAS y son los siguientes:

- Iluminación en:
 - Las estaciones de embarque a los botes salvavidas y de rescate.
 - Todos los troncos, pasillos y escaleras en los espacios de acomodación y servicio.
 - En la Sala de Máquinas y cuartos de control.
 - En el vestuario donde se encuentran los trajes contra incendios.
 - En el Cuarto del Servomotor.
 - En el Local de la bomba de incendio de emergencia
 - En el Cuarto del Generador de Emergencia.
- Luces de Navegación
- Equipos de Radiocomunicación y GMDSS
- Equipos de Navegación
- Sistema de detección y alarma de incendio
- Pito y Sirena
- 1 bomba del servomotor
- 1 bomba de incendio de emergencia
- 1 bomba de achique

Este generador debe estar fuera de sala de máquinas, y por encima de la cubierta principal. Se ubica en un cuarto de tal manera que se encuentre protegido con su propio tanque de combustible.

6 Potencias Finales

A continuación se detallan las potencias finales resumidas para cada SCE y la planta de generación eléctrica a utilizar.

TOTAL [kVA] CONSUMIDORES	CRUCERO CARGA	MANIOBRA	CARGA/DESCARGA	OP. EMERGENCIA	PUERTO
	845,1	1764,5	930,5	134,6	561,5

6.1 Motores auxiliares

SOLAS exige que la potencia total deberá ser cubierta por N-1 generadores en la peor condición, por ende se instalaran 3 generadores, también se tiene en cuenta el anexo II donde se puede observar que para la potencia total instalada en este buque lo mas común es instalar 3 MA. A su vez la condición de navegación deberá ser satisfecha por un solo generador.

Motor auxiliar: MAN 8L23/30DF con una potencia del motor de 1000 kW y una potencia de generación de 950kW a 50Hz.

1 Motor Funcionando	950 kW
2 Motores Funcionando	1900 kW
3 Motores Funcionando	2850 kW

En el Anexo I se puede encontrar información sobre los generadores MAN.

6.2 Generador de emergencia

El generador de emergencia se instala en la cubierta A en un espacio dedicado. Este debe ser capaz de cumplir con la demanda en la situación de emergencia.

Se selecciona un moto-generador Cummins 6C-CP con la siguiente configuración:

- Engine Model 6CTA8.3-D(M)
- Alternator STAMFORD UCM274H

Con una potencia de 136kW a 50Hz.

Ver Anexo III para más información.

6.3 Operación por SCE

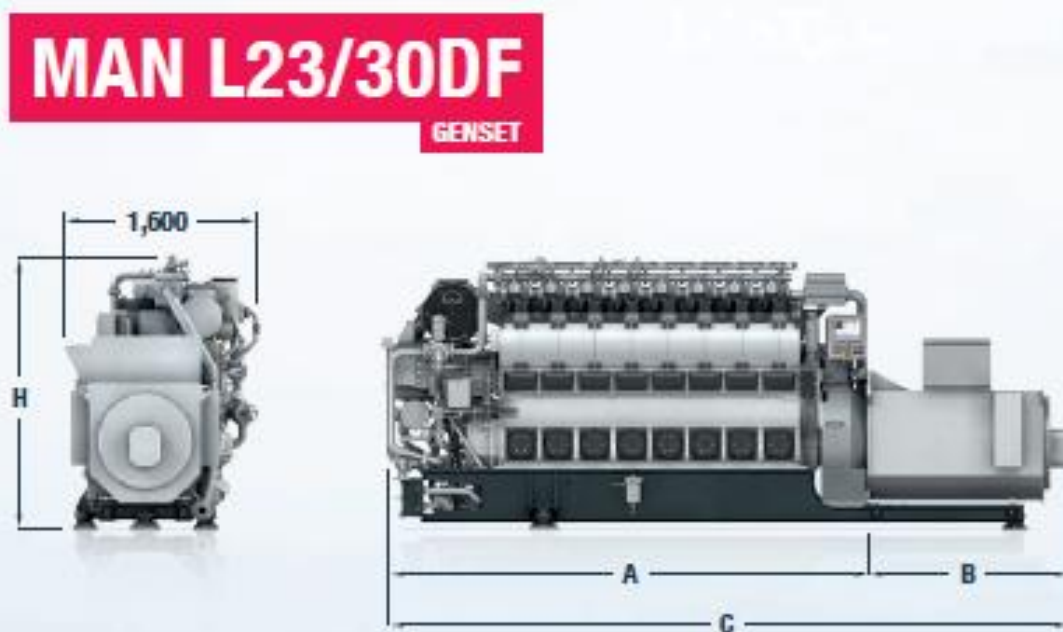
En la siguiente tabla se detallan las 2 posibles opciones de funcionamiento de los distintos equipos generadores para suministrar energía en cada SCE.

Equipo / Potencia [kW]	CRUCERO CARGA	MANIOBRA	CARGA/DESCARGA	OP. EMERGENCIA	PUERTO
Motor Auxiliar 1 950	100%	100%	100%	0%	60%
Motor Auxiliar 2 950	0%	100%	0%	0%	0%
Motor Auxiliar 3 950	0%	0%	0%	0%	0%
Motogenerador de Emergencia 136	0%	0%	0%	100%	0%
TOTAL Generacion [kW]	950.0	1900.0	950.0	136.0	570.0
TOTAL Consumo [kW]	845.1	1764.5	930.5	134.6	561.5
Consumo / Generacion	89%	93%	98%	99%	99%

Equipo / Potencia [kW]	CRUCERO CARGA	MANIOBRA	CARGA/DESCARGA	OP. EMERGENCIA	PUERTO
Motor Auxiliar 1 950	50%	65%	50%	0%	30%
Motor Auxiliar 2 950	50%	65%	50%	0%	30%
Motor Auxiliar 3 950	0%	65%	0%	0%	0%
Motogenerador de Emergencia 136	0%	0%	0%	100%	0%
TOTAL Generacion [kW]	950.0	1852.5	950.0	136.0	570.0
TOTAL Consumo [kW]	845.1	1764.5	930.5	134.6	561.5
Consumo / Generacion	89%	95%	98%	99%	99%

7 Anexos

Anexo I – Motor Auxiliar 6L23/30DF



Dimensions

Cyl. No.	5	6	6	7	7	8	8	
	720/750	720/750	900	720/750	900	720/750	900	rpm
A	3,469	3,838	3,838	4,208	4,275	4,578	4,895	mm
B	2,202	2,250	2,250	2,302	2,302	2,352	2,352	mm
C	5,671	6,088	6,088	6,510	6,577	6,930	7,247	mm
H	2,685	2,685	2,685	2,685	2,685	2,685	2,685	mm
Dry mass	17.4	19.1	19.5	21.6	21.6	23.4	23.6	t

Output

Speed	720	720	750	750	900	900	
Frequency	60	60	50	50	60	60	Hz
	Eng.	Gen.*	Eng.	Gen.*	Eng.	Gen.*	
MAN 5L23/30DF	625	590	625	590	-	-	kW
MAN 6L23/30DF	750	710	750	710	900	855	kW
MAN 7L23/30DF	875	830	875	830	1,050	995	kW
MAN 8L23/30DF	1,000	950	1,000	950	1,200	1,140	kW

Anexo II – kVA y cantidad de MA

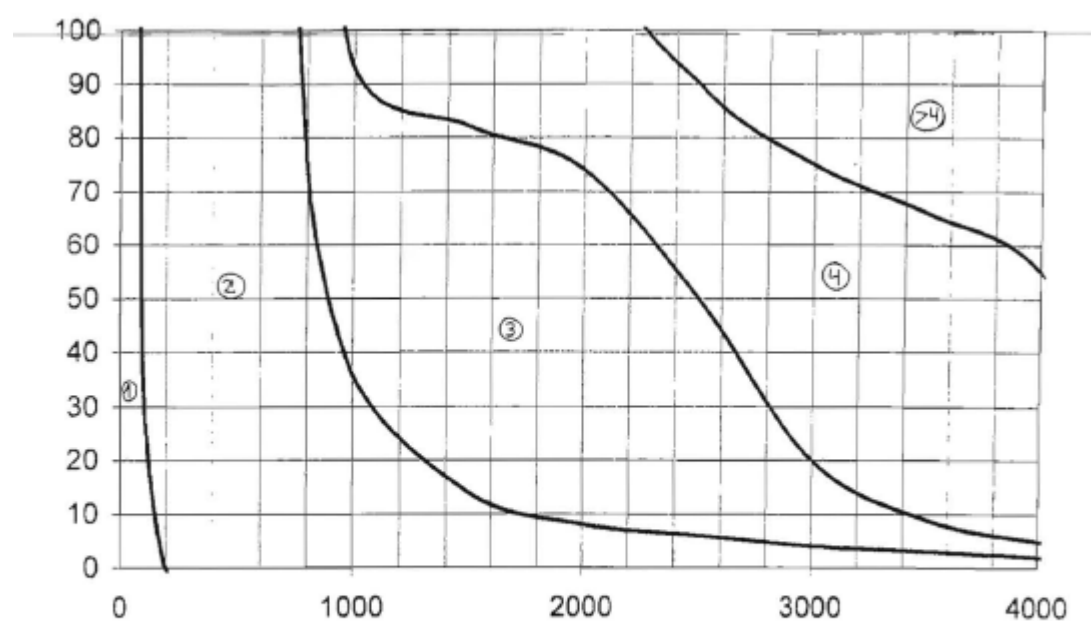


Figura A2-1

Porcentaje de n° de grupos (ordenadas)
 en función de la potencia total instalada en KVAs (abscisas).

Anexo III – Extracto *Container Handbook*

8.1.2 Actual power consumption

The actual power consumption of an integral refrigerated container will depend on its operating status. Here, a particularly important role is played by the internal temperature of the container which determines the required evaporation temperature of the refrigerant. Generally the higher the internal temperature, the higher the electrical power consumption and the higher the refrigeration capacity that is available. Table 11 shows the refrigeration capacities and power consumption for some of the ThermoKing refrigeration units.

REFRIGERATION CAPACITY									
Zer-OTM system net cooling capacities at 37.8°C (100°F) ambient and 60 Hz electric power:									
Scroll w/R404A:					Reciprocating w/R134a:				
Container Temperature	Cooling Capacity			Power Cons.	Container Temperature	Cooling Capacity			Power Cons.
	Watts	KCal/hr	Btu/hr	KW		Watts	KCal/hr	Btu/hr	KW
21°C (70°F)	13,771	11,844	47,000	10.7	21°C (70°F)	13,507	11,617	46,100	12.0
2°C (35°F)	9,962	8,568	34,000	9.1	2°C (35°F)	11,456	9,853	39,100	10.5
-18°C (0°F)	5,860	5,040	20,000	6.1	-18°C (0°F)	5,604	4,820	19,127	6.0
-29°C (-20°F)	3,809	3,275	13,000	5.3	-29°C (-20°F)	3,023	2,600	10,317	4.5

Click on the table to enlarge.

Table 11: Manufacturer specifications regarding the refrigeration capacity and the power consumption of a Thermo King [Smart Reefer](#) with different compressor types and refrigerants.

All values given in table 11 are maximum values for full refrigeration capacity and an external temperature of 37.8°C. This occurs, for example, when cooling the cargo. One should also bear in mind the fact that the permitted ambient temperature for a refrigerated container is usually 50°C which may result in increased power consumption.

Usually, once the cargo has been cooled, the average power consumption falls. In low-temperature mode (below -10°C) the refrigeration unit is run in on/off mode, whereas in [chilled mode](#) (above -10°C) the output of the refrigeration circuit is regulated constantly (e.g. using the suction modulation valve as shown in figure 14). With a 40' container and an ambient temperature of 45°C, average power consumption values of approximately 4.2 kW can be expected for low-temperature operation (-21°C) and 7 - 8 kW for transporting bananas (+16°C).

For a very broad average value for all container types, ambient conditions and cargo types, the value 3.6 kW/[TEU](#) can be used. A 20' container tends to be closer to 4 kW and a 40' container tends towards 7 kW. As a result of new developments and the associated improvements in the efficiency of the containers, this value is dropping.

Anexo III – Generador de emergencia

6C-CP

C Power Marine Genset


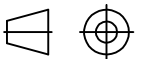


General Specifications

Engine Model	6CTA8.3-D(M)
Alternator	STAMFORD UCM274H

Prime Power Ratings

kWe	kVa	Hz	Voltage	Fuel Consumption		Emissions		
				Rated L/hr (Gal/hr)	ISO Avg L/hr (Gal/hr)	IMO	EPA	EU
KC- and HX-cooled ratings								
136	170	50	380 400 415	41.3 (10.9)	20.5 (5.4)	2	-	-

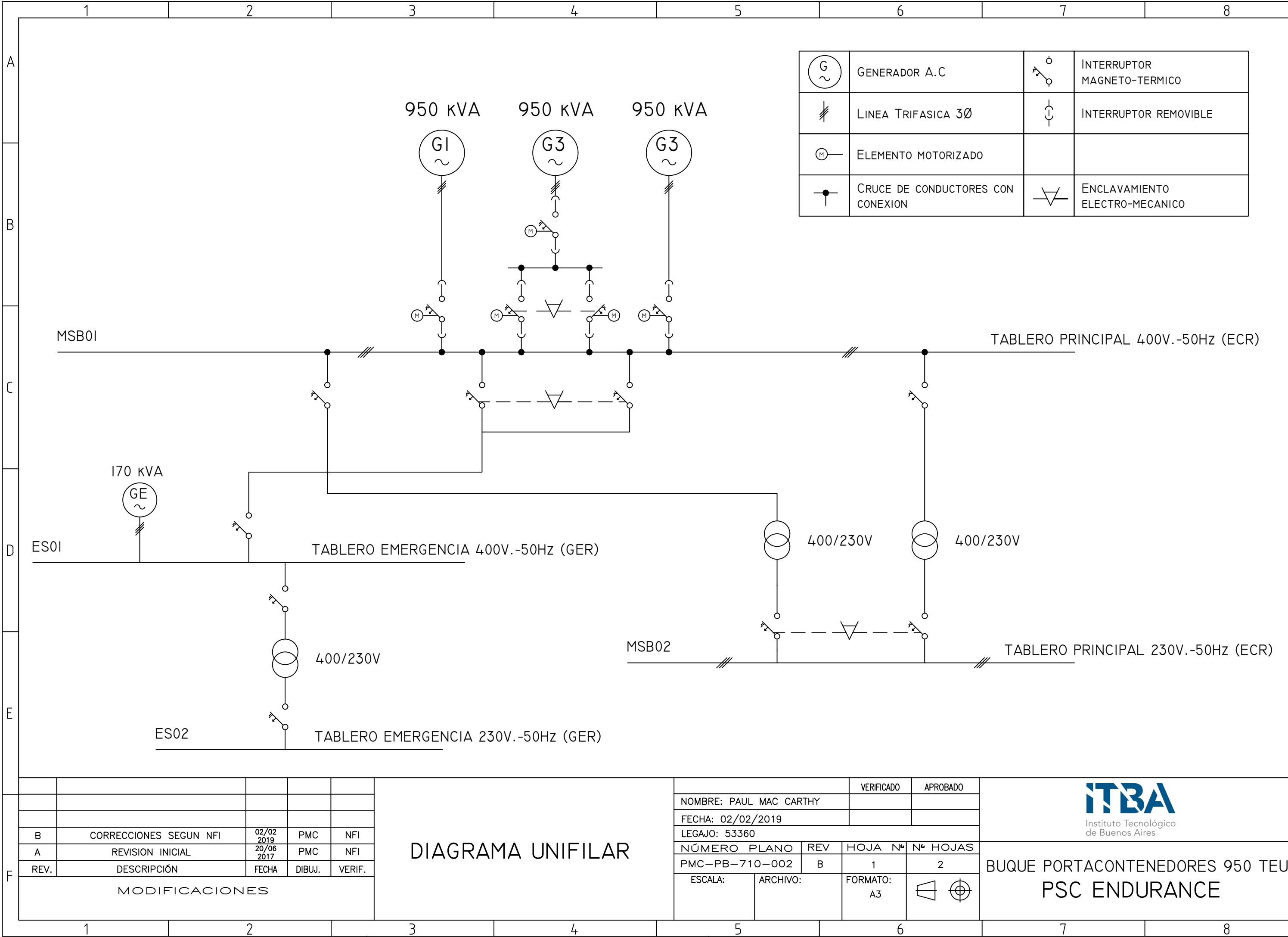
1	2	3	4	5	6	7	8													
A																		A		
B																		B		
C	Portacontenedor 950TEU 3x400/230 - 50Hz				CRUCERO CON CARGA			MANIOBRA			CARGA/DESCARGA			OP. EMERGENCIA			PUERTO			
	NUM.	EQUIPO	INSTALADOS	POTENCIA	FACTOR DE CARGA	Ksr	Kn	Potencia (kVA)	Ksr	Kn	Potencia (kVA)	Ksr	Kn	Potencia (kVA)	Ksr	Kn	Potencia (kVA)	Ksr	Kn	Potencia (kVA)
		220V Consumers																		
	1	Luces de navegacion	1	4,0	1,0	0,80	1	3,2	0,8	1	3,2	0	0	--	0,6	1	2,4	0,0	0	--
	2	Equipo de comunicacion	1	3,0	1,0	0,50	1	1,5	0,5	1	1,5	0,5	1	1,5	0,7	1	2,1			--
	3	Luz de busqueda	2	2,0	1,0	0,30	1	0,6	0,8	2	3,2	0	0	--	1	1	2,0			--
	4	Ventanas calefaccionadas	3	1,2	0,9	0,80	1	1,1	0,8	1	1,1	0,8	1	1,1			--			--
	5	220V equipamiento de almacen	1	7,0	1,0	0,70	1	4,9	0,7	1	4,9	0,7	1	4,9			--	0,6	1	4,2
	6	22V equipamiento de lavanderoa	1	7,0	1,0	0,60	1	4,2	0,6	1	4,2	0,6	1	4,2			--	0,6	1	4,2
	7	Paneles de calefaccion en habitacion	1	35,0	1,0	0,60	1	21,0	0,6	1	21,0	0,6	1	21,0			--	0,6	1	21,0
	8	Cables calefaccionados, hospital	1	12,0	1,0	0,40	1	4,8	0,4	1	4,8	0,4	1	4,8			--	0,4	1	4,8
	9	Reflectores de cubierta	1	14,0	0,9	0,30	1	4,7	0,9	1	14,0	0,09	1	1,4	0,4	1	6,2	0,5	1	7,8
	10	Luces en habitacion	1	12,0	0,9	0,80	1	10,7	0,8	1	10,7	0,8	1	10,7	0,4	1	5,3	0,8	1	10,7
	11	Luces en espacios de maquinas	1	5,0	0,9	0,80	1	4,4	0,8	1	4,4	0,8	1	4,4	0,3	1	1,7	0,6	1	3,3
	12	Dispensers de agua	2	1,0	0,9	0,60	2	1,3	0,6	2	1,3	0,6	2	1,3			--	0,6	2	1,3
	13	Consola del cuarto de control de control de carga	2	1,0	1,0	1,00	1	1,0	1	1	1,0	1	1	1,0			--			--
	14	Equipamientos varios	1	4,0	1,0	0,80	1	3,2	0,8	1	3,2	0,8	1	3,2	0,2	1	0,8	0,8	1	3,2
15	Consola del cuarto de control del motor principal	2	1,0	1,0	1,00	1	1,0	1	1	1,0	1	1	1,0			--			--	
					CRUCERO CARGA			MANIOBRA			CARGA/DESCARGA			OP. EMERGENCIA			PUERTO			
16	TOTAL CONSUMIDORES 230V				67,6			79,5			60,5			20,5			60,5			
D																		D		
E																		E		
F					BALANCE ELECTRICO PRELIMINAR						VERIFICADO	APROBADO		 Instituto Tecnológico de Buenos Aires						
									NOMBRE: PAUL MAC CARTHY											
									FECHA: 15/06/2017											
	A	REVISION INICIAL	15/06 2017	PMC					NFI	LEGAJO: 53360						BUQUE PORTACONTENEDORES 950 TEU PSC ENDURANCE				
	REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	DIBUJ.					VERIF.	NÚMERO PLANO		REV	HOJA N°	N° HOJAS						
MODIFICACIONES					PMC-PB-710-001		A	1	3											
					ESCALA:		ARCHIVO:		FORMATO: A3											
1	2	3	4	5	6	7	8													

1					2					3					4					5					6					7					8				
Portacontenedor 950TEU 3x400/230 - 50Hz																				CRUCERO CON CARGA			MANIOBRA			CARGA/DESCARGA			OP. EMERGENCIA			PUERTO							
NUM.	EQUIPO				INSTALADOS	POTENCIA	FACTOR DE CARGA	Ksr	Kn	Potencia (kVA)	Ksr	Kn	Potencia (kVA)	Ksr	Kn	Potencia (kVA)	Ksr	Kn	Potencia (kVA)	Ksr	Kn	Potencia (kVA)	Ksr	Kn	Potencia (kVA)														
400V Consumers																																							
17	Transformador 400V/230V				2	90,00	0,90	0,83	1,00	83,4	0,98	1,00	98,2	0,75	1,00	74,7			--	0,75	1,00	74,7																	
18	Transformador de emergencia 400V/230V				1	30,00	0,90	0,67	1,00	22,2	0,67	1,00	22,2	0,67	1,00	22,2	0,60	1,00	20,0			--																	
19	Grua de provisiones				1	21,00	0,80			--			--	0,10	1,00	2,6			--			--																	
20	Equipos del taller				1	10,00	0,70	0,20	1,00	2,9	0,20	1,00	2,9	0,20	1,00	2,9			--	0,00	0,00	--																	
21	Montecarga Sala de Maquinas				1	1,75	0,80			--			--			--			--	0,20	1,00	0,4																	
22	Incinerador				1	11,50	0,70	0,60	1,00	9,9			--			--			--			--																	
23	Grua lancha MOB				1	6,00	0,90			--			--			--	1,00	1,00	6,7			--																	
24	Grua lancha caída libre				1	9,00	0,90			--			--			--			--			--																	
25	400V equipamiento Almacen				1	61,00	1,00	0,30	1,00	18,3	0,30	1,00	18,3	0,30	1,00	18,3			--	0,30	1,00	18,3																	
26	Planta refrigeradora para provisiones				1	7,50	0,90	0,40	1,00	3,3	0,40	1,00	3,3	0,40	1,00	3,3			--	0,40	1,00	3,3																	
27	400V equipamiento lavanderia				1	41,00	1,00	0,30	1,00	12,3	0,30	1,00	12,3	0,30	1,00	12,3			--	0,20	1,00	8,2																	
28	Ventilacion acomodacion				1	8,00	0,90	1,00	1,00	8,9	1,00	1,00	8,9	1,00	1,00	8,9			--	1,00	1,00	8,9																	
29	Planta A/C para habitacion				1	37,00	0,80	0,00	1,00	--	0,00	1,00	--	0,00	1,00	--			--	0,00	1,00	--																	
30	Extractores almacen				2	2,20	0,90	1,00	2,00	4,9	1,00	2,00	4,9	1,00	2,00	4,9			--	0,50	2,00	2,4																	
31	Extractores baños				2	0,75	0,90	1,00	2,00	1,7	1,00	2,00	1,7	1,00	2,00	1,7			--	1,00	2,00	1,7																	
32	Extractore hospital				1	0,40	0,90	1,00	1,00	0,4	1,00	1,00	0,4	1,00	1,00	0,4			--	1,00	1,00	0,4																	
33	Extractores cuarto de control de carga				1	0,40	0,90	1,00	1,00	0,4	1,00	1,00	0,4	1,00	1,00	0,4			--	1,00	1,00	0,4																	
34	Contenedores Refrigerados				190	3,60	0,90	0,35	190,00	266,0	0,35	190,00	266,0	0,35	190,00	266,0			--	0,35	190,00	266,0																	
35	Guinche de amarre Popa				2	180,00	0,80			--	0,30	2,00	135,0			--			--			--																	
36	Guinche de amarre y fondeo Proa				2	180,00	0,80			--	0,30	2,00	135,0			--			--			--																	
37	Bow-Thruster				1	1000,00	0,90			--	0,50	1,00	555,6			--			--			--																	
38	Planta HVAC Taller				1	5,00	0,90	0,50	1,00	2,8	0,50	1,00	2,8	0,50	1,00	2,8			--	0,30	1,00	1,7																	
39	Planta HVAC Cuarto de control del motor principal				1	5,00	0,90	0,50	1,00	2,8	0,50	1,00	2,8	0,50	1,00	2,8			--	0,30	1,00	1,7																	
40	Ventialdor cuarto de control motor principal				1	0,40	0,90	1,00	1,00	0,4	1,00	1,00	0,4	1,00	1,00	0,4			--	1,00	1,00	0,4																	
41	Ventiladores cuarto de separadoras				2	0,40	0,90	0,50	2,00	0,4	0,50	2,00	0,4	0,50	2,00	0,4			--			--																	
42	Extractores cuarto bow thruster				1	2,00	0,90	1,00	1,00	2,2	1,00	1,00	2,2	1,00	1,00	2,2			--	1,00	1,00	2,2																	
43	Ventiladores cuarto del servomotor				1	0,75	0,90	0,60	1,00	0,5	0,60	1,00	0,5	0,60	1,00	0,5			--			--																	
44	Ventiladores cuarto del generador de emergencia				1	3,70	0,90	0,00	0,00	--	0,00	0,00	--	0,00	0,00	--	1,00	1,00	4,1	0,00	0,00	--																	
45	Ventilador sala de maquinas (Alta velocidad)				2	15,00	0,90	1,00	2,00	33,3	1,00	2,00	33,3	1,00	2,00	33,3			--	0,00	0,00	--																	
46	Bomba del hidroforo de agua dulce				2	1,80	0,80	0,70	1,00	1,6	0,70	1,00	1,6	0,70	1,00	1,6			--	0,70	1,00	1,6																	
47	Calentador de agua				1	14,00	0,80	0,00	1,00	--	0,00	1,00	--	0,00	1,00	--			--	0,70	1,00	12,3																	
48	Bomba de circulacion de agua caliente				2	0,37	0,80	1,00	1,00	0,5	1,00	1,00	0,5	1,00	1,00	0,5			--	1,00	1,00	0,5																	
49	Bomba FW generador de agua dulce				1	0,75	0,80	1,00	1,00	0,9	1,00	1,00	0,9	1,00	1,00	0,9			--	1,00	1,00	0,9																	
50	Bomba ejectora generador de agua dulce				1	17,80	0,70	1,00	1,00	25,4	1,00	1,00	25,4	1,00	1,00	25,4			--	1,00	1,00	25,4																	
51	Planta de tratamiento de aguas negras				1	5,30	0,90	0,50	1,00	2,9	0,50	1,00	2,9	0,50	1,00	2,9			--	0,30	1,00	1,8																	
52	Servomotor (2 Bombas)				2	25,00	0,80	0,25	0,50	3,9	0,25	0,50	3,9			--	0,25	0,50	3,9			--																	

					BALANCE ELECTRICO PRELIMINAR									VERIFICADO	APROBADO		<div>ITBA</div> <div>Instituto Tecnológico de Buenos Aires</div>					
										NOMBRE: PAUL MAC CARTHY												
										FECHA: 15/06/2017												
										LEGAJO: 53360												
A	REVISION INICIAL									15/06 2017	PMC	NFI	NÚMERO PLANO	REV	HOJA N°	N° HOJAS	BUQUE PORTACONTENEDORES 950 TEU PSC ENDURANCE					
REV.	DESCRIPCIÓN				FECHA	DIBUJ.	VERIF.	PMC-PB-710-001	A	2	3											
MODIFICACIONES							ESCALA:	ARCHIVO:		FORMATO: A3	<div></div> <div></div>											

1					2					3					4					5					6					7					8				
---	--	--	--	--	---	--	--	--	--	---	--	--	--	--	---	--	--	--	--	---	--	--	--	--	---	--	--	--	--	---	--	--	--	--	---	--	--	--	--

	1	2	3	4	5	6	7	8												
A																			A	
B	Portacontenedor 950TEU 3x400/230 - 50Hz				CRUCERO CON CARGA			MANIOBRA			CARGA/DESCARGA			OP. EMERGENCIA			PUERTO			
	NUM.	EQUIPO	INSTALADOS	POTENCIA	FACTOR DE CARGA	Ksr	Kn	Potencia (kVA)	Ksr	Kn	Potencia (kVA)	Ksr	Kn	Potencia (kVA)	Ksr	Kn	Potencia (kVA)	Ksr	Kn	Potencia (kVA)
	53	Bomba de trasvase de FO	2	7,70	0,80	0,30	1,00	2,9	0,30	1,00	2,9	0,30	1,00	2,9			--	0,10	1,00	1,0
	54	Purificadora de HFO (con bomba de suministro)	2	7,90	0,80	1,00	1,00	9,9	1,00	1,00	9,9	0,20	1,00	2,0			--			--
	55	Purificadora de MDO (con bomba de suministro)	2	4,26	0,80	1,00	1,00	5,3	1,00	1,00	5,3	0,20	1,00	1,1			--			--
	56	MP Bomba booster FO	2	1,30	0,80	1,00	1,00	1,6	1,00	1,00	1,6	1,00	1,00	1,6			--			--
	57	MP Bomba de suministro de LO	2	0,66	0,80	1,00	1,00	0,8	1,00	1,00	0,8	1,00	1,00	0,8			--			--
	58	MP Precalentador de HFO (Electrico)	2	40,00	1,00			--			--			--			--			--
	59	MP Viscocimetro FO	1	0,10	0,90	1,00	1,00	0,1	1,00	1,00	0,1	1,00	1,00	0,1			--			--
	60	Bomba de trasvase de LO de cilindros	1	0,80	0,80	0,10	1,00	0,1	0,10	1,00	0,1	0,10	1,00	0,1			--			--
C	61	Bomba de trasvase de LO	1	0,80	0,80	0,10	1,00	0,1	0,10	1,00	0,1	0,10	1,00	0,1			--			--
	62	Purificadora de LO (con bomba)	1	4,26	0,90	0,80	1,00	3,8	0,80	1,00	3,8	0,00	0,00	--			--			--
	63	Precalentador purificadora LO (Electrico)	1	16,00	1,00	0,50	1,00	8,0	0,50	1,00	8,0	0,50	1,00	8,0			--			--
	64	Bomba de lodos	1	2,53	0,80	0,30	1,00	0,9	0,30	1,00	0,9	0,30	1,00	0,9			--			--
	65	MP Bomba de LO	2	34,00	0,80	1,00	1,00	42,5	1,00	1,00	42,5	1,00	1,00	42,5			--			--
	66	MP Soplador Auxiliar	2	35,00	0,80	0,10	2,00	8,8	0,90	2,00	78,8			--			--			--
	67	MP Bomba booster LO	2	0,90	0,80	1,00	1,00	1,1	1,00	1,00	1,1	1,00	1,00	1,1			--			--
	68	Bomba Principal agua de mar (Circuito Baja temp)	3	18,00	0,80	1,00	1,00	22,5	1,00	1,00	22,5	1,00	1,00	22,5			--			--
	69	Bomba de FW (Circuito de baja temp)	3	30,00	0,80	1,00	2,00	75,0	1,00	2,00	75,0	1,00	2,00	75,0			--	0,00	0,00	--
	70	Bomba de FW (Circuito de alta temp)	2	13,00	0,80	1,00	1,00	16,3	1,00	1,00	16,3	1,00	1,00	16,3			--	0,00	0,00	--
D	71	MA Precalentador	3	7,50	1,00			--			--			--			--	0,50	3,00	11,3
	72	MP Bomba de circulacion del precalentador	1	1,10	0,80			--			--	1,00	1,00	1,4			--	1,00	1,00	1,4
	73	MP Precalentador	1	55,00	1,00			--			--	0,50	1,00	27,5			--	0,50	1,00	27,5
	74	Compresor de aire de arranque	2	12,50	0,90	0,20	1,00	2,8	0,20	1,00	2,8	0,20	1,00	2,8			--	0,20	1,00	2,8
	75	Compresor de aire de servicio	1	63,20	0,90	0,20	1,00	14,0	0,30	1,00	21,1	0,40	1,00	28,1			--	0,00	0,00	--
	76	Caldera de vapor (gases de escape y quemador)	1	33,70	0,80	0,40	0,50	8,4	0,40	0,50	8,4	0,40	1,00	16,9			--	0,00	0,00	--
	77	Separador de aguas oleosas	1	6,60	0,80	0,60	1,00	5,0	0,60	1,00	5,0	0,60	1,00	5,0			--			--
	78	Bomba LCI	2	70,00	0,80			--			--			--			--	0,00	0,00	--
	79	Bomba LCI emergencia	1	30,00	0,80			--			--			--	1,00	1,00	37,5			--
	80	Bomba de servicios general	2	70,00	0,80	0,10	1,00	8,8	0,10	1,00	8,8	0,30	1,00	26,3			--	0,10	1,00	8,8
81	Bomba de achique	2	67,00	0,80	0,10	1,00	8,4	0,10	1,00	8,4	0,10	1,00	8,4	0,50	1,00	41,9	0,10	1,00	8,4	
E	82	Bomba de Lastre	2	67,00	0,80	0,10	1,00	8,4	0,10	1,00	8,4	0,70	1,00	58,6			--			--
	83	Equipo tratamiento agua de lastre	1	24,00	0,80	0,10	1,00	3,0	0,10	1,00	3,0	0,70	1,00	21,0			--			--
	84	ICCP proteccion catodica	1	6,70	1,00	1,00	1,00	6,7	1,00	1,00	6,7	1,00	1,00	6,7			--	1,00	1,00	6,7
	TOTAL CONSUMIDORES 440V					CRUCERO CARGA			MANIOBRA			CARGA/DESCARGA			OP. EMERGENCIA			PUERTO		
						777,5			1684,9			870,0			114,1			501,0		
	TOTAL CONSUMIDORES					845,1			1764,5			930,5			134,6			561,5		
F						BALANCE ELECTRICO PRELIMINAR					VERIFICADO	APROBADO	<div>ITBA</div> <div>Instituto Tecnológico de Buenos Aires</div> <div>BUQUE PORTACONTENEDORES 950 TEU PSC ENDURANCE</div>							
									NOMBRE: PAUL MAC CARTHY											
									FECHA: 15/06/2017											
									LEGAJO: 53360											
A		REVISION INICIAL	15/06 2017	PMC	NFI			NÚMERO PLANO	REV	HOJA N°	N° HOJAS									
REV.		DESCRIPCIÓN	FECHA	DIBUJ.	VERIF.			PMC-PB-710-001	A	3	3									
		MODIFICACIONES						ESCALA:	ARCHIVO:	FORMATO:										



B	CORRECCIONES SEGUN NFI	02/02 2019	PMC	NFI
A	REVISION INICIAL	20/06 2017	PMC	NFI
REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	DIBUJ.	VERIF.
MODIFICACIONES				

DIAGRAMA UNIFILAR

		VERIFICADO	APROBADO
NOMBRE: PAUL MAC CARTHY			
FECHA: 02/02/2019			
LEGAJO: 53360			
NÚMERO PLANO	REV	HOJA N°	N° HOJAS
PMC-PB-710-002	B	1	2
ESCALA:	ARCHIVO:	FORMATO: A3	



BUQUE PORTACONTENEDORES 950 TEU
PSC ENDURANCE

PARTE 4G

TRINCADO DE CONTENEDORES BUQUE PORTACONTENEDORES 950TEU

APROBADO
NFI 28/05/2019



PSC ENDURANCE

TRINCADO DE
CONTENEDORES

		VERIFICADO	APROBADO	
NOMBRE: PAUL MAC CARTHY			NFI 28/05/2019	
LEGAJO: 53360				
FECHA: 28/05/2019				
NÚMERO PLANO	REV	HOJA N°	N° HOJAS	
	C	0	17	
ESCALA:	ARCHIVO:	FORMATO:		
		A4		
A	REVISION INICIAL	10/05 2019	PMC	NFI
B	CORRECCIONES SEGUN NFI	20/01 2019	PMC	NFI
C	CORRECCIONES SEGUN NFI	28/05 2019	PMC	NFI
REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	DIBUJ.	VERIF.
MODIFICACIONES				

CONTENIDO

1	Introducción.....	2
2	Elementos de Trinca.....	2
2.1	Elementos Fijos.....	3
2.2	Elementos sueltos	4
3	Contenedores en bodegas	5
4	Contenedores fuera de bodegas	6
5	Cálculo de fuerzas sobre contenedores	7
5.1	Movimientos del buque	7
5.2	Cálculo de fuerzas	8
5.3	Verificaciones	9
6	Ejemplo de Calculo	9
6.1	Consideraciones.....	10
6.2	Cálculo de P, H y Q.....	10
6.3	Verificaciones	12
6.4	Conclusion.....	15
7	Anexos.....	16
	Anexo I –Símbolos y definiciones.....	16
	Anexo II – Ubicación del contenendor en el buque	16
	Anexo III – Fuerzas limites en contenedores ISO	17

1 Introducción

En este cuaderno se realiza el cálculo y disposición de los elementos de trinka para los contenedores en el buque.

Para este cálculo se sigue el método de cálculo del Lloyd's Register:

- P3 Ch9 S7 Freight Container Securing Arrangement;
- P3 Ch14 Cargo Securing Arrangement
- P4 Ch8 (Container Ships) S13 Container Stowage System
- A Masters Guide to Container Securing – The Standard / Lloyds Register

Los contenedores sobre cubierta serán sometidos a las mayores fuerzas y estarán expuestos a los elementos, por lo que deberán estar adecuadamente asegurados durante la navegación.

En las bodegas se dispondrán guías para facilitar la estiba de los contenedores. Estas guías pueden contener un contenedor FEU o dos contenedores TEU utilizando los elementos de trinka apropiados.






En este cuaderno se explicarán los diferentes elementos de trinka, como se trinkan los contenedores bajo y sobre cubierta, luego se realizará el cálculo de fuerzas a las que serán sometidos los contenedores para así poder estimar la altura máxima de los contenedores en base a sus pesos y poder determinar la configuración de los elementos de trinka.








2 Elementos de Trinca

Estos elementos son elementos que tienen como objetivo asegurar a los contenedores en su lugar. Estos deben ser capaces de soportar las solicitaciones que ejercen los contenedores sobre ellos.

Estos elementos se dividen en dos tipos, los fijos y los sueltos. Los fijos se encuentran adosados al buque, ya sea soldados o mediante pernos o tornillos. Los elementos sueltos son los que los marineros deben encargarse de colocarse según el plan de carga en los diferentes contenedores. Este plan de carga y configuración de elementos de trinka se arma en base a la configuración de estiba de contenedores, peso y condición de navegación del barco. Estas tres premisas son las bases para calcular las fuerzas actuantes en los contenedores.

Estos elementos deben estar aprobados y soportar las cargas según requerimientos de la SC y de acuerdo con los estándares correspondientes (ISO)


Item No.	Description	Required test modes	Recommended minimum, in kN		
			SWL	Proof load	Breaking load
1	Flush socket	 Pull-out load	250	375	500
2	Pedestal socket	 Pull-out load	250	375	500
		 Tangential load	200	300	400
3	'D' ring	 45° Tensile load	250	375	500
4	Lashing plate	 45° Tensile load	250	375	500

Item No.	Description	Required test modes	Recommended minimum, in kN		
			SWL	Proof load	Breaking load
1	Lashing rod (HTS)		180	270	360
2	Lashing rod		250	375	500
3	Lashing chain (HTS)		80		200
4	Lashing chain (M.S.)		100		300
5	Lashing steel wire rope		120	—	360
6	Turnbuckle	 Tensile load	250	—	500
7	Twistlock (manual, semi-automatic and fully automatic fittings)	 Shear load	200	—	400
		 Tensile load	250	375	500
8	Midlock	 Shear load	200	300	400
		 Tensile load	250	375	500
9	Stacker	 Shear load	200	300	400

2.1 Elementos Fijos

A continuación, se exponen los elementos de trinka fijos. Estos se utilizan bajo cubierta y sobre cubierta. Estos son los elementos donde por lo general luego se aseguran los elementos sueltos.










Fixed fitting (attached to ship)

Description	Purpose	Image	Notes
Flush socket	Locating base twistlocks or stacking cones in the cargo hold.		Normally fitted over a small recess to ensure watertightness. Clean and remove debris before use.
Raised socket	Locating base twistlocks or stacking cones on deck.		Clean and remove debris before use.
Lashing plate or 'Pad-eye'	Tie-down point for turnbuckle.		Designed only for in-plane loading. An out-of-plane (out-of-line) load could bend the plate and may crack the connecting weld.
D ring	Alternative tie-down point for a turnbuckle.		Corrosion of the pin ends can weaken a D ring. Suitable for in-plane (in-line) and out-of-plane loading.
Dovetail foundation	Base for sliding dovetail twistlock.		Clean before use. Keep well greased and examine regularly for damage or wear.
Fixed stacking cone	To prevent horizontal movement of 20-foot containers in 40-foot cell guides.		Often found at the base of a cell guide.
Mid-bay guide	To prevent transverse movement of 20-foot containers in 40-foot guides. Fitted at tanktop level.		Does not interfere with general stowage of 40-foot containers.

2.2 Elementos sueltos

Los elementos de trinka sueltos son los que los marineros deben colocar a los diferentes contenedores. Asegurando que estén acorde al plan de carga y cumpliendo con las tensiones de trinka. Algunos de estos elementos se ajustan manualmente, mientras que otros simplemente se colocan y luego funcionan de modo automático (Twistlocks automáticos).

— Loose fittings in common use

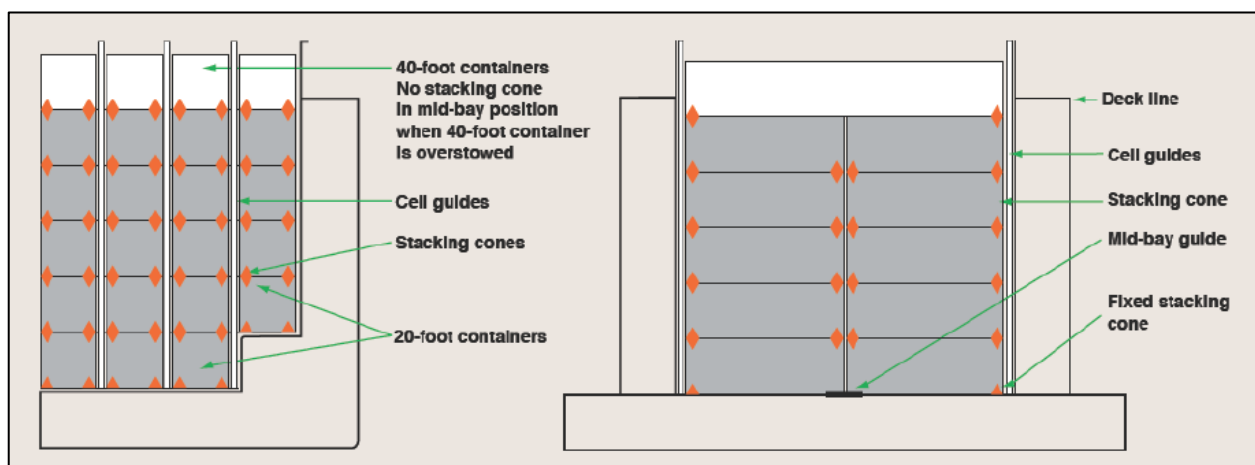
Description	Purpose	Image	Notes
Lashing rod	To provide support for container stacks on deck. Used in conjunction with a turnbuckle.		Resists tensile loads. Very long lashing rods can be difficult to handle and difficult to locate in a container corner casting. They can have eyes at each end.
Extension piece	To extend a lashing rod when securing 'high cube' containers.		Fit at the base of a lashing rod and connect to the turnbuckle.
Turnbuckle (bottle screw)	To connect a lashing rod to a lashing plate or D ring. Tightening puts tension into a lashing rod.		Resists tensile loads and is used to keep the lashing tight. Regularly grease its threads. Ensure the locking nut or tab is locked.
Hanging stacker	Used in holds when 20-foot containers are carried in 40-foot guides. Locks into corner casting above.		Resists horizontal forces. Likely to be put in place when container is on shore because of difficulty in fitting when on board.
Semi-automatic twistlock (SAT)	Placed between containers in a stack. Locks into corner castings above and below.		Resists horizontal and separation forces. Can be fitted on shore. Automatically locks into the lower container when placed on top. It is easier to determine whether it is locked or not when compared to manual twistlocks. Unlocked manually.
Twistlock	Placed between containers in a stack. Locks into corner castings above and below.		Resists horizontal and separation forces. Each fitting requires locking after fitting. Left and right-hand types exist, causing uncertainty whether a fitting is locked or open.
Stacking cone	Placed between containers in a stack. Slots into corner castings.		Resists horizontal forces. Many types exist. May be locked into bottom corner castings prior to lifting a container on board.
Fully automatic twistlock (FAT)	Placed between containers in a stack. Locks into container casting above; hooks into container casting below.		A new and innovative design. Automatic unlocking during lifting. Usually opened by a vertical lift, with a twist/tilt. Should not be used if container corner castings are worn or damaged.
Mid-lock	Placed between containers in a stack. Locks into corner castings above and below. Used on deck between 20-foot containers in 40-foot bays, at mid-bay position.		Resists horizontal and separation forces. Fitted to underside of container on shore and automatically locks into lower container when placed on board. Consult the manufacturer's instruction manual for information on the lock's correct direction of fitting.

3 Contenedores en bodegas

Como se mencionó anteriormente, los contenedores estibados bajo cubierta, en las bodegas del buque, utilizaran un sistema de guías. Este sistema permite una rápida estiba de contenedores sin la necesidad de usar los elementos de trinka que se necesitan sobre cubierta. Estas guías ayudan a los contenedores a mantener su posición.

Las guías están diseñadas para contenedores FEU, pudiendo ser “High Cube” o no. Se pueden estibar hasta cuatro contenedores en altura (HC o estándar). En la manga se pueden estibar 7 contenedores.

Además de las guías, en el cielo del doble fondo, las bodegas cuentan con insertos (ver elementos fijos) para asegurar los contenedores aún más. Estos insertos también son necesarios para la estiba de contenedores TEU en las guías de los contenedores FEU. En la figura debajo se puede observar la configuración de contenedores TEU en las guías de los contenedores FEU, con los elementos de trinka.



Fuente: A Masters Guide to Container Securing – The Standard / Lloyds Register

4 Contenedores fuera de bodegas

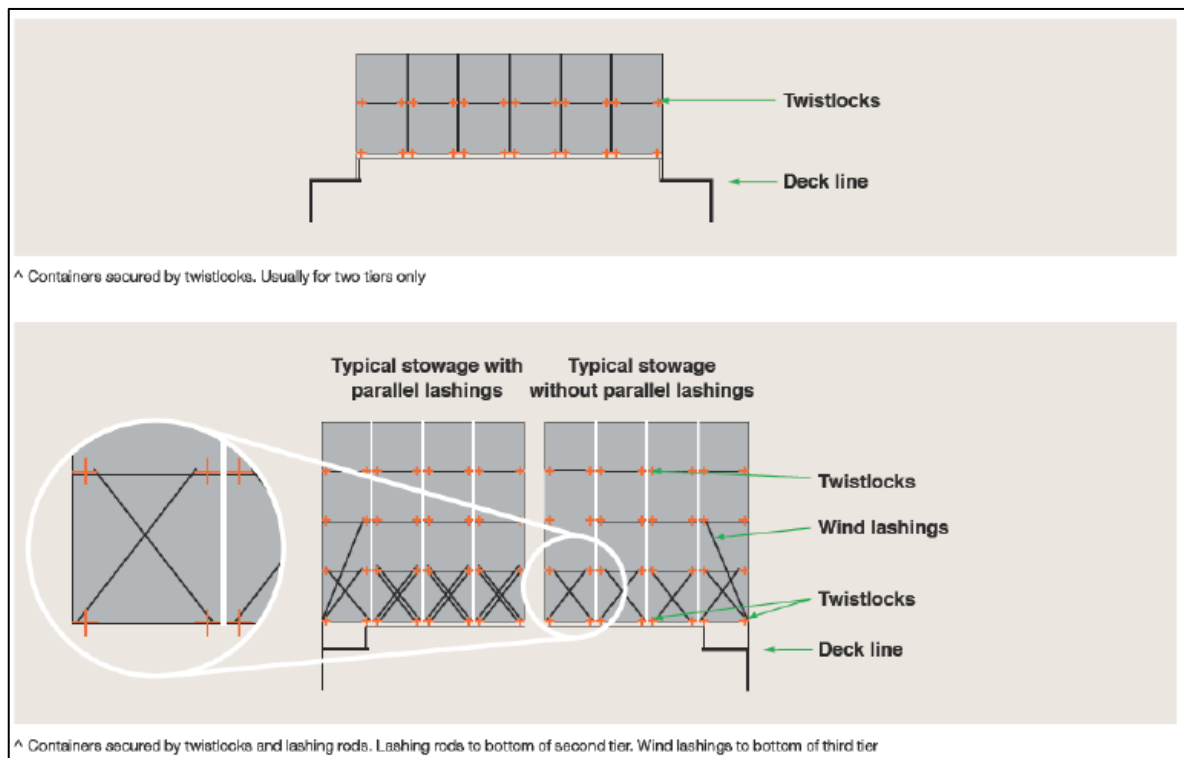
La estiba de contenedores fuera de bodega es más compleja debido a que no se tiene un sistema de guiado. Los contenedores tienen posiciones preestablecidas, pero estos son asegurados mediante elementos de trinca.

Además de la falta de guías los contenedores fuera de bodegas están expuestos a los elementos como el viento y el Green Water (esto afecta principalmente a los contenedores más cercanos a la proa). Debido a esto se coloca una estructura de protección metálica en proa (ver Arreglo General).

Los contenedores fuera de las bodegas también sufren mayores fuerzas debido a que se encuentran más alejados de los centros de rotación del buque. En este buque se tienen columnas de hasta cinco contenedores.

Los contenedores se encuentran sobre las tapas de escotillas, y en el caso de la bahía 15 y 16 se estiban sobre la cubierta principal. El principal método de aseguración de los contenedores son los twistlocks, que se colocan en los cuatro vértices inferiores y superiores de los contenedores, pudiendo armar de esta manera columnas rígidas. En sus bases también se ubican twistlocks que los aseguran a la cubierta o tapas de escotillas. Para el caso de contenedores vacíos los twistlocks pueden llegar a ser suficientes, pero a medida que se estiban contenedores cargados con mayores pesos es necesario colocar barras de trinca. Estas barras sujetan a los contenedores y reducen las tensiones sobre los twistlocks. Las barras se colocan en los contenedores inferiores de las comunas, agregando más barras a medida que sea necesario desde los contenedores inferiores a los superiores. Las barras se sujetan a elementos fijos sobre la cubierta y a los ojos de guía de los contenedores.

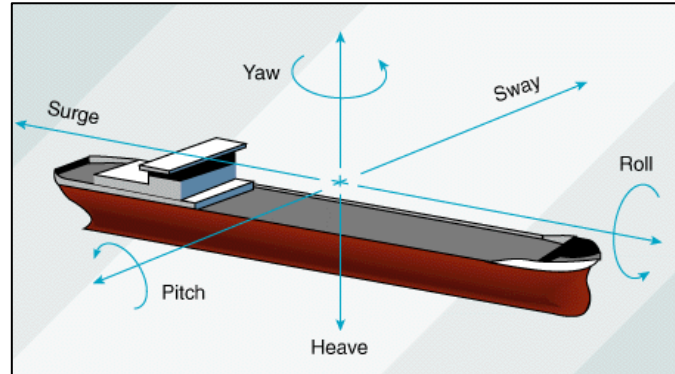
En la imagen a continuación se puede observar la configuración de trinca cuando no se utilizan las barras y cuando, con columnas más elevadas, se colocan las barras de trinca.



Fuente: A Masters Guide to Container Securing – The Standard / Lloyds Register

5 Cálculo de fuerzas sobre contenedores

En esta sección se procede a calcular las fuerzas que actúan sobre los contenedores. Estas fuerzas pueden ser estáticas, dinámicas y/o del viento. En la mayoría de los casos estas fuerzas se combinan. Las fuerzas finales se descomponen de dos direcciones, una de compresión/tensión y una de corte (paralela a la cubierta). Estas fuerzas y sus componentes son las que determinan los límites de carga en los contenedores, así como la configuración de trinca que se debe adoptar para cada carga.



Las fuerzas estáticas dependen de la carga en los contenedores y la cantidad de contenedores apilados. También afectan los ángulos de escora y de asiento del buque en una determinada posición.

Las fuerzas dinámicas corresponden a los movimientos del buque y las fuerzas que generan sobre los contenedores. Los movimientos que más fuerzas inducen son el Rolido (Roll), Cabeceo (Pitch) y Desplazamiento Vertical (Heave).

La tercera fuerza es el viento, que se toma perpendicular al buque siendo este el peor caso. Esta fuerza actúa únicamente sobre los contenedores expuestos al viento, las columnas interiores no se ven afectadas por el viento ya que las exteriores ofrecen una protección.

Para el cálculo de las fuerzas se siguen los lineamientos del Lloyd's Register, calculando las fuerzas para cada contenedor y después realizando la suma para cada columna.

5.1 Movimientos del buque

Siguiendo las normas de cálculo del buque primero se calculan los ángulos y periodos de oscilación de los movimientos del buque. Para esto se utilizan las fórmulas del LR P3 Ch14 Section 8 Table 14.8.1:

Motion	Maximum single amplitude	Periods, in seconds
Roll	$\phi = \sin^{-1} \theta$ degrees but need not exceed 30° and is not to be taken less than 22° where $\theta = \sin \phi$ $= \left(0,45 + 0,1 \frac{L}{B}\right) \left(0,54 - \frac{L}{1270}\right)$	$T_r = \frac{0,7B}{\sqrt{GM}}$
Pitch	$\psi = 12e^{-0,0033L_{pp}}$ but need not exceed 8°	$T_p = 0,5 \sqrt{L_{pp}}$
Heave	$\frac{L_{pp}}{80}$ m	$T_h = 0,5 \sqrt{L_{pp}}$

ROLL		
ϕ_{max}	27,064	grados
ϕ_{max}	0,472	radianes
θ	0,455	grados
T_r	12,489	segundos
PITCH		
ψ	7,560	grados
ψ	0,132	radianes
T_p	5,916	segundos
HEAVE		
$L_{pp}/80$	1,750	m
T_h	5,916	segundos

Simbolo	dim	unidad	Descripcion
Lpp	140.0	m	Esloa entre perpendiculares
B	23.0	m	Manga
GM	1.7	m	Radio metacentrico Transversal

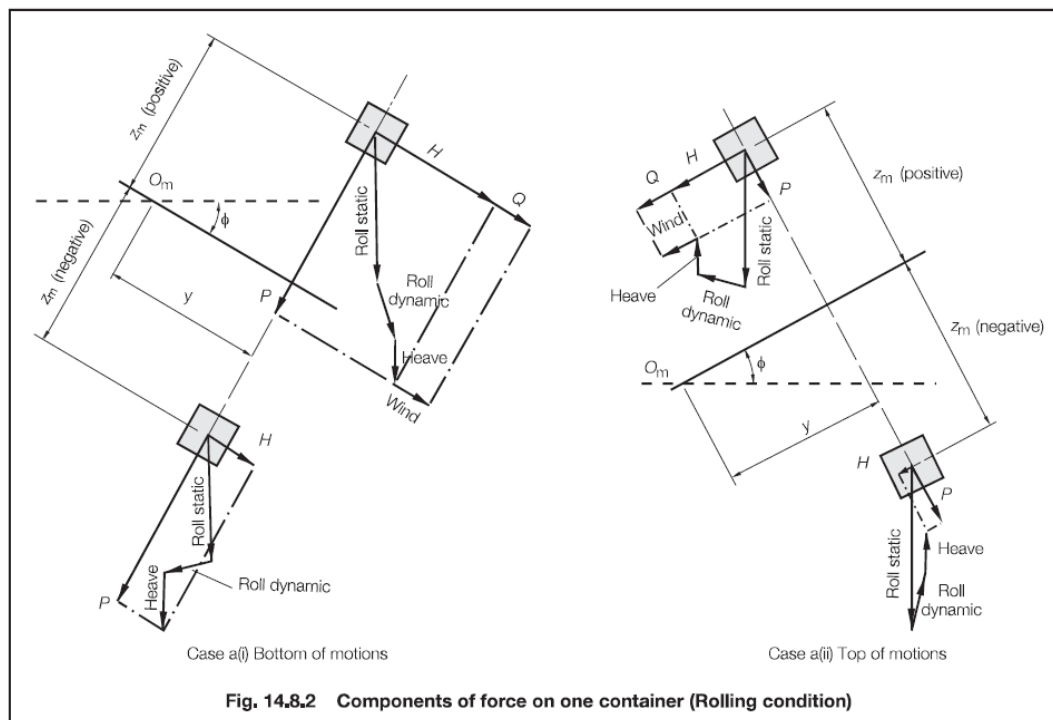
5.2 Cálculo de fuerzas

En esta parte se realiza el cálculo de las fuerzas que actúan sobre un contenedor ubicado en cualquier posición del buque (x, y, z_m) y el peso del contenedor en análisis (W_g). La posición del contenedor se calcula con respecto al punto de rotación (O_m). Luego se calculan las fuerzas estáticas (peso), dinámicas (inercia causada por el movimiento del buque) y del viento (la regla establece una velocidad de cálculo de 40m/s).

La siguiente figura muestra las fórmulas utilizadas dadas por el LR para calcular las fuerzas normales a la cubierta y tangentes a esta (LR P3 Ch14 Section 8).

Table 14.8.2 Components of forces

Source	Component of force, in kN		
	Compression (normal to deck)	Sliding (parallel to deck)	
		transverse	longitudinal
STATIC			
Roll	$Wg \cos \phi$	$Wg \sin \phi$	
Pitch	$Wg \cos \psi$		$Wg \sin \psi$
Combined	$Wg \cos (0,71\phi) \cos (0,71\psi)$	$Wg \sin (0,71\phi)$	$Wg \sin (0,71\psi)$
DYNAMIC			
Roll	$0,07Wg \frac{\phi}{T_r^2} y$	$0,07Wg \frac{\phi}{T_r^2} z_m$	
Pitch	$0,07Wg \frac{\psi}{T_p^2} x$		$0,07Wg \frac{\psi}{T_p^2} z_m$
Heave:			
Roll	$0,05Wg \frac{L_{pp}}{T_h^2} \cos \phi$	$0,05Wg \frac{L_{pp}}{T_h^2} \sin \phi$	
Pitch	$0,05Wg \frac{L_{pp}}{T_h^2} \cos \psi$		$0,05Wg \frac{L_{pp}}{T_h^2} \sin \psi$
WIND			
		Roll $8,25AV_W^2 \cos^2 \phi \times 10^{-4}$	
		Pitch $8,25AV_W^2 \times 10^{-4}$	
		Combined $8,25AV_W^2 \cos^2 (0,71\phi) \times 10^{-4}$	



5.3 Verificaciones

Una vez calculadas las fuerzas para todos los contenedores se procede a verificar que estas cumplan con los requisitos del LR. Principalmente se verifica que los contenedores no sufran deformaciones y que el apilamiento de estos no vuelque debido al movimiento del buque. Además, se identifica el uso de elementos de trinka (por ejemplo, para evitar el vuelco) y se verifica que estos trabajen dentro de las tensiones máximas, también establecidas por el LR.

Las verificaciones que se realizan son las siguientes:

- Contenedor
 - Racking
 - Compresión
 - Tensión
 - Corte
 - Vuelco
- Elementos de Trincado (Twistlocks, Barras, etc...)
 - Corte
 - Tensión

En el Anexo III se pueden ver cuales son las fuerzas máximas que pueden soportar los contenedores.

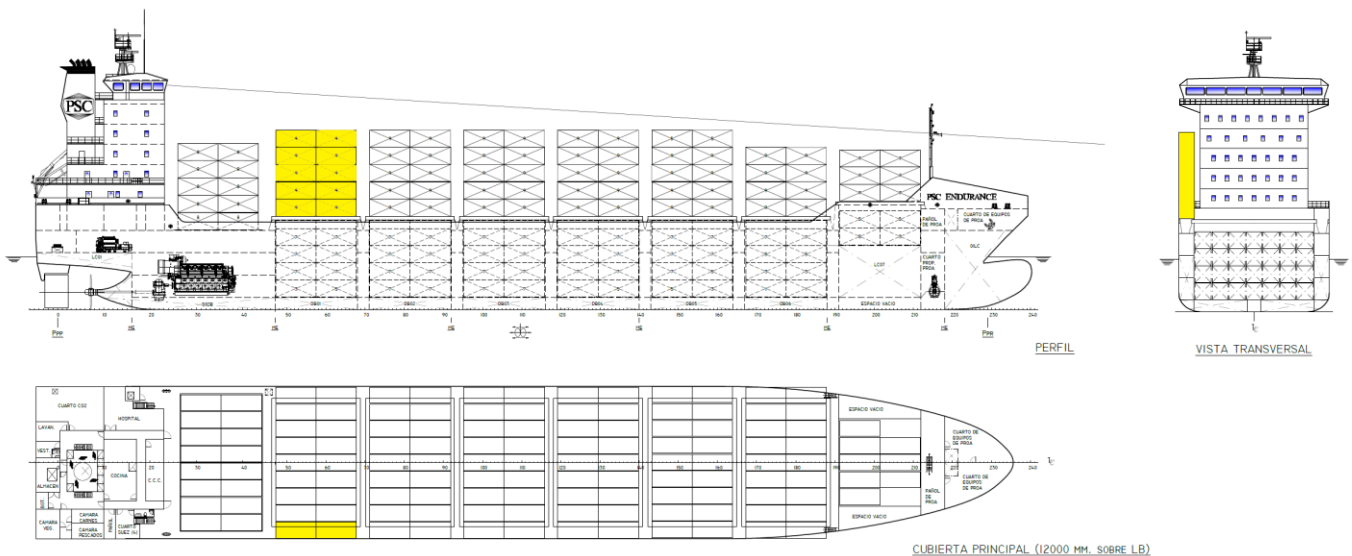
6 Ejemplo de Calculo

A continuación, se realiza un cálculo de ejemplo sobre una columna de contenedores. Se selecciona la columna de contenedores más alejada de los ejes de rotación ya que será la sometida a mayores fuerzas. La columna que se selecciona es la que se encuentra a popa y sobre la banda (Bahía 13/14 Estribor). Además, esta columna está diseñada para transportar hasta cinco filas de contenedores (el máximo número de filas en todo el buque).

Se sigue el método de calculo de las siguientes secciones del Lloyd's Register:

- Part 3 Chapter 14 Section 8 – Cálculo de movimientos y fuerzas
- Part 3 Chapter 14 Section 9 – Cálculo de solicitaciones y valores permisibles

Pila de contenedores seleccionada:



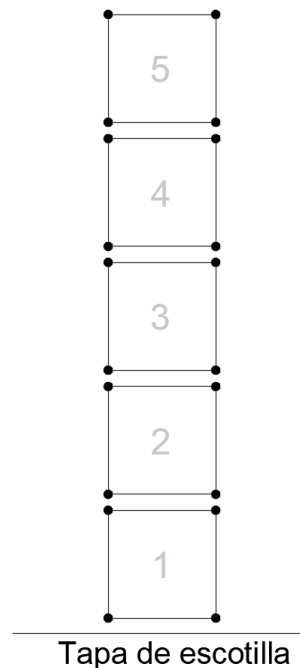
6.1 Consideraciones

La columna seleccionada está compuesta por 5 contenedores FEU

- Sociedad de Clasificación utilizada para el cálculo: Lloyd's Register 2000
- Bahía 13/14
- Condición Transversal (Rolling + Heave)
- Pila de contenedores
 - 5 contenedores FEU (ISO)
 - Carga máxima: 30 Ton
 - Peso vacío: 3.5 Ton (mínimo establecido por LR)
 - Ubicación: sobre bodegas
- Peso Contenedores (los pesos de cálculo para el contenedor vacío y de máxima carga están dados por el LR):
 - Tier 5: 3,5 ton (contenedor vacío)
 - Tier 4: 7,0 ton (carga liviana)
 - Tier 3: 20,0 ton (carga media)
 - Tier 2: 20,0 ton (carga media)
 - Tier 1: 30,0 ton (carga máxima)

Para cada contenedor se calculan las coordenadas xyz con respecto al centro de rotación del buque (las coordenadas son con respecto al centro de gravedad del contenedor. Estas coordenadas son las siguientes:

Container 5	
x	-32.764 m
y	10.281 m
z	16.943 m
Container 4	
x	-32.764 m
y	10.281 m
z	14.352 m
Container 3	
x	-32.764 m
y	10.281 m
z	11.761 m
Container 2	
x	-32.764 m
y	10.281 m
z	9.17 m
Container 1	
x	-32.764 m
y	10.281 m
z	6.579 m



6.2 Cálculo de P, H y Q

Para cada contenedor se calculan las diferentes fuerzas (en kN) con las siguientes formulas (expuestas en la sección 5.2):

Fuerzas normales a la cubierta:

$$P^{(1)} = W^z + F_r^z + F_h^z$$

Fuerza tangente a la cubierta:

$$H^{(1)} = W^y + F_r^y + F_h^y$$

Fuerza del viento tangente a la cubierta:

$$Q^{(1)} = F_v \cos(\phi_{max})$$

Donde:

Componente normal del peso:

$$W^z = W \cos(\phi_{max})$$

Componente tangente del peso:

$$W^y = W \sin(\phi_{max})$$

Componente normal – rol:

$$F_r^z = 0,7 W_g \frac{\phi}{T_r^2} y$$

Componente tangente – rol:

$$F_r^y = 0,7 W_g \frac{\phi}{T_r^2} y$$

Componente normal – heave:

$$F_h^z = 0,05 W_g \frac{L_{pp}}{T_h^2} \cos(\phi_{max})$$

Componente tangente – heave:

$$F_h^y = 0,05 W_g \frac{L_{pp}}{T_h^2} \sin(\phi_{max})$$

Componente tangente – viento:

$$F_v = 8,25 A V_w^2 \cos^2(\phi) 10^{-4}$$

En la tabla a continuación se exponen las variables y el cálculo de las fuerzas:

Calculo P H Q				
Container 5			Coordenadas	
P(5)	4.2	kN	x	-32.8 m
H(5)	2.6	kN	y	10.3 m
Q(5)	15.5	kN	z	16.9 m
W (z)	3.1	kN		
W (y)	1.6	kN		
F r (z)	0.4	kN		
F r (y)	0.7	kN		
F h (z)	0.6	kN		
F h (y)	0.3	kN		
F v	15.5	kN		
Container 4			Coordenadas	
P(4)	8.4	kN	x	-32.8 m
H(4)	5.0	kN	y	10.3 m
Q(4)	15.5	kN	z	14.4 m
W (z)	6.2	kN		
W (y)	3.2	kN		
F r (z)	0.9	kN		
F r (y)	1.2	kN		
F h (z)	1.2	kN		
F h (y)	0.6	kN		
F v	15.5	kN		
Container 3			Coordenadas	
P(3)	23.9	kN	x	-32.8 m
H(3)	13.8	kN	y	10.3 m
Q(3)	15.5	kN	z	11.8 m
W (z)	17.8	kN		
W (y)	9.1	kN		
F r (z)	2.5	kN		
F r (y)	2.9	kN		
F h (z)	3.6	kN		
F h (y)	1.8	kN		
F v	15.5	kN		
Container 2			Coordenadas	
P(2)	23.9	kN	x	-32.8 m
H(2)	13.1	kN	y	10.3 m
Q(2)	15.5	kN	z	9.2 m
W (z)	17.8	kN		
W (y)	9.1	kN		
F r (z)	2.5	kN		
F r (y)	2.2	kN		
F h (z)	3.6	kN		
F h (y)	1.8	kN		
F v	15.5	kN		
Container 1			Coordenadas	
P(1)	35.8	kN	x	-32.8 m
H(1)	18.8	kN	y	10.3 m
Q(1)	15.5	kN	z	6.6 m
W (z)	26.7	kN		
W (y)	13.6	kN		
F r (z)	3.7	kN		
F r (y)	2.4	kN		
F h (z)	5.3	kN		
F h (y)	2.7	kN		
F v (y)	15.5	kN		

Símbolo	dim	unidad	Descripción
a	2.4	m	Ancho Contenedor
h	2.6	m	Altura Contenedor
b	6.1	m	Largo Contenedor
Tc	8.0	m	Calado
A	14.8	m ²	Area lateral Contenedor
B	23.0	m	Manga
D	12.0	m	Puntal
Lpp	140.0	m	Eslora entre perpendiculares
e	2.7		Constante de Euler
g	9.8	m/s ²	Acceleracion gravedad
GM	1.7	m	Radio metacentrico Transversal
KG	10.0	m	Altura centro de gravedad buque
Vw	40.0	m/s	Velocidad del viento (LR)
Wg 5	3.5	tn	Peso contenedor Tier 5
Wg 4	7	tn	Peso contenedor Tier 4
Wg 3	20	tn	Peso contenedor Tier 3
Wg 2	20	tn	Peso contenedor Tier 2
Wg 1	30	tn	Peso contenedor Tier 1
Phi max	27.1	grados	Angulo de escora maximo
Tr	12.5	seg	Periodo de rolido
Tp	5.9	seg	Periodo de cabeceo
Th	5.9	seg	Periodo de oscilacion vertical

Las fuerzas calculadas son para cada contenedor, el paso siguiente consiste en calcular las fuerzas sobre las paredes y los puntos de apoyo del contenedor.

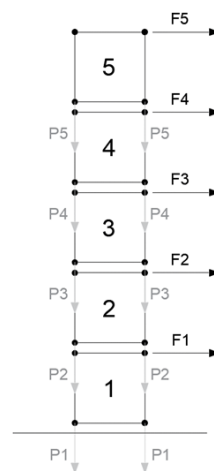
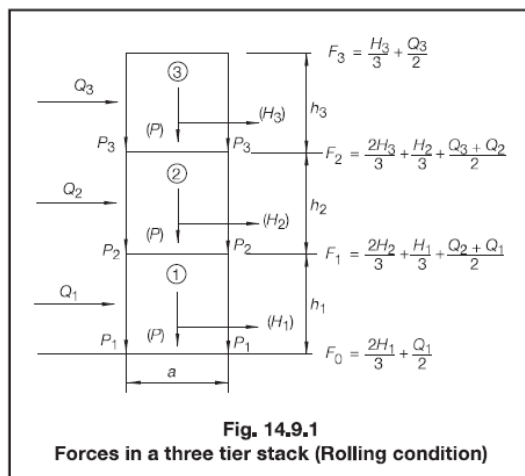
Fuerza tangente a la cubierta: $H_i = \frac{H}{2} \text{ kN}$

Fuerza vertical en cada punto de apoyo: $P_i = \frac{P}{4} \text{ kN}$

Fuerza del viento sobre una pared: $Q_i = \frac{Q}{2} \text{ kN}$

Calculo Pi Hi Qi		
P 5	1.0	kN
P 4	2.1	kN
P 3	6.0	kN
P 2	6.0	kN
P 1	9.0	kN
H 5	1.3	kN
H 4	2.5	kN
H 3	6.9	kN
H 2	6.6	kN
H 1	9.4	kN
Q 5	7.7	kN
Q 4	7.7	kN
Q 3	7.7	kN
Q 2	7.7	kN
Q 1	7.7	kN

Con las fuerzas tangentes H y Q, se calculan las fuerzas resultantes F. La fuerza H se toma a 1/3 de la altura del contenedor, mientras que la fuerza Q se toma a la mitad de la altura (según el LR). Teniendo esto en cuenta se calculan las fuerzas F en la parte superior e inferior de cada contenedor. Siguiendo el lineamiento del LR para una pila de 3 contenedores se calculan las fuerzas individuales para los 5 contenedores.



Calculo de las Fi		
F 5	4.3	kN
F 4	9.4	kN
F 3	11.7	kN
F 2	14.5	kN
F 1	15.2	kN
F 0	10.1	kN

6.3 Verificaciones

Una vez calculadas las fuerzas actuantes en los contenedores se procede a verificar que la pila de contenedores pueda soportar los movimientos del buque, y de ser necesario, agregar elementos de trinka para asegurar la carga. Las fuerzas para verificar son dadas por el LR Pt3 Ch14 Section 9 Fig. 14.9.4 para contenedores ISO 1496-1/1990 y son las siguientes:

Racking (fuerza sobre la pared del contenedor):

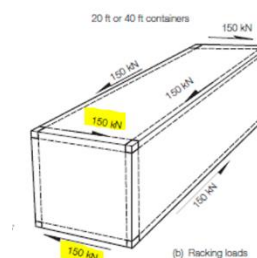
Tier 5: F 5

Tier 4: F 4 + F 5

Tier 3: F 3 + F 4 + F 5

Tier 2: F 2 + F 3 + F 4 + F 5

Tier 1: F 1 + F 2 + F 3 + F 4 + F 5



Del LR obtenemos que la fuerza máxima es de 150kN. Esta fuerza se compara con las calculadas:

Calculo Fuerzas de Racking			Verifiacion	Resultado
Tier 5	4.3	kN	Menor a 150 kN	Cumple
Tier 4	13.8	kN		Cumple
Tier 3	25.5	kN		Cumple
Tier 2	40.0	kN		Cumple
Tier 1	55.2	kN		Cumple

Corte (en las esquinas del contenedor):



Tier 5: $0,55 (H5 + Q5)$

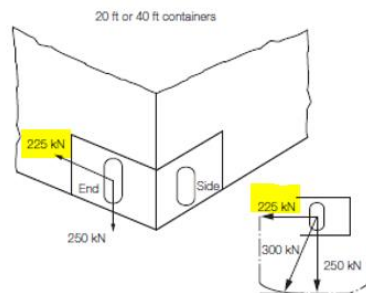
Tier 4: $0,55 (H4 + H5 + Q4 + Q5)$

Tier 3: $0,55 (H3 + H4 + H5 + Q3 + Q4 + Q5)$

Tier 2: $0,55 (H2 + H3 + H4 + H5 + Q2 + Q3 + Q4 + Q5)$

Tier 1: $0,55 (H1 + H2 + H3 + H4 + H5 + Q1 + Q2 + Q3 + Q4 + Q5)$

Item No.	Description	Required test modes	Recommended minimum, in kN		
			SWL	Proof load	Breaking load
7	Twistlock (manual, semi-automatic and fully automatic fittings)	 Shear load	200	—	400
		 Tensile load	250	375	500



(a) Corner casting lashing loads

Calculo Fuerzas de corte			Verifiacion	Resultado	Verifiacion	Resultado
SS 5	5.0	kN	Contenedor: menor a 225 kN	Cumple	Twistlock: menor a 200 kN	Cumple
SS 4	10.6	kN		Cumple		Cumple
SS 3	18.7	kN		Cumple		Cumple
SS 2	26.5	kN		Cumple		Cumple
SS 1	35.9	kN		Cumple		Cumple

Compresion (en el puntal):

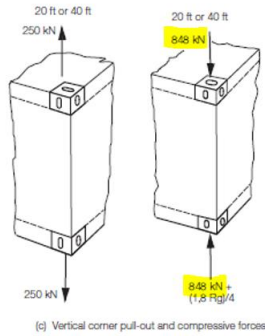
Tier 5: $P5 + \frac{h}{a} F5$

Tier 4: $P5 + P4 + 2\frac{h}{a} F5 + \frac{h}{a} F4$

Tier 3: $P5 + P4 + P3 + 3\frac{h}{a} F5 + 2\frac{h}{a} F4 + \frac{h}{a} F3$

Tier 2: $P5 + P4 + P3 + P2 + 4\frac{h}{a} F5 + 3\frac{h}{a} F4 + 2\frac{h}{a} F3 + \frac{h}{a} F2$

Tier 1: $P5 + P4 + P3 + P2 + P1 + 5\frac{h}{a} F5 + 4\frac{h}{a} F4 + 3\frac{h}{a} F3 + 2\frac{h}{a} F2 + \frac{h}{a} F1$



Compresion en el puntal		Verificacion	Resultado
Tier 5	5.7 kN	Menor a 840 kN	Cumple
Tier 4	22.5 kN		Cumple
Tier 3	55.9 kN		Cumple
Tier 2	104.8 kN		Cumple
Tier 1	173.1 kN		Cumple

Vuelco:

$$\text{Tier 5: } P5 - \frac{h}{a} F5$$

$$\text{Tier 4: } P5 + P4 - 2 \frac{h}{a} F5 - \frac{h}{a} F4$$

$$\text{Tier 3: } P5 + P4 + P3 - 3 \frac{h}{a} F5 - 2 \frac{h}{a} F4 - \frac{h}{a} F3$$

$$\text{Tier 2: } P5 + P4 + P3 + P2 - 4 \frac{h}{a} F5 - 3 \frac{h}{a} F4 - 2 \frac{h}{a} F3 - \frac{h}{a} F2$$

$$\text{Tier 1: } P5 + P4 + P3 + P2 + P1 - 5 \frac{h}{a} F5 - 4 \frac{h}{a} F4 - 3 \frac{h}{a} F3 - 2 \frac{h}{a} F2 - \frac{h}{a} F1$$

Un valor negativo en las formulas significa un desprendimiento en el lateral del contenedor.

Vuelco		Verificacion	Resultado
Tier 5	-3.6 kN	Valor negativo significa que vuelca	No Cumple
Tier 4	-16.3 kN		No Cumple
Tier 3	-37.7 kN		No Cumple
Tier 2	-74.7 kN		No Cumple
Tier 1	-125.1 kN		No Cumple

Como se puede observar, existe vuelco en todos los contenedores. Para solucionar esto se colocan twistlocks (estos pueden ser manuales, semiautomáticos o automáticos) en todas las esquinas de los contenedores para evitar esta sustentación del contenedor sobre un lateral. Considerando estos elementos de trinka es necesario verificar que la tensión que soportan estos elementos sea mayor a la que serán sometidos.

Item No.	Description	Required test modes	Recommended minimum, in kN		
			SWL	Proof load	Breaking load
7	Twistlock (manual, semi-automatic and fully automatic fittings)	Shear load	200	—	400
		Tensile load	250	375	500

Según el LR, los twistlocks son capaces de soportar una carga de separación de 250kN, por lo que verificamos que las cargas de separación en la pila de contenedores serán menores al límite de seguridad. En resumen, evitamos el vuelco.

Vuelco		Verificacion	Resultado	Verificacion	Resultado
Tier 5	-3.6 kN	Valor negativo significa que vuelca	No Cumple	Twistlock: menor a 250 kN	Cumple
Tier 4	-16.3 kN		No Cumple		Cumple
Tier 3	-37.7 kN		No Cumple		Cumple
Tier 2	-74.7 kN		No Cumple		Cumple
Tier 1	-125.1 kN		No Cumple		Cumple

6.4 Conclusion

La pila de 5 contenedores FEU, con una condición de carga estándar para cada contenedor, que será sometida a movimientos del buque, pesos de los contenedores apilados y el viento, verifica todos los posibles casos de falla, tanto del contenedor como de los elementos de aseguración/trinca, a excepción del vuelco. Dado que el cálculo muestra que hay una separación (debido a la escora), debemos colocar twistlocks bloqueables en las esquinas de todos los contenedores para evitar esta separación y por ende el vuelco de la pila.

Asumiendo que esta es la pila de mayor altura en el buque, y ubicado en el punto con mayor movimiento de rolo podemos asumir que el restante de los contenedores podrá ser asegurados de manera similar (siempre verificando los pesos y cargas de los contenedores).

En resumen, el cálculo para la pila de contenedores propuesto cumple con los requisitos de la sociedad de clasificación, en este caso el Lloyds Register (Part 3 Chapter 14 Section 8 and 9) y las solicitudes permisibles para contenedores ISO (ISO 1496-1/1990).

Cabe destacar que el armador/operador puede tener requisitos adicionales a la SC, por lo que, si se agregaran elementos de trinca, como por ejemplo barras tensoras, habrá que recalcular todas las solicitudes y volver a comprobar los límites de rotura y/o deformación de los contenedores y los elementos de trinca de acuerdo con el Lloyds Register y contenedores ISO.

7 Anexos

Anexo I – Símbolos y definiciones

1.4 Symbols and definitions

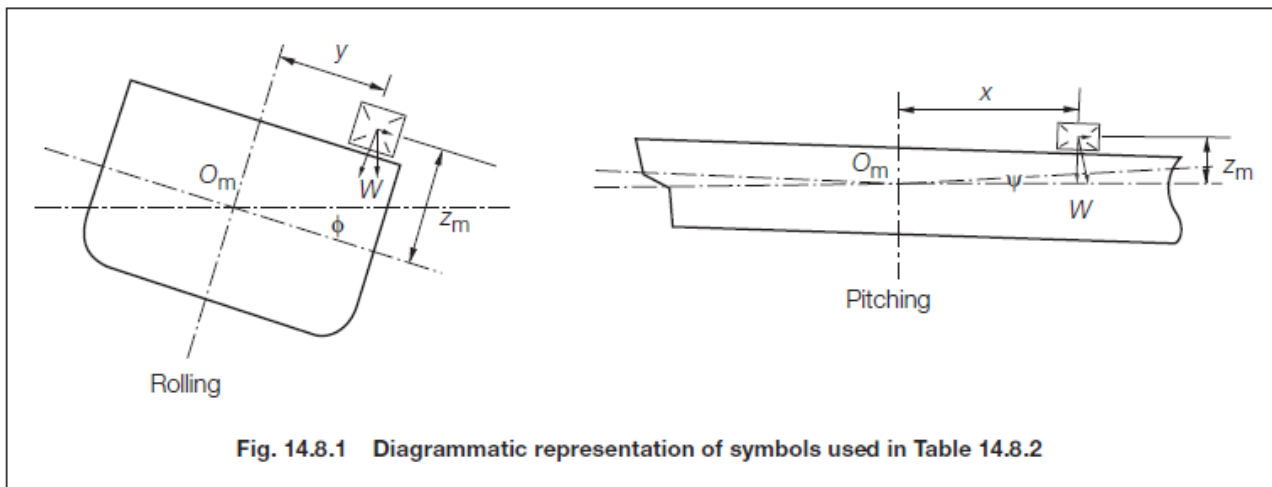
1.4.1 The following definitions are applicable to this Chapter, except where otherwise stated:

- a = breadth of the container, in metres
- b = length of the container, in metres
- e = base of natural logarithms, 2,7183
- g = acceleration due to gravity and is to be taken as $9,81 \text{ m/s}^2$.
- x = longitudinal horizontal distance from O_m to the centre of the container, in metres
- y = transverse horizontal distance from the centreline of the ship to the centre of the container, in metres
- z_m = vertical distance from O_m to the centre of gravity of the container, in metres
- A = side area of the container, in m^2
- B = moulded breadth of the ship, in metres
- D = moulded depth of the ship, in metres
- GM = transverse metacentric height of the ship
- KG = vertical distance of the centre of gravity of the ship, above the keel, in metres
- L_{pp} = length between perpendiculars of the ship, in metres

- O_m = centre of motion, to be taken on the centreline at the longitudinal centre of flotation of the ship and at a distance $2T_c/3 + KG/3$ above the keel, but not less than the greater of T_c and $D/2$
- R = the rating, or maximum operating gross weight for which the container is certified, and is equal to the tare weight plus payload of the container, in tonnes
- T_c = moulded draught in the container load condition, in metres
- T_h = full period of heave of the ship, in seconds
- T_p = full period of pitch of the ship, in seconds
- T_r = full period of roll of the ship, in seconds
- V_w = wind speed, in m/s. For ships with an unrestricted worldwide service area notation a wind speed of 40 m/s is to be applied
- W = design weight of the container and contents, in tonnes. In general W is to be taken as R unless reduced maximum weights are specified. The following minimum weights W are to be used:

20 ft container	2,5 tonnes
40 ft container	3,5 tonnes
45 ft container	4,0 tonnes
48 ft and 53 ft container	4,5 tonnes
- ϕ = maximum single amplitude of roll, in degrees
- ψ = maximum single amplitude of pitch, in degrees.

Anexo II – Ubicación del contenendor en el buque



Anexo III – Fuerzas limites en contenedores ISO

Table 14.9.4 Allowable forces on ISO containers

	ISO 1496-1:1990 including up to Amendment No. 3				
	20 ft	40 ft			
	in kN				
Horizontal force from a container fitting acting parallel to the side face	150	150	Vertical forces at each top corner, tension	250	250
Horizontal force from lashing on container fitting acting parallel to the end face, see Note 1	225	225	Vertical forces at each bottom corner, tension	250	250
Vertical force from lashing on container fitting acting parallel to the end or side face, see Note 1	250	250	Vertical forces at each top corner post, compression	848	848
Racking force on container end	150	150	Vertical force at each bottom corner casting of the lowest container in a stack, compression	$848 + (1,8R_g)/4$ see Note 3	$848 + (1,8R_g)/4$ see Note 3
Racking force on container side	150	150	Transverse forces acting at the level of and parallel to the top face, tension or compression, see Note 2	340	340
			Transverse forces acting at the level of and parallel to the bottom face, tension or compression, see Note 2	500	500

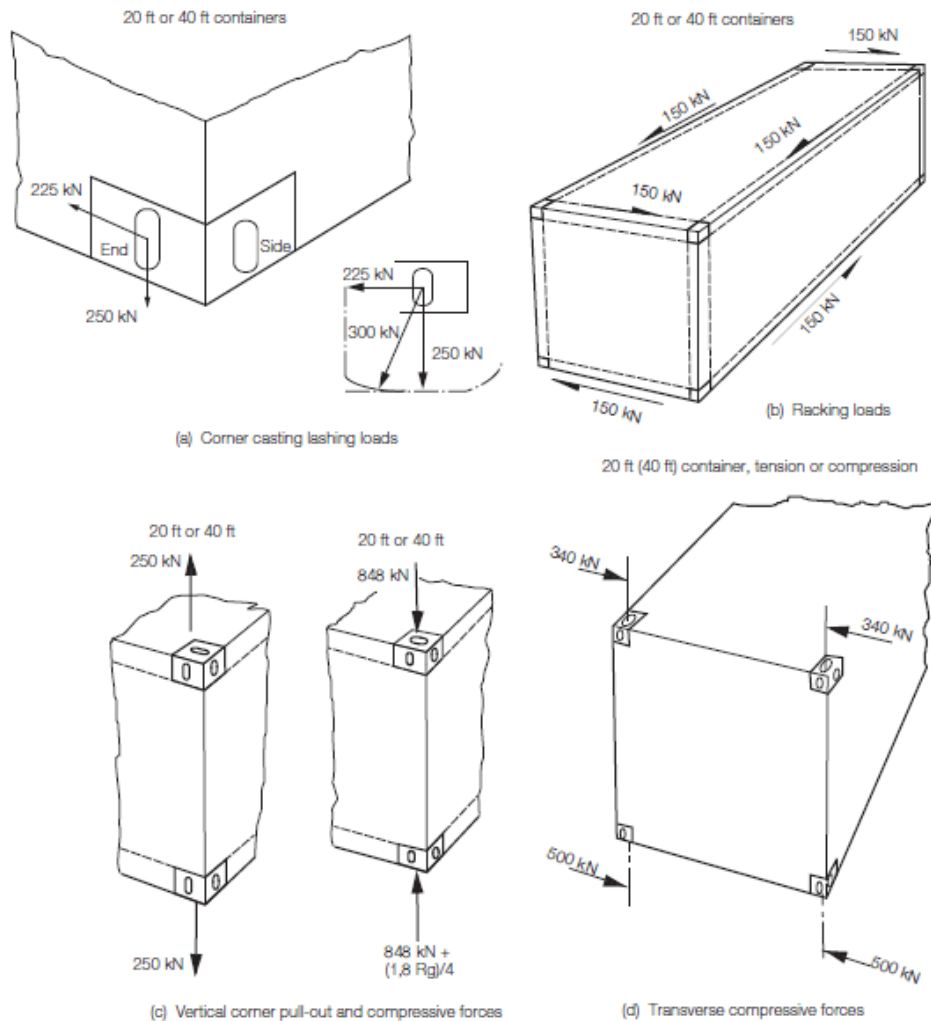

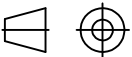

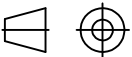

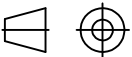









Fig. 14.9.4
Allowable forces for 20 ft or 40 ft containers constructed to ISO 1496-1: 1990 including Amendment Nos. 1, 2 and 3

	1	2	3	4																																																			
A																																																							
B																																																							
C	<div>PARTE 5</div> <div>SEGURIDAD Y SALVAMENTO</div>																																																						
D																																																							
E	<table><tr><td colspan="3"></td><td>VERIFICADO</td><td>APROBADO</td><td rowspan="4"></td></tr><tr><td colspan="3">NOMBRE: PAUL MAC CARTHY</td><td></td><td></td></tr><tr><td colspan="3">LEGAJO: 53360</td><td></td><td></td></tr><tr><td colspan="3">FECHA:</td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td>NÚMERO</td><td>PLANO</td><td>REV</td><td>HOJA N°</td><td>N° HOJAS</td><td rowspan="4">PSC ENDURANCE</td></tr><tr><td></td><td colspan="2"></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>ESCALA:</td><td colspan="2">ARCHIVO:</td><td>FORMATO:</td><td colspan="2" rowspan="2"></td></tr><tr><td></td><td colspan="2"></td><td>A4</td></tr></table>							VERIFICADO	APROBADO		NOMBRE: PAUL MAC CARTHY					LEGAJO: 53360					FECHA:						NÚMERO	PLANO	REV	HOJA N°	N° HOJAS	PSC ENDURANCE							ESCALA:	ARCHIVO:		FORMATO:						A4							
			VERIFICADO	APROBADO																																																			
NOMBRE: PAUL MAC CARTHY																																																							
LEGAJO: 53360																																																							
FECHA:																																																							
	NÚMERO	PLANO	REV	HOJA N°	N° HOJAS	PSC ENDURANCE																																																	
ESCALA:	ARCHIVO:		FORMATO:																																																				
			A4																																																				
F	<table><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td rowspan="7">PROYECTO DE BUQUES</td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td>REV.</td><td>DESCRIPCIÓN</td><td>FECHA</td><td>DIBUJ.</td><td>VERIF.</td><td></td></tr><tr><td colspan="6">MODIFICACIONES</td><td></td></tr></table>										PROYECTO DE BUQUES																																REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	DIBUJ.	VERIF.		MODIFICACIONES						
					PROYECTO DE BUQUES																																																		
	REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	DIBUJ.	VERIF.																																																		
MODIFICACIONES																																																							

	1	2	3	4																																								
A																																												
B	<h1>PARTE 5A</h1>																																											
C	<h2>MEDIOS DE EVACUACIÓN Y DISPOSITIVOS SALVAVIDAS</h2> <h3>BUQUE PORTACONTENEDORES 950TEU</h3>																																											
D	<div> <div>APROBADO</div> <div>NFI 18/02/2019</div> </div>																																											
E	<table border="1"> <tr> <td colspan="2"></td> <td>VERIFICADO</td> <td colspan="2">APROBADO</td> </tr> <tr> <td colspan="2">NOMBRE: PAUL MAC CARTHY</td> <td></td> <td colspan="2">NFI</td> </tr> <tr> <td colspan="2">LEGAJO: 53360</td> <td></td> <td colspan="2">18/02/2019</td> </tr> <tr> <td colspan="2">FECHA: 09/02/2019</td> <td></td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td>NÚMERO PLANO</td> <td>REV</td> <td>HOJA N°</td> <td colspan="2">N° HOJAS</td> </tr> <tr> <td></td> <td>B</td> <td>0</td> <td colspan="2">7</td> </tr> <tr> <td>ESCALA:</td> <td>ARCHIVO:</td> <td>FORMATO:</td> <td colspan="2">   </td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>A4</td> <td colspan="2"></td> </tr> </table>						VERIFICADO	APROBADO		NOMBRE: PAUL MAC CARTHY			NFI		LEGAJO: 53360			18/02/2019		FECHA: 09/02/2019					NÚMERO PLANO	REV	HOJA N°	N° HOJAS			B	0	7		ESCALA:	ARCHIVO:	FORMATO:	 				A4		
		VERIFICADO	APROBADO																																									
NOMBRE: PAUL MAC CARTHY			NFI																																									
LEGAJO: 53360			18/02/2019																																									
FECHA: 09/02/2019																																												
NÚMERO PLANO	REV	HOJA N°	N° HOJAS																																									
	B	0	7																																									
ESCALA:	ARCHIVO:	FORMATO:	 																																									
		A4																																										
F	<table border="1"> <tr> <td>A</td> <td>REVISION INICIAL</td> <td>14/06 2017</td> <td>PMC</td> <td>NFI</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>CORRECCIONES SEGUN NFI</td> <td>09/02 2019</td> <td>PMC</td> <td>NFI</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>REV.</td> <td>DESCRIPCIÓN</td> <td>FECHA</td> <td>DIBUJ.</td> <td>VERIF.</td> </tr> <tr> <td colspan="5">MODIFICACIONES</td> </tr> </table>				A	REVISION INICIAL	14/06 2017	PMC	NFI	B	CORRECCIONES SEGUN NFI	09/02 2019	PMC	NFI																REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	DIBUJ.	VERIF.	MODIFICACIONES									
A	REVISION INICIAL	14/06 2017	PMC	NFI																																								
B	CORRECCIONES SEGUN NFI	09/02 2019	PMC	NFI																																								
REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	DIBUJ.	VERIF.																																								
MODIFICACIONES																																												
	<div>  <div> ITBA Instituto Tecnológico de Buenos Aires </div> </div>																																											
	<h2>PSC ENDURANCE</h2>																																											
	<h2>MEDIOS DE EVACUACIÓN Y DISPOSITIVOS SALVAVIDAS</h2>																																											

CONTENIDO

1	Introducción.....	2
2	Comunicación.....	2
3	Planos	2
4	Dispositivos de salvamento personales	3
4.1	Chalecos salvavidas.....	3
4.2	Aros salvavidas	3
4.3	Trajes de inmersión	3
5	Bote de caída libre.....	4
6	Bote de rescate.....	4
7	Balsas salvavidas.....	4
8	Medios de escape	4
8.1	Sala de maquinas.....	4
8.1.1	Equipos de respiración autónoma.....	4
9	Anexos.....	5
	Anexo I - Aros salvavidas.....	5
	Anexo II - Chalecos salvavidas.....	5
	Anexo III - Traje de inmersión	5
	Anexo IV - Bote de caída libre GES-21 MKI.....	6
	Anexo V - Bote de rescate.....	7
	Anexo VI - Balsas Salvavidas	7

1 Introducción

Esta parte consiste en la selección y disposición de los elementos de salvamento. Estos incluyen elementos de rescate, señalización, chalecos, etc... Serán seleccionados siguiendo las regulaciones de SOLAS y PNA.

En el plano PMC-PB-021-005 se puede observar la disposición de todos los elementos.

2 Comunicación

El buque deberá contar con los siguientes equipos de comunicación, cumplimentando con la regulación 6 del capítulo III parte B del SOLAS:

- 3 radios VHF de doble vía portátiles.
- 1 radio baliza.
- 3 transpondedores de radar, ubicados de la siguiente manera:
 - 2 en cada lado del puente.
 - 1 en el bote de caída libre.
- 12 bengalas del tipo paracaídas ubicadas en el puente.
- Alarma general y de incendio.
- 1 tabla de señales.
- 1 proyector de señales.
- Banderas y código de señales

3 Planos

Se dispondrá de planos de evacuación, planos de salvamento e instrucciones detalladas con roles de los tripulantes para casos de emergencia a lo largo de todo el buque (ver plano).

También se colocan planos con las obligaciones en caso de una emergencia.

Estos se distribuyen a lo largo del buque (ver plano).

4 Dispositivos de salvamento personales

Estos dispositivos serán seleccionados en base a los requisitos de la regulación 7 capítulo III Parte B del SOLAS. Estos se pueden ver en el plano PMC-PB-021-005.

Como repuesto se dispondrá del 50% del equipamiento de salvamento, estibado en el pañol de elementos de seguridad en la cubierta de toldilla.

Estos elementos serán provistos por la firma “VIKING – Life saving equipment”.

4.1 Chalecos salvavidas

Se dispondrá de un total de 67 chalecos salvavidas ubicados de la siguiente manera:

- 24 ubicados uno en cada camarote
- 2 en el puente
- 4 en el cuarto de control de sala de maquinas
- 4 en el cuarto de control de carga
- 3 en el pañol del contra maestre en proa
- 2 en el hospital
- 26 en el punto de reunión del bote de caída libre
- 2 en las inmediaciones del bote de rescate

Total: 67

Ver anexo II para detalles de los chalecos.

4.2 Aros salvavidas

Los aros salvavidas se disponen según la reglamentación aplicada. Estos se disponen de la siguiente manera

- 14 aros salvavidas SOLAS 2.5kg 76cm con luz de encendido automático en contacto con agua.
 - 6 aros en las bandas de la cubierta principal (3 de cada lado)
 - 2 en la cubierta de toldilla con cabo flotante de 30m.
 - 2 en la cubierta de toldilla (uno en cada banda)
 - 2 en la cubierta A (uno en cada banda)
 - 2 en la cubierta B (uno en cada banda)
- 2 aros salvavidas SOLAS 4kg 76cm con luz de encendido automático y señal fumígena
 - 2 en el puente (uno en cada banda) con un sistema de liberación rápido (pasador)

Ver anexo I para detalles de los aros salvavidas.

4.3 Trajes de inmersión

Se dispondrá de 2 trajes de inmersión en la vecindad del bote de rescate, así como también se dispondrá de 20 trajes de inmersión, uno en cada camarote y un traje de inmersión en el hospital.

Ver anexo III para detalles de los trajes.

5 Bote de caída libre

Se dispondrá de un bote de caída libre, capaz de transportar a los 20 tripulantes del buque. Este estará ubicado en la popa con acceso desde la cubierta A. El bote y el sistema estarán provistos por la firma NORSAFE con capacidad para 26 personas (20 tripulantes más 6 posibles pasajeros). El bote seleccionado es el GES-21 MKI.

Ver anexo IV para más información sobre el bote.

6 Bote de rescate

Se dispondrá de un bote de rescate, ubicado en la cubierta A, con un sistema de pescante para izarlo y bajarlo. El bote seleccionado será el Midget 500MKII de la firma NORSAFE.

Ver anexo V para mayor información.

7 Balsas salvavidas

Se dispondrá de dos balsas salvavidas ubicadas en la cubierta A, una de cada banda. Cada balsa podrá albergar a 25 personas (20 tripulantes más 5 posibles pasajeros).

Ver anexo VI para mayor información.

8 Medios de escape

El plano de medios de escape se realiza siguiendo los requisitos del SOLAS Capítulo II-2 parte D. En esta sección se estipulan las opciones de escape y los arreglos de flujo de personas adecuados en el buque.

El objetivo es señalar vías de escape hacia los medios de escape (lancha de caída libre y balsa salvavidas). Para esto se deben también establecer puntos de reunión. El ancho mínimo requerido por SOLAS para las vías de circulación es de 700mm, el ancho mínimo de los pasillos es de 1,200mm y las escaleras tienen un mínimo de 900mm. Tanto los pasillos como las escaleras cumplen con el ancho mínimo requerido por SOLAS.

Las vías de escape deben estar claramente señalizadas. Las luces en estas vías deben estar conectadas al generador de emergencia. No se deberán obstaculizar. Para cada espacio se debe proveer dos medios de escape separado. En el único caso que se puede colocar una única vía de escape es en espacios que no tienen personal permanentemente, estos son espacios adonde la tripulación entra ocasionalmente.

El punto de reunión se establece en la cubierta B, al lado de la lancha de caída libre.

8.1 Sala de máquinas

Para los espacios debajo de la cubierta principal, la sala de máquinas, también se debe proveer dos medios de evacuación independientes. En este caso se utilizara la escalera principal como el medio primario y se colocaran escaleras del tipo vertical ubicadas en lugares alejados de la escalera principal.

8.1.1 Equipos de respiración autónoma

En la sala de máquina deben colocarse equipos de respiración autónoma. Se colocan 3 dispositivos, considerando que esta es la cantidad de tripulantes en sala de máquinas regularmente (un oficial, un engrasador y el cabo).

9 Anexos

Anexo I - Aros salvavidas



Lifebuoy with retro reflective tape, used onboard commercial vessels, offshore installations and larger yachts. All Datrex rings are molded from high impact linear low-density polyethylene for superior life expectancy in the most severe environments. The grab lines are replaceable.

Specifications:

- Type: Deckbuoy™, DX0325D
- Size: 30" diameter, 2.5 kg
- Material: Low-density polyethylene
- Color: orange
- Drop tested up to 50 meters
- Dimension: 76,2 x 76,2 x 10,0 cm
- Case dimensions 3 pcs: 78,7 x 78,7 x 33 cm or 31" x 31" x 13"
- Approval: USCG approved to SOLAS, MED, Canada

Lifebuoy fitted with retro reflective tape, used with quick release bracket. Applicable for commercial vessels, offshore installations and larger yachts. All Datrex rings are molded from high impact linear low-density polyethylene for superior life expectancy in the most severe environments. The grab lines are replaceable.



Specifications:

- Type: Bridgebuoy™, DX0340D
- Size: 30" diameter, 4.0 kg
- Color: Orange
- Drop tested up to 50 meters
- Dimension: 76,2 x 76,2 x 10,0 cm
- Case dimensions 3 pcs: 78,7 x 78,7 x 33 cm or 31" x 31" x 13"
- Approval: USCG approved to SOLAS, MED, Canada

Specifications

- Height: 375mm
- Diameter: 183mm
- Weight: 3.3kg
- Weight – including bracket and angles: 3.85kg
- Net Explosive Content: 1.287kg
- Lamps (bulbs): 2 x 3.6v 2.0A
- Temperature range: -30°C to +65°C
- Burning time: 15 minutes
- Colour of light: white
- Duration: 2 candela for 2 hours
- Use with lifebuoy weighing: 4.0kg
- Attach to lifebuoy with line: 4m long, 9.5mm diameter



Anexo II - Chalecos salvavidas

The lifejacket has a back panel that provides extra comfort, and a side entry, which ensures easy donning. It has an integrated donning instruction printed on the panel. The lifejacket is equipped with a crotch strap to ensure proper fit and performance after impact with water. The waist belt is 175 cm according to MSC.200 regulations ensuring one-size fits all for both universal and oversize crew and passengers (above 43 kg)

Key features:

- Low profile front panels for good field of vision, increased mobility and easier liferaft entry
- Back panel for comfortable fit and side entry for easy donning and doffing
- Whistle, buddy line, lifting hand grip and optional emergency light
- Cover material: PU coated polyester, 140 g/m²
- Option for print, i.e. "name of vessel, cabin number, Adult"
- Option for PLB



Anexo III - Traje de inmersión

Key features include extended zippers for comfort and minimal water ingress, detachable gloves to ease donning and reinforced anti-slip soles for durability and safety.

Key features:

- Durable flame retardant neoprene with good elasticity for a perfect fit
- Fixed neoprene hood
- Detachable gloves
- Neoprene boots with rubber soles
- Airtight packaging available
- Hook and loop intake at ankle
- Lifting becket and buddy line included
- Option for emergency light



Anexo IV - Bote de caída libre GES-21 MKI

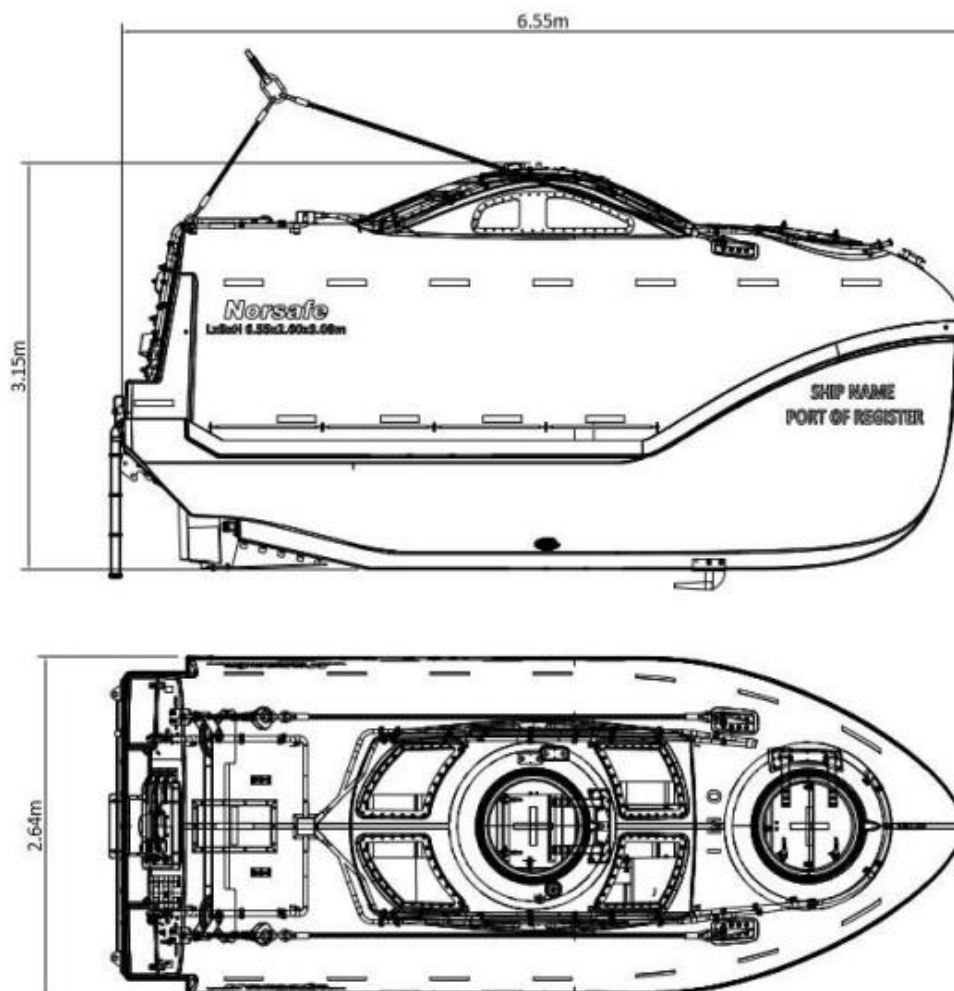
1. REGULATION AND CERTIFICATION

Applicable rules and regulations	In accordance with IMO/ SOLAS requirements, LSA Code and European Council Directive 2014/90/EU on Marine Equipment (MED)
Certificate	MED
Other certificate	Class certificate or flag acceptance on request

2. BOAT SPECIFICATION

2.1. GENERAL BOAT

Type	Totally Enclosed Free fall lifeboat
Model	GES-21 MKI
Length overall	6,55 m
Beam	2,64 m
Height	3,15 m
Depth	1.25m
Maximum installation height[m]	20 m
Launching ramp length and angle	7,4 m, 35°
Capacity, maximum	26 persons
Weight, fully equipped	4.155 kg
Davit load, with 32 pers@82,5 kg	6.300 kg
Color external	Orange (RAL 2004)



Anexo V - Bote de rescate

Technical data: Mako 655 Waterjet	
Length overall:	6,75m
Beam:	2,70m
Height:	2,26m
Height keel to liftingpoint:	1,92m
Capacity:	15 persons
Weight boat with equipment:	1.700 kgs
Weight with equipment and 15 persons (SOLAS):	2.938 kgs
Lifting arrangement:	Off Load Release Hook
Engine type:	Inboard Diesel
Standard engine size:	160Hp
Propulsion:	Waterjet
Speed with 3 persons:	25-35 knots

Anexo VI - Balsas Salvavidas



VIKING 25DK+ liferaft.

Throw overboard type. Stowed in rigid fibreglass container as per attached drawing and approved by DNV in accordance with SOLAS/MED requirements and the relevant flag state approval. Will be delivered complete with emergency pack SOLAS A pack. The 25 persons throw overboard liferaft is mainly used for commercial vessels, passenger vessels and offshore installations. The throw overboard liferaft is released from its cradle and thrown overboard, or slides automatically when released. Once waterborne the liferaft inflates on a hard pull of the painter line and is then ready for boarding.

	1	2	3	4																																								
A																																												
B	<h1>PARTE 5B</h1>																																											
C	<h2>INTEGRIDAD ESTRUCTURAL AL FUEGO</h2> <h2>BUQUE PORTACONTENEDORES 950TEU</h2>																																											
D	<div> <div> APROBADO NFI 05/02/2019 </div> </div>																																											
E	<table border="1"> <tr> <td colspan="2"></td> <td>VERIFICADO</td> <td colspan="2">APROBADO</td> </tr> <tr> <td colspan="2">NOMBRE: PAUL MAC CARTHY</td> <td></td> <td colspan="2">NFI</td> </tr> <tr> <td colspan="2">LEGAJO: 53360</td> <td></td> <td colspan="2">05/02/2019</td> </tr> <tr> <td colspan="2">FECHA: 09/02/2019</td> <td></td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td>NÚMERO PLANO</td> <td>REV</td> <td>HOJA N°</td> <td colspan="2">N° HOJAS</td> </tr> <tr> <td></td> <td>B</td> <td>0</td> <td colspan="2">6</td> </tr> <tr> <td>ESCALA:</td> <td>ARCHIVO:</td> <td>FORMATO:</td> <td colspan="2"> </td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>A4</td> <td colspan="2"></td> </tr> </table>						VERIFICADO	APROBADO		NOMBRE: PAUL MAC CARTHY			NFI		LEGAJO: 53360			05/02/2019		FECHA: 09/02/2019					NÚMERO PLANO	REV	HOJA N°	N° HOJAS			B	0	6		ESCALA:	ARCHIVO:	FORMATO:					A4		
		VERIFICADO	APROBADO																																									
NOMBRE: PAUL MAC CARTHY			NFI																																									
LEGAJO: 53360			05/02/2019																																									
FECHA: 09/02/2019																																												
NÚMERO PLANO	REV	HOJA N°	N° HOJAS																																									
	B	0	6																																									
ESCALA:	ARCHIVO:	FORMATO:																																										
		A4																																										
F	<table border="1"> <tr> <td>A</td> <td>REVISION INICIAL</td> <td>16/06 2017</td> <td>PMC</td> <td>NFI</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>CORRECCIONES SEGUN NFI</td> <td>09/02 2019</td> <td>PMC</td> <td>NFI</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>REV.</td> <td>DESCRIPCIÓN</td> <td>FECHA</td> <td>DIBUJ.</td> <td>VERIF.</td> </tr> <tr> <td colspan="5">MODIFICACIONES</td> </tr> </table>				A	REVISION INICIAL	16/06 2017	PMC	NFI	B	CORRECCIONES SEGUN NFI	09/02 2019	PMC	NFI																REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	DIBUJ.	VERIF.	MODIFICACIONES									
A	REVISION INICIAL	16/06 2017	PMC	NFI																																								
B	CORRECCIONES SEGUN NFI	09/02 2019	PMC	NFI																																								
REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	DIBUJ.	VERIF.																																								
MODIFICACIONES																																												
	<div> </div>																																											
	<h3>PSC ENDURANCE</h3>																																											
	<h3>INTEGRIDAD ESTRUCTURAL AL FUEGO</h3>																																											

CONTENIDO

1	Introducción.....	2
2	Método	2
2.1	Clases de divisiones.....	2
2.2	Clase A.....	2
2.3	Clase B.....	3
2.4	Clase C.....	3
3	Divisiones.....	3
3.1	Clasificación de espacios	3
4	Anexos	5
	Anexo I – Integridad al fuego de mamparos SOLAS	5
	Anexo II – Integridad al fuego de las cubiertas SOLAS.....	5
	Anexo III – Clasificación de espacios	6

1 Introducción

En este cuaderno se realiza división estructural y la selección de los tipos de divisiones para asegurar la integridad estructural al fuego dentro del buque. Esta división y selección se hace para los diferentes espacios del buque y se realiza siguiendo la reglamentación del SOLAS Capítulo II-2.

Para realizar esto es necesario primero seleccionar el método con el que se va a trabajar y luego identificar los diferentes espacios. Estas divisiones son mamparos y cubiertas.

En el plano PMC-PB-021-003 se puede observar las diferentes divisiones.

2 Método

Se selecciona el Método IC que establece lo siguiente:

La construcción de las divisiones internas deberá ser de materiales no-combustibles de clase “B” o “C” como mínimo sin instalación de un sistema de rociadores. Se instala un sistema de detección y alarma de incendio en todos los pasillos, escaleras y vías de escape dentro de la habitación.

2.1 Clases de divisiones

Hay tres clases de divisiones, estas difieren en su construcción y propiedades. Todos estas divisiones son ignífugas.

2.2 Clase A

- 2 "A" class divisions are those divisions formed by bulkheads and decks which comply with the following criteria:
- .1 they are constructed of steel or other equivalent material;
 - .2 they are suitably stiffened;
 - .3 they are insulated with approved non-combustible materials such that the average temperature of the unexposed side will not rise more than 140°C above the original temperature, nor will the temperature, at any one point, including any joint, rise more than 180°C above the original temperature, within the time listed below:

class "A-60"	60 min
class "A-30"	30 min
class "A-15"	15 min
class "A-0"	0 min
 - .4 they are constructed as to be capable of preventing the passage of smoke and flame to the end of the one-hour standard fire test; and
 - .5 the Administration has required a test of a prototype bulkhead or deck in accordance with the Fire Test Procedures Code to ensure that it meets the above requirements for integrity and temperature rise.

2.3 Clase B

4 "B" class divisions are those divisions formed by bulkheads, decks, ceilings or linings which comply with the following criteria:

.1 they are constructed of approved non-combustible materials and all materials used in the construction and erection of "B" class divisions are non-combustible, with the exception that combustible veneers may be permitted provided they meet other appropriate requirements of this chapter;

.2 they have an insulation value such that the average temperature of the unexposed side will not rise more than 140°C above the original temperature, nor will the temperature at any one point, including any joint, rise more than 225°C above the original temperature, within the time listed below:

class "B-15"	15 min
class "B-0"	0 min

.3 they are constructed as to be capable of preventing the passage of flame to the end of the first half hour of the standard fire test; and

.4 the Administration has required a test of a prototype division in accordance with the Fire Test Procedures Code to ensure that it meets the above requirements for integrity and temperature rise.

2.4 Clase C

10 "C" class divisions are divisions constructed of approved non-combustible materials. They need meet neither requirements relative to the passage of smoke and flame nor limitations relative to the temperature rise. Combustible veneers are permitted provided they meet the requirements of this chapter.

3 Divisiones

Para definir la clase de cada división se utilizan las tablas del anexo I y II donde SOLAS, en base a los espacios adyacentes al espacio que se quiere definir determina el tipo de división. Estas tablas están basadas en los riesgos al fuego de cada espacio. Para poder realizar esta selección se identifican los diferentes espacios en el buque.

3.1 Clasificación de espacios

Los siguientes espacios se clasifican según las definiciones de SOLAS. En el anexo III se pueden observar las definiciones.

Cabe destacar algunos espacios:

- El cuarto de la bomba de incendio de emergencia debe estar dividido por mamparos de clase A60 debido a que se encuentra adyacente a un espacio de máquinas.
- El incinerador clasifica como espacio de máquinas categoría A por poseer quemadores de combustible líquido
- El cuarto del servomotor considera a los dos paños a sus costados. Estos no tienen puertas

A continuación se resumen todos los espacios y su clasificación.

Cubierta	Espacio	Clasificación	
Debajo de Cubierta Principal	Cuarto de bomba LCI de emergencia	Otros espacios maquinas	7
	Cuarto del servomotor	Otros espacios maquinas	7
	Taller Mecanico	Otros espacios maquinas	7
	Taller Electrico	Otros espacios maquinas	7
	Cuarto Purificadoras	Otros espacios maquinas	7
	Cuarto del servomotor	Otros espacios maquinas	7
	Sala de maquinas	Maquinas categoría A	6
	Cuarto de control de maquinas	Estación de control	1
Cubierta Principal	Cámaras frigoríficas	Espacio de servicio (alto riesgo)	9
	Almacén	Espacio de servicio (alto riesgo)	9
	Cuarto CO2	Espacio de servicio (alto riesgo)	9
	Cocina	Espacio de servicio (alto riesgo)	9
	Lavanderia	Espacio de servicio (alto riesgo)	9
	Pañol	Espacio de servicio (bajo riesgo)	5
	Vestuario	Espacio de servicio (bajo riesgo)	5
	Hospital	Espacios de acomodación	3
	Cuarto Suez	Espacios de acomodación	3
	Cuarto de control de carga	Estación de control	1
Cubierta de Toldilla	Reposteria	Espacio de servicio (alto riesgo)	9
	Conductos HVAC	Otros espacios maquinas	7
	Incinerador	Maquinas categoría A	6
	Pañol equipo de seguridad	Espacio de servicio (bajo riesgo)	5
	Comedor de oficiales	Espacios de acomodación	3
	Sala de estar de oficiales	Espacios de acomodación	3
	Comedor tripulación	Espacios de acomodación	3
	Sala de estar tripulación	Espacios de acomodación	3
	Oficina	Espacios de acomodación	3
Cubierta A	Generador de emergencia	Otros espacios maquinas	7
	Pañol	Espacio de servicio (bajo riesgo)	5
	Camarotes	Espacios de acomodación	3
	Gimnasio	Espacios de acomodación	3
Cubierta B	Lavanderia	Espacio de servicio (alto riesgo)	9
	Pañol	Espacio de servicio (bajo riesgo)	5
	Pañol Incendio	Espacio de servicio (bajo riesgo)	5
	Camarotes	Espacios de acomodación	3
Cubierta C	Lavanderia	Espacio de servicio (alto riesgo)	9
	Pañol	Espacio de servicio (bajo riesgo)	5
	Sala de estar	Espacios de acomodación	3
	Camarotes	Espacios de acomodación	3
Cubierta D	Camarotes	Espacios de acomodación	3
	Sala de reuniones	Espacios de acomodación	3
Puente Navegacion	Oficina	Espacios de acomodación	3
	Baño	Espacios de acomodación	3
	Puente de Navegación	Estación de control	1
Otros espacios	Cubiertas a la intemperie	Cubiertas abiertas	10
	Troncos de servicio	Otros espacios maquinas	7
	Conductos HVAC	Otros espacios maquinas	7
	Guardacalor	Maquinas categoría A	6
	Escaleras	Escaleras	4
	Troncos de escape (fuera de SM)	Escaleras	4
	Pasillos	Pasillos	2

4 Anexos

Anexo I – Integridad al fuego de mamparos SOLAS

Table 9.5 - Fire integrity of bulkheads separating adjacent spaces

Spaces	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)
Control stations	(1) A-0 ^a	A-60	60	A-0	A-15	A-60	A-15	A-60	A-60	*	A-60
Corridors	(2)	C	B-0	B-0 A-0 ^c	B-0	A-60	A-0	A-0	A-0	*	A-30
Accommodation spaces	(3)		Ca, b	B-0 A-0 ^c	B-0	A-60	A-0	A-0	A-0	*	A-30
Stairways	(4)			B-0 A-0 ^c	B-0 A-0 ^c	A-60	A-0	A-0	A-0	*	A-30
Service spaces (low risk)	(5)				C	A-60	A-0	A-0	A-0	*	A-0
Machinery spaces of category A	(6)					*	A-0	A-0 ^d	A-60	*	A-60 ^f
Other machinery spaces	(7)						A-0 ^d	A-0	A-0	*	A-0
Cargo spaces	(8)							*	A-0	*	A-0
Service spaces (high risk)	(9)								A-0 ^d	*	A-30
Open decks	(10)										A-0
Ro-ro and vehicle spaces	(11)										* ^h

Anexo II – Integridad al fuego de las cubiertas SOLAS

Table 9.6 – Fire integrity of decks separating adjacent spaces

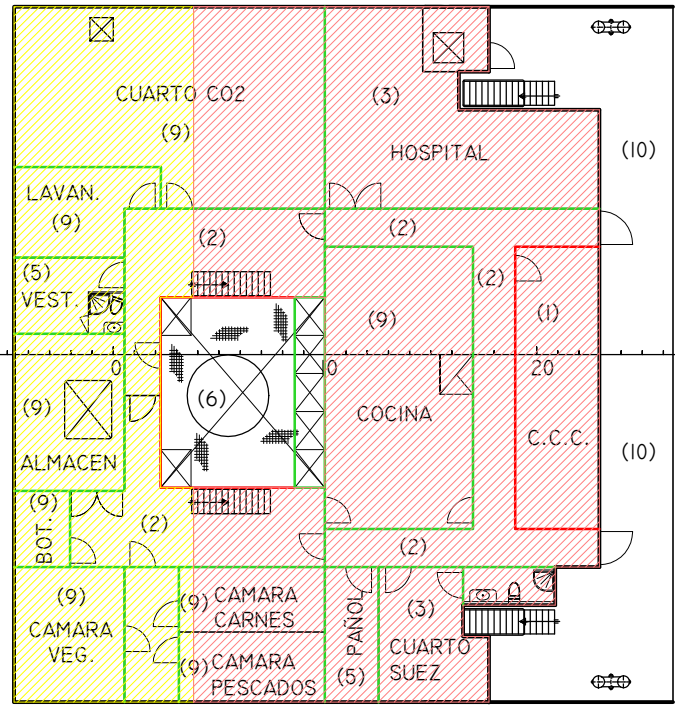
Space Below	Space above	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)
Control stations	(1)	A-0	A-0	A-0	A-0	A-0	A-60	A-0	A-0	A-0	*	A-60
Corridor	(2)	A-0	*	*	A-0	*	A-60	A-0	A-0	A-0	*	A-30
Accommodation spaces	(3)	A-60	A-0	*	A-0	*	A-60	A-0	A-0	A-0	*	A-30
Stairways	(4)	A-0	A-0	A-0	*	A-0	A-60	A-0	A-0	A-0	*	A-30
Service spaces (low risk)	(5)	A-15	A-0	A-0	A-0	*	A-60	A-0	A-0	A-0	*	A-0
Machinery spaces of category A	(6)	A-60	A-60	A-60	A-60	A-60	*	A-60 ^j	A-30	A-60	*	A-60
Other machinery spaces	(7)	A-15	A-0	A-0	A-0	A-0	A-0	*	A-0	A-0	*	A-0
Cargo spaces	(8)	A-60	A-0	A-0	A-0	A-0	A-0	A-0	*	A-0	*	A-0
Service spaces (high risk)	(9)	A-60	A-0	A-0	A-0	A-0	A-60	A-0	A-0	A-0 ^d	*	A-30
Open decks	(10)	*	*	*	*	*	*	*	*	*	-	*
Ro-ro and vehicle spaces	(11)	A-60	A-30	A-30	A-30	A-0	A-60	A-0	A-0	A-30	*	* ^h

Note: To be applied to tables 9.5 and 9.6 as appropriate.

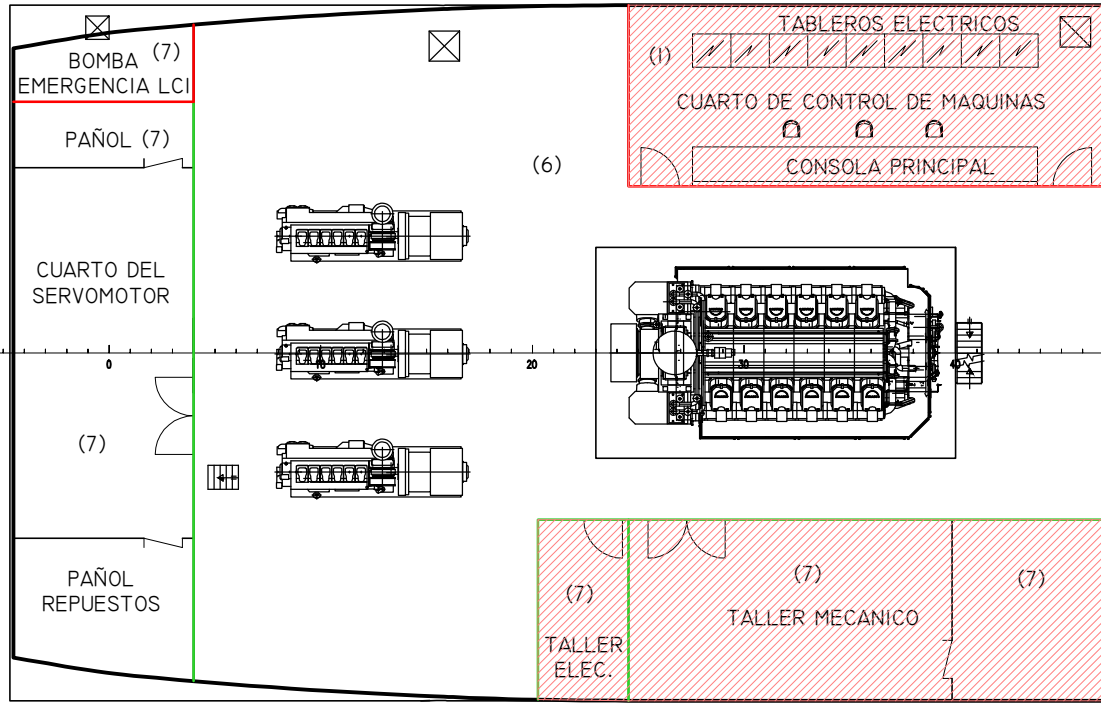
- a No special requirements are imposed upon bulkheads in methods IIC and IIIC fire protection.
- b In case of method IIIC "B" class bulkheads of "B-0" rating shall be provided between spaces or groups of spaces of 50 m² and over in area.
- c For clarification as to which applies, see paragraphs 2.3.2 and 2.3.4.
- d Where spaces are of the same numerical category and superscript d appear, a bulkhead or deck of the rating shown in the tables is only required when the adjacent spaces are for a different purpose (e.g. in category (9)). A galley next to a galley does not require a bulkhead but a galley next to a paint room requires an "A-0" bulkhead.
- e Bulkheads separating the wheelhouse, chartroom and radio room from each other may have a "B-0" rating.
- f An "A-0" rating may be used if no dangerous goods are intended to be carried or if such goods are stowed not less than 3 m horizontally from such a bulkhead.
- g For cargo spaces in which dangerous goods are intended to be carried, regulation 19.3.8 applies.
- h Bulkheads and decks separating ro-ro spaces shall be capable of being closed reasonably gastight and such divisions shall have "A" class integrity in so far as reasonable and practicable, if in the opinion of the Administration it has little or no fire risk.
- i Fire insulation need not be fitted if the machinery in category (7) if, in the opinion of the Administration, it has little or no fire risk.
- * Where an asterisk appears in the tables, the division is required to be of steel or other equivalent material but is not required to be of "A" class standard. However, where a deck, except an open deck, is penetrated for the passage of electric cables, pipes and vent ducts, such penetrations should be made tight to prevent the passage of flame and smoke. Divisions between control stations (emergency generators) and open decks may have air intake openings without means for closure, unless a fixed gas fire-fighting system is fitted.

Anexo III – Clasificación de espacios

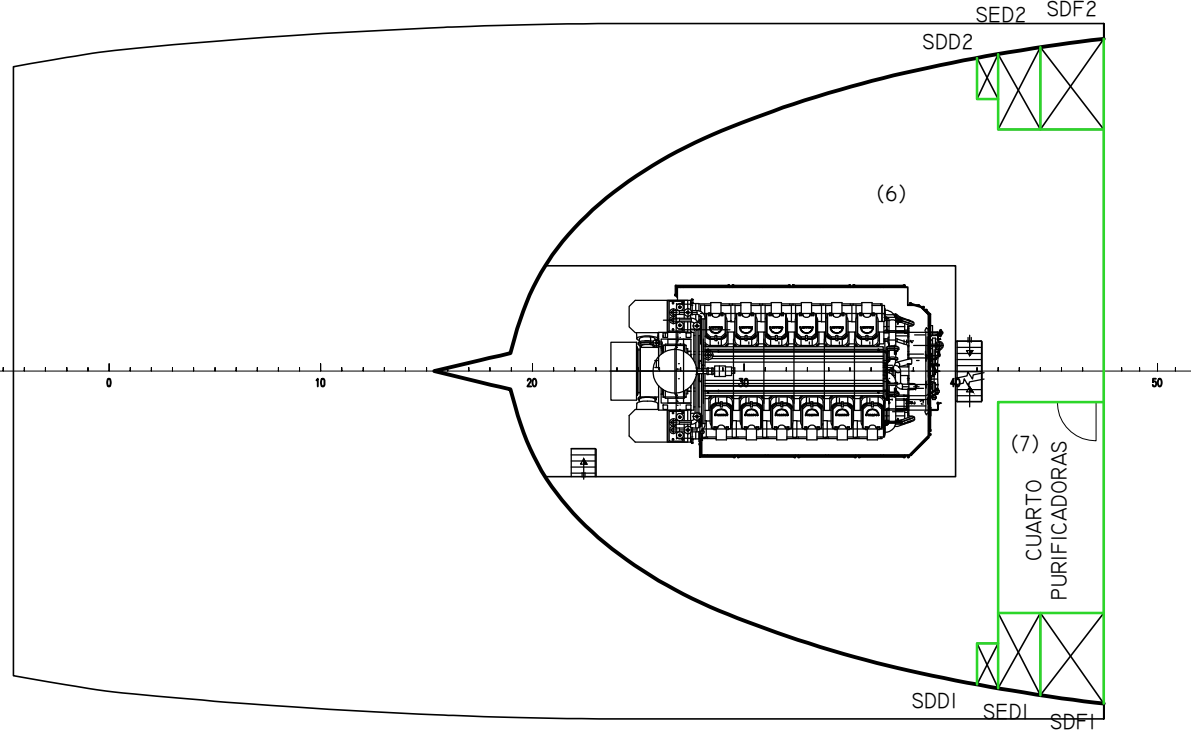
- (1) *Control stations*
Spaces containing emergency sources of power and lighting.
Wheelhouse and chartroom.
Spaces containing the ship's radio equipment.
Fire control stations.
Control room for propulsion machinery when located outside the machinery space.
Spaces containing centralized fire alarm equipment.
- (2) *Corridors*
Corridors and lobbies.
- (3) *Accommodation spaces*
Spaces as defined in regulation 3.1, excluding corridors.
- (4) *Stairways*
Interior stairway, lifts, totally enclosed emergency escape trunks, and escalators (other than those wholly contained within the machinery spaces) and enclosures thereto.
In this connection, a stairway which is enclosed only at one level shall be regarded as part of the space from which it is not separated by a fire door.
- (5) *Service spaces (low risk)*
Lockers and store-rooms not having provisions for the storage of flammable liquids and having areas less than 4 m² and drying rooms and laundries.
- (6) *Machinery spaces of category A*
Spaces as defined in regulation 3.31.
- (7) *Other machinery spaces*
Electrical equipment rooms (auto-telephone exchange, air-conditioning duct spaces).
Spaces as defined in regulation 3.30 excluding machinery spaces of category A.
- (8) *Cargo spaces*
All spaces used for cargo (including cargo oil tanks) and trunkways and hatchways to such spaces.
- (9) *Service spaces (high risk)*
Galleys, pantries containing cooking appliances, saunas, paint lockers and store-rooms having areas of 4 m² or more, spaces for the storage of flammable liquids, and workshops other than those forming part of the machinery spaces.
- (10) *Open decks*
Open deck spaces and enclosed promenades having little or no fire risk. To be considered in this category, enclosed promenades shall have no significant fire risk, meaning that furnishings shall be restricted to deck furniture. In addition, such spaces shall be naturally ventilated by permanent openings. Air spaces (the space outside superstructures and deckhouses).
- (11) *Ro-ro and vehicle spaces*
Ro-ro spaces as defined in regulation 3.41.
Vehicle spaces as defined in regulation 3.49.



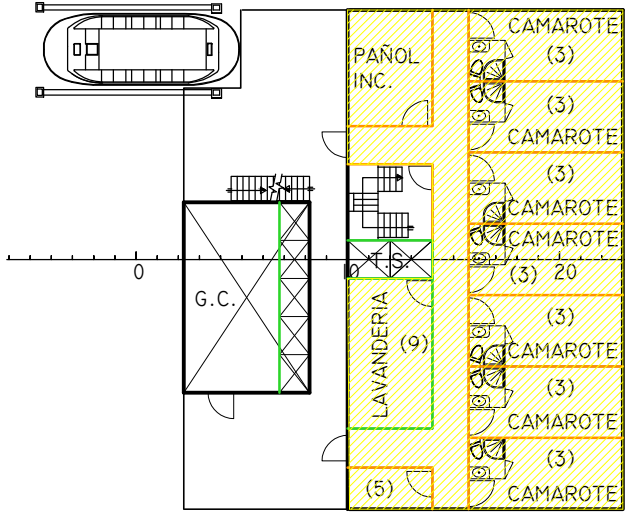
CUBIERTA PRINCIPAL (12000 MM. SOBRE LB)



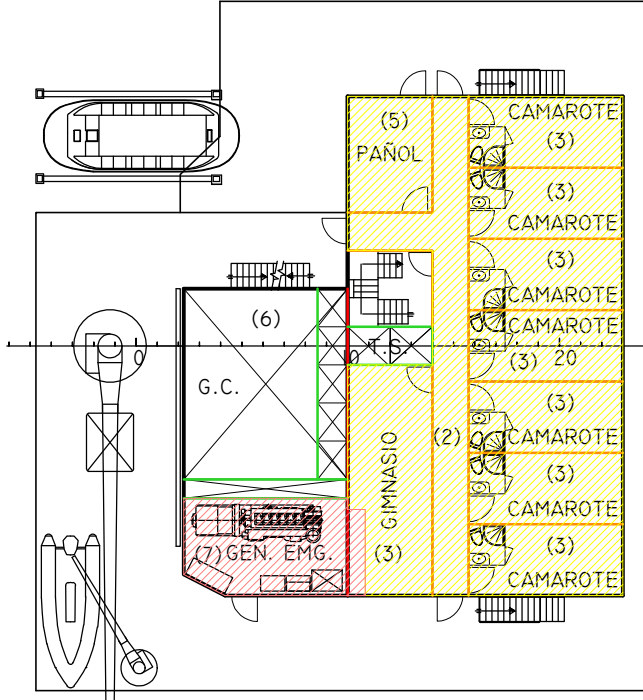
ENTREPUEENTE 2 (8600 MM. SOBRE LB)



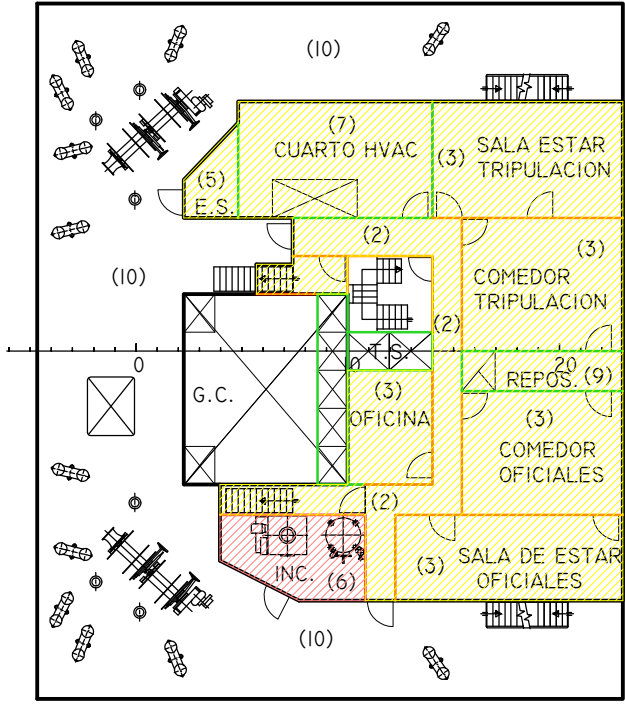
ENTREPUEENTE I (5200 MM. SOBRE LB)



CUB. B (21850 MM. SOBRE LB)

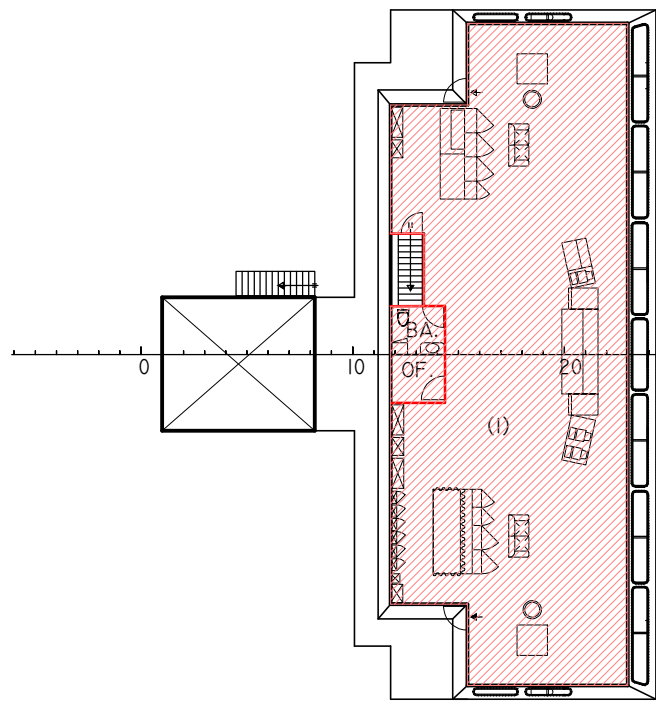


CUB. A (18800 MM. SOBRE LB)

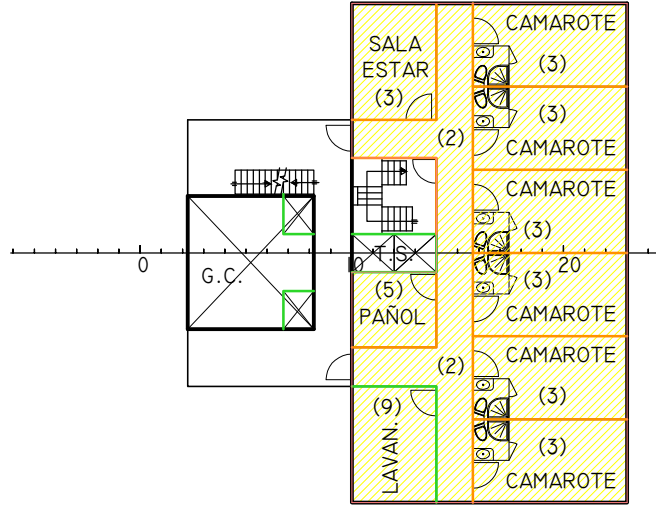


CUBIERTA TOLDILLA (15750 MM. SOBRE LB)

PUENTE NAVEGACION (31600 MM. SOBRE LB)



CUB. D (27950 MM. SOBRE LB)



CUB. C (24900 MM. SOBRE LB)

REFERENCIAS	
	MAMPARO A-60
	MAMPARO A-0
	MAMPARO B-0
	MAMPARO C
	CUBIERTA A-60
	CUBIERTA A-0
	CUBIERTA A-I5

Cubierta	Espacio		Clasificación	
Debajo de Cubierta Principal	Cuarto de bomba LCI de emergencia		Otros espacios maquinas	7
	Cuarto del servomotor		Otros espacios maquinas	7
	Taller Mecanico		Otros espacios maquinas	7
	Taller Electrico		Otros espacios maquinas	7
	Cuarto Purificadoras		Otros espacios maquinas	7
	Cuarto del servomotor		Otros espacios maquinas	7
	Sala de maquinas		Maquinas categoría A	6
Cubierta Principal	Cuarto de control de maquinas		Estación de control	1
	Cámaras frigoríficas		Espacio de servicio (alto riesgo)	9
	Almacén		Espacio de servicio (alto riesgo)	9
	Cuarto CO2		Espacio de servicio (alto riesgo)	9
	Cocina		Espacio de servicio (alto riesgo)	9
	Lavandería		Espacio de servicio (alto riesgo)	9
	Pañol		Espacio de servicio (bajo riesgo)	5
	Vestuario		Espacio de servicio (bajo riesgo)	5
	Hospital		Espacios de acomodación	3
	Cuarto Suez		Espacios de acomodación	3
Cubierta de Toldilla	Cuarto de control de carga		Estación de control	1
	Repostería		Espacio de servicio (alto riesgo)	9
	Conductos HVAC		Otros espacios maquinas	7
	Incinerador		Maquinas categoría A	6
	Pañol equipo de seguridad		Espacio de servicio (bajo riesgo)	5
	Comedor de oficiales		Espacios de acomodación	3
	Sala de estar de oficiales		Espacios de acomodación	3
	Comedor tripulación		Espacios de acomodación	3
	Sala de estar tripulación		Espacios de acomodación	3
	Oficina		Espacios de acomodación	3
Cubierta A	Generador de emergencia		Otros espacios maquinas	7
	Pañol		Espacio de servicio (bajo riesgo)	5
	Camarotes		Espacios de acomodación	3
	Gimnasio		Espacios de acomodación	3
Cubierta B	Lavandería		Espacio de servicio (alto riesgo)	9
	Pañol		Espacio de servicio (bajo riesgo)	5
	Pañol Incendio		Espacio de servicio (bajo riesgo)	5
	Camarotes		Espacios de acomodación	3
Cubierta C	Lavandería		Espacio de servicio (alto riesgo)	9
	Pañol		Espacio de servicio (bajo riesgo)	5
	Sala de estar		Espacios de acomodación	3
	Camarotes		Espacios de acomodación	3
Cubierta D	Camarotes		Espacios de acomodación	3
	Sala de reuniones		Espacios de acomodación	3
	Oficina		Espacios de acomodación	3
	Baño		Espacios de acomodación	3
Puente Navegacion	Puente de Navegación		Estación de control	1
	Cubiertas a la intemperie		Cubiertas abiertas	10
	Troncos de servicio		Otros espacios maquinas	7
	Conductos HVAC		Otros espacios maquinas	7
	Guardacalor		Maquinas categoría A	6
	Escaleras		Escaleras	4
Otros espacios	Troncos de escape (fuera de SM)		Escaleras	4
	Pasillos		Pasillos	2

CARACTERISTICAS PRINCIPALES

ESLORA TOTAL	LOA	150,574	M
ESLORA DE FLOTACION	LWL(I)	143,809	M
ESLORA ENTRE PERPENDICULARES	LBP(I)	140,000	M
MANGA	B	23,000	M
CALADO DE DISEÑO	T	8,000	M
PUNTAL	D	12,000	M
VELOCIDAD DE DISEÑO		19.5	KN
TRIPULACIÓN		20	

NOMBRE: PAUL MAC CARTHY		VERIFICADO	APROBADO
FECHA: 09/02/2019			
LEGAJO: 53360			
NÚMERO PLANO	REV	HOJA N°	N° HOJAS
PMC-PB-021-003	B	1	1
ESCALA:	ARCHIVO:	FORMATO:	
		A2	
B	REVISION INICIAL	09/02/2019	PMC NFI
A	REVISION INICIAL	14/06/2017	PMC NFI
REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	DIBUJ. VERIF.
MODIFICACIONES			

BUQUE PORTACONTENEDORES 950 TEU PSC ENDURANCE	
INTEGRIDAD ESTRUCTURAL AL FUEGO	