



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

Trabajo Fin de Grado
CURSO 2019/2020

PETROLERO SUEZMAX 150000 TPM

Grado en Ingeniería Naval y Oceánica

ALUMNO

Julián Rodríguez Cortegoso

TUTOR

Fernando Lago Rodríguez

FECHA

Septiembre, 2019

1.1. RPA



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

CURSO 2019-2020

PROYECTO NÚMERO: GENO-1920-04.

TIPO DE BUQUE: Petrolero Suezmax 150000 TPM.

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

CARACTERÍSTICAS DE LA CARGA: Crudo de densidad máxima 0,86 t/m³.

VELOCIDAD Y AUTONOMÍA: 15 nudos (85 % MCR – 10 % MM) y 10000 millas.

SISTEMAS Y EQUIPOS DE CARGA / DESCARGA: Cámara de bombas.

PROPULSIÓN: Diésel eléctrica.

TRIPULACIÓN Y PASAJE: 25 personas con camarotes individuales.

OTROS EQUIPOS E INSTALACIONES: Los habituales en este equipo.

Ferrol, 10 septiembre 2019

ALUMNO: D. JULIÁN RODRÍGUEZ CORTEGOSO

1.2. RESUMEN

Este proyecto corresponde al diseño de un barco petrolero de tipo Suezmax, esta denominación se debe a que sus dimensiones están ajustadas para poder transitar por el canal de Suez.

Este buque cuenta con una capacidad de carga de 150000 toneladas de peso muerto destinadas a crudo de densidad máxima $0,86 \text{ t/m}^3$. El sistema de carga y descarga de los tanques se hará a través de la cámara de bombas.

La propulsión es diésel eléctrica y el barco en condiciones de servicio con 85 % de MCR y 10 % de margen de mar tiene que ser capaz de alcanzar 15 nudos. La autonomía es de 10000 millas.

El buque contará con 25 tripulantes con camarotes individuales. El resto de los equipos e instalaciones son los habituales para este tipo de buques.



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

**TRABAJO FIN DE GRADO
CURSO 2019/2020**

PETROLERO SUEZMAX 150000 TPM

Grado en Ingeniería Naval y Oceánica

Cuaderno 1

**DIMENSIONAMIENTO. ELECCIÓN DE LA CIFRA DE
MÉRITO, DEFINICIÓN DE ALTERNATIVAS Y
SELECCIÓN DE LA MÁS FAVORABLE**

ÍNDICE

1.1. RPA	2
1.2. Resumen	3
1.3. Introducción	9
1.4. El canal de Suez	10
1.4.1. Sobre el canal de Suez.....	10
1.4.2. Características	10
1.4.2.1. Fases de la evolución del canal de Suez	10
1.4.2.2. Evolución del área transversal	11
1.5. Base de datos	12
1.6. Cálculo de las dimensiones principales.....	15
1.6.1. Cálculo de la eslora entre perpendiculares	15
1.6.2. Cálculo de la eslora total	16
1.6.3. Cálculo de la manga.....	17
1.6.4. Cálculo del calado	18
1.6.5. Cálculo del puntal.....	20
1.6.6. Resultados del primer dimensionamiento	21
1.7. Cálculo de coeficientes	22
1.7.1. Cálculo del coeficiente de bloque	22
1.7.2. Cálculo del coeficiente de la maestra	23
1.7.3. Cálculo del coeficiente prismático.....	23
1.7.4. Cálculo del coeficiente de la flotación	23
1.8. Elección de la cifra de mérito	24
1.8.1. Estudio de pesos.....	24
1.8.1.1. Peso del acero	24
1.8.1.2. Peso de la maquinaria	25
1.8.1.3. Peso del equipo restante	26
1.8.2. Estudio de los costes de construcción	26
1.8.2.1. Coste de materiales a granel	26
1.8.2.2. Coste de la mano de obra.....	27
1.8.2.3. Coste de equipos y su montaje	27
1.8.2.4. Costes adicionales variables.....	29
1.8.2.5. Coste de construcción total	29
1.8.3. Alternativa más favorable	29
1.9. Disposición general.....	33
1.10. Francobordo.....	35

1.10.1. Definiciones de los términos usados.....	35
1.10.2. Reglas	36
1.11. Estimación de la potencia	40
1.11.1. Cálculo de la resistencia.....	40
1.11.2. Cálculo de la potencia	42
1.11.2.1. Elección de los generadores diésel.....	44
1.11.3. Cálculo del propulsor	45
1.12. Nuevo estudio de pesos.....	46
1.12.1. Peso en rosca	46
1.12.1.1. Peso del acero	46
1.12.1.2. Peso de la maquinaria	46
1.12.1.3. Peso del equipo y de la habilitación	47
1.12.1.4. Resumen del peso en rosca.....	47
1.12.2. Peso muerto.....	47
1.12.2.1. Autonomía	48
1.12.2.2. Combustible.....	48
1.12.2.3. Aceite.....	48
1.12.2.4. Agua dulce.....	49
1.12.2.5. Tripulación	49
1.12.2.6. Víveres.....	49
1.12.2.7. Pertrechos	49
1.12.2.8. Carga útil	49
1.12.2.9. Resumen del peso muerto	49
1.12.3. Desplazamiento.....	50
1.13. Cota.....	51
1.14. Especificación preliminar.....	52
1.14.1. Descripción general.....	52
1.14.1.1. Descripción general	52
1.14.1.2. Tipo de buque	52
1.14.1.3. Dimensiones del buque.....	52
1.14.1.4. Tripulación	52
1.14.1.5. Autonomía	53
1.14.1.6. Peso muerto.....	53
1.14.1.7. Formas y estabilidad.....	53
1.14.1.8. Potencia y velocidad	53
1.14.1.9. Ensayos en canal (o pruebas).....	53
1.14.1.10. Clasificación, inspección y reglamentos	53

1.14.1.11. Planos y documentos.....	55
1.14.2. Casco	56
1.14.2.1. General.....	56
1.14.2.2. Materiales y tipos de construcción	56
1.14.2.3. Forro y cuadernas.....	56
1.14.2.4. Roda y codaste	56
1.14.2.5. Doble fondo.....	56
1.14.2.6. Cubiertas	57
1.14.2.7. Superestructura	57
1.14.2.8. Mamparos.....	57
1.14.2.9. Pintura y protección catódica	57
1.14.3. Equipos y servicios.....	57
1.14.3.1. Fondeo y amarre.....	57
1.14.3.2. Salvamento	58
1.14.3.3. Contraincendios	58
1.14.3.4. Habilitación	58
1.14.3.5. Aire acondicionado.....	58
1.14.3.6. Ventilación	58
1.14.3.7. Equipos de navegación.....	58
1.14.3.8. Servicio de carga	58
1.14.3.9. Instalación eléctrica.....	59
1.14.3.10. Tuberías.....	59
1.14.3.11. Grúas.....	59
1.14.4. Maquinaria auxiliar de cubierta	59
1.14.4.1. Equipo de gobierno.....	59
1.14.4.2. Timón y mecha	60
1.14.5. Propulsión	60
1.14.5.1. Instalación propulsora	60
1.14.5.2. Motor.....	60
1.14.5.3. Reductor	60
1.14.5.4. Línea de ejes	60
1.14.6. Mantenimiento	60
1.14.7. Pruebas.....	60
1.14.8. Instalaciones especiales.....	61
1.14.8.1. Sistema de gas inerte	61
1.14.8.2. Calefacción de tanques.....	61
1.15. Bibliografía.....	62

Cuaderno 1: Dimensionamiento. Elección de la cifra de mérito, definición de alternativas y selección de la más favorable.

Julián Rodríguez Cortegoso

Anexo I: Base de datos..... 63

Anexo II: Resistencia 91

Anexo III: Propulsión..... 92

1.3. INTRODUCCIÓN

La finalidad de este cuaderno es obtener una estimación de las dimensiones principales del barco mediante rectas de regresión. De la variación de las dimensiones se obtendrán distintos barcos y el elegido será aquel que sea más barato.

A continuación, se procederá a realizar el cálculo del francobordo, el estudio de pesos, la estimación de la potencia y la disposición general del barco del proyecto, pero como una primera aproximación, ya que se verán en sus respectivos cuadernos con más detalle.

Este cuaderno contiene la especificación preliminar del buque de proyecto, donde se enumerarán las características técnicas que tendrá el buque.

1.4. EL CANAL DE SUEZ

1.4.1. SOBRE EL CANAL DE SUEZ

El canal de Suez es una vía fluvial artificial a nivel del mar que corre de norte a sur a través del istmo de Suez en Egipto para conectar el mar Mediterráneo y el mar Rojo. El canal separa el continente africano de Asia, y proporciona la ruta marítima más corta entre Europa y las tierras que rodean los océanos Índico y Pacífico occidental. Es una de las rutas de envío más utilizadas del mundo.

El canal es ampliamente utilizado por los barcos modernos, ya que es el cruce más rápido desde el Océano Atlántico hasta el Océano Índico. Los peajes pagados por los buques representan una importante fuente de ingresos para el gobierno egipcio.

El canal se extiende entre el puerto de Port Said y el golfo de Suez, a través de suelos que varían según la región. El gradiente lateral de la sección transversal del agua difiere según la naturaleza del suelo, que es 4:1 en el norte y 3:1 en el sur.

El canal de Suez es un canal al nivel del mar, donde la altura del nivel del agua difiere ligeramente y el rango de marea extrema es de 65 cm en el norte y 1,9 m en el sur. Las orillas del canal están protegidas contra las olas, generadas por el tránsito de barcos, por revestimientos de piedras duras y tablestacas de acero que corresponden a la naturaleza del suelo en cada área. A ambos lados del canal, hay bolardos de amarre cada 125 metros para el amarre de embarcaciones en caso de emergencia, y postes de señalización kilométrica que ayudan a ubicar la posición de los barcos en la vía fluvial. El canal navegable está bordeado por boyas luminosas y reflectantes como ayuda a la navegación para el tráfico nocturno.

1.4.2. CARACTERÍSTICAS

El dragado del canal llevó casi 10 años utilizando mano de obra egipcia, y se abrió para la navegación por primera vez el 17 de noviembre de 1869. Su profundidad era de unos 8 metros con un área de 304 m² y la carga máxima permitida era de 5000 toneladas, que era típico para los tamaños de los barcos en aquellos días. A medida que los barcos fueron aumentando su tamaño, el canal tuvo que ser desarrollado y en 1956 ya contaba con un área de 1200 m² y una profundidad de 35 pies.

En mayo de 1962 el área de agua del canal alcanzó los 1800 m² y la profundidad permitida aumentó a 38 pies. En junio de 1966 debía ejecutarse un proyecto en 2 etapas en el que la profundidad alcanzaría 48 y 58 pies consecutivamente. Este programa se inició, pero pronto se detuvo debido a la guerra que estalló el 5 de junio de 1967. Fue reabierto para navegación internacional en junio de 1975 después de retirar los barcos que se hundieron en su fondo durante las guerras de 1967 y 1973. El canal tenía la misma área de agua y profundidad que antes de que se cerrara.

Los proyectos comenzaron a ser llevados a cabo por la administración egipcia y recibieron buques de una carga de 210000 toneladas, especialmente después de aumentar el área de agua a 4800 m² y un calado de 62 pies, con una longitud de 191,8 km, además del rediseño de los giros del canal con un radio de al menos 5000 m.

En 2010 la profundidad permitida alcanzó los 66 pies.

1.4.2.1. FASES DE LA EVOLUCIÓN DEL CANAL DE SUEZ

La siguiente tabla muestra el desarrollo comentado del canal de Suez con los años:

Cuaderno 1: Dimensionamiento. Elección de la cifra de mérito, definición de alternativas y selección de la más favorable.

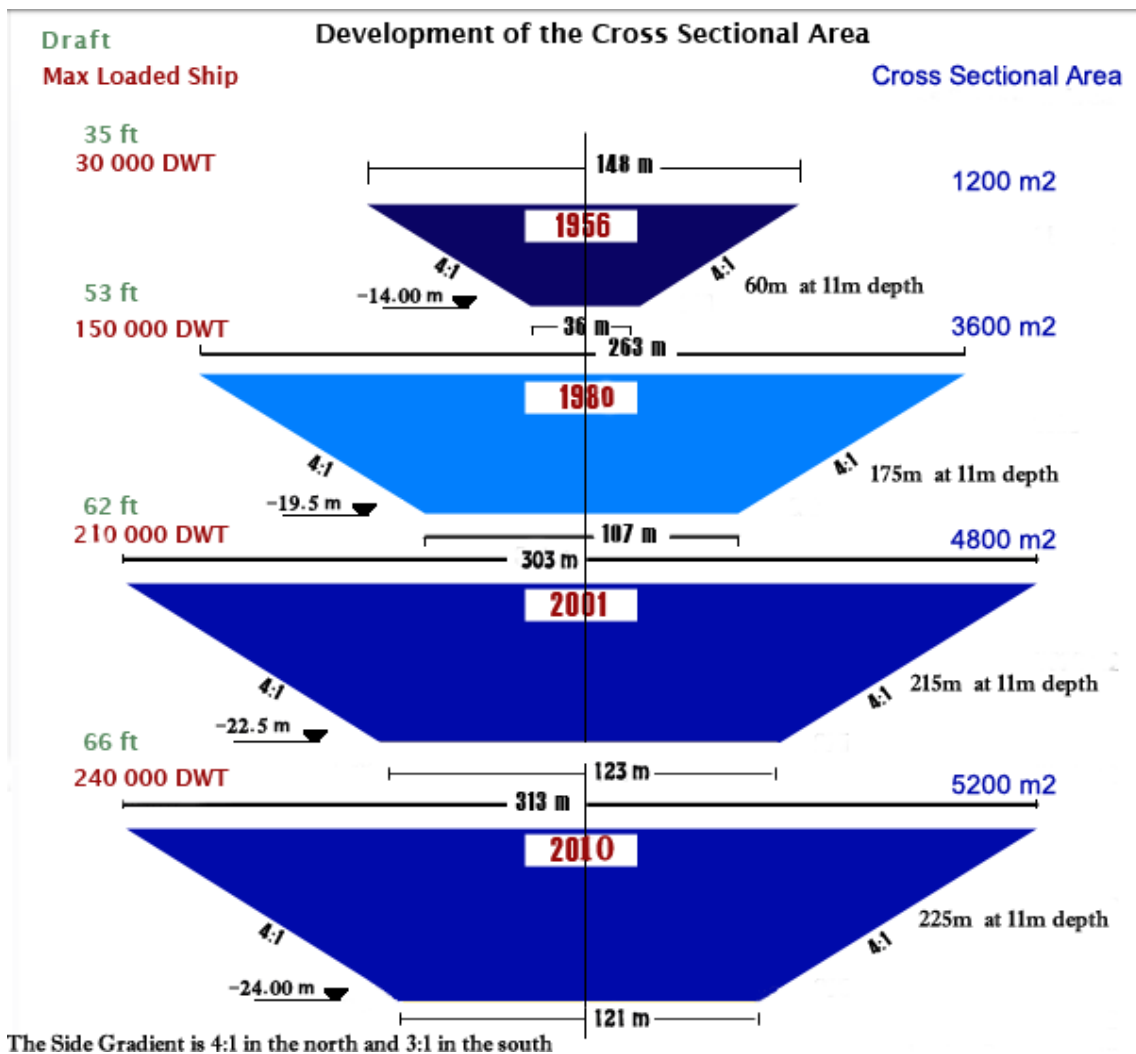
Julián Rodríguez Cortegoso

Medida	1869	1956	1962	1980	1994
Longitud total (km)	164	175	175	189,8	189,8
Manga a 11 m de calado (m)		60	89	160/175	170/190
Profundidad máxima (m)	8	14	15,5	19,5	20,5
Calado (ft)	22	35	38	53	56
Área transversal (m ²)	304	1200	1800	3250/3600	3600/4000
Máxima carga (DWT)	5000	30000	60000	150000	170000

Medida	1996	2001	2010	2015
Longitud total (km)	189,8	191,8	193,3	193,3
Manga a 11 m de calado (m)	180/200	195/215	205/225	205/225
Profundidad máxima (m)	21	22,5	24	24
Calado (ft)	58	62	66	66
Área transversal (m ²)	3850/4300	4350/4800	4800/5200	4800/5200
Máxima carga (DWT)	185000	210000	240000	240000

1.4.2.2. EVOLUCIÓN DEL ÁREA TRANSVERSAL

La evolución del área transversal con los años se puede apreciar con la siguiente imagen:



1.5. BASE DE DATOS

Para la base de datos se han elegido diferentes tipos de barcos petroleros, pero con dimensiones y toneladas de peso muerto similares al barco del proyecto. Todos ellos se han obtenido de la revista *Significant Ships* y son relativamente modernos (posteriores al año 2010).

Los datos que se reflejan en la tabla son: eslora total (L_T), eslora entre perpendiculares (L_{PP}), manga (B), puntal (D) y calado (T) en metros, desplazamiento (Δ), peso en rosca (LW) y peso muerto (DW) en toneladas, coeficiente de bloque (Cb), velocidad de servicio (V_s) en nudos y la potencia del motor (BKW) en kilovatios.

Cuaderno 1: Dimensionamiento. Elección de la cifra de mérito, definición de alternativas y selección de la más favorable.
 Julián Rodríguez Cortegoso

	NOMBRE	AÑO	L _T (m)	L _{PP} (m)	B (m)	D (m)	T (m)	Δ (t)	LW (t)	DW (t)	Cb	V _s (kn)	BKW (kW)
1	Spyros K	2011	274,2	264	48	23,1	17,15	-	-	158000	-	15,7	18660
2	Brightway	2012	274	264	48	23,5	17,2	185000	25000	160000	-	15,7	18100
3	Eagle San Antonio	2012	274,29	267	49	23,3	17,2	181682	23832	157849	-	15,97	16400
4	Stena Supreme	2012	274,23	264	48	23,3	17	182914	23883	159031	0,8267	14,58	15720
5	Elka Leblon	2012	278,3	264	48,7	23,6	16,6	182644	27800	154844	0,8333	15,5	17525
6	Brasil Voyager	2013	282,14	267	49	23,6	17,2	-	-	153680	-	15,13	16900
7	Samba Spirit	2013	282,14	267	49	23,6	17,2	-	-	154101	-	14,62	14270
8	Pegasus Voyager	2014	275,6	265,6	48	23,7	17	-	-	155720	-	15	21840
9	Milos	2016	277,27	267	48	23,1	17,15	-	-	157460	-	14,2	15088
10	Beothuk Spirit	2017	279,5	264,5	49	24,5	17,2	-	-	147000	-	14,5	14600
11	Elandra Eagle	2017	277	267	48	23,1	17,15	-	-	157300	-	14,2	15088
12	Lisboa	2017	278,5	264	48	23,1	17,15	-	-	156500	-	14,7	15200
13	Ottoman Courtesy	2017	269,08	258	46	25,1	17,8	-	-	149999	-	13	13900
14	Morviken	2018	274,3	267	49	23,3	17,2	-	-	157610	-	14,5	16400

Cuaderno 1: Dimensionamiento. Elección de la cifra de mérito, definición de alternativas y selección de la más favorable.

Julián Rodríguez Cortegoso

La siguiente tabla muestra las relaciones principales de los buques de la base de datos:

	NOMBRE	L_{pp}/B	L_{pp}/T	B/T	T/D	B/D	V (m/s)	F_n
1	Spyros K	5,5	15,39	2,8	0,74	2,08	8,08	0,159
2	Brightway	5,5	15,35	2,79	0,73	2,04	8,08	0,159
3	Eagle San Antonio	5,45	15,52	2,85	0,74	2,1	8,22	0,161
4	Stena Supreme	5,5	15,53	2,82	0,73	2,06	7,5	0,147
5	Elka Leblon	5,42	15,9	2,93	0,7	2,06	7,97	0,157
6	Brasil Voyager	5,45	15,52	2,85	0,73	2,08	7,78	0,152
7	Samba Spirit	5,45	15,52	2,85	0,73	2,08	7,52	0,147
8	Pegasus Voyager	5,53	15,62	2,82	0,72	2,03	7,72	0,151
9	Milos	5,56	15,57	2,8	0,74	2,08	7,31	0,143
10	Beothuk Spirit	5,4	15,38	2,85	0,7	2	7,46	0,146
11	Elandra Eagle	5,56	15,57	2,8	0,74	2,08	7,31	0,143
12	Lisboa	5,5	15,39	2,8	0,74	2,08	7,56	0,149
13	Ottoman Courtesy	5,61	14,49	2,58	0,71	1,83	6,69	0,133
14	Morviken	5,45	15,52	2,85	0,74	2,1	7,46	0,146

1.6. CÁLCULO DE LAS DIMENSIONES PRINCIPALES

A partir de la base de datos se realizarán las regresiones lineales obteniendo así las dimensiones del buque.

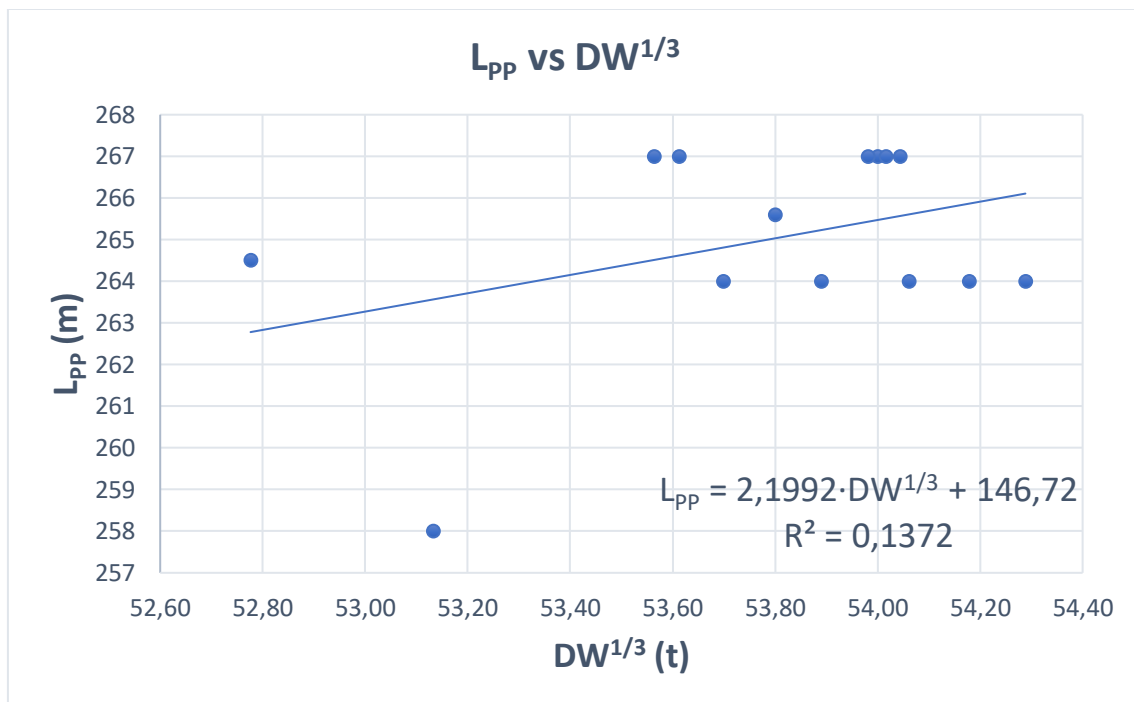
1.6.1. CÁLCULO DE LA ESLORA ENTRE PERPENDICULARES

Este proyecto trata de un buque de peso muerto, por lo tanto, el requerimiento principal es el peso muerto que figura en la RPA:

Toneladas de peso muerto = 150000 t

Para obtener el valor de la eslora entre perpendiculares debemos enfrentarla con el valor del peso muerto elevado a un tercio:

$$L_{PP} = f(DW)^{1/3}$$



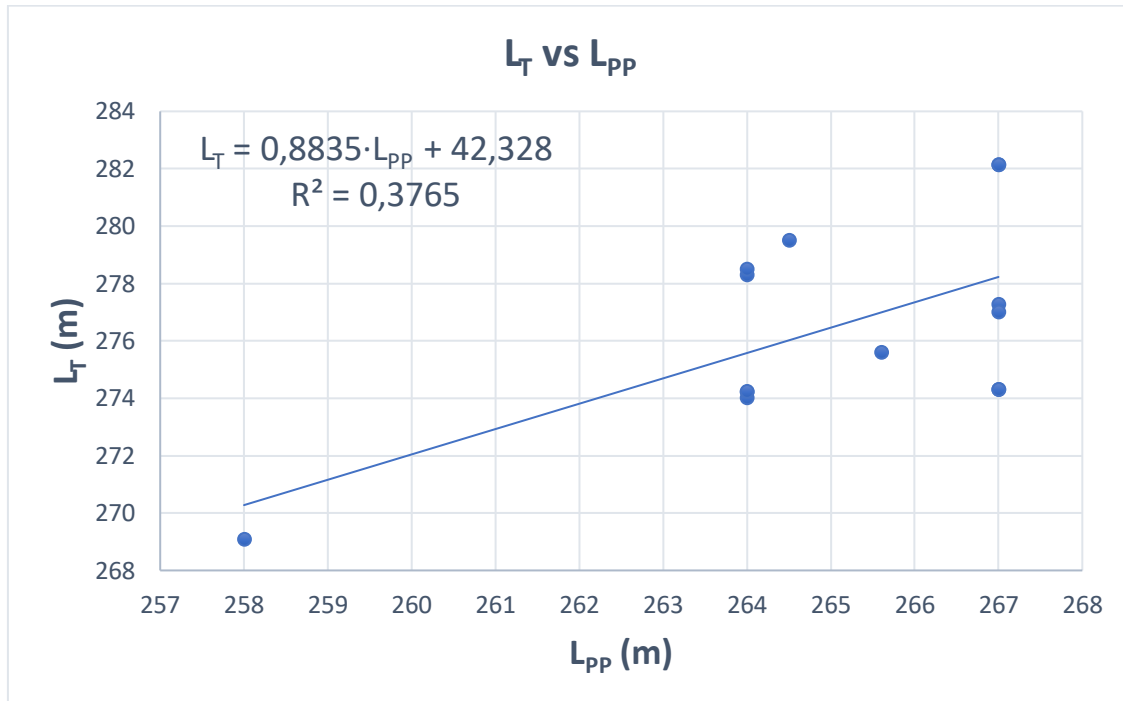
Ahora sustituyendo el peso muerto fijado en la RPA en la siguiente ecuación:

$$L_{PP} = 2,1992 \cdot DW^{1/3} + 146,72 = 2,1992 \cdot 150000^{1/3} + 146,72 = 263,6 \text{ m}$$

$$\mathbf{L_{PP} = 263,6 \text{ m}}$$

1.6.2. CÁLCULO DE LA ESLORA TOTAL

Una vez que se ha calculado la eslora entre perpendiculares ya es posible realizar el cálculo de la eslora total del buque proyecto:



Sustituyendo el valor de la eslora entre perpendiculares calculado previamente en la siguiente ecuación:

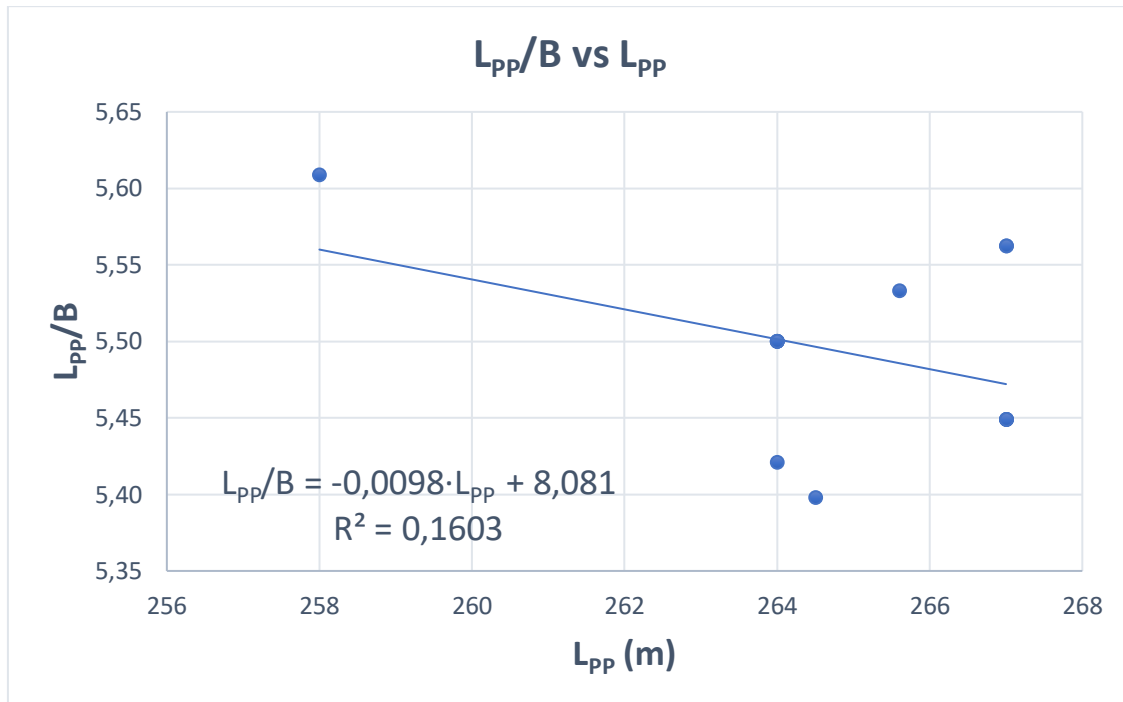
$$L_T = 0,8835 \cdot L_{PP} + 42,328 = 0,8835 \cdot 263,6 \text{ m} + 42,328 = 275,2 \text{ m}$$

$$\mathbf{L_T = 275,2 \text{ m}}$$

1.6.3. CÁLCULO DE LA MANGA

El cálculo de la manga se realizará con la relación eslora entre perpendiculares y manga (L_{PP}/B).

Una vez que se ha obtenido la eslora entre perpendiculares, se puede calcular la manga del buque enfrentando ambas:



Ahora, con la eslora entre perpendiculares obtenida en el anterior apartado, se puede calcular la manga que tendrá el buque:

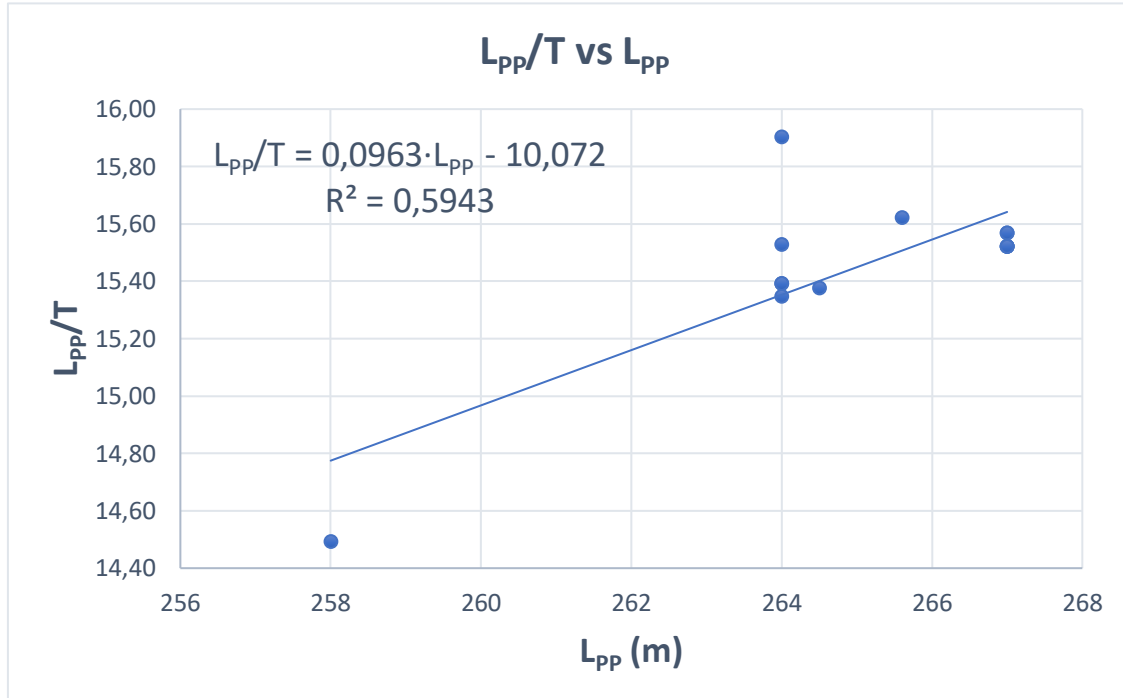
$$\frac{L_{PP}}{B} = -0,0098 \cdot L_{PP} + 8,081 \rightarrow \frac{263,6 \text{ m}}{B} = -0,0098 \cdot 263,6 \text{ m} + 8,081 \rightarrow B = 47,95 \text{ m}$$

$$\mathbf{B = 48 \text{ m}}$$

1.6.4. CÁLCULO DEL CALADO

Para obtener el calado del buque realizaremos la media entre los valores obtenidos de las siguientes regresiones lineales:

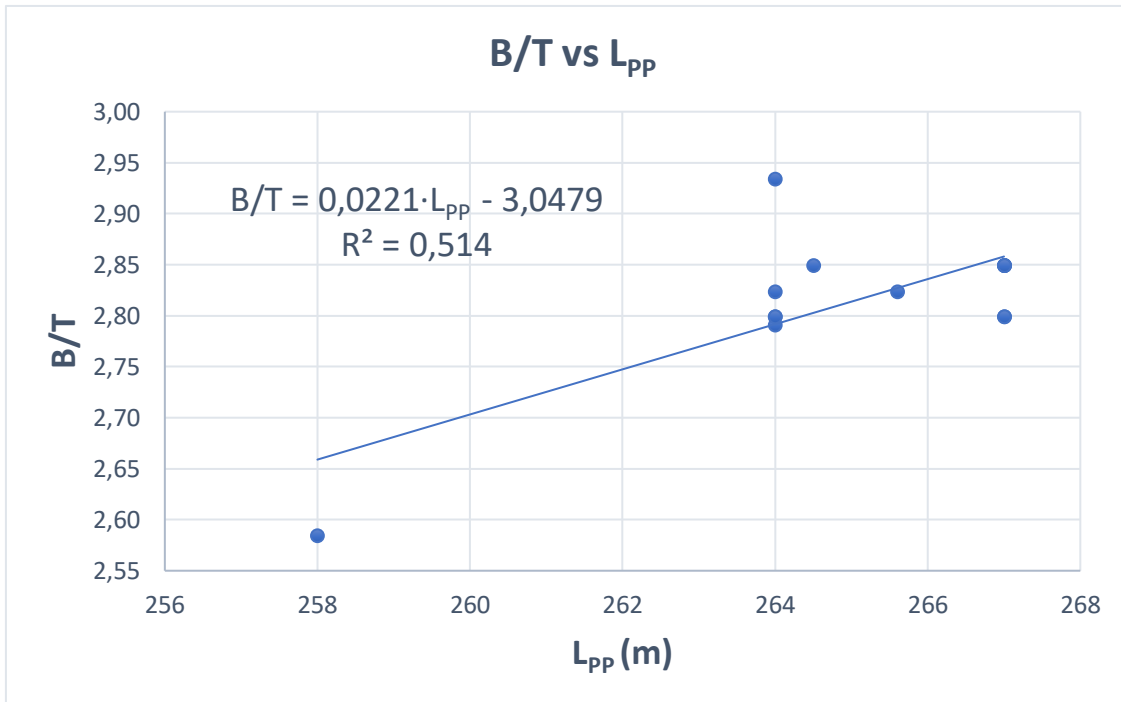
- EN FUNCIÓN DE LA RELACIÓN L_{PP}/T :



Sustituyendo el valor de la eslora en la siguiente ecuación:

$$\frac{L_{PP}}{T} = 0,0963 \cdot L_{PP} - 10,072 \rightarrow \frac{263,6 \text{ m}}{T} = 0,0963 \cdot 263,6 \text{ m} - 10,072 \rightarrow T = 17,21 \text{ m}$$
$$T = 17,21 \text{ m}$$

- EN FUNCIÓN DE LA RELACIÓN B/T:



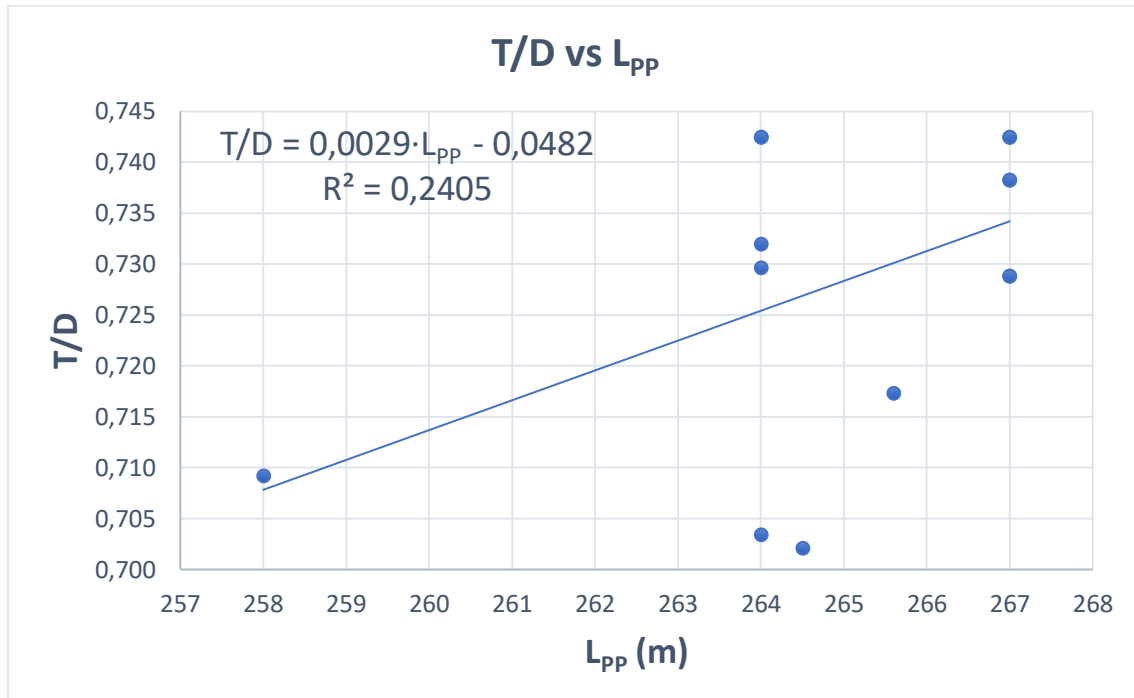
$$\frac{B}{T} = 0,0221 \cdot L_{pp} - 3,0479 \rightarrow \frac{48 \text{ m}}{T} = 0,0221 \cdot 263,6 \text{ m} - 3,0479 \rightarrow T = 17,28 \text{ m}$$
$$T = 17,28 \text{ m}$$

El valor del calado se obtiene realizando la media de los resultados obtenidos:

$$T = \frac{17,21 \text{ m} + 17,28 \text{ m}}{2} = 17,24 \text{ m}$$
$$T = 17,2 \text{ m}$$

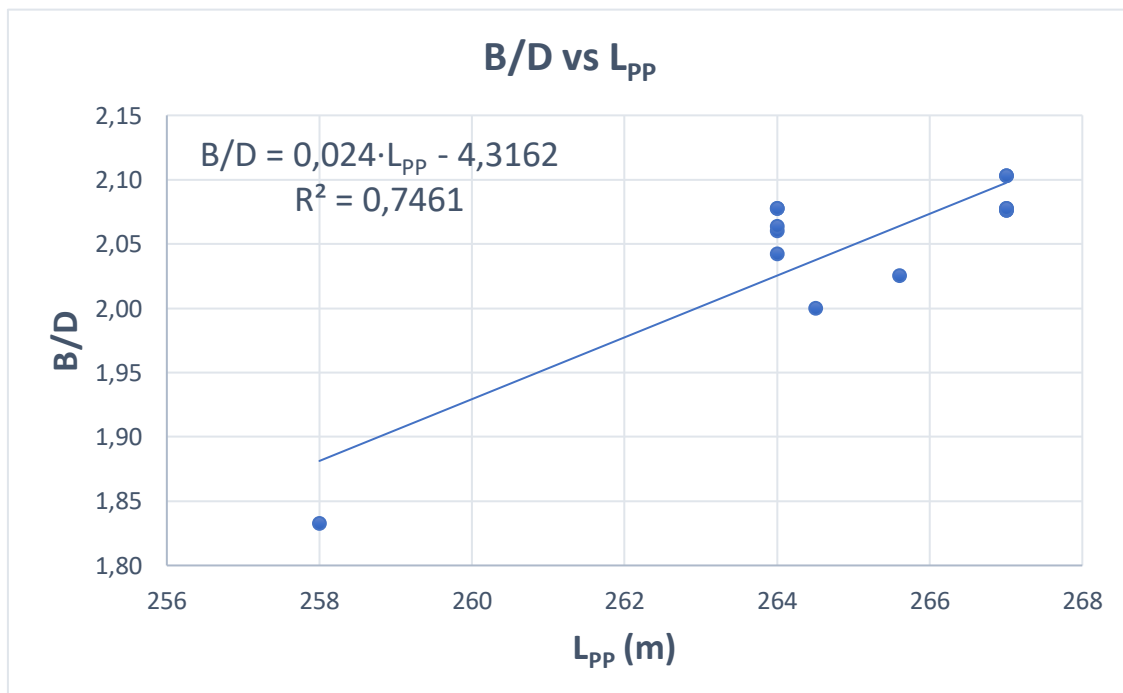
1.6.5. CÁLCULO DEL PUNTAL

A través de las siguientes gráficas en las que enfrentamos la eslora con la relación T/D y con B/D se obtiene el valor del puntal del barco del proyecto:



$$\frac{T}{D} = 0,0029 \cdot L_{pp} - 0,0482 \rightarrow \frac{17,2 \text{ m}}{D} = 0,0029 \cdot 263,6 \text{ m} - 0,0482 \rightarrow D = 24,01 \text{ m}$$

$D = 24,01 \text{ m}$



$$\frac{B}{D} = 0,024 \cdot L_{pp} - 4,3162 \rightarrow \frac{48 \text{ m}}{D} = 0,024 \cdot 263,6 \text{ m} - 4,3162 \rightarrow D = 23,88 \text{ m}$$

$D = 23,88 \text{ m}$

El valor del puntal se obtiene realizando la media de los resultados obtenidos:

$$D = \frac{24,01 \text{ m} + 23,88 \text{ m}}{2} = 23,95 \text{ m}$$

$$\mathbf{D = 24 \text{ m}}$$

1.6.6. RESULTADOS DEL PRIMER DIMENSIONAMIENTO

Recopilando todos los valores calculados se obtienen las dimensiones principales del buque:

L _{pp} (m)	L _T (m)	B (m)	D (m)	T (m)	DW (t)
263,6	275,2	48	24	17,2	150000

1.7. CÁLCULO DE COEFICIENTES

1.7.1. CÁLCULO DEL COEFICIENTE DE BLOQUE

En la base de datos figura el desplazamiento de cuatro barcos y el coeficiente de bloque de dos de ellos. Los otros dos se pueden obtener con la ecuación:

$$\Delta = Cb \cdot \rho \cdot L_{PP} \cdot B \cdot T$$

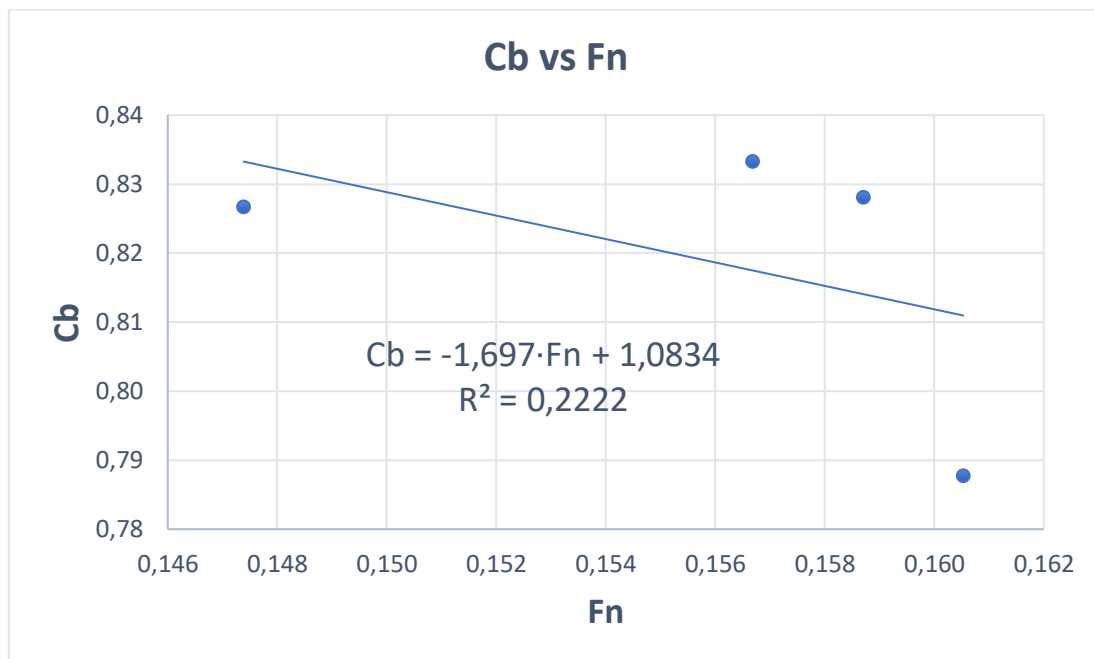
El número de Froude se obtiene con la siguiente ecuación en la que v es la velocidad y L es un valor conocido:

$$Fn = \frac{V}{\sqrt{g \cdot L}}$$

Tenemos entonces:

NOMBRE	Δ (t)	Cb	Fn
Brightway	185000	0,8281	0,159
Eagle San Antonio	181682	0,7877	0,161
Stena Supreme	182914	0,8267	0,147
Elka Leblon	182644	0,8333	0,157

Enfrentando el coeficiente de bloque con el número de Froude se puede obtener el Cb del buque del proyecto:



Calculando el número de Froude del buque:

$$Fn = \frac{V}{\sqrt{g \cdot L}} = \frac{15 \text{ kn} \cdot 0,5144}{\sqrt{9,81 \cdot 263,6 \text{ m}}} = 0,152$$

Sustituyendo en la siguiente ecuación se obtiene el coeficiente de bloque del buque proyecto:

$$Cb = -1,697 \cdot 0,152 + 1,0834 = 0,826$$

$$\mathbf{Cb = 0,826}$$

1.7.2. CÁLCULO DEL COEFICIENTE DE LA MAESTRA

El coeficiente de la maestra se puede calcular a través de varias fórmulas:

- Como para este barco se cumple que $Fn < 0,5$, por la fórmula de *Torroja*:

$$C_M = 1 - 2 \cdot Fn^4 = 1 - 2 \cdot 0,152^4 = 0,9989$$

- Aplicando la fórmula de *HSVA*:

$$C_m = \frac{1}{1 + (1 - Cb)^{3,5}} = \frac{1}{1 + (1 - 0,826)^{3,5}} = 0,9978$$

- Por *Kerlen*:

$$C_m = 1,006 - 0,0056 \cdot Cb^{-3,56} = 1,006 - 0,0056 \cdot 0,826^{-3,56} = 0,9949$$

Se realiza la media de los resultados obtenidos:

$$C_m = \frac{0,9989 + 0,9978 + 0,9949}{3} = 0,9972$$

$$\mathbf{C_m = 0,9972}$$

1.7.3. CÁLCULO DEL COEFICIENTE PRISMÁTICO

Una vez obtenidos el coeficiente de bloque y el coeficiente de la maestra se puede obtener el coeficiente prismático:

$$C_p = \frac{Cb}{C_m} = \frac{0,826}{0,9972} = 0,8283$$

$$\mathbf{C_p = 0,8283}$$

1.7.4. CÁLCULO DEL COEFICIENTE DE LA FLOTACIÓN

En barcos de sección normal, el coeficiente de la flotación se puede obtener de la siguiente manera:

$$C_{wf} = \frac{1 + 2 \cdot Cb}{3} = \frac{1 + 2 \cdot 0,826}{3} = 0,884$$

$$\mathbf{C_{wf} = 0,884}$$

1.8. ELECCIÓN DE LA CIFRA DE MÉRITO

El requisito previo de cualquier proceso de evaluación económica es la elección de la *cifra de mérito* que sirve de base para decidir cuál de las alternativas exploradas es la más favorable. Los criterios más empleados son:

- Coste de construcción.
- Coste de adquisición.
- Inversión total.
- Costes de operación.
- Coste de ciclo de vida.
- Flete requerido.
- Tasa de recuperación del capital propio.
- Tasa de rentabilidad interna.

En este proyecto la cifra de mérito elegida será la de coste de construcción porque es el que se le presenta a un astillero que ya tiene un barco contratado, pero aún tiene las características pendientes de definir.

La alternativa más favorable será aquella en la cual dicha magnitud es mínima.

Para desarrollar la cifra de mérito es necesario realizar un estudio de los siguientes apartados:

1.8.1. ESTUDIO DE PESOS

Al tratarse de un estudio preliminar, se tendrán en cuenta únicamente los pesos principales:

1.8.1.1. PESO DEL ACERO

El valor del peso del acero se puede obtener a través de dos métodos por formulación del libro *El proyecto básico del buque mercante*:

MÉTODO DE SV. AA. HARVARLD Y J. JUNCHER

$$P_{AC} = C_S \cdot (L_{PP} \cdot B \cdot D + Sup)$$

Donde:

$$C_S = C_{SO} + 0,064 \cdot \exp(-0,50 \cdot u - 0,10 \cdot u^{2,45}) = 0,07723$$

El valor de C_{SO} se obtiene de la siguiente tabla:

Tipo	Cso
Granelero	0,0700
Petrolero VLCC	0,0645
Petrolero	0,0752
P. Productos	0,0664
Carga general de 1 Cta.	0,0700
id 2 Ctas.	0,0760
id 3 Ctas.	0,0820
Frigoríficos	0,0609
Remolcadores	0,0892
Buques de suministro	0,0974

En este caso será el correspondiente al *Petrolero*, siendo $C_{so} = 0,0752$.

$$u = \log\left(\frac{\Delta}{100}\right) = 3,27$$

$$Sup = 0,8 \cdot B \cdot (1,45 \cdot L_{PP} - 11) = 14255$$

Quedando finalmente el peso del acero:

$$P_{AC} = 0,07723 \cdot (263,6 \text{ m} \cdot 48 \text{ m} \cdot 24 \text{ m} + 14255)$$

$$P_{AC} = 24554 \text{ t}$$

MÉTODO PARA PETROLEROS CON DOBLE FONDO Y DOBLE CASCO:

$$P_{AC} = 0,0658 \cdot L_{PP}^{1,7} \cdot B^{0,102} \cdot D^{0,886}$$

Sustituyendo con las dimensiones del barco del proyecto:

$$P_{AC} = 0,0658 \cdot 263,6^{1,7} \cdot 48^{0,102} \cdot 24^{0,886} = 21291 \text{ t}$$

$$P_{AC} = 21291 \text{ t}$$

De la media de estos dos métodos se obtiene el peso final del acero:

$$P_{AC} = \frac{24554 \text{ t} + 21291 \text{ t}}{2} = 22922,5 \text{ t}$$

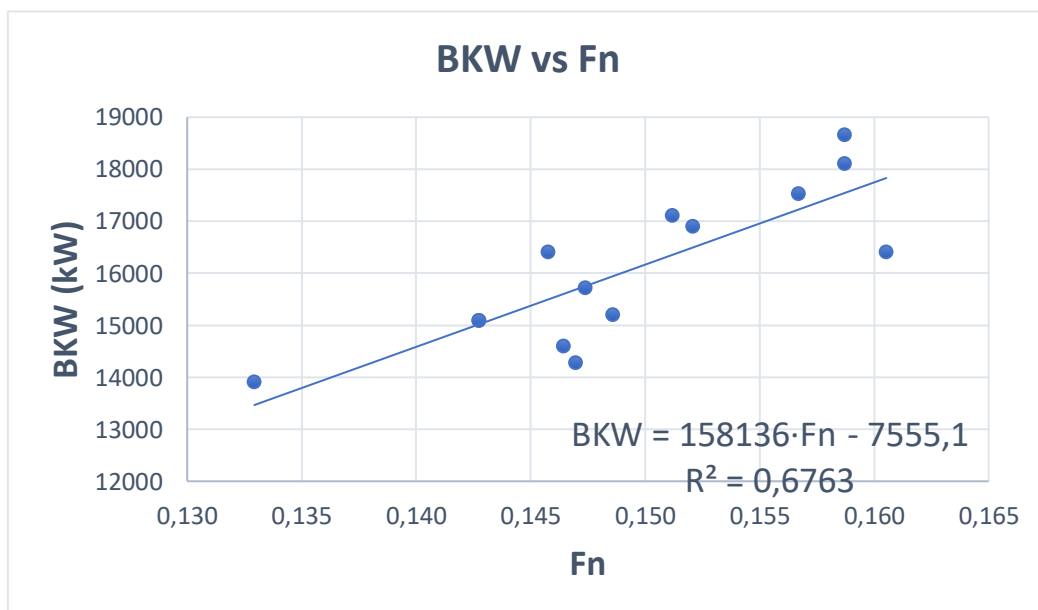
$$P_{AC} = 22922,5 \text{ t}$$

1.8.1.2. PESO DE LA MAQUINARIA

Como se trata de una propulsión diésel eléctrica, el peso de la máquina principal se obtiene de la siguiente fórmula propuesta por el libro *Proyecto de buques y artefactos*.
 Cálculo del desplazamiento:

$$P_M = 0,72 \cdot (MCR)^{0,78}$$

La potencia es en kW y se obtiene de una recta de regresión enfrentando *BKW* vs *Fn* de los barcos de la base de datos. La gráfica obtenida es la siguiente:



Sustituyendo en la siguiente ecuación con el Froude del barco del proyecto:

$$BKW = 158136 \cdot Fn - 7555,1 = 158136 \cdot 0,152 - 7555,1 \rightarrow BKW = 16441,7 \text{ kW}$$

$$BKW = 16441,7 \text{ kW}$$

Conocida la potencia ya podemos calcular el peso de la maquinaria:

$$P_M = 0,72 \cdot (16441,7)^{0,78} = 1399 \text{ t}$$

$$\mathbf{P_M = 1399 \text{ t}}$$

1.8.1.3. PESO DEL EQUIPO RESTANTE

El peso del equipo restante se puede calcular a partir de la fórmula propuesta en el libro *Proyectos de buques y artefactos. Criterios de evaluación técnica y económica del proyecto de un buque*:

$$P_{ER} = 0,045 \cdot L_{PP}^{1,3} \cdot B^{0,8} \cdot D^{0,3} = 0,045 \cdot 263,6^{1,3} \cdot 48^{0,8} \cdot 24^{0,3} = 3627 \text{ t}$$

$$\mathbf{P_{ER} = 3627 \text{ t}}$$

1.8.2. ESTUDIO DE LOS COSTES DE CONSTRUCCIÓN

Existen varios tipos de costes alrededor del proyecto de un buque. En este caso, al tratarse de un modelo de los proyectos desarrollados en los astilleros, se escogerá como coste a analizar el de construcción, definido anteriormente como nuestra cifra de mérito.

El coste de construcción se desglosa en varios costes que se analizarán posteriormente. De forma general, el coste de construcción:

$$C_c = C_{mo} + C_{mg} + C_{eq} + C_{va}$$

Denominaremos:

- C_{mo} : Representa el costo de la mano de obra.
- C_{mg} : Representa el costo de los materiales a granel.
- C_{eq} : Representa el costo de los equipos del buque.
- C_{va} : Representa el coeficiente de los costes varios del astillero referidos al costo de construcción del buque.

1.8.2.1. COSTE DE MATERIALES A GRANEL

A su vez los costes de materiales a granel se desglosan en diversos costes:

$$C_{mg} = cmg \cdot P_{AC} = ccs \cdot cas \cdot cem \cdot p_{AC} \cdot P_{AC}$$

cmg : representa el coeficiente de coste de material a granel. Básicamente chapas de acero y perfiles de acero.

P_{AC} : representa el peso de aceros del buque. Se ha calculado en el apartado anterior con un resultado de 22922,5 t.

ccs : Representa el coeficiente ponderado de las chapas y perfiles de distintas calidades de acero. $1,05 < ccs < 1,10$. Se supondrá 1,05.

cas : Representa el coeficiente de aprovechamiento del acero en relación con el pedido de materiales. $1,08 < cas < 1,15$. Se supondrá 1,08.

cem : Representa el coeficiente de incremento por equipo metálico incluido en la estructura tales como tecles, registros, escotillas, etc. $1,03 < cem < 1,10$. Se supondrá 1,03.

p_{AC} : Representa el precio unitario del acero. Conjunto de chapas y perfiles de distintas calidades. p_{AC} : 850 €/t.

$$C_{mg} = 1,05 \cdot 1,08 \cdot 1,03 \cdot 850 \frac{\text{€}}{t} \cdot 22922,5 t = 22757826 \text{ €}$$

$$\mathbf{C_{mg} = 22757826 \text{ €}}$$

1.8.2.2. COSTE DE LA MANO DE OBRA

El coste de la mano de obra se calcula de la siguiente manera:

$$C_{mo} = C_{mm} + C_{me} = chm \cdot csh \cdot P_{AC}$$

C_{mm}: Representa el coste de la mano de obra de montaje del material a granel.

C_{me}: Representa el coste de la mano de obra de montaje de los equipos e instalaciones del buque.

chm: Representa el costo horario medio del astillero. $21/25 < chm < 30/40$ €/h. Se supondrá de 30 €/h.

csh: Representa el coeficiente de horas por unidad de peso. $20/30 < csh < 80/100$ h/t. Se supondrá de 60 h/t.

P_{AC}: Representa el peso de acero del buque, calculado anteriormente y con un valor de 22922,5 t.

$$C_{mo} = 30 \frac{\text{€}}{h} \cdot 60 \frac{h}{t} \cdot 22922,5 t = 41260461 \text{ €}$$

$$\mathbf{C_{mo} = 41260461 \text{ €}}$$

1.8.2.3. COSTE DE EQUIPOS Y SU MONTAJE

En este apartado se incluye el coste de todo el servicio o sistema asociado a dichos equipos y su coste de montaje.

$$C_{eq} + C_{me} = C_{ec} + C_{Ep} + CHf + C_{e_r}$$

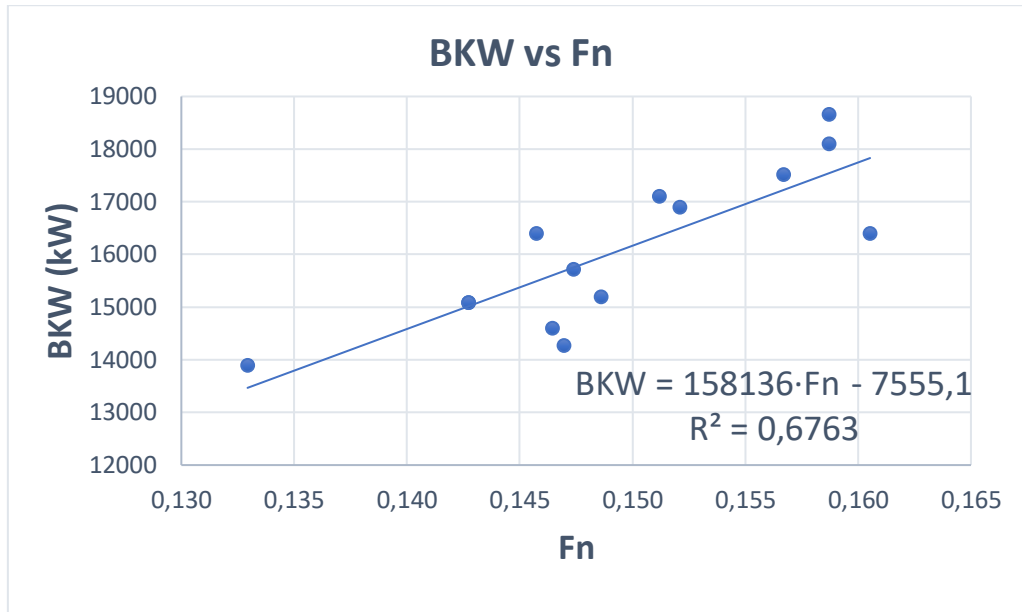
C_{ec}: Representa el coste de los equipos de manipulación de la carga incluyendo su montaje. Este concepto se supone constante para todos los buques alternativa y por ello no influirá en esta fase de comparación de coste y se puede obviar.

C_{Ep}: Representa el coste de los equipos de propulsión, de sus auxiliares y su montaje. Se calcula como:

$$C_{Ep} = cep \cdot BHP$$

cep: Representa el coeficiente de coste por unidad de potencia de los equipos de propulsión y de sus auxiliares. $300 < cep < 400$ €/Kw. Se supondrá de 400 €/Kw.

BHP: Representa la potencia propulsora total, obtenida mediante una recta de regresión en la que se enfrenta la potencia propulsora con el número de Froude de los barcos de la base de datos:



Sustituyendo en la siguiente ecuación con el Froude del barco del proyecto:

$$BKW = 158136 \cdot Fn - 7555,1 = 158136 \cdot 0,152 - 7555,1 \rightarrow BKW = 16441,7 \text{ kW}$$

$$BKW = 16441,7 \text{ kW}$$

$$CEp = 400 \frac{\text{€}}{\text{kW}} \cdot 16441,7 \text{ kW} = 6576679 \text{ €}$$

CHf: Representa el coste de la habilitación y fonda incluida su montaje. Se obtiene de la siguiente fórmula:

$$CHf = chf \cdot nch \cdot NT$$

chf: Representa el coeficiente de coste unitario de la habilitación por tripulante. 32000/35000 €/tripulante. Se supondrá de 35000 €/tripulante.

nch: Representa el coeficiente de nivel de calidad de la habilitación. $0,90 < ch < 1,20$. Se toma un valor de 1,20.

NT: Representa el número de tripulantes (25 tripulantes).

$$CHf = 35000 \frac{\text{€}}{\text{tripulante}} \cdot 1,20 \cdot 25 \text{ tripulantes} = 1050000 \text{ €}$$

CEr: Representa el coste del equipo restante, incluido su montaje.

$$CEr = cer \cdot Per = ccs \cdot p_{AC} \cdot Per$$

ccs: Representa el coeficiente ponderado de las chapas y perfiles de distintas calidades de acero. $1,25 < ccs < 1,35$. Se toma un valor de 1,35.

p_{AC}: Representa el precio unitario del acero. Conjunto de chapas y perfiles de acero de distintas calidades (850 €/t).

Per: es el valor del peso del equipo restante y se calcula como:

$$Per = 0,045 \cdot L^{1,3} \cdot B^{0,8} \cdot D^{0,3} = 3627 \text{ t}$$

Sustituyendo:

$$CEr = 1,35 \cdot 850 \frac{\text{€}}{\text{t}} \cdot 3627 \text{ t} = 4161507 \text{ €}$$

Los costes de equipo y montaje se obtienen sumando:

$$Ceq + Cme = 6576679 \text{ €} + 1050000 \text{ €} + 4161507 \text{ €} = 11788186 \text{ €}$$

$$\mathbf{Ceq + Cme = 11788186 \text{ €}}$$

1.8.2.4. COSTES ADICIONALES VARIABLES

Estos costes se calculan a partir de un porcentaje base de los costes de construcción sin añadir esta partida. Sumando los costes calculados anteriormente:

$$Ceq + Cme + Cmo + Cmg = 11788186 \text{ €} + 41260461 \text{ €} + 22757826 \text{ €} = 75806472 \text{ €}$$

Suponiendo un porcentaje de un 8 %:

$$Cva = 75806472 \text{ €} \cdot 0,08 = 6064518 \text{ €}$$

$$\mathbf{Cva = 6064518 \text{ €}}$$

1.8.2.5. COSTE DE CONSTRUCCIÓN TOTAL

Sumando todas las partidas se obtiene el coste de construcción total:

$$\mathbf{COSTE DE CONSTRUCCIÓN = 81870990 \text{ €}}$$

1.8.3. ALTERNATIVA MÁS FAVORABLE

Se generarán numerosas alternativas como consecuencia de variar algunas de las dimensiones del buque:

- **Eslora:** Esta dimensión se variará en un $\pm 10\%$ de la eslora obtenida por rectas de regresión:

$$L_{pp\text{mínima}} = 237,1 \text{ m}$$

$$L_{pp\text{máxima}} = 290,1 \text{ m}$$

- **Manga:** Por ser un buque que transita por el canal de Suez y observando que todos los barcos de la base de datos tienen una manga similar se concluye que no tiene sentido variar esta magnitud, por lo que permanecerá fijada.

$$B = 48 \text{ m}$$

- **Coefficiente de bloque:** Este valor se variará $\pm 0,03$ el coeficiente de bloque inicial:

$$Cb_{\text{máximo}} = 0,856$$

$$Cb_{\text{mínimo}} = 0,796$$

De esta manera y realizando saltos de 5,3 m entre cada eslora se obtienen once valores distintos por cada valor de coeficiente de bloque. Como se obtendrán siete valores distintos de coeficiente de bloque, en total habrá generadas:

$$\text{Número de alternativas} = 11 \cdot 7 = 77$$

Con el número cúbico del barco inicial (L·B·D) se calcula el puntal de cada alternativa:

$$D = \frac{L_o \cdot B_o \cdot D_o}{L \cdot B}$$

El calado se obtiene a partir de:

$$T = \frac{\Delta}{\rho \cdot L \cdot B \cdot Cb}$$

Y el desplazamiento:

$$\Delta = \Delta_o + dPs + dPER + dMAQ$$

Partiendo de las dimensiones de los buques de la base de datos se restringen las siguientes relaciones:

- **Relación L/D:** Esta relación tiene importancia cuando se estudia la resistencia estructural del buque, en particular la flexión de la viga buque bajo los esfuerzos sometidos por el momento flector impuesto por las olas y la distribución de la carga.
- **Relación B/D:** Es condicionante en muchos casos de la estabilidad del buque, ya que el KG normalmente depende del puntal del buque y el valor KM de la manga.
- **Relación T/D:** Esta relación está regulada por el Convenio de las Líneas de Carga.
- **Relación L/B:** Esta relación es muy restrictiva en este tipo de barcos.

Los valores de las relaciones que se considerarán son las siguientes:

	NOMBRE	L _{PP} /D	B/D	T/D	L _{PP} /B
1	Spyros K	11,43	2,08	0,74	5,5
2	Brightway	11,23	2,04	0,73	5,5
3	Eagle San Antonio	11,46	2,1	0,74	5,45
4	Stena Supreme	11,33	2,06	0,73	5,5
5	Elka Leblon	11,19	2,06	0,7	5,42
6	Brasil Voyager	11,31	2,08	0,73	5,45
7	Samba Spirit	11,31	2,08	0,73	5,45
8	Pegasus Voyager	11,21	2,03	0,72	5,53
9	Milos	11,56	2,08	0,74	5,56
10	Beothuk Spirit	10,8	2	0,7	5,4
11	Elandra Eagle	11,56	2,08	0,74	5,56
12	Lisboa	11,43	2,08	0,74	5,5
13	Ottoman Courtesy	10,28	1,83	0,71	5,61
14	Morviken	11,46	2,1	0,74	5,45

A modo de resumen, tenemos los siguientes valores máximos y mínimos:

	L _{PP} /D	B/D	T/D	L _{PP} /B
Mínimo	10,28	1,83	0,7	5,40
Máximo	11,56	2,1	0,74	5,61

En la siguiente tabla se recogen las seis alternativas que cumplen con las restricciones comentadas anteriormente:

ALTERNATIVA	L _{pp} (m)	D (m)	C _b	B (m)	T (m)	L·B·D (m ³)	Δ (t)	F _n	C _m	C _p	δPacero	δP _{Er}	δPotencia	δPM
37	263,6	24	0,806	48	17,6	303667,2	184255	0,152	0,9966	0,8088	0	0	0	0
38	263,6	24	0,816	48	17,4	303667,2	184255	0,152	0,9969	0,8185	0	0	0	0
39 (Barco Proyecto)	263,6	24	0,826	48	17,2	303667,2	184255	0,152	0,9972	0,8283	0	0	0	0
40	263,6	24	0,836	48	17	303667,2	184255	0,152	0,9975	0,8381	0	0	0	0
44	268,9	23,5	0,806	48	17,3	303667,2	184497	0,150	0,9966	0,8088	185	73	-238	-16
45	268,9	23,5	0,816	48	17,1	303667,2	184497	0,150	0,9969	0,8185	185	73	-238	-16

ALTERNATIVA	CM _g	CM _o	CE _p	CH _f	CE _r	CE _q y CME	CV _a	CC
37	22.757.826 €	41.260.461 €	6.576.679 €	1.050.000 €	4.161.507 €	11.788.186 €	6.064.518 €	81.870.990 €
38	22.757.826 €	41.260.461 €	6.576.679 €	1.050.000 €	4.161.507 €	11.788.186 €	6.064.518 €	81.870.990 €
39	22.757.826 €	41.260.461 €	6.576.679 €	1.050.000 €	4.161.507 €	11.788.186 €	6.064.518 €	81.870.990 €
40	22.757.826 €	41.260.461 €	6.576.679 €	1.050.000 €	4.161.507 €	11.788.186 €	6.064.518 €	81.870.990 €
44	22.941.452 €	41.593.379 €	6.481.613 €	1.050.000 €	4.245.179 €	11.776.792 €	6.104.930 €	82.416.553 €
45	22.941.452 €	41.593.379 €	6.481.613 €	1.050.000 €	4.245.179 €	11.776.792 €	6.104.930 €	82.416.553 €

Cuaderno 1: Dimensionamiento. Elección de la cifra de mérito, definición de alternativas y selección de la más favorable.

Julián Rodríguez Cortegoso

De los seis barcos que cumplen las restricciones quedarían únicamente los cuatro primeros por ser los más baratos, y el elegido será el barco número 39, el del proyecto, por tener el mismo coeficiente de bloque que el obtenido con los barcos de la base de datos.

En la siguiente tabla se muestran los valores finales de nuestro buque:

Dimensiones	Final	Uds.
L _{pp}	263,6	m
B	48	m
D	24	m
T	17,2	m
Δ	184255	t
V	15	kn
C _b	0,826	-
F _n	0,152	-
C _m	0,9972	-
C _p	0,8283	-
C _w	0,884	-
Coste	81.870.990	€

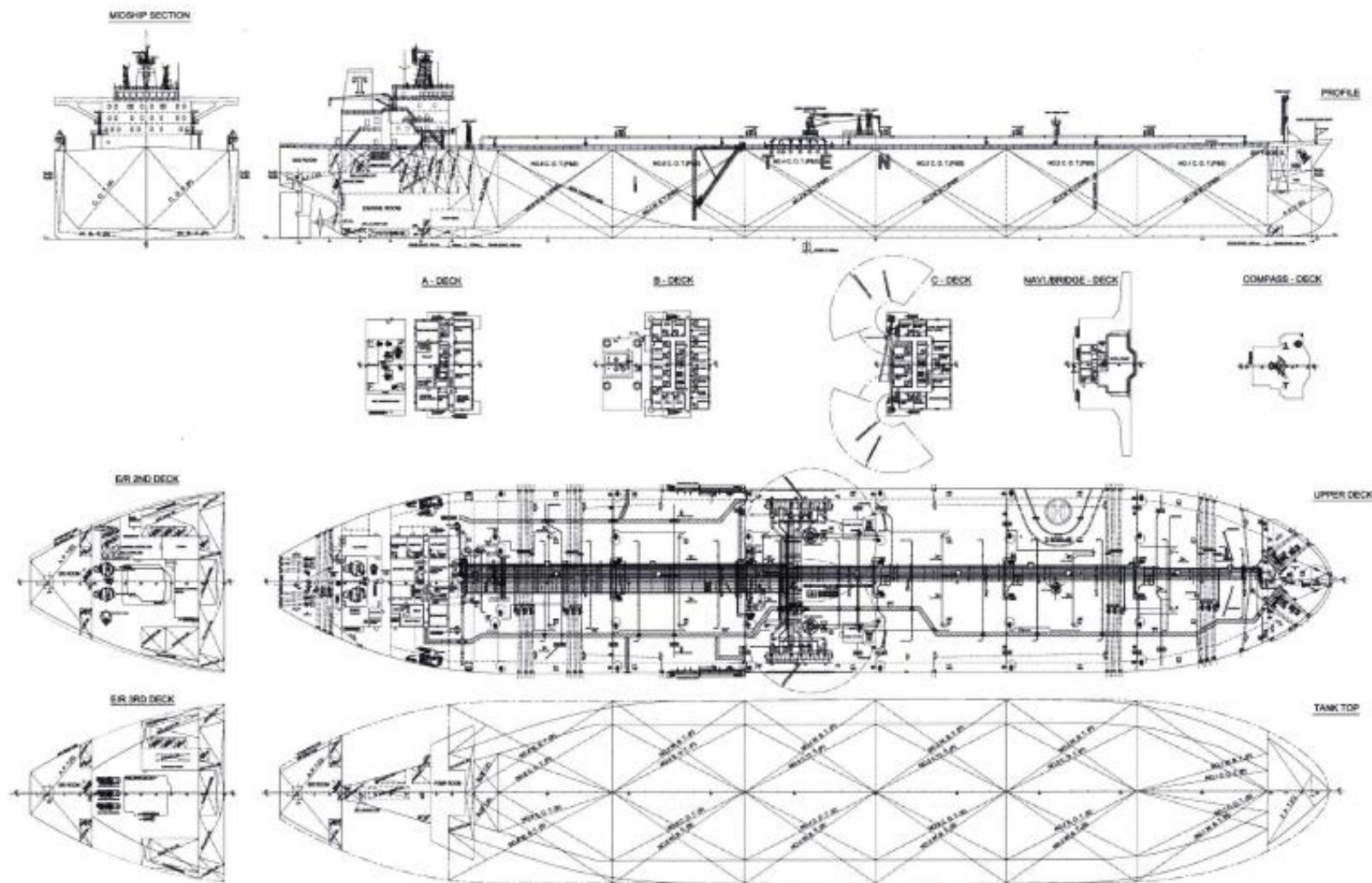
Los valores finales son iguales a los iniciales debido a que el resto de las alternativas quedaron descartadas principalmente por dos motivos: o bien por no cumplir con alguna de las restricciones comentadas anteriormente, o bien por ser más caras que la alternativa inicial.

1.9. DISPOSICIÓN GENERAL

El buque base es similar al barco del proyecto exceptuando la propulsión, que en el primero es una propulsión convencional mientras que el del proyecto tiene una propulsión diésel eléctrica.

La disposición general del barco del proyecto difiere únicamente del buque base *Spyros K* en la cámara de máquinas ya que la del barco del proyecto se encuentra segregada de tal manera que en su parte superior están ubicados los generadores eléctricos y la parte inferior contiene a los motores eléctricos que irán acoplados a una hélice mediante la línea de ejes y una reductora.

SEMINARIANT Ships (I) 2011



1.10. FRANCOBORDO

Para el cálculo del francobordo se ha seguido el reglamento del *Convenio Internacional sobre líneas de carga de 1966 y protocolo de 1988*. Como herramienta de cálculo se ha empleado una plantilla en formato Excel programada de tal manera que al introducir los datos de nuestro buque se obtiene el francobordo.

El buque utilizado como referencia es el *Spyros K*.

1.10.1. DEFINICIONES DE LOS TÉRMINOS USADOS

1) Eslora

a) Se tomará como eslora (L) 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.

Aplicando la norma a):

$$265,45 \text{ m} > \frac{96}{100} \cdot 270,5 \text{ m} = 264,19 \text{ m}$$

2) Perpendiculares. Las perpendiculares de proa y de popa deberán tomarse en los extremos de proa y de popa de la eslora (L). La perpendicular de proa deberá coincidir con la cara de proa de la roda en la flotación en que se mide la eslora.

3) Centro del buque. El centro del buque será el punto medio de la eslora (L).

4) Manga. La manga (B) será la manga máxima del buque, medida en el centro de este hasta la línea de trazado de la cuaderna.

$$B = 48 \text{ m}$$

5) Puntal de trazado. Será la distancia vertical medida desde el canto alto de la quilla hasta el canto alto del bao de la cubierta de francobordo en el costado.

$$D = 24 \text{ m}$$

6) Puntal de francobordo. Será el puntal de trazado en el centro del buque más el espesor de la cubierta de francobordo en el costado.

$$D = 24 \text{ m} + 0,009 \text{ m}$$

$$D = 24,009 \text{ m}$$

7) Coeficiente de bloque. El coeficiente de bloque (C_b) vendrá dado por la fórmula:

$$C_b = \frac{V}{L \cdot B \cdot d_1}$$

donde:

V : será el volumen del desplazamiento de trazado del buque a un calado de trazado d_1 .

d_1 : el 85% del puntal mínimo de trazado.

$$C_b = 0,826$$

Cuaderno 1: Dimensionamiento. Elección de la cifra de mérito, definición de alternativas y selección de la más favorable.

Julián Rodríguez Cortegoso

Manga de trazado (B)	48	m
Puntal mínimo de trazado	24	m
Puntal mínimo de trazado al 85%	20,4	m
Espesor de la cubierta de francobordo en el costado	9	mm
Puntal de francobordo (D)	24,009	m
Eslora de flotación al 85% del puntal mínimo de trazado	264,19	m
Eslora entre perpendiculares a 20,825 m de calado	265,45	m
Eslora (L)	265,45	m
Volumen sin apéndices a 20,825 m de calado	219173,995	m ³
Coefficiente de bloque	0,826	-

1.10.2. REGLAS

Regla 27. Tipos de buques

Para el cálculo del francobordo los buques se dividirán en dos tipos: 'A' y 'B'.

El barco del proyecto es de tipo 'A' porque ha sido proyectado para transportar solamente cargas líquidas a granel.

R-27 Tipos de buques	
Tipo de buque	A

Regla 28. Tablas de francobordo

El francobordo tabular para los buques de tipo 'A' se determinará por medio de la siguiente tabla:

Eslora del buque (metros)	Francobordo (milímetros)	Eslora del buque (metros)	Francobordo (milímetros)	Eslora del buque (metros)	Francobordo (milímetros)
240	2946	277	3163	314	3312
241	2953	278	3167	315	3315
242	2959	279	3172	316	3318
243	2966	280	3176	317	3322
244	2973	281	3181	318	3325
245	2979	282	3185	319	3328
246	2986	283	3189	320	3331
247	2993	284	3194	321	3334
248	3000	285	3198	322	3337
249	3006	286	3202	323	3339
250	3012	287	3207	324	3342
251	3018	288	3211	325	3345
252	3024	289	3215	326	3347
253	3030	290	3220	327	3350
254	3036	291	3224	328	3353
255	3042	292	3228	329	3355
256	3048	293	3233	330	3358
257	3054	294	3237	331	3361
258	3060	295	3241	332	3363
259	3066	296	3246	333	3366
260	3072	297	3250	334	3368
261	3078	298	3254	335	3371
262	3084	299	3258	336	3373
263	3089	300	3262	337	3375
264	3095	301	3266	338	3378
265	3101	302	3270	339	3380
266	3106	303	3274	340	3382

Entrando en las tablas con el valor de la eslora (L) e interpolando se obtiene el francobordo tabular.

L (m)	Francobordo (mm)
265	3101
266	3106
265,45	3104

Regla 29. Corrección al francobordo para buques de eslora inferior a 100m

Esta regla no se aplica a buques de tipo 'A'.

Regla 30. Corrección por coeficiente de bloque

Cuando el coeficiente de bloque (Cb) sea superior a 0,68, el francobordo tabular especificado en la regla 28, después de ser modificado, si procede, se multiplicará por el factor:

$$\frac{Cb + 0,68}{1,36} = 1,1074$$

R-28	3104
R-29	0
Francobordo	3104
Factor	1,1074
R-30	334

Regla 31. Corrección por puntal

Cuando D exceda de L/15, el francobordo se aumentará en:

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

Donde R = 250 para esloras de 120 metros o mayores:

$$\left(24,009 \text{ m} - \frac{265,45}{15}\right) \cdot 250 = 1579 \text{ mm}$$

R-31	1579
------	------

Regla 32. Corrección por posición de la línea de cubierta

No se aplica esta regla.

Regla 33. Altura normal de las superestructuras

Este barco carece de superestructuras ya que no cuenta con castillo de proa y la toldilla de popa no se considera, por estar separada del forro del costado más del 4 % de la manga del buque.

Regla 34-35. Longitud efectiva de las superestructuras

No se aplica por no tener superestructuras.

Regla 36. Troncos

Este barco no tiene troncos.

Regla 37. Reducción por estructuras y troncos

R-37	0
------	---

Regla 38. Arrufo

A pesar de que el barco no disponga de arrufo, se debe realizar la siguiente corrección:

Situación	Ordenada	Factor	Producto		
Perpendicular de popa	2462	1	2462		
1/6 L desde la P. de Pp.	1093	1	3279		
1/3 L desde la P. de Pp.	276	3	828		
Centro del buque	0	1	0	Arrufo popa	6569
Centro del buque	0	1	0		
1/3 L desde la P de Pr.	552	3	1656		
1/6 L desde la P de Pr.	2186	3	6558		
Perpendicular de proa	4924	1	4924	Arrufo proa	13138

Variación de arrufo de popa	-821
Variación de arrufo de proa	-1642
Variación de arrufo	-1231
Factor	0,75
Corrección	924
R-38	924

Regla 39. Altura mínima de proa

La altura de proa (F_b), definida como la distancia vertical en la perpendicular de proa entre la línea de flotación correspondiente al francobordo de verano asignado y al asiento proyectado y la parte superior de la cubierta de intemperie en el costado, no será inferior a:

$$F_b = \left(6075 \cdot \left(\frac{L}{100} \right) - 1875 \cdot \left(\frac{L}{100} \right)^2 + 200 \cdot \left(\frac{L}{100} \right)^3 \right) \cdot \left(2,08 + 0,609 \cdot C_b - 1,603 \cdot C_{wf} - 0,0129 \left(\frac{L}{d_1} \right) \right)$$

Siendo:

L : eslora definida en la regla 3, en m.

B : manga de trazado definida en la regla 3, en m.

d_1 : el calado en el 85% del puntal D , en m.

C_b : coeficiente de bloque definido en la regla 3.

C_{wf} : coeficiente de área de la flotación a proa de $L/2$.

A_{wf} : área de flotación a proa de $L/2$ para el cado d_1 , en m^2 :

$$A_{wf} = C_{wf} \cdot \frac{L}{2} \cdot B$$

A_{wf}	5631,79	m^2
L	265,45	m
B	48	m
d_1	20,4	m
C_b	0,826	m
C_{wf}	0,884	-

Se obtiene un valor de altura mínima exigida de francobordo de:

$$Fb = 6643 \text{ mm}$$

Comparando este valor con la altura real que se obtiene sumando las reglas anteriores:

$$Altura \text{ real} = 3104 + 334 + 1579 + 924 = 5941 \text{ mm}$$

$$Altura \text{ real} = 5941 \text{ mm}$$

Como la altura mínima exigida de francobordo es mayor que la altura real, la corrección que se aplica en esta regla es la diferencia entre ambas:

R-39.1	702	mm
--------	-----	----

En resumen:

R-28	3104	mm
R-29	0	mm
R-30	334	mm
R-31	1579	mm
R-32.1	0	mm
R-37	0	mm
R-38	924	mm
Σ	5941	mm
R-39.1	702	mm
R-39.2	0	mm
Σ	6643	mm

Regla 40. Francobordos mínimos

Francobordo de verano	6643	mm
Calado de verano	17366	mm
Francobordo tropical	6282	mm
Francobordo de invierno	7005	mm
Francobordo de invierno en el Atlántico Norte	7005	mm
Francobordo de agua dulce	6282	mm

1.11. ESTIMACIÓN DE LA POTENCIA

Para el cálculo de la potencia se utilizará el software *NavCad*.

1.11.1. CÁLCULO DE LA RESISTENCIA

El campo de aplicación es el de la *ITTC-78* y se emplea el método de la *ITTC-57* para el cálculo de la resistencia por fricción.

El factor de forma del casco se realizará por el método *Holtrop*, ya que es el más apropiado por cumplir con todos los criterios exigidos por el propio método para asegurar su eficiencia.

La correlación se determina también con el método de *Holtrop*.

El método seleccionado "Percentage", lo que hace es estimar los valores de los apéndices con un porcentaje de la fricción del casco del 5%.

Algunos de los datos que necesita este software para realizar los cálculos serán calculados mediante formulación y otros se obtendrán a partir del buque base *Spyros K*:

Dimensiones principales

Eslora en la flotación.....	268,8 m
Manga máxima en la flotación	48 m
Calado máximo de diseño.....	17,2 m
Desplazamiento	184435 t
Superficie mojada	18532,9 m ²
LCB	134,4 m
LCF.....	134,4 m
Área de la maestra.....	823,288 m ²
Área de la flotación	11405,7 m ²

La eslora en la flotación se obtiene midiendo en el buque base.

La manga, el calado y el desplazamiento son valores conocidos.

La superficie mojada se ha estimado mediante el método *Series 60*.

El centro de carena y de flotación se han introducido en el centro del buque.

Tanto el área de la maestra y de la flotación se han introducido mediante coeficientes.

Propulsor

Tipo	Hélice
Número.....	1

Bulbo

Área transversal.....	57,63 m ²
Altura del bulbo desde la línea de flotación	7,62 m
Nariz del bulbo desde la perpendicular de popa	273 m

El área de la sección del bulbo se estima como un 7 % del área de la maestra.

Tanto la altura del bulbo como la nariz se obtienen del buque base y se extrapolan al barco del proyecto.

Estampa

Área de la estampa..... 18 m²

Manga de la estampa 6,6 m

Inmersión de la estampa..... 3 m

Semiángulo de entrada de la flotación 42 °

Forma de proaNormal

Forma de popaNormal

Tanto la manga como la inmersión de la estampa se miden del plano del buque base y se extrapola al barco del proyecto. El área de la estampa se estima con esos valores.

El semiángulo de entrada se obtiene del plano del buque base.

Velocidad

Velocidad de diseño..... 15 kn

La velocidad de diseño se complementa con dos velocidades superiores y el resto inferiores.

Apéndices

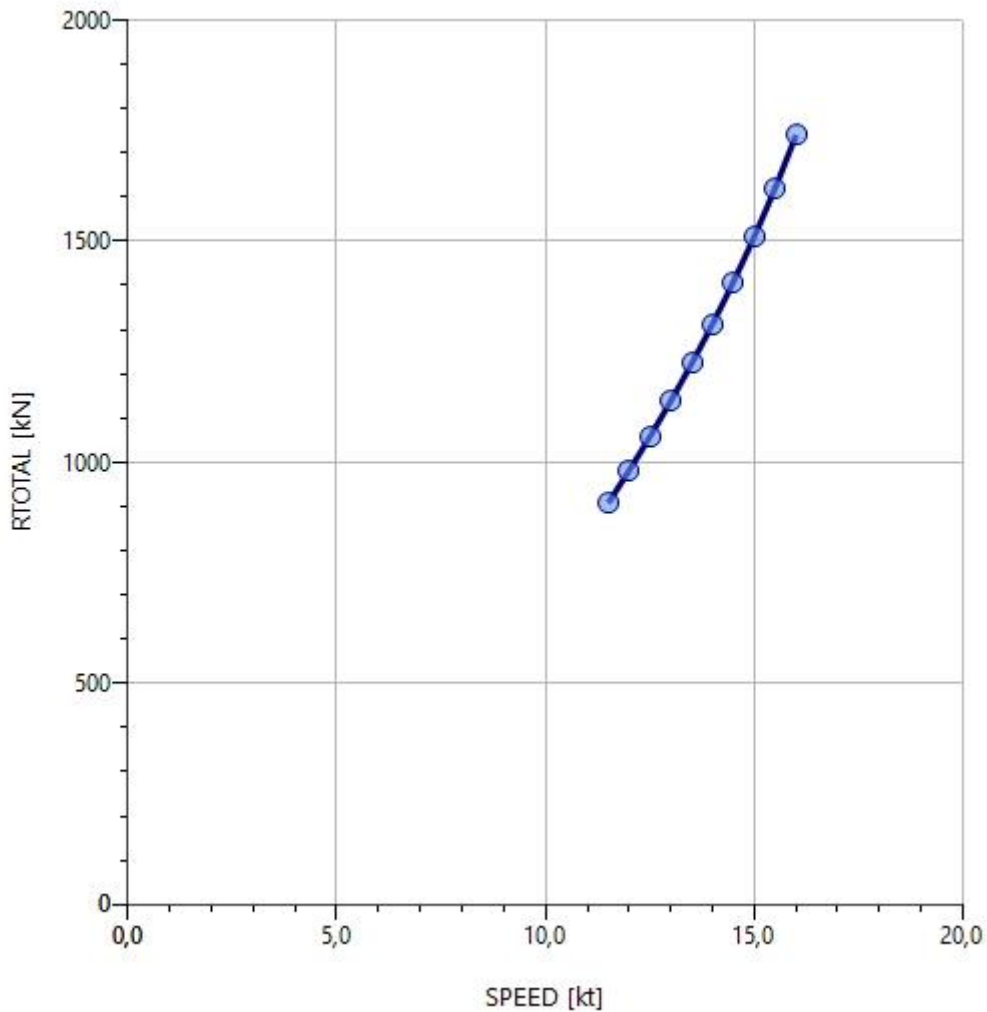
Porcentaje 5 %

En esta estimación no se ha tenido en cuenta el medio que rodea el buque.

Margen

Margen de mar 10 %

A continuación, se muestra la gráfica *Resistencia – Velocidad* con su correspondiente tabla de resultados:



Velocidad (kt)	Resistencia total (kN)
11,50	907,91
12,00	981,57
12,50	1058,52
13,00	1139,14
13,50	1223,96
14,00	1313,64
14,50	1409,05
15,00	1511,15
15,50	1621,12
16,00	1740,32

$R_t = 1511,15 \text{ kN}$

1.11.2. CÁLCULO DE LA POTENCIA

El cálculo de la potencia necesaria para elegir el motor se realiza con el modo *By thrust*.

El barco del proyecto cuenta con una sola línea de ejes y una hélice de paso fijo (FPP).

El método empleado es el de la *serie B* de *Wageningen*.

El cálculo de la cavitación se realiza por el método de Keller.

Se busca el punto de diseño óptimo, y para ello introduciremos los datos que se muestran a continuación:

Velocidad de diseño..... 15 nudos
Empuje 1930,9 kN
Diámetro 8200 mm
Punto de diseño 1,0
RPM de referencia 91 rpm
Punto de diseño 1,10 (10 % margen de mar)
Inmersión del eje 12700 mm
Eficiencia del eje (1 eje)..... 0,97

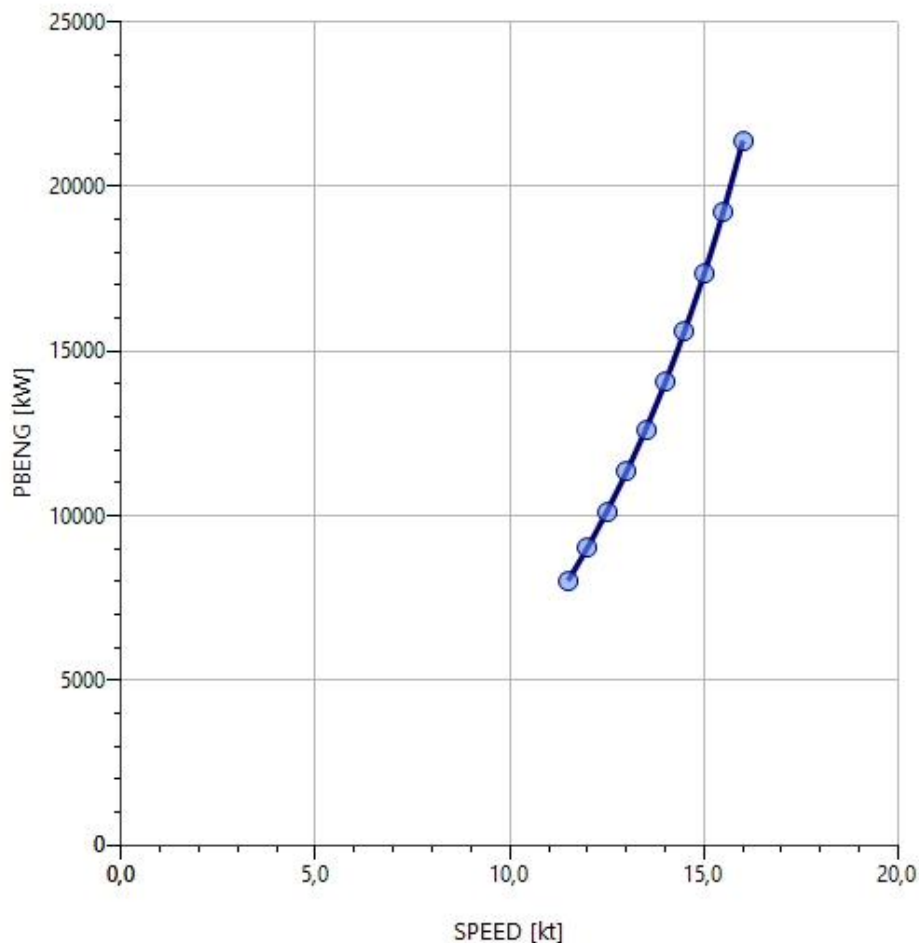
Para el diámetro de la hélice se toma como referencia el que aparece en la ficha técnica del buque base.

La inmersión del eje se obtiene midiendo en el plano del buque base.

Las RPM son las que aparecen en la ficha técnica del buque base.

Seleccionamos el método de *Holtrop*, por cumplir con sus exigencias y ser el mejor método en este tipo de barcos.

La curva obtenida se muestra a continuación:



Velocidad (kt)	PB Eng (kW)
11,50	8030,2
12,00	9040,5
12,50	10137,5
13,00	11330,2
13,50	12630,1
14,00	14051,7
14,50	15613,6
15,00	17338,1
15,50	19253,1
16,00	21391,8

A una velocidad de 15 nudos la potencia es de 17338,1 kW. Como el motor va al 85 % del MCR:

$$PB Eng = \frac{17338,1 \text{ kW}}{0,85} = 20398 \text{ kW}$$

$$PB Eng = 20398 \text{ kW}$$

1.11.2.1. ELECCIÓN DE LOS GENERADORES DIÉSEL

Conocida la potencia y como se trata de una propulsión eléctrica, escogeremos los generadores diésel que serán del fabricante *Wärtsilä*.

En el catálogo encontramos:

Genset 32, Rated power				
Engine type	60Hz/720rpm		50 Hz/750 rpm	
	560 kW/cyl		580 kW/cyl	
	Engine kW	Gen. kW	Engine kW	Gen. kW
6L32	3 360	3 230	3 480	3 340
8L32	4 480	4 300	4 640	4 450
9L32	5 040	4 840	5 220	5 010
12V32	6 720	6 450	6 960	6 680
16V32	8 960	8 600	9 280	8 910

En nuestro caso elegiremos seis generadores del modelo 8L32. Estos serán los encargados de generar la energía para alimentar la planta eléctrica del barco, siendo la propulsión, que es el caso que nos ocupa en este apartado, uno de los principales consumidores. Además, se tendrá en cuenta un margen de energía suficiente para alimentar el resto de los consumidores eléctricos que tenga el barco. De esta manera dispondremos de la siguiente potencia:

$$Potencia instalada = n^{\circ} \text{ generadores} \cdot Potencia = 6 \cdot 4450 \text{ kW} = 26700 \text{ kW}$$

$$Potencia = 26700 \text{ kW}$$

Así, en caso de que uno de ellos se parase, se tendría una potencia suficiente para lograr condiciones normales de propulsión y de alimentación de la planta eléctrica.

1.11.3. CÁLCULO DEL PROPULSOR

Una vez que se ha calculado la resistencia y la potencia se procede a realizar el cálculo del propulsor.

Para realizar este cálculo se han seleccionado propulsores de 4,5 y 6 palas por ser los más comunes en este tipo de buques.

Inicialmente, los valores de relación área del disco/área de las palas y el paso de la hélice no son conocidos, y será el programa quien los calcule:

Número de propulsores 1
Tipo de propulsor Paso Fijo
Número de palas 4/5/6 palas
Diámetro máximo del propulsor 8200 mm
Inmersión del eje 12700 mm

Realizamos el nuevo cálculo, pero esta vez *By power*.

En la siguiente tabla se muestran los resultados para una hélice de 8,2 m de diámetro con 4, 5 y 6 palas:

Nº Palas	EFFO	EFFOA	MERIT	RPM propulsor
4	0,4374	0,6715	0,66993	85
5	0,4405	0,6747	0,67466	80
6	0,4409	0,6739	0,67542	75

Por tener un rendimiento superior al resto se ha decidido instalar una hélice de 6 palas. Además de estos datos también se ha de tener en cuenta el reparto de la presión en las palas. El reparto de presiones será más beneficioso en el caso de 6 palas por haber más superficie de pala disponible, esto contribuye a evitar la aparición del fenómeno de la cavitación.

1.12. NUEVO ESTUDIO DE PESOS

Conocidas tanto las dimensiones finales del barco como la potencia propulsora se procede a realizar el nuevo estudio de los pesos.

1.12.1. PESO EN ROSCA

1.12.1.1. PESO DEL ACERO

El valor del peso del acero se puede obtener por formulación obtenida del libro *El proyecto básico del buque mercante* a través de dos métodos:

MÉTODO DE SV. AA. HARVARLD Y J. JUNCHER:

$$P_{AC} = C_S \cdot (L_{PP} \cdot B \cdot D + Sup)$$

Donde:

$$C_S = C_{SO} + 0,064 \cdot \exp(-0,50 \cdot u - 0,10 \cdot u^{2,45}) = 0,07723$$

$$u = \log\left(\frac{\Delta}{100}\right) = 3,27$$

$$Sup = 0,8 \cdot B \cdot (1,45 \cdot L_{PP} - 11) = 14255$$

Quedando finalmente el peso del acero:

$$P_{AC} = 0,07723 \cdot (263,6 \cdot 48 \cdot 24 + 14255) = 24554 \text{ t}$$

MÉTODO PARA PETROLEROS CON DOBLE FONDO Y DOBLE CASCO:

$$P_{AC} = 0,0658 \cdot L_{PP}^{1,7} \cdot B^{0,102} \cdot D^{0,886}$$

Sustituyendo con las dimensiones del barco del proyecto:

$$P_{AC} = 0,0658 \cdot 263,6^{1,7} \cdot 48^{0,102} \cdot 24^{0,886} = 21291 \text{ t}$$

$$P_{AC} = 21683 \text{ t}$$

De la media de estos dos métodos se obtiene el peso final del acero:

$$P_{AC} = \frac{24554 \text{ t} + 21291 \text{ t}}{2} = 22922,5 \text{ t}$$

$$P_{AC} = 22922,5 \text{ t}$$

1.12.1.2. PESO DE LA MAQUINARIA

Este peso se desglosa en:

- Peso de la máquina principal

En este caso, cuando hablamos de la maquinaria principal nos referimos a los generadores eléctricos. Cada uno tiene un peso de 76 toneladas, lo que hace un total de:

$$P_{MP} = n^{\circ} \text{ generadores} \cdot \text{peso generadores} = 6 \cdot 76 \text{ t} = 456 \text{ t}$$

$$P_{MP} = 456 \text{ t}$$

- Peso restante de la maquinaria

El peso restante se puede calcular con la siguiente fórmula obtenida del libro *El proyecto básico del buque mercante*:

$$P_{MR} = Km \cdot MCO^{0,7}$$

El coeficiente K_m depende del tipo de buque y en petroleros tiene un valor de 0,59.
 MCO es la potencia en BHP.

$$P_{MR} = 0,59 \cdot (26700 \cdot 1,34102)^{0,7} = 909 \text{ t}$$

$$\mathbf{P_{MR} = 909 \text{ t}}$$

1.12.1.3. PESO DEL EQUIPO Y DE LA HABILITACIÓN

El peso de la habilitación y equipo puede estimarse a partir de la fórmula obtenida del libro *El proyecto básico del buque mercante*:

$$P_{HYE} = K_E \cdot L_{PP} \cdot B$$

En petroleros:

$$K_E = 0,36 - 0,53 \cdot 10^{-3} \cdot L_{PP} = 0,36 - 0,53 \cdot 10^{-3} \cdot 263,6 \text{ m} = 0,22$$

El peso del equipo y de la habilitación es de:

$$P_{HYE} = 0,22 \cdot 263,6 \text{ m} \cdot 48 \text{ m} = 2787 \text{ t}$$

$$\mathbf{P_{HYE} = 2787 \text{ t}}$$

1.12.1.4. RESUMEN DEL PESO EN ROSCA

A continuación, se muestra una tabla con todos los pesos calculados anteriormente.

Peso del acero	22922,5 t
Peso de la máquina principal	456 t
Peso restante de la maquinaria	909 t
Peso de habilitación y equipo	2787 t
Peso total	27074,5 t
Margen de 10 %	2707,5 t
PESO EN ROSCA	29782 t

Comparando con los pesos muertos de otros buques de la base de datos:

NOMBRE	LW (t)
Brightway	25000
Eagle San Antonio	23832
Stena Supreme	23883
Elka Leblon	27800

Se puede observar que el valor obtenido es superior al de los barcos de la base de datos, pero se dará por bueno ya que se trata de una primera aproximación.

1.12.2. PESO MUERTO

El peso muerto del buque del proyecto es un valor conocido puesto que viene fijado en la RPA y es de 150000 toneladas en las que incluye: combustible, aceite, agua dulce, tripulación, víveres, pertrechos y carga útil.

Primero calcularemos la autonomía del barco en días y en horas ya que nos será útil en los próximos cálculos.

1.12.2.1. AUTONOMÍA

La autonomía del barco es un valor conocido porque viene fijada en la RPA y es de 10000 millas:

$$\text{Autonomía (horas)} = \frac{10000 \text{ millas}}{15 \frac{\text{millas}}{\text{hora}}} = 666,7 \text{ horas}$$

$$\text{Autonomía} = 666,7 \text{ horas}$$

$$\text{Autonomía (días)} = \frac{10000 \text{ millas}}{15 \frac{\text{millas}}{\text{hora}} \cdot 24 \frac{\text{horas}}{\text{día}}} = 27,8 \text{ días}$$

$$\text{Autonomía} = 27,8 \text{ días}$$

1.12.2.2. COMBUSTIBLE

El cálculo del combustible de los motores que alimentan a los generadores se realizará suponiendo que los seis se encuentran en funcionamiento a un régimen del 85 % de la potencia máxima, para abastecer tanto a la propulsión como a los demás consumidores eléctricos del barco:

$$\text{Potencia} = n^{\circ} \text{ generadores} \cdot \frac{85}{100} \cdot \text{potencia} = 6 \cdot \frac{85}{100} \cdot 4640 \text{ kW} = 23664 \text{ kW}$$

El consumo se obtiene del catálogo del motor:

Engine speed Cylinder output	RPM kW/cyl	720 560	750 580	720 560	750 580	750 580	750 580
Engine output	kW	4480	4640	4480	4640	4640	4640
Mean effective pressure	MPa	2.9	2.88	2.9	2.88	2.88	2.88
Fuel system (Note 4)							
Pressure before injection pumps (PT 101)	kPa	700±50	700±50	700±50	700±50	700±50	700±50
Engine driven pump capacity (MDF only)	m³/h	5.4	5.6	5.4	5.6	5.6	5.6
HFO viscosity before engine	cSt	16...24	16...24	16...24	16...24	16...24	16...24
HFO temperature before engine, max. (TE 101)	°C	140	140	140	140	140	140
MDF viscosity, min	cSt	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
MDF temperature before engine, max. (TE 101)	°C	45	45	45	45	45	45
Fuel consumption at 100% load, HFO	g/kWh	181.2	182.8	181.8	183.3	182.8	185.8
Fuel consumption at 85% load, HFO	g/kWh	180.5	181.5	181.1	182.2	179.9	181.4

El motor trabajando al 85 % de la carga tiene el siguiente consumo de HFO:

$$\text{Consumo} = 181,5 \frac{\text{g}}{\text{kW} \cdot \text{h}}$$

Conocida la potencia, el consumo y la autonomía se procede a realizar el cálculo del peso de combustible:

$$\text{Peso combustible} = 181,5 \frac{\text{g}}{\text{kW} \cdot \text{h}} \cdot 23664 \text{ kW} \cdot 666,7 \text{ horas} = 2863,3 \text{ t}$$

$$\text{Peso combustible} = 2863,3 \text{ t}$$

1.12.2.3. ACEITE

Para el cálculo del peso del aceite se tomará como primera estimación un 4 % del peso del combustible:

$$\text{Peso aceite} = \frac{4}{100} \cdot 2863,3 t = 114,5 t$$

$$\text{Peso aceite} = 114,5 t$$

1.12.2.4. AGUA DULCE

Para el cálculo del agua dulce se estima un consumo de 175 litros por persona y día:

$$\text{Peso agua dulce} = 175 \frac{l}{\text{persona} \cdot \text{día}} \cdot 25 \text{ tripulantes} \cdot 27,8 \text{ días} = 121,5 t$$

$$\text{Peso agua dulce} = 121,5 t$$

1.12.2.5. TRIPULACIÓN

En este peso incluimos a los tripulantes con sus cargas y efectos. Se consideran 125 kg por tripulante:

$$\text{Peso tripulación} = 125 \frac{kg}{\text{tripulante}} \cdot 25 \text{ tripulantes} = 3,1 t$$

$$\text{Peso tripulación} = 3,1 t$$

1.12.2.6. VÍVERES

Los víveres se estiman como 5 kg por tripulante y día:

$$\text{Peso víveres} = 5 \frac{kg}{\text{persona} \cdot \text{día}} \cdot 25 \text{ tripulantes} \cdot 27,8 \text{ días} = 3,5 t$$

$$\text{Peso víveres} = 3,5 t$$

1.12.2.7. PERTRECHOS

En la RPA no aparece indicado el peso de los pertrechos, por lo tanto, como este barco es de dimensiones grandes, se supondrá de 100 t.

$$\text{Peso pertrechos} = 100 t$$

1.12.2.8. CARGA ÚTIL

Como el peso muerto viene fijado en la RPA, la carga útil se obtiene restándole las partidas anteriores:

$$\text{Carga útil} = \text{TPM} - (2863,3 t + 114,5 t + 121,5 t + 3,5 t + 100 t + 3,1 t) = 146794 t$$

$$\text{Peso carga útil} = 146794 t$$

Dividiendo entre la densidad máxima, que es un valor fijado en la RPA, y suponiendo una permeabilidad del 98 % obtenemos el volumen de m³ de los tanques de carga:

$$\text{Volumen carga útil} = \frac{146794 t}{0,86 \frac{t}{m^3} \cdot 0,98} = 174174 m^3$$

$$\text{Volumen carga útil} = 174174 m^3$$

1.12.2.9. RESUMEN DEL PESO MUERTO

En la siguiente tabla se recogen todos los pesos calculados anteriormente:

Cuaderno 1: Dimensionamiento. Elección de la cifra de mérito, definición de alternativas y selección de la más favorable.

Julián Rodríguez Cortegoso

Combustible	2863,3 t
Aceite	114,5 t
Agua dulce	121,5 t
Tripulación	3,1 t
Víveres	3,5 t
Pertrechos	100 t
Carga útil	146794 t
PESO MUERTO	150000 t

1.12.3. DESPLAZAMIENTO

Conocido el peso en rosca y el peso muerto, se puede calcular el desplazamiento como la suma de ambos pesos:

$$\Delta = PR + PM = 29766 t + 150000 t = 179766 t$$

$$\Delta = \mathbf{179766 t}$$

1.13. COTA

La cota representa objetivamente el valor técnico del buque, expresando el grado de adaptación o cumplimiento de las reglas que le aplica una sociedad de clasificación. Las cotas pueden ser de diferentes tipos:

Genéricas:

- DNVGL.
- 1A1.

Según el tipo de barco:

- Tanker for Oil, ESP.

Adicionales a los tipos de barco:

- CSR: Hull structure is based on IACS common structural rules for Double Hull Oil Tankers with length ≥ 150 m and Bulk Carriers with length ≥ 90 m.
- SPM: Single point mooring.

Relacionadas con programas:

- BIS: Ships built for in-water survey of the ship's bottom and related items.
- ESP: Ships subject to an enhanced survey programme.

Relacionadas con equipos y sistemas:

- BWME(S): Ballast water management system complying with the Ballast Water Convention (BWM/CONF/36). Ballast water exchange method. (...)//Exchange by sequential method.
- CCO: Centralised operation of cargo and ballast handling systems.
- CLEAN: Requirements for controlling and limiting operational emissions and discharges.
- E0: Instrumentation and automation installed to allow for unattended machinery space.
- VCS 2-B: Systems for control of vapour emission from cargo tanks and in compliance with IMO MSC/Circ. 585 and USCG CFR 46 Part 39.// Additional requirements to vapour balancing.
- Recyclable: Inventory of Hazardous Materials Part 1, which addresses prohibited and restricted materials used, and quantifies and locates hazardous materials onboard ships which are known to represent a potential hazard to people and the environment.

Relacionada con las características del diseño:

- COAT-PSPC(B): Additional requirements for corrosion prevention of tanks and spaces/areas for newbuildings. The notation provides compliance with SOLAS Ch.II-1 Pt.A-1, Reg. 3-2 and IMO Res. MSC.215(82).// (B) - IMO PSPC requirements for dedicated seawater ballast tanks of all types of vessels.
- OPP-F: Additional oil pollution prevention measures for the fuel oil system.

1.14. ESPECIFICACIÓN PRELIMINAR

1.14.1. DESCRIPCIÓN GENERAL

1.14.1.1. DESCRIPCIÓN GENERAL

El propósito de la presente especificación técnica es definir las características técnicas principales del anteproyecto del barco petrolero tipo Suezmax de 150000 TPM. Para su realización se han tenido en cuenta los requerimientos del armador, los resultados del desarrollo del proyecto de nuestro buque, así como la información adicional obtenida tras el estudio de los buques de nuestra base de datos.

1.14.1.2. TIPO DE BUQUE

Este proyecto corresponde al diseño de un barco petrolero de tipo Suezmax, esta denominación se debe a que sus dimensiones están ajustadas para poder transitar por el canal de Suez.

Este buque cuenta con una capacidad de carga de 150000 toneladas de peso muerto destinadas a crudo de densidad máxima $0,86 \text{ t/m}^3$. El sistema de carga y descarga de los tanques se hará a través de la cámara de bombas.

1.14.1.3. DIMENSIONES DEL BUQUE

Eslora entre perpendiculares: 263,6 m.

Eslora total: 271,5 m.

Manga: 48 m.

Puntal: 24 m.

Calado: 17,2 m.

Velocidad: 15 nudos.

Tripulación: 25 tripulantes.

1.14.1.4. TRIPULACIÓN

La tripulación consta de 25 personas distribuidas de la siguiente forma:

Rango	Número de tripulantes
Tripulación de cubierta	
Capitán	1
Primer oficial	1
Segundo oficial	2
Contramaestre	2
Marinero	6
Tripulación de máquinas	
Jefe de máquinas	1
Primer oficial	1
Segundo oficial	2
Electricista	2
Bombero	2
Marinero	3
Personal de fonda	
Cocinero	1
Camarero	1

1.14.1.5. AUTONOMÍA

La autonomía a la velocidad de servicio será de 10000 millas.

1.14.1.6. PESO MUERTO

El peso muerto viene fijado en la RPA y es de 150000 toneladas e incluye a la carga útil, consumos, tripulación y equipaje, víveres y pertrechos.

1.14.1.7. FORMAS Y ESTABILIDAD

La proa no llevará bulbo y las cubiertas no dispondrán de arrufo, incluidas las de las casetas, siendo estas últimas paralelas a la cubierta superior.

Al desarrollar las formas se tendrá un especial cuidado en la fijación de la posición longitudinal del centro de carena, a fin de que la misma esté dentro de los valores convencionales y sea la óptima para la asociación de una buena propulsión en las condiciones más idóneas de asiento, de acuerdo con la correspondiente situación de carga.

El buque cumplirá con el criterio de estabilidad de IMO, incluido el criterio de viento.

1.14.1.8. POTENCIA Y VELOCIDAD

La propulsión del buque será realizada por medio de dos motores eléctricos que estarán alimentados por tres grupos generadores.

La velocidad del buque en servicio será de 15 nudos, considerando un margen de mar del 10 %.

1.14.1.9. ENSAYOS EN CANAL (O PRUEBAS)

Con el fin de lograr un mejor rendimiento “potencia/velocidad”, las formas de la carena del buque serán sometidas a estudio de un Canal de Experiencias, desarrollándose los siguientes estudios y ensayos:

- Remolque a cuatro calados: lastre, plena carga, carga intermedia y pruebas de mar.
- Autopropulsión a los cuatro calados indicados anteriormente.
- Propulsor aislado.
- Cavitación.
- Ensayo de líneas de corriente a plena carga.
- Ensayo de determinación de estela a plena carga.
- Dimensionamiento del timón.

1.14.1.10. CLASIFICACIÓN, INSPECCIÓN Y REGLAMENTOS

El buque con todo su equipo y maquinaria será construido de acuerdo con los reglamentos y bajo vigilancia especial de *DNV GL*.

Con independencia de las exigencias anteriores, el buque cumplirá además con:

- Convenio Internacional para la Seguridad de la Vida Humana en la Mar.
- Convenio Internacional Sobre Líneas de Carga de 1966 y Protocolo de 1988.

- Reglamento Internacional Sobre Arqueo de Buques, 1969.
- Reglamento Internacional para Prevenir Abordajes.
- Reglamento Internacional de Telecomunicaciones de Ginebra.
- Reglamentos sobre abanderamiento de buques.
- Normas del Sistema Mundial de Socorro y Seguridad Marítima.
- Normas sobre niveles de ruido según IMO.
- Acuerdo N.º 92 relativo a la habilitación de la tripulación, de la 32ª sesión marítima de la Conferencia Internacional del Trabajo.
- MARPOL.
- Reglamento Español de Reconocimiento de Buques y Embarcaciones Mercantes.
- Reglamento del USCG para buques de bandera extranjera.
- Normas del Sistema Mundial de Socorro y Seguridad Marítima.
- Recomendaciones de ISO sobre vibraciones.

El astillero entregará los siguientes certificados:

- Certificados de la Sociedad de Clasificación para el casco.
- Certificados de la Sociedad de Clasificación para la maquinaria.
- Certificado de Navegabilidad.
- Certificado del equipo de seguridad.
- Certificado de Seguridad Radioeléctrica.
- Tablas y Curvas de desviaciones del radiogoniómetro.
- Acta de Prueba de Estabilidad.
- Certificado de Arqueo.
- Certificado Internacional de Líneas de carga.
- Certificado emitido por la Sociedad de Clasificación para el equipo de seguridad, salvamento y C.I.
- Certificado de Reconocimiento de equipo de salvamento.
- Certificado de Reconocimiento de material náutico.
- Certificado de Reconocimiento Sanitario y Desratización.

- Certificado de las agujas magnéticas.
- Certificado IOPP.
- Libro de Registro de Hidrocarburos.
- Certificado de Luces de Navegación.
- Certificado de Construcción.
- Certificado de anclas y cadenas.
- Certificado de carga sobre cubierta.
- Certificado del U.S.C.G.

1.14.1.11. PLANOS Y DOCUMENTOS

La especificación y planos contractuales estarán redactados en español, así como los planos principales. Todas las indicaciones, placas, rótulos y demás estarán en español. Los libros de instrucciones estarán en español siempre que sea posible.

Una estimación de los planos necesarios se compone de los que siguen a continuación:

- Planos de disposición general.
- Cuaderna maestra.
- Planos de acero con secciones longitudinales, mamparos forro exterior, cubiertas, doble fondo, etc.
- Timón y codaste completamente detallados.
- Escala de desplazamiento y peso muerto.
- Plano de capacidad especificando las capacidades de bodegas, tamaño de escotillas, y se facilitará la tabla de tanque de combustible y capacidades de tanques de lastre.
- Esquema de tubería para casco y cámara de máquinas.
- Diagrama de cableado eléctrico.
- Disposición general de cámara de máquinas
- Planos y detalles para eje y bocina.
- Plano de alojamientos.
- Prueba y cálculo de estabilidad para varias condiciones de carga, con informe.
- Plano de seguridad, capacidades, esquema de sentina, lastre y esquema de combustible.
- Libros de instrucciones para toda la maquinaria.

1.14.2. CASCO

1.14.2.1. GENERAL

El casco se construirá con chapas y perfiles de acero según la normativa exigida por la Sociedad de Clasificación.

La estructura será longitudinal como la de todos los petroleros.

Los escantillones cumplirán como mínimo los requisitos y exigencias de la Sociedad de Clasificación, correspondiente a la cota de clasificación indicada.

1.14.2.2. MATERIALES Y TIPOS DE CONSTRUCCIÓN

El buque estará construido totalmente de acero con un sistema con un gran número de elementos longitudinales menores que confieren resistencia longitudinal al buque a lo largo de la eslora, con un número menor de esfuerzos transversales más grandes que ayudan a conferir la correcta rigidez.

Se considera la posibilidad de pre-armamento, y una vez finalizada la construcción del casco se deben eliminar las deformaciones existentes en el forro, cubierta y superestructura que se han podido generar.

Las zonas de maquinaria, motores y generadores eléctricos deben estar especialmente reforzadas.

Se podrá utilizar acero de alta resistencia en las zonas que resulte útil, tomando las medidas necesarias para evitar los niveles excesivos de vibraciones.

1.14.2.3. FORRO Y CUADERNAS

Se abrirán nichos al costado para alojar las anclas.

Se dispondrán amuradas de chapa con una altura de 1,5 metros sobre la cubierta castillo.

1.14.2.4. RODA Y CODASTE

El codaste será de construcción compuesta, con una parte de acero fundido y otra de acero laminada, que se soldarán entre sí con anterioridad al montaje en grada. El perfil del codaste se estudiará de modo que los huelgos de la hélice sean suficientemente grandes.

En la roda, codaste y centro del buque se marcarán los calados en metros a babor y estribor, grabándose las marcas con cordón de soldadura, así como el nombre y matrícula del buque, situándose estos últimos en la popa.

1.14.2.5. DOBLE FONDO

Su estructura será totalmente soldada, con varengas llenas en todas las cuadernas de cámara de máquinas y piques de proa y popa. En la zona de carga se dispondrán varengas llenas donde exija la Sociedad de Clasificación.

En la zona de proa el fondo se reforzará especialmente para resistir los pantocazos que puedan producirse durante la navegación en lastre, y también bajo la cámara de máquinas para eliminar vibraciones anormales.

La altura del doble fondo es de dos metros y medio, resultando suficiente para garantizar el acceso a todas las partes de este.

En cuanto a su disposición a lo largo de la eslora, el SOLAS exige que se instale desde el mamparo de colisión hasta el mamparo de proa del pique de popa, y así se hará.

1.14.2.6. CUBIERTAS

Todas las cubiertas serán totalmente de acero. Se reforzarán convenientemente debajo del molinete, chigres y otras cargas concentradas, como las grúas de carga y descarga.

1.14.2.7. SUPERESTRUCTURA

La superestructura será de acero, prestando especial atención al acabo de las soldaduras con vistas a obtener una buena apariencia.

La única excepción al empleo de acero en la superestructura serán las zonas en las que reglas relativas a la instalación de compases magnéticos dicten otra cosa. En ese caso, se emplearían chapas y perfiles de aleación ligera, que se unirán a la estructura de acero por medio de pletinas bimetálicas o por remaches y junta de neopreno.

La cocina, pañoles y aseos llevarán mamparos de acero en todo su contorno.

Se dispondrán de mamparos estancos para la construcción de las cajas de cadenas, y cuyo tamaño vendrá determinado por la longitud de la cadena.

Todos los tripulantes tendrán camarote individual con aseo privado. Además, el capitán, el jefe de máquinas y los primeros oficiales contarán con un despacho.

La disposición de la habitación será aprobada por el armador y variada por el mismo, siempre que no se altere el volumen total ocupado, ni los equipos y materiales a emplear.

1.14.2.8. MAMPAROS

El buque tendrá los mamparos estancos que se representan en la Disposición General. Serán planos y se construirán de acuerdo con las exigencias de la Sociedad de Clasificación.

1.14.2.9. PINTURA Y PROTECCIÓN CATÓDICA

Los tipos de pinturas a utilizar y el número de manos a emplear, serán los que designe una firma especializada, para una duración de cinco años.

Una vez elegido el fabricante de pintura, se establecerán unas normas para las condiciones de pintado que fije los límites de humedad/temperatura que han de cumplir para la aplicación de cada tipo, así como tiempo de secado y tratamiento de las superficies.

Durante el pintado del casco, se dispondrán tapones herméticos para evitar derrames de aguas y aceites provenientes de los imbornales o descargas que puedan dañar la pintura.

Se procederá al galvanizado de aquellos elementos que se consideren oportunos.

Antes del lanzamiento del buque se le equipará con los ánodos de sacrificio para un tiempo normal.

1.14.3. EQUIPOS Y SERVICIOS

1.14.3.1. FONDEO Y AMARRE

El sistema de fondeo de un buque es el encargado de inmovilizarlo y substraerlo a la acción de las corrientes y el viento mediante el uso de aparatos que, unidos al buque, son capaces de fijarse en el fondo del agua.

El amarre y fondeo se controla con el numeral de equipo, el cual se definirá en este caso con lo especificado por la Sociedad de Clasificación.

1.14.3.2. SALVAMENTO

De acuerdo con el capítulo III del SOLAS, se instalan en el buque proyecto los siguientes dispositivos y medios de salvamento:

- Aros salvavidas: 20.
- Chalecos salvavidas: 33.
- Trajes de inmersión: 6.
- Botes salvavidas: 2.
- Botes de rescate: 1.
- Balsas salvavidas: 3.

1.14.3.3. CONTRAINCENDIOS

Cámara de máquinas: sistema fijo de CO₂.

Cámara de bombas: sistema fijo de CO₂.

Zona de carga: sistema fijo de extinción a base de espuma.

Acomodación, puestos de control y espacios de servicio: sistema automático de rociadores.

1.14.3.4. HABILITACIÓN

Todos los tripulantes tendrán su camarote individual con aseo privado. Los del capitán, jefe de máquinas y primeros oficiales dispondrán también de un despacho.

1.14.3.5. AIRE ACONDICIONADO

Se montará un sistema de aire acondicionado a alta presión.

1.14.3.6. VENTILACIÓN

Los baños, pañoles, cocina, lavandería, zonas públicas y demás espacios tendrán una ventilación mecánica. Aquellos compartimentos sin ventilación mecánica contarán con ventilación natural.

1.14.3.7. EQUIPOS DE NAVEGACIÓN

Se dispondrá a bordo de los aparatos necesarios para el equipo de comunicaciones del buque con el exterior.

Contará como es común en estos buques con un equipo de comunicación vía satélite y una estación de radio. Además, contará con un equipo de comunicaciones interiores (sistema de interfonos de cubierta, sistema de órdenes y avisos generales con altavoces en diferentes zonas...).

1.14.3.8. SERVICIO DE CARGA

La transferencia de carga será realizada por medio de una cámara de bombas. Dicha cámara de bombas deberá tener su accionamiento en la cámara de máquinas, debido al punto de ignición bajo que presenta la carga que transporta.

Para conectar el sistema a tierra, se dispondrá de dos grúas en los costados del buque, que se encargarán de levantar, colocar y conectar las mangueras al manifold.

Para asegurar un vaciado completo de los tanques se emplearán eyectores en cada bodega para cuando el nivel de las bodegas haya bajado demasiado sea aspirada por la bomba.

Se procurará usar teleniveles para conocer el grado de llenado de los tanques, y un interruptor de nivel para cortar el funcionamiento de las bombas en el llenado y evitar que se produzca un derrame.

1.14.3.9. INSTALACIÓN ELÉCTRICA

En este barco, la instalación eléctrica cobra una grandísima importancia. Para su generación se emplearán tres generadores diésel y será suficiente para alimentar no solo a los motores eléctricos de propulsión, si no a los demás servicios del buque, tales como bombas de carga y descarga, equipos de fonda y hotel, etc.

1.14.3.10. TUBERÍAS

Se galvanizarán por inmersión en caliente, las tuberías de acero de los siguientes servicios:

- Agua de mar de circulación.
- Baldeo y contra incendios.
- Imbornales y rejillas.
- Lastre y sentinas.
- Agua dulce sanitaria.
- Agua salada sanitaria.
- Sondas dentro de tanques de agua.
- Aguas negras y grises.
- Servicios de refrigeración circuito de baja temperatura.
- Elementos exteriores que pueden verse dañados.
- Rejillas y conductos de ventilación.

1.14.3.11. GRÚAS

Se dispondrá de dos grúas destinadas al manejo de las mangueras en la carga y descarga y otras dos para el manejo de las provisiones y de los equipos.

1.14.4. MAQUINARIA AUXILIAR DE CUBIERTA

1.14.4.1. EQUIPO DE GOBIERNO

El equipo de gobierno lo componen un timón y su servo.

Según lo estipulado en las normas de la sociedad de clasificación, el buque está provisto de un mecanismo de gobierno y otro auxiliar, dispuestos de tal forma que, en caso de que falle uno de ellos, el buque no quedaría inoperativo.

El mecanismo de gobierno principal debe ser capaz de mover el timón 35° en una banda a 30° en la opuesta al calado máximo, con velocidad de servicio en no más de 28

segundos. Por su parte, el auxiliar deberá ser capaz de mover el timón de 15° a una banda de 15° en la opuesta en las mismas condiciones en no más de 60 segundos.

1.14.4.2. TIMÓN Y MECHA

El timón según su tipo de montaje se clasifica como semisuspendido y según su distribución como semicompensado. Estará completamente soldado y se someterá a prueba hidráulica, de acuerdo con las exigencias de la Sociedad de Clasificación.

En la zona de unión a la mecha llevará una pieza de acero fundido integrada a la estructura del timón.

1.14.5. PROPULSIÓN

1.14.5.1. INSTALACIÓN PROPULSORA

La instalación consistirá en dos motores eléctricos que irán conectados a un reductor lo que permitirá a la hélice girar a sus revoluciones óptimas.

1.14.5.2. MOTOR

Los motores propulsores serán eléctricos. Se dispondrá de dos unidades y serán de tipo síncronos y de velocidad variable.

Serán del fabricante ABB, en concreto el modelo AMZ 0710, con una potencia máxima de hasta 12500 kW aproximadamente.

1.14.5.3. REDUCTOR

El requerido por la instalación propulsora.

1.14.5.4. LÍNEA DE EJES

El buque contará con una línea de ejes que estará proyectada para que absorba la máxima potencia de los motores.

1.14.6. MANTENIMIENTO

Equipos requeridos para el mantenimiento a bordo:

- Fundas de lona de primera calidad para el compás magistral.
- Cargos de puente: cartas náuticas, libros de navegación y derroteros.
- Cargos de contraincendios.
- Cargos de luces y marcas.
- Cargos del contramaestre y electricista.
- Cargos de taller y máquinas.
- Cargos de salvamento.
- Cargos de fonda.

1.14.7. PRUEBAS

Además de las pruebas exigidas por la Sociedad de Clasificación, el buque será sometido a una serie de pruebas antes de su entrega para comprobar que todas sus instalaciones, equipos y maquinaria se comportan correctamente. Los defectos que se

encuentren durante las pruebas deben ser corregidos por el constructor antes de la entrega.

El astillero debe presentar un borrador del programa de pruebas al armador. Estas solo se llevarán a cabo cuando los equipos e instalaciones se encuentren completamente terminados y puestos a punto por el constructor.

Una vez realizadas las pruebas de acuerdo con el protocolo aceptado por el armador, este debe dar su aprobación final a una copia de dicho protocolo que contenga los resultados de las pruebas medidas.

Hay varios tipos de pruebas a realizar en el buque:

PRUEBAS DE EQUIPOS Y SERVICIOS

Este tipo de pruebas incluyen estanqueidad de tanques estructurales (antes de pintar), estanqueidad de mamparos, cubiertas y forro, pruebas de los distintos tipos de tuberías, equipos de luces y navegación, equipos contraincendios y en general cualquiera de los equipos del buque.

PRUEBAS DE TALLER

Este tipo de pruebas engloba comprobaciones del funcionamiento de los motores del buque, tanto el propulsor como los auxiliares. El ámbito de estas pruebas también se extiende a equipos de lubricación, refrigeración y otros equipos auxiliares de los motores.

PRUEBAS EN EL MUELLE

Consiste en realizar una examinación de la estabilidad del buque una vez que este se halle prácticamente terminado. Los valores deben de ser como mínimo los exigidos por la Administración española.

También se realizan otras pruebas como la prueba de amarras y otras más generales como la de ventilación, maquinaria auxiliar o la de alumbrado.

PRUEBAS DE MAR

Todas las pruebas de mar se llevarán a cabo al calado correspondiente a la condición de lastre, o a la más próxima posible a la ensayada en el canal de experiencias.

Deben comprobarse el funcionamiento de todos los servicios que no puedan probarse en otro momento, como las pruebas de fondeo, pruebas de regulación de hélices propulsoras o pruebas de resistencia al avance.

El combustible, agua y aceite lubricante necesarios para las pruebas, se entregarán por cuenta del astillero, quien debe reparar las deficiencias observadas en dichas pruebas.

1.14.8. INSTALACIONES ESPECIALES

1.14.8.1. SISTEMA DE GAS INERTE

Debido a la naturaleza de la carga transportada, se dispondrá de un sistema de gas inerte que combina dos funcionamientos: uno cuando las calderas o los generadores se encuentren funcionando, reaprovechando sus gases de escape, y otro quemando Fuel Oil.

1.14.8.2. CALEFACCIÓN DE TANQUES

Debido a la carga que se transporta será necesario un sistema de calefacción con el objetivo de conseguir la viscosidad adecuada para fluir y lo compondrán tres economizadores y una caldera.

1.15. BIBLIOGRAFÍA

Fernando Junco Ocampo: *Proyectos de buques y artefactos. Criterios de evaluación técnica y económica del proyecto de un buque.*

Fernando Junco Ocampo: *Proyectos de buques y artefactos. Cálculo del desplazamiento.*

Ricardo Alvariño, Juan José Azpíroz, Manuel Meizoso: *El proyecto básico del buque mercante.*

<https://www.dnvgl.com/>

suezcanal.gov.eg

ANEXO I: BASE DE DATOS

- SPYROS K



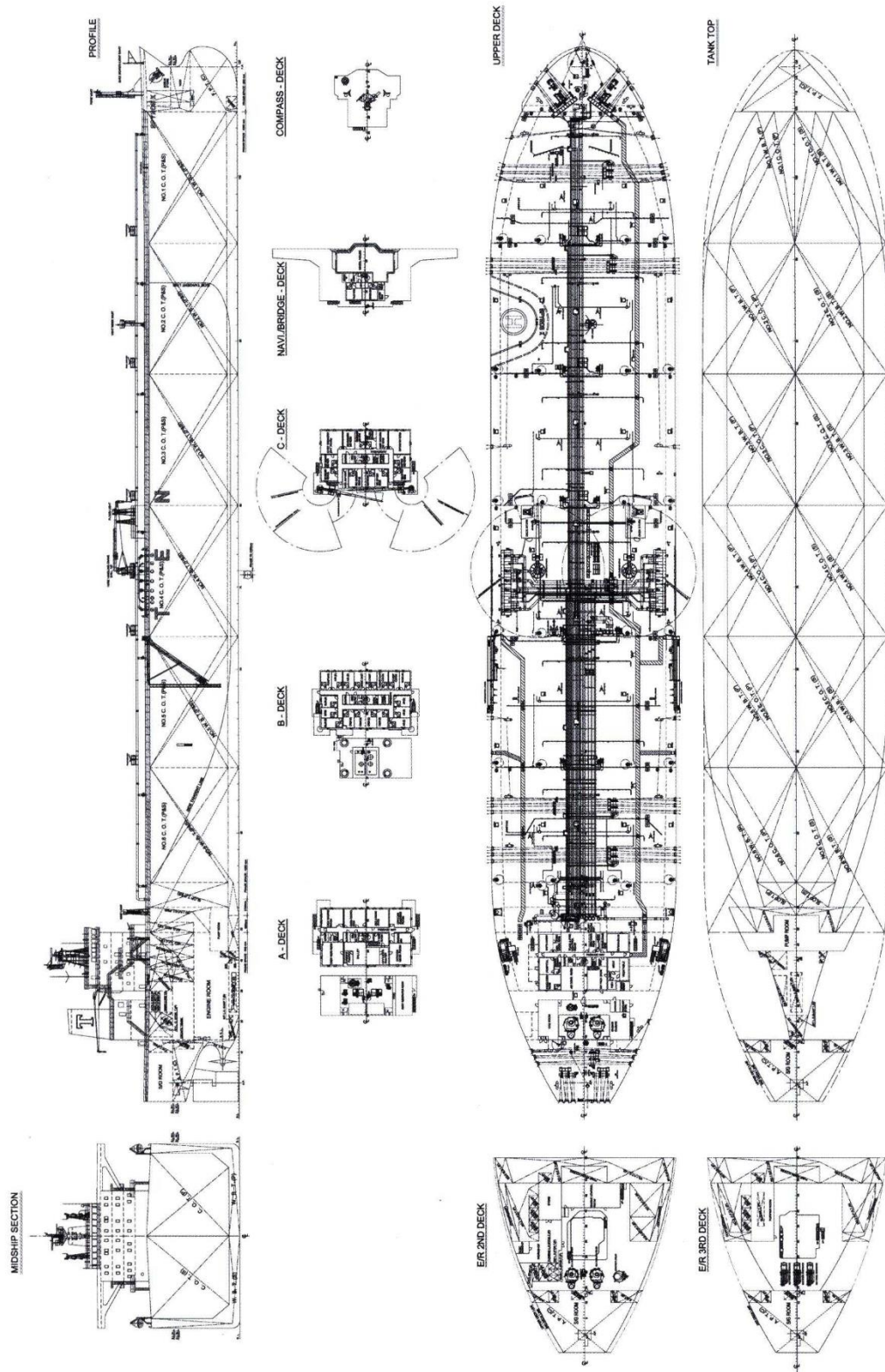
SPYROS K: Suezmax tanker for Tsakos Energy Navigation Ltd

Shipbuilder: **Sungdong Shipbuilding & Marine Engineering Co., Ltd**
 Vessel's name: **Spyros K**
 Hull No: **S2034**
 Owner/operator: **Tsakos Energy Navigation Limited**
 Country: **Greece**
 Designer: **Sungdong Shipbuilding & Marine Engineering Co., Ltd**
 Country: **Korea**
 Model test establishment used: **MOERI, Korea**
 Flag: **Liberia**
 IMO number: **9565948**
 Total number of sister ships already completed (excluding ship presented): **1**
 Total number of sister ships still on order: **nil**

TECHNICAL PARTICULARS

Length oa: 274.2m
 Length bp: 264m
 Breadth moulded: 48m
 Depth moulded
 To main deck: 23.1m
 To upper deck: 23.1m
 Width of double skin
 Side: 2.5m
 Bottom: 2.8m
 Draught
 Scantling: 17.15m
 Design: 16m
 Gross: 81,000tonnes
 Deadweight
 Design: 145,000dwt
 Scantling: 158,000dwt
 Speed, service: 15.7knots @ 90% mCR with 15% sea margin
 Cargo capacity
 Liquid volume: 170,000m³
 Bunkers
 Heavy oil: 4500m³
 Diesel oil: 200m³
 Water ballast: 54,000m³
 Daily fuel consumption
 Main engine only: 69.3tonnes/day
 Classification society and notations: ABS A1(E), Oil Carrier, ESP, CRS, AB-CM, CPS, UWILD, +AMS, +ACCU, TCM, COW, VEC-L, BWE, ENVIRO, HM2+R, CRC, RW, PMA, GP
 % high tensile steel used in construction: abt. 40%
 Main engine
 Design: 2-stroke, direct revidible, crosshead
 Model: 6S70MC-C7 Tier II
 Manufacturer: Hyundai-MAN B&W
 Number: 1
 Type of fuel: HFO, MDO or MGO
 Output of each engine: 18,660kW x 91rpm
 Propeller
 Material: Ni-Al-Bronze
 Designer/manufacturer: HHI
 Number: 1
 Fixed/controllable pitch: Fixed
 Diameter: 8.2m
 Speed: 91rpm
 Diesel-driven alternators
 Number: 3
 Engine make/type: HHI/ Himsen 6H21/32
 Type of fuel: HFO, MDO or MGO
 Output/speed of each set: 1050kW/ 720rpm
 Alternator make/type: HHI-EES/ HFC7-564-14E
 Output/speed of each set: 987kW/ 720rpm
 Boilers
 Number: 2 x Aux. boilers
 1 x comp. boiler
 Type: oil fired, vertical, water tube & forced draft
 Make: Aalborg
 Output, each boiler:
 Aux boiler: 37,200kg/h
 Comp. boiler: 1500kg/h oil fired
 1200kg/h exh. Gas

Cargo cranes/ cargo gear
 Number: 2
 Make: Oriental
 Type: Electro hydraulic, cylinder luffing jib rest
 Performance: 15tonnes/ 17.4m outreach
 Other cranes
 Number: 2
 Make: Oriental
 Type: Electro hydraulic, cylinder luffing jib rest
 Tasks: Provisions
 Performance: 6.3tonnes/ 4m outreach, 2tonnes/ 4m outreach
 Mooring equipment
 Number: 9
 Make: Rollis-Royce
 Type: Hydraulic/ high pressure
 Special lifesaving equipment
 Number of each and capacity: 2 x 29 persons
 Make: Hyundai lifeboats Co., Ltd
 Type: Totally enclosed lifeboat
 Cargo tanks
 Number: 6
 Grades of cargo carried: Crude oil
 Coated tanks, make and type: Nippon/Epoxy
 Cargo pumps
 Number: 3
 Type: Centrifugal steam turbine
 Make: Shinko pump Japan
 Stainless steel: Impeller shaft
 Capacity: 4000m³/h x 135mTH
 Cargo control system
 Make: ACE valve Korea
 Type: Console & VDU
 Ballast control system
 Make: ACE valve Korea
 Type: Console & VDU
 Complement
 Officers: 11
 Crew: 18
 Bridge control system
 Make: Nabtesco
 Type: M-8000III
 Fire detection system
 Make: Autronica Dire and Securtey
 Type: Autprime
 Fire extinguishing systems
 Cargo holds: NK/ Deck foam
 Engine room: NK/ CO₂
 Seaplus/ Low pressure system
 Public spaces: Sanjoo
 Radars
 Number: 2
 Make: JRC
 Models: JMA-9132-SA/ 9122-9XA
 Waste disposal plant
 Incinerator: Teamtec GS500CS
 Waste compactor: Sanjoo/ TT 160
 Sewage plant: Jonghap/ JMC-18M073
 Contract date: 14 July 2009
 Launch/float-out date: 1 February 2011/ 11 February 2011
 Delivery date: 12 May 2011



• BRIGHTWAY



BRIGHTWAY: Suezmax tanker from HHIC-Phil

Shipbuilder: **Hanjin Heavy Industry & Construction Co., Ltd**
 Vessel's name: **Brightway**
 Hull No: **NTP0059**
 Owner/operator: .. **Tanker Pacific Management**
 Country: **Singapore, India, UK**
 Designer: **Hanjin Heavy Industry & Construction Co., Ltd**
 Country: **Korea**
 Model test establishment used: **MOERI**
 Flag: **Singapore**
 IMO number: **9588146**
 Total number of sister ship already completed (excluding ship presented): **nil**
 Total number of sister ships still on order: **4**

BRIGHTWAY is the first in the series of four crude oil carriers that are to be constructed at HHIC-Phil, in the Philippines, for Tanker Pacific Management with *Brightway* was delivered in April with its sister vessels delivered later in the year.

The vessel has been designed and constructed according to Agip & Chevron Texaco requirements, Maritime Labour Convention 2006 and to ExxonMobil terms and conditions. The vessel is the first to have applied silicon paint on the propeller in HHIC-Phil. The vessel is classified by DNV with the special notation of CLEAN, which means that the vessels operation meets with the class' environmental standards.

The hull form takes advantage of the vessel's double skin configuration and has particularly fine lines aft of the vessel, which gives it a smooth flow through the water. *Brightway* is powered by a low speed MAN 6S70MC-C8 engine, also reducing the vessel's emissions and giving the vessel a service speed of 15.7knots.

The ship has a bulbous bow, transom stern and a continuous deck. The cargo areas has three longitudinal bulkheads with a double bottom and double hull, and consists of six pairs of cargo oil tanks, one pair of slop tanks and six pairs of water ballast tanks. All fuel oil tanks are of double skin and fully comply with the MARPOL 12A regulation for fuel oil tanks protection. The vessel also has a five-tiered deckhouse complying with the SOLAS visibility regulation and provides accommodation for a complement of 28 persons excluding Suez crew. The vessel also has two lifeboats installed with a capacity for 28 persons each.

The vessel has a cargo loading capacity of 176,500m³ and fuel oil tank capacity of 3,500m³. *Brightway's* cruising range is about 17,000 nautical miles on the basis of 15.7knots considering three reserve days.

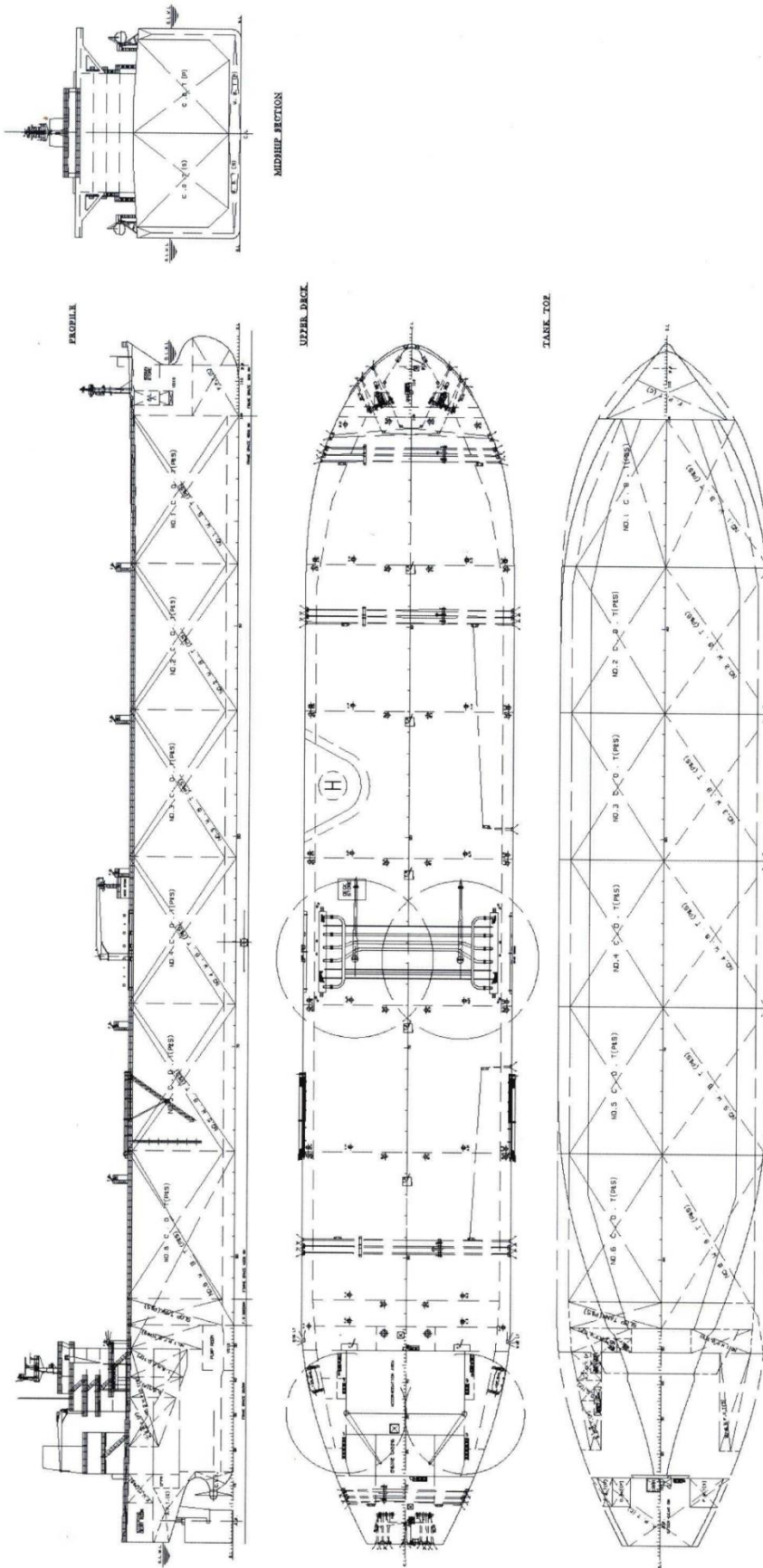
Accommodation including the navigation bridge and engine room are located aft of the vessel, with the cargo area consisting of triple cargo oil tanks (port, starboard and centre)

and one pair of slop tanks (port and starboard) with double bottom and double hull. Ultra low sulphur marine gas oil (ULSMGO) storage tanks, chiller unit and cooler have been installed to meet with the EU Directive/2005/33/EC. The dual ECDIS system provides the crew with continuous position and navigational safety information.

TECHNICAL PARTICULARS

Length oa: 274.00m
 Length bp: 264.00m
 Breadth moulded: 48.00m
 Depth moulded: 23.50m
 To main deck: 2.55m
 Width of double skin: 2.70m
 Side: 2.55m
 Bottom: 2.70m
 Draught
 Scantling: 17.20m
 Design: 16.00m
 Gross: 83,830gt
 Displacement: 185,000tonnes
 Deadweight
 Design: 145,800dwt
 Scantling: 160,000dwt
 Speed, service: 15.7knots
 Cargo capacity
 Liquid volume: 176,500m³
 Bunkers
 Heavy oil: 3,600m³
 Diesel oil: 580m³
 Water ballast: 56,000m³
 Daily fuel consumption
 Main engine only: 75tonnes/day
 Auxiliaries: 4.5tonnes/day
 Classification society and notations: DNV + 1A1, *Tanker for oil ESP*, E0, CSR, SPM, BIS, VCS-2B, BWM-E(S), COAT-PSP (B), CLEAN
 Main engine
 Design: MAN Turbo Diesel
 Model: 6S70MC-C8
 Manufacturer: Hyundai Heavy Industries
 Type of fuel: HFO
 Output of each engine: 18,100kW
 Propellers
 Material: Ni-Al-Bronze
 Designer/manufacturer: HHIC (TMS)/MMG
 Fixed/controllable pitch: Fixed
 Diameter: 8.3m
 Speed: 89rpm
 Diesel-driven alternators
 Engine make/type: Hyundai/Himsen 5H21/32
 Type of fuel: HFO
 Output/speed of each set: 960kW x 900rpm
 Alternator make/type: Hyundai/HFC7 506-B4K
 Output/speed of each set: 900kVA x 900rpm

Boilers
 Type: Oil-fired boiler
 Make: Aalborg
 Output, each boiler: 45,000gh/h x 16Bar
 Cargo cranes/cargo gear
 Make: MCT
 Type: Electro-hydraulic cylinder luffing type
 Performance: SWL 20tonnes
 Other cranes
 Make: Haeen
 Type: Electric driven wire luffing type
 Tasks: Provision & engine part handling
 Performance: SWL 6.5tonnes/ 2tonnes
 Mooring equipment
 Make: Pusnes
 Type: Electro-hydraulic
 Special lifesaving equipment
 Number of each and capacity: 2 x 32 persons
 Make: DSB
 Cargo tanks
 Number: 12 x cargo tanks + 2 slop tanks
 Grades of cargo carried: Crude oil having a flash point below 60°C
 Coated tanks: PPG SSC's epoxy (Sigmaprime 700) for crown area & bottom & slop tanks (full area)
 Cargo pumps
 Type: Steam driven, vertical, reciprocating, duplex double acting
 Make: Shiniko
 Stainless steel: Shaft
 Capacity: 3,800m³/h x 150mTH
 Cargo control system
 Make: KSB Seal
 Ballast control system
 Make: KSB Seal
 Bridge control system
 Make: Hyundai Heavy Industries & construction Co., Ltd
 Type: Integrated navigation console
 Fire detection system
 Make: Consilium
 Type: Salwico cargo
 Fire extinguishing systems
 Engine room: NK/ high expansion foam
 Radars
 Make: Japan Radio Co., Ltd
 Model: JMA-9133-SA, JMA-9123-9XA
 Integrated bridge system
 Make: Japan Radio Co., Ltd
 Waste disposal plant
 Incinerator: Hyundai/ MAXI NG100SL WS
 Sewage plant: Jonghap/ JMC-Bio Aerob-18N
 Contract date: 17 March 2012
 Launch/Float-out date: 28 October 2011
 Delivery date: 1 May 2012



• EAGLE SAN ANTONIO



EAGLE SAN ANTONIO: eco-designed Suezmax from Samsung

Shipbuilder: **Samsung Heavy Industries Co., Ltd**
 Vessel's name: **Eagle San Antonio**
 Hull No: **HN1962**
 Owner/operator: **AET/ AET Shipmanagement Pte Limited**
 Country: **Singapore**
 Designer: **Samsung Heavy Industries Co., Ltd**
 Country: **Korea**
 Model test establishment used: **Samsung Ship Model Basin Singapore**
 Flag: **Singapore**
 IMO number: **9594822**
 Total number of sister ships already completed (excluding ship presented): **3**
 Total number of sister ships still on order: **4**

RECOGNISING the ever increasing demand for more fuel efficient and environmentally friendly vessels, tanker owner/operator, AET, took delivery of the first of its four "eco-design" Suezmax tankers in April last year. Constructed at Samsung Heavy Industries, Korea the remaining three sister ships were delivered during the course of 2012 and are the first Suezmax vessels to be owned by the company.

AET stated that it made a significant investment in these new "eco-design" vessels to maximise fuel efficiency and to minimise harmful emissions. Innovations include hull form optimisation and de-rating of the main engine power for low load optimisation. The application of energy saving devices such as saver fins, a star propeller and rudder bulb have also been fitted.

In addition, the vessel has obtained Lloyd's Register's "Environmental Protection" notation and a Letter of Compliance for a Green Passport. The Energy Efficiency Design Index (EEDI) attained by the vessel has been verified by Lloyd's Register and exceeds IMO's requirements. As a result, the vessel has also qualified for the "Green Ship Programme" under Maritime Singapore's Green Initiative.

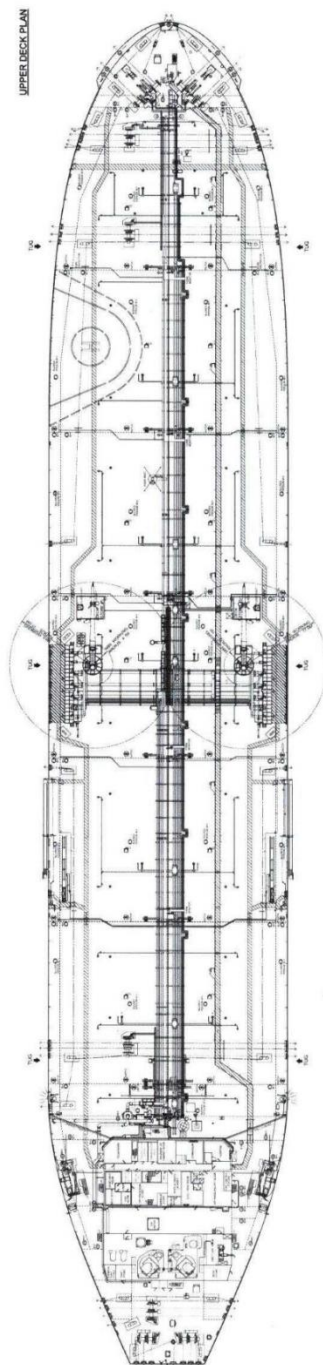
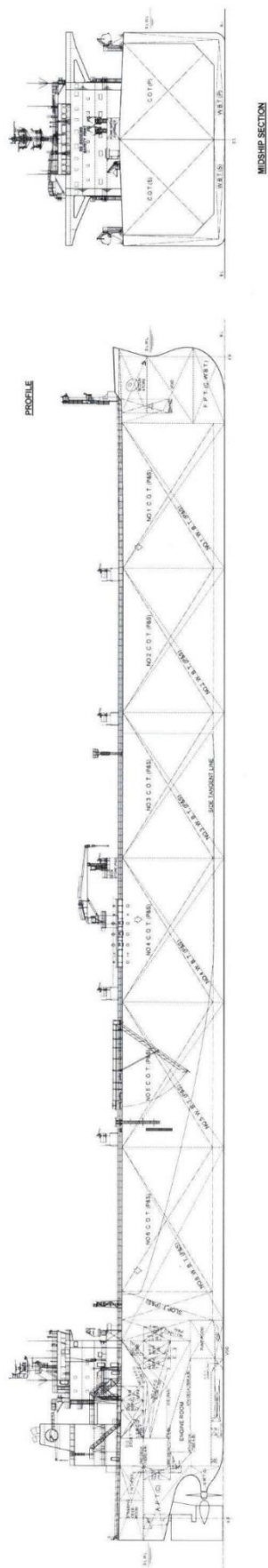
Going forward, AET insists that a feature of its fleet renewal programme is that all new vessels joining the fleet will be significantly more fuel-efficient than those they replace. Other recent innovations include the introduction of two newbuild DP shuttle tankers, two newly converted specialist marine capture vessels, a fleet of the world's first purpose built lightering support vessels and four newbuild VLCCs to replace older tonnage in 2013.

TECHNICAL PARTICULARS

Length oa: 274.29m
 Length bpi: 267.0m
 Breath moulded: 49.0m
 Depth moulded
 To main deck: 23.3m
 To upper deck: 23.3m
 Width of double skin
 Side: 2.45m
 Bottom: 2.55m
 Draught
 Scantling: 17.2m

Design: 16.2m
 Gross: 80,783gt
 Displacement: 181,682tonnes
 Lightweight: 23,832tonnes
 Deadweight
 Design: 145,946dwt
 Scantling: 157,849dwt
 Block co-efficient: 0.7860
 Speed, service: 15.97knots
 Cargo capacity
 Liquid volume: 175,066m³
 Bunkers
 Heavy oil: 3,578m³
 Diesel oil: 437.8m³
 Water ballast: 50,943m³
 Daily fuel consumption
 Main engine only: 60tonnes/day
 Classification society and notations: Lloyds Register 100A1, Double Hull Oil Tanker, CSR, ESP, ShipRight (ACS (B), CM), LI, LMC, UMS, ShipRight SCM, IWS (no searching blanking device), EP
 Main engines
 Design: MAN Diesel & Turbo
 Model: 6S70MC-C8.1
 Manufacturer: Doosan Engine-MAN Diesel & Turbo Licensee
 Type of fuel: HFO, MDO
 Output of each engine: 16,400kW x 82.8rpm
 Propellers
 Material: Ni-Al-Bronze
 Designer/manufacturer: MMG
 Fixed/controllable pitch: Fixed
 Diameter: 8.45m
 Speed: 82.2rpm
 Diesel-driven alternators
 Engine make/type: STX Engine-MAN Diesel & Turbo Licensee/ 6L23/30H
 Type of fuel: HFO, MDO
 Output/speed of each set: 960kW x 900rpm
 Alternator make/type: HHI/HFC7 508-84K
 Output/speed of each set: 900kW x 900rpm
 Boilers
 Number: 2 x auxiliary boiler
 Type: Mission OL3500, Mission OC2000/1600
 Make: Aalborg
 Output, each boiler: 35tonnes/h x 1.6MPa, 2tonnes/h x 0.6MPa for oil fired side, 1.6tonnes/h x 0.6MPa for exhaust side
 Cargo cranes/cargo gear
 Make: DMC
 Type: Electric-hydraulic
 Performance: 15tonnes x 17m
 Other cranes
 Make: DMC
 Type: Electric-hydraulic

Tasks: Provisions, machinery equipment handling
 Performance: 6.3tonnes x 14.5m, 2tonnes x 14.5m
 Mooring equipment
 Make: Flutek-Kawasaki
 Type: Electric-hydraulic
 Special lifesaving equipment
 Number of each and capacity: 2 x 32 persons
 Make: Hyundai Lifeboat
 Type: Totally enclosed
 Cargo tanks
 Number: 14
 Grades of cargo carried: Crude oil having a flash point below 60°C
 Product range: Crude oil
 Coated tanks: Epoxy anti-corrosive paint (Deckhead and 1.7m below x 1 + 200 micron, Bottom and 0.5m above x 2 = 250 micron)
 Stainless steel: Piping: Hydraulic line for valve control shall be of stainless steel
 Cargo pumps
 Type: Vertical, single stage, centrifugal
 Make: shinko
 Stainless steel: Stainless steel is installed for the impeller shaft
 Capacity: 3,500m³/h x 135m at S.G 1.025
 Cargo control system
 Make: Samsung - Amri Seil
 Type: Valve remote control system
 Ballast control system
 Make: Samsung - Amri Seil
 Type: Valve remote control system
 Complement
 Officers: 19
 Crew: 13
 Stern appendages/special rudders: Rudder bulb
 Bridge control system
 Make: Tokyo Keiki
 Type: Auto Pilot with adaptive function
 One-man operation: Yes
 Fire detection system
 Make: Consilium
 Type: Addressable type
 Fire extinguishing systems
 1 x compartment Kashwa/ High expansion foam system
 Cabins/public spaces: Seawater
 Radars
 Make: SHI-JRC
 Models: JMA-9132-SA, JMA-9122-6XA
 Integrated bridge system
 Make: SHI-JRC
 Model: JAN-901-B
 Waste disposal plant
 Incinerator: Hyundai-Atlas/ Max1 T150SL
 Contract date: 25 June 2010
 Launch/ float-out date: 29 February 2012
 Delivery date: 26 April 2012



• STENA SUPREME



STENA SUPREME: eco tanker from Samsung

Shipbuilder: **Samsung Heavy Industries Co., Ltd**
 Vessel's name: **Stena Supreme**
 Hull No: **HN1925**
 Owner/operator: **Stena Bulk**
 Country: **Sweden**
 Designer: **Samsung Heavy Industries Co., Ltd**
 Country: **Korea**
 Model test establishment used: **Samsung Ship Model basin**
 Flag: **Bermuda**
 IMO number: **9585895**
 Total number of sister ships already completed (excluding ship presented): **4**
 Total number of sister ships still on order: **7**

STENA Supreme is the latest in eco-friendly Suezmax vessels constructed at Samsung, Korea for Stena. *Stena Supreme* is the first vessel out of the seven tankers that Stena Bulk has ordered from Samsung and it was delivered in June 2012.

The vessels have been designed by Stena's own design department in accordance with the most advanced technology available today. The result is a dramatically improved energy efficiency, which is expected to reduce fuel consumption by up to 15% compared with most conventionally designed Suezmax tankers currently in operation.

Stena has said that it has been reviewing the market for Suezmax tankers for the last couple of years to be able to expand its fleet. In this time Stena has been developing the designs of its future fleet to be able to meet upcoming requirements in shipping. Nearly US\$7 million extra per vessel has been invested in state-of-the-art technology in order ensure the highest environmental class for the vessels.

The order of *Stena Superior* and *Stena Supreme* is part of Stena Bulk's strategic investment in its own high-class tonnage for the Stena Sonangol Suezmax Pool, together with the state-owned Angolan oil company Sonangol.

The 158,700dwt vessels will be the largest tankers in Stena Bulk's fleet. An option for two optional sister vessels, was also made at the start of the contract.

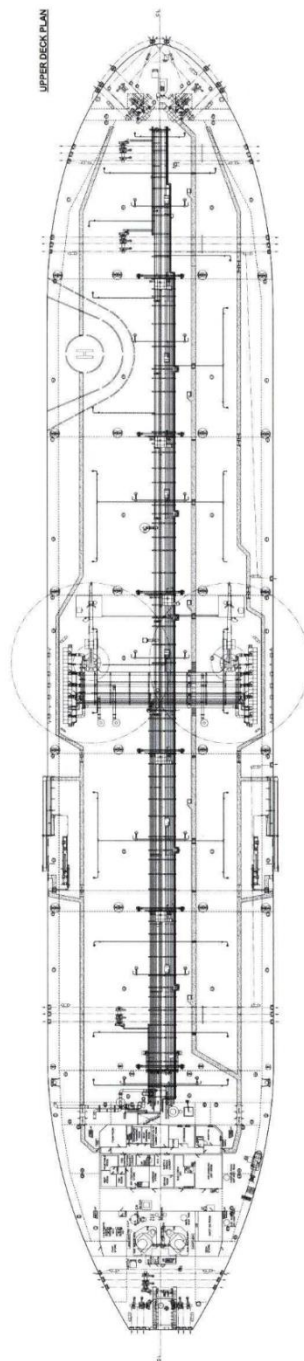
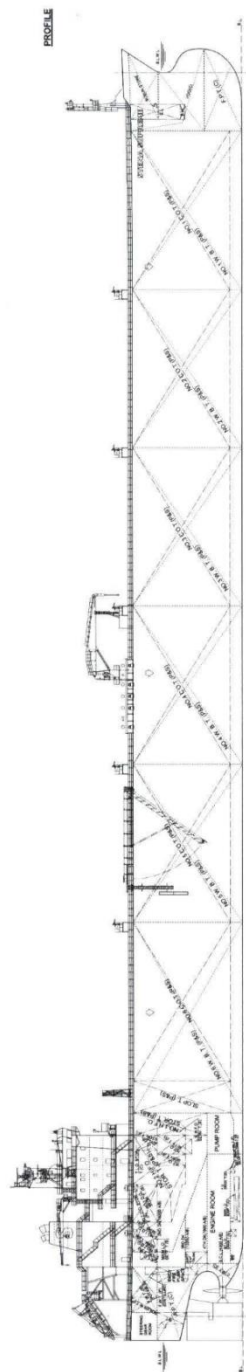
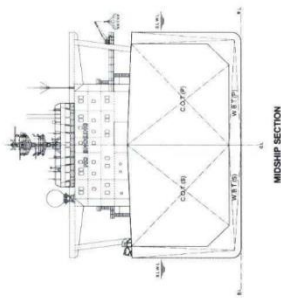
In addition Stena has already placed significant and major orders with Samsung Shipyard, including four drillsips of the so called Stena DrillMAX design and two super ferries, in addition to the new Suezmax tankers.

TECHNICAL PARTICULARS

Length oa: 274.23m
 Length bp: 264.0m

Breadth moulded: 48.0m
 Depth moulded
 To main deck: 23.3m
 To upper deck: 23.3m
 Width of double skin
 Side: 2.45m
 Bottom: 2.55m
 Draught
 Scantling: 17.0m
 Design: 16.0m
 Gross: 81,187gt
 Displacement: 182,914tonnes
 Lightweight: 23,883tonnes
 Deadweight
 Design: 147,090dwt
 Scantling: 159,031dwt
 Block co-efficient: 0.8267
 Speed, service: 14.58knots
 Cargo capacity
 Liquid volume: 175,742m³
 Bunkers
 Heavy oil: 3,532m³
 Diesel oil: 608.2m³
 Water ballast: 52,032m³
 Daily fuel consumption
 Main engine only: 49tonnes/day
 Classification society and notations: ... BV I, +Hull, +MACH, Oil Tanker, ESP, CSR, Unrestricted Navigation, +AUT-UMS, +VeriSTAR-HULL, MON SHAFT, In Water Survey, VCS, _AUT-PORT, SYS-NEQ-1, Cleanship(C), ALP
 Main engine
 Design: MAN Diesel & Turbo
 Model: 6S70ME-C
 Manufacturer: Doosan Engine (MAN Licensee)
 Type of fuel: 15,720kW x 81.4rpm
 Propeller
 Material: Ni-Al-Bronze
 Designer/manufacturer: SHI/HHI
 Fixed/controllable pitch: Fixed
 Diameter: 8.4m
 Diesel-driven alternators
 Engine make/type: Yanmar/6N21AL-GV
 Type of fuel: HFO, MDO
 Output/speed of each set: 950kW x 900rpm
 Alternator make/type: Hyundai/ HFC7 508-84K
 Output/speed of each set: 1,187.5kVA
 Boilers
 Type: Mission OL 30000
 Make: Aalborg

Output, each boiler: 30tonnes/h x 16kg/cm₂
 Cargo cranes/cargo gear
 Make: DMC
 Type: ... Electric-hydraulic, self-contained type, single jib
 Tasks: Provisions and machinery part handling
 Performance: 2tonnes/6.3tonnes
 Mooring equipment
 Make: Flutek Kawasaki
 Type: Electro-hydraulic driven
 Special lifesaving equipment
 Number of each and capacity: 1 x 32 persons
 Make: Fassmer
 Type: Freefall
 Cargo tanks
 Number: 12 + 2 slop tanks
 Grades of cargo carried: Grade B
 Product range: Crude oil (S.G 0.85)
 Cargo pumps
 Type: .. Vertical, single stage, centrifugal, double suction
 Make: Hyundai Heavy industries Co., Ltd
 Stainless steel: Impeller shaft
 Capacity: 3,800m³/h x 135m at S.G 1.025
 Cargo control system
 Make: Samsung
 Ballast control system
 Make: Samsung
 Bridge control system
 Make: Nabtesco
 Type: M-800 III
 One-man operation: Yes
 Fire detection system
 Make: Consilium
 Type: Addressable type
 Fire extinguishing systems
 Engine room: Wilhelmsen/ High expansion foam & seawater
 Cabins/ public spaces: Seawater & portable fire extinguishers
 Radars
 Make: Furuno
 Model: FAR-2827, FAR-2837S
 Integrated bridge system
 Make: Furuno
 Type: FEA-2807
 Waste disposal plant
 Incinerator: Hyundai-Atlas/ MAXI T150SL WS
 Sewage plant: Il Seung/ ISS-35N
 Contract date: 19 March 2010
 Launch/float-out date: 19 May 2012
 Delivery date: 30 June 2012



• ELKA LEBLON



ELKA LEBLON: STX's shuttle tanker

Shipbuilder: **STX Offshore & Shipbuilding Co., Ltd**
 Vessel's name: **Elka Leblon**
 Hull No: **S1571**
 Owner/operator: **European Navigation Inc**
 Country: **Greece**
 Designer: **STX Offshore & Shipbuilding Co., Ltd**
 Country: **Korea**
 Flag: **Liberia**
 IMO number: **9625712**
 Total number of sister ships already completed (excluding ship presented): **nil**
 Total number of sister ships still on order: **1**

ELKA Leblon was designed by STX Offshore & Shipbuilding as a part of a research, design and construction project for a new shuttle tanker as a one-off for the owner. The ships will be employed on long-term charter to the state-owned oil company Petrobras of Brazil, to transport crude oil produced in Brazil.

The 155,000dwt Shuttle tanker has been fitted with a dynamic positioning (DP) system at the Jin-hae Shipyard. The DP2 system has been installed to allow the vessels to keep their position fixed at sea using its azimuth thruster during loading operations.

Adding to the green credentials of the fuel efficient *Elka Leblon* is the Techcross ballast water system that is fitted on the upper deck, which has a capacity of 2,600m³/h, 450m³/h.

This vessel has an overall length of 278.3m, a moulded breadth of 48.7m and a moulded depth of 23.6m. Service speed at design draft is 15.5 knots at 85% MCR of main engine power, and maximum deadweight is about 154,844.8dwt on a scantling draft of 16.6m.

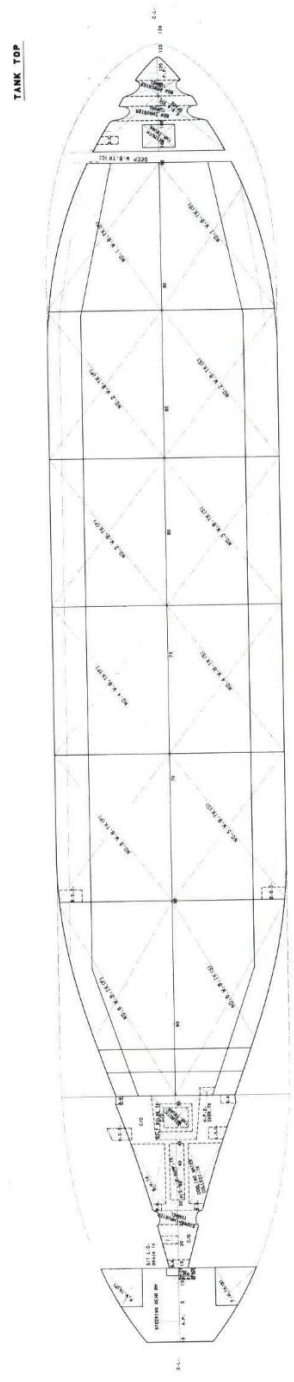
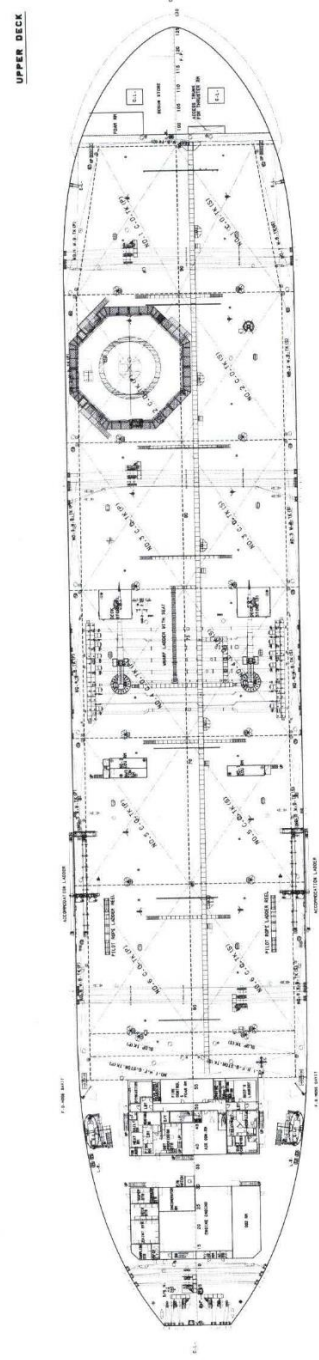
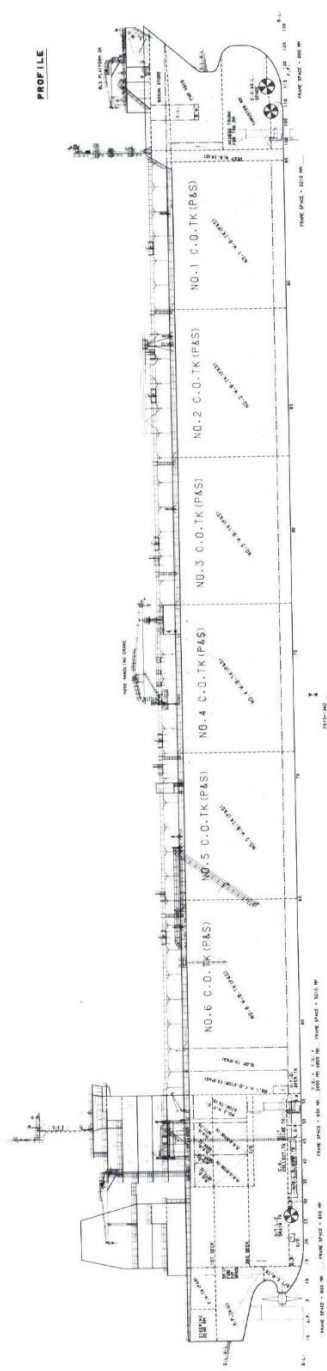
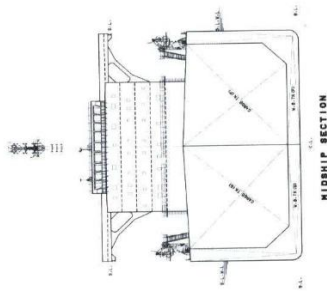
This vessel has a Heli deck for a Sikorsky S61N type helicopter and a bow loading system on the forward deck. The two controllable pitch azimuth bow thrusters have a power of 2,200kW, and 2,830kW. The stern tunnel thruster that has the power of 2,200kW, which is fitted in the vessel for the dynamic positioning system. All thrusters are driven by an electric motor. The azimuth Thrusters have been fitted to give the vessel better steering and propulsion, which also enables the ship to change its direction freely at both ends of bow and the stern in 360deg revolution.

The accommodation area including the navigation bridge room and engine room are located in the aft, and the cargo area consists of double cargo oil tanks (port and starboard) and one pair of slop tanks (port & starboard) with double bottom and double hull. The aft body with transom stern is used steering gear compartment, fresh water tanks and aft peak tank. The No.4 C.O.TK(P&S) can be used for ballast tank when Heavy weather ballast condition.

TECHNICAL PARTICULARS

Length oa: 278.30m
 Length bp: 264.00m
 Breadth moulded: 48.70m
 Depth moulded
 To upper deck: 23.60m
 Draught
 Scantling: 16.60m
 Design: 15.00m
 Displacement: 182,644tonnes
 Lightweight: 27,800tonnes
 Deadweight
 Design: 135,452dwt
 Scantling: 154,844dwt
 Block co-efficient: 0.8333
 Speed, service: 15.5knots
 Cargo capacity
 Liquid volume: 170,220m³
 Bunkers
 Heavy oil: 4,553m³
 Diesel oil: 437m³
 Water ballast: 54,607m³
 Daily fuel consumption
 Main engine only: 55.99tonnes/day
 Auxiliaries: 6.9tonnes/day
 Classification society and notations: ... DNV, +1A1, Tanker for Oil esp. CSR, E0, DYNPOS-AUTR, Bow Loading, NAUT-OC, SPM, VCS-2, COAT-PPSPC(B), HELDK-SH, CCO, F-AMC, ECA(SOx-A), CLEAN, TMON, OPP-F, Recyclable, AP-2(25%), BIS, BWM-T, BWM-E(s)
 Main engine
 Design: STX-MAN B&W
 Model: 6S70ME-C8.1 (NOx Tier III)
 Manufacturer: STX Heavy Industry
 Type of fuel: HFO, MDO, MGO
 Output of each engine: 17,525kW x 82rpm
 Propeller
 Material: Ni-Al-Bronze
 Designer/manufacturer: Kawasaki
 Fixed/controllable pitch: Controllable pitch
 Diameter: 8.6m
 Speed: 82rpm
 Diesel-driven alternators
 Engine make/type: 2 x STX-MAN 8L27 38
 3 x STX-MAN 9L32 40
 Type of fuel: HFO, MDO, MGO
 Output/ speed of each set: 2,500kW x 72rpm
 4,345kW x 72rpm
 Alternator make/type: Hyundai Heavy Industries
 Boilers
 Number: 2 x Kangrim
 Type: Oil fired
 Output, each boiler: 10tonnes/h
 Exhaust gas economiser
 Number: 1 x Kangrim

Type: EM16DC12A2
 Output, each boiler: 1.6tonnes/h
 Cargo cranes
 Number: 2 x DMC
 Type: Electro hydraulic driven cylinder luffing single jib type
 Performance: SWL 20tonnes
 Other cranes
 Number: 1 x DMC Electro hydraulic
 Tasks: BLS equipment and hose handling
 Performance: SWL 5tonnes
 Mooring equipment
 Number: 8 x Flutek-Kawasaki
 Type: Hydraulic
 Special lifesaving equipment
 Number of each and capacity: 2 x 40 persons
 Make: Hyundai
 Cargo tanks
 Number: 12 cargo tanks & 2 slop tanks
 Grades of cargo carried: ... Crude oil having a flash point below 60°C
 Coated tanks make: Jotun
 Cargo pumps
 Number: 12 cargo pumps & 2 slop tanks
 Type: Centrifugal, hydraulic motor driven
 Make: Framo
 Capacity: 1,800m³ x 130mcl (cargo pump)
 600m³ x 130mcl (slop tank pump)
 Cargo control system
 Make: Scana(VRC) + Framo
 Ballast control system
 Make: Scana (VRC) + Framo
 Water ballast treatment system
 Make: Techcross
 Capacity: 2,600m³/h, 450m³/h
 Complement
 Officers: 22
 Crew: 12
 Bow thrusters: 3 x Kawasaki
 Output: 2,830kW(tunnel type), 2,200kW(azimuth type)
 Stern thruster: 2 x Kawasaki
 2,200kW(tunnel type), 2,200kW(azimuth type)
 Bridge control system
 Make: KTE, T-Shape
 One-man operation: Yes
 Fire detection system
 Make: Consilium, Salwico Cargo
 Fire extinguishing systems
 Engine room/Cargo holds: NK/CO₂
 Integrated bridge system/Radars: 2 x Kongsberg K-bridge
 Contract date: 15 April 2011
 Launch/float-out date: 31 August 2012
 Delivery date: 23 December 2012



• **BRASIL VOYAGER**



BRASIL VOYAGER: Shuttle tanker for Brazil operation

Shipbuilder: **Samsung Heavy Industries**
 Vessel's name: **Brasil Voyager**
 Hull No: **2033**
 Owner/operator: **Chevron Shipping Company**
 Country: **Bahamas**
 Designer: **Samsung Heavy Industries**
 Country: **Korea**
 Model test establishment: **Samsung Ship Model Basin**
 Flag: **Bahamas**
 IMO number: **963777**
 Total number of sister ships already completed (excluding ship presented): **nil**
 Total number of sister ships still on order: **nil**

has a power output of 16,900kW and gives the vessel a service speed of 15.13knots at 90% MCR with a 15% sea margin.
 To enhance the loading and unloading of the vessel, Samsung has fitted it with a bow loading (BLS) system which has been designed for mooring the vessel to an offshore or crude loading terminal. Also the control system for cargo operations in the cargo control room is available in the wheelhouse via ICMS system. To further meet with the latest environmental regulations a Samsung Purimar ballast water treatment system with electrolysis (indirect) with a capacity of 5,500m³/h has been fitted.

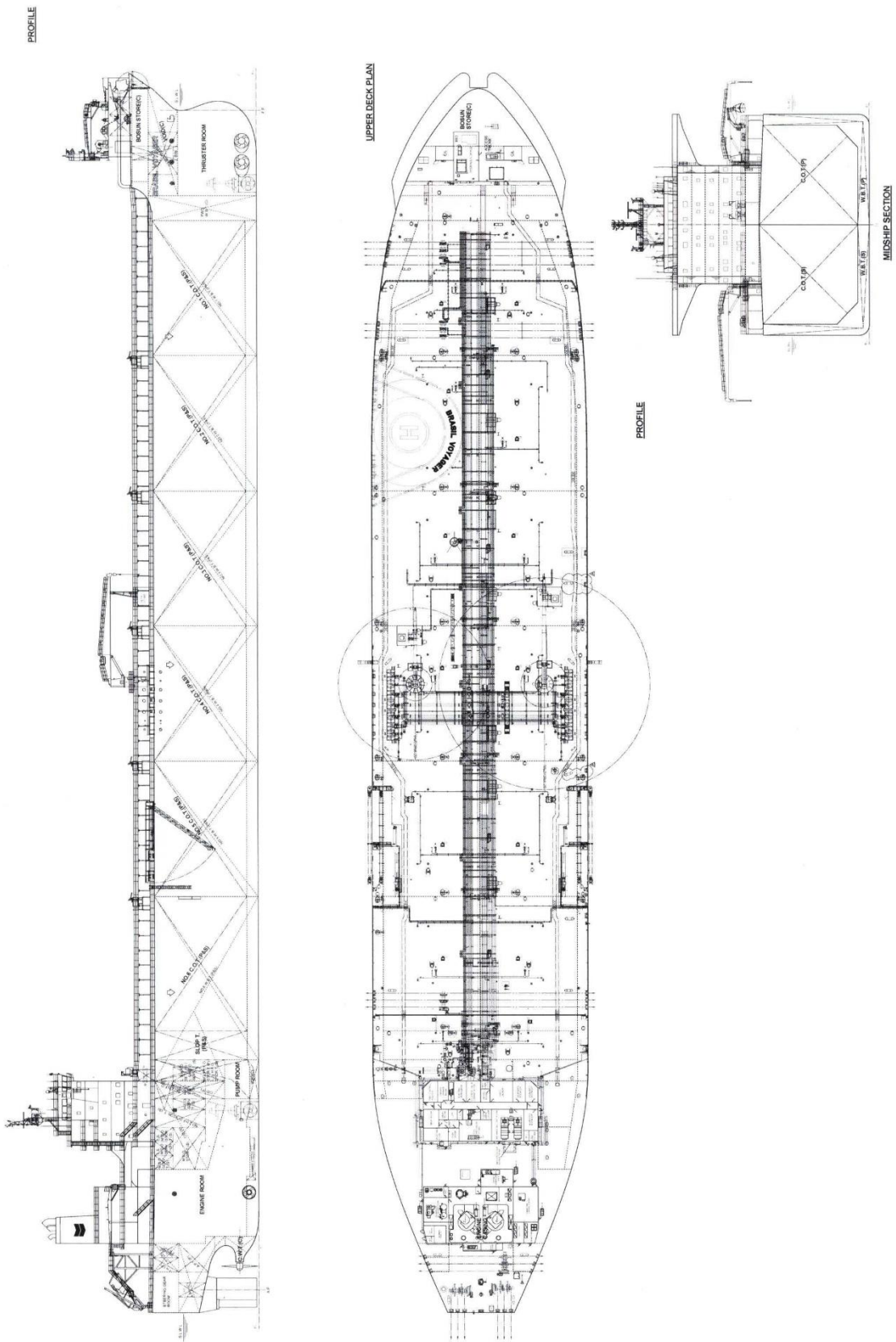
TECHNICAL PARTICULARS

Length oa: 282.14m
 Length bp: 267.00m
 Breadth moulded: 49.00m
 Depth moulded
 To main deck: 23.60m
 Width of double skin
 Side: 2.45m
 Bottom: 2.55m
 Draught
 Scantling: 17.20m
 Design: 16.20m
 Gross: 83,942gt
 Deadweight
 Design: 141,470dwt
 Scantling: 153,680dwt
 Speed, service: 15.13knots
 Cargo capacity
 Liquid volume: 167,885m³
 Bunkers
 Heavy oil: 3,215m³
 Diesel oil: 555m³
 Water ballast: 51,200m³
 Daily fuel consumption
 Main engine only: 62tonnes/day
 Classification society and notations: ABS + A1, Ø, Oil Carrier, CSR, AB-CM, SH-DLA, SFA(25), RES, PMA+, CPS, * AMS, * ACCU, NIBS, CRC, ESP, VEC-L, CPP, TCM, UWILD(no seachest blanking device), PORT, POT,

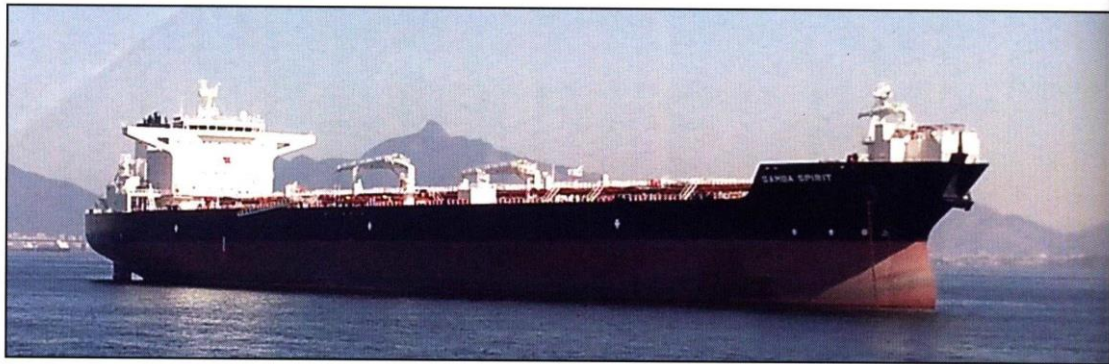
ENVIRO, GP, BLU, SEC, MLC-ACCOM, RW, BWE, DPS-2, * APS

Main engine
 Design: MAN Diesel & Turbo
 Model: 6S70ME-C8.2
 Manufacturer: Doosan Engine
 Number: 1
 Type of fuel: HFO, MDO
 Output of each engine: 16,900kW x 86.6rpm
 Propeller
 Material: Ni-Al-Bronze
 Designer/manufacturer: Kawasaki Heavy Industries
 Number: 1
 Fixed/controllable pitch: Controllable
 Diameter: 8.3m
 Speed: 86.6rpm
 Boilers
 Number: 2
 Type: Vertical, water drum
 Make: Alfa Laval Aalborg
 Output, each boiler: 35tonnes/h x 1.6MPa
 Cargo cranes/cargo gear
 Number: 2
 Make: Oriental
 Type: Electro-hydraulic luffing jib
 Performance: 15tonnes
 Other cranes
 Number: 2 + 1
 Make: Oriental
 Type: Electro Hydraulic luffing jib
 Tasks: Provision handling, BLS service
 Performance: 5tonnes + 5tonnes
 Mooring equipment
 Number: 2 x Windlass
 6 x Mooring winch
 Make: Rolls-Royce
 Type: Electro-hydraulic
 Special lifesaving equipment
 Number of each and capacity: 1 x 42 persons
 Make: Hatecke
 Type: Freefall totally enclosed
 Cargo tanks
 Number: 12 + 2
 Cargo pumps
 Number: 3
 Type: Vertical, single stage, centrifugal
 Make: Hyundai
 Material: Stainless steel for impeller shaft
 Capacity: 3,500m³/h x 150m at S.G 1.025
 Cargo control system
 Make: AMRI-Seil
 Type: Valve remote control
 Water ballast treatment system
 Make: Samsung Purimar
 Capacity: 5,500m³/h
 Complement
 Crew: 15
 Bow thruster
 Make: Rolls-Royce
 Number: 2 x Tunnel
 1 x Azimuth
 Output: 3,300kW, 3,000kW
 Stern thruster
 Make: Rolls-Royce
 Number: 1 x Tunnel
 1 x Azimuth
 Output: 1,600kW, 3,000kW
 Bridge control system
 Make: Nabtesco
 One-man operation: Yes
 Fire detection system
 Make: Consilium
 Type: Addressable type
 Fire extinguishing systems
 Engine room: Wilhelmsen/ High expansion foam
 Cabins & public spaces: Samsung/ Seawater and portable fire extinguisher
 Radars
 Number: 2
 Make: Sperry Marine
 Integrated bridge system
 Make: Sperry Marine
 Model: VisionMaster FT ECDIS
 Contract date: 9 June 2011
 Launch/float-out date: 29 Dec 2012
 Delivery date: 28 May 2013

Cuaderno 1: Dimensionamiento. Elección de la cifra de mérito, definición de alternativas y selección de la más favorable.
Julián Rodríguez Cortegoso



• SAMBA SPIRIT



SAMBA SPIRIT: Modern shuttle tanker for Teekay

Shipbuilder: **Samsung Heavy Industries**
 Vessel's name: **Samba Spirit**
 Hull No: **2037**
 Owner/operator: **Teekay Shipping**
 Country: **Norway**
 Designer: **Samsung Heavy Industries**
 Country: **Korea**
 Model test establishment used: **Samsung Ship Model Basin (SSMB)**
 Flag: **Bahamas**
 IMO number: **9637686**
 Total number of sister ships already completed (excluding ship presented): **2**
 Total number of sister ships still on order: **4**

THE latest shuttle tanker, *Samba Spirit*, delivered as the first out of four units specially designed for Brazilian waters, is equipped with DP2 technology. The vessel will be chartered by BG Group for operation at the Lula field (formerly Tupi field) in the Santos Basin. *Samba Spirit* was delivered by Samsung Heavy Industries (SHI) in May.

In order to increase the propulsion efficiency SAVER-FIN technology has been applied to the vessel, along with the yard's latest Green Future hull form to reduce resistance. For the dynamic positioning in the field of operation the vessel is equipped with two retractable type azimuth thrusters and one tunnel thruster in the forward and one retractable azimuth thruster and one tunnel thruster in the aft. Also a fish tail type high lift rudder, which has been developed by Samsung, has been applied together with a controllable pitch propeller.

It is believed *Samba Spirit* is the most advanced shuttle tanker ever built based on the new technology; a Knutsen volatile organic compound (KVOC) system is provided as a means of reduction for volatile organic compounds during loading and laden voyage. The KVOC system was designed by Knutsen OAS Shipping and approved by the class society.

The compact volatile organic compound (CVOC) system has also been fitted for the recovery of VOC during loaded voyages. A mix of VOC and inert gas is ejected from the main inert gas line and into the crude oil by circulating an oil stream through the swirl absorber located in the pump room. Furthermore, efficiency in the vessel's operational performance has been improved by increasing the cargo tank pressure compared with a conventional system.

The bow loading system (BLS) is designed for mooring the vessel to an offshore loading terminal and also for crude oil loading from a terminal where there is the possibility to discharge through the BLS as per Petrobras' requirement for use in Brazilian waters. Also the control system for cargo operations in the cargo control room is available in the wheelhouse via the integrated monitoring control system (ICMS).

For the power supply, four sets of main diesel generators have been installed along with one emergency generator. The high and low voltage switchboards are divided into four sections to separate the power feeding from the main generator and the switchboard, this configuration gives better flexibility during operation and minimises the loss of availability even in a worst single failure case scenario.

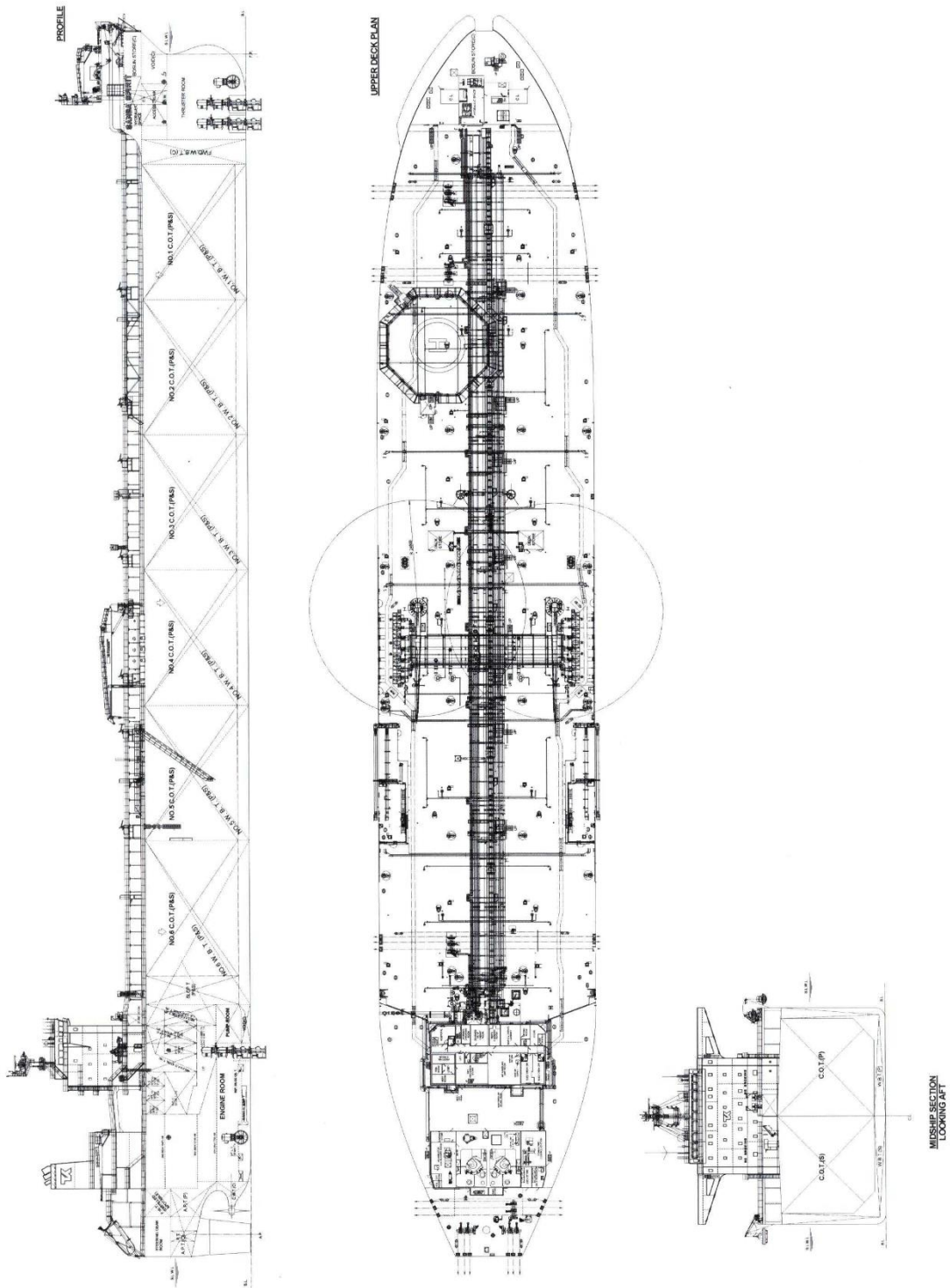
The ballast water treatment system with electrolysis (indirect), is a Samsung Purimar with a capacity of 5,500m³/h has been installed to meet with the ballast water convention.

TECHNICAL PARTICULARS

Length oa: 282.14m
 Length bp: 267.00m
 Breadth: 49.00m
 Depth moulded
 To main deck: 23.60m
 Width of double skin
 Side: 2.45m
 Bottom: 2.55m
 Draught
 Scantling: 17.20m
 Design: 16.20m
 Gross: 83,882gt
 Deadweight
 Design: 142,190dwt
 Scantling: 154,101dwt
 Speed, service: 14.62knots
 Cargo capacity
 Liquid volume: 164,540m³
 Bunkers
 Heavy oil: 3,135m³
 Diesel oil: 545m³
 Water ballast: 51,205m³
 Daily fuel consumption
 Main engine only: 51.2tonnes/day
 Classification society and notations: ABS +A1, (E), Oil Carrier, CSR, AB-CM, DPS-2, SH, SHCM, SH-DLA, SFA(25), HIMP, RES, PMA, CPS, IGS-Ballast, +AMS, +ACCU, +APS, NIBS, ESP, VEC-L, TCM, R1 (single shaft), UWILD, POT, ENVIRO, GP, BLU, BWE, Statement of compliance for DNV's F-AMC (excluding requirement B.201)
 Main engine
 Design: MAN Diesel & Turbo
 Model: 6S70ME-C8.2
 Manufacturer: Doosan Engine
 Number: 1
 Type of fuel: HFO, MDO
 Output of each engine: 14,270kW x 81.8rpm
 Propeller
 Material: Ni-Al-Bronze
 Designer/manufacturer: Kawasaki Heavy Industries
 Number: 1
 Fixed/controllable pitch: Controllable
 Diameter: 8.3m
 Speed: 81.8rpm
 Boilers
 Number: 2
 Type: Vertical, water drum
 Make: Alfa Laval Aalborg
 Output, each boiler: 30tonnes/h x 16kg/cm²
 Cargo cranes/cargo gear
 Number: 2
 Make: DMC
 Type: Electro-hydraulic luffing jib
 Performance: 15tonnes

Other cranes
 Number: 2+1
 Make: DMC
 Type: Electro-hydraulic luffing jib
 Tasks: Provisions handling & BLS service
 Performance: 2tonnes, 3.4tonnes, 5tonnes
 Mooring equipment
 Number: 2 x Windlass
 8 x Mooring winch
 Make: Flutek Kawasaki
 Type: Electro-hydraulic driven
 Special lifesaving equipment
 Number of each and capacity: 1 x 40 persons
 Make: Norsafe
 Type: Freefall totally enclosed
 Cargo tanks
 Number: 12 + 1
 Cargo pumps
 Number: 3
 Type: Vertical, single stage, centrifugal
 Make: Shinko
 Material: Stainless steel for impeller shaft
 Capacity: 3,800m³/h x 135 at SG 1.025
 Cargo control system
 Make: Samsung - AMRI SEIL
 Type: Valve remote control system
 Water ballast treatment system
 Make: Samsung Purimar
 Capacity: 5,500m³/h
 Complement
 Crew: 15
 Bow thruster
 Make: Brunvoll
 Number: 1 x Tunnel
 2 x Azimuth
 Output: 2,200kW
 Stern thruster
 Make: Brunvoll
 Number: 1 x Tunnel
 2 x Azimuth
 Output: 2,200kW
 Bridge control system
 Make: Yokogawa
 One-man operation: Yes
 Fire detection system
 Make: Consilium
 Type: Addressable type
 Fire extinguishing systems
 Engine room: Wilhelmsen/ high expansion foam
 Cabins/public spaces: Samsung/ Sea water fire and portable fire extinguishers
 Radars
 Number: 2
 Make: Samsung
 Integrated bridge system
 Make: Samsung
 Model: SSAS-Pro
 Contract date: 21 June 2011
 Launch/float-out date: 24 December 2012
 Delivery date: 10 May 2013

Cuaderno 1: Dimensionamiento. Elección de la cifra de mérito, definición de alternativas y selección de la más favorable.
Julián Rodríguez Cortegoso



• PEGASUS VOYAGER



PEGASUS VOYAGER: Crude oil tanker

Shipbuilder: **Samsung Heavy Industries**
 Vessel's name: **Pegasus Voyager**
 Hull No: **HN2060**
 Owner/operator: **Chevron**
 Country: **USA**
 Designer: **Samsung Heavy Industries**
 Country: **Korea**
 Model test establishment used: **SSMB**
 Flag: **Bahama's**
 IMO number: **9665736**
 Total number of sister ships already completed (excluding ship presented): **1**
 Total number of sister ships still on order: **nil**

PEGASUS Voyager is the latest in a series of vessels for US-based Chevron and is the first vessel in a series of two which was delivered in August. The two vessels feature the latest environmental solutions to meet with stricter environmental legislation that is starting to come in to effect.

To meet with these further environmental demands the vessel's design employs some of the latest energy saving features currently on the market such as energy saving devices that have been installed to the aft body of the hull to enhance the vessel's power performance, along with a longer flat side hull form. Added to this is an exhaust gas recirculation system has also been installed onto the main engine to further improve the vessel's green profile.

Pegasus Voyager has a cargo capacity of 178,600m³ with a cargo handling system that has been designed to have a maximum unloading rate of 11,400m³ with three cargo oil pumps manufactured by the shipyard that have a capacity of 3,800m³/h that service the 12 cargo tanks of the vessel.

The vessel is powered by a MAN B&W 6G70ME-C, along with three generator sets, one shaft generator and one steam turbine generator. To give the vessel better manoeuvrability it has been fitted with a controllable pitch propeller, high lift rudder, two bow thrusters, a fender and a second manifold for cargo handling.

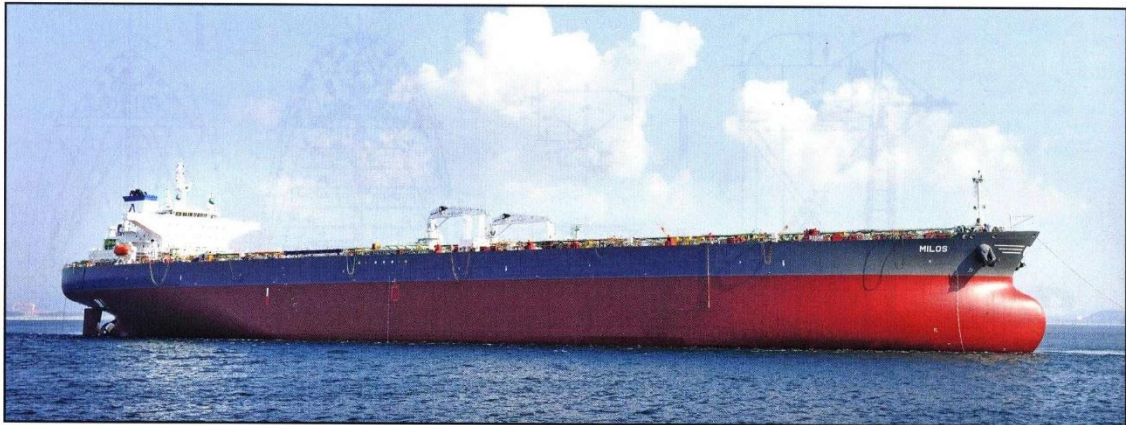
TECHNICAL PARTICULARS

Length oa: 275.60m
 Length bp: 265.60m
 Breadth moulded: 48.00m
 Depth moulded
 To upper deck: 23.70m
 Width of double skin
 Side: 2.45m
 Bottom: 2.55m
 Draught
 Scantling: 17.00m
 Summer: 17.00m
 Gross: 85,147gt

Deadweight
 Summer: 155,720dwt
 Scantling: 155,720dwt
 Speed, service: 15knots
 Cargo capacity
 Liquid volume: 178,600m³
 Bunkers
 Heavy oil: 3,400m³
 Diesel oil: 400m³
 Water ballast: 51,000m³
 Classification society and notations: ABS*A1 (E), oil carrier, ESP, CSR, SH-DLA, SFA (25), RES, TCM, *AMS, CRC, *ACCU, UWILD, APS, Enviro+, ABCM, NIBS, PORT, POT, CPS, CPP, PMA+, SEC, VEC-L, GP, MLC-ACCOM, BWT
 Main engine
 Design: MAN B&W
 Model: 6G70ME-C9.2
 Manufacturer: Doosan Engine
 Number: 1
 Type of fuel: HFO or MDO
 Output of each engine: 21,840kW/ 17,110kW/ 14,543kW
 Propeller
 Material: Ni-Al-Bronze
 Designer/manufacturer: Kawasaki Heavy Industries
 Number: 1
 Fixed/controllable pitch: Fixed
 Diameter: 8.4m
 Main-engine driven alternators
 Number: 1
 Make/type: Doosan Engine/DIG 140 i/4 W
 Output/speed of each set: 2,500kW
 Diesel-driven alternators
 Number: 4
 Engine make/type: Doosan engine/ 6L21/31 x 2 + 8L27/38 x 1 set STX Engine/ KTA19-DMGE x 1 set
 Type of fuel: HFO or MDO
 Output/speed of each set: 1,160kW x 2 sets + 2,500kW x 1 set 400kW x 1 set
 Alternator make/type: Hyundai Heavy Industries/ HFJ7 568-84E x 2 sets + HSJ 719-10P x 1 set
 Output/speed of each set: 1,575kVA x 2 sets + 3,125kVA x 1 set
 Boilers
 Number: 5
 Type: Mission OL50,000 x 2 sets, Mission XW-S 50,000 x 2 sets,

Mission OC-TCI 3,600 x 1 set
 Make: Alfa Laval
 Output, each boiler: 50tonnes/h x 2 sets, 50tonnes/h x 2 sets, 3.6tonnes/h x 1 set
 Cargo cranes/cargo gear
 Number/ Make: 3/TTS Marine
 Type: Electro-hydraulic driven, High pressure type
 Performance: 15tonnes x 20m x 2 sets, 8tonnes x 28m x 1 set
 Other cranes
 Number/ Make: 2 x provisions crane TTS Marine
 Type: Electro-hydraulic driven, High pressure type
 Performance: 10tonnes x 15.6m/ 5tonnes x 15m
 Mooring equipment
 Number: 2 x windlass + 12 mooring winches
 Make: Rolls-Royce
 Special lifesaving equipment
 Number of each and capacity: 1 x 50 persons
 Number/ Make: Norsafe/Freefall type
 Cargo tanks
 Number: 12
 Cargo pumps
 Number/ Make: 3/Centrifugal type
 Make: Hyundai Heavy Industries Co., Ltd
 Capacity: 3,800m³/h
 Water ballast treatment system
 Make: Oceansaver
 Capacity: 2 x 2,500m³/h
 Stern appendages/
 special rudders: SAVER-fin/flap rudder
 Bow thruster
 Make: Kawasaki
 Number: 2
 Output: 2,300kN
 Bridge control system
 Make: Kongsberg Maritime Korea
 Type: K-Chief 600
 Fire detection system
 Make: Consilium Marine
 Type: Analogue addressable type
 Radars
 Number/Make: 1/Sperry Marine
 Integrated bridge system
 Make/Model: Sperry Marine/Visionmaster
 Contract date: 25 May 2012
 Launch/float-out date: 5 April 2014
 Delivery date: 5 August 2014

• MILOS



MILOS: Suezmax oil tanker

Shipbuilder: **Sungdong Shipbuilding & Marine Engineering**
 Vessel's name: **MILOS**
 Hull No: **S2046**
 Owner/Operator: **Kyklades Maritime**
 Country: **Greece**
 Designer: **Sungdong Shipbuilding & Marine Engineering**
 Country: **Republic of Korea**
 Model test establishment used: **KRISO**
 Flag: **Greece, Piraeus**
 IMO number: **9746619**
 Total number of sister ships already completed (excluding ship presented): **0**
 Total number of sister ships still on order: **1**

MILOS is the first vessel in a series of two Suezmax crude oil tankers, built by Sungdong Shipbuilding & Marine Engineering for Kyklades Maritime Corporation. The vessel is built to Lloyd's Register specifications and designed in accordance with IACS Common Structural Rules (CSR). The vessel features a double side skin and has a flush deck, bulbous bow, transom stern, open water type stern frame, semi-balanced rudder and single propeller driven by a slow speed diesel engine. The main engine MCR of its Wärtsilä 6X72 with delta by-pass tuning Tier II is de-rated to 15,088kW at 71.8rpm for economical fuel oil consumption. The speed of the vessel at design draught (16m) is 14.2knots at NCR with a 15% sea margin based on a well optimised hull form and propeller design that had been analysed by Computational Fluid Dynamics.

Electric power is generated from three diesel generators driven by an alternator with a 980kW output, and steam is generated by two auxiliary boilers with a capacity of 35,000kg/h and one composite boiler with a capacity of 1,200kg/h (exhaust gas section) and 1,800kg/h (oil fired section).

The vessel has six pairs of cargo oil tanks, two slop tanks, fore and aft peak tanks, segregated water ballast tanks, fuel oil tanks and fresh water tanks. Cargo tanks are divided by plane type transverse and longitudinal bulkheads. Cargo handling is performed by three cargo oil pumps of 4,000m³/h that are driven by a steam turbine.

Water ballast is handled by two ballast pumps driven by an electric motor. The electrolysis type water ballast treatment system is designed to be environmentally friendly with a capacity of 4,000m³/h for main and 300m³/h for APT to service the vessel's ballast tanks. The vessel is fully compliant with the latest environmental guidelines for fuel oil protection, the Inventory of Hazardous Materials for ships recycling, the Performance Standard for Protective Coatings (PSPC) and IMO Tier II NOx requirements.

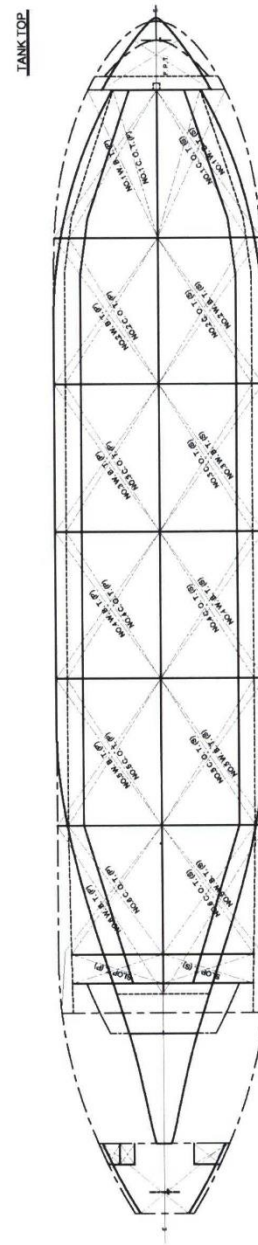
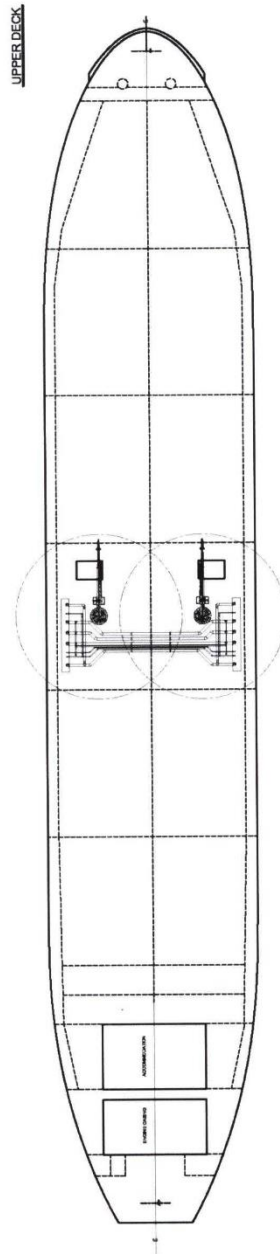
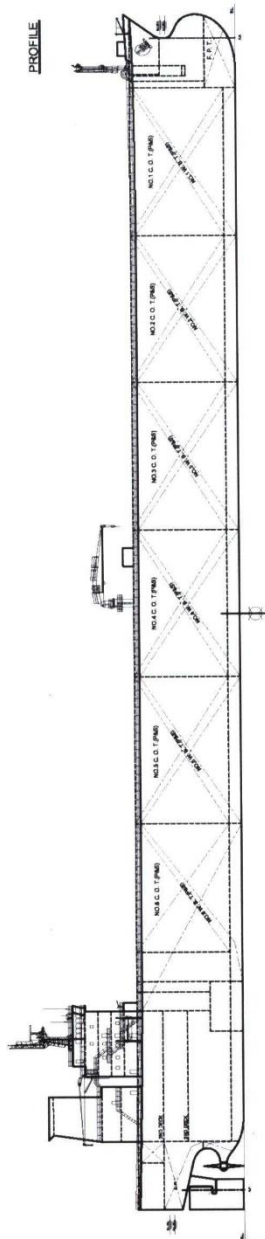
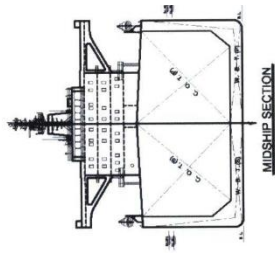
TECHNICAL PARTICULARS

Length oa: 277.27m
 Length bp: 267m
 Breadth moulded: 48m

Depth moulded
 To main deck: 23.1m
 Draught
 Scantling: 17.15m
 Design: 16m
 Gross: 81,000tonnes
 Deadweight
 Design: 144,460tonnes
 Scantling: 157,460tonnes
 Speed, service (– %MCR output): 14.2knots
 (71.7% of MCR)
 Cargo capacity: 170,000m³
 Bunkers
 Heavy oil: 3,700m³
 Diesel oil: 1,000m³
 Water ballast: 53,000m³
 Daily fuel consumption
 Main engine only: 40.4 tonnes/day
 Classification society and notations: LR
 /+100A1, Double Hull Oil Tanker,
 CSR, ESP, ShipRight[ACS(B,C), CM],
 *IWS, LI, DSPM4, ECO(BWT, IHM,
 VECS-L, IBTS, BIO, EEDI, SEEMP, P),
 +LMC, IGS, UMS with descriptive
 notes ETA, ShipRight[BWMP(S,T),
 SERS, SCM], COW(LR)
 % high-tensile steel used in construction: 52%
 Main engine(s)
 Design: WinGD
 Model: Wärtsilä 6X72
 Manufacturer: Hyundai Heavy Industries
 Number: 1
 Type of fuel: HFO, MGO
 Output of each engine: 15,088kW x 71.8rpm
 Propeller(s)
 Material: Ni. Al. Bronze
 Designer/Manufacturer: Sungdong
 Shipbuilding & Marine Engineering /
 Hyundai Heavy Industries
 Number: 1
 Fixed/Controllable pitch: FPP
 Diameter: 9m
 Speed: 71.8rpm
 Diesel-driven alternators
 Number: 3
 Engine make/type: Yanmar / 6EY22ALW
 Type of fuel: HFO, MGO
 Output/speed of
 each set: 1,100kW / 900rpm
 Boilers
 Number: 2 sets + 1 set
 Type: Auxiliary, Composite
 Make: Alfa Laval
 Output, each boiler: ... Auxiliary - 35,000kg/h
 x 16/6kg/cm².g
 Composite (Oil fired/exhaust gas) -
 1,800 /1,200kg/h x 6kg/cm².g
 Cargo cranes/cargo gear
 Number: 2 sets
 Make: DMC
 Type: Electro-hydraulic driven

Performance: SWL 20tonnes
 Other cranes
 Number: 1 set + 2 sets
 Make: DMC
 Type: M/E Overhead /
 Electro-hydraulic driven
 Tasks: E/R Crane / Provision handling
 Performance: 8tonnes x Span 7.6m / SWL
 8tonnes + 2tonnes
 Mooring equipment
 Number: 9 sets
 Make: MacGregor Pusnes
 Type (electric/hydraulic/steam): Electro-
 Hydraulic driven
 Special lifesaving equipment
 Number of each and capacity: 2 sets
 x 30 persons
 Make: Norsafe
 Type: Gravity
 Cargo tanks
 Number: 6 pairs cargo tanks, 1 pair slop tanks
 Cargo pumps
 Number: 3 sets
 Type: Centrifugal, vertical, single-stage
 Make: Shinko
 Capacity (each): 4,000m³/h x 135mTH
 (based on sea water of 1.025S.G.)
 Cargo control system
 Make: Shinko
 Type: Pump room
 Ballast control system
 Make: Emerson
 Type: Electro-hydraulic
 Water Ballast Treatment System
 Make: Hyundai Heavy Industries
 Capacity: 4,000m³/h (for Main)
 + 300m³/h (for APT)
 Complement: 28 persons + 6 Suez crew
 Fire detection system
 Make: Autronica
 Type: Autroprime BS-200M
 Fire extinguishing systems
 Engine room
 Make/Type: Tyco-seaplus,
 High expansion foam
 Radars
 Number: S-Band Radar 1ea
 X-Band Radar 1ea
 Make: JRC
 Model(s): JMR-9228-n(S-Band),
 JMR-9225-6X(X-Band)
 Waste disposal plant
 Incinerator
 Make: Hyundai Marine Machinery
 Model: Maxi NG100SL WS
 Sewage plant
 Make: Ilseung
 Model: ISB-03
 Contract date: May 2014
 Launch/float-out date: August 2016
 Delivery date: October 2016

Cuaderno 1: Dimensionamiento. Elección de la cifra de mérito, definición de alternativas y selección de la más favorable.
Julián Rodríguez Cortegoso



• BEOTHUK SPIRIT



BEOTHUK SPIRIT: Shuttle tanker

Shipbuilder: **Samsung Heavy Industries Co., Ltd**
 Vessel's name: **Beothuk Spirit**
 Hull No: **SN2184**
 Owner/Operator: **Teekay**
 Country: **Canada**
 Designer: **Samsung Heavy Industries Co., Ltd**
 Country: **Republic of Korea**
 Model test establishment used: **SSMB (Samsung Ship Model Basin), Kriso, Force Bahamas**
 Flag: **9780768**
 IMO number: **9780768**
 Total number of ships already completed: **1**

This DP2-Class 145,000dwt shuttle tanker has been built for Teekay Offshore Partners by Samsung Heavy Industries. It is intended for worldwide operation, and especially for the cold-weather conditions encountered in the East Coast Canada and North Sea regions. Pictured above is *Norse Spirit*, the vessel's sister ship.

To enable effective, efficient and environmentally sustainable operation a series of 'game-changing' (according to the manufacturer) KPIs has been adopted. These include a high level of winterisation – enclosed bridge wings, increased insulation and de-icing/de-misting devices for safe offshore logistics and operation. Energy-saving features intended to improve fuel-consumption figures include variable speed control of cargo pumps, thrusters and cooling sea water pumps. In environmental terms, a ballast water treatment system, the use of low-sulphur MGO main fuel and a better EEDI index figure distinguish *Beothuk Spirit* from other shuttle tankers.

To ensure the vessel's safe and uninterrupted 24-hour operation in the trying conditions which can be encountered in the East Coast Canada and Northern European areas, a high level of design and material robustness have been prioritised. The result is a vessel with a hull structural design that has a 30-year fatigue lifetime and a dynamic positioning system which provides a higher level of redundancy.

TECHNICAL PARTICULARS

Length oa: 279.5m
 Length bp: 264.5m
 Breadth moulded: 49.0m
 Depth moulded
 To main deck: 24.5m
 To upper deck: 24.5m
 Width of double skin
 Side: 2.45m
 Bottom: 2.75m
 Draught
 Scantling: 17.2m
 Design: 17.0m
 Gross: 85,762gt
 Deadweight
 Design: 144,700dwt
 Scantling: 147,000dwt
 Speed, service (90 %MCR output): 14.5knots

Cargo capacity (m³)
 Liquid volume: 158,000
 Bunkers (m³)
 Diesel oil: 2,900
 Water ballast (m³): 55,300
 Daily fuel consumption (tonnes/day)
 Main engine only: 50.0
 Classification society and notations: DNV GL
 *1A1, Tanker for Oil, ESP, CSR, E0, BIS, TMON, DYNPOS-AUTR(A), BWM-T, CLEAN DESIGN, HELIDK-SH, NAUT-AW(ICS), BOW LOADING, VCS-2B, F-AMC, PLUS, CSA-FLS2, OPP-F, COMFV(3)C(3), CCO, ESV-DP(HIL-IS), ESV-PMS(HIL-IS), ESV-SPT(HIL-IS), ECA(SOxA), COAT-PSPC(B, C)

Main engine
 Design: MAN Diesel & Turbo Licensee
 Model: 6G70ME-C9.5
 Number: 1
 Output: 14,600kW

Propeller
 Material: Ni-Al-Bronze
 Designer/Manufacturer: Rolls-Royce
 Number: 1
 Fixed/Controllable pitch: Controllable
 Diameter: 8,700mm
 Speed: 71.9rpm

Diesel-driven alternators
 Number: 4
 Engine make/type: Hyundai 8H32/40 x 1, 6H32/40 x 3
 Type of fuel: MGO
 Output/speed of each set: 4,000kW at 720rpm, 3,000kW at 720rpm

Boilers
 Number: 3
 Type: OL and XW
 Make: Aalborg
 Output: 35,000kg/h x 2, 1,200kg/h x 1

Cargo cranes/cargo gear
 Number: 2
 Make: DMC
 Type: Jib type, electro-hydraulic
 Performance: SWL 15tons

Other cranes
 Number: 2 / 1
 Make: DMC
 Type: Jib type, electro-hydraulic
 Tasks: Provision-handling cranes / BLS service crane
 Performance: SWL 2.0 tons and SWL 8tons / SWL 5tons

Mooring equipment
 Number: 8
 Make: Flutek
 Type: Electro-hydraulic (high-pressure)

Special lifesaving equipment
 Number of each and capacity: 1, 38 persons
 Make: Norsafe
 Type: Freefall type

Cargo tanks
 Number: 12 cargo tanks and 2 slop tanks
 Product range: Crude oil

Cargo pumps
 Number: 3
 Type: Vertical, single-stage, centrifugal, electric motor-driven

Make: Hyundai
 Stainless steel: Impeller shaft, etc.
 Capacity (each): 4,000 m³/h x 145m/c

Cargo control system

Make: Emerson

Type: Electro-hydraulic

Ballast control system

Make: Emerson

Type: Electro-hydraulic

Complement

Officers: 17

Crew: 14

Suez/Repair Crew: 6

Single/double/other rooms: 4 day /

bedrooms, 27 single rooms, 1 Suez crew room

Bow thruster

Make: Brunvoll

Number: 1 tunnel thruster, 2 retractable azimuth

Output (each): 2,200kW

Stern thruster(s)

Make: Brunvoll

Number: 1 tunnel thruster, 2 retractable azimuth

Output (each): 2,200kW

Bridge control system

Make: Kongsberg

Type: K-Bridge

Is bridge fitted for one-man operation? ...Yes

Fire detection system

Make: Silsilium

Type: Salwico FDS

Fire extinguishing systems

Engine room:

Make/Type: Wilhelmsen/high-expansion foam

Cabins:

Make/Type: ... Sea water fire extinguishing

Public spaces:

Make/Type: ... Sea water fire extinguishing

Radars

Number: 3

Make: Kongsberg

Models: X-band x 2, S-band x 1

Integrated bridge system: Yes

Model: K-Bridge

Waste disposal plant

Waste compactor

Make: Uson

Model: UMCC-4

Waste shredder/crusher

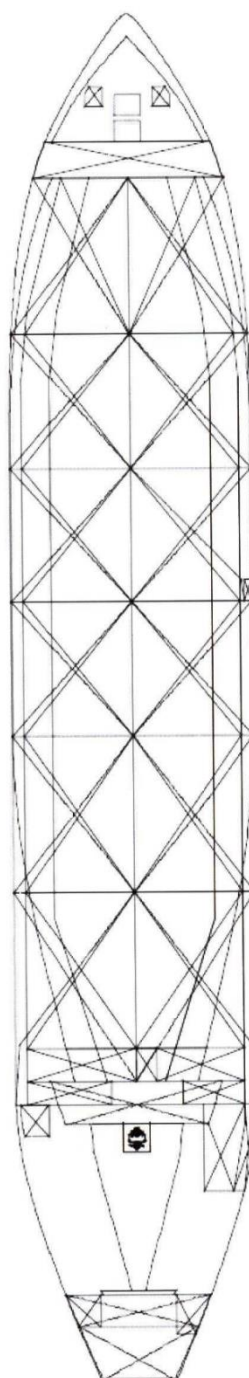
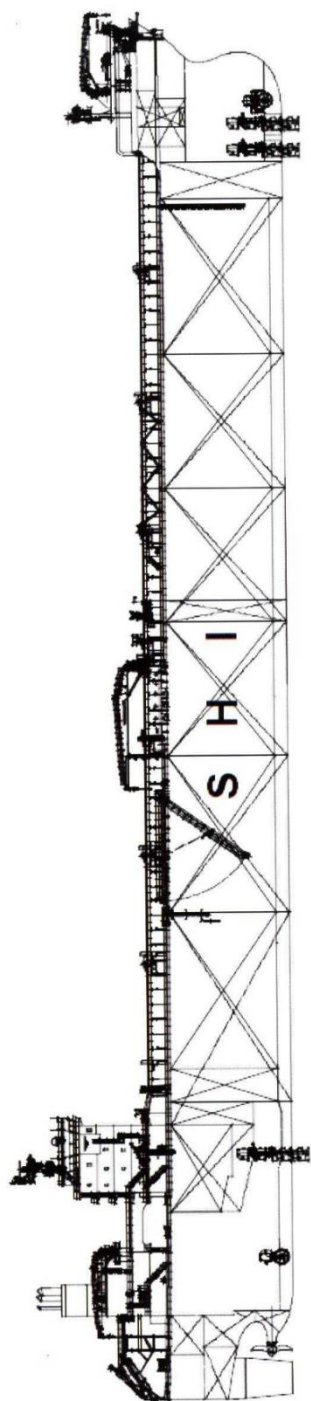
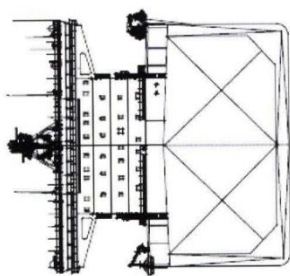
Make: Metos

Model: MJWD-441

Contract date: 3 June 2015

Launch/float-out date: 11 February 2017

Delivery date: 31 July 2017



• ELANDRA EAGLE



ELANDRA EAGLE: Suezmax crude oil tanker

Shipbuilder: **Sungdong Shipbuilding & Marine Engineering Co., Ltd**
 Vessel's name: **Elandra Eagle**
 Hull No: **S2053**
 Owner/Operator: **Elandra Holdings Ltd**
 Country: **British Virgin Islands**
 Designer: **Sungdong Shipbuilding & Marine Engineering Co., Ltd**
 Country: **Republic of Korea**
 Model test establishment used: **KRISO**
 Flag: **Marshall Islands**
 IMO number: **9792474**
 Total number of sister ships already completed (excluding ship presented): **0**

ELANDRA EAGLE is the first vessel in a series of two Suezmax crude oil tankers built by Sungdong Shipbuilding & Marine Engineering for Elandra Holdings Ltd.

The vessel is built under the survey of Lloyd's Register of Shipping and designed in accordance with IACS Common Structure Rules. The vessel features a double side-skin and has a flush deck, bulbous bow, transom stern, open water-type stern frame, full-spade rudder and single propeller driven by a slow-speed diesel engine.

The main MAN 6G70ME-C9.5 Tier II engine is derated to 15,088kW at 71.8rpm for economy of fuel oil consumption. The speed of the vessel at scantling draft (17.15m) is 14.2knots at 71.7 percent of MCR (10,818kW), with a 15 percent sea margin based on a well-optimised hull form and propeller design which have been analysed using CFD. Electric power is generated from three diesel generators driven by a 1,050kW alternator and steam is generated by two auxiliary boilers of water tube type with a capacity of 35,000kg/h and an exhaust gas economiser with a capacity of 500kg/h.

Elandra Eagle has six pairs of cargo oil tanks, two slop tanks, fore and aft peak tanks, segregated water ballast tanks, fuel oil tanks and freshwater tanks. Cargo tanks are divided by plane-type transverse and longitudinal bulkheads. Cargo handling is performed by three steam turbine-driven cargo oil pumps capable of 4,000m³/h. Water ballast is handled by two ballast pumps which are driven by steam turbine and electric motor. The water ballast treatment system is of the ozone type and has a capacity of 3,000 m³/h.

The vessel takes full consideration of the latest environmental guidelines such as for fuel oil protection, Inventory of Hazardous Materials for

ship's recycling. Performance Standards for Protective Coatings (PSPC) and IMO Tier II NOx requirements. The vessel also has a low-sulphur fuel oil tank to satisfy emission requirements in Sulphur Emission Control Areas (SECAs), and has an emergency response system.

TECHNICAL PARTICULARS

Length oa: ca. 277.0m
 Length bp: 267.0m
 Breadth moulded: 48.0m
 Depth moulded
 To main deck: 23.1m
 Width of double skin
 Side: 2.5m
 Bottom: 2.8m
 Draught
 Scantling: 17.15m
 Design: 16.0m

Deadweight
 Design: 144,300dwt
 Scantling: 157,300dwt
 Speed, service (71.7% MCR output): 14.2knots
 Cargo capacity (m³)
 Liquid volume: 174,000
 Bunkers (m³)
 Heavy oil: 3,700
 Diesel oil: 1,000
 Water ballast (m³): 53,000
 Daily fuel consumption (tonnes/day)
 Main engine only: 38.6

Classification society and notations: LR +100A1 Double Hull Oil Tanker, CSR, ESP, ShipRight(CM, ACS(B,C)), *IWS, LI, +LMC, IGS, UMS, with descriptive notes ETA, COW(LR), ShipRight (BWMP(S,T), SERS, SCM), ECO(BWT, IHM, VECS-L, IBTS), DSPM4
 Main engine
 Design: MAN B&W
 Model: 6G70ME-C9.5
 Manufacturer: STX
 Number: 1
 Type of fuel: HFO, MDO, MGO
 Output of each engine: 15,088kW x 71.8rpm
 Propeller
 Material: Ni-Al-Bronze
 Designer/Manufacturer: Silla Metal
 Number: 1

Fixed/Controllable pitch: Fixed
 Diameter: 9.0m
 Speed: 71.8rpm
 Diesel-driven alternators
 Number: 3
 Engine make/type: STX, 6L23/30H-MK2
 Type of fuel: HFO, MDO, MGO
 Output/speed of each set: 1,050kW, 900rpm
 Boilers
 Number: 2 + 1
 Type: PB0601AS18 / PC09AAP001
 Make: Kangrim
 Output, each boiler: 35,000kg/h / 1,800/500kg/h (oil fire/ exhaust gas)
 Cargo cranes/cargo gear
 Number: 2
 Make: DMC
 Type: Electro-hydraulic
 Performance: 20t SWL
 Other cranes
 Number: 1 + 2
 Make: DMC
 Type: electro-hydraulic
 Tasks: Provisions handling
 Performance: 8t at 7.3m SWL (port) / 2t SWL (starboard)

Mooring equipment
 Number: 9
 Make: MacGregor Pusnes
 Type: Electro-hydraulic
 Special lifesaving equipment
 Number of each and capacity: 2 x 30 persons
 Make: HLB
 Type: Gravity-type
 Cargo pumps
 Number: 3
 Type: Centrifugal, vertical, single-stage
 Make: Shinko
 Capacity: 4,000m³/h each

Cargo control system
 Make: Emerson
 Type: Piano console
 Ballast control system
 Make: Emerson
 Type: Piano console
 Water ballast treatment system
 Make: Hyundai Heavy Industry
 Capacity: 4,000m³/h (For W.B.TK. & F.P.TK.) + 250m³/h (For A.P.TK.)

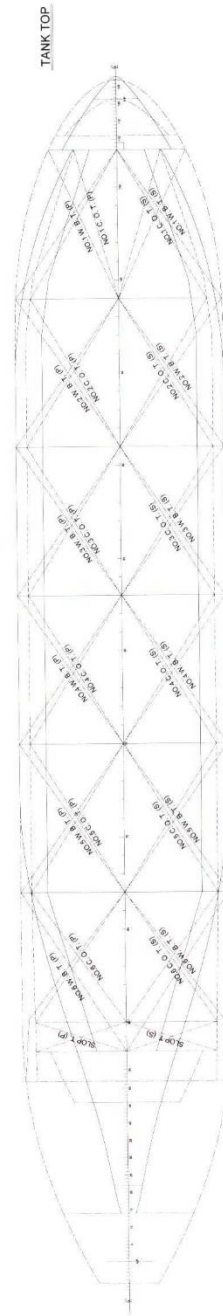
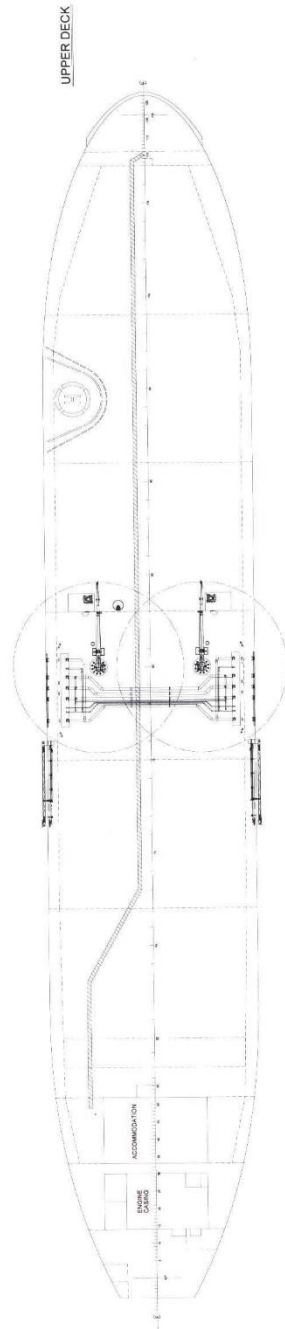
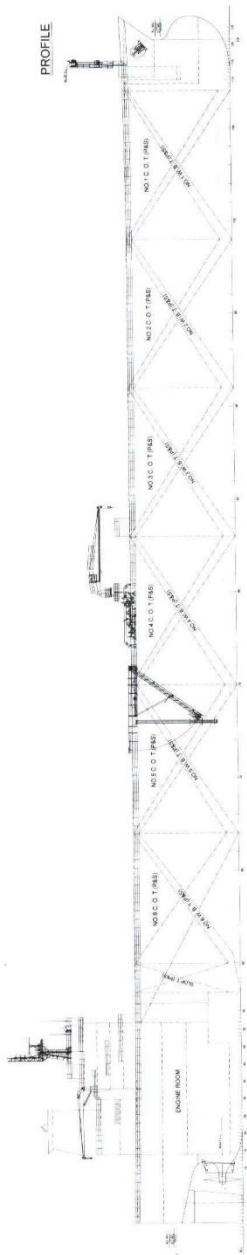
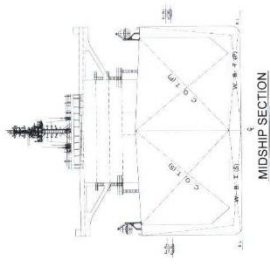
Complement
 Officers: 18
 Crew: 10
 Suez/Repair Crew: 6
 Bridge control system
 Make: KTE
 Type: Piano
 Is bridge fitted for one-man operation? ...Yes

Fire detection system
 Make: Autronica
 Type: Address
 Fire extinguishing systems
 Cargo holds:
 Make/Type: Tyco Sea Plus fixed-deck foam
 Engine room:
 Make/Type: NK/Water mist & Tyco Sea Plus high-expansion foam

Radars
 Number: 2
 Make: JRC
 Model(s): JMR-9282-S (S-band) x 1 / JMR-9225-6X (X-band) x 1

Integrated bridge system:No
 Waste disposal plant
 Incinerator
 Make: HMMC
 Model: Maxi NG100SL WS
 Waste shredder/crusher
 Make: Samjoo
 Model: BS515
 Sewage plant
 Make: Il Seung
 Model: ISB-03

Contract date: June 2015
 Launch/float-out date: December 2016
 Delivery date: April 2017



• LISBOA



LISBOA: Shuttle tanker

Shipbuilder: **Sungdong Shipbuilding & Marine Engineering Co. Ltd**
 Vessel's name: **Lisboa**
 Hull No: **S7004**
 Owner/Operator: **Tsakos Energy Navigation Ltd**
 Country: **Greece**
 Designer: **Sungdong Shipbuilding & Marine Engineering Co. Ltd**
 Country: **Republic of Korea**
 Model test establishment used: **KRISO**
 Flag: **Malta**
 IMO number: **9730933**
 Total number of sister ships already completed (excluding ship presented): **0**

LISBOA is an IMO DP Class 2, 157,000dwt shuttle tanker made for Greek owner Tsakos Energy Navigation and designed by Sungdong Shipbuilding & Marine Engineering.

The vessel was built under the survey of DNV GL and designed in accordance with the IACS Common Structure Rules (CSR). The vessel has six pairs of cargo oil tanks, two slop tanks, fore and aft peak tanks, segregated water ballast tanks, fuel oil tanks and freshwater tanks. The cargo tanks are divided by plane-type transverse and longitudinal bulkheads. The engine room and living quarters, including the enclosed-type navigation bridge, are located aft.

Lisboa has a slow-speed diesel engine, a controllable pitch propeller, one stern and two bow tunnel thrusters (2,200kW each), one bow and one stern retractable azimuth thruster (2,500kW each), and a bow loading system suitable for tandem loading operations in the Campos Basin. It has a flush deck with forecastle for bow loading. A full-spade rudder with flap system provides good manoeuvring and positioning capabilities.

Full consideration was given to the latest environmental guidelines such as the inventory of hazardous materials, OPP-F, CLEAN notation, the Performance Standard for Protective Coatings (PSPC) and EU Directive 2005/33/EC.

The main MAN 6S70ME-C8.5 Tier II engine is derated to 15,200kW of MCR at 82rpm for fuel economy and flexible operation at part load. The speed of the vessel at a draft of 16m is 14.7kt at 90 percent MCR (13,680kW) with a 15 percent sea margin. The EEDI is in accordance with Regulations 5, 6, 7, 8 and 9 of MARPOL Annex VI Resolution MEPC, and 214(63) is satisfied up to phase 1.

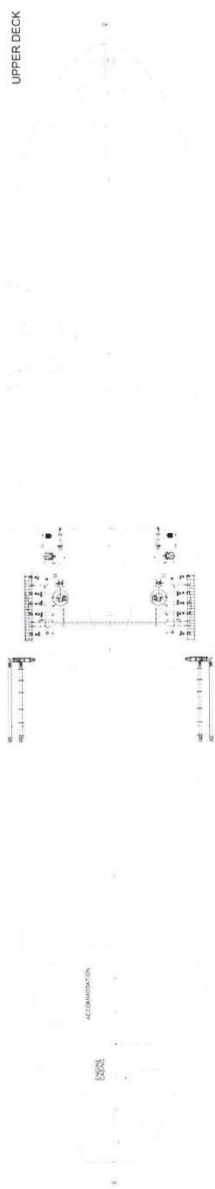
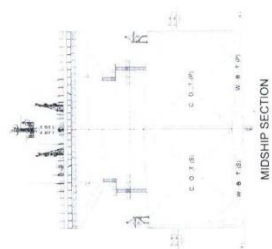
The cargo pumping system allows a maximum unloading rate of cargo oil 12,000m³/h with three cargo oil pumps. The maximum cargo loading rate is 17,000m³/h through the midship cargo manifold or 9,000m³/h through the bow loading station, based on a flow velocity of about 6m/s.

TECHNICAL PARTICULARS

Length oa: abt. 278.5m
 Length bp: 264.0m
 Breadth moulded: 48.0m
 Depth moulded
 To main deck: 23.1m
 Width of double skin
 Side: 2.5m
 Bottom: 2.8m
 Draught
 Scantling: 17.15m
 Design: 16.0m
 Gross: 83,143gt
 Deadweight
 Design: 142,900t
 Scantling: 156,500t
 Speed, service (90 % MCR output): ...14.7knots
 Cargo capacity (m³)
 Liquid volume: 167,900
 Bunkers (m³)
 Heavy oil: 3,500
 Diesel oil: 500
 Water ballast (m³): 54,000
 Daily fuel consumption (tonnes/day)
 Main engine only: 53.4 t/d
 Classification society and notations:..... DNV GL +1A1, Tanker for oil, ESP, CSR, E0, DYNPOS-AUTR, OPP-F, BOW LOADING, TMON, NATU-OC, BIS, BWM-T, BWM-E(S), SPM, VCS-2, COAT-PSPC(B), CLEAN
 Main engine
 Design: MAN B&W
 Model: 6S70ME-C.85
 Manufacturer: HHI
 Number: 1
 Type of fuel: HFO, MDO, MGO
 Output of each engine: .. 15,200kW x 82rpm
 Propeller
 Material: Ni-Al-Bronze
 Designer/Manufacturer: Caterpillar Propulsion
 Number: 1
 Fixed/Controllable pitch: Controllable
 Diameter: 8.3m
 Speed: 81.9rpm
 Diesel-driven alternators
 Number: 4
 Engine make/type: Hyundai Heavy Industries Co., Ltd / 7H32/40, 9H32/40
 Type of fuel: MDO
 Output/speed of each set: 3,500kW x 720rpm, 4,500kW x 720rpm
 Alternator make/type: ... HSJ7 805-10P, HSJ7 913-10P

Output/speed of each set:3,300kW x 720rpm, 4,300kW x 720rpm
 Boilers
 Number: 2
 Type: OL / XW
 Make: Alfa Laval
 Output, each: 27,000kg/h / 1,400kg/h
 Cargo cranes/cargo gear
 Number: 2
 Make: Oriental
 Type: electro-hydraulic
 Performance: 15t SWL
 Other cranes
 Number: 1 + 2
 Make: Oriental
 Type: NHD / electro-hydraulic
 Tasks: E/R / Engine part & Provision handling
 Performance: ... 6.3t x 7.4m / 6.3t SWL (port), 2t SWL (stb'd)
 Mooring equipment
 Number: ... 8 (2 windlass + 6 mooring winch)
 Make: Macgregor Pusnes
 Type: Electro-hydraulic (high-pressure)
 Special lifesaving equipment
 Number of each and capacity: 2 x 40 pax
 Make: HLB
 Type: Totally enclosed type
 Cargo tanks
 Number: 12 cargo + 2 slop
 Grades of cargo carried: .. Crude oil having a flash point below 60°C
 Product range: Crude oil
 Coated tanks:..... Epoxy
 Cargo pumps
 Number: 3
 Type: Centrifugal, vertical, single-stage steam turbine (2), two pole-type electric motor (1)
 Make: Shinko
 Capacity (each): 4,000 m³/h
 Cargo control system
 Make: Kongsberg
 Type: VDU monitor with keyboard
 Ballast control system
 Make: Kongsberg
 Type: VDU monitor with keyboard
 Complement
 Officers: 20
 Crew: 11
 Suez/Repair Crew: 6
 Bow thrusters
 Make: Brunvoll
 Number: 3 (1 azimuth, 2 tunnel)
 Output (each): Azimuth 2,500kW, tunnel 2200kW
 Stern thrusters
 Make: Brunvoll
 Number: 2, tunnel type
 Output (each): 2200kW
 Bridge control system
 Make: HHI
 Type: Piano
 Is bridge fitted for one-man operation? ...Yes
 Fire detection system
 Make: Autronica
 Type: Address
 Radars
 Number: 2 S-band, 1 X-Band
 Make: Kongsberg
 Models: ... S-band: 703041, X-band: 703038
 Integrated bridge system:Yes
 Make: Kongsberg
 Model: K-Bridge
 Waste disposal plant
 Incinerator
 Make: HMMC
 Model: MAXI NG150SL WS
 Waste compactor
 Make: Samjoo
 Model: TT160
 Waste shredder/crusher
 Make: Samjoo
 Model: BS515
 Sewage plant
 Make: Jonghaph
 Model: JMC-BIO AEROB-18N
 Contract date: November 2014
 Launch/float-out date: November 2016
 Delivery date: March 2017

Cuaderno 1: Dimensionamiento. Elección de la cifra de mérito, definición de alternativas y selección de la más favorable.
Julián Rodríguez Cortegoso



• OTTOMAN COURTESY



OTTOMAN COURTESY: Crude oil tanker

Shipbuilder: **Hyundai Heavy Industries**
 Vessel's name: **Ottoman Courtesy**
 Hull No: **2886**
 Owner/Operator: **Gungen**
 Country: **Turkey**
 Designer: **Hyundai Heavy Industries**
 Country: **Republic of Korea**
 Model test establishment used: **Hyundai Maritime Research Institute (HMRI)**
 Flag: **Turkey**
 IMO number: **9788710**
 Total number of sister ships already completed (excluding ship presented): **0**

OTTOMAN COURTESY is a 153,000 dwt crude oil carrier. Built by Hyundai Heavy Industries for Gungen, the vessel was delivered in August 2017.

The design is intended to reduce energy requirements and emissions, having been fitted with the latest in energy-saving features. For instance, the boiler's fuel consumption is minimised by applying Economiser Energy Control (EEC), which can increase steam production in with only small amounts of additional fuel.

The vessel has an overall length of 269m, a width of 46m and a depth 25.1m, with a design draft of 16.2m. It has six pairs of cargo oil tanks and one pair of slop tanks. To handle the cargo the vessel is fitted with three vertical, centrifugal, single stage-type HHI pumps of 4,000m³/h capacity each. There are six pairs of water ballast tanks with a double hull structure combined with a double bottom. The ballast water treatment system is of the electrolysis type and is supplied by Hyundai.

Ottoman Courtesy is propelled by one main engine with an MCR of 13,900kW, which enables it to sail at a service speed of 13.5kt at design draft. When running at normal continuous rating with a 15 percent sea margin, the vessel burns less fuel at around 34.7 ton per day.

The vessel has been built according to the latest SOLAS/MARPOL requirements, is EEDI Tier II compliant and CSR harmonised.

TECHNICAL PARTICULARS

Length oa: 269.08m
 Length bp: 258m
 Breadth moulded: 46m

Depth moulded
 To main deck: 25.1m

Draught
 Scantling: 17.8m
 Design: 16.2m

Gross: 83,537gt
 Deadweight
 Scantling: 149,999dwt

Speed, service: 13knots

Cargo capacity (m³)
 Liquid volume: ca. 178,500

Bunkers (m³)
 Heavy oil: ca. 3,250
 Diesel oil: ca. 600

Water ballast (m³): ca. 50,000

Classification society and notations: DNV GL +1A1, Tanker for Oil ESP, CSR, E0, SPM, VCS-2B, BIS, CCO, TMON, CLEAN, OPP-F, BWM-E(s,f), BWM-T, COAT-PPSPC(B,C), ECA(SOx-A), Recyclable

Main engine
 Design: Two-stroke marine diesel
 Model: 5G70ME-C9.5
 Manufacturer: Hyundai-MAN B&W
 Number: 1
 Type of fuel: HFO or MGO
 Output: 13,900kW (MCR)

Propeller
 Material: Ni-Al-Bronze
 Designer/Manufacturer: HHI
 Number: 1
 Fixed/Controllable pitch: Fixed
 Diameter: 8.6 m
 Speed: 75.3 rpm

Diesel-driven alternators
 Number: 3
 Engine make/type: Hyundai 7H21/32
 Type of fuel: HFO or MGO
 Output/speed of each set: 1,520kW x 90 rpm

Alternator make/type: Hyundai
 Output/speed of each set: 1,420kW x 900rpm

Boilers
 Number: 2
 Type: ...Automatic, forced draft, heavy fuel oil burning, marine
 Make: Alfa Laval
 Output, each: 35,000 kg/h

Cargo cranes/cargo gear: Hose handling crane
 Number: 2
 Make: Oriental Precision
 Type: Electro-hydraulic
 Performance: 20t SWL

Other cranes
 Number: 2
 Make: Oriental Precision
 Type: Electro-hydraulic
 Tasks: Provision crane
 Performance: 8t SWL (port) / 2t SWL (s'bd)

Mooring equipment
 Number: 2 windlass, 7 mooring winch
 Make: Rolls Royce Marine (Korea)
 Type: Electro-hydraulic

Special lifesaving equipment
 Number of each and capacity: 2 x 33 persons
 Make: Norsafe (China)
 Type: Conventional

Cargo pumps
 Number: 3
 Type: Vertical centrifugal, steam turbine-driven
 Make: Shinko
 Capacity (each): 4,000 m³/h x 135mTH

Cargo control system
 Make: Kongsberg
 Type: Computerised control and monitoring system

Ballast control system
 Make: Kongsberg
 Type: Computerised control and monitoring system

Water ballast treatment system
 Make: Hyundai HIBallast
 Capacity: 5,740 m³/h

Complement
 Officers: 13
 Crew: 20
 Suez/Repair Crew: 1 cabin for 6 Suez crew

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)

Fire extinguishing systems
 Cargo holds: Deck foam
 Make/Type: NK

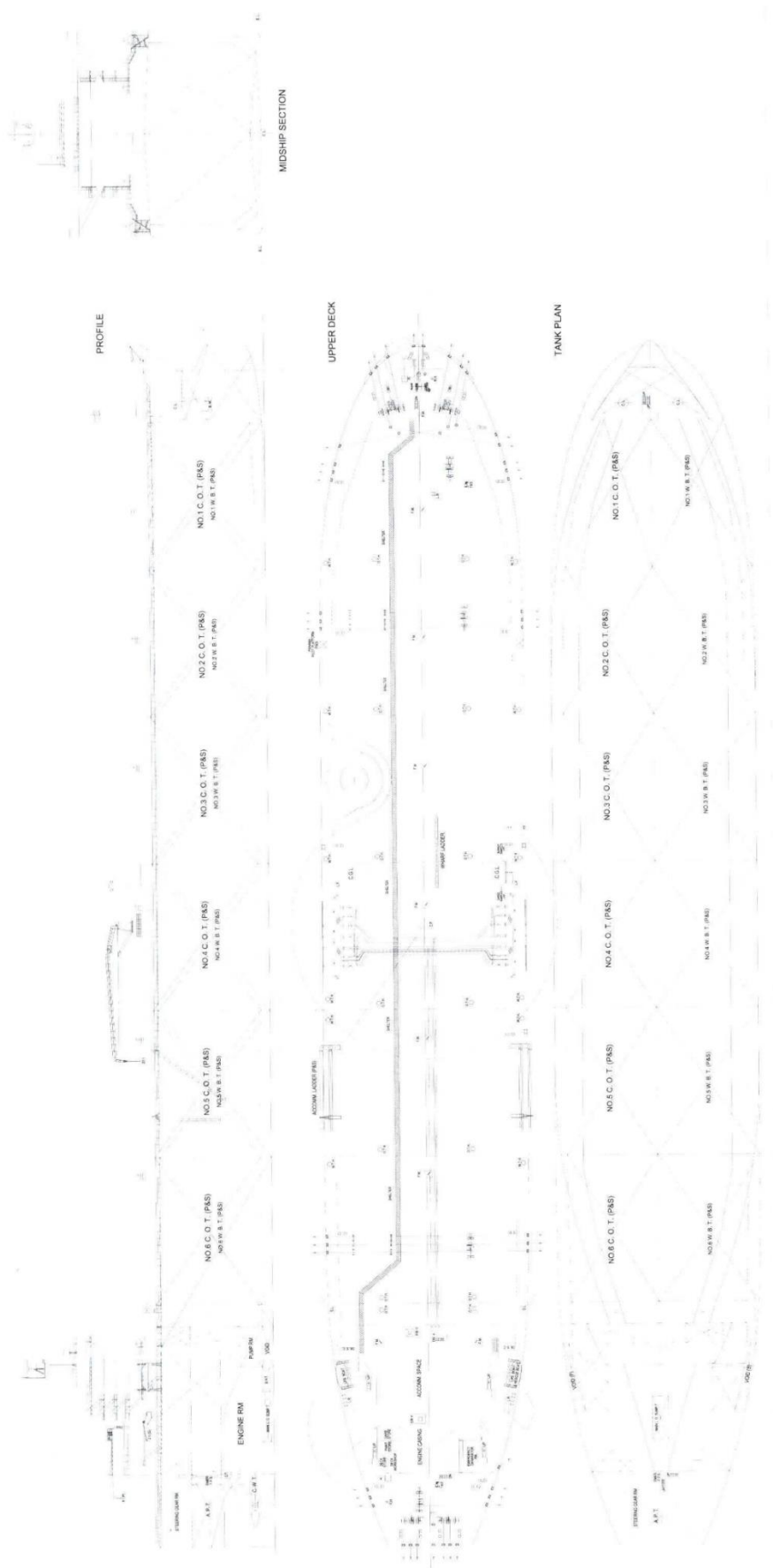
Engine room: High-pressure CO₂
 Make: NK

Radars
 Number: 2 (1 x S-band, 1 x X-band)
 Make: JRC
 Models: JMR-9282-S (S-band) / JMR-9225-6X (X-band)

Integrated bridge system: Yes
 Make: JRC
 Model: JAN-9201

Contract date: September 2015
 Delivery date: 16 August 2017

Cuaderno 1: Dimensionamiento. Elección de la cifra de mérito, definición de alternativas y selección de la más favorable.
Julián Rodríguez Cortegoso



• MORVIKEN



MORVIKEN: Crude oil tanker

Shipbuilder: Samsung Heavy Industries Co., Ltd.
 Vessel's name: **Morviken**
 Hull No: SN2199
 Owner/Operator: Viken Crude AS
 Country: Norway
 Designer: Samsung Heavy Industries Co., Ltd.
 Country: Republic of Korea
 Model test establishment used: ... Samsung Ship Model Basin
 Flag: NIS
 IMO number: 9817494
 Total number of sister ships already completed (excluding ship presented): 1

For crude oil tanker operators, 2018 was not the best of years from a commercial standpoint with freight rates mostly depressed. However, owners and operators have to take a longer view and for Bergen-based Viken Crude there was an even more pressing need. The company was only founded in 2015 and is gradually building a fleet presence.

The first new ships ordered by the joint venture (established by Steckmest's Viken Shipping and Frederik Mohn's Perestroika) were the 157,610 dwt Suezmax crude carrier *Morviken* and its sister along with a pair of Aframax. The ships were ordered in 2016 with the contract bringing some relief to the then hard-pressed builder Samsung Heavy Industries. All four of Viken's newbuildings were fixed on long-term time charters to French oil major Total at the time of ordering in 2016.

There is a typical Suezmax tank layout comprising six pairs of port and starboard tanks along with a pair of slop tanks. The three cargo pumps are centrifugal steam turbine driven types, each able to pump at the rate of 3,800m³/h.

Morviken is 275m long making it at the very limit of the type's permitted dimensions but the beam of 49m is well inside the maximum allowing the ship to have a draught of 17.22m. The optimised hull form has been enhanced with Samsung's own in-house developed energy saving devices including the SAVER fin on the hull, a SAVER Stator to better direct the water flow to the propeller and STAR (Samsung Tip Advanced Rake) propeller and SARB (Samsung Asymmetric Rudder Bulb). The combination is expected to give the vessel a fuel efficiency saving of around 6%.

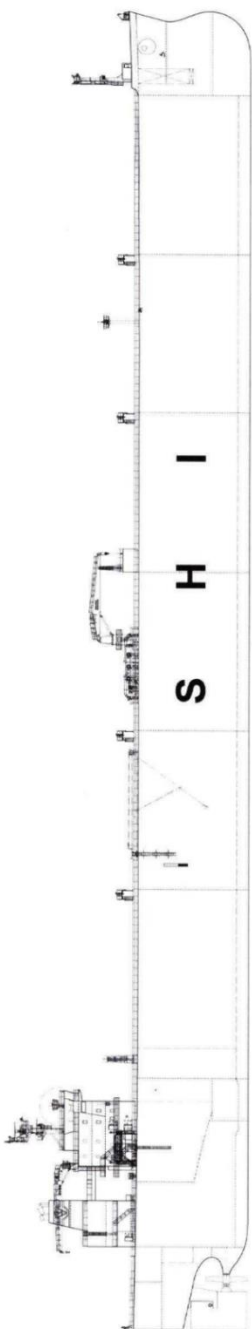
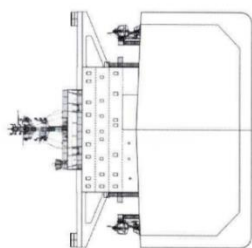
The new vessel is fitted with an electronically controlled MAN B&W 6G70ME-C two-stroke engine built by Hyundai Heavy Industries. Its power

output is 16,400kW at 77rpm. The service speed is 15knots on a fuel consumption of around 60tonnes per day.

TECHNICAL PARTICULARS

Length oa: 274.3m
 Length bp: 267.0m
 Breadth moulded: 49m
 Depth moulded
 To upper deck: 23.3m
 Draught
 Scantling: 17.2m
 Gross: 81,000gt
 Deadweight
 Scantling: 157,610dwt
 Speed, service: 14.5knots
 Cargo capacity
 Liquid volume: 170,000m³
 Bunkers
 Heavy oil: 3,000m³
 Diesel oil: 300m³
 Water ballast: 49,000m³
 Tankers - percentage segregated ballast: 100%
 Classification society and notations: Bureau Veritas
 I Hull Mach Oil tanker CSR CPS(WBT) ESP CPS(COT), VeriSTAR-HULL CM, AUT-UMS (SS), AUT-PORT (SS), SYS-NEQ-1 (SS), MON-SHAFT, GREEN PASSPORT, BWT, CLEANSHIP, ERS-S, SEEMP, INWATERSURVEY, SPM, VCS, CARGO-CONTROL, MANOVR, LI-HG-S3 Unrestricted navigation
 Main engines
 Model: MAN 6G70ME-C9.5
 Manufacturer: MAN Energy Solutions
 Number: 1
 Type of fuel: HFO or MDO
 Propellers
 Material: Ni-Al-Bronze
 Number: 1
 Fixed/controllable pitch: Fixed
 Diesel-driven alternators
 Number: 3
 Type of fuel: HFO or MDO
 Boilers
 Number: 2

Type: Oil fired
 Cargo cranes/cargo gear
 Number: 2
 Type: Electro-hydraulic single jib
 Other cranes
 Number: 2
 Type: Electro-hydraulic single jib
 Tasks: Provision and equipment handling crane
 Mooring equipment
 Number: 9
 Type: electro-hydraulic type (High pressure)
 Special lifesaving equipment
 Number of each and capacity: 2
 Type: Totally enclosed, gravity type lifeboat
 Cargo tanks
 Number: 12
 Grades of cargo carried: Crude oil
 Cargo pumps
 Number: 3
 Type: Centrifugal, steam turbine driven
 Water Ballast Treatment System: Applied
 Complement
 Officers: 14
 Crew: 12
 Suez/Repair Crew: 6
 Bridge control system
 Type: Applied
 One-man operation: Yes
 Fire detection system
 Make: Consilium
 Type: Salwico Fire Alarm System CCP
 Fire extinguishing systems
 Engine room
 Type: High expansion form
 Cabins
 Type: Fire hydrants
 Public spaces
 Type: Fire hydrants
 Radars
 Number: 3
 Integrated bridge system: Yes
 Waste disposal plant
 Incinerator
 Model: Applied
 Sewage plant
 Type: Biological
 Contract date: October 2016
 Delivery date: April 2018



Cuaderno 1: Dimensionamiento. Elección de la cifra de mérito, definición de alternativas y selección de la más favorable.
 Julián Rodríguez Cortegoso

ANEXO II: RESISTENCIA

Resistance

21 oct 2019 03:01
 HydroComp NavCad 2018

Project ID Petrolero
 Description Suezmax
 File name untitled.hcnc

Analysis parameters

Vessel drag		ITTC-78 (C1)	Added drag	
Technique:	[Calc]	Prediction	Appendage:	[Calc] Percentage
Prediction:		Holtrop	Wind:	[Off]
Reference ship:			Seas:	[Off]
Model LWL:			Shallow/channel:	[Off]
Expansion:		Standard	Towed:	[Off]
Friction line:		ITTC-57	Margin:	[Off]
Hull form factor:	[On]	1,000	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	0,15	0,81	5,60	2,79	1,01
Range	0,06-0,27	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
11,50	0,115	0,251	1,34e9	0,001477	1,000	0,001336	0,000000	0,000292	0,003105
12,00	0,120	0,262	1,40e9	0,001469	1,000	0,001329	0,000000	0,000287	0,003085
12,50	0,125	0,273	1,45e9	0,001462	1,000	0,001325	0,000000	0,000281	0,003068
13,00	0,130	0,284	1,51e9	0,001455	1,000	0,001323	0,000000	0,000276	0,003054
13,50	0,135	0,295	1,57e9	0,001448	1,000	0,001324	0,000000	0,000271	0,003044
14,00	0,140	0,306	1,63e9	0,001442	1,000	0,001329	0,000000	0,000266	0,003037
14,50	0,145	0,317	1,69e9	0,001436	1,000	0,001338	0,000000	0,000261	0,003036
+ 15,00 +	0,150	0,328	1,74e9	0,001430	1,000	0,001352	0,000000	0,000257	0,003039
15,50	0,155	0,339	1,80e9	0,001425	1,000	0,001372	0,000000	0,000252	0,003049
16,00	0,160	0,350	1,86e9	0,001419	1,000	0,001399	0,000000	0,000248	0,003066

SPEED [kt]	RESISTANCE								
	RBARE [kN]	RAPP [kN]	RWIND [kN]	RSEAS [kN]	RCHAN [kN]	RTOWED [kN]	RMARGIN [kN]	RTOTAL [kN]	
11,50	1034,72	51,74	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1086,46	
12,00	1119,47	55,97	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1175,44	
12,50	1207,96	60,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1268,36	
13,00	1300,54	65,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1365,57	
13,50	1397,69	69,88	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1467,58	
14,00	1500,00	75,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1575,00	
14,50	1608,20	80,41	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1688,61	
+ 15,00 +	1723,17	86,16	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1809,32	
15,50	1845,94	92,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1938,23	
16,00	1977,71	98,89	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2076,59	

SPEED [kt]	EFFECTIVE POWER		OTHER		
	PEBARE [kW]	PETOTAL [kW]	CTLR	CTLT	RBARE/W
11,50	6121,5	6427,6	0,01849	0,04298	0,00057
12,00	6910,9	7256,4	0,01840	0,04270	0,00062
12,50	7767,8	8156,2	0,01834	0,04247	0,00067
13,00	8697,7	9132,6	0,01831	0,04227	0,00072
13,50	9707,0	10192,3	0,01833	0,04213	0,00077
14,00	10803,3	11343,5	0,01839	0,04204	0,00083
14,50	11996,3	12596,1	0,01852	0,04202	0,00089
+ 15,00 +	13297,1	13962,0	0,01872	0,04207	0,00095
15,50	14719,3	15455,3	0,01900	0,04221	0,00102
16,00	16278,7	17092,7	0,01936	0,04244	0,00109

ANEXO III: PROPULSIÓN

Propulsion

21 oct 2019 03:10

HydroComp NavCad 2018

Project ID Petrolero
Description Suezmax
File name untitled.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:	8200,0 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 stem corr:	[Off]		

Prediction method check [Holtrop]

Parameters	FN [design]	CP	LWL/BWL	BWL/T
Value	0,15	0,81	5,60	2,79
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]
11,50	6427,6	0,5810	0,2324	1,0181	70	9839,1	0,0	---	---
12,00	7256,4	0,5805	0,2324	1,0181	73	11084,1	0,0	---	---
12,50	8156,2	0,5800	0,2324	1,0181	76	12435,9	0,0	---	---
13,00	9132,6	0,5796	0,2324	1,0181	79	13904,2	0,0	---	---
13,50	10192,3	0,5791	0,2324	1,0181	82	15501,4	0,0	---	---
14,00	11343,5	0,5787	0,2324	1,0181	85	17242,8	0,0	---	---
14,50	12596,1	0,5783	0,2324	1,0181	88	19147,4	0,0	---	---
+ 15,00 +	13962,0	0,5779	0,2324	1,0181	91	21238,4	0,0	---	---
15,50	15455,3	0,5776	0,2324	1,0181	94	23543,8	0,0	---	---
16,00	17092,7	0,5772	0,2324	1,0181	97	26097,0	0,0	---	---

SPEED [kt]	EFFICIENCY			THRUST	
	EFFO	EFFOA	MERIT	THRPROP [kN]	DELTHR [kN]
11,50	0,3611	0,6533	0,74457	1415,45	1086,46
12,00	0,3623	0,6547	0,74377	1531,38	1175,44
12,50	0,3634	0,6559	0,74306	1652,43	1268,36
13,00	0,3643	0,6568	0,74245	1779,08	1365,57
13,50	0,3651	0,6575	0,74194	1911,97	1467,58
14,00	0,3656	0,6579	0,74157	2051,93	1575,00
14,50	0,3660	0,6578	0,74135	2199,94	1688,61
+ 15,00 +	0,3660	0,6574	0,7413	2357,21	1809,32
15,50	0,3658	0,6564	0,74144	2525,15	1938,23
16,00	0,3653	0,6550	0,74178	2705,41	2076,59

SPEED [kt]	POWER DELIVERY							
	RPMPROP [RPM]	QPROP [kN-m]	QENG [kN-m]	PDPROP [kW]	PSPROP [kW]	PSTOTAL [kW]	PBTOTAL [kW]	TRANSP
11,50	70	1319,87	1319,87	9543,9	9839,1	9839,1	9839,1	---
12,00	73	1428,43	1428,43	10751,6	11084,1	11084,1	11084,1	---
12,50	76	1541,78	1541,78	12062,8	12435,9	12435,9	12435,9	937,6
13,00	79	1660,35	1660,35	13487,1	13904,2	13904,2	13904,2	872,1
13,50	82	1784,74	1784,74	15036,3	15501,4	15501,4	15501,4	812,4
14,00	85	1915,66	1915,66	16725,5	17242,8	17242,8	17242,8	757,4
14,50	88	2054,03	2054,03	18573,0	19147,4	19147,4	19147,4	706,4
+ 15,00 +	91	2200,91	2200,91	20601,3	21238,4	21238,4	21238,4	658,8
15,50	94	2357,59	2357,59	22837,5	23543,8	23543,8	23543,8	614,1
16,00	97	2525,53	2525,53	25314,1	26097,0	26097,0	26097,0	571,9