



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

Trabajo Fin de Grado

CURSO 2020/21

*BUQUE PORTACONTENEDORES DE 20000 TEUS
ADAPTADO A RUTA ASIA - EUROPA*

Grado en Ingeniería Naval y Oceánica

ALUMNO

Miguel Ángel Rodríguez González

TUTOR

Luis Manuel Carral Couce

FECHA

Septiembre 2021



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

TRABAJO FIN DE GRADO

CURSO 2020/21

*BUQUE PORTACONTENEDORES DE 20000 TEUS
ADAPTADO A RUTA ASIA - EUROPA*

Grado en Ingeniería Naval y Oceánica

Cuaderno 1

“DIMENSIONAMIENTO Y CIFRA DE MÉRITO”

ÍNDICE

1 RPA	5
2 Resumen.....	6
2.1 Castellano.....	6
2.2 Gallego	6
2.3 Inglés	6
3 Introducción	7
4 Generalidades	8
4.1 Evolución de la concepción del buque	8
4.2 Normalización de los contenedores, guías y accesorios. Medios de manipulación. Cierres de escotillas.....	9
4.3 Descripción del Buque Proyecto	10
5 Buques de referencia	13
6 Obtención del buque base. Dimensionamiento básico.....	17
6.1 Cálculo del número de TEUS en bodega y cubierta	17
6.2 Cálculo de la eslora entre perpendiculares (Lpp).....	18
6.3 Cálculo de la eslora total (Loa)	19
6.4 Cálculo de la manga (B)	20
6.5 Cálculo del puntal (D)	22
6.6 Cálculo del calado (T)	24
6.7 Cálculo del desplazamiento.....	27
6.8 Cálculo del valor LxBxD	28
6.9 Cálculo del coeficiente de bloque	29
6.9.1 Fórmula de Alexander.....	29
6.9.2 Fórmula de Schneekluth:	30
6.9.3 Fórmula de Watson y Gifillan.....	31
6.9.4 Fórmula de Van Lammeren	31
6.9.5 Valor final del Coeficiente de bloque.....	31
6.10 Cálculo del coeficiente de la maestra.....	32
6.11 Cálculo del coeficiente prismático	32
6.12 Cálculo del coeficiente de la flotación.....	33
6.13 Resumen de las dimensiones principales.....	34
7 Ajuste de las Dimensiones Principales	35
7.1 Cálculo de la manga	36
7.2 Cálculo del puntal.....	36

7.3 Cálculo de la eslora	37
8 Elección Cifra de Mérito	39
8.1 Coste de construcción	39
8.1.1 Coste de los materiales a granel (CMG).....	39
8.1.2 coste de los equipos del buque (MEq) y su montaje (CMe)	40
8.1.3 Coste de la mano de obra (CMO).....	43
8.1.4 costes varios aplicados (CVA)	43
8.2 Elección de la alternativa más favorable.....	44
8.2.1 Dimensiones de la alternativa más favorable.....	48
8.2.2 Costes de construcción de la alternativa más favorable	48
9 Estimación de la Potencia Propulsora	53
9.1 Elección del motor	54
10 Estudio preliminar de pesos	55
10.1 Cálculo del Peso en Rosca	55
10.1.1 Cálculo del Peso del Acero.....	55
10.1.2 Cálculo del Peso del Equipo y Habilitación	55
10.1.3 Cálculo del Peso de Maquinaria Propulsora y Auxiliar.....	56
10.2 Cálculo del Peso Muerto.	57
10.2.1 Carga útil.....	57
10.2.2 Consumos	58
10.2.3 Tripulación y pasaje	59
10.2.4 Pertrechos.....	59
10.3 Cálculo del desplazamiento.....	60
11 Comprobación del Francobordo.....	61
11.1 Cálculo simplificado por medio de tablas y fórmulas.....	61
11.1.1 Corrección por eslora menor de 100 m.	62
11.1.2 Corrección por coeficiente de bloque.....	63
11.1.3 Corrección por puntal.....	63
11.1.4 Corrección por posición de la línea de cubierta.....	64
11.1.5 Altura normal de superestructuras.....	64
11.1.6 Corrección por longitud de superestructuras	64
11.1.7 Altura mínima de proa y flotabilidad	65
11.1.8 Reserva de flotabilidad	66
11.2 Francobordo de Verano	66
12 Disposición General del Buque.....	67
Anexo I: Buques Base de Datos	68
Anexo II: Resultados estimación de potencia.....	85
Anexo III: Especificaciones del Motor Escogido	93

1 RPA



GRADO EN INGENIERÍA NAVAL Y OCEÁNICA **TRABAJO FIN DE GRADO**

PROYECTO NÚMERO

TIPO DE BUQUE: Portacontenedores con ruta Asia-Norte de Europa.

CLASIFICACIÓN, COTA Y REGLAMENTOS DE APLICACIÓN: DNV, SOLAS, MARPOL

CARACTERÍSTICAS DE LA CARGA: 20000 TEUS

VELOCIDAD Y AUTONOMÍA: 20 nudos en condiciones de servicio y 20000 millas de autonomía.

SISTEMAS Y EQUIPOS DE CARGA / DESCARGA: Sin medios propios de carga/descarga.

PROPULSIÓN: Motor Diésel.

TRIPULACIÓN Y PASAJE: 40 tripulantes en camarotes dobles e individuales.

OTROS EQUIPOS E INSTALACIONES: Los habituales en este tipo de buques.

Ferrol, 4 Octubre 2020

ALUMNO/A: D Miguel Ángel Rodríguez González

2 RESUMEN

2.1 Castellano

La finalidad del presente Trabajo Fin de Grado es el dimensionamiento y definición de un buque portacontenedores, cumpliendo con la RPA establecida. Una de las principales características es que es un buque de carga normalizada que ha de transportar 20 000 TEUS, lo cual afecta a las dimensiones del mismo. Este portacontenedores será diseñado para dar servicio a la ruta Asia – Norte de Europa, por lo que ha de tener una autonomía que le permita realizar un trayecto de unas 20000 millas.

2.2 Gallego

A finalidade do presente Traballo de Fin de Grao é o dimensionamento e definición dun buque portacontenedores, cumprindo co establecido na RPA. Unha das principais características é que é un buque de carga normalizada que transporta 20 000 TEUS, o cal afecta as dimensións do mesmo. Este portacontenedores deseñarase para dar servizo a ruta Asia – Norte de Europa, polo que terá unha autonomía que permita realizar o traxecto dunhas 20 000 millas.

2.3 Inglés

The purpose of this Final Degree Project is the dimensioning and definition of a container ship, complying with the established RPA. One of the main characteristics is that it is a standardized cargo ship and that it has to transport 20,000 TEUS, which affects its dimensions. This container ship will be designed to serve the Asia - North Europe route, so it must have an autonomy that allows it to cover a journey of about 20,000 miles.

3 INTRODUCCIÓN

En este cuaderno se van a determinar las dimensiones principales de un buque portacontenedores que responde a una capacidad de 20000 TEUS, tal y como se expresa en la RPA del proyecto. El buque que se dimensionará a continuación realizará una ruta que ha de conectar Asia con los puertos del norte de Europa. Se ha de tener en cuenta que el portacontenedores no atravesará ningún canal, por lo que no tendremos limitaciones de tamaño para ajustarse a los canales ya construidos que tienen sus propias características y normativas de paso.

4 GENERALIDADES

Algunos tipos de carga, por el tipo de envase, requieren un tratamiento especial, son los transportes de cargas modulares; Donde las dimensiones principales del buque dependen de las dimensiones de los módulos, variando en cantidades discretas, entre ellos los contenedores, que se han adueñado del mercado.

Existen dos procedimientos bien diferenciados de estiba de los contenedores en los buques, siempre verticalmente, sin arrastre horizontal del contenedor:

- Mediante guías celulares, las cuales son un conjunto de pilares o puntales que forman celdas del tamaño en planta del contenedor, que permiten apilar en cada celda, sin trincado adicional, varias alturas de contenedores. La limitación en altura la establece la resistencia del contenedor mas bajo, a la cara de todos los contenedores apilados sobre él. Este es el proceso de estiba típico de los buques que se dedican exclusivamente al transporte de este tipo de carga normalizada.
- Sin guías celulares. En este caso los contenedores se colocan por grupos, trincados con diferentes tipos de herrajes que no dejan que éstos se muevan cuando el buque haga los movimientos típicos de la navegación. Este procedimiento de estiba es mucho mas complejo que el anterior, y es típico de buques que tienen otros usos además de transportar contenedores.

4.1 Evolución de la concepción del buque

Desde que se introdujo el transporte intermodal, el cambio en los medios de transporte ha introducido y extendido los buques portacontenedores. La unidad de carga, el contenedor, es una de las bases para conseguir el objetivo del transporte integrado puerta a puerta que trata de reducir el número de manipulaciones de la carga.

El contenedor comenzó a utilizarse en el tráfico marítimo a finales de la década de los cuarenta, sin embargo, su éxito y crecimiento arranca a finales de los sesenta. Sus ventajas son muchas:

- Rapidez en la carga y descarga del buque, se obtienen hasta 30 ciclos/hora con cada grúa.
- Reducción de las necesidades de mano de obra y su consiguiente ahorro de costes.
- El contenedor actúa como protección de la carga.
- Debido a la estandarización de las dimensiones de los contenedores se puede combinar su uso en ferrocarril, camión y buque.
- Por su agilidad, el grado de ocupación de los portacontenedores es muy superior al de los buques convencionales.

Entre los inconvenientes se pueden encontrar:

- Gran inversión en instalaciones portuarias
- Necesidad de disponer de tres lotes completos de contenedores por buque, inversión que ha de sumarse a la del propio buque, que en sí mismo ya es mas caro que un buque convencional.
- Elimina aquellos clientes que no pueden rellenar completamente un contenedor u obliga a al relleno en puerto con su consiguiente incremento en el costo.
- Movilización de muchos contenedores vacíos que, al precisar estibarse en capas mas altas por mayor estabilidad, deben ser manipulados innecesariamente en muchos casos.
- Requiere una revisión detallada de la situación más conveniente de cada contenedor en el buque, para reducir el número de manipulaciones durante el proceso de carga y descarga en puerto, lo que implica más inversiones.

A pesar de los inconvenientes mencionados anteriormente, las ventajas los superan con creces, ni que decir tiene que el incremento del transporte de cargas en contenedores normalizados es uno de los fenómenos más característicos del transporte marítimo de las tres últimas décadas, tanto por el crecimiento del tamaño del buque como por el enorme aumento del tráfico mundial en este tipo de unidades de carga.

4.2 Normalización de los contenedores, guías y accesorios. Medios de manipulación. Cierres de escotillas.

Los modelos mas utilizados son los contenedores de dimensiones de 20 pies (TEU) y 40 pies (FEU) de longitud, en ambos la anchura es de 8 pies. Inicialmente la altura también era de 8 pies, sin embargo, la evolución de los sistemas ha hecho que se vayan desarrollando dando lugar a contenedores de 8 pies y medio y de 9 pies y medio de altura, así como de 9 pies, aprovechando el máximo gálibo de las carreteras.

Aunque a primera vista pudiera pensarse que el contenedor de 40 pies debe ser exactamente el doble de largo que uno de 20 pies la realidad no es así, ya que es ligeramente mas largo al tener que ocupar el espacio de dos TEU mas el huelgo longitudinal requerido entre contenedores. Todas las dimensiones y tolerancias están recogidas por la norma ISO (europea) y ASA (americana), que son idénticas en cuanto a dimensiones.

El contenedor tiene forma de ortoedro y la estructura resistente está formada por las aristas de dicho ortoedro. El piso tiene una estructura transversal que transmite la carga a las aristas longitudinales. Los costados y el techo pueden tener estructura transversal o longitudinal, aunque el techo debe tener un espesor suficiente para soportar el paso simultáneo de dos personas erguidas. En los ocho vértices llevan piezas especiales que permiten su manipulación y trincado.

La utilización de TEUS y FEUS permite la estiba de dos TEUS o de un FEUS en el mismo espacio. El centro de gravedad del contenedor, por simplicidad se considera situado en el centro geométrico del ortoedro.

Las guías, suelen presentar en su parte superior terminaciones en planos inclinados, para facilitar la maniobra de estiva del contenedor, ya que las guías han de cumplir las siguientes misiones:

- Absorber y transmitir a la estructura que las rodea las cargas horizontales debidas a los movimientos del buque en el mar.
- Apoyar cada contenedor sobre el inmediatamente inferior dentro de las tolerancias de excentricidad admitidas.
- Facilitar la estiba y desestiba de los contenedores, incluso con escoras o cuando gira la grúa no esté perfectamente centrada sobre la celda.

La mayor dificultad a la que se enfrentan los astilleros constructores de este tipo de buques, son las estrictas tolerancias requeridas en el montaje de las guías. Se ha de considerar el paralelismo y las tolerancias, así como las dilataciones por la temperatura, por ello es recomendable el montaje de estas instalaciones en lugares no expuestos al sol. Antes de la soldadura definitiva se comprueba que todo esté correctamente alineado deslizando entre ellas, una estructura con las dimensiones de un contenedor.

Lo más frecuente es que los buques no lleven medios propios de carga y descarga, sin embargo algunos buques portacontenedores de hasta 1500 TEUS disponen de grúas como medio propio. Estas grúas deben tener una capacidad mínima para elevación de 25 a 30 toneladas, para manipular el contenedor cargado además del accesorio de elevación (spreader). Las grúas a bordo pueden ser tipo pórtico y desplazarse paralelamente a crujía o giratorias en cuyo caso van a veces ubicadas en el costado.

Los puertos, por el contrario, cuentan con terminales de carga y descarga dotadas de grandes grúas, amplias áreas de estiba además de clasificación de contenedores y carretillas.

4.3 Descripción del Buque Proyecto

El buque proyecto es un portacontenedores con unas dimensiones que pocos buques llegan a tener hoy en día. Tendrá una capacidad para 20000 TEUS de manera que sus formas tendrán que adaptarse para poder albergar dicha carga, así como toda la maquinaria necesaria para la propulsión y mantenimiento del buque.

Como referencia se escoge el buque OOCL Hong Kong, el cual es capaz de albergar 23000 TEUS.



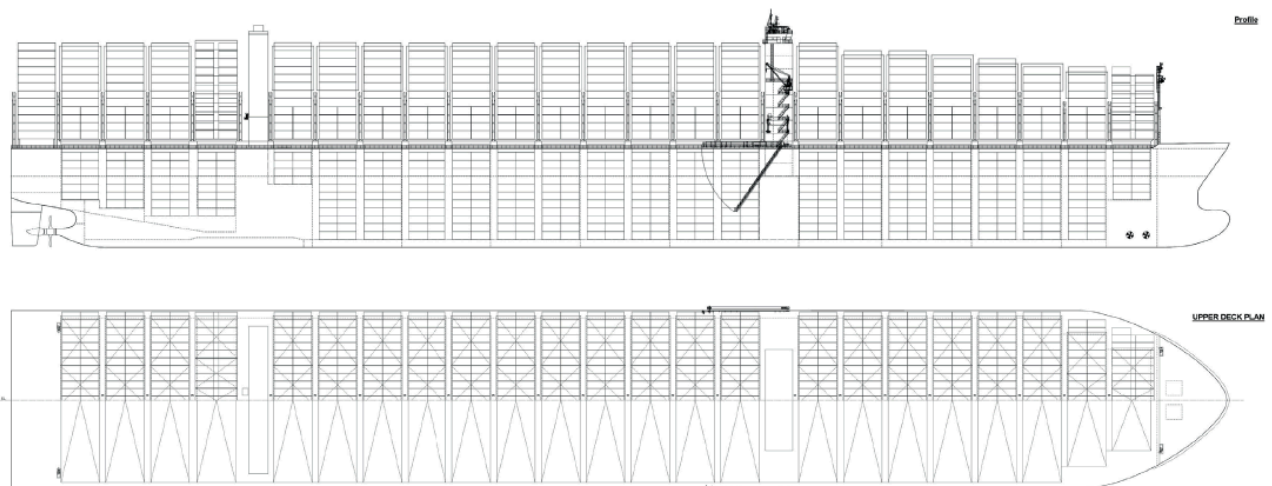
Las formas del buque proyecto son peculiares, ya que este tipo de buques se caracteriza por tener cuerpo cilíndrico en gran parte de su eslora. Este tipo de buques llevará parte de su carga en bodega, pero gran parte de ella irá sobre la cubierta, por lo que dispondrá de una serie de guías que servirán para poder fijar las columnas de contenedores. En cuanto a la habilitación y puente de gobierno, en este tipo de buques, si estos son de pequeño tamaño, suelen ir en la popa, sin embargo, al tener el buque proyecto tanta eslora, su habilitación se situará aproximadamente en la zona central de la eslora, para evitar así que se pierda el ángulo de visión desde el puente de gobierno necesario para la navegación. El tipo de habilitación será lo mas esbelta posible, evitando la perdida de espacio en cubierta para la estiba de la carga.

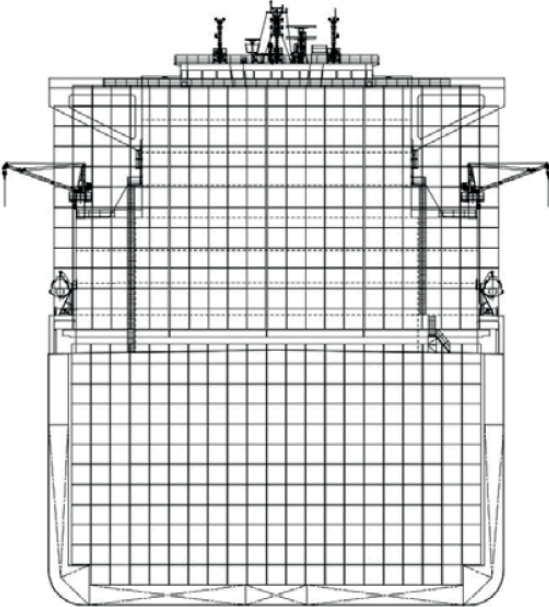
Se situará más a popa la cámara de máquinas, de manera que, aunque las formas en popa vuelven a hacerse más finas, se tenga capacidad suficiente para poder instalar los motores principales, así como toda la maquinaria necesaria para el perfecto funcionamiento del buque.

La popa del buque, en su parte superior, tendrá la misma manga que el cuerpo cilíndrico de manera que así no se reduce la cantidad de contenedores que se han de poder llevar en esta zona del buque, a pesar de que en la parte baja, al tener que instalar la hélice y el timón si lo llevara, no se tendría espacio para el almacenaje de la carga.

En la zona de proa, tal como tiene el buque de referencia, se situarán dos hélices transversales para poder facilitar las maniobras de este tipo de buques con grandes dimensiones.

En cuanto a las características estructurales, este tipo de buques tienen una estructura bastante sencilla, ya que además de lo establecido por la reglamentación como por ejemplo el doble fondo, todo lo demás va a estar determinado por la carga, ya que se está ante carga normalizada, los compartimentos se realizarán de manera que, en este tipo de buques, también establecidos para FEUS, en los espacios que se establecen puedan almacenarse o dos TEUS o un FEU. Se muestran a continuación dos imágenes de las formas del buque de referencia, que servirán para hacerse una ligera idea de la disposición y forma de este tipo de buques.





MIDSHIP SECTION

5 BUQUES DE REFERENCIA

Conocidas las características del buque a proyectar, según la RPA del proyecto, se realiza una base de datos previa a todo el cálculo para el dimensionamiento de dicho buque.

Mediante esta base de datos, constituida a partir de buques de referencia similares al que se va a proyectar, se realizará un dimensionamiento preliminar que permitirá conocer las medidas aproximadas del buque a proyectar a partir de un análisis de regresión lineal.

La totalidad de los datos han sido obtenidos de la revistas “Significant Ships” de ediciones posteriores a la de 2012. Se pueden encontrar todos los buques que forman esa base de datos en el Anexo I: Buques Base de datos.

A continuación, se muestran las tablas que componen en su totalidad la base de datos que se ha constituido a partir de 14 buques portacontenedores.

BUQUE PORTACONTENEDORES DE 20000 TEUS ADAPTADO A RUTA ASIA - EUROPA

Cuaderno 1: Dimensionamiento y Cifra de Mérito

Miguel Ángel Rodríguez González

NOMBRE	AÑO	FUENTE	TEUS	LPP	LOA	B	D	Tsct	Tdis	DW dis	DW sct
OOCL Hong Kong	2017	Significant Ships	21 413	383,00	400,0	58,80	32,50	16,0	14,5	162 400	191 400
MSC Oscar	2015	Significant Ships	19 224	379,40	395,4	59,00	30,30	16,0	14,5	167 000	197 000
MSC Gülsün	2019	Significant Ships	23 756	383,00	399,9	61,50	33,20	16,0	14,5	186 800	228 600
MOL Triumph	2017	Significant Ships	20 170	383,00	400,0	58,80	32,80	16,0	14,5	163 300	192 700
Maersk Mc-Kinney Moller	2013	Significant Ships	18 000	377,40	399,0	59,00	30,30	16,0	14,5	166 500	196 050
CSCL Globe	2014	Significant Ships	19 000	383,00	400,0	58,60	30,50	16,0	14,5	155 200	183 800
CMA CGM Kerguelen	2015	Significant Ships	17 554	380,00	398,0	54,00	30,00	16,0	14,5	159 000	186 000
CMA CGM Antoine de Saint Exupery	2018	Significant Ships	20 776	383,00	400,0	59,00	33,00	16,0	14,5	172 400	202 600
Barzan	2015	Significant Ships	19 870	383,00	400,0	58,60	30,60	16,0	14,5	170 658	199 744
Al Murabba	2015	Significant Ships	14 990	352,00	368,5	51,00	30,35	15,5	14,5	133 671	149 360
CMA CGM G. Washington	2017	Significant Ships	14 414	350,00	366,0	48,20	29,85	16,0	14,5		148 000
HMM Promise	2018	Significant Ships	11 000	316,40	330,0	48,20	27,20	16,0	13,0	94 800	134 869
CMA CGM Argentina	2019	Significant Ships	15 072	350,00	366,0	51,00	29,85	16,0	14,5	133 607	157 076
MSC Josseline	2019	Significant Ships	14 300	347,00	366,0	48,20	29,85	16,0	14,5		150 893

NOMBRE	AÑO	FUENTE	TEUS	Pot	Motor	Vserv	TEUSBOD	TEUSCUB	TEUSREFR
OOCL Hong Kong	2017	Significant Ships	21 413	61 530	MAN Diesel	23,0	9 090	12 323	
MSC Oscar	2015	Significant Ships	19 224	62 500	MAN Diesel	22,8	7 966	11 258	1 800
MSC Gülsün	2019	Significant Ships	23 756	66 650	MAN Diesel	23,2	9 788	13 968	2 024
MOL Triumph	2017	Significant Ships	20 170	59 250	MAN Diesel	22,5	9 066	11 080	
Maersk Mc-Kinney Moller	2013	Significant Ships	18 000	59 360	Man Diesel	23,0	7 696	10 644	
CSCL Globe	2014	Significant Ships	19 000	56 800	Hyundai	23,0	8 111	10 866	
CMA CGM Kerguelen	2015	Significant Ships	17 554	54 519	MAN Diesel	23,5	7 346	10 208	1 254
CMA CGM Antoine de Saint Exupery	2018	Significant Ships	20 776	67 430	Hyundai	21,5	9 394	11 560	1 600
Barzan	2015	Significant Ships	19 870	61 000	Hyundai	21,0	8 216	11 654	
Al Murabba	2015	Significant Ships	14 990	54 900	Hyundai	21,0	6 334	8 656	
CMA CGM G. Washington	2017	Significant Ships	14 414	50 190	Hyundai	21,7	5 994	8 420	1 400
HMM Promise	2018	Significant Ships	11 000	42 310	MAN Diesel	22,0	4 587	6 580	1 453
CMA CGM Argentina	2019	Significant Ships	15 072	46 360	Hyundai	22,0	6 294	8 778	1 500
MSC Josseline	2019	Significant Ships	14 300	46 422	Hyundai	22,0	6 100	8 200	

NOMBRE	AÑO	FUENTE	TEUS	TEUS ^{1/3} _{BOD}	L/B	B/D	L/D	Tdis/D	L/Tdis	VSERV (m/s)	LxBxD
OOCL Hong Kong	2017	Significant Ships	21 413	20,87	6,51	1,81	11,78	0,45	26,41	11,83	731 913,00
MSC Oscar	2015	Significant Ships	19 224	19,97	6,43	1,95	12,52	0,48	26,17	11,73	678 253,38
MSC Gülsün	2019	Significant Ships	23 756	21,39	6,23	1,85	11,54	0,44	26,41	11,93	782 009,40
MOL Triumph	2017	Significant Ships	20 170	20,85	6,51	1,79	11,68	0,44	26,41	11,57	738 669,12
Maersk Mc-Kinney Moller	2013	Significant Ships	18 000	19,74	6,40	1,95	12,46	0,48	26,03	11,83	674 677,98
CSCL Globe	2014	Significant Ships	19 000	20,09	6,54	1,92	12,56	0,48	26,41	11,83	684 535,90
CMA CGM Kerguelen	2015	Significant Ships	17 554	19,44	7,04	1,80	12,67	0,48	26,21	12,09	615 600,00
CMA CGM Antoine de Saint Exupery	2018	Significant Ships	20 776	21,10	6,49	1,79	11,61	0,44	26,41	11,06	745 701,00
Barzan	2015	Significant Ships	19 870	20,18	6,54	1,92	12,52	0,47	26,41	10,80	686 780,28
Al Murabba	2015	Significant Ships	14 990	18,50	6,90	1,68	11,60	0,48	24,28	10,80	544 843,20
CMA CGM G. Washington	2017	Significant Ships	14 414	18,17	7,26	1,61	11,73	0,49	24,14	11,16	503 569,50
HMM Promise	2018	Significant Ships	11 000	16,62	6,56	1,77	11,63	0,48	24,34	11,32	414 813,06
CMA CGM Argentina	2019	Significant Ships	15 072	18,46	6,86	1,71	11,73	0,49	24,14	11,32	532 822,50
MSC Josseline	2019	Significant Ships	14 300	18,27	7,20	1,61	11,62	0,49	23,93	11,32	499 253,19

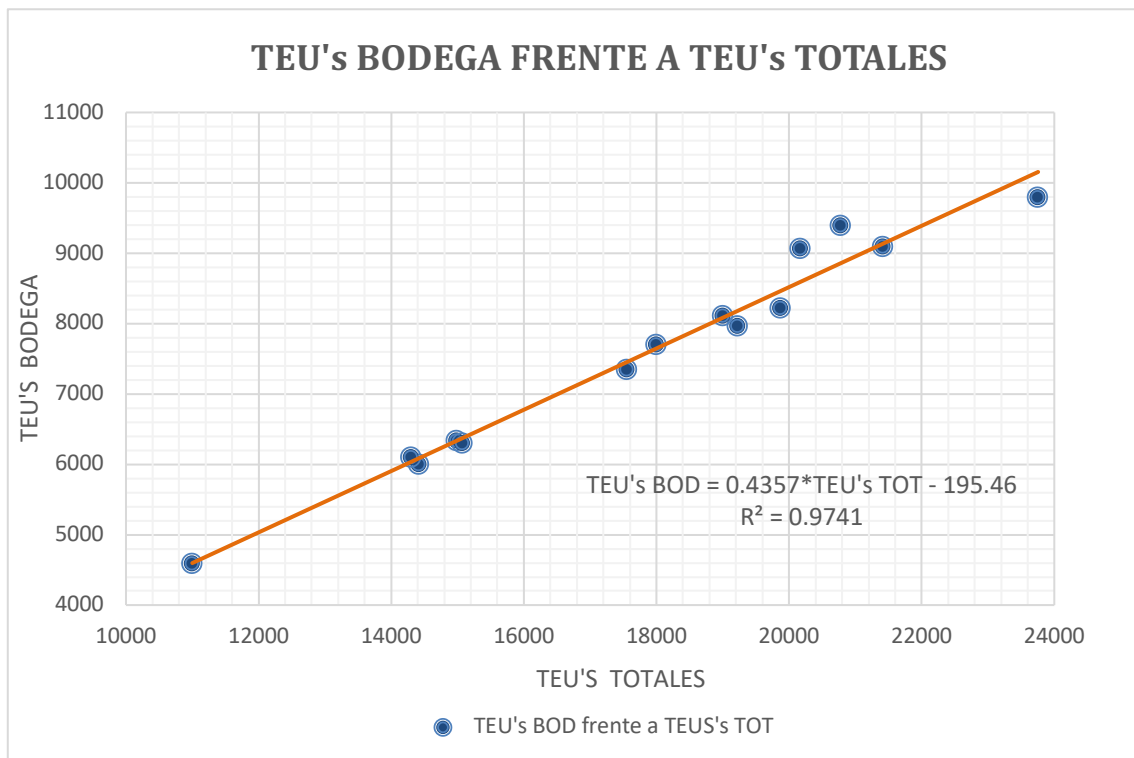
6 OBTENCIÓN DEL BUQUE BASE. DIMENSIONAMIENTO BÁSICO

A lo largo de este apartado se calcularán los diferentes parámetros a partir de una serie de representaciones gráficas que ayudarán con el análisis de regresión lineal, del que se obtendrán las dimensiones principales, es decir, el dimensionamiento básico y la obtención del buque base.

Las relaciones que se representan a continuación, se han realizado para cada buque de referencia, de manera que en cada caso la gráfica presentará un punto. Esta serie de puntos representan una tendencia que estará indicada mediante una recta y su ecuación la cual nos permite en cada gráfico ir calculando las dimensiones del buque a proyectar.

6.1 Cálculo del número de TEUS en bodega y cubierta

Como primer paso se procede a calcular el número de contenedores que el buque portará en bodega y en cubierta. Se utiliza para ello una representación grafica del número total de TEUS en bodega frente a los TEUS totales en cada caso de la base de datos. En esta representación gráfica se añade la recta de regresión, la cual nos dará los TEUS en bodega del buque proyecto.



Gracias a la ecuación de la recta de regresión obtenida, se puede sustituir el número de TEUS totales del buque que se va a proyectar (20000) y así obtener el número de TEUS en bodega, tal y como se muestra a continuación:

$$TEUS \text{ en bodega} = 0,4357 * 20000 - 195,46$$

$$TEUS \text{ en bodega} = 8519 TEUS$$

Para poder saber el número de contenedores en cubierta del buque a proyectar se realiza una operación tan sencilla como es la resta entre los TEUS totales del portacontenedores menos los que llevará en bodega.

$$TEUS \text{ en cubierta} = TEUS \text{ totales} - TEUS \text{ en bodega}$$

$$TEUS \text{ en cubierta} = 20000 - 8519$$

$$TEUS \text{ cubierta} = 11481$$

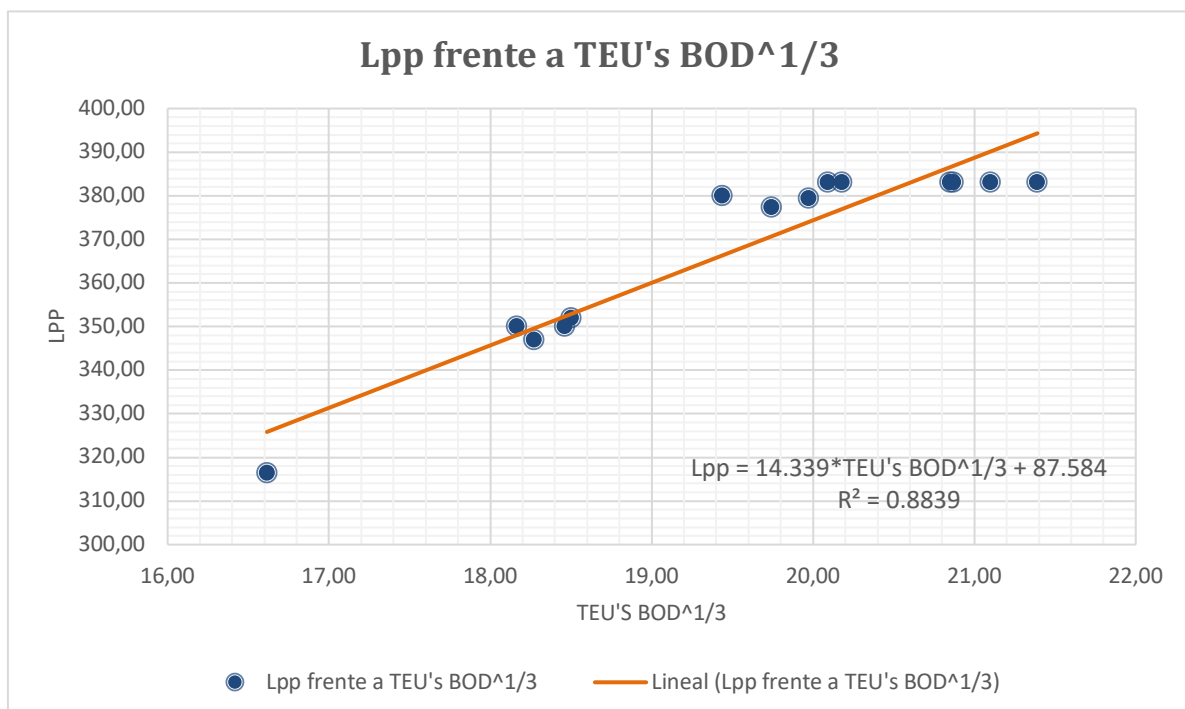
Una vez que se tienen el número de TEUS en bodega y en cubierta, se procede a calcular el resto de dimensiones siguiendo este mismo proceso.

6.2 Cálculo de la eslora entre perpendiculares (Lpp)

Se entiende por eslora entre perpendiculares a la distancia comprendida entre dos perpendiculares al plano de flotación en máxima carga de verano.

Las perpendiculares serán la de proa (Ppr) que pasa por la roda y la de popa (Ppp) que pasa por el codaste del timón.

Para el cálculo de la eslora entre perpendiculares se realiza una gráfica a partir de los buques de referencia donde se representan los valores de la eslora entre perpendiculares de cada uno de ellos frente a el número de TEUS que hay en bodega elevado a la potencia de 1/3.



Siguiendo el mismo proceso que se utilizó para el cálculo de los TEUS en bodega y cubierta, se calcula la eslora entre perpendiculares (Lpp):

$$L_{pp} = 14,339 * (TEUS \text{ en bodega})^{\frac{1}{3}} + 87,584$$

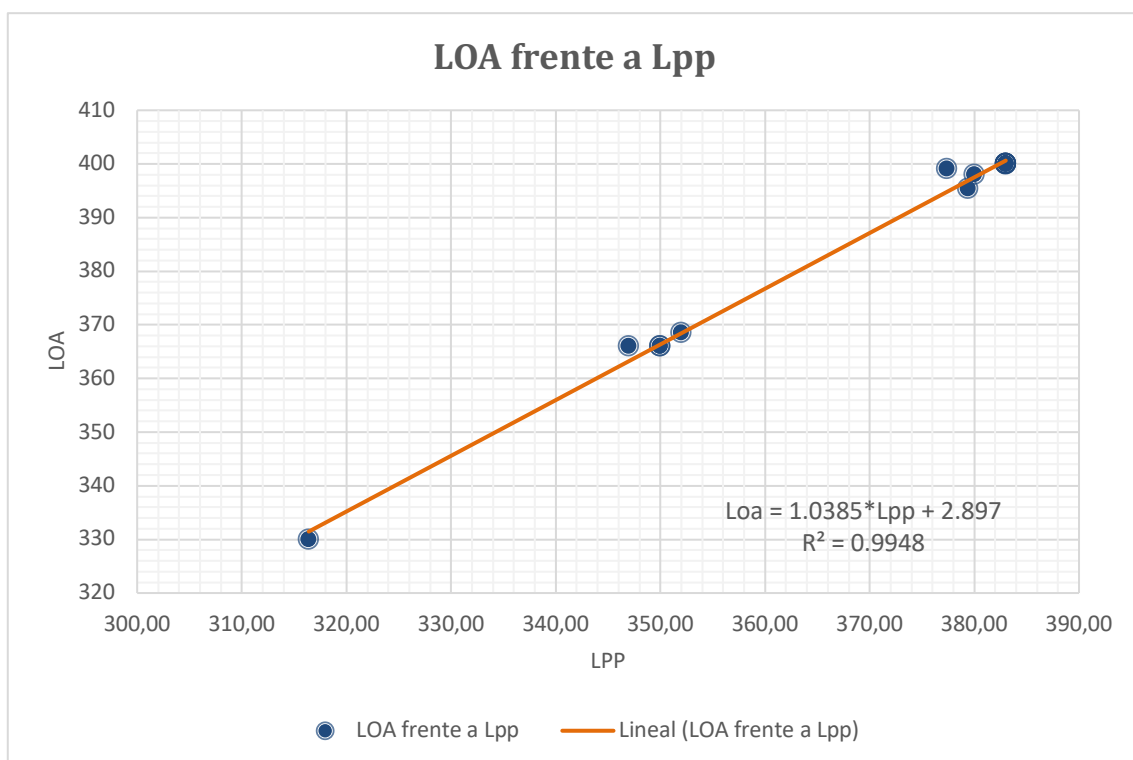
$$L_{pp} = 14,339 * 8\,519^{\frac{1}{3}} + 87,584$$

$$L_{pp} = 380,44 \text{ m}$$

6.3 Cálculo de la eslora total (Loa)

La eslora total es la distancia entre los puntos más salientes de popa y proa, excluyendo toda parte desmontable.

A continuación, se calcula la eslora total del buque a proyectar y el procedimiento es el mismo que en los casos anteriores, se realiza mediante una gráfica que representa la eslora total frente a la eslora entre perpendiculares de cada uno de los buques de referencia, a esta gráfica se le añade la línea de tendencia con su correspondiente ecuación, a partir de la cual se podrá sacar la eslora total sustituyendo el dato obtenido en el apartado anterior.



Tal y como se ha dicho anteriormente se sustituye el dato obtenido en el cálculo de la eslora entre perpendiculares (380,44 m):

$$Loa = 1,0385 * Lpp + 2,897$$

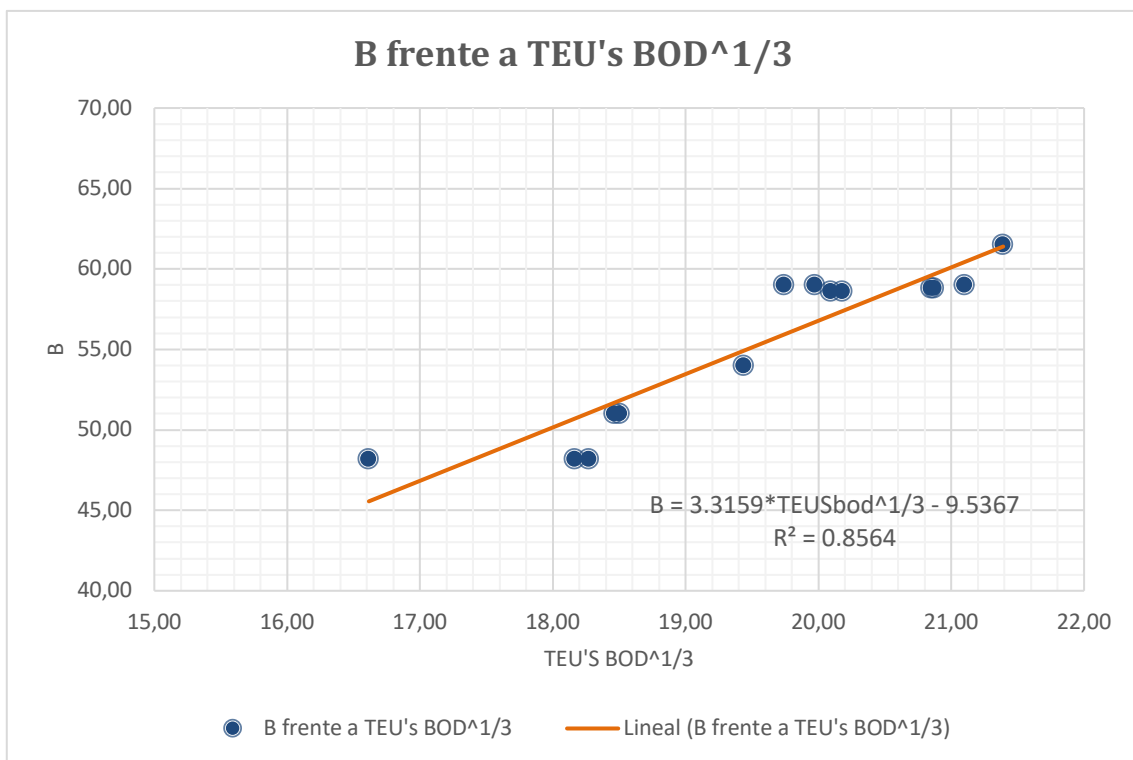
$$Loa = 1,0385 * 380,44 + 2,897$$

$$Loa = 397,99 \text{ m}$$

6.4 Cálculo de la manga (B)

Se entiende por manga de un buque a la mayor anchura del casco, es decir tomada sobre la cuaderna maestra y por la parte exterior del forro.

Para el cálculo de la manga el gráfico que se ha realizado es el de B frente a los TEUS de bodega elevado a 1/3 en cada uno de los buques de referencia. En este caso, al igual que en los demás, el cálculo de la manga (B) se realiza con ayuda de la ecuación de su recta de regresión, que sería equivalente a entrar en el gráfico con nuestro número de contenedores en bodega elevados a 1/3:



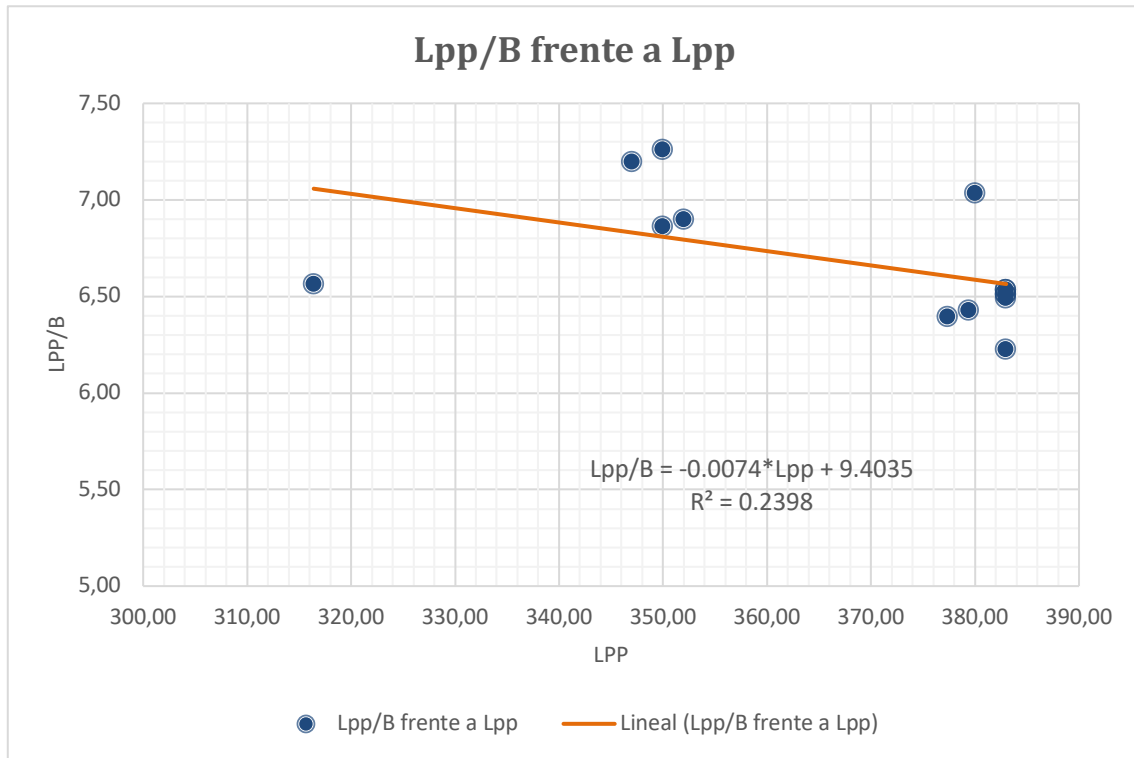
Sabiendo que en los cálculos anteriores se ha obtenido que el número de TEUS en bodega son 8519 se puede realizar el cálculo siguiente:

$$B = 3,3159 * (TEUS \text{ en bodega})^{\frac{1}{3}} - 9,5367$$

$$B = 3,3159 * 8519^{\frac{1}{3}} - 9,5367$$

$$B = 58,19 \text{ m}$$

Sin embargo, en este caso, se va repetir el mismo proceso, pero esta vez utilizando para el cálculo del mismo parámetro una gráfica en la que se representa la relación eslora entre perpendiculares entre manga (Lpp/B) frente a la eslora entre perpendiculares (Lpp). De dicha gráfica se volverá a obtener el valor de la manga del buque a proyectar, gracias a la ecuación de la línea de tendencia, o bien al resultado de entrar en el gráfico con el valor obtenido en cálculos anteriores de la eslora entre perpendiculares (380,44 m):



Sustituyendo el valor de la eslora entre perpendiculares en la ecuación de la recta de regresión se obtiene:

$$\frac{Lpp}{B} = -0,0074 * Lpp + 9,4035$$

$$\frac{380,44}{B} = -0,0074 * 380,44 + 9,4035$$

$$B = 57,74 \text{ m}$$

Al tener dos resultados de la manga, se procede a hacer una media aritmética para así obtener un valor medio entre ambos que servirá como primera aproximación de la manga para el dimensionamiento básico del buque a proyectar:

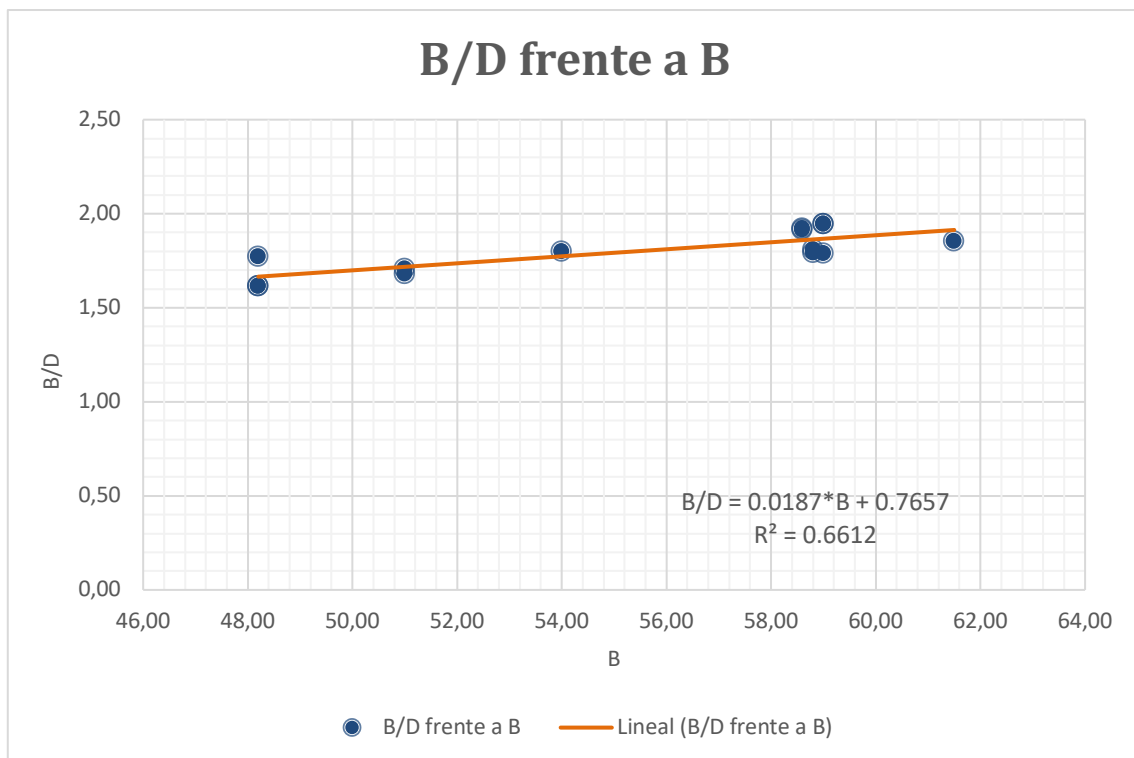
$$B \text{ media} = \frac{58,19 + 57,74}{2}$$

$$B \text{ media} = 57,97 \text{ m}$$

6.5 Cálculo del puntal (D)

Se entiende por puntal de un buque a la altura media desde el canto superior de la quilla hasta la cubierta superior. Será al igual que las dos anteriores (esloras y manga) una de las magnitudes principales para la definición del buque proyecto.

En el caso de los buques de volumen, como es el caso del buque a proyectar, es necesario fijarse primero en el puntal que en el calado. Por esto se procede al cálculo del puntal (D) de la misma forma que se calcularon todos los parámetros anteriores, es decir, mediante una representación gráfica a partir de los datos de los buques de referencia, incluyendo en dicha gráfica la línea de tendencia. En este caso se relacionan el cociente de la manga ente el puntal frente a la manga.

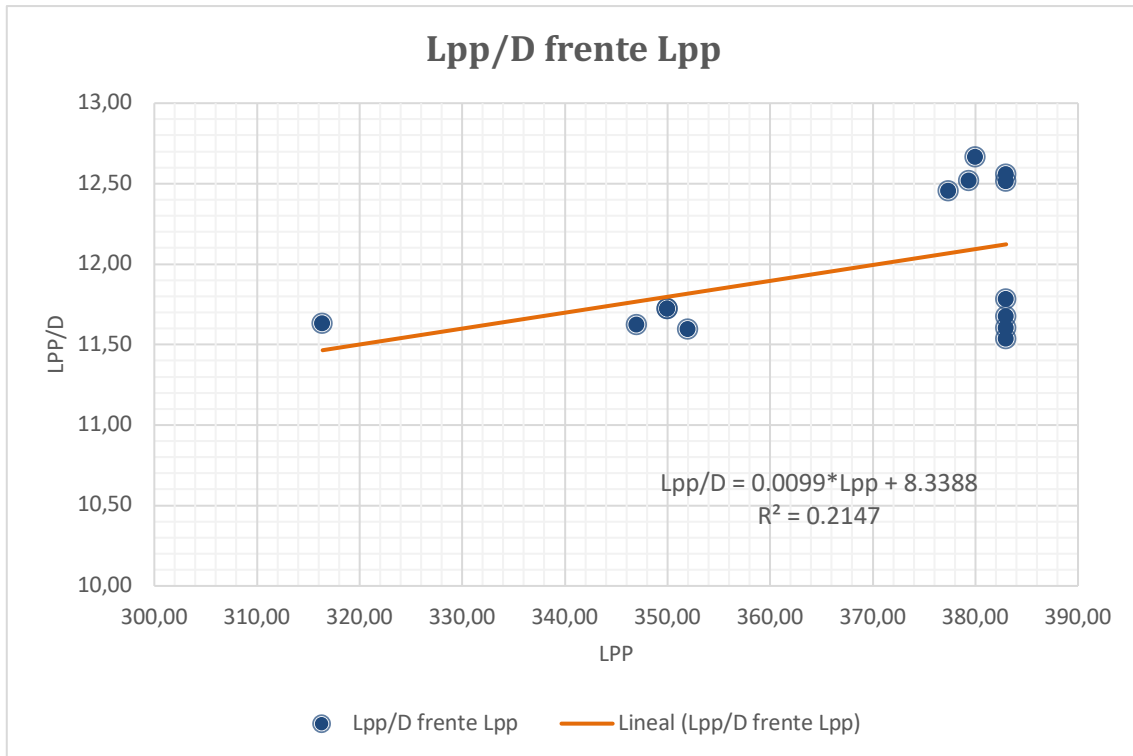


A partir de la ecuación de la línea de tendencia, y sustituyendo en ella el valor de la manga del buque a proyectar (57,97 m), se puede despejar el parámetro que en este caso nos interesa, es decir, el puntal (D).

$$B/D = 0,0187 * B + 0,7657$$
$$\frac{57,97}{D} = 0,0187 * 57,97 + 0,7657$$
$$D = 31,34 \text{ m}$$

Como en el caso de la manga, en este caso el puntal también se calcula de varias formas.

A continuación, se representa otra gráfica en la cual se enfrentan la eslora entre perpendiculares entre el puntal frente a la eslora entre perpendiculares.



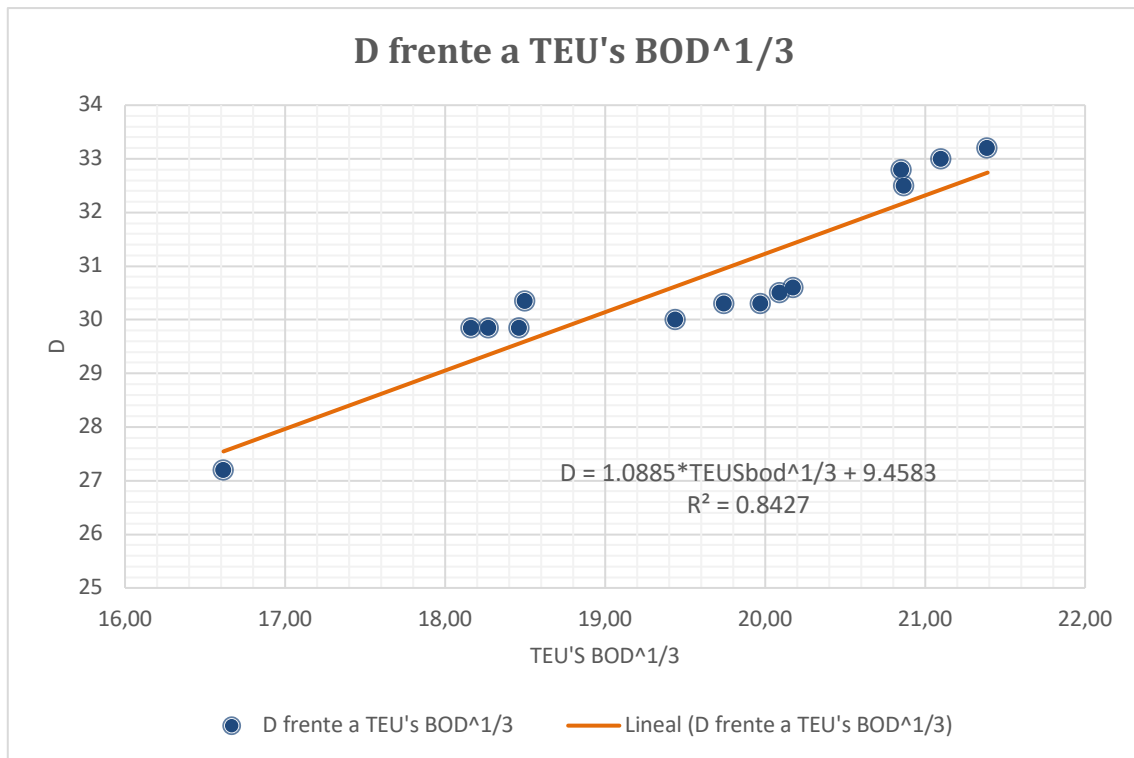
Se despeja el parámetro puntal, de nuevo, a partir de la ecuación de la línea de tendencia, volviendo a sustituir la eslora entre perpendiculares del buque a proyectar.

$$Lpp/D = 0,0099 * Lpp + 8,3388$$
$$380,44/D = 0,0099 * 380,44 + 8,3388$$
$$D = 31,42 m$$

A pesar de que no hay demasiada variación entre las dos dimensiones de puntal obtenidas en las relaciones anteriores, y pudiendo hacer directamente una media ponderada entre ambas para obtener el valor del puntal del buque proyecto, se va a realizar una tercera iteración en la cual se va a seguir el mismo proceso que hasta ahora mediante un análisis de regresión lineal. En este caso se relacionarán el puntal frente a los contenedores que el buque lleva en bodega elevados a la potencia de 1/3.

Conociendo las dos gráficas anteriores por las cuales, como ya se ha comentado no se produce gran variación en la obtención del puntal, se puede intuir que en la siguiente tampoco se debería obtener un valor muy distinto de la dimensión que se está buscando.

A continuación, se presenta el gráfico anteriormente mencionado con su correspondiente línea de tendencia, la cual está definida con una ecuación. A partir de esta expresión se obtendrá el tercer valor del puntal.



Se calcula a continuación el último valor del parámetro D:

$$D = 1,0885 * TEUSbod^{1/3} + 9,4583$$

$$D = 1,0885 * 8\ 519^{1/3} + 9,4583$$

$$D = 31,69\ m$$

Una vez que se han sacado estos tres valores del parámetro puntal, se hace una media aritmética entre ellos para sacar el valor medio del puntal, al igual que se hizo en el caso del parámetro manga (B).

$$D = 31,48\ m$$

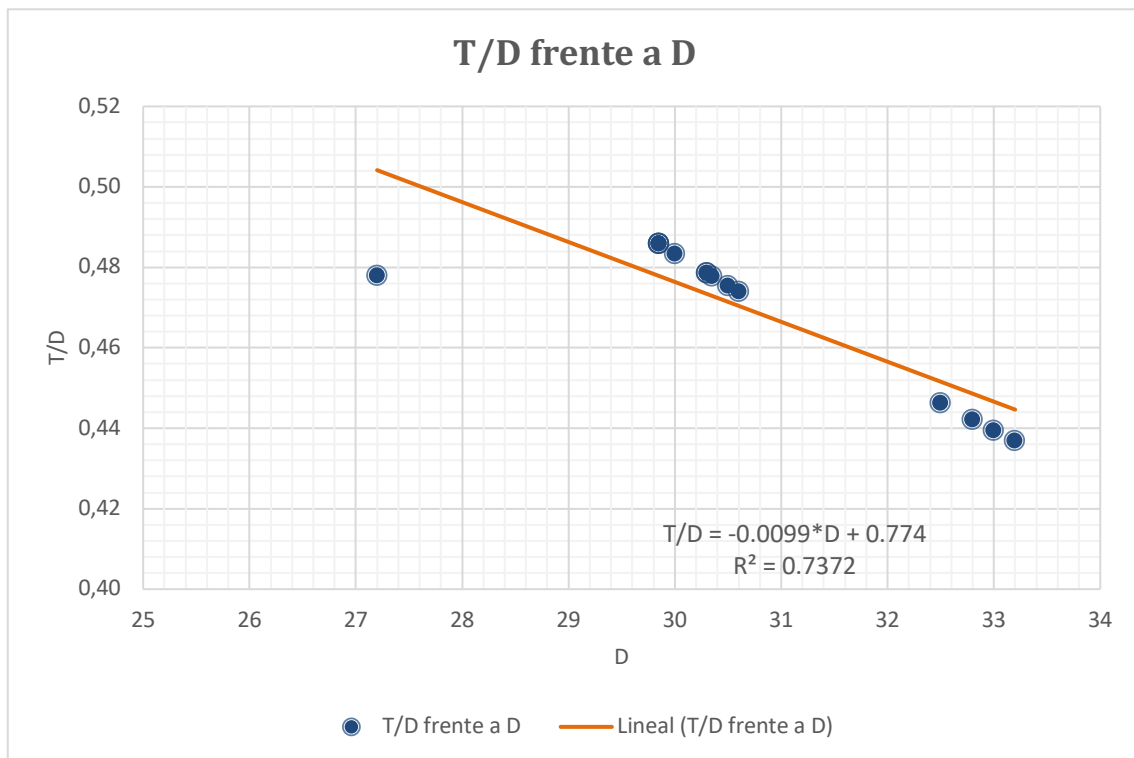
6.6 Cálculo del calado (T)

Se conoce como calado de un buque a la máxima dimensión que se encuentra sumergida del casco y que se mide de manera vertical, sin contar con los apéndices.

Normalmente se utiliza el calado medio, siendo este medido en la vertical del centro de gravedad de la flotación. Se puede obtener como la semisuma de los calados de proa y popa, con una corrección por asiento.

Al igual que en el caso del puntal, en el cálculo del calado también se puede realizar mediante tres tipos de gráfico, o lo que es lo mismo, mediante tres posibles rectas de regresión distintas.

En primer lugar, se tiene la gráfica que relaciona el calado con el puntal, en la cual se entrará con el dato anteriormente obtenido.



En la ecuación de la recta de regresión se sustituye el valor medio del puntal (31,48 m):

$$\frac{T}{D} = -0,0099 * D + 0,774$$

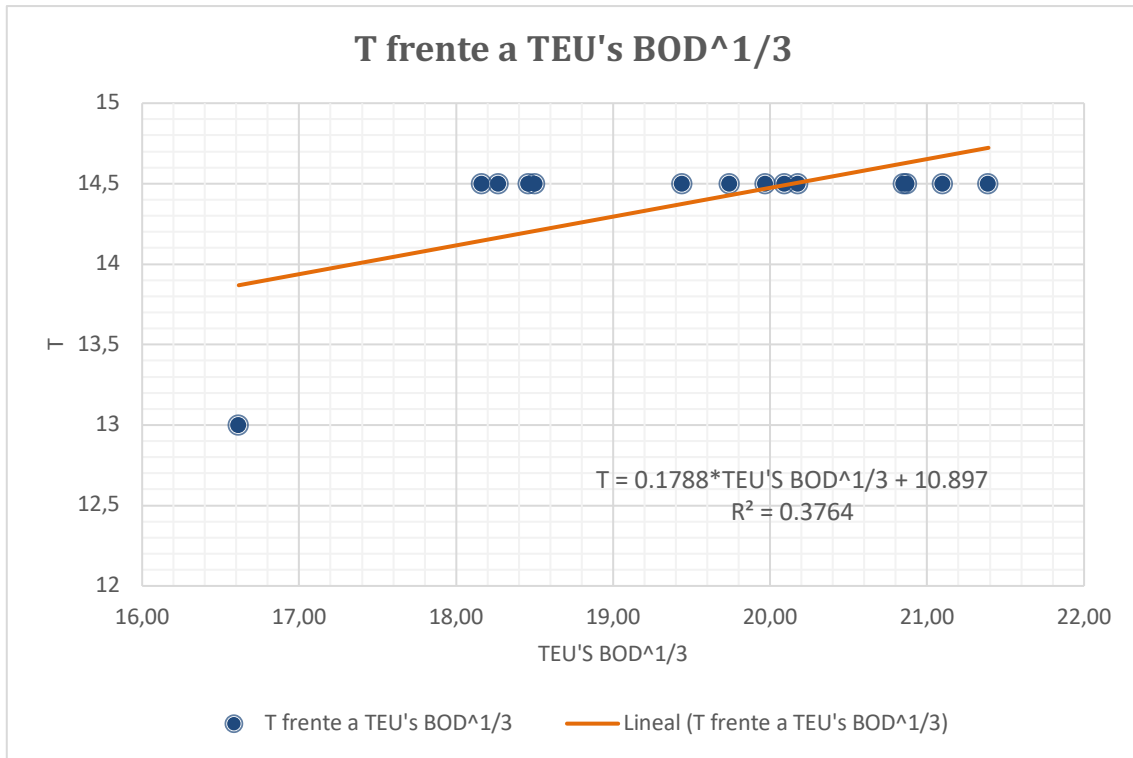
$$\frac{T}{31,48} = -0,0099 * 31,48 + 0,774$$

$$T = 14,55 \text{ m}$$

En esta primera iteración se puede comprobar que el calado es igual o muy parecido a los calados de los diferentes buques de la base de datos, además de que el coeficiente de regresión no está nada mal siendo de un 0,74, por lo que se podría dejar aquí, sin embargo, se va a realizar otra iteración.

Esta segunda alternativa para la obtención del calado, va a estar representada mediante la gráfica que relaciona el número de TEUS en bodega elevado a 1/3 con el puntal. Como siempre se le añadirá al gráfico la línea de tendencia con su ecuación y el coeficiente R^2 .

A continuación, se muestra el gráfico y los cálculos que dan lugar a la obtención de la segunda dimensión para el calado del buque proyecto:



Como en el caso anterior se sustituye en la ecuación de la línea de tendencia, el valor obtenido en el apartado de cálculo del puntal.

$$T = 0,1788 * (TEUSbod^{1/3})^{\frac{1}{3}} + 10,897$$

$$T = 0,1788 * (8519)^{\frac{1}{3}} + 10,897$$

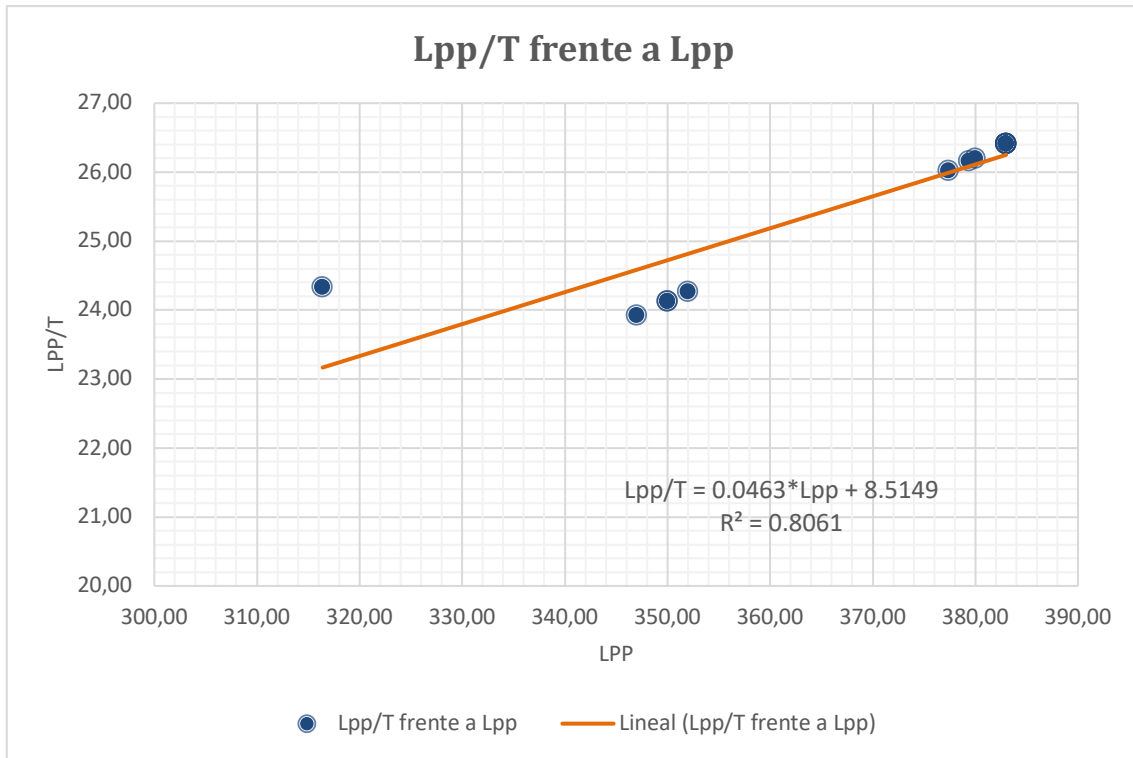
$$T = 14,55 m$$

Si bien es cierto que, en este caso, el coeficiente de regresión sale mucho mas pequeño que en la iteración anterior (0,38 frente a 0,74 del caso anterior), el resultado del calculo mediante la ecuación de la recta de regresión resulta exactamente igual que el caso anterior.

Aún siendo así, se realizará un tercer cálculo del calado en el cual se relaciona la eslora entre perpendiculares entre el calado frente a la eslora entre perpendiculares, como siempre de los buques de referencia para poder obtener el último valor del calado.

En este tercer intento, no debería variar mucho el valor del calado debido a que la mayor parte de los buques de referencia de la base de datos tienen un valor similar o igual.

A continuación, se muestra el gráfico realizado a partir de la base de datos, junto con la expresión de la línea de tendencia y los cálculos realizados para la obtención del último valor del calado.



Se sustituye el valor de la eslora obtenida anteriormente (380,44 m) en la ecuación de la línea de regresión despejando el calado:

$$\frac{Lpp}{T} = 0,0463 * Lpp + 8,5149$$

$$\frac{380,44}{T} = 0,0463 * 380,44 + 8,5149$$

$$T = 14,56 \text{ m}$$

Al tener tres valores del calado obtenidos de diferentes gráficos, se realiza una media aritmética entre ambos y se obtiene el valor medio del calado:

$$T = 14,55 \text{ m}$$

6.7 Cálculo del desplazamiento

Se entiende por desplazamiento a la cantidad de agua que desplaza el volumen sumergido de la embarcación y que es equivalente al peso del barco de acuerdo con el principio de Arquímedes.

Para el cálculo del desplazamiento de nuestro buque, se podría realizar una recta de regresión como en los casos anteriores, sin embargo, ya que, en la base de datos, en la mayoría los buques de referencia no se conoce el valor del desplazamiento, se puede calcular a partir de la siguiente fórmula:

$$\Delta = \rho * L_{pp} * B * T * C_B$$

Siendo los valores:

- $\rho = 1025 \text{ kg/m}^3$ la densidad para el agua salada
- $L_{pp} = 380,44 \text{ m}$ la eslora entre perpendiculares del buque proyecto
- $B = 57,97 \text{ m}$ la manga del buque proyecto
- $T = 14,55 \text{ m}$ el calado del buque proyecto
- $C_B = 0,8248$ el coeficiente de bloque del buque proyecto

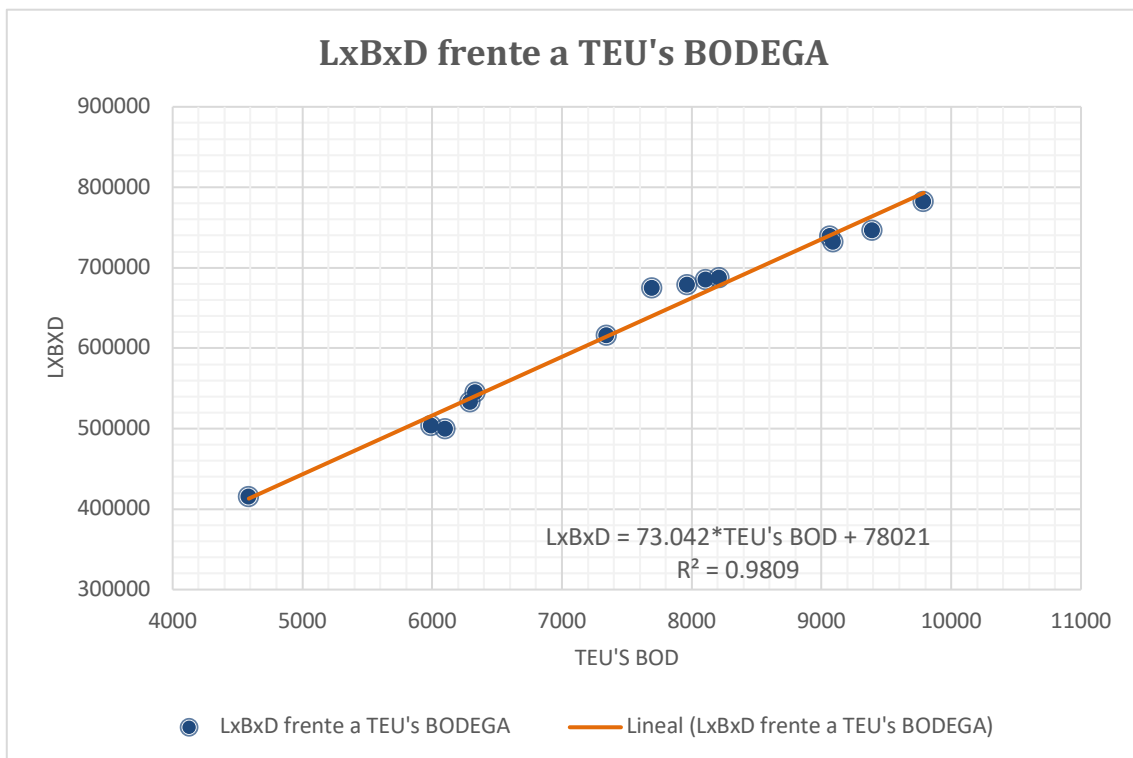
El desplazamiento que se quiere obtener quedaría:

$$\Delta = 1,025 * 380,44 * 57,97 * 14,55 * 0,8248$$

$$\Delta = 271284,5022 \text{ ton}$$

6.8 Cálculo del valor LxBxD

Se realiza una gráfica que representa el valor de LxBxD frente a los TEUS de bodega de cada uno de los buques de la base de datos. Gracias a este parámetro se sabrá cuál es la limitación de dimensiones del buque proyecto.



En este caso se entra en el gráfico con el valor de los TEUS en bodega del buque proyecto (8519 TEUS), o lo que es lo mismo, se sustituye este valor en la ecuación de la línea de tendencia obteniendo así el valor que se desea.

$$LxBxD = 73,042 * TEUS BOD + 78021$$

$$LxBxD = 73,042 * 8519 + 78021$$

$$\mathbf{LxBxD = 700265,80}$$

Serán válidos únicamente los valores que superen al calculado anteriormente. Por ello se calcula este parámetro directamente para el buque proyecto con los datos que se han ido calculando anteriormente de eslora, manga y puntal.

$$LxBxD = 380,44 * 57,97 * 31,48$$

$$\mathbf{LxBxD = 826587,92}$$

6.9 Cálculo del coeficiente de bloque

Se define coeficiente de bloque de un buque como la relación entre el volumen de la carena del casco de dicho buque y el paralelepípedo que lo contiene, es decir, cuanto de paralelepípedo es el buque del que se habla.

Ya que en nuestra base de datos no se dispone de los desplazamientos de los buques, no será posible obtener el coeficiente de bloque mediante una gráfica y su línea de tendencia, por lo que se emplearán diferentes fórmulas empíricas.

6.9.1 Fórmula de Alexander

$$C_B = K - \frac{0,5 * V_K}{\sqrt{3,28 * L_{pp}}}$$

Donde:

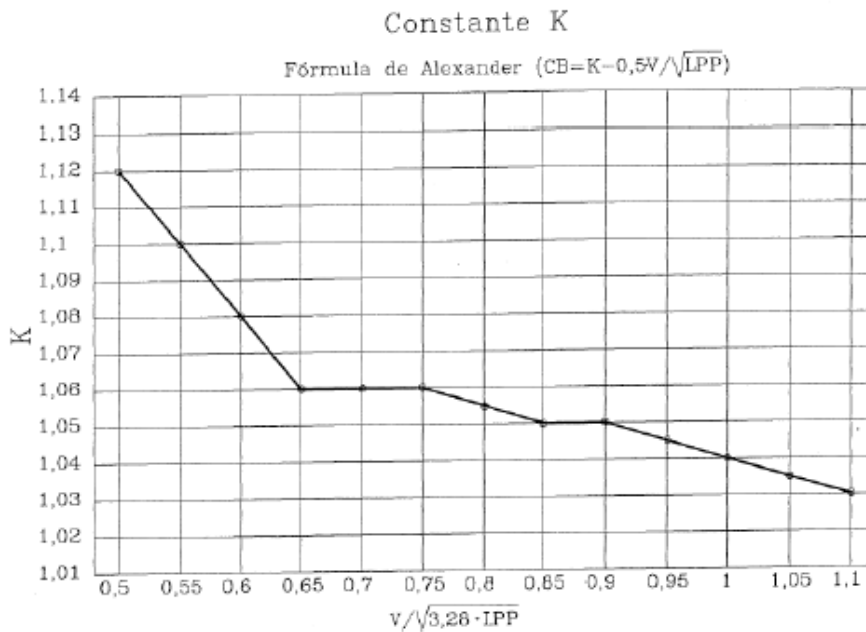
- $k =$ constante según gráfica
- $V_k =$ velocidad del buque en nudos
- $L_f =$ eslora del buque en pies

En el caso del buque a proyectar:

- $V_k = 20 \text{ knot}$
- $L_f = 380,44 * 3,28084 = 1248,16 \text{ ft}$

Se obtiene el valor de la constante k de la gráfica siguiente entrando con el valor x:

$$x = \frac{v}{\sqrt{3,28 * L_{pp}}} = \frac{20}{\sqrt{3,28 * 380,44}} = 0,57$$



Por tanto, k tendrá un valor aproximado de:

- $k = 1,09$

$$C_B = 1,09 - \frac{0,5 * 20}{\sqrt{3,28 * 380,44}} = 0,8069$$

6.9.2 Fórmula de Schneekluth:

$$C_B = \frac{0,23}{Fn^{2/3}} * \frac{\frac{Lwl}{B} + 20}{26}$$

Donde:

- B en $m = 57,97 m$
- $Lwl \approx L_{pp}$ en $(m) = 380,44 m$
- $Fn = 0,1684$

$$C_B = \frac{0,23}{0,1684^{2/3}} * \frac{\frac{380,44}{57,97} + 20}{26} = 0,7705$$

6.9.3 Fórmula de Watson y Gifillan

$$C_B = 0,7 + \frac{1}{8} * \tan^{-1} \left(\frac{23 - 100 * Fn}{4} \right)$$

Donde:

- $Fn = \frac{v}{\sqrt{g*L}} = \frac{10,29}{\sqrt{9,81*380,44}} = 0,1684$
- *Velocidad del buque* → $v = 10,29 \frac{m}{s}$
- *Aceleración de la gravedad* → $g = 9,81 \frac{m}{s^2}$
- *Eslora entre perpendiculares* → $L = 380,44 m$

$$C_B = 0,7 + \frac{1}{8} * \tan^{-1} \left(\frac{23 - 100 * 0,1684}{4} \right)$$

$$C_B = 0,7039$$

6.9.4 Fórmula de Van Lammeren

$$C_B = 1,137 - 0,6 * \frac{v}{\sqrt{L_{pp}}}$$

Donde:

- *Velocidad del buque* → $v = 20 kn$
- *Eslora entre perpendiculares* → $L_{pp} = 380,44 * 3,28084 = 1\ 248,16 ft$

$$C_B = 1,137 - 0,6 * \frac{20}{\sqrt{1\ 248,16}} = 0,7973$$

6.9.5 Valor final del Coeficiente de bloque

Se han obtenido varios valores a partir de diferentes fórmulas empíricas, por lo que se procede a hacer una media aritmética para obtener un valor medio del coeficiente de bloque el cual corresponderá al buque a proyectar:

$$C_{Bmedio} = \frac{0,8069 + 0,7705 + 0,7039 + 0,7973}{4}$$

$$C_{Bmedio} = 0,7696$$

6.10 Cálculo del coeficiente de la maestra

En el caso del coeficiente de la maestra la relación que lo define será la relación del área de la sección maestra y el área del rectángulo que la circunscribe.

El coeficiente de la Maestra puede expresarse en función del número de Froude, dependiendo del valor de este último, tal y como expresa el libro de Fernando Junco Ocampo, "Proyectos de buques y artefactos":

$$C_m = 1 - 2 * Fn^4 \text{ si } 0 < Fn < 0,5$$

$$C_m = 0,75 - 2 * (1 - Fn)^4 \text{ si } 0,5 < Fn < 1$$

En el caso del buque a proyectar se tiene un número de Froude de la siguiente magnitud:

$$Fn = \frac{v}{\sqrt{g * L}} = \frac{10,29}{\sqrt{9,81 * 380,44}} = 0,1684$$

Por lo tanto, se escoge la primera opción para la obtención del cálculo del coeficiente de la Maestra del buque proyecto:

$$C_m = 1 - 2 * Fn^4 = 1 - 2 * 0,1684^4$$

$$C_m = 0,9984$$

6.11 Cálculo del coeficiente prismático

El coeficiente prismático puede definirse como el cociente del coeficiente de bloque entre el coeficiente de la maestra, de manera que queda la siguiente relación:

$$C_p = \frac{C_B}{C_m}$$

$$C_p = \frac{0,7696}{0,9984}$$

$$C_p = 0,7708$$

6.12 Cálculo del coeficiente de la flotación

El coeficiente de la flotación puede definirse como la relación entre el área del plano de flotación y el área del rectángulo que la circunscribe.

El coeficiente de flotación, se puede expresar en función del coeficiente de bloque, por medio de la siguiente expresión, sacada del libro "Proyectos de buques y artefactos" del profesor Fernando Junco Ocampo":

$$C_f = A_f + B_f * C_B$$

Los valores de A_f y de B_f dependen de las formas del buque a proyectar de manera que toman los siguientes valores en los diferentes casos:

Para formas en U:

- $A_f = 0,248$
- $B_f = 0,778$

Para formas en V:

- $A_f = 0,297$
- $B_f = 0,743$

En el caso del buque a proyectar la forma es en U por lo que se escogen los valores correspondientes a este tipo de formas, de manera que el coeficiente de flotación queda de la siguiente manera:

$$C_f = 0,248 + 0,778 * 0,7696$$

$$C_f = \mathbf{0,8467}$$

Una vez realizados todos los procedimientos anteriores se da por concluido los cálculos de las dimensiones y coeficientes principales del buque proyecto.

6.13 Resumen de las dimensiones principales

A continuación, se muestran los resultados de los cálculos realizados a lo largo de este apartado:

TEUS TOTALES	20000 TEUS
TEUS BODEGA	8518 TEUS
TEUS CUBIERTA	11481 TEUS
ESLORA TOTAL (Loa)	398 m.
ESLORA PERPENDICULARES (Lpp)	380,5 m.
MANGA (B)	58 m.
PUNTAL (D)	31,5 m.
CALADO (T)	15 m.

Nº DE FROUD	0,1684
COEFICIENTE DE BLOQUE	0,7696
COEFICIENTE DE LA MAESTRA	0,9984
COEFICIENTE PRISMÁTICO	0,7708

7 AJUSTE DE LAS DIMENSIONES PRINCIPALES

Después de obtener todas las dimensiones principales del buque a proyectar, es necesario ajustarlas de acuerdo con las características de dicho buque, teniendo en cuenta que en este caso es un portacontenedores. Este tipo de barco transporta carga normalizada, es decir, los contenedores que porta son normalizados, en este caso TEUS, por ello las dimensiones principales han de estar en proporción a las características de la carga.

CONTENEDORES NORMALIZADOS			
TIPO	LARGO (m)	ANCHO (m)	ALTO (m)
	LCON	BCON	DCON
TEU's	6,058	2,438	2,590
	6,058	2,438	2,895
FEU's	12,19	2,438	2,59
	12,19	2,438	2,895

GUÍAS CONTENEDOR				
TIPO	DIMENSIONES	ESLORA (mm)	DIMENSIONES	MANGA (mm)
	DISTANCIA BRAZOLA, GLM	GUÍA INDEPENDIENTE, GLA	DISTANCIA BRAZOLA, GBM	GUÍA INDEPENDIENTE, GBA
TEUS	115 – 120	180 – 200	150 – 600	80 – 100
FEUS	115 – 120	-	150 – 600	80 – 100

Debido a que los FEUS son múltiplos de los TEUS, el ajuste de las dimensiones se hace solo para las dimensiones de los TEUS, y esto se debe a que en los portacontenedores el cálculo de las diferentes variables se hace siempre partiendo de los contenedores que el buque lleva en bodega.

Para este ajuste de las dimensiones, se utiliza una serie de fórmulas sacadas del libro "El proyecto básico del buque mercante".

7.1 Cálculo de la manga

La manga (B) del buque que se va a proyectar, debe cumplir con la siguiente ecuación sacada del libro citado anteriormente:

$$B = 2 * BDC + 2 * GBM + BCON * NCB + GBA * (NCB - 1)$$

Donde los términos que la componen son:

- BDC es la distancia desde el mamparo longitudinal al costado en la maestra. Se tiene un máximo y un mínimo por lo que se han de estudiar las dos alternativas: $1,8 < BDC < 2,5$
- GBM es la distancia de la brazola. Se toman también un máximo y un mínimo: $0,15 < GBM < 0,6$
- BCON es la manga del contenedor que viene dada. (2,438 m)
- NCB es el número de contenedores en manga, utilizaremos nuestro buque de referencia para establecer un número. (21)
- GBA es la manga de la guía independiente, teniendo este un máximo y un mínimo. $0,08 < GBA < 0,1$

Tras sustituir en la ecuación se saca un máximo y un mínimo entre los cuales tienes que estar el valor de la manga del buque a proyectar.

$$56,698 < B < 59,398 [m]$$

Siendo la manga que calculamos:

$$B = 57,97 m$$

7.2 Cálculo del puntal

En este caso, el puntal del buque proyecto ha de cumplir la siguiente ecuación:

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

Donde los términos significan:

- DDF es la distancia del doble fondo. Al igual que en el caso de la manga, en este caso, también tendremos máximo y mínimo: $2 < DDF < 2,5 [m]$.
- DCON es la altura del contenedor (2,59 m). Se considera en este caso que los contenedores (2,895 m) están estibados en cubierta.
- NCD es el número de contenedores en puntal, teniendo en cuenta que solamente se cuenta con los de bodegas. Se establece el valor que podemos obtener del buque de referencia (12).
- HMAR es el margen para la flexión de las tapas de escotilla. Este valor será entre el 4% o el 5% de la dimensión menor de las tapas de escotilla, que en el caso del buque a proyectar será la dimensión de un FEU, es decir 12,19 m. $0,48 < HMAR < 0,61$.

- DBR es la altura de brazola (2,30 m)

Tras sustituir en la ecuación se obtiene de nuevo un máximo y un mínimo entre los cuales está el puntal del buque a proyectar: $31,26 < D < 31,89$ [m].

En el caso del buque proyecto el puntal se encuentra dentro del intervalo, por lo que quedaría corregida la dimensión puntal.

$$D = 31,48 \text{ m}$$

7.3 Cálculo de la eslora

A continuación, se ajusta de la misma manera la dimensión de la eslora:

$$L = LAP + LCm + LFP + LC$$

Siendo los términos de la ecuación:

- LAP es la eslora del pique de popa. De nuevo se toman varias alternativas $3\% Lpp < LAP < 6,5\% Lpp$, siendo la Lpp la eslora del buque calculada en el punto de dimensiones preliminares.
- LFP es la eslora del pique de proa teniendo al igual que en la eslora del pique de popa dos alternativas que son: $4,5\% Lpp < LFP < 6,5\% Lpp$.
- LCm es la eslora de la cámara de máquinas, este valor se obtiene a partir del plano del buque de referencia teniendo un valor aproximado de 25,5 m. Se toman dos valores dejando un margen no muy grande: $23,5 < LCm < 27,5$ [m].
- LC es la eslora de la zona de carga. Este valor se obtendrá a partir de la siguiente fórmula.

$$LC = (GLM + LCON + GLA + LCON + GLM) * NHOL + LMRO * (NHOL - 1)$$

Los términos de la ecuación serán:

- GLM es la distancia a la brazola, en este caso, como anteriormente se toman dos alternativas: $0,115 < GLM < 0,12$
- LCON es la eslora del contenedor (6,058 m).
- GLA es la eslora de la guía independiente, como en casos anteriores se toman dos alternativas: $0,18 < GLA < 0,2$
- NHOL es el número de bodegas de nuestro buque o la mitad del número de contenedores en la eslora. En este caso se escogerá la opción del número de contenedores en la eslora del buque siendo en el caso del buque de referencia $44/2 = 22$ TEU's.

- LMRO es la longitud de los mamparos longitudinales de las bodegas. Se obtiene del plano de un buque parecido al buque proyecto. En este caso tiene un valor aproximado de 2,8 m.

$$334,372 < LC < 335,032 [m]$$

Volviendo a la ecuación anterior y sumando los términos que corresponden a la fórmula, se obtiene el intervalo entre el que debe estar la eslora del buque proyecto para cumplir con las condiciones de capacidad de carga, por lo que quedaría el intervalo siguiente:

$$386,405 < L < 411,989 [m]$$

La eslora corregida que se obtiene es la siguiente:

$$L = 397,99 m$$

Después de los cálculos anteriores, las dimensiones principales del buque a proyectar quedan como se muestra en la tabla siguiente, como se puede comprobar el único parámetro que ha sufrido modificaciones es el puntal, que se ha reducido.

	OBTENIDO	MÍNIMO	MÁXIMO	CORREGIDO
ESLORA [m]	397,99	386,41	411,99	397,99
MANGA [m]	57,97	56,698	59,398	57,97
PUNTAL [m]	31,48	31,26	31,89	31,48

8 ELECCIÓN CIFRA DE MÉRITO

Para que se pueda realizar una evaluación económica del buque a proyectar, es necesario elegir uno de los siete criterios o cifras de mérito existentes. Estos siete son:

- Coste de construcción
- Costo del ciclo de vida
- Flete requerido
- Tasa de rentabilidad interna
- Tasa de rentabilidad interna del capital propio
- Rendimiento neto del capital propio
- Inversión total.

En el caso de este proyecto se selecciona como cifra de mérito el coste mínimo de construcción ya que desde el punto de vista del astillero se trata de obtener el máximo beneficio económico y el mínimo valor de la oferta.

8.1 Coste de construcción

Tal y como se ha explicado anteriormente, se ha escogido la cifra de mérito del coste de construcción, por lo que atendiendo a la explicación y desglose realizado en el libro “Proyectos de buques y artefactos. Criterios de evaluación técnica y económica del proyecto de un buque” de Fernando Junco Ocampo, se utiliza la siguiente formulación y valores de coeficientes:

$$CC = CMg + CEq + CMo + CVa$$

8.1.1 Coste de los materiales a granel (CMG)

Los materiales a granel tienen un coste determinado dependiendo de las diferentes calidades y características que ha de tener el buque proyecto, y que quedan recogidas en la siguiente ecuación:

$$CMg = cmg * PS = ccs * cas * cem * ps * PS$$

Donde los términos son:

- *ccs* es el coeficiente de coste ponderado de chapas y acero de distintas calidades. Este coeficiente suele estar entre los siguientes valores: $1,05 < ccs < 1,10 - 1,50$. En el caso en el que se está trabajando, se toma un valor de 1,30 ya que se utiliza un acuerdo de alta resistencia en más del 50% del total de la construcción.
- *cas* es el coeficiente de aprovechamiento del acero. En este caso el valor puede estar en el intervalo siguiente: $1,08 < cas < 1,15$. En el caso de este coeficiente, el valor más pequeño se corresponde con los buques más grandes, en el caso del buque proyecto uno de los buques más grandes que se pueden construir, por lo que se escogerá 1,08.

- cem es el incremento por equipo metálico incluido en la estructura como techos, barandillas, etc. El rango de valores que puede tomar este coeficiente es $1,03 < cem < 1,10$. Al igual que en el caso del coeficiente anterior se tomará el valor mínimo por la misma razón, es decir, 1,03.
- ps es el precio unitario del acero en conjunto chapas y perfiles, el cual se tomará aproximadamente como 600 €/ton (Dato 2008), para acero de calidad normal grado A.
- PS es el peso de los aceros del buque, el cual se podrá aproximar mediante la siguiente fórmula sacada de los apuntes de la asignatura Proyectos del buque y artefactos marinos I:

$$PS = 0,034 * L * B * D * (L/D)^{0,5}$$
$$PS = 0,034 * 380,44 * 57,97 * 29 * (380,44/29)^{0,5}$$
$$PS = 78760,865 \text{ ton}$$

Sustituyendo los coeficientes anteriormente explicados y justificados en la ecuación, se obtendrá el precio de los materiales de construcción:

$$CMg = 1,30 * 1,08 * 1,03 * 600 * 78760,865$$
$$CMg = 68338597,26 \text{ €}$$
$$CMg = 68,34 \text{ M€}$$

8.1.2 coste de los equipos del buque (MEq) y su montaje (CMe)

El coste de los equipos que va a llevar el buque proyecto se puede resumir en la siguiente ecuación:

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

Donde cada término tiene el siguiente significado:

- CEc es el costo de los equipos que manipulan la carga, en el caso del buque de este proyecto, será de valor nulo ya que no se poseen equipos propios de manipulación de la carga.
- CHf es el costo de habilitación y el montaje de ésta. Este costo se ha de sacar de la siguiente expresión:

$$CHf = chf * nch * NT$$

Siendo en esta ecuación los términos:

- chf es el coeficiente unitario de la habilitación por tripulante, en el caso de este proyecto será 33000 €/tripulante.
- nch es el coeficiente de nivel de calidad de la habilitación, el cual puede estar entre los siguientes valores $0,90 < nch < 1,20$. En este caso, al estar aún por definir y ser este un calculo previo se tomarán 1,10.

- NT el número de tripulantes, en este caso según la RPA del proyecto serán 40 tripulantes.

$$CHf = 33000 * 1,10 * 40$$

$$CHf = 1452000 \text{ €}$$

$$CHf = 1,452 \text{ M€}$$

- CEr es el coste del equipo restante instalado que resulta de aplicar la siguiente fórmula:

$$CEr = ccs * ps * PEr$$

Donde los términos son:

- ccs coeficiente de costes ponderado de chapas y perfiles ya explicado anteriormente.
- ps es el precio unitario del acero también nombrado anteriormente.
- PEr es el peso de los equipos restantes, que se puede obtener de la siguiente ecuación:

$$PEr = K * Lpp^{1,3} * B^{0,8} * D^{0,3} \text{ (con } K = 0,04)$$

$$PEr = 0,04 * 380,44^{1,3} * 57,97^{0,8} * 29^{0,3}$$

$$PEr = 6393,138 \text{ ton}$$

Se toma $K = 0,04$ tal como expresa el libro de la bibliografía debido a que estamos ante un buque portacontenedores, al cual se le asigna este coeficiente.

Por lo que sustituyendo en la expresión anterior se obtiene un coste de equipos restantes de:

$$CEr = 1,30 * 600 * 6393,138$$

$$CEr = 4986647,64 \text{ €}$$

$$CEr = 4,99 \text{ M€}$$

- CEp es el coste de todos los equipos de propulsión y equipos auxiliares que también se obtendrá de una expresión:

$$CEp = CEq - CEc = cep * BP$$

Donde los términos son:

- cep es el coste por unidad de potencia de los equipos de propulsión y equipos auxiliares. Puede variar entre los valores siguientes: $300 < cep < 400 \frac{\text{€}}{\text{kW}}$. En este caso se toma un valor medio de 350 €/kW.
- BP es la potencia propulsora total. Como aproximación se puede utilizar la ecuación de Watson:

$$BP = \frac{0,889 * \Delta^{2/3} * (40 - \frac{Lpp}{61} + 400 * (K - 1)^2 - 12 * C_B)}{15000 - 1,81 * N * \sqrt{Lpp}} * V^3$$

Donde los diferentes términos se obtienen de la siguiente manera:

- $K = C_B + \frac{0,5 * V}{\sqrt{3,28 * Lpp}} = 0,7696 + \frac{0,5 * 20}{\sqrt{3,28 * 380,44}} = 1,0527$
- $\Delta = \rho * C_B * L * B * T = 271\,284,5022 \text{ ton}$
- $N = 80 \text{ rpm (obtenido del buque de referencia)}$

Volviendo a la fórmula de Watson:

$$BP = \frac{0,889 * 271284,5022^{2/3} * (40 - \frac{380,44}{61} + 400 * (1,0527 - 1)^2 - 12 * 0,7696)}{15000 - 1,81 * 80 * \sqrt{380,44}} * 20^3$$

$$BP = 62759,91043 \text{ CV}$$

$$BP = 46800,06521 \text{ kW}$$

Por lo tanto, se obtiene que el coste de los equipos de propulsión y equipos auxiliares resulta:

$$CEp = 350 * 46800,06521$$

$$CEp = 16380022,82 \text{ €}$$

$$CEp = CEq = 16,380 \text{ M€}$$

Finalmente, el coste de los equipos del buque y de su montaje quedaría de la siguiente manera:

$$CEq + CMe = 0 + 1452000 + 16380022,82 + 3739985,531$$

$$CEq + CMe = 21572008,35 \text{ €}$$

$$CEq + CMe = 21,57 \text{ M€}$$

8.1.3 Coste de la mano de obra (CMO)

En el caso de la mano de obra se podrá obtener un valor aproximado de su coste siguiendo la siguiente expresión:

$$CMo = CMm + CMe$$

En este caso el CMe ya ha sido calculado anteriormente, por lo que solo haría falta calcular el CMm , el cual corresponde a la mano de obra de montaje de material a granel calculado con la expresión:

$$CMm = chm * csh * PS$$

Donde los términos se refieren a:

- chm es el costo horario medio del astillero, el cual ronda entre los 25 y los 40 €/h. En este caso se tomará un valor medio de 30€/h.
- csh es el coeficiente de horas por unidad de peso y está directamente relacionado con la productividad del astillero. Se tomará un valor de 50 h/t

Por lo que el coste de mano de obra correspondiente al montaje del material será:

$$CMm = 30 * 50 * 78760,865$$

$$CMm = 118141297,5 \text{ €}$$

$$CMm = 118,14 \text{ M€}$$

Finalmente se obtiene:

$$CMo = CMm = 118,14 \text{ M€}$$

8.1.4 costes varios aplicados (CVA)

En este tipo de costes se incluyen los que no se han incluido anteriormente como ensayos en canal, Sociedades de Clasificación, seguros, etc. Se pueden aproximar mediante la siguiente expresión:

$$Cva = cva * (CMg + CEq + CMe + CMO)$$

Siendo:

- Cva es un 7,5% del coste de construcción.
- Todos los demás términos son los calculados anteriormente.

Por lo que los costes varios aplicados resultan:

$$CVa = 0,075 * (68338597,26 + 21572\ 008,35 + 118141297,5)$$

$$CVa = 15603892,73 \text{ €}$$

$$CVa = 15,60 \text{ M€}$$

Tras obtener todos los términos de la ecuación, realizamos la suma tal y como indicaba para obtener el coste de construcción total de nuestro buque:

$$CC = CMg + CEq + CMo + CVa$$

$$CC = 68338597,26 + 16380022,82 + 118141297,5 + 15603892,73$$

$$CC = 218463810, \text{€}$$

$$CC = 218,46 \text{ M€}$$

8.2 Elección de la alternativa más favorable

Para la elección de la alternativa más favorable se ha realizado en el programa Excel una tabla.

Para realizar cada alternativa, se ha partido de las dimensiones que se obtuvieron tras la corrección del apartado 6. Se han variado la eslora, la manga y el puntal según las medidas de los contenedores normalizados, en este caso TEUS, optando por obtener cinco valores para cada dimensión, que han resultado de aumentar y disminuir uno y dos contenedores, en el caso, además, coeficiente de bloque se ha incrementado y reducido en un 3%.

Para la selección de la alternativa más favorable se han establecido unas restricciones las cuales son unos límites, máximo y mínimo, que se obtienen de la base de datos, dentro de los cuales debe encontrarse la elección para que sea considerarla válida.

Tras realizar todas las combinaciones posibles con los valores resultantes de las modificaciones anteriores, se generan 875 alternativas posibles. Cada una de ellas, incluye los valores de las dimensiones principales, así como los costes calculados en el apartado "costes de construcción". Además, se han añadido una serie de cocientes adimensionales obtenidos a partir de las rectas de regresión de las diferentes relaciones de la base de datos, que nos ayudarán en la elección.

RESTRICCIONES					
	L/B	L/D	B/D	T/D	L/T
MAX	7,26	12,67	1,95	0,49	26,41
MIN	6,23	11,54	1,61	0,44	23,93

Tras aplicar las restricciones expuestas en la tabla anterior, se han obtenido un total de 46 alternativas válidas.

A su vez, aunque se redujo en gran cantidad la lista de posibilidades válidas, se aplica un último criterio para saber cual se adecúa mejor a la cifra de merito y que solamente nos dejará la opción de la alternativa 273.

El criterio aplicado para la obtención de esta única alternativa es el del coste de construcción mínimo, ya que en cualquiera de los 17 casos que se obtienen tras aplicar las restricciones, cumplen con lo establecido.

Se muestra a continuación una tabla con las 17 alternativas obtenidas tras aplicar las restricciones de máximos y mínimos:

BUQUE PORTACONTENEDORES DE 20000 TEUS ADAPTADO A RUTA ASIA - EUROPA

Cuaderno 1: Dimensionamiento y Cifra de Mérito

Miguel Ángel Rodríguez González

ALT	L	B	D	CB	CM	CP	T	Δ (ton)	PS	dPS	PER	dPER	K (pot)	POT (kW)	dPOT
At.273	374,38	57,97	31,59	0,7996	0,9964	0,8025	15,33	272 608,00	80 247,12	1 486,26	6 423,87	30,74	1,08	49 922,99	2 884,50
At.448	380,44	57,97	31,59	0,7996	1,00	0,80	15,20	274 700,77	82 202,74	3 441,87	6 559,33	166,19	1,08	49 804,15	2 765,66
At.481	380,44	60,41	31,59	0,7796	0,99	0,78	15,16	278 380,68	85 659,88	6 899,01	6 779,11	385,97	1,06	48 524,03	1 485,54
At.482	380,44	60,41	31,59	0,7896	1,00	0,79	14,97	278 380,68	85 659,88	6 899,01	6 779,11	385,97	1,07	49 311,28	2 272,79
At.483	380,44	60,41	31,59	0,7996	1,00	0,80	14,78	278 380,68	85 659,88	6 899,01	6 779,11	385,97	1,08	50 247,95	3 209,46
At.622	386,50	57,97	31,59	0,7896	1,00	0,79	15,27	276 809,83	84 173,99	5 413,12	6 695,44	302,30	1,07	48 793,27	1 754,78
At.623	386,50	57,97	31,59	0,7996	1,00	0,80	15,07	276 809,83	84 173,99	5 413,12	6 695,44	302,30	1,08	49 694,91	2 656,42
At.655	386,50	60,41	31,59	0,7696	0,99	0,77	15,23	280 577,28	87 714,03	8 953,16	6 919,77	526,64	1,05	47 866,82	828,33
At.656	386,50	60,41	31,59	0,7796	0,99	0,78	15,04	280 577,28	87 714,03	8 953,16	6 919,77	526,64	1,06	48 475,67	1 437,18
At.657	386,50	60,41	31,59	0,7896	1,00	0,79	14,85	280 577,28	87 714,03	8 953,16	6 919,77	526,64	1,07	49 234,99	2 196,51
At.658	386,50	60,41	31,59	0,7996	1,00	0,80	14,66	280 577,28	87 714,03	8 953,16	6 919,77	526,64	1,08	50 144,80	3 106,31
At.796	392,56	57,97	31,59	0,7796	0,99	0,78	15,34	278 935,06	86 160,75	7 399,88	6 832,19	439,05	1,06	47 994,40	955,91
At.797	392,56	57,97	31,59	0,7896	1,00	0,79	15,14	278 935,06	86 160,75	7 399,88	6 832,19	439,05	1,07	48 719,48	1 680,99
At.798	392,56	57,97	31,59	0,7996	1,00	0,80	14,96	278 935,06	86 160,75	7 399,88	6 832,19	439,05	1,08	49 594,72	2 556,23
At.829	392,56	60,41	31,59	0,7596	0,99	0,76	15,32	282 790,72	89 784,34	11 023,48	7 061,10	667,97	1,04	47 426,83	388,34
At.830	392,56	60,41	31,59	0,7696	0,99	0,77	15,12	282 790,72	89 784,34	11 023,48	7 061,10	667,97	1,05	47 855,47	816,98
At.831	392,56	60,41	31,59	0,7796	0,99	0,78	14,92	282 790,72	89 784,34	11 023,48	7 061,10	667,97	1,06	48 435,66	1 397,17

BUQUE PORTACONTENEDORES DE 20000 TEUS ADAPTADO A RUTA ASIA - EUROPA

Cuaderno 1: Dimensionamiento y Cifra de Mérito

Miguel Ángel Rodríguez González

ALT	CMg	CMo	CEp	CHf	CEr	Ceq+CMe	CVa	CC	L*B*D	L/B	L/D	B/D	T/D	L/T	C1	C2	C3	C4	C5	CF
At.273	69,63	120,37	17,47	1,45	5,01	23,94	16,05	223,52	685 595,39	6,46	11,85	1,84	0,49	24,43	1	1	1	1	1	1
At.448	71,33	123,30	17,43	1,45	5,12	24,00	16,40	228,46	696 689,23	6,56	12,04	1,84	0,48	25,03	1	1	1	1	1	1
At.481	74,32	128,49	16,98	1,45	5,29	23,72	16,99	236,79	725 989,36	6,30	12,04	1,91	0,48	25,10	1	1	1	1	1	1
At.482	74,32	128,49	17,26	1,45	5,29	24,00	17,01	237,08	725 989,36	6,30	12,04	1,91	0,47	25,42	1	1	1	1	1	1
At.483	74,32	128,49	17,59	1,45	5,29	24,33	17,04	237,44	725 989,36	6,30	12,04	1,91	0,47	25,74	1	1	1	1	1	1
At.622	73,04	126,26	17,08	1,45	5,22	23,75	16,73	233,10	707 783,08	6,67	12,23	1,84	0,48	25,32	1	1	1	1	1	1
At.623	73,04	126,26	17,39	1,45	5,22	24,07	16,75	233,44	707 783,08	6,67	12,23	1,84	0,48	25,64	1	1	1	1	1	1
At.655	76,11	131,57	16,75	1,45	5,40	23,60	17,35	241,78	737 549,77	6,40	12,23	1,91	0,48	25,37	1	1	1	1	1	1
At.656	76,11	131,57	16,97	1,45	5,40	23,82	17,36	242,01	737 549,77	6,40	12,23	1,91	0,48	25,70	1	1	1	1	1	1
At.657	76,11	131,57	17,23	1,45	5,40	24,08	17,38	242,29	737 549,77	6,40	12,23	1,91	0,47	26,03	1	1	1	1	1	1
At.658	76,11	131,57	17,55	1,45	5,40	24,40	17,41	242,63	737 549,77	6,40	12,23	1,91	0,46	26,36	1	1	1	1	1	1
At.796	74,76	129,24	16,80	1,45	5,33	23,58	17,07	237,87	718 876,93	6,77	12,43	1,84	0,49	25,59	1	1	1	1	1	1
At.797	74,76	129,24	17,05	1,45	5,33	23,83	17,09	238,14	718 876,93	6,77	12,43	1,84	0,48	25,92	1	1	1	1	1	1
At.798	74,76	129,24	17,64	1,45	5,01	24,10	16,06	223,69	685 595,39	6,46	11,85	1,84	0,48	24,56	1	1	1	1	1	1
At.829	77,90	134,68	18,05	1,45	5,01	24,51	16,09	224,13	685 595,39	6,46	11,85	1,84	0,48	24,87	1	1	1	1	1	1
At.830	77,90	134,68	18,51	1,45	5,01	24,97	16,12	224,63	685 595,39	6,46	11,85	1,84	0,47	25,17	1	1	1	1	1	1
At.831	77,90	134,68	19,02	1,45	5,01	25,48	16,16	225,18	685 595,39	6,46	11,85	1,84	0,47	25,48	1	1	1	1	1	1

8.2.1 Dimensiones de la alternativa más favorable

TEUS TOTALES	20000 TEUS
TEUS BODEGA	8518 TEUS
TEUS CUBIERTA	11481 TEUS
ESLORA TOTAL (Loa)	398 m.
ESLORA PERPENDICULARES (Lpp)	374,5 m.
MANGA (B)	58 m.
PUNTAL (D)	32 m.
CALADO (T)	15,5 m.
DESPLAZAMIENTO (Δ)	272 608 ton
VELOCIDAD (V)	20 kn

Nº DE FROUD	0,1698
COEFICIENTE DE BLOQUE	0,7996
COEFICIENTE DE LA MAESTRA	0,9964
COEFICIENTE PRISMÁTICO	0,8025

8.2.2 Costes de construcción de la alternativa más favorable

En el cálculo de los costes de construcción de la alternativa más favorable, se realiza el mismo proceso que para el cálculo de los costes iniciales del buque proyecto, por lo que en este apartado simplemente se realiza un recalcu de éstos, quedando explicado su significado en el apartado 7.2.1.

En la obtención de éstos nuevos valores se vuelve a seguir la formulación del libro "Proyectos del buque y artefactos. Criterios de evaluación técnica y económica del proyecto de un buque" de Fernando Junco Ocampo.

- **Coste de los materiales a granel**, calculado a partir de la siguiente ecuación:

$$CMg = cmg * PS = ccs * cas * cem * ps * PS$$

Siendo:

- ccs, cas, cem y ps, valores iguales a los que se utilizaron en el cálculo de costes inicial.
- PS es el peso del acero, que ha de ser calculado de nuevo, esta vez con las dimensiones de la alternativa escogida. La fórmula se obtiene de los apuntes de la asignatura "Proyectos del buque y artefactos marinos I".

$$PS = 0,034 * L * B * D * (L/D)^{0,5}$$
$$PS = 0,034 * 374,38 * 53,09 * 31,59 * (374,38/31,59)^{0,5}$$
$$PS = 73491,213 \text{ ton}$$

Sustituyendo en la ecuación original del coste de los materiales a granel se obtiene:

$$CMg = 1,30 * 1,08 * 1,03 * 600 * 73491,213$$
$$CMg = 63766267,77 \text{ €}$$
$$CMg = 63,77 \text{ M€}$$

- **Coste de los equipos del buque**, se calculan a partir de la siguiente expresión:

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

Siendo:

- CEc y CHf los dos valores tomados en el cálculo de costes inicial.
- CEr es el coste de los equipos restantes, el cual debemos recalcular:

$$CEr = ccs * ps * PEr$$

Donde:

- ccs y ps, se utilizan los mismos valores que en el cálculo de costes inicial.
- PEr es el peso de los equipos restantes, el cual resulta de aplicar la siguiente fórmula:

$$PEr = K * Lpp^{1,3} * B^{0,8} * D^{0,3} \text{ (con } K = 0,04)$$

$$PEr = 0,04 * 374,38^{1,3} * 53,09^{0,8} * 31,59^{0,3}$$

$$PEr = 6 \text{ 308 ton}$$

El valor de K, como ya se explicó anteriormente, nos lo da la bibliografía como coeficiente óptimo para este tipo de buques. Y al ser éste un calculo estimativo se seguirá lo recomendado en esta bibliografía.

Sustituyendo en la fórmula anterior se obtiene:

$$\begin{aligned} CEr &= ccs * ps * PEr \\ CEr &= 1,30 * 600 * 6308,096 \\ CEr &= 4920314,88 \text{ €} \\ CEr &= 4,92 \text{ M€} \end{aligned}$$

- CEp es el coste de los equipos de propulsión y auxiliares que se obtiene mediante la siguiente expresión:

$$CEp = CEq - CEc = cep * BP$$

Donde:

- cep se toma igual al que se utilizó en los costes iniciales.
- BP, es la potencia propulsora total, la cual se recalcula con las nuevas dimensiones que nos da la alternativa escogida.

$$BP = \frac{0,889 * \Delta^{2/3} * (40 - \frac{Lpp}{61} + 400 * (K - 1)^2 - 12 * C_B)}{15\ 000 - 1,81 * N * \sqrt{Lpp}} * V^3$$

Es necesario recalcular también todos los parámetros que influyen en dicha fórmula como es K.

$$K = C_B + \frac{0,5 * V}{\sqrt{3,28 * Lpp}} = 0,7996 + \frac{0,5 * 20}{\sqrt{3,28 * 374,38}} = 1,0849$$

Sin embargo, el número de revoluciones, sacado del buque de referencia en el caso del cálculo de costes iniciales, se conserva igual (80 rpm) y el desplazamiento puede obtenerse de la tabla de la alternativa seleccionada (265400,39 ton).

$$BP = \frac{0,889 * 272\ 608^{2/3} * (40 - \frac{374,38}{61} + 400 * (1,0849 - 1)^2 - 12 * 0,7996)}{15000 - 1,81 * 80 * \sqrt{374,38}} * 20^3$$

$$BP = 66552,664 \text{ CV}$$

$$BP = 49628,322 \text{ kW}$$

Por lo que regresando a la fórmula del coste de equipos de propulsión y auxiliares resulta un costo de:

$$\begin{aligned}CEp &= cep * BP \\CEp &= 350 * 49628,322 \\CEp &= 17369912,57€ \\CEp &= \mathbf{17,37 M€}\end{aligned}$$

Por lo tanto, el coste total de los equipos del buque y su montaje será:

$$\begin{aligned}CEq + CMe &= CEc + CHf + CEp + CEr \\CEq + CMe &= 0 + 1452000 + 17369912,57 + 4920314,88 \\CEq + CMe &= 23742227,45 € \\CEq + CMe &= \mathbf{23,74 M€}\end{aligned}$$

- **Coste de la mano de obra**, el cual se obtiene de la siguiente expresión:

$$CMo = CMm + CMe$$

Donde:

- CMe se calculó anteriormente.
- CMm se recalcula recuperando la expresión del apartado de costes iniciales:

$$CMm = chm * chs * PS$$

Los coeficientes chm y chs, se conservan en 30 €/h y 50 h/ton respectivamente, y el peso del acero ya fue recalculado anteriormente (73491,213 ton). Se obtiene:

$$\begin{aligned}CMm &= 30 * 50 * 73491,213 \\CMm &= 110236819,5 € \\CMm &= \mathbf{110,24 M€}\end{aligned}$$

Recuperando la expresión de los costes de mano de obra:

$$\begin{aligned}CMo &= CMm + CMe \\CMo &= CMm = 110236819,5 € \\CMo &= \mathbf{110,24 M€}\end{aligned}$$

- **Costes varios aplicados**, calculado con la fórmula:

$$CVa = cva * (CMg + CEq + CMe + CMo)$$

Donde:

- cva se conserva en un 7,5% del coste de construcción.

Los costes variables aplicados quedan de la siguiente manera:

$$CVa = 0,075 * (47824700,82 + 23742227,45 + 110236819,5)$$

$$CVa = 13635281,08 \text{ €}$$

$$CVa = 13,64 \text{ M€}$$

Tras obtener cada uno de los costes desglosados, se procede a calcular el coste de construcción total:

$$CC = CMg + CEq + CMo + CVa$$

$$CC = 63766267,77 + 17369912,57 + 110236819,5 + 13635281,08$$

$$CC = 205008280,008 \text{ €}$$

$$CC = 205,008 \text{ M€}$$

El coste de construcción total de la alternativa mas favorable es de 205,008 millones de euros.

En la tabla siguiente se tiene un resumen de los costes desglosados, así como el total de la construcción del buque proyecto:

PARTIDA	PRECIO
Coste de Materiales a Granel (CMg)	63,77 M€
Coste de Equipos del buque y Montaje (CEq + CMe)	23,74 M€
Coste de la Mano de Obra (CMo)	110,24 M€
Costes Varios Aplicados (CVa)	13,64 M€
Coste de Construcción Total (CC)	205,008 M€

9 ESTIMACIÓN DE LA POTENCIA PROPULSORA

Para estimar la potencia propulsora que ha de llevar el motor del buque proyecto se utiliza el software NavCad. Este programa se basa en la introducción de los datos que tenemos de nuestro buque y en diferentes bases de datos para reunir la información que es necesaria para realizar la estimación de la resistencia que ofrecerá el buque y de la potencia necesaria para cumplir con la velocidad fijada en la RPA.

En este caso se ha utilizado para las predicciones el método Holtrop, dado que este es el que más se adapta al buque proyecto. Los datos utilizados para introducir en el programa se han obtenido de la alternativa mas favorable, los cuales se muestran a continuación, y en el caso de lo que aun no se conoce, se ha sacado del buque base (OOCL Hong Kong).

TEUS TOTALES	20000 TEUS
TEUS BODEGA	8518 TEUS
TEUS CUBIERTA	11481 TEUS
ESLORA TOTAL (Loa)	398 m.
ESLORA PERPENDICULARES (Lpp)	374,5 m.
MANGA (B)	58 m.
PUNTAL (D)	32 m.
CALADO (T)	15,5 m.
DESPLAZAMIENTO (Δ)	272608 ton
VELOCIDAD (V)	20 kn

Nº DE FROUD	0,1698
COEFICIENTE DE BLOQUE	0,7996
COEFICIENTE DE LA MAESTRA	0,9964
COEFICIENTE PRISMÁTICO	0,8025

De acuerdo con los resultados del programa, la potencia al freno necesaria para desplazar el buque proyecto, a la velocidad de 20 nudos es de:

$$P_{\text{Total}} = 62643,4 \text{ kW}$$

Esto se puede comprobar en los documentos que nos reporta el programa tras introducir los datos pertinentes tal y como se puede ver en el Anexo II: Resultados Estimación de Potencia.

A esta potencia se le sumará la que suministran los alternadores del motor principal que lleva el buque proyecto, los cuales, a estas alturas del dimensionamiento, se establece de acuerdo al buque de referencia. De acuerdo con esto, mirando las características del OOCL Hong Kong, se comprueba que lleva un alternador de 4300kW de potencia.

Al estar al 85% de la potencia, con un propulsor de 4 palas la potencia final será de:

$$BHP = \frac{62643,4 + 4300}{0,85}$$
$$\mathbf{BHP = 78757 \text{ kW}}$$

Será para este último, para el que se tendrá que realizar la elección del motor.

Cabe destacar las revoluciones óptimas calculadas por el programa, las cuales son 86 rpm.

Se pueden ver los resultados del programa en el Anexo II: Resultados Estimación de Potencia

9.1 Elección del motor

Para elegir el motor se ha escogido la marca MAN, basándose en el buque de referencia.

Dentro del catálogo "Marine Engine, IMO Tier II and Tier III" se ha escogido un motor MAN B&W G96ME-C9 Dual Fuel, el cual da una potencia desde 34 350 kW con 5 cilindros, hasta 82 440 kW con 12 cilindros.

Se pueden ver las especificaciones del motor en el Anexo III: Especificaciones del motor escogido.

10 ESTUDIO PRELIMINAR DE PESOS

Se realiza en este apartado una estimación preliminar de los pesos, ya que en el cuaderno 2 se realiza un estudio exhaustivo de estos.

10.1 Cálculo del Peso en Rosca

En la estimación del cálculo del peso en rosca se van a utilizar tres pesos distintos que se desarrollan a continuación.

10.1.1 Cálculo del Peso del Acero

Para la estimación del peso del acero se va a utilizar la formulación dada en el libro "" de Fernando Junco Ocampo.

$$PS = 8400 * (L * B * D / 10^5)^{0,9} * (0,675 + Cb/2) * [0,00585 * (L/D - 8,3)^{1,8} + 0,939]$$

En este caso se han de sustituir los datos obtenidos con la alternativa mas favorable:

$$PS = 8400 * (374,99 * 57,97 * 31,59 / 10^5)^{0,9} * (0,675 + 0,7996/2) * [0,00585 * (374,38/31,59 - 8,3)^{1,8} + 0,939]$$

$$PS = 50867,19 \text{ ton}$$

10.1.2 Cálculo del Peso del Equipo y Habilitación

El peso del equipo y de la habilitación se estima a partir de la fórmula que se puede obtener del libro "El proyecto básico del buque mercante"

$$PEH = Ke * Lpp * B$$

Siendo:

- Ke coeficiente que varía con el tipo de buque y su tamaño y que para portacontenedores se estima en un valor de 0,33 ton/m².
- Lpp eslora entre perpendiculares. En este caso se utilizarán las dimensiones obtenidas en la alternativa mas favorable.
- B manga del buque obtenida también, de la alternativa mas favorable.

$$PEH = 0,33 * 374,38 * 57,97$$

$$PEH = 7161,93 \text{ ton}$$

10.1.3 Cálculo del Peso de Maquinaria Propulsora y Auxiliar

El peso del maquinaria propulsora y auxiliar se calculará siguiendo lo indicado en el libro “El proyecto básico del buque mercante”:

- Motor principal o propulsor: como en este caso ya se ha realizado una estimación de la potencia propulsora del buque proyecto, y como consecuencia se ha escogido un motor, simplemente se acude a las especificaciones técnicas de dicho motor para establecer su peso. El motor que se escogió es de la marca MAN.

$$\mathbf{PM1 = 2400 \text{ ton}}$$

- Resto de maquinaria propulsora:

El peso del resto de la maquinaria se puede estimar mediante la siguiente fórmula, obtenida del libro “El proyecto básico del buque mercante”:

$$PM2 = K_m * BHP^{0,7}$$

Siendo:

- $K_m = 0,63$ para buques portacontenedores
- BHP la potencia del buque en CV.

Por tanto, quedaría lo siguiente:

$$PM2 = 0,63 * (78\ 757 * 1,34)^{0,7}$$

$$\mathbf{PM2 = 2068,79 \text{ ton}}$$

- Otros elementos de la cámara de máquinas:

Al igual que en el caso anterior, la estimación del peso de los elementos de la cámara de máquinas se puede realizar mediante la ecuación que viene dada en el libro “El proyecto básico del buque mercante”:

$$PM3 = 0,03 * VMQ$$

Siendo VMQ el volumen de la cámara de máquinas, y que se estima mediante la siguiente expresión debido a que aun no se conoce su valor.

$$VMQ = 0,85 * L_{cm} * B * (D - DDF) * C_b$$

Se saca L_{cm} (eslora de la cámara de máquinas) midiendo en el plano del buque base y obteniendo un resultado de 25,4 m, y la altura del doble fondo se puede estimar mediante la formulación facilitada por el DNV:

$$DDF = 250 + 20 * B + 50 * Te \text{ [mm]}$$

$$DDF = 250 + 20 * 57,97 + 50 * 15,25 \text{ [mm]}$$

$$DDF = 2171,9 \text{ mm} = 2,18 \text{ m}$$

Volviendo a la ecuación del volumen en cámara de máquinas se tiene:

$$VMQ = 0,85 * 25,4 * 57,97 * (31,59 - 2,18) * 0,7996$$

$$VMQ = 29432,27 \text{ m}^3$$

Por lo que el peso de otros elementos de cámara de máquinas será:

$$PM3 = 0,03 * 29432,27$$

$$PM3 = 883 \text{ ton}$$

Para finalizar, se suman todos los pesos de la maquinaria:

$$PM_{tot} = PM1 + PM2 + PM3$$

$$PM_{tot} = 2\,400 + 2\,068,79 + 883$$

$$PM_{tot} = 5351,79 \text{ ton}$$

A continuación, se muestra una tabla con las diferentes partidas, así como el peso en rosca final.

PESO EN ROSCA	
Peso del Acero	50867,19 ton
Peso equipo y habilitación	7161,93 ton
Peso maquinaria prop. y auxiliar	5351,79 ton
TOTAL	63380,9 ton

10.2 Cálculo del Peso Muerto.

Para el cálculo del peso muerto, se va a realizar un desglose en los siguientes términos:

10.2.1 Carga útil

Para el peso de la carga útil que transporta el portacontenedores que se está dimensionando, se han de tener en cuenta una serie de características:

- Carga media por contenedor: 14 ton
- Porcentaje de contenedores con carga: 70%
- Número de contenedores total: 20 000 TEUS

Por lo que así se podrá obtener el peso de la carga transportada:

$$\text{Carga útil} = 14 * 0,70 * 20000$$

$$\text{Carga útil} = \mathbf{196000 \text{ ton}}$$

10.2.2 Consumos

Esta partida, se puede dividir a su vez en las siguientes:

- Combustible

En el cálculo del combustible se va a utilizar, de nuevo, las especificaciones de la tabla del motor principal.

- Autonomía: 20000 millas
- Velocidad de servicio: 20 nudos
- Consumo del motor: 168,0 g/kWh.
- Potencia: 78757 kW
- Margen: 5%

Con estos datos se puede calcular el consumo total de combustible del motor:

$$CM = \frac{20000 * 168,0 * 82440 * 0,85}{(20 * 10^6)}$$

$$CM = \mathbf{11772,432 \text{ ton}}$$

- Aceite

Para el cálculo del peso de aceite se considera un 4% según el libro “El proyecto básico del buque mercante”, del consumo de combustible para la propulsión:

$$\text{Consumo de aceite} = 0,04 * CM$$

$$\text{Consumo de aceite} = 0,04 * 11772,432$$

$$\text{Consumo de aceite} = \mathbf{470,897 \text{ ton}}$$

- Agua dulce, agua de alimentación y agua potable.

Para el agua potable se considera que cada persona por día tiene un consumo aproximado de 90 litros, por lo que el consumo total de agua será:

$$\text{Consumo de agua} = \frac{90 * 40 * 20000}{20 * 24}$$

$$\text{Consumo de agua} = \mathbf{150 \text{ ton}}$$

- Víveres

En el calculo de los víveres, se recomiendan 5 kg por persona y día en buques mercantes, por lo que el peso total de esta partida será:

$$\text{Consumo de víveres} = \frac{5 * 40 * 20000}{20 * 24}$$

$$\text{Consumo de víveres} = 8,33 \text{ ton}$$

Sumando las partidas anteriores se obtiene el peso total en consumos del buque:

$$P_{\text{consumo}} = \text{Viveres} + \text{Agua} + \text{Aceite} + \text{Combustible}$$

$$PP_{\text{consumo}} = 8,33 + 150 + 470,897 + 11772,432$$

$$P_{\text{consumo}} = 12401,659 \text{ ton}$$

10.2.3 Tripulación y pasaje

A efecto de peso, se considera que para la tripulación se le asignan 125 kg por persona. En el buque proyecto se tiene un número de 40 tripulantes, así que este peso quedaría como:

$$\text{Tripulación y pasaje} = 125 * 40$$

$$\text{Tripulación y pasaje} = 5 \text{ ton}$$

10.2.4 Pertrechos

La cantidad de pertrechos es muy variable, desde las 10 toneladas hasta las 100. Como en la RPA no se ha especificado nada en cuanto a esta partida, se la situación más desfavorable de este rango, la cual es el peso máximo:

$$\text{Pertrechos} = 100 \text{ ton}$$

Haciendo la suma de todos los anteriores se obtiene el peso muerto del buque, lo cual se recoge en la siguiente tabla:

PESO MUERTO	
Carga útil	196000 ton
Consumos	12401,659 ton
Tripulación y pasaje	5 ton
Pertrechos	100 ton
TOTAL	208506,659 ton

10.3 Cálculo del desplazamiento

El cálculo del desplazamiento se realiza mediante la suma del peso en rosca y el peso muerto del buque calculados anteriormente:

$$\Delta = \text{Peso en Rosca} + \text{Peso Muerto}$$

DESPLAZAMIENTO	
Peso en Rosca	63380,9 ton
Peso Muerto	208506,659 ton
DESPLAZAMIENTO	271887,559 ton

A continuación, se comprueba el valor del desplazamiento con las dimensiones del buque:

$$\begin{aligned}\Delta &= L_{pp} * B * T * C_b * K * \rho \\ \Delta &= 374,99 * 57,97 * 15,25 * 0,7996 * 1,030 \\ \Delta &= \mathbf{273025,27 \text{ ton}}\end{aligned}$$

El desplazamiento calculado mediante las dimensiones del buque proyecto, sale unas 1100 toneladas mayor que el calculado mediante los pesos en rosca y muerto.

11 COMPROBACIÓN DEL FRANCOBORDO

A lo largo de este apartado se va a realizar una estimación del francobordo del buque a proyectar, utilizando los cálculos simplificados recogidos en el “Convenio internacional sobre líneas de carga de 1966 y protocolo de 1988”, para comprobar que éste cumple con el mínimo que se requiere.

El francobordo se define como la distancia vertical, medida en la sección media del buque, entre el borde superior de la línea de cubierta y el borde superior de la línea de francobordo.

Como primera instancia vamos a definir el tipo de buque del que se trata teniendo en cuenta que se pueden tener dos tipos:

- Buques tipo A: Transporte de cargas líquidas a granel, alta integridad de la cubierta expuesta a la intemperie y una gran resistencia a la inundación, debido a su alto grado de subdivisión.
- Buque tipo B: Todo buque que no cumpla las condiciones de buque de tipo A.

Dado que el buque proyecto es un portacontenedores, éste será de tipo B.

11.1 Cálculo simplificado por medio de tablas y fórmulas

En este paso se define el francobordo tabular, función del tipo de buque al que pertenezca el que se proyecta (A o B) y de su eslora. Este valor se obtiene de la tabla correspondiente sacada del “Convenio internacional de líneas de carga de 1966 y protocolo de 1988”.

Teniendo en cuenta que el valor de la eslora para el caso del buque que se estudia, es de 397,99 m y que la tabla termina en una eslora de 365 metros, se nos debería proporcionar el francobordo de buques superiores por la administración. Como en este caso no se puede realizar este trámite, se realiza una estimación por medio de una interpolación:

$$\mathbf{FBTab = 5599 \text{ mm}}$$

A continuación, se presenta la tabla sacada del reglamento anteriormente mencionado, que se ha utilizado para el cálculo del francobordo tabular para el buque proyecto.

Tabla 28.2

Tabla de francobordo para buques de tipo 'B' (Continuación)

Esloira del buque (m)	Francobordo (mm)	Esloira del buque (m)	Francobordo (mm)	Esloira del buque (m)	Francobordo (mm)
282	4420	310	4736	338	5035
283	4432	311	4748	339	5045
284	4443	312	4757	340	5055
285	4455	313	4768	341	5065
286	4467	314	4779	342	5075
287	4478	315	4790	343	5086
288	4490	316	4801	344	5097
289	4502	317	4812	345	5108
290	4513	318	4823	346	5119
291	4525	319	4834	347	5130
292	4537	320	4844	348	5140
293	4548	321	4855	349	5150
294	4560	322	4866	350	5160
295	4572	323	4878	351	5170
296	4583	324	4890	352	5180
297	4595	325	4899	353	5190
298	4607	326	4909	354	5200
299	4618	327	4920	355	5210
300	4630	328	4931	356	5220
301	4642	329	4943	357	5230
302	4654	330	4955	358	5240
303	4665	331	4965	359	5250
304	4676	332	4975	360	5260
305	4686	333	4985	361	5268
306	4695	334	4995	362	5276
307	4704	335	5005	363	5285
308	4714	336	5015	364	5294
309	4725	337	5025	365	5303

Los francobordos correspondientes a esloras intermedias se obtendrán por interpolación lineal.
Los francobordos de los buques de más de 365 m de eslora serán determinados por la Administración.

A continuación, será necesario aplicar una serie de correcciones al francobordo tabular calculado según se explicó anteriormente.

11.1.1 Corrección por eslora menor de 100 m.

Tal como el propio título del apartado, esto solo se aplica a buques Tipo B cuya eslora es menor de 100 metros. Como en este caso no se cumple esta condición ya que se tiene una eslora de 398 metros, no se aplica esta corrección.

11.1.2 Corrección por coeficiente de bloque

Esta corrección es aplicable a buques cuyo coeficiente de bloque al 85% del puntal es mayor de 0,68.

Para poder realizar esta comprobación, hemos de realizar el cálculo de este valor para el buque proyecto. Se realiza mediante la siguiente fórmula:

$$Cb \text{ al } 85\% * D = Cb + C * \frac{85\% * D - T}{T} * (1 - Cb)$$

Siendo:

- $C = 0,3$ para buques de formas llenas como en el caso de este buque.
- $D \text{ al } 85\% = 0,85 * D = 0,85 * 31,59 = 26,852 \text{ m.}$

Por lo que sustituyendo en la ecuación anterior:

$$Cb \text{ al } 85\% * D = 0,7996 + 0,3 * \frac{26,852 - 15,25}{15,25} * (1 - 0,7996)$$

$$\mathbf{Cb \text{ al } 85\% * D = 0,845}$$

Como el coeficiente de bloque es superior a 0,68 se multiplicará el francobordo tabular calculado anteriormente por el factor que viene determinado por la siguiente expresión:

$$C2 = \frac{Cb \text{ al } 85\% * D + 0,68}{1,36}$$

$$C2 = \frac{0,845 + 0,68}{1,36}$$

$$\mathbf{C2 = 1,12}$$

11.1.3 Corrección por puntal

Según la regla 31, en este caso si el puntal del buque excede de $L/15$, el francobordo debe aumentarse según las siguiente formulación:

$$C3 = \left(D - \frac{L}{15} \right) * R$$

Siendo:

- $R = 250 \text{ mm si } L \geq 120 \text{ m.}$

En el caso de este proyecto, se tiene:

$$\frac{L}{15} = \frac{397,99}{15} = 26,53 \text{ m}$$

Por lo que tenemos que $D (31,59 \text{ m}) > L/15$, por lo que al francobordo habrá que aplicar la corrección de:

$$C3 = \left(31,59 - \frac{397,99}{15} \right) * 250$$

C3 = 1275,16 mm.

11.1.4 Corrección por posición de la línea de cubierta

Según la regla 32, cuando el puntal real hasta el borde superior de la marca de la línea de cubierta sea superior o inferior a D , la diferencia entre los puntales se añadirá o restará respectivamente, al francobordo.

En el caso del buque proyecto, el puntal real hasta el borde superior de la cubierta principal coincide con D por lo que no se aplica esta corrección.

$$\mathbf{C4 = 0 \text{ mm.}}$$

11.1.5 Altura normal de superestructuras

Según la regla 33, entrando en la tabla con la eslora del buque proyecto se obtiene que se debe hacer una corrección de 2,3 m.

$$\mathbf{C5 = 2300 \text{ mm.}}$$

11.1.6 Corrección por longitud de superestructuras

En el caso del buque proyecto, la única superestructura a considerar será el castillo de proa.

Tomando como referencia la disposición general de los buques de la base de datos, se observa que la longitud del castillo suele ser un 6,5% de la eslora entre perpendiculares de los buques. En el caso de este proyecto, esta dimensión tendrá un valor aproximado de:

$$E = 0,065 * 374,38 = 24,33 \text{ m}$$

Según el Convenio internacional sobre Líneas de Carga de 1966, en los buques de Tipo B, no se permite reducción alguna si la longitud efectiva del castillo de proa es inferior al 7% de L .

Siendo la longitud efectiva de la superestructura cerrada su longitud real se tiene:

$$0,07 * 374,38 = \mathbf{26,21\ m} > \mathbf{24,33\ m}$$

Por tanto, no existe corrección por superestructuras en el buque proyecto

$$\mathbf{C6 = 0\ mm.}$$

11.1.7 Altura mínima de proa y flotabilidad

Se considera en este subapartado, la altura mínima que se ha de tener en la perpendicular de proa desde la línea de flotación correspondiente al francobordo de verano asignado y al asiento proyectado y la parte superior de la cubierta principal o de intemperie. Se hará de acuerdo a la siguiente expresión:

$$F_b = 6075 * \left(\frac{L}{100}\right) - 1875 * \left(\frac{L}{100}\right)^2 + 200 * \left(\frac{L}{100}\right)^2 * \left(2,08 + 0,609 * C_b - 1,603 * C_{wf} - 0,0129 * \left(\frac{L}{d_1}\right)\right)$$

Siendo los términos en cada caso:

- F_b : la altura mínima de proa medida en milímetros.
- L : eslora definida en la regla 3 del convenio de líneas de carga en milímetros
- d_1 : el calado al 85% del puntal
- C_b : coeficiente de bloque.
- C_{wf} : coeficiente del área de la flotación a proa de L/2

Debido a la falta de datos a estas alturas de definición del proyecto, se establece la L como la eslora entre perpendiculares del buque proyecto, en lugar de el 96% de la eslora total medida en una flotación cuya distancia al canto alto de la quilla sea igual al 85% del puntal mínimo de trazado, o la eslora medida en esa flotación desde la cara proel de la roda hasta el eje de la mecha del timón si esta segunda magnitud es mayor.

Al igual que en el caso de la eslora, se tomará d_1 como el 85% del puntal.

$$F_b = 6075 * \left(\frac{374,38}{100}\right) - 1875 * \left(\frac{374,38}{100}\right)^2 + 200 * \left(\frac{374,38}{100}\right)^2 * \left(2,08 + 0,609 * 0,7996 - 1,603 * 0,8664 - 0,0129 * \left(\frac{374,38}{26,775}\right)\right)$$

$$F_b = 6968,13\ mm$$

$$\mathbf{F_b = 6,97\ m}$$

11.1.8 Reserva de flotabilidad

Al ser el buque proyecto de tipo B se ha de calcular el mínimo valor del área proyectada de la suma del área proyectada entre la flotación en carga de verano y el borde de la cubierta y el área proyectada de una superestructura cerrada todo ello en la sección delimitada por $0,15 \cdot L$ a popa de la perpendicular de proa. Este valor mínimo viene definido por:

$$0,15 * F_{min} + 4 * \left(\frac{L}{3} + 10\right) * \frac{L}{1000} [m^2]$$

Se calcula F_{min} mediante la ecuación siguiente:

$$F_{min} = (F_0 * f_1) + f_2 = (5599 * 1,12) + 1275,16$$
$$F_{min} = 7546,04$$

Sustituyendo en la ecuación original se obtiene:

$$0,15 * 7546,04 + 4 * \left(\frac{374,38}{3} + 10\right) * \frac{374,38}{1000} [m^2]$$
$$1333,762 [m^2]$$

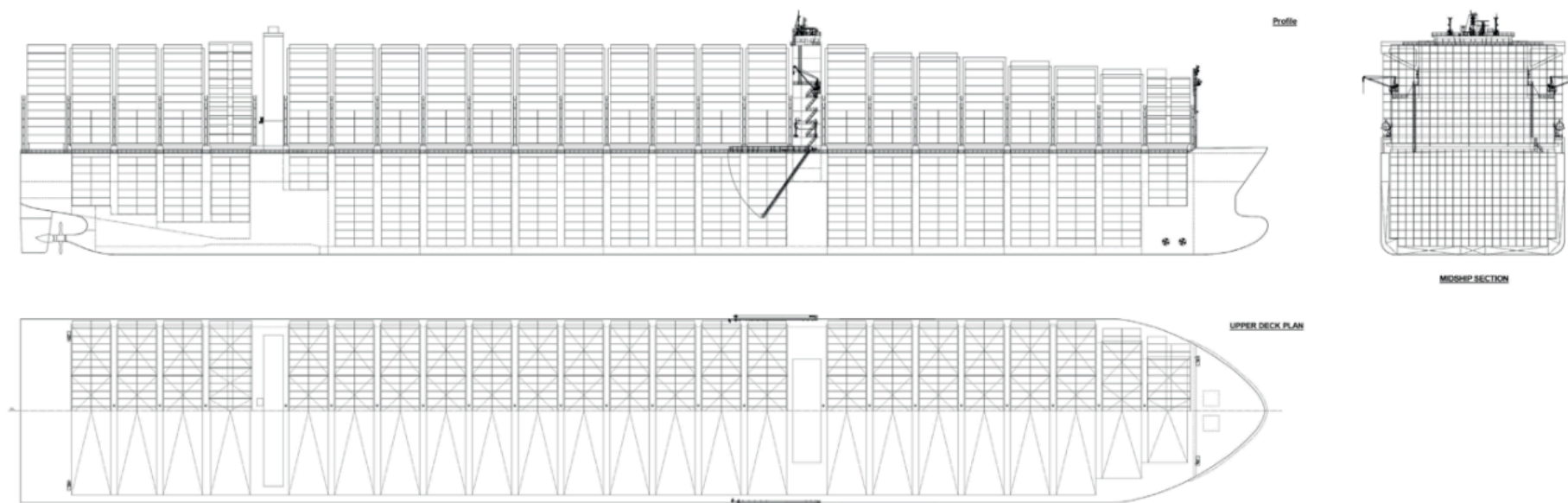
11.2 Francobordo de Verano

De acuerdo con las correcciones calculadas anteriormente, se podrá calcular el francobordo total de verano de acuerdo con la siguiente expresión:

$$FB = (FBT + C1) * C2 + C3 - C4 - C5 + C6$$
$$FB = (5\ 599 + 0) * 1,12 + 1\ 275,16 - 0 - 2300 + 0$$
$$FB = 5246,04 \text{ mm}$$

12 DISPOSICIÓN GENERAL DEL BUQUE

La disposición general que se muestra a continuación pertenece al buque de referencia (OOCL Hong Kong), sin embargo, se utilizó como disposición general para el buque proyecto debido a su similitud. Como una primera estimación de la disposición que ha de llevar el buque es perfectamente válida.



ANEXO I: BUQUES BASE DE DATOS



OOCL HONG KONG: Container ship

Shipbuilder: **Samsung Heavy Industries Co., Ltd**
 Vessel's name: **OOCL Hong Kong**
 Hull No: **2172**
 Owner/Operator: ... **Orient Overseas Container Lines Ltd**
 Country: **Hong Kong, China**
 Designer: **Samsung Heavy Industries Co., Ltd**
 Country: **Republic of Korea**
 Model test establishment used: **Samsung Heavy Industries Republic of Korea**
 Flag: **9776171**
 IMO number: **9776171**
 Total number of sister ships already completed (excluding ship presented): **5**

OOCL HONG KONG was built by Samsung Heavy Industries Co., Ltd (SHI) for Orient Overseas Container Lines Ltd. Delivered in May 2017, this 21,413 TEU container ship is, according to SHI, the largest-capacity, most space-efficient vessel ever built.

One of the most significant aspects of this vessel is its G-type main engine – MAN Diesel & Turbo's two-stroke, 11-cylinder 11G95ME-C9.5. This engine, rated at 75,570kW, produces 102,750hp.

The vessel features SHI's patented SAVER Stator. This is designed to increase propeller efficiency and thereby saves fuel by around 2 percent. Also, it is equipped a full spade rudder, STAR (Samsung Tip Advanced Rake) propeller and SARB (Samsung Asymmetric Rudder Bulb) which improve fuel efficiency by around 3-4 percent.

OOCL Hong Kong is equipped with a shaft generator which generates electricity from the movement of the main engine's shaft, thereby reducing the amount of fuel needed for that task. This also reduces the emissions from fuel burning, making the ship more environmentally friendly.

The vessel has hull stress-monitoring sensors to aid safe navigation and an advanced cargo-securing system with optimal lashing bridge.

TECHNICAL PARTICULARS

Length oa: approx. 400m
 Length bp: 383.0m
 Breadth moulded: 58.8m

Depth moulded
 To upper deck: 32.5m

Width of double skin
 Side: 2.55m
 Bottom: 2.6m
 Draught
 Scantling: 16.0m
 Design: 14.5m
 Gross: ca. 210,890gt
 Displacement: ca. 253,100t
 Deadweight
 Design: ca. 162,400dwt
 Scantling: ca. 191,400dwt
 Speed, service (90% MCR output): 23knots
 Bunkers (m³)
 Heavy oil: ca. 13,600
 Diesel oil: ca. 1,250
 Water ballast (m³): ca. 63,600
 Daily fuel consumption (tonnes/day)
 Main engine only: 212.9

Classification society and notations: ABS
 *A1(E), Container Carrier, *AMS, *ACCU, SH, SHCM, SH-DLA, SFA25, FL(25), UWILD, ENVIRO, BWT+, BWE, NIBS, RW, CRC, CSC, GP, CPS, POT, HVSC, SElev, SLAM-B/S, TCM, CLP-V, IHM
 Heel control equipment: Anti-Heeling tanks

Main engine
 Design: MAN Diesel & Turbo
 Model: 11G95ME-C9.5
 Manufacturer: Doosan Engine
 Number: 1
 Type of fuel: HFO, MGO
 Output of each engine: 61,530kW
 Propeller
 Material: Ni-Al-Bronze
 Designer/Manufacturer: SHI/Nakashima
 Number: 1
 Fixed/Controllable pitch: Fixed
 Diameter: 10,500mm
 Speed: 78.5rpm

Main-engine driven alternators (Shaft Generator)
 Number: 1
 Make/type: Nishishiba
 Output/speed: 4,300kW
 Diesel-driven alternators
 Number: 4
 Engine make/type: Daihatsu/8DE-33

Type of fuel: HFO, MGO
 Output/speed of each set: 4,500kW / 720rpm
 Alternator make/type: ... Nishishiba/NTAKL-RCP
 Output/speed of each set: 4,300kW / 720rpm

Boilers
 Number: 2
 Type: 1 oil-fired / 1 exhaust gas boiler
 Make: Kangrim
 Output, each boiler: 5,000kg/h
 Other cranes
 Number: 2 / 1
 Make: Oriental
 Type: Fixed jib / monorail
 Tasks: Provision and Suez mooring
 boat-handling / ER equipment handling
 Performance: ..4.0t, 10 m/min / 13t, 10 m/min

Mooring equipment
 Number: 16 drums
 Make: Towimor
 Type: Electric

Special lifesaving equipment
 Number of each and capacity: 2 x 36 persons
 Make: Jiaoyan
 Type: Conventional lifeboat
 Hatch covers
 Design: ...120/220/300 MT for 20ft/40ft/mixed stack
 Manufacturer: SMS-SME
 Type (upper deck/other decks): Steel pontoon

Containers
 Cell guides:
 Total TEU capacity: 21,413
 On deck: 12,323
 In holds: 9,090

Ballast control system
 Make: KSB
 Type: Hydraulic
 Water ballast treatment system
 Make: Headway
 Capacity: 3,000m³/h

Complement
 Officers: 24
 Crew: 12
 Suez/Repair Crew: 6
 Stern appendages/special rudders: ..Full spade rudder with bulb

Bow thrusters
 Make: KTE
 Number: 2
 Output (each): 2,500kW
 Bridge control system
 Make: Japan Radio Co., Ltd
 Is bridge fitted for one-man operation? ..Yes

Fire extinguishing systems
 Cargo holds: CO₂ system
 Make/Type: FAIN
 Engine room: CO₂ system
 Make/Type: FAIN

Radars
 Number: 3 sets (1 x S-band, 2 x X-band)
 Make: Japan Radio Co., Ltd
 Models : JMR-9230 / JMR-9225

Integrated bridge system?: Yes
 Make: Japan Radio Co., Ltd

Waste disposal plant
 Waste handled: Waste oil, garbage, black water and hospital grey water

Incinerator
 Make: HMMCO
 Model: MAXI 1200 SL WS

Waste compactor
 Make: Loipart
 Model: 5030C

Sewage plant
 Make: RWO
 Model: CS-BIO 2/CS-BIO 3

Contract date: 31 March 2015
 Launch/float-out date: 31 December 2016
 Delivery date: 18 May 2017



MSC OSCAR: Ultra large containership

Shipbuilder: ...**Daewoo Shipbuilding & Marine Engineering Co. Ltd.**
 Vessel's name: **MSC Oscar**
 Hull No.: **H4277**
 Operator: **Mediterranean Shipping Company SA (MSC)**
 Country: **Switzerland**
 Designer: **Daewoo Shipbuilding & Marine Engineering Co. Ltd.**
 Country: **Republic of Korea**
 Model test establishment used: **HSVA**
 Flag: **Panama**
 IMO number: **9703291**
 Total number of sister ships already completed (excluding ship presented): **5**

MSC OSCAR is not only the first in series of six ultra large containerships in the Olympic Series, but also includes a number of features designed to improve the ship's efficiency and control fuel consumption with an engine optimised to take into account weather conditions as well as speed.

The container vessel was constructed by Daewoo Shipbuilding & Marine Engineering (DSME) at its shipyard in Okpo, Geoje Island, South Korea, in just 11 months. The total investment to build the vessel was \$140m. It can accommodate 35 crew members.

Built to DNV GL class, the 19,224TEU *MSC Oscar* is 395.4m long and 59m wide with a draught of 16m and features a wide beam design with the use of torsion box and hatch coaming plates with a steel plate thickness up to 100mm. The vessel is equipped to carry 1,800 reefer containers and was designed in compliance with the Route Specific Container Stowage notation developed by DNV GL to improve cargo capacity use.

With a MAN diesel engine with power output of 62,500kW (or 80,000 hp), efficiency of the engine has been enhanced with ABB's A180-L turbochargers which offer further fuel economy benefits. The MAN B&W 11S90ME-C (10.2) engine has a height of 15.5m, a length of 25m and a breadth of 11m. The engine has a maximum continuous rating of 62,500kW at 82.2 rotations per minute and a normal continuous rating of 56,250kW at 79.4rpm.

The vessel's full spade rudder is equipped with a rudder bulb and the propeller comprises five blades measuring 10.5m each. The vessel is equipped with Lukoil's patented iColube cylinder-lubricating system. Lukoil also supplies its proprietary NAVIGO 100 MC alkaline marine cylinder lubricant for the vessel.

The turbocharged engine drives the single propeller at just 80 revolutions a minute. *MSC Oscar's* optimum speed is actually 22.8 knots with fuel consumption of just 1.5 litres per container per

100 km. MSC estimates that the ship consumes 35% less fuel with a corresponding percentage reduction in carbon dioxide emissions.

TECHNICAL PARTICULARS

Length oa: 395.4m
 Length bp: 379.4m
 Breadth moulded: 59m
 Depth moulded
 To upper deck: 30.3m
 Width of double skin
 Side: 2.68m
 Bottom: 2.55m
 Draught
 Scantling: 16m
 Design: 14.5m
 Gross: 192,237gt
 Deadweight
 Design: 167,000dwt
 Scantling: 197,000dwt
 Speed, service
 (90 %MCR output): 22.8knots
 Bunkers (m³)
 Heavy oil: 12,500m³
 Diesel oil: 900m³
 Water ballast (m³): 60,000m³
 Daily fuel consumption (tonnes/day):
 Main engine only: 222.5tonnes/day
 Classification society and notations: GL / +100A5, 'Container Ship', +MC, AUT, IW, DG, CM-PS, BWM(D2), NAV, RSD(gFE), EP, LC
 % high-tensile steel used in construction: Approx. 73.5%
 Main engine(s)
 Design: MAN B&W
 Model: MAN B&W 11S90ME-C9.2
 Manufacturer: Hyundai Engine
 Number: 1
 Type of fuel: HFO, MDO and LSMGO
 Output of each engine: 62,500kW at 82.2rpm
 Propeller(s)
 Material: Nickel aluminium bronze
 Designer/Manufacturer: MMG (Mecklenburger)
 Number: 1
 Fixed/Controllable pitch: Fixed pitch
 Diameter: 10.3m
 Speed: 22.8knots
 Special adaptations: Long cap
 Diesel-driven alternators
 Number: 4
 Engine make/type: Doosan-MAN / 9L32/40 x 2 sets + 8L32/40 x 2 sets
 Type of fuel: HFO, MDO and LSMGO
 Output/speed of each set: 4,500kW x 2 sets + 4,000kW x 2 sets / 720rpm
 Alternator make/type: HHI

Output/speed of each set: 4,300kW/720rpm x 2 sets, 3,800kW/720rpm x 2 sets

Auxiliary Boiler 1
 Number: Vertical, water tube
 Type: Kangrim
 Make: 6,000kg/h x
 Output, each boiler: 7 bar g. saturated Exh. Gas Boiler
 Number: 1
 Type: Smoke tube with built-in steam drum
 Make: Kangrim
 Output, each boiler: 5,000 kg/h x 7 bar g. saturated at NCR load of ME

Other cranes 3
 Number: Oriental
 Make: 1 set - Electric driven, monorail hoisting/traveling type
 Type: 2 sets - Electro-hydraulic, single jib, cylinder luffing type

Mooring equipment 16
 Number: Rolls-Royce Marine
 Make: Electric
 Type (electric/hydraulic/steam): motor driven

Hatch covers MacGregor
 Design: Samwoo Heavy Industry
 Manufacturer: Upper deck
 Type (upper deck/other decks):

Containers
 Lengths: 20ft ISO
 Heights: 8ft 6 ISO
 Cell guides:
 Total TEU capacity: 19,224
 On deck: 11,258
 In holds: 7,966
 Homogeneously loaded to 14tonnes: 12,954
 Reefer plugs: 1,800
 Tiers/rows (maximum)
 On deck: 11/23
 In holds: 11/21

Water ballast treatment system
 Make: Panasia
 Capacity: 1,000m³/h x 1 set (UV + Filter)

Complement
 Officers: 19
 Crew: 14
 Supernumeraries/Spare: 2
 Suez/Repair Crew: 6
 Single/double/other rooms: 35/-/1 (6 - beds in one room for Suez crew)

Bow thruster(s)
 Make: Kawasaki
 Number: 2
 Output (each): 2,500kW
 Bridge control system
 Make: Furuno
 Is bridge fitted for one-man operation? ...Yes

Fire detection system
 Make: Consilium
 Type: Addressable

Fire extinguishing systems
 Cargo holds: Make/Type: NK/CO₂ fire extinguishing system
 Engine room: Make/Type: NK/CO₂ fire extinguishing system
 Accommodation: SW(hydrants) from fire main

Radars
 Number: 3
 Make: Furuno
 Integrated bridge system Yes
 Make: Furuno

Waste disposal plant
 Incinerator
 Make: HMMCO
 Model: MAXI 1500SL WS
 Sewage plant
 Make: Wärtsilä
 Model: STC-04
 Contract date: July 8 2013
 Launch/float-out date: October 10 2014
 Delivery date: January 10 2015



MSC GÜLSÜN: Container ship

Shipbuilder: **Samsung Heavy Industries**
Vessel's name: **MSC Gülsün**
Owner/Operator: **Mediterranean Shipping Company (MSC)**
Country: **Switzerland**
Flag: **Panama**
IMO number: **9839430**
Total number of sister ships already completed (excluding ship presented): **3**
Total number of sister ships still on order: **7**

The title of the world's largest container ship is a somewhat transient honour. Nevertheless, when delivered by Samsung Heavy Industries in July, it was accorded to the 23,756TEU *MSC Gülsün*. At 399.9m in length and a beam of 61.5m, it is the first of a new class of 11 vessels to be added in 2019-2020 to the MSC fleet. Construction of the other 10 ships is split equally between Samsung and Daewoo.

The nominal 23,756TEU capacity is divided as 13,968TEU on deck and 9,788TEU below. To mitigate the risk of fire *MSC Gülsün* is equipped with a dual-tower fire-fighting system with high-capacity pumps.

This new class has been designed with a wide range of efficiency, stability and safety considerations and was intended to meet the EEDI Phase 3 standard ahead of time. Features include a bow designed to enhance energy efficiency by reducing hull resistance.

The Hyundai-built MAN B&W 11G95ME-C9.5 engine is capable of conversion to LNG if considered necessary. The 66,650kW engine is directly connected to a 10.4m fixed pitch propeller. Typical of ultra large container ships, the engine room is located aft and the accommodation and navigation bridge in a midship position for line of sight requirements.

TECHNICAL PARTICULARS

Length oa: 399.903m
Length bp: 383.0m
Breadth moulded: 61.5m
Depth moulded: 33.2m
to main deck: 23.412m (2nd deck)
to upper deck: 33.2m (upper deck)
to other decks: 29.884m (Aft partial deck)
Width of double skin
side: 2.61m
bottom: 2.7m
Draught
scantling: 16.5m
design: 14.5m
Gross: approx.233,500gt
Displacement: 292,360t at Ts
Lightweight: 64,350t

Deadweight
scantling: 228,600t
design: 186,800t
Block co-efficient: 0.734 at Ts
Speed, service: . 23.2knots (90% DMCR output)
Cargo capacity (m³): 23,756TEU
Bunkers (m³)
Heavy oil: 13,900
Diesel oil: 900
Water ballast (m³): 61,000
Daily fuel consumption (tonnes/day)
Main engine only: 240.9
Auxiliaries: 60.2
Classification society and notations:DNV GL
+1A, Container ship, RSD, E0, BIS, DG(P), NAUT(OC), TMON, BWM(E(s), T), Clean, LCS, WIB, Gas Ready(D, MEc), RSCS, ECA(Sox-A), Shore power, HLP, Recycle, ER(EGCS Hybrid)
% high-tensile steel used in construction: .. 85%
Propulsion
Design: MAN Energy Solutions
Model: MAN B&W 11G95ME-C9.5
Manufacturer: Hyundai Heavy Industries
Number: 1
Type of fuel: HFO or MGO
Output of each engine: . 66,650kW x 80.0rpm
Is this a diesel-electric or hybrid?:No
Propeller(s)
Material: Ni-Al-Bronze
Designer/Manufacturer:.....Samsung HI/MMG
Number: 1
Fixed/Controllable pitch:Fixed
Diameter: 10.4m
Speed: 80.0rpm
Diesel-driven alternators
Number: 5
Engine make/type: STX-MAN / 9L32/40 x 3 sets, 6L32/40 x 2 sets
Type of fuel: HFO or MGO
Alternator make/type: Hyundai / HFJ9 913-10P & HSJ9 803-10P
Output/speed of each set: 3 x 5,375kVA + 2 x 3,500kVA / 720rpm
Exhaust-gas scrubbing equipment
Manufacturer/Type: Yara/In-line
On main engines: Applied
On auxiliary engines: Applied
Boilers
Number: 1
Type/Make: Oil fired/Kangrim
Output, each boiler: 5,000kg/h
Stern appendages/rudders:.... Full spade rudder
Bow thruster(s)
Make: Kawasaki

Number: 2
Output (each): 3,000kW, each
Other cranes
Number: 3
Make: Oriental Precision
Type: 2 x high pressure, electro-hydraulic self-contained, single jib type, 1 x electric motor driven, monorail type
Tasks:For provision / engine room equipment handling
Performance:..... 2 x 4.0t SWL, 1 x 13.5t SWL
Mooring equipment
Number: 1 x 1 C/L + 1 M/D, 1 x 1 C/L + 1 M/D + 1 W/H, 10 x 1 M/D + 1 W/H, each, 6 x 1 M/D
Make/Type: Kongsberg/Electric
Special lifesaving equipment
Number of each and capacity: 2 x 32 persons
Make: Hyundai Lifeboat
Type: Totally enclosed
Hatch covers
Design: Welded steel open construction
Manufacturer: MacGregor
Type: Steel pontoon type with non-sequential opening/closing
Containers
Lengths: 6,058 (ISO-1CC) / 12,192 (ISO-1AA, High cube, 45ft)
Heights: .. 2,591 (ISO-1AA, ISO-1CC) / 2,896 (High cube, 45ft)
Total TEU capacity: 23,756TEU
On deck: 13,968TEU
In holds: 9,788TEU
Homogeneously loaded to 14t:
..... 15,020TEU at Ts
Reefer plugs: 2,024 UNIT (1,496 UNIT on deck / 528 UNIT in hold)
Tiers/rows (maximum)
On deck/In holds: 13/12
Ballast control system
Make/Type: Pleiger/Electro-hydraulic
Ballast water treatment system
Make: Pannasia
Capacity: 1,200m³/h x 2 sets
Complement
Officers: 15 persons
Crew: 14 persons
Suez/Repair Crew: 6 persons
Single/double/other rooms: 29 cabins (single), 1 cabin (3 double)
Navigation and other equipment
Bridge control system
Make/Type: Kongsberg/AutoChief 600
Is bridge fitted for one-man operation? ..Yes
Integrated bridge system: Yes
If yes, make: Furuno
Model: FMD-3300 and etc.
Radar
Number: 3
Make: Furuno
Model(s): 1 x FAR-3330S + 2 x FAR-3320
Fire detection system
Make/Type: Consilium/Salwico
Fire extinguishing systems
Cargo holds:
Make/Type: FAIN / CO₂ system
Engine room:
Make/Type: FAIN / CO₂ system
Cabins: - / Fire hydrants
Public spaces: - / Fire hydrants
Waste disposal plant
Incinerator
Make/Model: .. HMMCO/Maxi NG25SL WS
Sewage plant
Make/Model: IL Seung/ ISB-03
Efficiency
Attained EEDI value: 7.494 g-CO₂/tonne-mile
Required EEDI value:.....13.132 g-CO₂/tonne-mile
Installed Fuel Meters: Mass flow
Other installed monitoring tools: Performance monitoring system with shaft torque meter
Energy Saving Technologies: SAVER Fin, SAVER Gap protector, SARB, Variable speed control for main cooling sea water pump and engine room supply fan, Intelliman Ship (Smart ship solution), VFD
Performance Monitoring Regime: Noon reporting in Intelliman Ship
Launch/float-out date: 09 March 2019
Delivery date: 4 July 2019



MOL TRIUMPH: Container ship

Shipbuilder: **Samsung Heavy Industries Co., Ltd**
 Vessel's name: **MOL Triumph**
 Hull No: **2167**
 Owner/Operator: **Mitsui & Co.**
 Country: **Japan**
 Designer: **Samsung Heavy Industries Co., Ltd**
 Country: **Republic of Korea**
 Model test establishment used: **Samsung Heavy Industries**
 Flag: **Panama**
 IMO number: **9769271**
 Total number of sister ships already completed (excluding ship presented): **3**

MOL TRIUMPH is the first of a class of six 20,000 TEU-class container ships. Some 400m long and 58.8m wide, the vessel has an actual total capacity of 20,170 TEU and at the time of entering service became the largest container ship in the world. It is used on its owner's FE2 Asia to Europe service. The other vessels of the class will be phased in along Mitsui OSK Line's (MOL's) other trade routes.

In order to maximise the sustainability of such a large vessel, its design incorporates various features intended to improve fuel consumption and environmental performance.

These include low-friction underwater paint, and a high-efficiency propeller and rudder. The propeller's performance is further enhanced through use of the SHI-developed SAVER Stator, which generates a circular stream in the opposite direction to propeller rotation. These features, together with an optimised hull form, are said by MOL to reduce fuel consumption and CO₂ emissions per container by 25-30 percent when compared with 14,000 TEU-class container ships.

The vessel has also been designed to be retrofittable for LNG use. This takes account of the IMO's new regulations, which will come into effect in 2020, to limit marine fuel-related SOx emissions.

TECHNICAL PARTICULARS

Length oa: ca. 400.0m
 Length bp: ca. 383.0m
 Breadth moulded: 58.8m
 Depth moulded
 To upper deck: 32.8m
 Width of double skin
 Side: 2.55m
 Bottom: 2.6m
 Draught
 Scantling: 16.0m
 Design: 14.5m
 Gross: ca. 210,600gt
 Deadweight
 Design: ca. 163,300dwt
 Scantling: ca. 192,700dwt

Speed, service: 22.5knots
 Bunkers (m³)
 Heavy oil: ca. 15,000
 Diesel oil: ca. 800
 Water ballast (m³):
 Tankers - percentage segregated ballast: ca. 65,000

Daily fuel consumption (tonnes/day)
 Main engine only: 190.5

Classification society and notations: LR, ✱100A1 "Container Ship", ShipRight (SDA, FDA plus(25,WW), FDA SPR, WDA CM, ACS(B)), LI, ✱IWS, ✱LMC, UMS, BoxMax, ECO(IHM), SCM, with descriptive notes ShipRight (BWMP(T))

Main engine
 Design: MAN Diesel & Turbo
 Model: 11G95ME-C9.5
 Manufacturer: Doosan Engine
 Number: 1
 Type of fuel: HFO, MDO
 Output: 59,250kW

Propeller
 Material: Ni-Al-Bronze
 Designer/Manufacturer: SHI / Nakashima
 Number: 1
 Fixed/Controllable pitch: Fixed
 Diameter: 10,400mm
 Speed: 80rpm

Diesel-driven alternators
 Number: 4
 Engine make/type:
 Type of fuel: HFO, MGO
 Alternator make/type: Nishishiba / NITAKL
 Output/speed of each set: 4,300kW / 720rpm

Boilers
 Number: 2
 Type: 1 oil-fired/ 1 exhaust gas
 Make: Kangrim
 Output, each boiler: 5,000/4,000 kg/h

Other cranes
 Number: 2 / 1
 Make: DMC
 Type: Electro-hydraulic cylinder luffing-jib / monorail
 Tasks: Provision and Suez-mooring boat-handling / ER equipment-handling
 Performance: 4.0t, 7 m/min / 13.0t, 7 m/min
 Mooring equipment
 Number: 22 drums
 Make: Towimor
 Type: Electric

Special lifesaving equipment
 Number of each and capacity: 2, 35 persons each

Make: Jiaoyan
 Type: Totally enclosed

Hatch covers
 Design: 90/210 MT for 20ft/40ft
 Manufacturer: SMS-SME
 Type: Steel pontoon
 Containers
 Total TEU capacity: 20,146
 On deck: 11,080
 In holds: 9,066

Water ballast treatment system
 Make: Alfa Laval
 Capacity: 1,000 m³/h

Complement
 Officers: 17
 Crew: 18
 Suez/Repair Crew: 6
 Single/double/other rooms: Single

Bow thrusters
 Make: Kawasaki
 Number: 2
 Output (each): 2,500kW

Bridge control system (Main engine remote control system)
 Make: Nabtesco
 Type: M-800-V
 Is bridge fitted for one-man operation? UMS

Fire detection system
 Make: Consilium
 Type: Salwico Fire Alarm System CCCC (CS5000)

Fire extinguishing systems
 Cargo holds: CO₂
 Make/Type: NK Fire Protection
 Engine room: High-expansion foam
 Make/Type: NK Fire Protection

Radars
 Number: 2
 Make: Furuno
 Models: FAR-3330S-SSD / FAR-3320

Integrated bridge system: Yes
 Make: Furuno
 Model: FMD-3300 (ECDIS) etc.

Waste disposal plant
 Incinerator
 Make: Sunflame
 Model: OSV-2400SDAI
 Sewage plant
 Make: Il Seung
 Model: ISB-01

Contract date: February 2015
 Launch/float-out date: November 2016
 Delivery date: March 2017



MAERSK Mc-KINNEY MØLLER: First 18,000TEU Triple E

Shipbuilder: **Daewoo Shipbuilding & Marine Engineering Co., Ltd**
 Vessel's name: **Maersk Mc-Kinney Møller**
 Hull No: **4250**
 Owner/operator: **A.P Møller-Maersk**
 Country: **Denmark**
 Designer: **Daewoo Shipbuilding & Marine Engineering Co., Ltd**
 Country: **Korea**
 Model test establishment used: **HSVA, MARIN & Force Technology**
 Flag: **Denmark**
 IMO number: **9619921**
 Total number of sister ships already completed (excluding ship presented): **nil**
 Total number of sister ships still on order: **9**

LAST year we reported on the *CMA CGM Marco Polo* being the largest container vessel delivered, but this year Maersk has smashed that 16,000TEU barrier with its 18,000TEU "Triple-E" design *Maersk Mc-Kinney Møller* that was delivered from Daewoo Shipbuilding & Marine Engineering Co., Ltd (DSME) in July.

The Triple-E design started out as the basis for the new Maersk vessels, it stood for scale, energy efficiency and environmentally improved. From this principle the latest and largest containerships were born.

The vessel has a continuous upper deck without a forecastle, aft sunken deck, a raked stem with bulbous bow, a transom stern with open water type stern frame, two DSME full spade rudders with rudder bulbs and two fixed-pitch propellers, which are directly driven by a slow-speed diesel engine and a shaft motor.

Maersk Mc-Kinney Møller's 11 cargo holds are double skinned. The vessel consists of 24 bays for 40ft containers with 22 hatches over each hold. The containers that are carried on the deck are arranged to be carried in 23 rows in tiers of six, seven, eight, nine or 10. The hatch covers, deck supports and lashing points have been set up for 20ft or 40ft containers and for 45ft containers where needed. Also, the vessels unusually have four-high lashing bridges for extra cargo stability.

Further optimisation of the hull form and energy saving devices that have been applied to the vessel will reduce its CO₂ emissions by up to 30% the company has claimed. *Maersk Mc-Kinney Møller* has had a waste heat recovery (WHR) unit fitted with ME exhaust gas economisers and turbo generators that utilise the waste heat from the main engines.

Further, environmental features include the Alfa Laval Pureballast 2.0 ballast water treatment system. The original order was to have all the Triple-E vessels fitted out with the Alfa Laval 3.0 system, at the time of installation Alfa Laval fitted its 2.0 system due to on-going tests on the 3.0, which it says will be retrofitted at a later date.

Maersk Mc-Kinney Møller is powered by two MAN B&W 8S80ME-C9.2 with a power output of 29,680kW x 73.1rpm, allowing the vessel an optimal service speed of 23knots. Driving the two fixed-pitch DSME propellers, special adaptations have been added to

give the vessel better propulsion. A full spade rudder and rudder bulb has been added, which will give better water flow to the propeller and reduce its engine load.

TECHNICAL PARTICULARS

Length oa: 399.00m
 Length bp: 377.40m
 Breadth moulded: 59.00m
 Depth moulded: 30.30m
 To upper deck:
 Width of double skin:
 Side: 2.68m
 Bottom: 2.55m
 Draught:
 Scantling: 16.00m
 Design: 14.50m
 Gross: 194,849gt
 Deadweight:
 Design: 166,500dwt
 Scantling: 196,050dwt
 Speed, service: 23knots
 Bunkers:
 Heavy oil: 14,000m³
 Diesel oil: 950m³
 Water ballast: 59,000m³
 Containerships water ballast in loaded condition: 41,000tonnes
 Classification society and notations: ABS +A1(E), Containers Carrier, SH, SHCM, SH-DLA, SFA(25), FL(25), +AMS, +ACCU, MAN, SLAM-B, SLAM-S, PMP, CSM,SEC
 Heel control equipment: Anti-heeling pump
 Roll-stabilisation equipment: Bilge keel & anti-rolling tank
 Main engines:
 Design: MAN B&W
 Model: 8S80ME-C9.2
 Manufacture: Doosan Engine
 Number: 2
 Type of fuel: HFO, LSHFO, MDO and LSMGO
 Output of each engine: 29,680kW x 73.1rpm
 Propellers:
 Material: Ni-Al-Bronze
 Designer: DSME/MMG
 Number: 2
 Fixed/controllable pitch: Fixed
 Diameter: 9.65m
 Speed:
 Main-engine driven alternators:
 Number: 2
 Make/type: Siemens/intermediate shaft mounted
 Output/speed of each set: 3,000kW x 1,800rpm
 Diesel-driven alternators:
 Number: 4
 Engine make/type: 2 x Doosan-MAN 9L32/40
 2 x Doosan-MAN 6L32/40
 Type of fuel: HFO, LSHFO, MDO and LSMGO
 Output/speed of each set: 4,500kW x 720rpm
 3,000kW x 720rpm
 Alternator make/type: Hyundai
 Output/speed of each set: 4,320kW x 720rpm
 2,800kW x 720rpm
 Boilers:
 Number: 1

Type: Vertical, water tube
 Make: Alfa Laval-Aalborg
 Output, each boiler: 5,000kg/h
 Other cranes:
 Number: 1
 Make: DMC
 Type: Monorail
 Tasks: Provisions crane
 Performance: 12.5tonnes
 Mooring equipment:
 Number: 16
 Make: TTS-Kocks
 Type: Electric
 Special lifesaving equipment:
 Number of each and capacity: 2 x 34 persons
 Make: Fassmer
 Type: Conventional totally enclosed
 Hatch covers:
 Design: Cargotec
 Manufacturer: DSME-Cargotec
 Type: Pontoon
 Containers:
 Total TEU capacity: 18,340
 On deck: 10,644
 In holds: 7,696
 Homogenously loaded to 14tonnes: 10,562
 Reefer plugs: 600
 Tiers/rows:
 On deck: 10/23
 In holds: 11/21
 Water ballast treatment system:
 Make: Alfa Laval
 Capacity: 1,000m³/h
 Complement:
 Crew: 14
 Bow thrusters:
 Make: Kawasaki
 Number: 2
 Output: 2,500kW
 Bridge control system:
 Make:
 One-man operation: Yes
 Fire detection system:
 Make: Consilium
 Type: Addressable type
 Fire extinguishing systems:
 Cargo holds: Semco/ CO₂
 Engine room: Semco/ CO₂
 Radars:
 Number: 2
 Make: L3
 Model: RadarPilot Platinum
 Integrated Bridge system:
 Make: L3
 Model: NACOS Platinum
 Waste disposal plant:
 Sewage plant: Il Seung/ ISS-85N, ISS-15N
 Contract date: 21 February 2011
 Launch/float-out date: 24 February 2013
 Delivery date: 2 July 2013



CSCL GLOBE: 19,000TEU container ship from HHI

Shipbuilder: **Hyundai Heavy Industries**
Vessel's name: **CSCL Globe**
Hull No: **2696**
Owner/operator: **China Shipping Container Line**
Country: **China**
Designer: **Hyundai Heavy Industries**
Country: **Korea**
Model test establishment used: **Hyundai Maritime Research Institute**
Flag: **Hong Kong**
IMO number: **9695121**
Total number of sister ships already completed (excluding ship presented): **nil**
Total number of sister ships still on order: **4**

THE trend towards larger container ships is being maintained as China Shipping Container Lines (CSCL) and United Arab Shipping Company (UASC) place orders for 19,000TEU containerhips, outsize last years' *Maersk McKinney Moller* by another 1,000TEU.

However, the demand does not seem to end here with the possibility of seeing 22,000TEU vessels in the future. The first of the 19,000TEU vessels, *CSCL Globe*, was delivered to its owner CSCL at the end of 2014. The series was commissioned in 2013 with Hyundai Heavy Industries (HHI) constructing the vessels. The vessels will operate on the trades between Europe and Asia.

However, the latest 'jumbo' containerhips do carry some characteristics from the Triple E design, such as the dimensions of the vessels. The 19,000TEU ships have a length overall of 400m, width of 56.6m and a depth of 30.5m with a design draught of 14.5m.

One of the main features is the deckhouse, which has been arranged so that it is further forward on the vessel to enable better visibility and higher front deck loading. The original design was for an 18,270TEU vessel but was then changed to 19,000TEU as the increase in capacity required no further technical changes to the design.

The upper deck tiers are mostly limited to stowing empty containers for stability reasons. Onboard are 24 sets of 4 tier and 3 sets of 3 tier lashing bridges for easy maintenance of 1,000FEU reefer containers on deck/hatch covers. There is a reefer container monitoring system on-line with the loading computer, which provides the data for the interface of the reefer container load.

CSCL Globe is propelled by a Hyundai-MAN

B&W 10S90ME-C10.2 electrically controlled engine with an MCR of 41,800kW at 72rpm enabling it to sail at an operating speed of 21knots. The main engine has also been further optimised with low load tuning by exhaust by-pass system for the turbocharger to achieve a better fuel consumption at practical operation condition.

A waste heat recovery system (WHR) system has also been installed for the main engine, and cylinder pressure, RPM and angle reference are calculated and presented on a ship's computer in the engine control room. *CSCL Globe* is fitted with a full spade rudder with twisted leading edge that improves the propulsion efficiency by reducing rudder cavitation.

The vessel is arranged in a two island concept with the location of the accommodation separated from the engine room for crew comfort and also for optimum ballast tank arrangements to minimise the ballast amount at various loading conditions. In addition, *CSCL Globe* is fitted with two Hyundai Ecoballast water treatment systems that use both filter and UV technology and have a capacity of 1,500m³.

TECHNICAL PARTICULARS

Length oa: 400.00m
Length bp: 383.00m
Breadth moulded: 58.60m
Depth moulded
To main deck: 30.50m
Draught
Scantling: 16.00m
Design: 14.50m
Gross: 187,541gt
Deadweight
Design: 155,200dwt
Scantling: 183,800dwt
Speed, service: 23knots
Bunkers
Heavy oil: 10,900m³
Diesel oil: 700m³
Water ballast: 44,400m³
Daily fuel consumption
Main engine: 195.5tonnes/day
Auxiliaries: 11.2tonnes/day
Classification society
and notations: GL +100A5, Container Ship,
DG, IW, RSD(gFE), BWM(D2),
+MC AUT, CM-PS, ERS, RSCS, EP D, NAV
Main engine

Model: Hyundai-MAN B&W 12S90ME-C9.2
Manufacturer: Hyundai
Number: 1
Type of fuel: HFO/MDO/MGO
Output of each engine: 56,800kW
Propellers
Material: Ni-Al-Bronze
Designer/manufacturer: Hyundai
Number: 1
Fixed/controllable pitch: Fixed
Diameter: 10m
Speed: 84rpm
Diesel-driven alternators
Number: 4
Engine make/type: Hyundai
Type of fuel: HFO/MDO/MGO
Output/speed of each set: 4,500kW
x 720rpm
Alternator make/type: Hyundai/HSJ915-10P
Output/speed of each set: 4,320kW x 720rpm
Boilers
Number: 1
Type: Automatic, forced draft, marine boiler
Make: Alfa Laval
Output, each boiler: 5,000kg/h x 7kn/cm²G
Service handling gear
Number: 1
Make: Oriental Precision
Type: Electric motor driven
Performance: 12.5tonnes x7m/min
Other cranes
Number: 2 x Windlass, 11 x mooring drum
Make: DMC-Pusnes
Type: Electro-hydraulic, high pressure
Special lifesaving equipment
Number of each and capacity: 2 x 31
persons
Make: Hyundai Lifboat
Type: Conventional type
Hatch covers
Design: TTS
Manufacturer: HHI
Type: Pontoon, non-sequential
operation type
Containers
Total TEU capacity: 18,977TEU
On deck: 10,866TEU
In holds: 8,111TEU
Tiers/rows
On deck: 11/23
In holds: 11/12
Doors/ramps/lifts/movable car decks
Number of each: 2/1/1
Type: Watertight type, hydraulic operated
Ballast control system
Make: Pleiger Far East
Type: Pneumatic type
Water ballast treatment system
Make: Hyundai EcoBallast
Capacity: 2 x 1,500m³/h
Bow thrusters
Make: Hyundai
Number: 2
Output: 2,500kW
Bridge control system
Make: Kongsberg Maritime
Type: AutoChief 600
One-man operation: Yes
Fire detection system
Make: Autronica
Type: Autosafe
Fire extinguishing systems
Cargo holds/engine room: NK/ CO₂
Radars
Number: 2
Make: JRC
Models: JMR-9230-S, JMR-9225-6X
Integrated bridge system
Make: JRC
Model: GRD-921
Waste disposal plant
Incinerator: Hyundai Marine Atlas/
MAXI 1200SL WS
Waste compactor: Metos/ IP600
Sewage plant: Jonghap/ JMC AEROB-18N
Contract date: 6 May 2013
Launch/ float-out date: 24 August 2014
Delivery date: 20 November 2014



CMA CGM KERGUELEN: Containership

Shipbuilder: **Samsung Heavy Industries**
 Vessel's name: **CMA CGM Kerguelen**
 Hull No: **SN2092**
 Owner/Operator: **CMA CGM**
 Country: **France**
 Designer: **Samsung Heavy Industries**
 Country: **Korea**
 Model test establishment used: **SSMB**
 (Samsung Ship Model Basin)
 Flag: **Bahamas**
 IMO number: **9702132**
 Total number of sister ships already
 completed (excluding ship presented): **2**
 Total number of sister ships still on order: **0**

CMA CGM KERGUELEN is the largest containership in CMA-CGM's fleet. It was constructed in accordance with the latest marine engineering developments and IMO shipping standards. The ship benefits from the latest developments for safety and economy, and has an increased castle height for improved capacity.

The vessel has adopted high-efficiency engine and energy saving devices in order to drive this 17,554TEU class container carrier.

It has a three tier lashing bridge to accommodate a higher level of container stacks on deck and in total eleven tiers of container stacks can be loaded.

It features an enhanced dual level container lashing system and robust container hatch covers to secure heavier container cargo stacks on deck.

The vessel uses the latest developments for economy and safety and has adopted high-efficiency engine and energy saving devices, such as a Star Propeller and rubber bulb in order to reduce fuel consumption and gas emissions.

It has applied the CleanShip and Green Passport designs, and has a Fast Oil Recovery System and Ballast Water Treatment System in order to reduce harmful oil or species from the ship.

TECHNICAL PARTICULARS

Length oa: Approx. 398m
 Length bp: 380m
 Breadth moulded: 54m
 Depth moulded
 To main deck: 30m
 To upper deck: 30m
 Width of double skin
 Side: 2.7m
 Bottom: 2.4m
 Draught
 Scantling: 16m
 Design: 14.5m
 Gross: 175,000gt
 Deadweight
 Design: 159,000dwt
 Scantling: 186,000dwt

Speed, service (90%MCR output,
 15% S.M.): 23.5knots at Td
 Bunkers (m³):
 Heavy oil: 13,400m³
 Diesel oil: 600m³
 Water ballast (m³): 50,500m³
 Daily fuel consumption (tonnes/day)
 Main engine only: 228.2 tonnes
 /day at NCR
 Classification society and notations: Bureau
 Veritas Hull, Mach, Container Ship
 Unrestricted Navigation Aut-UMS,
 Aut-Port, MON-SHAFT, Lashing,
 ALP, In Water Survey, SDS,
 CleanShip(C), Green passport,
 FORS NS, VeriSTAR-HULL DFL 25 years
 % high-tensile steel used in construction: 75%
 Heel control equipment: 1/ 1,500m³/h x 15
 mwc, Anti-heeling pump

Main engine(s) x 1
 Design: MAN Diesel & Turbo
 Model: 11S90ME-C9.2
 Manufacturer: Doosan Engine
 Type of fuel: HFO & MDO
 Output of each engine: 54,519kW
 Propeller(s) x 1
 Material: Ni-Al bronze
 Designer/Manufacturer: SHI / MMG
 Fixed/Controllable pitch: Fixed
 Diameter: 10,200rpm
 Speed: 80rpm

Diesel-driven alternators x 4
 Engine make/type: HHI / HIMSSEN 8H32/40
 x 2, 6H32/40 x 2
 Type of fuel: HFO and MDO
 Output/speed of each set: 4,000kW x 2,
 3,000kW x 2
 Alternator make/type: Hyundai/ HSJ7
 Output/speed of each set: 3,800kW x 2,
 2,800kW x 2 / 720rpm

Boilers x 1
 Type: Oil fired
 Make: Alfa Laval
 Output, each boiler: 5.5tonnes/h

Other cranes x 3
 Make: Oriental
 Type: 2 - Electro hydraulic & Jib,
 1 - Electric & Monorail
 Tasks: 2 - Provision handling, 1 - E/R
 equipment handling
 Performance: 2 - 12.5tonnes, 1 - 4tonnes

Mooring equipment x 12
 Make: Towimor
 Type (electric/hydraulic/steam): Electric
 Special lifesaving equipment
 Number of each and capacity: 2,
 40 persons

Make: Hateche
 Type: Conventional
 Hatch cover design: SMS
 Manufacturer: Samsung Heavy Industries
 Type (upper deck/other decks): Upper deck

Containers
 Lengths: 6,058mm
 Heights: 2,591mm
 Cell guides: 150mmE.A.
 Total TEU capacity: 17,554TEU
 On deck: 10,208TEU
 In holds: 7,346TEU
 Homogeneously loaded
 to 14 tonnes: 10,262TEU
 Reefer plugs: 1,254 FEU (On deck)
 Tiers/rows (maximum) 11/21
 On deck: 11/19
 In holds: No reefer
 Hold refrigeration system: container in hold

Doors/ramps/lifts/moveable car decks
 Number of each: 2 Pilot doors
 Type: Sliding & electro hydraulic
 Designer: BY Controls
 Water ballast Treatment System
 Make: Alfa Laval
 Capacity: 2,000m³/h

Complement
 Officers: 24
 Crew: 16
 Suez/Repair Crew: 7
 Single/double/other rooms: 34 / 3 / 2
 Number of cabins: 39

Bow thruster(s) x 2
 Make: Kawasaki
 Output (each): 1,900kW

Bridge control system
 Make: Wärtsilä (L3 Marine System)
 Type: NACOS Platinum
 Is bridge fitted for one-man operation? Yes
 Fire detection system
 Make: Consilium
 Type: Addressable type

Fire extinguishing systems
 Cargo holds:
 Make/Type: NK/CO₂
 Engine room:
 Make/Type: NK/CO₂Sea water

Cabins:
 Make/Type: NK/Sea water
 Public spaces:
 Make/Type: NK/Sea water

Radars x 3
 Make: Wärtsilä (L3 Marine System)
 Model(s): NACOS Platinum

Integrated bridge system: Yes
 Make: Wärtsilä (L3 Marine System)
 Model: NACOS Platinum

Waste disposal plant
 Waste compactor
 Make: Metos
 Model: UMCC-4

Sewage plant
 Make: Wärtsilä
 Model: ST1AC / ST02

Contract date: August 7 2007
 Launch/float-out date: December 30 2014
 Delivery date: March 31 2015



CMA CGM ANTOINE DE SAINT EXUPERY: Ultra large container ship

Shipbuilder:HHIC-Phil Inc.
Vessel's name: **CMA CGM Antoine De Saint Exupery**
Hull No: **NCP0149**
Owner/Operator: **CMA CGM**
Country: **France**
Designer: **HHIC-Phil Korea / HHIC-Tech Inc**
Country: **Republic of Korea / Republic of the Philippines**
Model test establishment used: **KRISO**
Flag: **France**
IMO number: **9776418**
Total number of sister ships already completed (excluding ship presented): **2**
Total number of sister ships still on order: **nil**

Leading container ship operators have vied with each other for many years to be able to claim the title of world's largest, most innovative or any other epithet they can boast of.

CMA CGM Antoine de Saint Exupery may not fit some of those categories but at the time of its delivery in January 2018, it could certainly lay claim to be the first in a series of three sister ships; at 20,600teu the largest container ship under the French flag; the flagship of the CMA CGM fleet and also the largest container ship yet produced by its builder HHIC of the Philippines.

The arrival of the vessel and its two sisters later in 2018 has been a little overshadowed by the announcement of the company's larger LNG-fuelled ships which when delivered will take the honours so far attributed to *CMA CGM Antoine de Saint Exupery* but the ship stands up well to any scrutiny. The hull dimensions are 400m in length and 59m in beam with a 16m scantling draught. It has a gross tonnage of 217,673 and a deadweight of 202,684dwt.

Outwardly the ship is little different from its peers and as with all ultra large container ships, the bridge and accommodation are necessarily moved forward for line of sight regulations leaving the engines and stacks towards the aft part of the ship. The nominal capacity of 20,600teu in the owner's own description is a little less than the 20,954 claimed by the builder but under most circumstances the capacity at 14 tonnes homogenous of 13,200teu is more realistic.

The ship is powered by a single main engine – a WinGD W11X92 two-stroke engine with a 67,430kW power output at MCR and 57,315kW at CSR driving

a single fixed pitch propeller of 10.2m diameter at a maximum 80rpm. This gives the ship a service speed of 21.5knots.

The design of the engine significantly reduces cylinder lubricating oil consumption (-25%) and fuel consumption for a 3% average reduction of CO₂ emissions with further energy savings coming from a Becker Twisted Fin allowing improvements in the propeller's performance, generating a 4% reduction in CO₂ emissions. The ship also features a UV Bio-Sea ballast treatment system provided by the French Bio-UV Group.

TECHNICAL PARTICULARS

Length oa: 400m
Length bp: 383.0m
Breadth moulded: 59.0m
Depth moulded:
To main deck: 33.0m
To upper deck: 33.0m
Width of double skin
Side: 2.64m
Bottom: 2.55m
Draught
Scantling: 16.0m
Design: 14.5m
Gross: 217,600gt
Deadweight
Design: 172,400dwt
Scantling: 202,600dwt
Speed, service (90% SMCR output): 21.5knots

Bunkers
Heavy oil: 12,600m³
Marine gas oil: 1,600m³
Marine diesel oil: 450m³
Water ballast: 52,800m³
Container ships – water ballast in loaded condition: 820t at 14MT/TEU loaded in summer draught

Daily fuel consumption
Main engine only: 223.9 (Rating.1), 204.8 (Rating.2) t/day
Auxiliaries: 19.66 (G/E x 3sets), 13.1 (G/E x 1set) t/day

Classification society and notations: Bureau Veritas I, +HULL, +MACH, Container ship, Unrestricted navigation, +AUT-UMS, +AUT-PORT, +VeriSTAR-HULL DF 25 years, BWT, INWATERSURVEY, MON-SHAFT, LASHING, SDS, CLEAN-

SHIP, GREEN PASSPORT, •ALP, FORS-NS
Heel control equipment: Anti heeling system
Roll-stabilisation equipment: Bilge keel
Main engines
Design: Hyundai-WinGD
Model: W11X92
Manufacturer: Hyundai Heavy Industries
Number: 1
Type of fuel: HFO or MGO
Output of each engine: 67,430kW at 80rpm (Rating.1), 59,370kW at 76.7rpm (Rating.2)

Propellers
Material: Ni-Al-Bronze
Designer/Manufacturer: HHIC-Phil Korea / MMG
Number: 1
Fixed/Controllable pitch: Fixed
Diameter: 10,200mm
Speed: 76.7rpm
Diesel-driven alternators
Number: 4
Engine make/type: Hyundai HIMSSEN 9H32/40 x 3 sets / 6H32/40 x 1 set
Type of fuel: HFO or MGO
Output/speed of each set: 4,500kW at 720rpm x 3, 3,000kW at 720rpm x 1
Alternator make/type: HHI-EES / HSJ7 913-10P x 3 / HSJ7 805-10P x 1
Output/speed of each set: 4,320kW / 720rpm x 3, 2,880kW / 720rpm x 1

Boilers
Number: 2
Type: Vertical smoke tube
Make: Alfa Laval
Output, each boiler: EGB – 5,000kg/h, aux. boiler – 6,000kg/h

Mooring equipment
Number: 16
Make: BLM
Type: Electric motor driven

Special lifesaving equipment
Number and capacity: 2 x 40
Make: Hatecke
Type: Hinged gravity

Hatch covers
Design: MacGregor
Manufacturer: HHIC-Phil Inc.
Type: Lift-away

Containers
Lengths: 6,058mm (20ft)/12,192mm (40ft & 40ft EURO)/14,631 (45ft)
Heights: 2,591mm (20ft, 40ft, 40ft EURO)/2,896mm (45ft)
Cell guides: Fixed Type (150 x 150 x 15mm angles)
Total TEU capacity: 20,954
On deck: 11,560
In holds: 9,394
Homogeneously loaded to 14t: 13,200
Reefer plugs: 1,600 FEU

Tiers/rows (maximum)
On deck: 11/23
In holds: 12/21

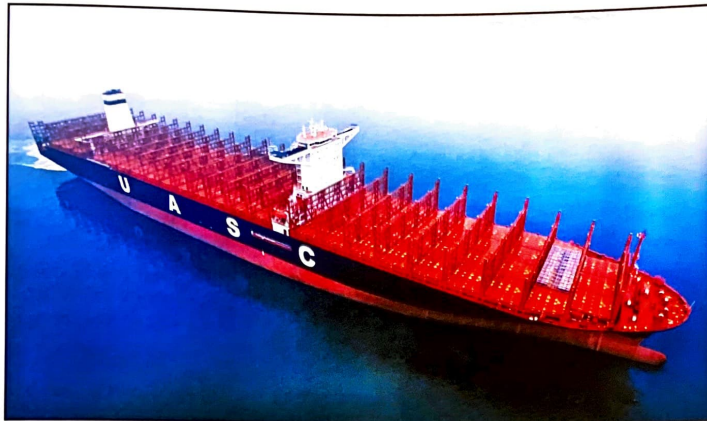
Ballast control system
Make: Hoppe Marine
Type: Valve with hydraulic actuator
Water Ballast Treatment System
Make: Bio UV
Capacity: UV type – 1,400m³/h

Complement
Officers: 17
Crew: 17

Passengers
Total: 6
Stern appendages/special rudders: Mewis duct at twisted fin / Full spade rudder with twisted leading edge and rudder bulb

Bow thrusters
Make: Kawasaki
Number: 2
Output (each): 2,500kW

Contract date: 2 April 2015
Launch/float-out date: 19 August 2017
Delivery date: 26 January 2018



BARZAN: Containership

Shipbuilder: **Hyundai Samho Heavy Industries Co., Ltd.**
 Vessel's name: **Barzan**
 Hull No: **S746**
 Owner/Operator: **UASC**
 Country: **Kuwait**
 Designer: **Hyundai Samho Heavy Industries Co., Ltd. Republic of Korea**
 Country: **Malta**
 Model test establishment used: **HSVA**
 Flag: **Malta**
 IMO number: **9708851**
 Total number of sister ships already completed (excluding ship presented): **3**
 Total number of sister ships still on order: **5**

Barzan is the first in the series of six 18,800TEU container carriers ordered by United Arab Shipping Company (SAG). The vessel was delivered from Hyundai Samho Heavy Industries Co., Ltd (HSHI) to United Arab Shipping Company on 8 May 2015.

Barzan is the first vessel to use a shaft generator and waste heat recovery (WHR) system to increase the total efficiency of the plant, which is automatically activated by a Power Management System at HSHI. Surplus WHR energy can be used for propulsion via a shaft motor. Energy from the auxiliary engine can be used to boost the ship speed when required for navigation. The WHRS system is composed of a power turbine, steam turbine and turbine generator for electric power production. The task of the power management system (PMS) is to deliver electrical power for all consumers on the ship. In order to perform the task PMS controls the auxiliary engine(s) and possibly a shaft generator and/or a WHR system.

Other distinctive features of *Barzan* include a Becker rudder with bulb, Becker twisted fins and a hull stress monitoring system.

UASC has been currently implementing one of the industry's largest and most technologically advanced new building programmes, with 17 new vessels on order; six of 18,800TEU and eleven 15,000TEU containerships.

UASC's vessel designs have been developed with a focus on cost efficiency and enhanced environmental friendliness. These vessels will be the first ultra large containerships in the industry to be delivered 'LNG ready', to enable dual fuel (the use of both traditional heavy fuel oil as well as liquefied natural gas or LNG fuel), which is expected to significantly reduce environmental impacts and reduce fuel costs. Final calculations indicate an EEDI (Energy Efficiency Design Index) value that is close to 50% below the 2025 limit set by IMO.

TECHNICAL PARTICULARS

Length oa: 400m
 Length bp: 383m
 Breadth moulded: 58.60m
 Depth moulded
 To main deck: 30.60m
 To upper deck: 30.60m

To other decks: 20.744m (2nd deck)
 Width of double skin
 Side: 2.50m
 Bottom: 2.60m (Above Base Line)
 Draught
 Scantling: 16m (Moulded)
 Design: 14.50m (Moulded)
 Gross: 19,5636gt
 Displacement: 257,947gt (at scantling draught)
 Lightweight: 58,203gt
 Deadweight
 Design: 170,658t
 Scantling: 199,744t
 Block co-efficient: 0.6989
 (at scantling draught)
 Speed, service (– %MCR output): 21knots
 (Beaufort 3)
 Container capacity (TEU)
 On deck/hatch (11tier): 11,654 TEU
 In hold: 8,216 TEU
 Total: 19,870 TEU
 Bunkers (m³)
 Heavy oil: 8859.6 m³
 Diesel oil: 1158.4 m³
 Water ballast (m³): 50,793.3 m³
 Containerships – water ballast in loaded condition (tonnes): 37,562.2tonnes
 Daily fuel consumption (tonnes/day)
 Main engine only: 161.7g/kWh + 5% at MCR
 Classification society and notations: DNV, +1A1 Container carrier, BIS, BWM(T), Clean,DG(P), E0, Gas ready(AEI,D ,MEC,S), HMON (A1,C1,G4), NAUT(OC), NAUTICUS (Newbuilding), Shore power, Safelash, TMON
 Main engine(s)
 Design: HYUNDAI-MAN B&W
 Model: 10S90ME-C10.2
 Manufacturer: HHI-EMD
 Number: ONE(1)
 Type of fuel (eg. HFO or MDO) : HFO, MGO
 Output of each engine: 61,000 kW X 84 rpm
 (Two stroke, Crosshead, Turbocharged)
 Propeller(s)
 Material: Ni,Al,Bronze
 Designer/Manufacturer: HHI-EMD
 Number: 1 set
 Fixed/Controllable pitch: Fixed pitch
 Diameter: 10.4 m
 Speed: 72 rpm
 Diesel-driven alternators
 Number: 5
 Engine make/type: Nishishiba Electric
 Output/speed of each set: 4,140kW (3 sets) / 3,220kW(2 sets) AT 720 RPM
 Boilers
 Number: 1 set
 Type: Automatic, Forced draft, Heavy fuel oil burning, Marine boiler
 Make: Alfa Laval

Output, each boiler: 8,000 kg/h
 Other cranes
 Number: 1 set(Monorail crane)
 Make: Dongnam Marine Crane Co. Ltd
 Type: Electric-Hydraulic
 - Capacity : 12.5 tonnes
 - Lifting height: 45m
 - Hoisting speed 10/5 m/min (by 2nd layer)
 - Transversing speed: 7m/min
 Number: 2 sets(Provision crane)
 Make: Dongnam Marine Crane Co. Ltd
 Type: Electric-Hydraulic
 - Capacity : 4 tonnes
 - Working Radius : Max.10.5m-Min.3.0m
 Mooring equipment
 Number: 16set (Upper deck foward: 8 sets/
 Mooring deck aft: 8 sets)
 Make: Towimor S.A.
 Special lifesaving equipment
 (eg MES, free-fall lifeboats)
 Number of each and capacity: 2 sets,
 35 persons
 Make: Hyundai Lifeboats
 Type: Davit Launched Type
 Hatch covers
 Manufacturer: Macgregor
 Type (upper deck/other decks): Weather
 Deck Hatch Covers, Lift-Away type
 Containers
 Lengths: ISO standard container
 Heights: ISO standard container
 Cell guides: Mixed (random) storage
 Total TEU capacity:
 On deck: 11,654 TEU
 In holds: 8,216 TEU
 Homogeneously loaded to 14tonnes: 14T
 *11676TEU+ 28T*931FEU
 Tiers/rows (maximum)
 On deck: 11/23
 In holds: 11/21
 Ballast control system
 Make: Kongsberg
 Type:
 Water ballast Treatment System
 Make: Panasia
 Capacity: 1200m³/hr
 Complement
 Officers: 13
 Crew: 19
 Stern appendages/special rudders: Becker
 Twisted Rudder with Bulb.
 Bow thruster(s)
 Make: Kawasaki Heavy Ind. Ltd.
 Number: 2 sets
 Output (each): about 444kN
 Bridge control system
 Make: Kongsberg
 Is bridge fitted for one-man operation? YES
 Fire detection system
 Make: Consilium
 Type: BS-420M
 Fire extinguishing systems
 Cargo holds: CO₂
 Make/Type: NK Co.Ltd
 Engine room: CO₂
 Make/Type: NK Co.Ltd
 Cabins:
 Make/Type: Portable fire extinguisher
 Public spaces:
 Make/Type: Portable fire extinguisher
 Radars
 Number: 2
 Make: Kongsberg
 Integrated bridge system: Yes
 Model: Kongsberg
 Incinerator
 Make: HMMCO
 Model: Sludge oil & solid
 waste burning type
 Sewage plant
 Make: ILSEUNG
 Model: Biological Type
 Contract date: 29 August 2013
 Launch/float-out date: 26 February 2015
 Delivery date: 8 May 2015



AL MURABBA: Containership

Shipbuilder: **Hyundai Samho Heavy Industries Co. Ltd.**
Vessel's name: **Al Murabba**
Hull No: **S737**
Owner/Operator: **UASC**
Country: **Kuwait**
Designer: **Hyundai Samho Heavy Industries Co. Ltd.**
Country: **Republic of Korea**
Model test establishment used: **HSVA**
Flag: **Marshall Islands**
IMO number: **9708837**
Total number of sister ships already completed (excluding ship presented): **4**
Total number of sister ships still on order: **10**

Index) value that is close to 50% below the 2025 limit set by IMO.

TECHNICAL PARTICULARS

Length oa: 368.52m
Length bp: 352.00m
Breadth moulded: 51.00m
Depth moulded
To main deck: 30.35m
To upper deck: 30.35m
To other decks: 20.444m(2nd deck)
Width of double skin
Side: 2.50m
Bottom: 2.30m (above base line)
Draught
Scantling: 15.50m (moulded)
Design: 14.50m (moulded)
Gross: 15,3148gt
Displacement: 194,967gt
(at scantling draught)
Lightweight: 45,607gt (first vessel)
Deadweight
Design: 133,671dwt
scantling: 149,360dwt
Block co-efficient: 0.6818
(at scantling draught)
Speed, service: 21knots (Beaufort 3)
Total container capacity (TEU) 14,990TEU
On deck/hatch (11tier): 8,656TEU
In hold: 6,334TEU
Bunkers (m³)
Heavy oil: 7713.1m³
Diesel oil: 1120.5m³
Water ballast (m³): 40,122.2m³
Container ships – water ballast in loaded condition (tonnes): 38,868 6tonnes (homo. 7ton at scant. with dep.)
Daily fuel consumption (tonnes/day)
Main engine only: 161.7g/kW.h + 5% at MCR
Classification society and notations: DNV, +1A1 Container carrier, BIS,BWM(T),Clean, DG(P),E0, HMON(A1,C1,G4,L4,01), NAUT(OC),NAUTICUS (Newbuilding), TMON
Main engine(s)
Design: HYUNDAI-MAN B&W
Model: 9S90ME-C10.2
Manufacturer: HHI-EMD
Type of fuel (eg. HFO or MDO) : HFO, MGO
Output of each engine: 54,900 kW X 84 rpm (Two stroke, Crosshead, Turbocharged)
Propeller(s)
Material: Ni.Al.Bronze
Designer/Manufacturer: HHI-EMD
Fixed/Controllable pitch: Fixed pitch
Diameter: 10m

Speed: 72rpm
Diesel-driven alternators
Number: 5
Engine make/type: Nishishiba Electric
Output/speed of each set: 4,140kW (4sets) at 720 RPM
Boilers
Type: Automatic, forced draft, heavy fuel oil burning, marine boiler
Make: Alfa Laval
Output, each boiler: 7,000kg/h
Other cranes: 1 set(Monorail crane)
Make: Dongnam Marine Crane Co. Ltd.
Type: Electric-Hydraulic
Performance
- Capacity : 12.5 tonnes
- Lifting height: 45m
- Transversing speed: 7m/min
Number: 2 sets (provision crane)
Make: Dongnam Marine Crane.co Ltd.
Type: Electric-Hydraulic
Performance:
- Capacity : four tonnes
- Working Radius : Max. 10.5m~Min.7.75m
Mooring equipment
Number: 16 sets (Upper deck fwd: 8 sets/ Mooring deck aft: 8 sets)
Make: Towimar SA
Special lifesaving equipment (eg MES, free-fall lifeboats)
Number of each and capacity: 2 sets, 35 persons
Make: Hyundai Lifeboats
Type: Davit launched type
Hatch covers MacGregor
Type (upper deck/other decks): Weather Deck Hatch Covers, Lift-Away type
Containers
Lengths: ISO standard container
Heights: ISO standard container
Cell guides: Mixed(random) storage
Total TEU capacity:
On deck: 8,656TEU
In holds: 6,334TEU
Homogeneously loaded to 14tonnes: 14T *8750TEU+28T*603FEU
Tiers/rows (maximum)
On deck: 11/20
In holds: 11/18
Ballast control system
Make: Kongsberg
Water ballast Treatment System
Make: PANASIA
Capacity: 1,000m³/hr
Complement
Officers: 13
Crew: 19
Supernumeraries/Spare: Suez/Repair Crew
Stern appendages/special rudders: Becker twisted rudder with bulb.
Bow thruster(s) x 2 sets
Make: Kawasaki Heavy Ind. Ltd.
Output (each): about 298kN
Bridge control system
Make: Kongsberg
Is bridge fitted for one-man operation? Yes
Fire detection system
Make: Consilium
Type: BS-420M
Fire extinguishing systems
Cargo holds:
Make/Type: NK Co. Ltd/CO₂
Engine room: Make/Type: NK Co. Ltd/CO₂
Cabin:
Make/Type: Portable fire extinguisher
Public spaces:
Make/Type: Portable fire extinguisher
Radars
Make: Kongsberg
Integrated bridge system: Yes
Model: Kongsberg
Waste disposal plant
Incinerator
Make: HMMCO
Model: Sludge oil & solid waste burning type
Sewage plant
Make: IL SEUNG Model: Biological Type
Contract date: 29 August 2013
Launch/float-out date: 1 November 2014
Delivery date: 1 March 2015



CMA CGM G. WASHINGTON: Container vessel

Shipbuilder: **Hyundai Heavy Industries**
Vessel's name: **CMA CGM G. Washington**
Hull No: **2855**
Owner/Operator: **CMA CGM**
Country: **France**
Designer: **Hyundai Heavy Industries**
Country: **Republic of Korea**
Model test establishment used: **Hyundai Maritime Research Institute (HMRI)**
Flag: **UK**
IMO number: **9780847**
Total number of sister ships already completed (excluding ship presented): **4**

The first in a series six container vessels named after US presidents, *CMA CGM G. Washington* was built by Hyundai Heavy Industries to conform specifically with the owner's requirements. In particular, the hull form has been optimised to provide efficient fuel consumption when at the intended operating profile.

At 14,414TEU, the 149,000dwt vessel and its sisters (such as *CMA CGM T. Jefferson*, pictured) have nominally more capacity than the neo-Panamax container ships of previous generations, which typically offered around 13,000TEUs. In September 2017, *CMA CGM Theodore Roosevelt* became the largest vessel to date to traverse the Panama Canal. *CMA CGM G. Washington* is UK registered and built under the auspices of Bureau Veritas.

TECHNICAL PARTICULARS

Length oa: 366m
Length bp: 350m
Breadth moulded: 48.2m
Depth moulded
To main deck: 29.85m
Draught
Scantling: 16m
Design: 14.5m
Gross: 140,830gt
Deadweight
Design:
Scantling: abt. 148,000t
Speed, service: 21.7knots
Bunkers (m³)
Heavy oil: ca. 9,200
Diesel oil: ca. 1,500
Water ballast (m³): ca. 32,900
Classification society and notations: BV
I, +HULL, +MACH, Container ship, ESA, WhiSp2, Unrestricted navigation, ALP, +AUT-UMS, +AUT-PORT, +VeriSTAR-HULL DFL 25 years, CLEANSHIP, CPS(WBT), FORS, GREEN

PASSPORT, INWATERSURVEY, LASHING-WW, LI-HG-S2, MON-SHAFT, SDS.
Main engine
Design: Hyundai-WinGD
Model: 10X92
Manufacturer: Hyundai Heavy Industries
Number: 1
Type of fuel: HFO, ULSFO and MGO
Output of each engine: 50,190 kW (MCR)
Propeller(s)
Designer/Manufacturer: Hyundai Heavy Industries
Number: 1
Fixed/Controllable pitch: Fixed
Diesel-driven alternators
Number: 4 (3 + 1)
Engine make/type: Hyundai, 9H32/40 and 6H32/40
Type of fuel: HFO or ULSFO or MGO
Output/speed of each set: 4,500kW x 720rpm / 3,000kW x 720rpm
Alternator make/type: Hyundai
Output/speed of each set: 4,320kW x 720rpm / 2,880kW x 720rpm
Boiler
Number: 1
Type: Automatic, forced draft, marine
Make: Kangrim
Output: 4,500kg/h
Cargo cranes/cargo gear: Hose-handling crane / Provision crane
Number: 2
Make: DMC
Type: Electro-hydraulic
Performance: 4t SWL
Other cranes
Number: 1
Make: Oriental Precision
Type: Electric motor-driven
Tasks: Monorail hoist
Performance: 12.5t SWL
Mooring equipment
Number: 2 windlass, 10 mooring winch
Make: NOV-BLM
Type: Electric
Special lifesaving equipment
Number of each and capacity: 2, 35 persons each
Make: Hatecke
Type: Conventional
Hatch covers
Design: SMS

Manufacturer: Marintech
Type (upper deck/other decks): Pontoon, non-sequential operation type
Containers
Total TEU capacity: 14,414
On deck: 8,420
In holds: 5,994
Reefer plugs: 1,400TEU
Tiers/rows (maximum)
On deck: 11 / 19
In holds: 11 / 17
Ballast control system
Make: Kongsberg
Type: K-Chief 600 (PC type)
Water ballast treatment system
Make: BIO-UV
Capacity: 2,000m³/hr
Complement
Officers: 19
Crew: 16
Suez/Repair Crew: ... 1 cabin for 6 Suez crew and 1 cabin for Suez electrician
Bow thrusters:
Make: Kawasaki
Number: 2
Output: 2,500kW each
Bridge control system
Make: Kongsberg
Type: Auto Chief 600
Is bridge fitted for one-man operation? ...Yes
Fire detection system
Make: Consilium
Type: Salwico Cargo (Addressable type)
Fire extinguishing systems
Cargo holds:
Make/Type: NK / CO₂
Engine room:
Make/Type: NK / CO₂
Radars
Number: 3 (one for S-band and two for X-band)
Make: Sperry
Models: Visionmaster FT
Integrated bridge system: Yes
Make: Sperry
Model: Visionmaster FT ECDIS
Waste disposal plant
Sewage plant
Make: Il Seung (Biological type)
Model: ISB-11
Contract date: 29 May 2015
Launch/float-out date: 7 October 2016
Delivery date: 20 April 2017



HMM PROMISE: Container ship

Shipbuilder: **HHIC-Phil Inc.**
Vessel's name: **HMM Promise**
Hull No: **NCP0117**
Owner/Operator: **Hyundai Merchant Marine Co.,Ltd**
Country: **Republic of Korea**
Designer: **HHIC-Phil Korea / HHIC-Tech Inc**
Country: **Republic of Korea / Republic of the Philippines**
Model test establishment used: **KRISO**
Flag: **Marshall Islands**
IMO number: **9742168**
Total number of sister ships already completed (excluding ship presented): **1**
Total number of sister ships still on order: **nil**

Initially ordered by Greek interests in 2014 from HHIC-Philippines, *HMM Promise* and *HMM Blessing* have been built to a standard HHIC 11,000teu design and has earlier sisters operated by Greek and other interests.

HMM Promise was originally floated out in 2016 and tentatively named *Caravaggio* while its sister was initially named *Monet*. The two ships were sold to Hyundai Merchant Marine (HMM), South Korea's largest ocean carrier, in August 2017 in a deal that was said to be worth around \$162M for the pair. HMM said at the time that the price for the vessels was 10% lower than the then current market price. *HMM Promise* also represents the first large container ship delivered to HMM after its ownership was shifted into the hands of state-run Korea Development Bank in August 2016.

Ordinarily that start in life would not qualify the vessel for inclusion in this publication but before putting the vessels into service HMM had decided that its strategy for meeting the 2020 sulphur cap of 0.5% would involve installing scrubbers. Consequently, the two vessels were sent for a scrubber to be fitted immediately.

That on *HMM Promise* was completed first, allowing the ship to become the first container ship of 11,000teu to be fitted with an exhaust gas cleaning system. There are in fact two scrubbers fitted to each ship, both are Wärtsilä open-loop types; a 34MW unit is fitted for the main engine and a smaller 15MW version to cater for the auxiliaries and boiler.

As with other ships of the type built by HHIC, *HMM Promise* is fitted with a single MAN B&W 8G95ME C9.5 main engine rated at 42,310kW at 77rpm. The drive is to a 9.7m propeller to give a service speed of 22knots at 80% MCR. The auxiliaries are a quartet of HiMSEN H32/40 engines of which two are 9-cylinder versions and the other two 8-cylinder models.

With hull dimensions of 330m length and 46.2m beam and a draught of 16m, the ship can enjoy

worldwide trading using the new Panama Canal locks. *HMM Promise* was put into service in July 2018 serving the Asia/East Coast of South America trade while its sister will be employed on the Asia West Coast South America route.

Nominal cargo capacity of the vessels is 11,167teu with 4,587 under deck and 6,580 on deck. At 14tonnes homogenous, the maximum capacity would be 8,300teu. *HMM Promise* has a fairly high reefer capacity with 1,453 plugs capable of accepting standard 40' reefer boxes.

TECHNICAL PARTICULARS

Length oa: 330m
Length bp: 316.4m
Breadth moulded: 48.2m
Depth moulded
To main deck: 27.2m
To upper deck: 27.2m
Width of double skin
Side: 2.37m
Bottom: 2.2m
Draught
Scantling: 16.0m
Design: 13.0m

Gross: 114,000gt
Deadweight
Design: 94,800dwt
Scantling: 134,869dwt
Speed: 22knots
Bunkers
Heavy oil: 7,600m³
Marine gas oil: 640m³
Water ballast: 30,800m³
Water ballast in loaded condition: 8,050t at 14t/TEU loaded in summer draught

Daily fuel consumption
Main engine only: 163.99t/day
Auxiliaries: 19.65t/day (9Cyl.) / 17.47t/day (8Cyl.)
Classification society and notations: Korean Register
KRS1 CONTAINER SHIP LS(CL)
SeaTrust(DSA2, FSA3) CLEAN2 IWS ERS CDG
IHM LG LI UMA3 BWT STCM DPS(1)
Heel control equipment: Anti heeling system
Roll-stabilisation equipment: Bilge keel Main engines
Design: MAN Diesel Turbo
Model: 8G95ME C9.5
Manufacturer: Hyundai Heavy Ind.
Number: 1
Type of fuel: HFO or MGO
Output of each engine: 42,310kW at 76.9rpm

Propellers
Material: Ni-Al-Bronze
Designer/Manufacturer: HHIC-Phil Korea / HHI
Number: 1
Fixed/controllable pitch: Fixed
Diameter: 9,700mm
Speed: 76.9rpm

Diesel-driven alternators
Number: 4
Engine make/type: Hyundai HiMSEN 9H32/40 (2) / 8H32/40 (2)
Type of fuel: HFO or MGO
Output/speed of each set: 4,500kW / 4,000kW at 720rpm
Alternator make/type: Nishishiba / NTAKL / 89/90A1A
Output/speed of each set: 4,320kW 720rpm x 2 / 3,840kW 720rpm x 2

Exhaust-gas scrubbing equipment
Manufacturer: Wärtsilä Venturi(V-SOX)
Type: Open loop
On main engines?: 34MW(Scrubber unit for ME-EGC1)
On auxiliary engines?: 15MW (Scrubber unit for GE&Boiler-EGC2)

Boilers
Number: 2
Type: Vertical smoke tube
Make: Kangrim
Output, each boiler: EGB 2,500kg/h / Aux. boiler 3,500kg/h

Mooring equipment
Number: 9
Make: Flutek
Type: Electric motor driven

Special lifesaving equipment
Number of each and capacity: 2 x 30
Make: DSB Eng.
Type: Hinged gravity type

Hatch covers
Design: MacGregor
Manufacturer: HHIC-Phil Inc.
Type: Lift-away Containers

Lengths: 20ft, 40ft, 45ft
Heights: 20ft & 40ft, 45ft
Cell guides: Fixed (150 x 150 x 15mm angles)

Total TEU capacity: 11,167
On deck: 6,580
In holds: 4,587
Homogeneously loaded to 14t: 8,300TEU
Reefer plugs: 1,453FEU [948FEU on deck + 452FEU in hold + 53FEU socket only]

Tiers/rows (maximum)
On deck: 10/19
In holds: 10/17

Ballast control system
Make: Emerson
Type: Electro-hydraulic
Water Ballast Treatment System
Make: Erma First
Capacity: 1,000m³/h

Complement
Officers: 13
Crew: 15
Stern appendages: Rudder bulb
Bow thrusters

Make: Kawasaki
Number: 1
Output (each): 3,000kW

Bridge control system
Make: Hyundai Electric
Type: Integrated bridge console
One-man operation: No

Fire detection system
Make: Consilium
Type: Salwico Cargo

Fire extinguishing systems
Cargo holds: CO₂
Make/Type: NK / Fixed high pressure
Engine room: CO₂
Make/Type: NK / Fixed high pressure

Contract date: 27 March 2014
Launch/float-out date: 5 October 2016
Delivery date: 23 June 2018



CMA CGM ARGENTINA: Container ship

Shipbuilder:Hyundai Samho Heavy Industries Co., Ltd.
Vessel's name: **CMA CGM Argentina**
Hull No: **S985**
Owner/Operator: **Eastern Pacific Shipping / CMA CGM**
Country: **Singapore**
Designer: .. **Hyundai Samho Heavy Industries**
Country: **Republic of Korea**
Model test establishment used: **Hyundai Maritime Research Institute**
Flag: **Malta**
IMO Number: **9839909**
Total number of sister ships already completed (excluding ship presented): **3 off**
Total number of sister ships still on order: .. **2 off**

As its name suggests, *CMA CGM Argentina* is operated on services run by the France-based container liner major. However, the ship delivered in July by Hyundai Samho was ordered and is managed by Singapore-based Eastern Pacific Shipping, a relative newcomer to container ship operation. The vessel is one of five sister ships ordered in 2017, although that number has since been increased. Many of the ships have been committed to service with CMA CGM.

CMA CGM Argentina is a 15,072TEU NeoPanamax container ship of 365.98m length and 51m beam, optimised for use with refrigerated cargoes by way of slots for 1,000FEU reefer boxes. Container distribution fully loaded is 8,778TEU on deck and 6,294TEU under deck when homogeneously loaded to 14tonnes.

The NeoPanamax is a size for container ships which is becoming increasingly popular over most of the major operators and some analysts believe it may eventually become the mainstay of the global container fleet. This is because they are easier to fill than the ultra large container ships that attract the most headlines, as well as their flexibility and greater range of ports.

The first five vessels ordered by Eastern Pacific are powered by MAN B&W 11G90ME-C10.5 main engines running on HSFO as the ships are fitted with a Wärtsilä scrubber system. The 46,360kW main engine drives a 10m diameter fixed pitch propeller at 76rpm to give a service speed of 22knots. Efficiency of the propulsion system is enhanced by a pre-swirl duct, fin and a full spade rudder with bulb.

NOx compliance is achieved by way of an exhaust gas recirculation system and SCR. Six vessels ordered later and due for delivery from 2021 onwards are to be fitted with dual-fuel variants of the main engines. In late December 2019, it was reported that a further 11 dual-fuel engined sisters were ordered.

TECHNICAL PARTICULARS

Length oa: 365.98m
Length bp: 350m
Breadth moulded: 51m
Depth moulded
to main deck: 29.85m
to upper deck: 29.85m
Width of double skin
side: 2.5m
bottom: 2.3m
Draught
scantling: 16m
design: 14.5m
Gross: 149,314gt
Displacement: 199,983t (at Scant.)
Lightweight: 42,907t
Deadweight
Design: 133,607t
scantling: 157,076t
Block co-efficient: 0.6818 (At Scant.)
Speed, service: 22knots at design draught at NCR with 15% S.M.
Bunkers (m³)
Heavy oil: 8,087.5
Diesel oil: 1,442.6
Water ballast (m³): 41,810.4
Daily fuel consumption (tonnes/day)
Main engine only: 163.6g/kWh + 5% at NCR
Classification society and notations: LR, +100A1, containership(SDA,FDA,FDASPR,WDA2,CM,ACS(B)),*IWS,LI,BoxMax(V,W,L),+LMC,UMS, BWTS, with descriptive notes ShipRight(BWMP(T), IHM, SCM), CSA, GR(A)
% high-tensile steel used in construction: ..68.84 %
Main engine(s)
Design: Hyundai-Man B&W
Model: 11G90ME-C10.5-EGRTC
Manufacturer: HHI-EMD
Number: 1 off
Type of fuel : HFO/MDO
Output of each engine: . 46,360kW x 75.7rpm (two stroke, crosshead, turbocharged)
Propeller(s)
Material: Ni-Al-Bronze
Designer/Manufacturer: HHI-EMD
Number: 1 off
Fixed/Controllable pitch: Fixed
Diameter: 10m
Diesel-driven alternators
Number: 5 sets
Engine make/type: 8H32/40, 7H32/40
Type of fuel : HFO
Output/speed of each set: Abt. 4,000kW @ 720rpm, Abt. 3,500kW@ 720rpm
Alternator make/type: HHI-EES/Marine Design IP54 Enclosure Brushless

Output/speed of each set: Abt. 3,840kW @ 720rpm, Abt. 3,360kW@ 720rpm
Exhaust-gas scrubbing equipment
Manufacturer: Wärtsilä Moss AS
Type: ..Open-loop EGC system Q-50x5SMW
On main engines?: Yes
On auxiliary engines?: Yes
Boilers
Number: 1 off
Type: ..Automatic, forced draught, heavy fuel oil burning, marine boiler
Make: Kangrim
Output, each boiler: 5,000kg/h x 1set
Other cranes
Number: 1 off
Make:Oriental Precision & Engineering Co., Ltd.
Type: Electric motor driven system
Tasks: Monorail crane
Performance: 12.5t x 7.0m/min
Other cranes
Number: 2 set
Make: Dongnam Marine Crane Co., Ltd.
Type: Electric Motor Driven System
Tasks: Provision Crane
Performance: 3.0t x 10.0m/min
Mooring equipment
Number: 12 sets
Make: TTS Marine GMBH
Type:Electric
Hatch covers
Design: Non-tight, Pontoon non-sequential operation type
Manufacturer:SMS-SME
Type: Upper Deck
Containers
Lengths: 40ft container of 40'(L) x 8'(W) x 9'6"(H) ISO container
Heights: 40ft container of 40'(L) x 8'(W) x 9'6"(H) ISO container
Cell guides: 40ft container of 40'(L) x 8'(W) x 9'6"(H) ISO container
Total TEU capacity: 15,072TEU
On deck: 8,778TEU
In holds: 6,294TEU
Homogeneously loaded to 14t: Yes
Reefer plugs: 1,500 FEU reefer container socket on deck/hatch covers
Tiers/rows (maximum)
On deck: 11 Tiers/22 rows
In holds: 11 Tiers/21 rows
Ballast control system
Make: Emerson Process
Type: Hyd. operated and remotely controlled
Water ballast Treatment System
Make: Hyundai Heavy Industries
Capacity: Filter + electrolysis unit (2,000m³/h)
Complement
Officers: 11 persons
Crew: 20 persons
Bow thruster(s)
Make: KTE Co., Ltd.
Number: 1 off
Output (each): 3,000kW
Bridge control system
Make: HHI-EES
Fire detection system
Make: Autronica
Type: Analogue addressable optical smoke detector
Fire extinguishing systems
Cargo holds: ...High pressure CO₂, sea water
Make/Type:FAIN Co., Ltd.
Engine room: Water mist
Make/Type: NK Co., Ltd.
Radars
Number: 2 sets
Make: JRC
Model(s) : S-Band (JMR-9282-S), X-Band (JMR-922S-6X)
Waste disposal plant
Incinerator
Make: Hyundai Marine Machinery Co., Ltd.
Model: MAXI 1500SL WS
Sewage plant
Make: Jonghap Machinery
Model: Biological type
Contract date: 28 September 2017
Launch/float-out date: 22 March 2019
Delivery date: 1 July 2019



MSC JOSSELINE: Container ship

Shipbuilder: **Hyundai Heavy industries**
Vessel's name: **MSC JosseLINE**
Hull No: **3024**
Owner/Operator: **Zodiac Maritime / MSC**
Country: **United Kingdom**
Designer: **Hyundai Heavy Industries**
Country: **Republic of Korea**
Model test establishment used: **Hyundai Maritime Research Institute**
Flag: **Liberia**
IMO number: **9842061**
Total number of sister ships already completed (excluding ship presented): **4**
Total number of sister ships still on order: **nil**

Delivered as the first of five Neo-Panamax box ships in May, *MSC JosseLINE* was built by Hyundai Heavy and is owned by Zodiac Maritime. As the name suggests, the vessel is operated as part of the MSC container ship fleet.

The four sister vessels – *MSC Jewel*, *MSC Faith*, *MSC Aliya* and *MSC Kanoko*, were all delivered and in service with MSC by the end of November. At the time they were ordered in April 2018, all five vessels were reported as being owned by Zodiac but only *MSC JosseLINE* and *MSC Jewel* are included in the company's fleet list of owned vessels.

MSC JosseLINE's dimensions were built for the new Panama Canal locks and are 366m loa and 48.2m beam with a draught of 16m. Nominal cargo capacity is 14,336TEU, of which 6,078 are in the holds and 8,258 on deck. At a homogenous weight of 14tonnes, capacity is 9,500TEU. A maximum tier height of 11 boxes is listed for both under and on deck and there is a maximum number of rows at 19 under deck and 17 on deck. There is capacity for 1,000TEU of refrigerated cargo.

The ship's propulsion system features a WinGD 10X92 main engine producing 46,422kW at 76rpm driving a single 10m diameter fixed pitch propeller. The engine has a low pressure SCR system serving main and auxiliaries in order to meet Nox Tier III levels. Although MSC has been an enthusiastic supporter of scrubber technology, this ship is not equipped with one, but it has been built as LNG ready with a possible conversion of the main engine to dual-fuel configuration later.

Energy saving devices including a rudder bulb and Becker Twisted fin are included. A USCG Alfa Laval ballast treatment system is also fitted.

TECHNICAL PARTICULARS

Length oa: Max.366.00m
Length bp: 347.00m
Breadth moulded: 48.20m
Depth moulded
to main deck: 29.85m
Draught
scantling: 16.0m

design: 14.5m
Gross: 140,976t
Displacement: 190,897t
Deadweight
scantling: 150,893t
Speed, service (- %MCR output): 22.00knots
Cargo capacity (m³)
Bale: abt.14,330TEU
Refrigerated cargo: 1,000TEU
Bunkers (m³)
Heavy oil: abt. 7,400m³
Diesel oil: abt. 1,300m³
Water ballast (m³): abt. 37,000m³
Classification society and notations: LR:
+100A1, Container Ship, ShipRight(SDA, FDA plus(25, WW),WDA2, CM, FDA SPR, ACS(B)), *IWS, LI, +LMC, UMS,ShipRight(BWMP(T), IHM, SCM), BoxMax(V, W), GR(A),CCSA, EDD(7.5 years), NAV1, BWTS

Main engine(s)
Model: WinGD 10X92 – B
Manufacturer: Hyundai - WinGD
Number: 1
Type of fuel: HFO / ULSFO or MGO
Output of each engine: . 46,422kW x 75.7rpm
Propeller(s)
Material: Ni-Al-Bronze
Designer/Manufacturer: Hyundai
Number: 1
Fixed/Controllable pitch: Fixed
Diameter: 10.0m
Diesel-driven alternators
Number: 4
Engine make/type: . Hyundai HiMSEN 7H32/40
Type of fuel: HFO / ULSFO or MGO
Output/speed of each set: 3,354kW x 720rpm
Alternator make/type: Hyundai HiMSEN 7H32/40
Output/speed of each set: ... 3,220kW x 720rpm
Boilers
Number: 1
Type: Automatic, forced draught
Make: Kangrim Insulation Co., Ltd.
Output, each boiler: 8,000kg/h

Other cranes
Number: 2
Make: Oriental Precision Co., Ltd.
Type: Electro-hydraulic type
Tasks: Provision handling crane
Performance: 4t SWL
Mooring equipment
Number: 2 windlass, 9 mooring winch
Make: Mirae Industry Co., Ltd.
Type: Electro-hydraulic type
Special lifesaving equipment
Number of each and capacity: 2x 28 persons each
Make: HLB (Hyundai Lifeboat)
Type: Conventional

Hatch covers
Design: 20ft(90t), 40ft(180t), 20/40ft(230t)
Manufacturer: SMS-SME Marine Systeme
Type (upper deck/other decks): Pontoon, non-sequential operation
Containers
Lengths(mm): 6,058(20ft) / 12,192 (40ft) / 13,716(45ft)
Heights(mm): 2,591(20ft) / 2,591 or 2,896(40ft) / 2,896(45ft)
Total TEU capacity:
On deck: abt. 8,200
In holds: abt. 6,100
Homogeneously loaded to 14t: abt. 9,500
Tiers/rows (maximum)
On deck: 11/19
In holds: 11/17
Ballast control system
Make: Shin Shin Machinery Co., Ltd.
Type: Hydraulic
Water ballast Treatment System
Make: Alfa Laval
Capacity: 1,000m³ / 2 sets
Complement
Officers: 11
Crew: 17
Bow thruster(s)
Make: KTE – Nakashima Co., Ltd.
Number: 2
Output (each): 1,800kW
Bridge control system
Make: Kongsberg
Type: AutoChief-600
Is bridge fitted for one-man operation? Yes
Fire detection system
Make: Consilium-Ilijn
Type: Addressable
Fire extinguishing systems
Cargo holds: H.P. CO₂
Make/Type: NK
Engine room: H.P. CO₂
Make/Type: NK
Radars
Number: ... 2 (1 for S-band and 1 for X-band)
Make: Furuno Electric
Model(s): FAR-2338SNXT for S-band / FAR-2328 for X-band
Integrated bridge system: Yes
If yes, make: Furuno
Model: FMD-3300
Efficiency
Attained EEDI value: 6.73
Required EEDI value: 8.76
Installed Fuel Meters: F.O: positive displacement type / Gas: the maker's standard
Other installed monitoring tools:
M/E Shaft Power Meter:
- M/E shaft power, torque and revolution
Loading Computer:
- Trim/draught monitoring
- Dead weight calculation
- Intact stability calculation
- Shear force and bending moment calculation
- Damage stability calculation
- Optimum trim calculation
- Dynamic/static damage stability calculation
- Propulsion immersion calculation
Integrated Automation System:
- Data display (trend, log and mimic)
- Alarm display (pressure, temperature, level and others)
- Self check function
- Alarm extension
- Remote control for E/R machinery
- Remote control for cargo system
Energy Saving Technologies: .. Hi-Fin, Hi-rudder with bulb, dual fuel (fuel oil and gas)
Performance Monitoring Regime:
Hyundai-ISS (Integrated Smart Ship Solution):
- Voyage monitoring
- Route optimization (weather routing)
- Trim optimization
- Fuel/energy flow monitoring
- Analysis (speed performance / weather
- Effect / hull fouling status)
- Report (Noon / departure / arrival / voyage / MRV / IMO SEEM)
Contract date: 20 October 2017
Launch/float-out date: 8 March 2019
Delivery date: 1 June 2019

ANEXO II: RESULTADOS ESTIMACIÓN DE POTENCIA

Resistance

29 nov 2020 01:08
HydroComp NavCad 2018

Project ID **Portacontenedores**
Description
File name **portacontenedores.hcnc**

Analysis parameters

Vessel drag		ITTC-78 (CT)	Added drag	
Technique:	[Calc]	Prediction	Appendage:	[Calc] Percentage
Prediction:		Holtrop	Wind:	[Calc] Taylor
Reference ship:			Seas:	[Off]
Model LWL:			Shallow/channel:	[Off]
Expansion:		Standard	Towed:	[Off]
Friction line:		ITTC-57	Margin:	[Calc] Hull drag only [15%]
Hull form factor:	[On]	1,290	Water properties	
Speed corr:	[On]		Water type:	Salt
Spray drag corr:	[Off]		Density:	1026,00 kg/m3
Corr allowance:		ITTC-78 (v2008)	Viscosity:	1,18920e-6 m2/s
Roughness [mm]:	[On]	0,15		

Prediction method check [Holtrop]

Parameters	FN [design]	CP	LWL/BWL	BWL/T	Lambda
Value	0,17	0,79	6,57	3,80	0,95
Range	0,06-0,31	0,55-0,85	3,90-14,90	2,10-4,00	0,01-1,07

Prediction results

SPEED [kt]	SPEED COEFS		ITTC-78 COEFS						
	FN	FV	RN	CF	[CV/CF]	CR	dCF	CA	CT
14,00	0,118	0,287	2,31e9	0,001383	1,289	0,000037	0,000000	0,000177	0,001997
15,00	0,126	0,307	2,47e9	0,001372	1,289	0,000051	0,000000	0,000166	0,001985
16,50	0,139	0,338	2,72e9	0,001357	1,288	0,000085	0,000000	0,000152	0,001985
17,00	0,143	0,348	2,80e9	0,001352	1,288	0,000102	0,000000	0,000147	0,001990
18,00	0,152	0,369	2,97e9	0,001343	1,287	0,000143	0,000000	0,000138	0,002009
18,50	0,156	0,379	3,05e9	0,001339	1,286	0,000167	0,000000	0,000134	0,002023
19,00	0,160	0,389	3,13e9	0,001335	1,286	0,000195	0,000000	0,000129	0,002041
19,50	0,164	0,400	3,21e9	0,001331	1,285	0,000226	0,000000	0,000125	0,002062
+ 20,00 +	0,168	0,410	3,30e9	0,001327	1,285	0,000261	0,000000	0,000121	0,002087
21,00	0,177	0,430	3,46e9	0,001320	1,283	0,000344	0,000000	0,000113	0,002150
RESISTANCE									
SPEED [kt]	RBARE [kN]	RAPP [kN]	RWIND [kN]	RSEAS [kN]	RCHAN [kN]	RTOWED [kN]	RMARGIN [kN]	RTOTAL [kN]	
14,00	1488,49	74,42	64,15	0,00	0,00	0,00	223,27	1850,33	
15,00	1698,66	84,93	73,64	0,00	0,00	0,00	254,80	2112,03	
16,50	2054,51	102,73	89,10	0,00	0,00	0,00	308,18	2554,51	
17,00	2186,48	109,32	94,58	0,00	0,00	0,00	327,97	2718,36	
18,00	2475,25	123,76	106,04	0,00	0,00	0,00	371,29	3076,34	
18,50	2632,85	131,64	112,01	0,00	0,00	0,00	394,93	3271,43	
19,00	2801,18	140,06	118,15	0,00	0,00	0,00	420,18	3479,56	
19,50	2981,40	149,07	124,45	0,00	0,00	0,00	447,21	3702,12	
+ 20,00 +	3174,66	158,73	130,91	0,00	0,00	0,00	476,20	3940,50	
21,00	3605,21	180,26	144,33	0,00	0,00	0,00	540,78	4470,58	
EFFECTIVE POWER									
SPEED [kt]	PEBARE [kW]	PETOTAL [kW]	CTLR	CTLT	RBARE/W				
14,00	10720,4	13326,5	0,00075	0,04009	0,00056				
15,00	13108,0	16297,8	0,00102	0,03986	0,00064				
16,50	17439,3	21683,5	0,00171	0,03984	0,00077				
17,00	19122,0	23773,6	0,00204	0,03994	0,00082				
18,00	22920,8	28486,9	0,00286	0,04033	0,00093				
18,50	25057,4	31134,9	0,00335	0,04061	0,00098				
19,00	27380,0	34010,8	0,00391	0,04096	0,00105				
19,50	29908,4	37138,4	0,00454	0,04139	0,00112				
+ 20,00 +	32663,7	40543,4	0,00525	0,04190	0,00119				
21,00	38948,3	48297,2	0,00690	0,04316	0,00135				

Resistance

29 nov 2020 01:08

HydroComp NavCad 2018

Project ID **Portacontenedores**

Description

File name **portacontenedores.hcnc**

Hull data

General		Planing	
Configuration:	Monohull	Proj chine length:	0,000 m
Chine type:	Round/multiple	Proj bottom area:	0,000 m2
Length on WL:	380,880 m	LCG fwd TR:	<i>[XCG/LP 0,000]</i> 0,000 m
Max beam on WL:	<i>[LWL/BWL 6,570]</i> 57,970 m	VCG below WL:	0,000 m
Max molded draft:	<i>[BWL/T 3,801]</i> 15,250 m	Aft station (fwd TR):	0,000 m
Displacement:	<i>[CB 0,789]</i> 272608,00 t	Deadrise:	0,00 deg
Wetted surface:	<i>[CS 2,784]</i> 28007,600 m2	Chine beam:	0,000 m
ITTC-78 (CT)		Chine ht below WL:	0,000 m
LCB fwd TR:	<i>[XCB/LWL 0,500]</i> 190,440 m	Fwd station (fwd TR):	0,000 m
LCF fwd TR:	<i>[XCF/LWL 0,500]</i> 190,440 m	Deadrise:	0,00 deg
Max section area:	<i>[CX 0,996]</i> 880,860 m2	Chine beam:	0,000 m
Waterplane area:	<i>[CWP 0,867]</i> 19143,000 m2	Chine ht below WL:	0,000 m
Bulb section area:	77,760 m2	Propulsor type:	Propeller
Bulb ctr below WL:	8,000 m	Max prop diameter:	0,0 mm
Bulb nose fwd TR:	388,790 m	Shaft angle to WL:	0,00 deg
Imm transom area:	<i>[ATR/AX 0,000]</i> 0,000 m2	Position fwd TR:	0,000 m
Transom beam WL:	<i>[BTR/BWL 0,000]</i> 0,000 m	Position below WL:	0,000 m
Transom immersion:	<i>[TTR/T 0,000]</i> 0,000 m	Transom lift device:	Flap
Half entrance angle:	37,13 deg	Device count:	0
Bow shape factor:	<i>[AVG flow]</i> 0,0	Span:	0,000 m
Stern shape factor:	<i>[WL flow]</i> 1,0	Chord length:	0,000 m
		Deflection angle:	0,00 deg
		Tow point fwd TR:	0,000 m
		Tow point below WL:	0,000 m

Report ID20201129-0108

HydroComp NavCad 2018 18.04.0073.0539.U1002

Resistance

29 nov 2020 01:08
HydroComp NavCad 2018

Project ID **Portacontenedores**
Description
File name **portacontenedores.hcnc**

Appendage data

General		Skeg/Keel	
Definition:	Percentage	Count:	0
Percent of hull drag:	5,00 %	Type:	Skeg
Planing influence		Mean length:	0,000 m
LCE fwd TR:	0,000 m	Mean width:	0,000 m
VCE below WL:	0,000 m	Height aft:	0,000 m
Shafting		Height mid:	0,000 m
Count:	1	Height fwd:	0,000 m
Max prop diameter:	0,0 mm	Projected area:	0,000 m2
Shaft angle to WL:	0,00 deg	Wetted surface:	0,000 m2
Exposed shaft length:	0,000 m	Stabilizer	
Shaft diameter:	0,000 m	Count:	0
Wetted surface:	0,000 m2	Root chord:	0,000 m
Strut bossing length:	0,000 m	Tip chord:	0,000 m
Bossing diameter:	0,000 m	Span:	0,000 m
Wetted surface:	0,000 m2	T/C ratio:	0,000
Hull bossing length:	0,000 m	LE sweep:	0,00 deg
Bossing diameter:	0,000 m	Wetted surface:	0,000 m2
Wetted surface:	0,000 m2	Projected area:	0,000 m2
Strut (per shaft line)		Dynamic multiplier:	1,00
Count:	0	Bilge keel	
Root chord:	0,000 m	Count:	0
Tip chord:	0,000 mm	Mean length:	0,000 m
Span:	0,000 m	Mean base width:	0,000 m
T/C ratio:	0,000	Mean projection:	0,000 m
Projected area:	0,000 m2	Wetted surface:	0,000 m2
Wetted surface:	0,000 m2	Tunnel thruster	
Exposed palm depth:	0,000 m	Count:	0
Exposed palm width:	0,000 m	Diameter:	0,000 m
Rudder		Sonar dome	
Count:	0	Count:	0
Rudder location:	Behind propeller	Wetted surface:	0,000 m2
Type:	Balanced foil	Miscellaneous	
Root chord:	0,000 m	Count:	0
Tip chord:	0,000 m	Drag area:	0,000 m2
Span:	0,000 m	Drag coef:	0,00
T/C ratio:	0,000		
LE sweep:	0,00 deg		
Projected area:	0,000 m2		
Wetted surface:	0,000 m2		

Environment data

Wind		Seas	
Wind speed:	0,00 kt	Significant wave ht:	0,060 m
Angle off bow:	0,00 deg	Modal wave period:	0,0 sec
Gradient correction:	Off	Shallow/channel	
Exposed hull		Water depth:	0,000 m
Transverse area:	1613,050 m2	Type:	Shallow water
VCE above WL:	23,420 m	Channel width:	0,000 m
Profile area:	8123,896 m2	Channel side slope:	0,00 deg
Superstructure		Hull girth:	0,000 m
Superstructure shape:	Container ship		
Transverse area:	1075,367 m2		
VCE above WL:	42,380 m		
Profile area:	8123,896 m2		

Resistance

29 nov 2020 01:08

HydroComp NavCad 2018

Project ID **Portacontenedores**

Description

File name **portacontenedores.hcnc**

Symbols and values

SPEED = Vessel speed
FN = Froude number [LWL]
FV = Froude number [VOL]
RN = Reynolds number [LWL]
CF = Frictional resistance coefficient
CV/CF = Viscous/frictional resistance coefficient ratio [dynamic form factor]
CR = Residuary resistance coefficient
dCF = Added frictional resistance coefficient for roughness
CA = Correlation allowance [dynamic]
CT = Total bare-hull resistance coefficient
RBARE = Bare-hull resistance
RAPP = Additional appendage resistance
RWIND = Additional wind resistance
RSEAS = Additional sea-state resistance
RCHAN = Additional shallow/channel resistance
RTOWED = Additional towed object resistance
RMARGIN = Resistance margin
RTOTAL = Total vessel resistance
PEBARE = Bare-hull effective power
PETOTAL = Total effective power
CTLR = Telfer residuary resistance coefficient
CTLT = Telfer total bare-hull resistance coefficient
RBARE/W = Bare-hull resistance to weight ratio
+ = Design speed indicator
* = Exceeds parameter limit

Propulsion

29 nov 2020 01:32

HydroComp NavCad 2018

Project ID **Portacontenedores**

Description

File name **portacontenedores.hcnc**

Analysis parameters

Hull-propulsor interaction		System analysis	
Technique:	[Calc] Prediction	Cavitation criteria:	Keller eqn
Prediction:	Holtrop	Analysis type:	Free run
Reference ship:		CPP method:	
Max prop diam:	9888,0 mm	Engine RPM:	
Corrections		Mass multiplier:	
Viscous scale corr:	[Off]	RPM constraint:	
Rudder location:		Limit [RPM/s]:	
Friction line:		Water properties	
Hull form factor:		Water type:	Salt
Corr allowance:		Density:	1026,00 kg/m3
Roughness [mm]:		Viscosity:	1,18920e-6 m2/s
Ducted prop corr:	[Off]		
Tunnel stern corr:	[Off]		

Prediction method check [Holtrop]

Parameters	FN [design]	CP	LWL/BWL	BWL/T
Value	0,17	0,79	6,57	3,80
Range	0,06-0,80	0,55-0,85	3,90-14,90	2,10-4,00

Prediction results [System]

SPEED [kt]	HULL-PROPULSOR				ENGINE			FUEL PER ENGINE	
	PETOTAL [kW]	WFT	THD	EFFR	RPMENG [RPM]	PBENG [kW]	LOADENG [% rated]	VOLRATE [L/h]	MASSRATE [t/h]
14,00	13326,5	0,5305	0,2140	1,0014	59	20225,4	0,0	---	---
15,00	16297,8	0,5295	0,2140	1,0014	63	24703,1	0,0	---	---
16,50	21683,5	0,5282	0,2140	1,0014	70	32891,2	0,0	---	---
17,00	23773,6	0,5278	0,2140	1,0014	72	36102,0	0,0	---	---
18,00	28486,9	0,5270	0,2140	1,0014	77	43421,2	0,0	---	---
18,50	31134,9	0,5266	0,2140	1,0014	79	47578,0	0,0	---	---
19,00	34010,8	0,5263	0,2140	1,0014	81	52133,8	0,0	---	---
19,50	37138,4	0,5259	0,2140	1,0014	84	57138,0	0,0	---	---
+ 20,00 +	40543,4	0,5256	0,2140	1,0014	86	62643,4	0,0	---	---
21,00	48297,2	0,5249	0,2140	1,0014	92	75397,8	0,0	---	---
SPEED [kt]	EFFICIENCY			THRUST					
	EFFO	EFFOA	MERIT	THRPROP [kN]	DELTHR [kN]				
14,00	0,4052	0,6589	0,65506	2354,20	1850,33				
15,00	0,4066	0,6597	0,65404	2687,16	2112,03				
16,50	0,4074	0,6592	0,65341	3250,13	2554,50				
17,00	0,4073	0,6585	0,65348	3458,61	2718,36				
18,00	0,4065	0,6561	0,65411	3914,06	3076,34				
18,50	0,4058	0,6544	0,65464	4162,28	3271,43				
19,00	0,4048	0,6524	0,65534	4427,09	3479,56				
19,50	0,4036	0,6500	0,65623	4710,25	3702,12				
+ 20,00 +	0,4022	0,6472	0,65729	5013,54	3940,50				
21,00	0,3986	0,6406	0,65992	5687,98	4470,58				
SPEED [kt]	POWER DELIVERY								TRANSP
	RPMPROP [RPM]	QPROP [kN·m]	QENG [kN·m]	PDPROP [kW]	PSPROP [kW]	PSTOTAL [kW]	PBTOTAL [kW]		
14,00	59	3162,05	3162,05	19618,7	20225,4	20225,4	20225,4	952,0	
15,00	63	3610,69	3610,69	23962,0	24703,1	24703,1	24703,1	835,1	
16,50	70	4368,21	4368,21	31904,4	32891,2	32891,2	32891,2	689,9	
17,00	72	4648,27	4648,27	35018,9	36102,0	36102,0	36102,0	647,6	
18,00	77	5259,11	5259,11	42118,6	43421,2	43421,2	43421,2	570,1	
18,50	79	5591,47	5591,47	46150,6	47578,0	47578,0	47578,0	534,8	
19,00	81	5945,59	5945,59	50569,8	52133,8	52133,8	52133,8	501,2	
19,50	84	6323,72	6323,72	55423,8	57138,0	57138,0	57138,0	469,4	
+ 20,00 +	86	6728,15	6728,15	60764,1	62643,4	62643,4	62643,4	439,1	
21,00	92	7625,53	7625,53	73135,9	75397,8	75397,8	75397,8	383,1	

Report ID20201129-0132

HydroComp NavCad 2018 18.04.0073.0539.U1002

Propulsion

29 nov 2020 01:32
HydroComp NavCad 2018

Project ID **Portacontenedores**
Description
File name **portacontenedores.hcnc**

Prediction results [Propulsor]

SPEED [kt]	CAVITATION								
	SIGMAV	SIGMAN	SIGMA07R	TIPSPEED [m/s]	MINBAR	PRESS [kPa]	CAVAVG [%]	CAVMAX [%]	PITCHFC [mm]
14,00	34,14	4,08	0,82	30,72	0,501	36,49	2,0	2,0	5976,5
15,00	29,61	3,57	0,72	32,85	0,543	41,65	2,0	2,0	5981,4
16,50	24,34	2,95	0,59	36,16	0,615	50,38	2,4	2,4	5984,4
17,00	22,89	2,77	0,56	37,30	0,642	53,61	2,7	2,7	5984,1
18,00	20,35	2,45	0,49	39,65	0,700	60,67 !	3,3	3,3	5981,0
18,50	19,23	2,31	0,47	40,86	0,731	64,51 !	3,7	3,7	5978,5
19,00	18,20	2,17	0,44	42,11	0,765	68,62 !!	4,2	4,2	5975,1
19,50	17,26	2,05	0,41	43,39	0,801	73,01 !!	4,8	4,8	5970,9
+ 20,00 +	16,38	1,93	0,39	44,71	0,840	77,71 !!	5,5	5,5	5965,8
21,00	14,82	1,71	0,35	47,48	0,926	88,16 !!	7,2	7,2	5953,1
SPEED [kt]	PROPULSOR COEFS								
	J	KT	KQ	KT/J2	KQ/J3	CTH	CP	RNPROP	
14,00	0,3458	0,2455	0,03335	2,0525	0,80615	5,2266	12,881	8,78e7	
15,00	0,3472	0,2449	0,03328	2,0323	0,79552	5,1752	12,711	9,40e7	
16,50	0,3480	0,2446	0,03324	2,02	0,78906	5,1438	12,608	1,03e8	
17,00	0,3479	0,2446	0,03325	2,0214	0,78982	5,1475	12,62	1,07e8	
18,00	0,3471	0,2450	0,03329	2,0338	0,79629	5,1789	12,723	1,13e8	
18,50	0,3464	0,2453	0,03332	2,0442	0,80178	5,2055	12,811	1,17e8	
19,00	0,3455	0,2457	0,03337	2,0582	0,80916	5,2411	12,929	1,20e8	
19,50	0,3443	0,2461	0,03342	2,0759	0,81854	5,2863	13,079	1,24e8	
+ 20,00 +	0,3430	0,2467	0,03349	2,0975	0,83	5,3413	13,262	1,28e8	
21,00	0,3396	0,2482	0,03365	2,1526	0,85945	5,4815	13,733	1,36e8	

Report ID20201129-0132

HydroComp NavCad 2018 18.04.0073.0539.U1002

Propulsion

29 nov 2020 01:32

HydroComp NavCad 2018

Project ID **Portacontenedores**
Description
File name **portacontenedores.hcnc**

Hull data

General		Planing	
Configuration:	Monohull	Proj chine length:	0,000 m
Chine type:	Round/multiple	Proj bottom area:	0,000 m2
Length on WL:	380,880 m	LCG fwd TR:	[XCG/LP 0,000] 0,000 m
Max beam on WL:	[LWL/BWL 6,570] 57,970 m	VCG below WL:	0,000 m
Max molded draft:	[BWL/T 3,801] 15,250 m	Aft station (fwd TR):	0,000 m
Displacement:	[CB 0,789] 272608,00 t	Deadrise:	0,00 deg
Wetted surface:	[CS 2,784] 28007,600 m2	Chine beam:	0,000 m
ITTC-78 (CT)		Chine ht below WL:	0,000 m
LCB fwd TR:	[XCB/LWL 0,500] 190,440 m	Fwd station (fwd TR):	0,000 m
LCF fwd TR:	[XCF/LWL 0,500] 190,440 m	Deadrise:	0,00 deg
Max section area:	[CX 0,996] 880,860 m2	Chine beam:	0,000 m
Waterplane area:	[CWP 0,867] 19143,000 m2	Chine ht below WL:	0,000 m
Bulb section area:	77,760 m2	Propulsor type:	Propeller
Bulb ctr below WL:	8,000 m	Max prop diameter:	9888,0 mm
Bulb nose fwd TR:	388,790 m	Shaft angle to WL:	0,00 deg
Imm transom area:	[ATR/AX 0,000] 0,000 m2	Position fwd TR:	0,000 m
Transom beam WL:	[BTR/BWL 0,000] 0,000 m	Position below WL:	0,000 m
Transom immersion:	[TTR/T 0,000] 0,000 m	Transom lift device:	Flap
Half entrance angle:	37,13 deg	Device count:	0
Bow shape factor:	[AVG flow] 0,0	Span:	0,000 m
Stern shape factor:	[WL flow] 1,0	Chord length:	0,000 m
		Deflection angle:	0,00 deg
		Tow point fwd TR:	0,000 m
		Tow point below WL:	0,000 m

Propulsor data

Propulsor		Propeller options	
Count:	1	Oblique angle corr:	Off
Propulsor type:	Propeller series	Shaft angle to WL:	0,00 deg
Propeller type:	FPP	Added rise of run:	0,00 deg
Propeller series:	B Series	Propeller cup:	0,0 mm
Propeller sizing:	By thrust	KTKQ corrections:	Custom
Reference prop:		Scale correction:	None
Blade count:	4	KT multiplier:	1,000
Expanded area ratio:	0,8402 [Size]	KQ multiplier:	1,000
Propeller diameter:	9888,0 mm [Size]	Blade T/C [0.7R]:	0,00
Propeller mean pitch:	[P/D 0,8174] 8082,2 mm [Size]	Roughness:	0,00 mm
Hub immersion:	10000,0 mm	Cav breakdown:	Off
Engine/gear		Design condition [By thrust]	
Drive line:	Direct drive	Max prop diam:	9888,0 mm
Gear input:	No gearbox	Design speed:	20,00 kt
Engine data:		Reference thrust:	5013,55 kW
Rated RPM:	0 RPM	Design point:	1,000
Rated power:	0,0 kW	Reference RPM:	78,5 RPM
Primary fuel:	Defined	Design point:	1,000
Secondary fuel:	None	Shaft RPM:	86,4 RPM [Size]
Gear efficiency:	1,000		
Load correction:	Off		
Gear ratio:	1,000		
Shaft efficiency:	0,970		

Report ID20201129-0132

HydroComp NavCad 2018 18.04.0073.0539.U1002

Propulsion

29 nov 2020 01:32
HydroComp NavCad 2018

Project ID **Portacontenedores**
Description
File name **portacontenedores.hcnc**

Symbols and values

SPEED = Vessel speed

PETOTAL = Total vessel effective power
WFT = Taylor wake fraction coefficient
THD = Thrust deduction coefficient
EFFR = Relative-rotative efficiency

RPMENG = Engine RPM
PBENG = Brake power per engine
VOLRATE = Volumetric fuel rate total Primary
LOADENG = Engine load as a percentage of engine rated power

RPMPROP = Propulsor RPM
QPROP = Propulsor open water torque
QENG = Engine torque
PDPROP = Delivered power per propulsor
PSPROP = Shaft power per propulsor
PSTOTAL = Total vessel shaft power
PBTOTAL = Total vessel brake power
TRANSP = Transport factor

EFFO = Propulsor open-water efficiency
EFFG = Gear efficiency (load corrected)
EFFOA = Overall propulsion efficiency [=PETOTAL/PSTOTAL]
MERIT = Propulsor merit coefficient

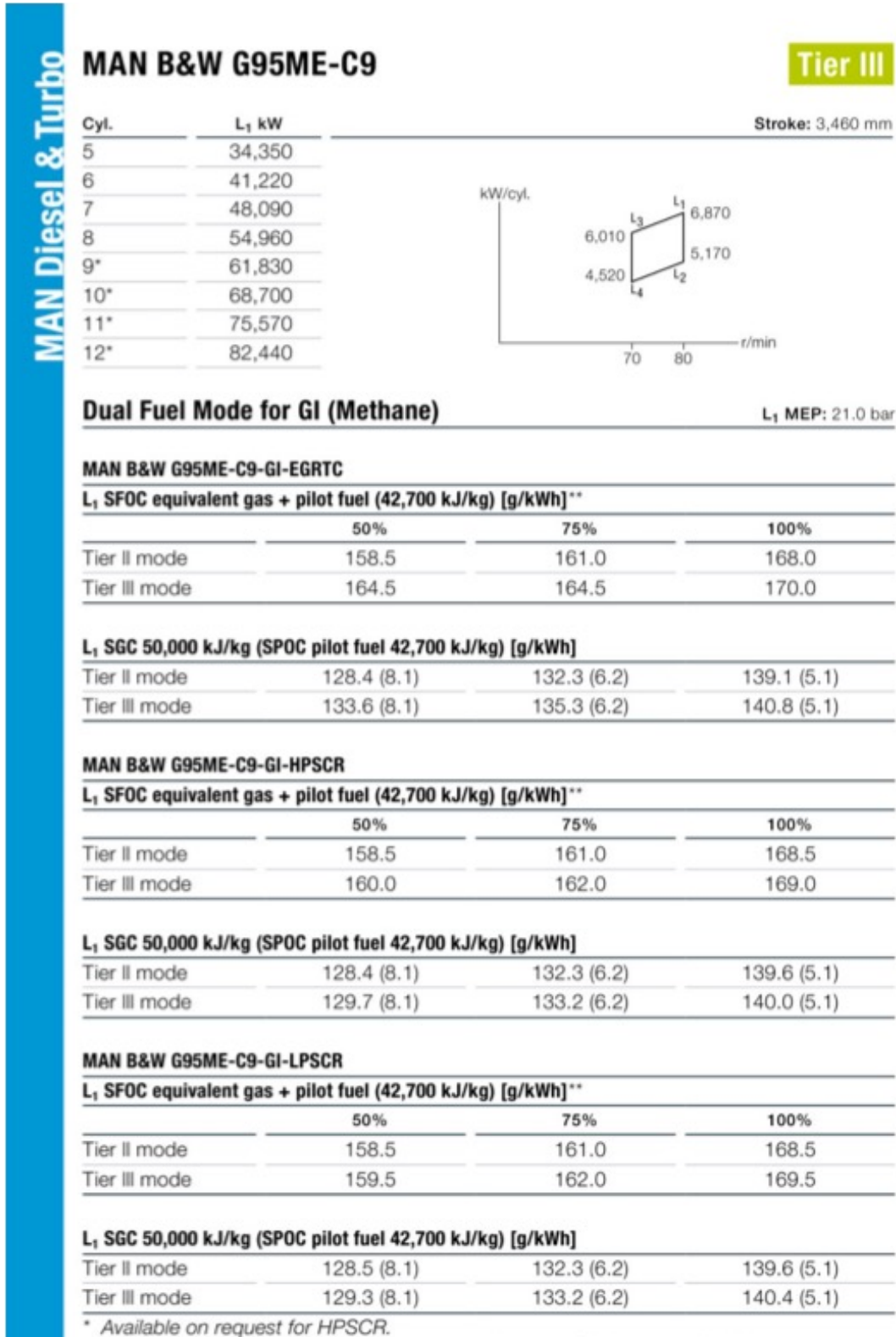
THRPROP = Open-water thrust per propulsor
DELTHR = Total vessel delivered thrust

J = Propulsor advance coefficient
KT = Propulsor thrust coefficient [horizontal, if in oblique flow]
KQ = Propulsor torque coefficient
KT/J2 = Propulsor thrust loading ratio
KQ/J3 = Propulsor torque loading ratio
CTH = Horizontal component of bare-hull resistance coefficient
CP = Propulsor thrust loading coefficient
RNPROP = Propeller Reynolds number at 0.7R

SIGMAV = Cavitation number of propeller by vessel speed
SIGMAN = Cavitation number of propeller by RPM
SIGMA07R = Cavitation number of blade section at 0.7R
TIPSPEED = Propeller circumferential tip speed
MINBAR = Minimum expanded blade area ratio recommended by selected cavitation criteria
PRESS = Average propeller loading pressure
CAVAVG = Average predicted back cavitation percentage
CAVMAX = Peak predicted back cavitation percentage [if in oblique flow]
PITCHFC = Minimum recommended pitch to avoid face cavitation

+ = Design speed indicator
* = Exceeds recommended parameter limit
! = Exceeds recommended cavitation criteria [warning]
!! = Substantially exceeds recommended cavitation criteria [critical]
!!! = Thrust breakdown is indicated [severe]
--- = Insignificant or not applicable

ANEXO III: ESPECIFICACIONES DEL MOTOR ESCOGIDO

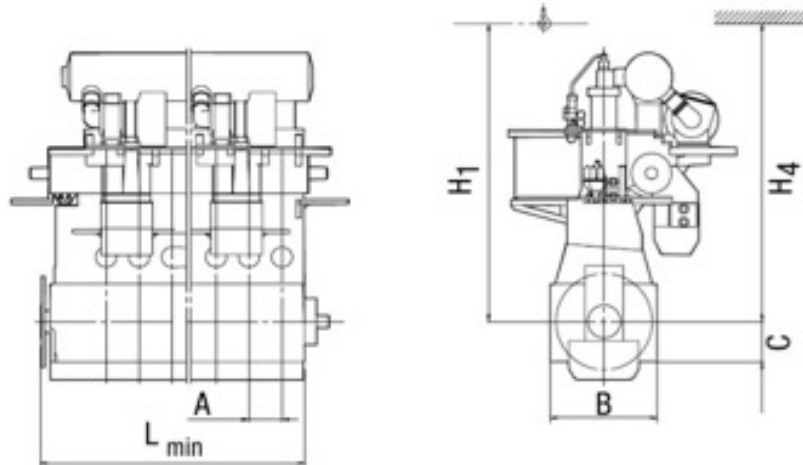


Tier II Tier III

MAN B&W G95ME-C9

MAN Diesel & Turbo

Engine Dimensions



Specifications

Dimensions:	A	B	C	H ₁	H ₄
mm	1,574	5,380	2,060	15,925	15,525
Cyl. distance	5-9 cyl.	10 cyl.	11 cyl.	12 cyl.	
mm	1,574	1-6: 1,574	1-6: 1,574	1-6: 1,574	
mm		7-10: 1,670	7-11: 1,670	7-12: 1,670	

Cylinders:	5	6	7	8	9	10	11	12	
L _{min}	mm	11,468	13,042	14,616	16,190	17,804	19,779	21,489	23,159

Tier II

Dry mass:	t	1,080	1,250	1,430	1,625	1,820	2,010	2,210	2,400
-----------	---	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

Tier III

Dry mass (added):									
EGR	t	18	19	20	22	35	35	37	38
HP SCR	t	10	15	15	15				
LP SCR	t	-	-	-	-	-	-	-	-