

DISEÑO DE UNA EMBARCACIÓN TIPO SUPPLY CON PROPULSIÓN ELÉCTRICA PARA TAREAS DE APOYO AL PARQUE EÓLICO TRAMUNTANA

TRABAJO DE FINAL DE MÁSTER



Facultat de Nàutica de Barcelona
Universitat Politècnica de Catalunya

Trabajo realizado por:

MARC RAMÍREZ NADAL

Dirigido por:

JULIÁN SÁNCHEZ SÁNCHEZ

MÁSTER EN INGENIERÍA NAVAL Y OCEÁNICA

Barcelona 5 de Octubre de 2022



CUADERNILLO 0. MEMORIA EXPLICATIVA / DEFINICIÓN DEL PROYECTO

CUADERNILLO 1. DIMENSIONAMIENTO

CUADERNILLO 2. FORMAS

CUADERNILLO 3. DISPOSICIÓN GENERAL

CUADERNILLO 4. ARQUITECTURA NAVAL

CUADERNILLO 5. PREDICCIÓN DE POTENCIA Y PROPULSORES

CUADERNILLO 6. PLANTA PROPULSORA Y CÁMARA DE MÁQUINAS

CUADERNILLO 7. EQUIPOS Y SERVICIOS

CUADERNILLO 8. PLANTA ELÉCTRICA

CUADERNILLO 9. RESISTENCIA ESTRUCTURAL

CUADERNILLO 10. PESOS Y CENTRO DE GRAVEDAD

CUADERNILLO 11. SITUACIONES DE CARGA Y RESISTENCIA LONGITUDINAL

CUADERNILLO 12. PRESUPUESTO

BIBLIOGRAFIA



CUADERNILLO 0: MEMORIA EXPLICATIVA / DEFINICIÓN DEL PROYECTO

CONTENIDO:

- 0.1 INTRODUCCIÓN
- 0.2 PARQUE EÓLICO MARINO TRAMUNTANA
- 0.3 CARACTERÍSTICAS DE EMBARCACIONES SIMILARES
- 0.4 PROPULSIÓN CERO EMISIONES

LISTA DE FIGURAS:

Figura F0.1: Espiral de diseño del buque utilizada.

Figura F0.2: Emplazamiento aproximado del proyecto de parque eólico marino.

Figura F0.3: Refuerzos verticales torre offshore y escalera de acceso.

Figura F0.4: Defensa de proa de un catamarán de apoyo a aerogeneradores representando en rojo la ubicación de contacto con los refuerzos verticales de la torre offshore.

Figura F0.4: Catamarán de apoyo a aerogeneradores en contacto con torre offshore.

Figura F0.5: Precio específico en €/kW de una pila de combustible en función de la cantidad de unidades a producir y en comparación con un sistema de baterías.

0.1 INTRODUCCIÓN:

El presente Trabajo de Final de Máster de Ingeniería Naval y Oceánica está enfocado al diseño de una embarcación de soporte al parque eólico marino “Tramuntana” proyectado para la zona del golfo de rosas.

Con este trabajo académico se propone una embarcación sin emisiones directas a la atmósfera de gases de efecto invernadero durante su explotación que disponga de capacidades similares a las embarcaciones usadas en otros parques eólicos marinos y, que a su vez, se adapte a las necesidades particulares del proyecto de parque eólico objetivo.

Se pretende desarrollar el proyecto con cuadernillos siguiendo la siguiente espiral de diseño de un buque, realizando un cuadernillo para cada etapa.

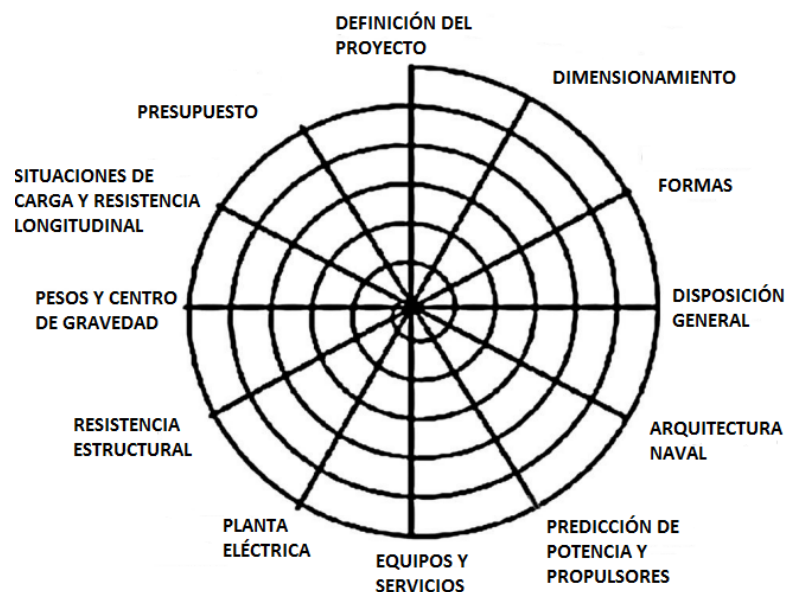


Figura F0.1: Espiral de diseño del buque utilizada. Elaboración propia.

0.2 PARQUE EÓLICO MARINO TRAMUNTANA:

De acuerdo al documento de memoria inicial del proyecto:

“PARQUE EÓLICO MARINO FLOTANTE TRAMUNTANA, CATALUÑA” rev.03 de 12/02/21 disponible en el siguiente enlace:
<https://parctramuntana.com/wp-content/uploads/2021/04/MenoriaPEM-Tramuntana.pdf>,

Propone el parque eólico un parque de una capacidad máxima de 975 GW, compuestos por 65 turbinas de 15 MW dispuestos en circuitos de 5 turbinas cada uno.

Inicialmente, el desarrollo del proyecto se plantea a través de dos fases consecutivas:

- Una primera fase comercial, con una capacidad instalada de 450MW, que contempla la instalación de 30 aerogeneradores de 15 MW con una producción anual estimada de aproximadamente 1.700 GWh.
- Una segunda fase comercial mediante el incremento de capacidad en 525 MW adicionales (hasta un total de aproximadamente 975 MW), mediante 35 turbinas adicionales.

El área de ocupación total del parque eólico sería de aproximadamente 166 km².

El emplazamiento propuesto del parque se encuentra dentro del área del golfo de rosas en la costa norte de Gerona.

QUIN PARC ES POT PROPOSAR?



Figura F0.2: Emplazamiento aproximado del proyecto de parque eólico marino. Fuente: Parc Tramuntana.

0.3 CARACTERÍSTICAS DE EMBARCACIONES SIMILARES DE APOYO A PARQUES EÓLICOS MARINOS:

Todos los parques eólicos offshore tienen necesidades de mantenimiento y logísticas que deben atender utilizando una pequeña flota de embarcaciones con capacidades para transportar personal técnico y equipos a los aerogeneradores y/o bases flotantes.

Dichas embarcaciones tienen que poder asistir al parque con condiciones meteorológicas adversas, pudiendo aproximarse las bases de los aerogeneradores, empujando las mismas con la proa a fin de mantener un posicionamiento relativo a la turbina lo más estático posible. Para ello, la mayoría de estructuras base de los aerogeneradores disponen de dos refuerzos cilíndricos verticales con una escalera en medio. Estos refuerzos, juntamente con la defensa de proa de las embarcaciones, sirven para ayudar a mantener la posición de la embarcación.



Figura F0.3: Refuerzos verticales torre offshore y escalera de acceso. Fuente: enviortecmegazine.com



Figura F0.4: Defensa de proa de un catamarán de apoyo a aerogeneradores representando en rojo la ubicación de contacto con los refuerzos verticales de la torre offshore.. Fuente: Elaboración propia sobre foto de Ocean3.



Figura F0.4: Catamarán de apoyo a aerogeneradores en contacto con torre offshore. Fuente: marinelink.com

Las embarcaciones de apoyo disponen de capacidad para transportar carga en la zona de proa donde habitualmente disponen también de una pequeña grúa para manipular la carga en cubierta y al mismo tiempo ser autónomas para poder cargar y descargar los bultos directamente a tierra. Las plataformas por su parte suelen disponer medios para descargar pequeños repuestos, equipos y herramientas.

En general las plataformas offshore se encuentran relativamente alejadas de la costa por lo que suele ser necesario que las embarcaciones dispongan de una velocidad operativa elevada (alrededor de los 24 nudos).

Las embarcaciones deben poder transportar de forma segura y confortable a su propia tripulación y al personal técnico del parque eólico (pasajeros).

0.4 PROPULSIÓN CERO EMISIONES:

En el caso concreto del proyecto de parque eólico “Tramuntana”, este se encuentra cerca de su puerto base (Puerto de Rosas), lo que permite plantear en el presente trabajo académico la posibilidad de reducir la velocidad operativa con el objetivo de hacer más viable el diseño de una embarcación de apoyo con propulsión eléctrica con baterías convencionales. De forma que, las embarcaciones se podrían considerar más coherentes con el concepto de proyecto de parque eólico para generar electricidad sin emisiones directas y de la forma más respetuosa posible con el medio ambiente.

El trabajo se ha enfocado con el objetivo de explorar una solución que debe ser tecnológicamente viable actualmente, que pueda ser económicamente valorable y que al mismo tiempo no requiere infraestructuras adicionales de gran porte no existentes en la actualidad, motivo por el cual de momento se ha decidido enfocar el proyecto al trabajo con baterías.

Se considera la posibilidad de la propulsión con hidrógeno verde, sin embargo, el coste sondeado para el desarrollo de un sistema con la potencia necesaria y el coste de la infraestructura necesaria

para la producción del combustible hace que por el momento se haya descartado en este trabajo académico aún siendo posible su viabilidad en el futuro.

Price Development Fuel Cell System

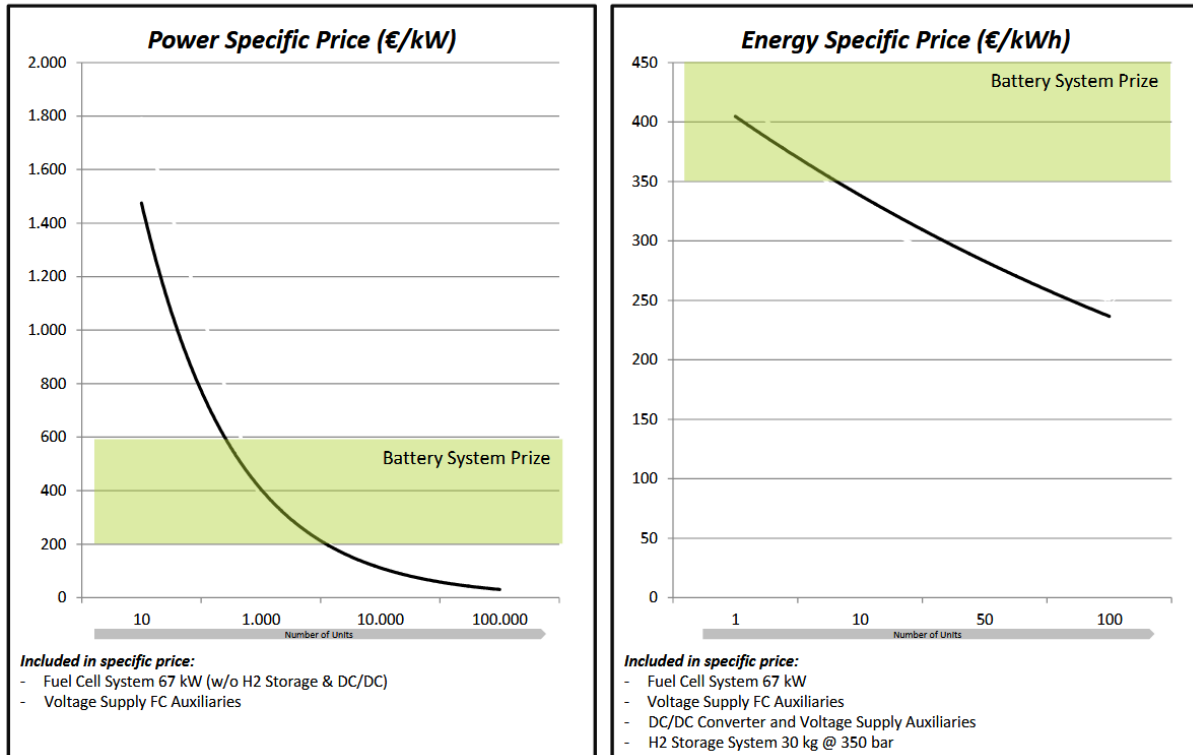


Figura F0.5: Precio específico en €/kW de una pila de combustible en función de la cantidad de unidades a producir y en comparación con un sistema de baterías. Fuente: Proton Motor Fuel Cell GmbH.



CUADERNILLO 1: DIMENSIONAMIENTO



CONTENIDO:

- 1.1 INTRODUCCIÓN
- 1.2 BASE DE DATOS
- 1.3 ESLORA DE FLOTACIÓN (Ratio L_{OA} / L_{WL})
- 1.4 MANGA (Ratio L_{OA} / B_L)
- 1.5 CALADO - (Ratio L_{OA} / T)
- 1.6 PESO EN ROSCA - (Ratio L_{OA} / Δ)
- 1.7 PESO MUERTO - (Ratio L_{OA} / D_{WT})
- 1.8 CAPACIDAD DE CARGA
- 1.9 CAPACIDAD DE PASAJEROS
- 1.10 TRIPULACIÓN
- 1.11 POTENCIA INSTALADA - (Ratio L_{OA} / POT)
- 1.12 VELOCIDAD
- 1.13 PARÁMETROS BÁSICOS DE LA EMBARCACIÓN
- 1.14 ESTIMACIÓN DE VELOCIDAD EN FUNCIÓN DE LA POTENCIA
- 1.15 ESTIMACIÓN DEL PERFIL OPERATIVO PRELIMINAR
- 1.16 ESTIMACIÓN LA CAPACIDAD DE BATERÍAS PRELIMINAR
- 1.17 CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LA EMBARCACIÓN A PROYECTAR

LISTA DE FIGURAS:

- Figura F1.1: Gráfico evolución ratio L_{OA} / L_{WL} en función de L_{OA} .*
- Figura F1.2: Gráfico evolución ratio L_{OA} / B en función de L_{OA} .*
- Figura F1.3: Gráfico evolución ratio L_{OA} / T en función de L_{OA} .*
- Figura F1.4: Gráfico evolución ratio L_{OA} / Δ en función de L_{OA} .*
- Figura F1.5: Gráfico evolución ratio L_{OA} / D_{WT} en función de L_{OA} .*
- Figura F1.6: Gráfico evolución de la capacidad de carga en función de L_{OA} .*
- Figura F1.7: Gráfico evolución de la capacidad de pasajeros en función de L_{OA} .*
- Figura F1.8: Gráfico evolución de la cantidad de tripulantes en función de L_{OA} .*
- Figura F1.9: Gráfico evolución de la potencia instalada en función de L_{OA} .*
- Figura F1.10: Gráfico evolución de la velocidad de servicio en función de L_{OA} .*
- Figura F1.11: Gráfico evolución de la velocidad de servicio en función del peso muerto.*
- Figura F1.12: Estimación preliminar de velocidad.*
- Figura F1.13: Ubicación prevista del parque eólico flotante (Febrero 2021).*
- Figura F1.14: Ubicación prevista elementos del parque eólico flotante (Febrero 2021).*
- Figura F1.15: Representación del tipo de aerogeneradores flotantes previstos.*
- Figura F1.15: Distancia medida con google Earth del puerto de rosas al parque eólico.*
- Figura F1.16: Distancia medida con google Earth del puerto de rosas al parque eólico.*
- Figura F1.17: Energía restante en baterías con perfil operativo estimado.*

LISTA DE TABLAS:

- Tabla T1.1: Base de datos.*
- Tabla T1.2: Base de datos.*
- Tabla T1.3: Parámetros estimación preliminar de velocidad.*
- Tabla T1.4: Resultados estimación preliminar de velocidad.*
- Tabla T1.5: Coordenadas UTM ubicación de aerogeneradores.*
- Tabla T1.6: Coordenadas UTM Ubicación principales elementos parque eólico flotante.*
- Tabla T1.7: Coordenadas UTM Ubicación líneas eléctricas parque eólico flotante.*
- Tabla T1.8: Datos de partida para definir perfil operativo.*
- Tabla T1.9: Estimación tiempos y consumo energía embarcación.*



Tabla T1.10: Estimación de consumo de energía con perfil operativo preliminar.

Tabla T1.11: Características principales de la embarcación a proyectar.

1.1 INTRODUCCIÓN:

Con el objetivo de definir los parámetros de partida de la embarcación a proyectar, se genera una base de datos de embarcaciones similares con las fuentes citadas en el anexo de bibliografía.

Para la base de datos, utiliza embarcaciones de apoyo a parques eólicos de tipo similar al proyectado considerando esloras entre 13 y 28m. Se elige este rango de esloras por ser el rango más habitual en este tipo de embarcaciones, con el objetivo de poder observar cómo evolucionan en las embarcaciones que actualmente operan en parques eólicos similares.

Los siguientes parámetros principales en función de la eslora total (L_{OA}), en todos los casos en metros:

- Eslora de flotación (L_{WL}), utilizando el ratio L_{OA}/L_{WL} , considerando la eslora de flotación en metros.
- Manga (B), utilizando el ratio L_{OA}/B , considerando la manga en metros.
- Calado (T), utilizando el ratio L_{OA}/T , considerando el calado en metros.
- Desplazamiento en rosca (Δ), utilizando el ratio L_{OA}/Δ , considerando el peso desplazamiento en toneladas métricas.
- Peso Muerto (D_{WT}), utilizando el ratio L_{OA}/D_{WT} , considerando el peso muerto en toneladas métricas.
- Capacidad de carga (C), considerando la capacidad de carga en toneladas métricas.
- Capacidad de pasajeros
- Tripulación
- Potencia instalada (POT) utilizando el ratio L_{OA}/POT , considerando la potencia propulsora total en kW.
- Velocidad de servicio (V), considerando la velocidad en nudos.



1.2 BASE DE DATOS:

Nombre buque	LOA (m)	LWL (m)	B (m)	D (m)	T (m)	Desplazamiento rosca (Tm)	Peso muerto (Tm)	Pasajeros	Tripulaci3n	Capacidad de carga (Tm)	Tipo de casco	Material	Sociedad de clasificaci3n	Cota de clase	Bandera	Tipo motores
Windea Four	27,5	24,3	8,9		1,5	30	24	4	20	Catamar3n	Aluminio	LR	LRS100A1, SSC, WORKBOAT, CATAMARAN, HSC, G3 MCH	BGV	Diesel	
Windea Six	27,5	24,3	8,9		1,5	30	24	4	20	Catamar3n	Aluminio	LR	LRS100A1, SSC, WORKBOAT, CATAMARAN, HSC, G3 MC	BGV HS-OSC	Diesel	
Red star	27,5	24,3	8,9		1,41	30	12			Catamar3n	Aluminio	NK	NS*(CS)(AL, HS, CAT) MNS* MPP, LSA, CAA, AFS	JAPAN	Diesel	
Largo	27,5	23,9	8		1,4	30	12	3	17,5	Catamar3n	Aluminio	BV	BV * Hull *Mach "Wind Farm Service Ship -S1" sea area 2	UK	Diesel	
Rix Leopard	27,5	23,9	8		1,3	30	24	3	18	Catamar3n	Aluminio	BV	BV * Hull *Mach "Wind Farm Service Ship -S1" sea area 2	UK	Diesel	
Ocean Wind 8 of Hartlepool	27,4	24	8		1,4	30	12	4	17	Catamar3n	Aluminio	BV	BV * Hull *Mach "Wind Farm Service Ship -S1" sea area 2	UK	Diesel	
Njord Zenith	26,9	24,2	9		1,3	45	24	3		Catamar3n	Aluminio	LR	LR 100A1,SSC, WORKBOAT, CATAMARAN, HSC, G3, MCH	JERSEY (HSC-OSC)	Diesel	
Njord Odin	26,3	24,3	8,9		1,4	30	12	4		Catamar3n	Aluminio	DNV	DNV 1A1 HSLC, R1 Windfarm Service 1	JERSEY (HSC-OSC)	Diesel	
OOC NERZ	26,2	24,3	8,9		1,5	30	24	3	15	Catamar3n	Aluminio	LR	LRS100A1, SSC, WORKBOAT, CATAMARAN, HSC, G3 MCH	BG VERKEHR	Diesel	
SURE DIAMONT	26,2	24,3	8,9		1,6	30	24	3	20	Catamar3n	Aluminio	LR	LRS100A1, SSC, WORKBOAT, CATAMARAN, HSC, G3	UK	Diesel	
CYMYTRAN BAY	25,3	23,9	8,5		1,8	22,3	12	3	10	Catamar3n	Aluminio	DNV	DNV 1A1 HSLC, R1 Windfarm Service 1	UK	Diesel	
MPI SNOWBALL	21,8	18,8	7		1,2	16,7	12	3	10	Catamar3n	Aluminio	BV	BV * Hull *Mach "Wind Farm Service Ship -S1" sea area 2	UK	Diesel	
TREADUR BAY	21,2	18,8	7		1,3	9,8	12	3	5,8	Catamar3n	Aluminio	DNV	DNV 1A1 HSLC, R1 Windfarm Service 1	UK	Diesel	
Njord Avocet	20,6	18,8	7		1,3	17,8	12	3	10	Catamar3n	Aluminio	DNV	DNV 1A1 HSLC, R1 Windfarm Service 1	JERSEY (HSC-OSC)	Diesel	
PORTH NEFYN	21,2	18,8	7,3		1,3	17,9	12	3	11	Catamar3n	Aluminio	BV	BV * Hull *Mach "Wind Farm Service Ship -S1" sea area 2	UK	Diesel	
WINDSERVE OODISSEY	19,8	19,4	7		1,4	15	20	4		Catamar3n	Aluminio	DNV		USCG	Diesel	
WHALE OF WAVES	19,4	18,8	7		1,1	17,9	12	3	8,9	Catamar3n	Aluminio	GL	GL +100 A5 II HSDE Work Boat / (+) MC	Dutch Flag	Diesel	
PORTH ELIAN	18,5	17	7,4		1,2	14	12	3	7	Catamar3n	Aluminio			UK	Diesel	
GINNY LOUISE	20,3		8		1,7	23,4	12	4		Catamar3n	PRFV			UK	Diesel	
EVA SOFIE	19,5		7,25		1,4	15,1	12	3		Catamar3n	Aluminio			UK	Diesel	
MARIANARAY	18,75		6,4	2,4	1,75	35	12	3	2,5	Catamar3n	Aluminio			UK	Diesel	
Spirit of sunthrop	16,95		6,7	2,4	1,75	35	12	3	5	Catamar3n	Aluminio			UK	Diesel	
Spirit of turmarr	13,5		5,5	1,75	0,9	20	12	2	1	Catamar3n	Aluminio			UK	Diesel	
Gardian 8	20,3		6,4	2,8	1,55	41	12	3	5	Catamar3n	Aluminio			UK	Diesel	
Spirit of turmarr	13,5		5,5	1,75	0,9	20	12	2	1	Catamar3n	Aluminio			UK	Diesel	
Solway challenger	21,3		7,66	2,34	1,1	41	12	3	7	Catamar3n	Aluminio			UK	Diesel	

Tabla T1.1: Base de datos. Elaboraci3n propia.



Propulsión	Fabricante motores	Cantidad motores	Potencia unitaria motores (kW)	Potencia total	Combustible (m3)	Agua Dulce (m3)	Aguas negras (m3)	Velocidad max (nudos)	Velocidad servicio (nudos)	Grúa	Capacidad grúa	Posición grúa	Año construcción	Astillero	Armador	Diseñador
Waterjets	Caterpillar	4		0	35	3	1,5	28	26	1		Proa	2016	Strategic Marine	Windea Offshore	BMT
Waterjets	Scania	4	662	2648	35	3	1,5	28	26	1		Proa	2018	Strategic Marine	Windea Offshore	BMT
Waterjets	Yanmar	4	610	2440	25	3	1,5	25		1		Proa	2021	Cheoy Lee Shipyard	Atika Offshore Wind Corporation	BMT
Waterjets	Man	2	1029	2058	20	1	1	27,5	25,5	0			2014	Piriou / SEAS	Opus	BMT
Waterjets	Man	2	1029	2058	20	1	1	27,5	25,5	1		Proa	2015	Piriou	Rix Sea Shuttle	BMT
Waterjets	Man	2	1029	2058	22	1	1	27,5		0			2015	Piriou / SEAS	Wind Crew Work Boats	BMT
IPS	Volvo	4	515	2060	52	3	1,5	27	25	1		Proa	2018	Cheoy Lee Shipyard	Njord	BMT
IPS	Volvo	4	515	2060	29	3,1	0,5	27	25	1		Proa	2014	Strategic Marine	Njord Offshore	BMT
IPS	Volvo	4	515	2060	35	3	0,5	27	25	0			2015	Strategic Marine	Opielok	BMT
CPP PROPELLERS	Man	2	1029	2058	29	3	0,5	27	25	1		Proa	2015	Strategic Marine	Surewind	BMT
Waterjets	MTU	2	1080	2160	8,4	0,6	0,6	27,5		1		Proa	2012	Sepers BV / Neptune	Turbine Transfers	BMT
Waterjets	Man	2	662	1324	10	0,5	0,5	25	23	0			2013	Piriou / SEAS	MPI Offshore	BMT
Voith Linear Jets	MTU	2	902	1804	5,2	0,5	0,5	28	25	1		Proa	2013	AMC	Turbine Transfers	BMT
FPP PROPELLERS	MTU	2	720	1440	15	1	0,5	28	25	1		Proa	2012	Strategic Marine	Njord Offshore	BMT
FPP PROPELLERS	Caterpillar	2	651	1302	4,8	0,5	0,5	28	25	1		Proa	2014	Mustang Marine	Turbine Transfers	BMT
Waterjets	Scania	4	662	2648	10	0,5	0,5	28	26	1		Proa	2020	US Workboats	Windserve Marine	BMT
Waterjets	MTU	2	720	1440	5	0,5	0,125	28	25	0			2012	Veka Shipyard BV	Royal Wagenborg	BMT
FPP PROPELLERS	Caterpillar	2	651	1302	5	0,5	0,5	28	24,5	0			2013	Buckie Shipyard	Turbine Transfers	BMT
FPP PROPELLERS	Man	2	882	1764	9	3		25	22	1		Proa	2012	Mercurio Plastics	Tidal Transit	
Waterjets	Man	2	882	1764	6	0,3		27	25	1		Proa	2012	SouthBoats IOW	Tidal Transit	
Waterjets	Man	2	882	1764	5	0,5	0,5	27,5	24	1		Popa		Alicat		
Waterjets	Man	2	882	1764	6	0,5	0,5	27	24	0			2013	Alicat	e-on	
Waterjets	FTP	2	410	820	2,4	0,5	0,5	27	24	0			2014	Alicat	e-on	
FPP PROPELLERS	Caterpillar	2	970	1940	8,5	1	0,5	28	26	0			2012	Alicat		
Waterjets	FTP	2	410	820	2,4	0,5	0,5	27	24	0			2014	Alicat	e-on	
Waterjets	Man	2	1029	2058	8,5	1	0,5	29	26	0			2013	Alicat		

Tabla T1.2: Base de datos. Elaboración propia.



Se observa que en todos los casos las embarcaciones son de tipo catamarán, con motores térmicos diesel y en la mayoría de los casos construidas con aluminio con velocidades de servicio alrededor de los 24 / 25 nudos. No se encuentran embarcaciones con propulsión eléctrica.

1.3 ESLORA DE FLOTACIÓN (Ratio L_{OA} / L_{WL}):

Se compara la evolución del Ratio L_{OA} / L_{WL} en función de la eslora total:

LOA / LWL en función de LOA

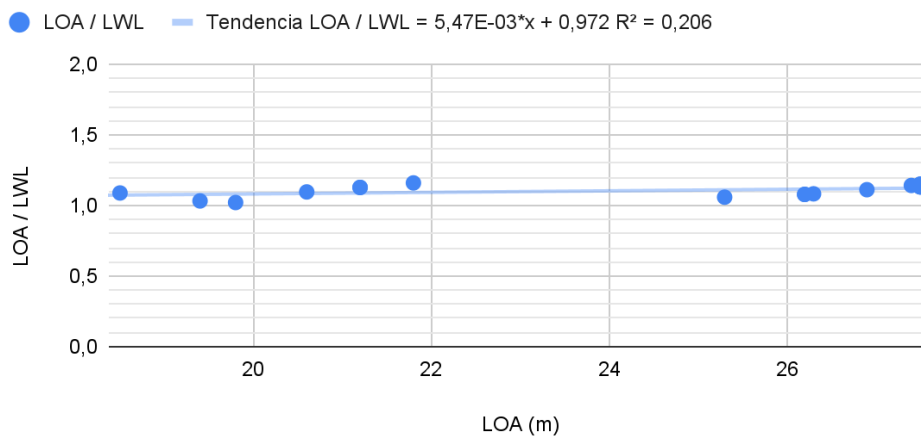


Figura F1.1: Gráfico evolución ratio L_{OA} / L_{WL} en función de L_{OA} . Elaboración propia.

Se observa que el ratio L_{OA} / L_{WL} es en la práctica plano con un valor medio:

$$\frac{LOA}{LWL} = 1,12$$

1.4 MANGA (Ratio L_{OA} / B_L):

Se compara la evolución de la manga en función de la eslora total a partir del Ratio L_{OA} / B_L :

LOA / B en función de LOA

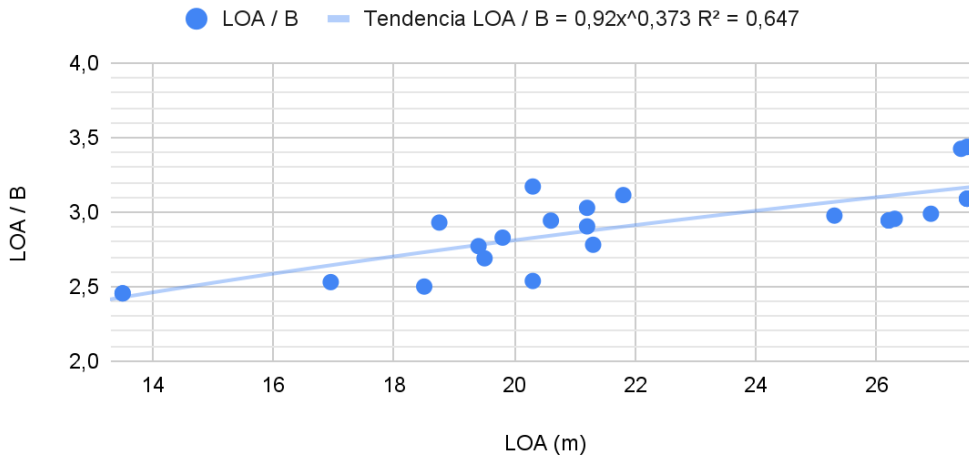


Figura F1.2: Gráfico evolución ratio L_{OA} / B en función de L_{OA} . Elaboración propia.

Se observa que el ratio L_{OA} / B responde a la siguiente tendencia aproximada:

$$\frac{LOA}{B} = 0,92 \cdot LOA^{0,373}$$

1.5 CALADO - (Ratio L_{OA} / T):

Se compara la evolución del calado en función de la eslora total a partir del Ratio L_{OA} / T .

LOA / T en función de LOA

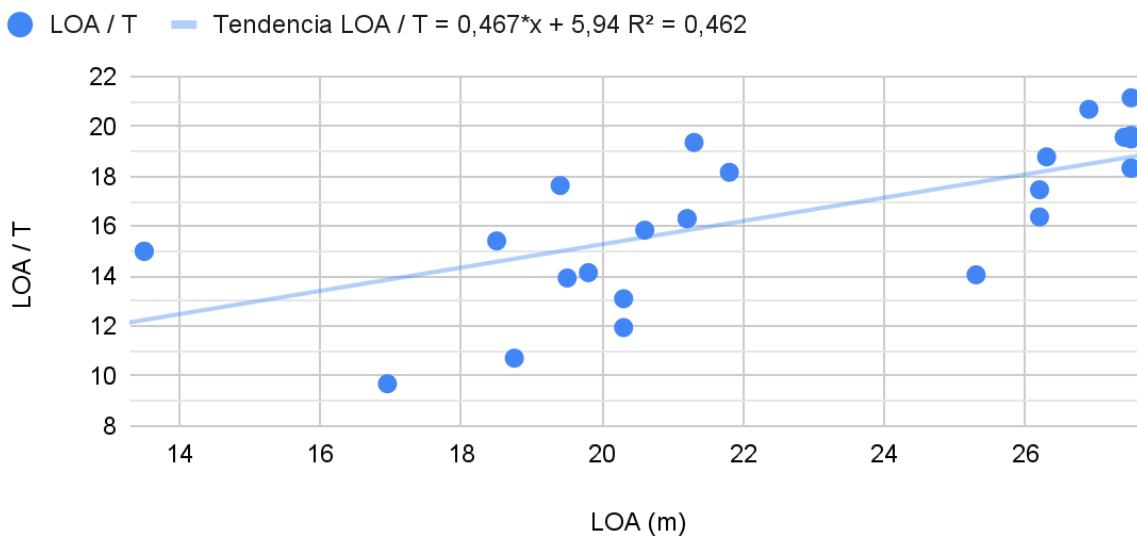


Figura F1.3: Gráfico evolución ratio L_{OA} / T en función de L_{OA} . Elaboración propia.

Se observa que la dispersión del ratio L_{OA} / T es elevada, a modo de referencia podemos estimar una tendencia aproximada de acuerdo a la siguiente expresión:

$$\frac{LOA}{T} = 0,467 \cdot LOA + 5,94$$

1.6 PESO EN ROSCA - (Ratio L_{OA} / Δ) :

Se compara la evolución del peso en rosca en función de la eslora total a partir del Ratio L_{OA} / Δ .

LOA / Δ en función de LOA

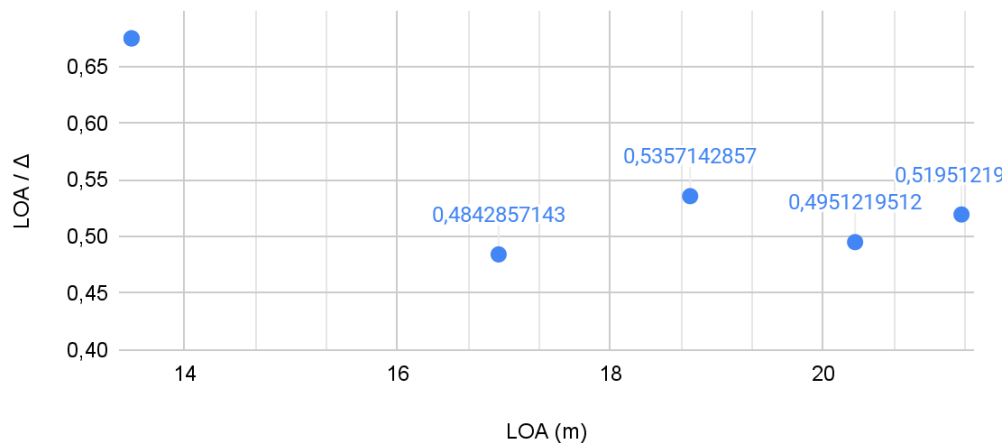


Figura F1.4: Gráfico evolución ratio L_{OA} / Δ en función de L_{OA} . Elaboración propia.

La información sobre el peso en rosca de las embarcaciones se obtiene en pocas muestras, probablemente debido a la importancia de dicho valor a nivel competitivo entre los diferentes fabricantes de este tipo de embarcaciones.

De las muestras observadas vemos que para embarcaciones con eslora total entre 20 y 24 m, las de mayor importancia para nuestro proyecto, el ratio L_{OA} / Δ se mantiene dentro del intervalo entre 0,50 y 0,52.

1.7 PESO MUERTO - (Ratio L_{OA} / D_{WT}):

Se compara la evolución del peso muerto en función de la eslora total a partir del Ratio L_{OA} / D_{WT} .

LOA / DWT en función de LOA

● LOA / DWT — Tendencia LOA / DWT = $-0,0547 \cdot x + 2,39$ $R^2 = 0,354$

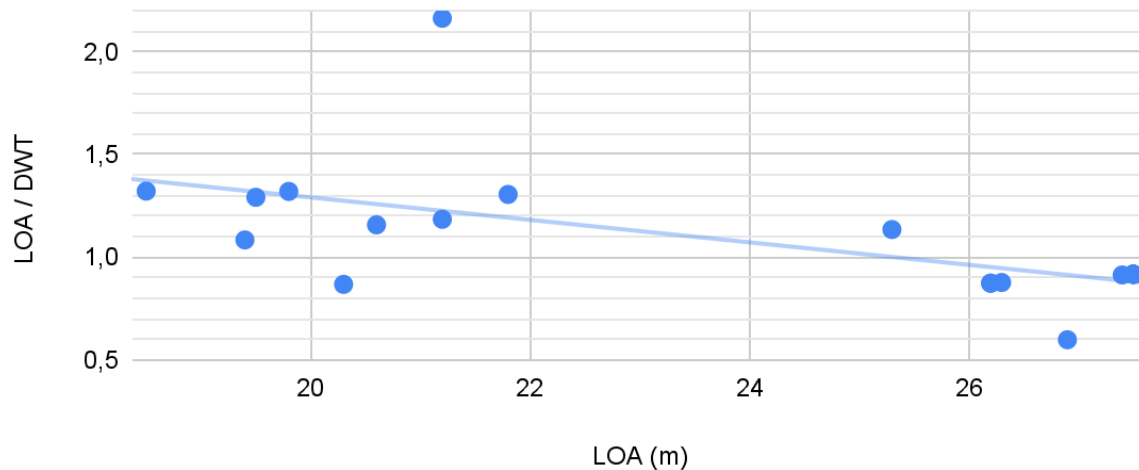


Figura F1.5: Gráfico evolución ratio L_{OA} / D_{WT} en función de L_{OA} . Elaboración propia.

Se considera el peso muerto como una de las principales características que definen la embarcación puesto que indica la capacidad de transporte de la misma, incluyendo la carga, los pasajeros y los tanques de combustible, agua dulce y agua salada de la propia embarcación. En el caso de nuestro proyecto al tratarse de una embarcación eléctrica este parámetro se verá previsiblemente alterado al no existir los tanques de combustible cuyo impacto en el peso muerto de las embarcaciones observadas es elevado.

Se observa que el ratio L_{OA} / D_{WT} responde a la siguiente tendencia aproximada:

$$\frac{LOA}{DWT} = -0,0547 \cdot LOA + 2,39$$

1.8 CAPACIDAD DE CARGA

Se compara la evolución de la capacidad de carga en función de la eslora total.

Carga (C) en función de LOA

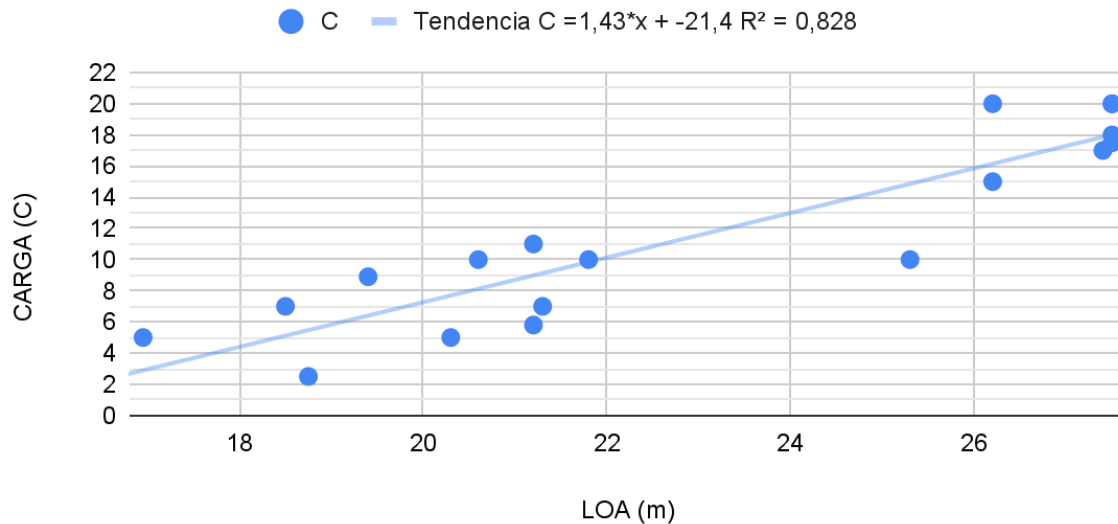


Figura F1.6: Gráfico evolución de la capacidad de carga en función de L_{OA} . Elaboración propia.

La capacidad de carga es uno de los principales parámetros en este tipo de embarcaciones, se observa que la capacidad carga responde a la siguiente tendencia aproximada:

$$C = 1,432 \cdot LOA - 21,4$$

1.9 CAPACIDAD DE PASAJEROS:

Se compara la evolución de la capacidad de pasajeros en función de la eslora total.

Capacidad pasajeros en función de LOA

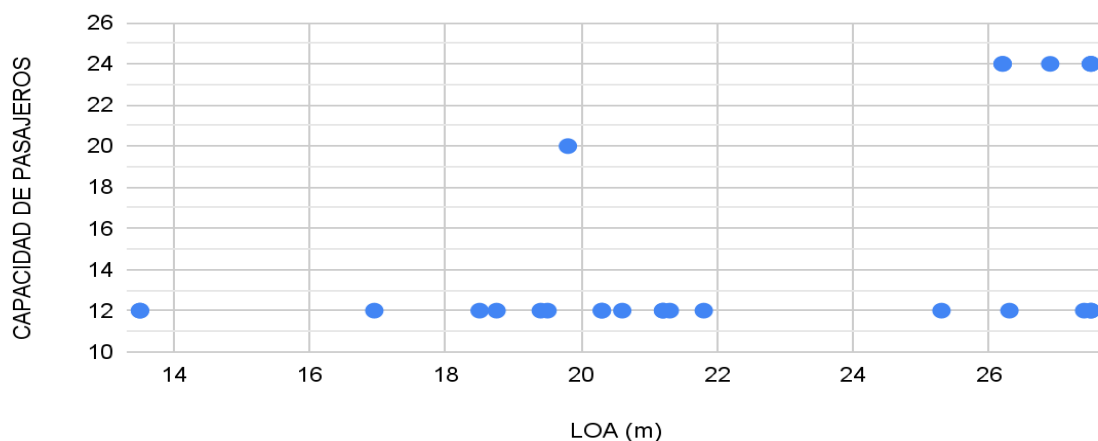


Figura F1.7: Gráfico evolución de la capacidad de pasajeros en función de L_{OA} . Elaboración propia.

La capacidad de pasajeros en la mayoría de los casos se mantiene en 12, probablemente para evitar que la embarcación sea considerada una embarcación de pasajeros en lugar de una embarcación de

apoyo, si bien en los casos concretos de embarcaciones de esloras superiores a 26 m hay embarcaciones que empiezan a disponer de capacidades de 24 pax. A excepción de una muestra concreta, se observa que la variable es de tipo discreto, o 12 pax o 24 pax, no es habitual usar valores intermedios, ni inferiores a 12 pax ni superiores a 24 pax.

1.10 TRIPULACIÓN - Tripulación función de la eslora total:

Se compara la evolución de la capacidad de pasajeros en función de la eslora total.

Tripulación en función de LOA

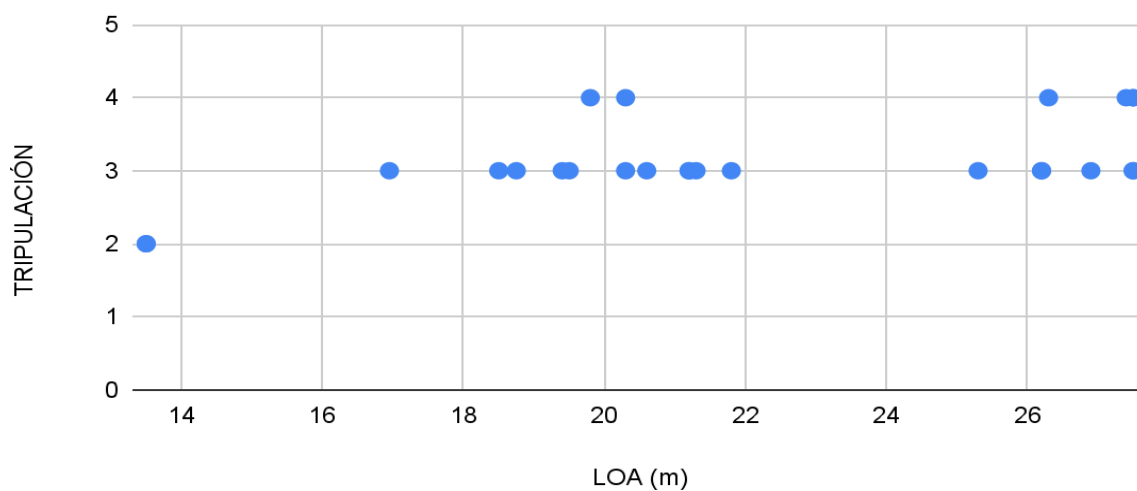


Figura F1.8: Gráfico evolución de la cantidad de tripulantes en función de L_{OA} . Elaboración propia.

En la mayoría de las muestras se observa que las embarcaciones oscilan entre tres y cuatro tripulantes, siendo mayoritarias las embarcaciones con tres tripulantes. Se observa que únicamente que la embarcación con una eslora total claramente inferior dispone de dos tripulantes.

1.11 POTENCIA INSTALADA - (Ratio L_{OA} /POT):

Se compara la evolución de la potencia propulsora instalada en función de la eslora total a partir del Ratio L_{OA} /POT.



LOA / POT en función de LOA

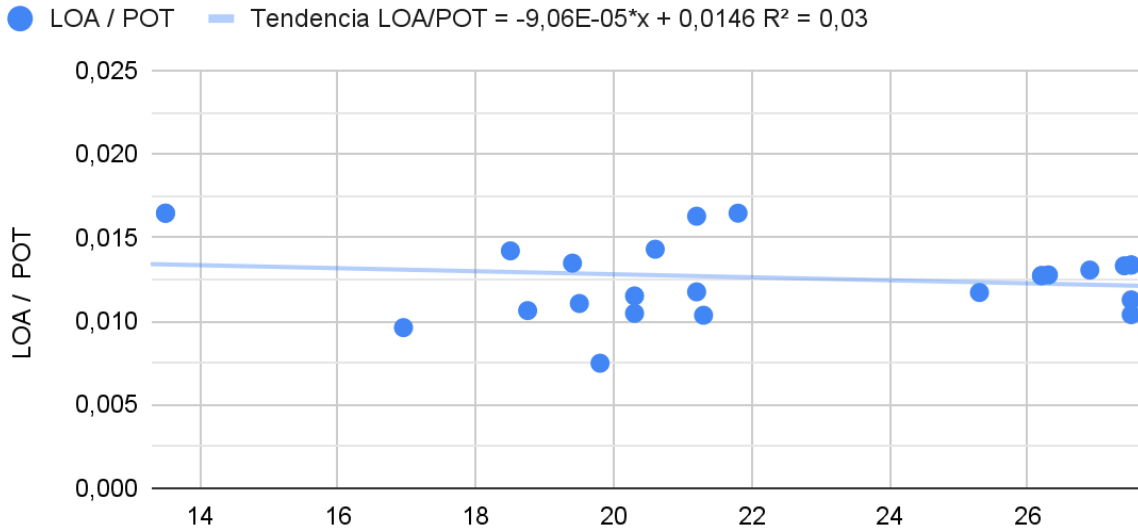


Figura F1.9: Gráfico evolución de la potencia instalada en función de L_{OA} . Elaboración propia.

Se considera la potencia instalada como uno de los factores determinantes para el dimensionado de la embarcación y su sistema de propulsión eléctrico. Se deberá revisar la potencia instalada en función de las posibilidades técnicas y económicas atendiendo al sistema de propulsión eléctrico y al perfil operativo de la embarcación. Como referencia a las embarcaciones analizadas, todas con propulsión térmica, cuentan con un ratio L_{OA} / Pot entre 0,007 y 0,016, con una tendencia aproximada que responde a la siguiente función:

$$\frac{LOA}{POT} = -9,06 \cdot 10^{-6} LOA + 0,0146$$

1.12 VELOCIDAD:

Se compara la evolución de la velocidad en función de la eslora total.

Velocidad de servicio en función de LOA

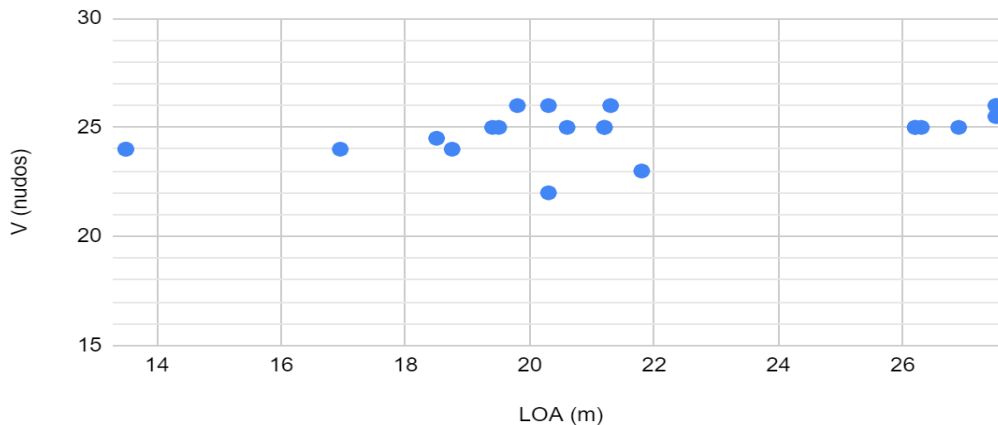


Figura F1.10: Gráfico evolución de la velocidad de servicio en función de L_{OA} . Elaboración propia.

Se observa que a excepción de dos muestras, todas las embarcaciones tienen una velocidad de servicio entre 24 y 26 nudos independientemente de su eslora total.

Teniendo en cuenta que la velocidad de servicio es muy similar en todas las muestras y uno de los principales factores a tener en cuenta en la estimación de la velocidad es el desplazamiento de la embarcación, sobre el que no se han obtenido datos de la mayoría de muestras, se considera interesante analizar el ratio Potencia - Peso muerto POT/D_{WT} para las embarcaciones que están dentro del rango de velocidades entre 24 y 26 m.

POT / DWT en función de DWT

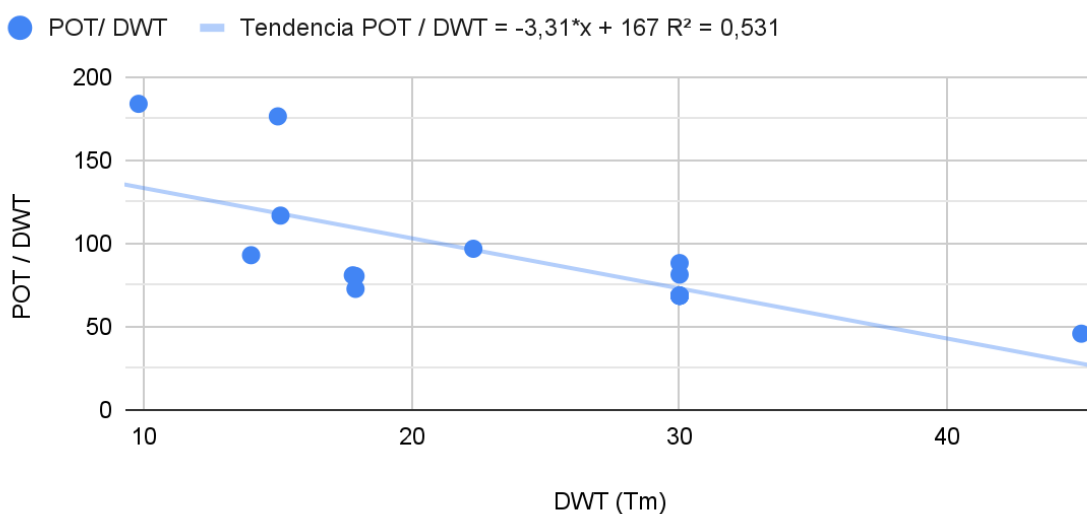


Figura F1.11: Gráfico evolución de la velocidad de servicio en función del peso muerto. Elaboración propia.

Se observa que la tendencia del ratio de potencia por unidad de peso muerto es decreciente a medida que aumenta el peso muerto y responde aproximadamente a la siguiente expresión:

$$\frac{POT}{DWT} = - 3,31 \cdot DWT + 167$$

1.13 PARÁMETROS BÁSICOS DE LA EMBARCACIÓN:

Considerando la proximidad del parque eólico con el puerto base se descarta que la embarcación disponga de habilitación (camarotes) para la tripulación.

Capacidad de pasajeros:

Se considera una embarcación con una capacidad de 12 pasajeros, capacidad idéntica a la mayoría de las embarcaciones analizadas en nuestra base de datos y que es la máxima para que la embarcación no se deba considerar cómo embarcación de pasajeros.



Tripulación:

La mayoría de embarcaciones analizadas con esloras superiores a los 16m disponen de entre 3 y 4 tripulantes, por lo que, con el objetivo de minimizar los costes operativos, la embarcación se proyectará para que pueda ser operada por 3 tripulantes.

Capacidad de carga:

En las embarcaciones analizadas se observan capacidades de carga de 1 a 20 tm, siendo las capacidades medias habituales en un rango de 7 a 15 tm y en un rango de 18 a 20 m. En todos los casos se trata de pequeñas cargas distribuidas habitualmente en palets, aunque las embarcaciones suelen disponer de capacidad para el transporte de uno o más contenedores marítimos, no es habitual que en dichas embarcaciones ni en los propios aerogeneradores se disponga de grúas de tamaño suficiente para manejar bultos unitarios de cargas superiores a las 2Tm.

Dada la cercanía del parque al puerto base y que el trabajo de dichas embarcaciones consiste en transportar personal y pequeñas cargas, se asume a efectos de diseño una capacidad de carga de 10 tm.

Eslora total:

Partiendo de las capacidades de pasajeros y carga definidas anteriormente, podemos estimar la eslora de la embarcación tomando cómo referencia las embarcaciones analizadas anteriormente. En el caso de la capacidad de pasajeros, siendo un parámetro casi idéntico para todas las embarcaciones analizadas, con esloras muy diferentes no nos permite acotar el rango de esloras, sin embargo usando la tendencia vista tomando la capacidad de carga y la eslora total, tenemos:

$$C = 1.432 \cdot LOA - 21,4$$

$$LOA = \frac{C+21,4}{1,432} = 21,93m \approx 22,00m$$

Con las tendencias analizadas anteriormente se asumen cómo partida de diseño los siguientes parámetros:

Eslora de flotación:

$$\frac{LOA}{LWL} = 1,12$$

$$LWL = \frac{LOA}{1,12} = 19,64m$$

Manga máxima:

$$\frac{LOA}{B} = 0,92 \cdot LOA^{0,373} = 2,914$$

$$B = \frac{LOA}{2,914} = 7,55m \approx 7,50m$$

Calado estimado:

$$\frac{LOA}{T} = 0,467 \cdot LOA + 5,94 = 16.214$$



$$T = \frac{LOA}{16,214} = 1,36m$$

Peso en rosca estimado:

$$\frac{LOA}{\Delta} = 0,51$$

$$\Delta = \frac{LOA}{0,51} = 43,14 \text{ tm}$$

Se espera una variación respecto el peso en rosca del proyecto de la nueva embarcación eléctrica, previsiblemente superior en esta respecto al estimado en base a la base de datos de embarcaciones de combustión debido a la diferencias de configuración de los componentes del equipo propulsor.

Peso muerto estimado:

$$\frac{LOA}{DWT} = -0,0547 \cdot LOA + 2,39 = 1.187$$

$$DWT = \frac{LOA}{1.187} = 18,53 \text{ tm}$$

Se espera una disminución del peso muerto de la nueva embarcación eléctrica, previsiblemente inferior en esta respecto al estimado en base a la base de datos de embarcaciones de combustión debido a la no existencia de tanques de combustible, cuya capacidad es cercana a los 10m3 en embarcaciones de eslora próximas a la proyectada.

Potencia instalada:

En función de la eslora total y tomando únicamente cómo referencia la base de datos existente la potencia total instalada sería:

$$\frac{LOA}{POT} = -9,06 \cdot 10^{-6} LOA + 0,0146 = 0.0144$$

$$DWT = \frac{LOA}{0.0144} = 1527.8 \text{ kW}$$

La potencia obtenida es elevada para una embarcación con propulsión eléctrica, dicha potencia se ajustará con la revisión del perfil operativo definido para el proyecto tomando en consideración las posibilidades técnico/económicas existentes actualmente en referencia a los sistemas de acumulación de energía.

1.14 ESTIMACIÓN DE VELOCIDAD EN FUNCIÓN DE LA POTENCIA DE ACUERDO A LOS PARÁMETROS ANTERIORES:

Se utiliza el método de Wyman para estimar de forma preliminar la potencia propulsora necesaria para navegaciones a diferentes velocidades en condiciones meteorológicas ideales. Con dicho cálculo se pretende obtener unos valores de referencia de potencia cómo punto de partida para



ajustar el perfil operativo de la embarcación a las posibilidades de acumulación de energía disponibles al mercado actualmente.

Parámetros utilizados para el cálculo:

Método:	Wyman				
WL (Eslora flotación)	19,69	m		64,60	ft
Δ	43,14	Tm			
DWT	18,53	Tm			
Displ= Δ +DWT	61,67	Tm		135958,92	lb
BHP/SHP	0,95				
Speed correction ratio	9,00%				

Tabla T1.3: Parámetros estimación preliminar de velocidad. Elaboración propia.

Para ello, de acuerdo con el método de Wyman, se han utilizado las siguientes expresiones:

$$SL\ ratio = \frac{Velocidad\ (Nudos)}{\sqrt{WL\ (pies)}}$$

$$Cw = 0.8 + (0.17 \cdot SL\ ratio)$$

$$SHP = \left(\frac{Disp.\ (lb)}{1000} \right) \cdot \left(\frac{Velocidad\ (Nudos)}{Cw \cdot \sqrt{WL(pies)}} \right)^3$$

Se ha hecho el cálculo para velocidades entre 5 y 30 nudos aproximadamente, corrigiendo la velocidad de forma para ajustará a los valores obtenidos en los parámetros anteriores obteniéndose los siguientes resultados:

Knots	Knots corrected	SL ratio	Cw	SHP (hp)	BHP (hp)	Required BHP (kW)
5	4,55	0,62	0,92	42,28	44,51	32,73
6	5,46	0,75	0,94	67,70	71,26	52,40
7	6,37	0,87	0,97	99,80	105,05	77,24
8	7,28	1,00	0,99	138,54	145,84	107,23
9	8,19	1,12	1,01	183,77	193,44	142,24
10	9,10	1,24	1,04	235,23	247,61	182,06
11	10,01	1,37	1,06	292,60	308,00	226,47
12	10,92	1,49	1,08	355,56	374,27	275,20
13	11,83	1,62	1,11	423,72	446,02	327,96
14	12,74	1,74	1,13	496,72	522,86	384,46
15	13,65	1,87	1,15	574,18	604,40	444,41
16	14,56	1,99	1,18	655,74	690,25	507,54
17	15,47	2,12	1,20	741,03	780,03	573,55
18	16,38	2,24	1,23	829,71	873,38	642,19
19	17,29	2,36	1,25	921,46	969,96	713,21



20	18,20	2,49	1,27	1015,97	1069,44	786,36
21	19,11	2,61	1,30	1112,94	1171,52	861,41
22	20,02	2,74	1,32	1212,10	1275,90	938,16
23	20,93	2,86	1,34	1313,20	1382,31	1016,41
24	21,84	2,99	1,37	1415,98	1490,51	1095,96
25	22,75	3,11	1,39	1520,24	1600,25	1176,66
26	23,66	3,23	1,41	1625,76	1711,32	1258,33
27	24,57	3,36	1,44	1732,35	1823,52	1340,83
28	25,48	3,48	1,46	1839,83	1936,66	1424,02
29	26,39	3,61	1,49	1948,04	2050,57	1507,77
30	27,30	3,73	1,51	2056,83	2165,08	1591,97

Tabla T1.4: Resultados estimación preliminar de velocidad. Elaboración propia.

Estimación Preliminar de Velocidad en función de la Potencia (Metodo Wyman)

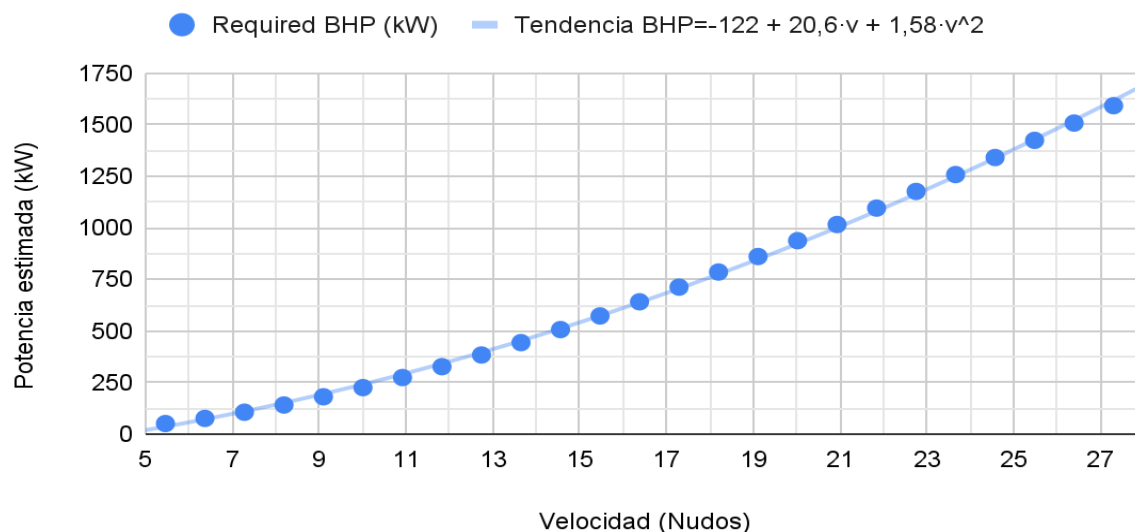


Figura F1.12: Estimación preliminar de velocidad. Elaboración propia.

1.15 ESTIMACIÓN DEL PERFIL OPERATIVO PRELIMINAR:

Si bien el perfil operativo de una embarcación siempre es uno de los parámetros principales en su diseño, en el caso de embarcaciones eléctricas se vuelve un parámetro determinante.

Parámetros principales:



Figura F1.13: Ubicación prevista del parque eólico flotante (Febrero 2021). Fuente: SENER



Figura F1.14: Ubicació prevista elements del parc eòlic flotant (Febrer 2021). Fuente: SENER

X	Y
532.910	4.674.784
536.900	4.675.705
540.467	4.675.716
540.058	4.666.249
540.272	4.664.620
538.086	4.655.488
529.136	4.653.422
532.919	4.668.346

Tabla 2. Coordenadas UTM (proyección ETRS89-31N) del polígono definiendo el área total de la ubicación propuesta.

Tabla T1.5: Coordenadas UTM ubicación de aerogeneradores. Fuente: SENER

Ubicación aerogeneradores

Unidad	X	Y	Unidad	X	Y
Aerogeneradores					
1	534224	4674096	34	536203	4664290
2	535296	4674343	35	537275	4664537
3	536367	4674591	36	532468	4661375
4	537439	4674838	37	533540	4661622
5	538511	4675086	38	534611	4661870
6	534138	4672023	39	535683	4662117
7	535210	4672271	40	536755	4662365
8	536281	4672518	41	531947	4659202
9	537353	4672766	42	533019	4659450
10	538425	4673013	43	534091	4659697
11	534052	4669951	44	535163	4659944
12	535124	4670198	45	536235	4660192
13	536195	4670446	46	531427	4657029
14	537267	4670693	47	532499	4657277
15	538339	4670941	48	533571	4657524
16	533966	4667879	49	534643	4657772
17	535038	4668126	50	535714	4658019
18	536109	4668373	51	530907	4654857
19	537181	4668621	52	531979	4655104
20	538253	4668868	53	533051	4655352
21	533446	4665706	54	534122	4655599
22	534517	4665953	55	535194	4655846
23	535589	4666201	56	538347	4664785
24	536661	4666448	57	537827	4662612
25	537733	4666696	58	537307	4660439
26	539583	4675333	59	536786	4658267
27	539497	4673261	60	536266	4656094

Tabla T1.6: Coordenadas UTM Ubicación principales elementos parque eólico flotante. Fuente: SENER

Unidad	X	Y	Unidad	X	Y
28	539411	4671188	61	539419	4665032
29	539325	4669116	62	538899	4662860
30	538805	4666943	63	538378	4660687
31	532988	4663548	64	537858	4658514
32	534060	4663795	65	537338	4656341
33	535132	4664042			
Arqueta de transición					
1	509440	4666246			
Subestación Elevadora					
8	509088	4666626			
9	509062	4666774			
10	509136	4666787			
11	509161	4666639			

Tabla 3. Ubicación de los principales elementos de la instalación, en coordenadas UTM (proyección ETRS89-31N).

Tabla T1.6: Coordenadas UTM Ubicación principales elementos parque eólico flotante. Fuente: SENER

Cables Submarinos de Evacuación del parque			
Corredor submarino	X=530125; Y=4660837	X=511209; Y=4666233	X=521487; Y=4661671 X=519037; Y=4662707 X=515589; Y=4665516 X=514263; Y=4665988 X=512262; Y=4665988
Cable Terrestre de Evacuación			
Corredor arqueta interconexión - subestación del parque	X=509440; Y=4666246	X=509145; Y=466663	X=509407; Y=4666305 X=509144; Y=4666237 X=509133; Y=4666348 X=509157; Y=4666439 X=509162; Y=4666542
Corredor subestación del parque - subestación Santa Llogaia	X=509075; Y=4666700	X=495394; Y=4675265	X=507071; Y=4666539 X=505135; Y=4666248 X=504410; Y=4666235 X=502704; Y=4666948 X=500356; Y=4669500 X=499396; Y=4670809 X=497574; Y=4671984 X=496095; Y=4673825 X=495635; Y=4674222

Tabla 4. Origen, recorrido y fin de las líneas de evacuación eléctrica de la instalación, en coordenadas UTM (proyección ETRS89-31N).

Tabla T1.7: Coordenadas UTM Ubicación líneas eléctricas parque eólico flotante. Fuente: SENER



Figura 16. Tipo de plataforma semisumergida considerada en el Proyecto. Fuente: Nautilus Floating Solutions.

Figura F1.15: Representación del tipo de aerogeneradores flotantes previstos. Fuente: SENER



Figura F1.15: Distancia medida con google Earth del puerto de rosas al parque eólico. Elaboración propia.

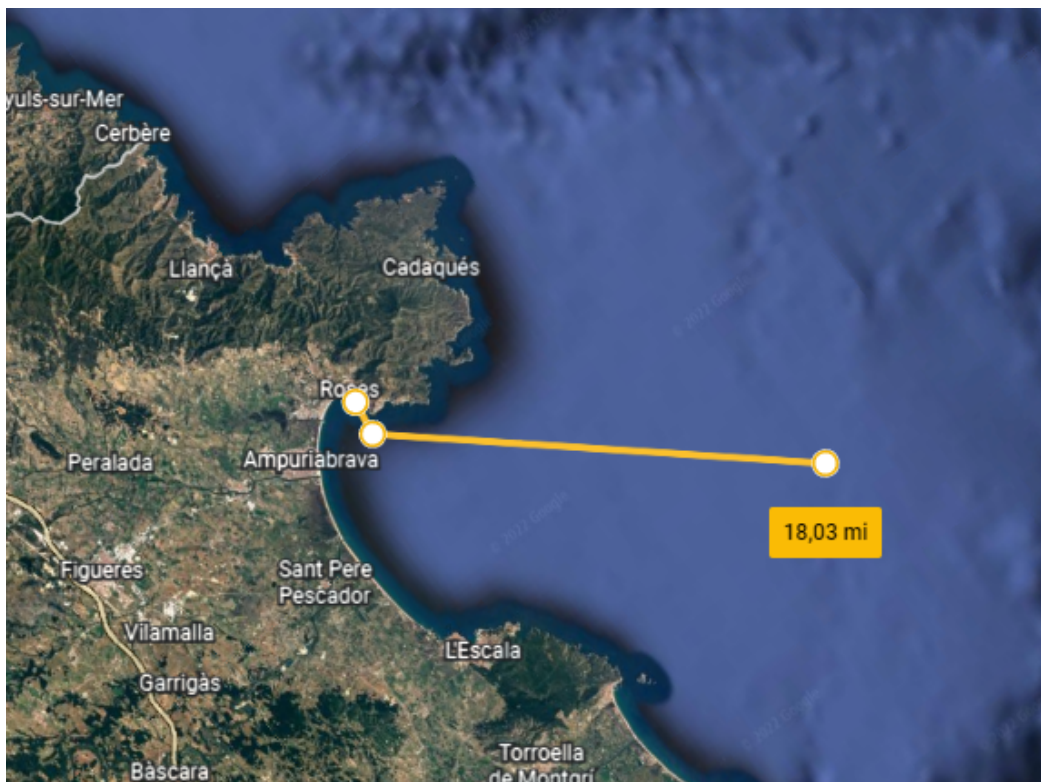


Figura F1.16: Distancia medida con google Earth del puerto de rosas al parque eólico. Elaboración propia.



Con el objetivo de definir un perfil se asumirán los siguientes datos de partida:

Puerto base	Puerto de Roses
Distancia entre Puerto Base y el parque eólico	Entre 14 y 18 millas
Duración ciclo diario de trabajo.	6 horas
Tiempo medio de carga / descarga en aerogeneradores por operación (push)	5 minutos

Tabla T1.8: Datos de partida para definir perfil operativo. Elaboración propia

Considerando una distancia de navegación de 18 millas náuticas, en condiciones meteorológicas favorables, a continuación se estiman los tiempos de navegación requeridos y el consumo de potencia total en función de la velocidad de navegación.

Velocidad de navegación (nudos)	Potencia propulsora necesaria (kWh)	Consumo servicios por hora (kWh)	Tiempo estimado (horas)	Consumo potencia propulsora total (kWh)	Consumo servicios estimado (kWh)	Consumo total estimado por trayecto (kWh)
5	32,73	10	3,600	117,83	36,00	153,83
6	52,40	10	3,000	157,20	30,00	187,20
7	77,24	10	2,571	198,62	25,71	224,33
8	107,23	10	2,250	241,27	22,50	263,77
9	142,24	10	2,000	284,48	20,00	304,48
10	182,06	10	1,800	327,71	18,00	345,71
11	226,47	10	1,636	370,59	16,36	386,95
12	275,20	10	1,500	412,80	15,00	427,80
13	327,96	10	1,385	454,10	13,85	467,94
14	384,46	10	1,286	494,31	12,86	507,16
15	444,41	10	1,200	533,29	12,00	545,29
16	507,54	10	1,125	570,98	11,25	582,23
17	573,55	10	1,059	607,29	10,59	617,88
18	642,19	10	1,000	642,19	10,00	652,19
19	713,21	10	0,947	675,67	9,47	685,15
20	786,36	10	0,900	707,72	9,00	716,72
21	861,41	10	0,857	738,35	8,57	746,92
22	938,16	10	0,818	767,59	8,18	775,77
23	1016,41	10	0,783	795,45	7,83	803,28
24	1095,96	10	0,750	821,97	7,50	829,47

Tabla T1.9: Estimación tiempos y consumo energía embarcación. Elaboración propia



1.16 ESTIMACIÓN LA CAPACIDAD DE BATERÍAS PRELIMINAR:

Considerando una velocidad de navegación en servicio entre de 10 nudos y asumiendo una capacidad de baterías de 1MW se asume el siguiente perfil operativo:

Operación	Consumo kWh /h	Tiempo (h)	Consumo acumulado operación kWh	Consumo acumulado total kWh	Capacidad restante batería kWh	Capacidad restante (%)
Maniobras puerto Puerto 10 minutos	40,00	0,17	6,67	6,67	993	99,33%
Navegación Puerto - Parque - 10 nudos	192,06	1,80	345,71	352,37	648	64,76%
Carga/Descarga aerogenerador (Empuje 5 min)	40,00	0,08	3,33	355,71	644	64,43%
Tiempo espera (5 min)	10,00	0,08	0,83	356,54	643	64,35%
Navegación entre aerogeneradores (1 milla a 5 nudos)	42,73	0,20	8,55	365,09	635	63,49%
Carga/Descarga aerogenerador (Empuje 5min)	40,00	0,08	3,33	368,42	632	63,16%
Tiempo espera (5 min)	10,00	0,08	0,83	369,25	631	63,07%
Navegación entre aerogeneradores (1 milla a 5 nudos)	42,73	0,20	8,55	377,80	622	62,22%
Carga/Descarga aerogenerador (Empuje 5 min)	40,00	0,08	3,33	381,13	619	61,89%
Tiempo espera (5 min)	10,00	0,08	0,83	381,97	618	61,80%
Navegación entre aerogeneradores (1 milla a 5 nudos)	42,73	0,20	8,55	390,51	609	60,95%
Carga/Descarga aerogenerador (Empuje 5 min)	40,00	0,08	3,33	393,85	606	60,62%
Tiempo espera (5 min)	10,00	0,08	0,83	394,68	605	60,53%
Navegación entre aerogeneradores (1 milla a 5 nudos)	42,73	0,20	8,55	403,23	597	59,68%
Carga/Descarga aerogenerador (Empuje 5 min)	40,00	0,08	3,33	406,56	593	59,34%
Tiempo espera (5 min)	10,00	0,08	0,83	407,39	593	59,26%
Navegación entre aerogeneradores (1 milla a 5 nudos)	42,73	0,20	8,55	415,94	584	58,41%
Carga/Descarga aerogenerador	40,00	0,08	3,33	419,27	581	58,07%



(Empuje 5 min)						
Tiempo espera (5 min)	10,00	0,08	0,83	420,10	580	57,99%
Navegación entre aerogeneradores (1 milla a 5 nudos)	42,73	0,20	8,55	428,65	571	57,13%
Carga/Descarga aerogenerador (Empuje 5 min)	40,00	0,08	3,33	431,98	568	56,80%
Tiempo espera (5 min)	10,00	0,08	0,83	432,82	567	56,72%
Navegación entre aerogeneradores (1 milla a 5 nudos)	42,73	0,20	8,55	441,36	559	55,86%
Carga/Descarga aerogenerador (Empuje 5 min)	40,00	0,08	3,33	444,70	555	55,53%
Tiempo espera (5 min)	10,00	0,08	0,83	445,53	554	55,45%
Navegación entre aerogeneradores (1 milla a 5 nudos)	42,73	0,20	8,55	454,08	546	54,59%
Carga/Descarga aerogenerador (Empuje 5 min)	40,00	0,08	3,33	457,41	543	54,26%
Tiempo espera (5 min)	10,00	0,08	0,83	458,24	542	54,18%
Navegación entre aerogeneradores (1 milla a 5 nudos)	42,73	0,20	8,55	466,79	533	53,32%
Carga/Descarga aerogenerador (Empuje 5 min)	40,00	0,08	3,33	470,12	530	52,99%
Tiempo espera (5 min)	10,00	0,08	0,83	470,96	529	52,90%
Carga/Descarga aerogenerador (Empuje 5 min)	40,00	0,08	3,33	474,29	526	52,57%
Tiempo espera (5 min)	10,00	0,08	0,83	475,12	525	52,49%
Navegación entre aerogeneradores (1 milla a 5 nudos)	42,73	0,20	8,55	483,67	516	51,63%
Navegación Puerto - Parque - 10 nudos	192,06	1,80	345,71	829,38	171	17,06%
Maniobras puerto Puerto 10 minutos	40,00	0,17	6,67	836,04	164	16,40%

Tabla T1.10: Estimación de consumo de energía con perfil operativo preliminar. Elaboración propia

Potencia restante en las batería en función del tiempo
 (Considerando perfil operativo estimado)

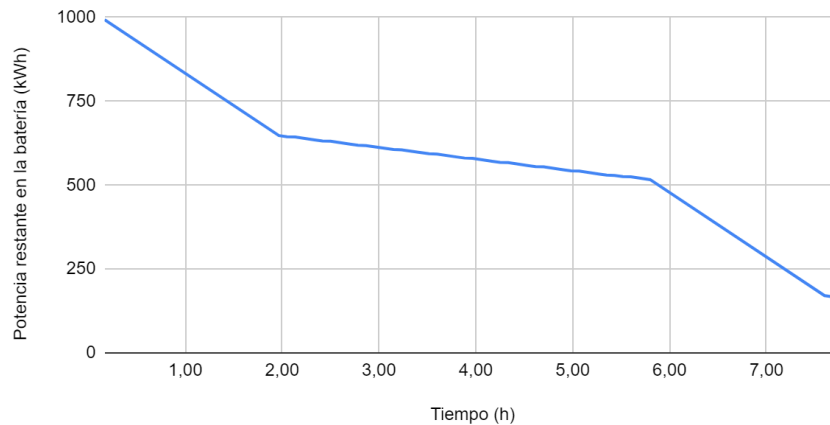


Figura F1.17: Energía restante en baterías con perfil operativo estimado. Elaboración propia.

1.17 CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LA EMBARCACIÓN A PROYECTAR:

Tipo de embarcación	Catamaran
Material de construcción	PRFV
Bandera	España
Categoría	Grupo III Clase T
Capacidad de pasajeros:	12
Tripulación máxima:	3
Eslora de flotación L_{wl}	20,904 m
Eslora total L_{hull}	21,413 m
Manga total B_{hull}	7,50 m
Altura de la línea base	0,000 m
Desplazamiento a plena carga Δ	60,17 tm
Desplazamiento en rosca Δ_{light}	46,64 tm
Peso muerto D_w	13,53 tm
Calado a plena carga T	1,150 m
Manga de flotación B_{wl} (1 patin)	2,340 m
Distancia entre ejes de los patines B_E	4,394 m
Puntal D	2,950 m
Arqueo Bruto	87,58 GT
Alimentación sistema propulsor	Electrica
Motores propulsores	2x250Kw 993rpm
Sistema propulsor	2x Hélices paso fijo
Capacidad de baterías sistema propulsor	1,1 MW
Capacidad de agua dulce:	200 L
Capacidad de aguas negras:	200 L

Tabla T1.11: Características principales de la embarcación a proyectar. Elaboración propia



CUADERNILLO 2: FORMAS

CONTENIDO:

- 2.1 INTRODUCCIÓN
- 2.2 MANGA DE LOS PATINES
- 2.3 TIPO DE CARENA
- 2.3 MODELADO 3D DE LA CARENA
- 2.4 CURVA DE ÁREAS
- 2.5 PLANO DE FORMAS

LISTA DE FIGURAS:

Figura F2.0: Formas embarcación “Solway Challenger”.

Figura F2.1: Vista longitudinal de las cuadernas y mamparos estancos bajo cubierta.

Figura F3.2: Vista en planta de las cuadernas y mamparos estancos bajo cubierta.

Figura F2.3: Vista del modelo 3D de la carena.

Figura F2.4: Curva de áreas.

Figura F2.5: Plano de formas.

2.1 INTRODUCCIÓN:

En el presente cuadernillo se explica el proceso para definir las formas de la embarcación. La definición de las mismas es un compromiso entre diferentes necesidades de proyecto tales como capacidades de carga, comportamiento en la mar, resistencia al avance y estabilidad.

En el caso de esta embarcación, de tipo catamarán, se ha dimensionado las formas de acuerdo a los parámetros de eslora, manga y puntal definidos anteriormente.

Se han usado como referencia de partida las formas de la embarcación “Solway Challenger” del astillero Alicat, dichas formas se han modificado para adaptarlas a las características de la embarcación objetivo del proyecto.

21m WFSV Crew Transfer Vessel

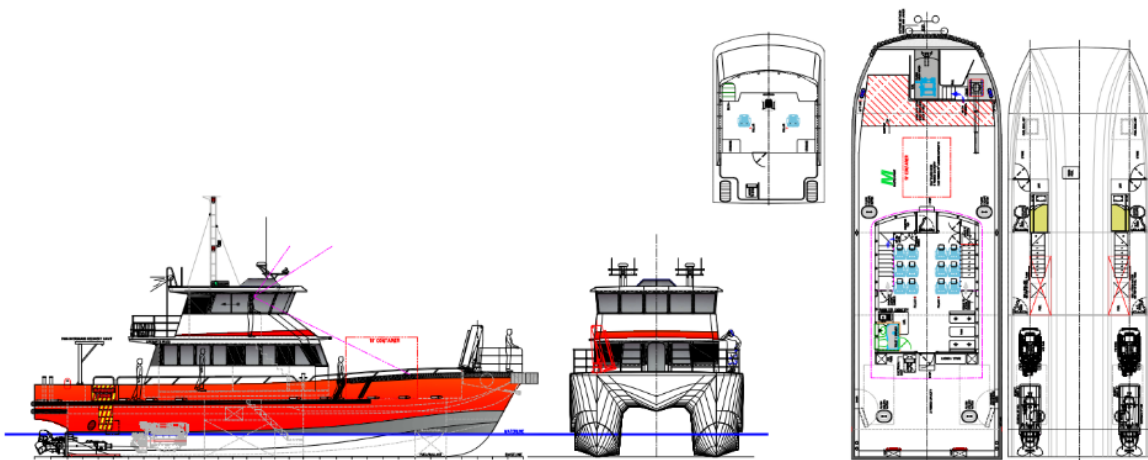


Figura F2.0: Formas embarcación “Solway Challenger”. Fuente: Alicat.

2.2 MANGA DE LOS PATINES:

En el caso de una embarcación de tipo catamarán, un parámetro fundamental para el diseño del mismo es la manga de los patines. Unas formas muy esbeltas optimizarán la resistencia al avance y el peso de la estructura, pero limitarían las capacidades de carga así como la habitabilidad interior de los patines.

Por el contrario, una manga demasiado grande aparte de incrementar el peso y la resistencia al avance, reduciría el espacio del túnel entre patines, por lo que limitaría las capacidades marineras de la embarcación incrementando la resistencia y creando impactos de ola en la plataforma entre patines.

Se define una manga aproximada de 2.3m siendo un compromiso entre la habitabilidad y la esbeltez de los patines a la línea de flotación estimada de forma estadística anteriormente. Permitiendo disponer de un túnel. Finalmente después de 3 iteraciones la manga a la flotación queda en 2.34m:

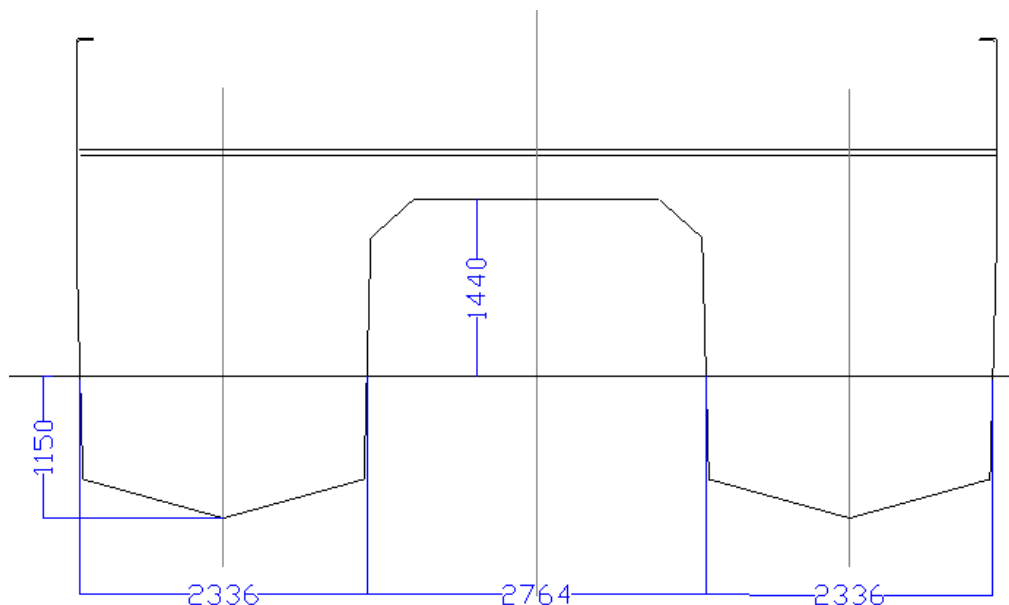


Figura F2.1: Dimensiones preliminares patines cuaderna maestra. Elaboración propia.

2.3 TIPO DE CARENA:

La embarcación se proyecta para una velocidad máxima próxima a los 16 nudos siendo su velocidad de crucero alrededor de los 12 nudos, por lo que atendiendo a las dimensiones de la misma no se considera una embarcación de planeo ni tampoco de desplazamiento.

Con el objetivo de amortiguar los impactos de la carena con el fondo (pantocazos) en caso de condiciones meteorológicas adversas se considera útil que el fondo de los patines no sea plano y tenga un cierto ángulo de astilla muerta.

Dado que la embarcación no será de planeo no se consideran necesarios pantoques.

Los finos de popa se proyectan con el objetivo de permitir una entrada de agua adecuada a la hélice y que el casco disponga de una adecuada salida de agua disminuyendo en medida de lo posible la ola generada en el espejo de popa a velocidades de crucero.

Las formas de proa se consideran lo más rectas posibles para aumentar al máximo la eslora de flotación, siendo ligeramente lanzada para evitar el impacto del casco con los aerogeneradores en condiciones meteorológicas adversas.

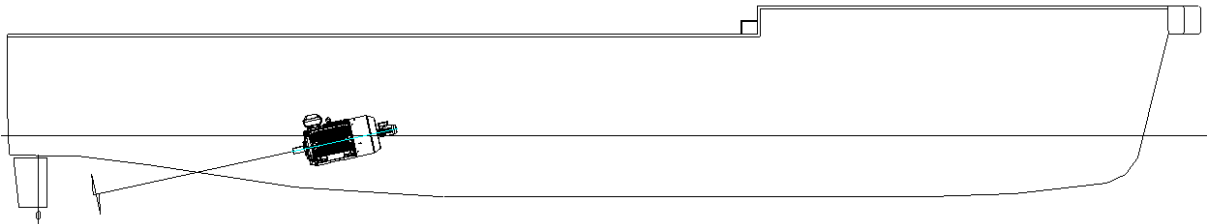


Figura F2.2: Vista longitudinal preliminar de la carena. Elaboración propia.

2.3 MODELADO 3D DE LA CARENA:

Se modela una carena atendiendo a los criterios anteriores en Rhinoceros 3D, posteriormente en el cuadernillo de cálculos de arquitectura naval se comprueba la flotación y los principales parámetros del la carena para ir ajustando a las características de la embarcación

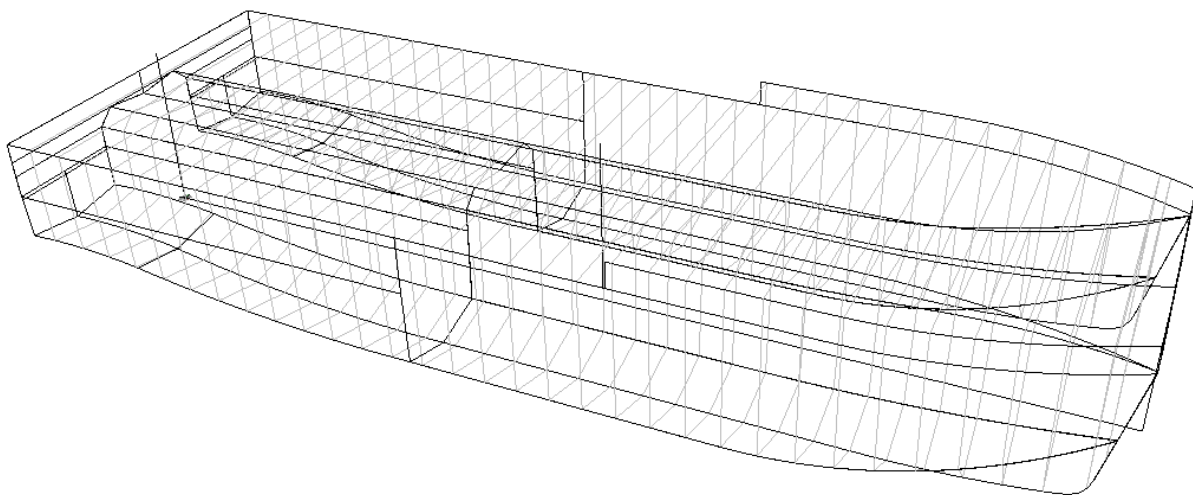


Figura F2.3: Vista del modelo 3D de la carena. Elaboración propia.

2.4 CURVA DE ÁREAS:

Se comprueba en la curva de áreas la evolución progresiva del área de sección en los finos de proa y popa, asimismo se comprueba que no se detectan alteraciones.

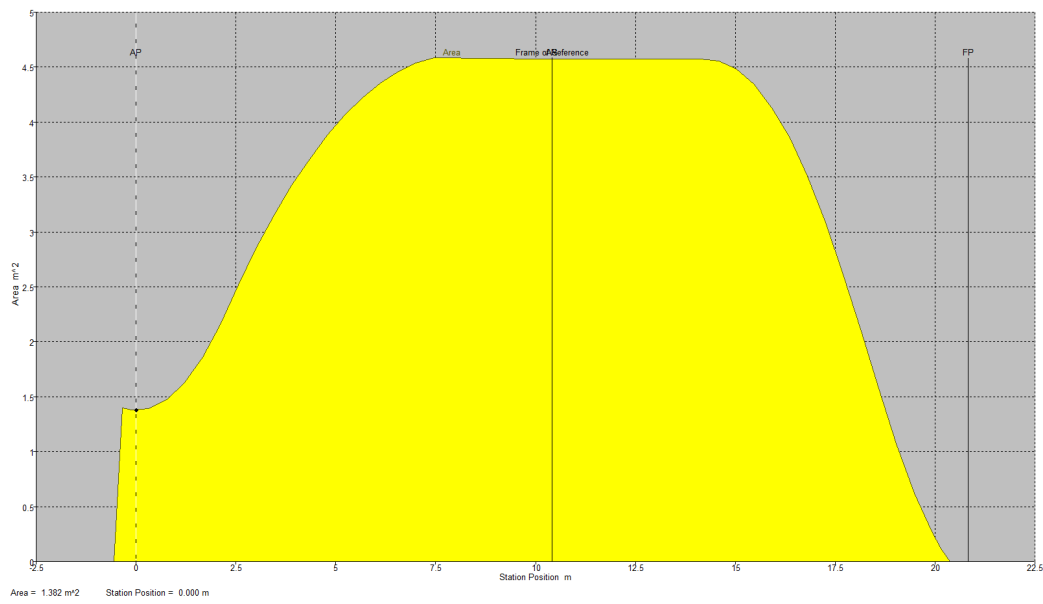


Figura F2.4: Curva de áreas. Elaboración propia.



2.5 PLANO DE FORMAS:

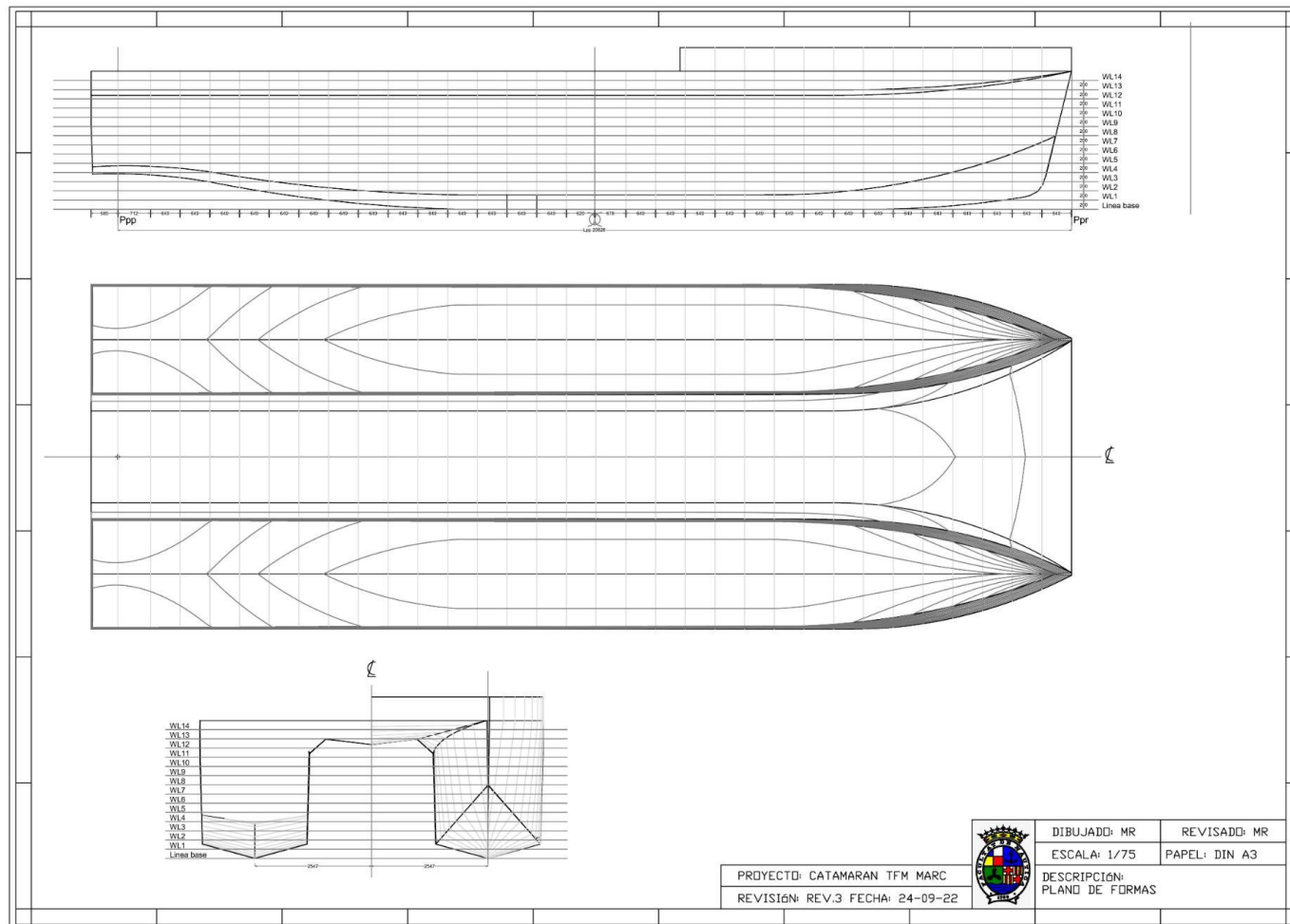


Figura F2.5: Plano de formas. Elaboración propia



CUADERNILLO 3: DISPOSICIÓN GENERAL



CONTENIDO:

- 3.1 INTRODUCCIÓN
- 3.2 ESQUEMA DE DISPOSICIÓN GENERAL
- 3.3 NOTACIÓN DE CLASE
- 3.4 CLARA DE CUADERNAS Y COMPARTIMENTADO BAJO CUBIERTA
- 3.5 DISPOSICIÓN CUBIERTA PRINCIPAL
- 3.6 DISPOSICIÓN CUBIERTA SUPERIOR
- 3.7 PLANO DE DISPOSICIÓN GENERAL

LISTA DE FIGURAS:

Figura F3.1: Vista longitudinal de las cuadernas y mamparos estancos bajo cubierta.

Figura F3.2: Vista en planta de las cuadernas y mamparos estancos bajo cubierta.

Figura F3.3: Vista en planta distribución cubierta principal con carga paletizada en proa y popa.

Figura F3.4: Vista en planta distribución cubierta principal con contenedores de 5 pies y carga paletizada en proa y popa.

Figura F3.5: Vista en planta distribución cubierta principal con contenedores de 10 pies en proa y popa y carga paletizada en proa.

Figura F3.6: Vista en planta de la ubicación de los anclajes de la carga solapados con los refuerzos de cubierta.

Figura F3.7: Vista en planta de la cubierta superior.

Figura F3.8: Sección longitudinal de la embarcación.

Figura F3.9: Plano de disposición general.

3.1 INTRODUCCIÓN:

En el siguiente cuadernillo se definen las dimensiones principales de los espacios del buque cumpliendo con los requisitos normativos de aplicación, concretamente se han tenido en cuenta las siguientes normas:

- Real Decreto 1837/2000, de 10 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de inspección y certificación de buques civiles.
- Real decreto 1661/1982 de 25 de junio, por el que se declaran de aplicación a todos los buques y embarcaciones mercantes nacionales los preceptos del Convenio Internacional para la Seguridad de la Vida Humana en el Mar, 1974 y su protocolo de 1978 (nuevo texto) desarrollada por la Orden del Ministerio de Transporte, Turismo y Comunicaciones de 10 de junio de 1983 sobre normas complementarias de aplicación al Convenio Internacional para la Seguridad de la Vida Humana en el Mar, 1974, y su protocolo de 1978, a los buques y embarcaciones mercantes nacionales modificada por la Orden del Ministerio de Transporte, Turismo y Comunicaciones de 31 de enero de 1986 (SEVIMAR).
- Convenio internacional para prevenir la contaminación por los buques, 1973 (Convenio MARPOL) modificado por su Protocolo 1978 y Enmiendas posteriores. Anexos 1, V y VI.
- Convenio Internacional por el que se aprueba el reglamento Internacional para prevenir los abordajes, hecho en Londres el 20 de octubre de 1972, y sus enmiendas posteriores (COLREG 72).
- Reglamento Bureau Veritas NR 600 (“Hull Structure and Arrangement for the Classification of Cargo Ships less than 65 m and Non Cargo Ships less than 90m”), Edición Junio 2021



Para la definición de espacios se ha tenido en cuenta la disposición general de otras embarcaciones de apoyo a parques eólicos offshore, así como la movilidad, confort y operatividad de los tripulantes y pasajeros a bordo, permitiendo además el mantenimiento de los sistemas y equipos instalados.

3.2 ESQUEMA DE DISPOSICIÓN GENERAL:

La disposición de espacios de la embarcación estará organizada de la siguiente forma:

Debajo cubierta, de proa a popa:

- Piques de proa.
- Payoles almacén (en estribor central hidráulica y tanque aguas aceitosas).
- Local de baterías.
- Sala de máquinas.
- Pique de popa.

Sobre cubierta principal, de proa a popa:

- Acceso de embarque / desembarque a aerogeneradores
- Escotillas de acceso a pique de proa.
- Cubierta de carga con grúa en babor.
- Cabina de habitación cerrada con espacio para 12 pasajeros, escaleras de acceso debajo cubierta, aseo, cocina, escaleras de acceso a puente de mandos y troncos de ventilación..
- Cubierta de carga en popa.

Sobre cubierta superior, de proa a popa:

- Puente de mandos.
- Cubierta exterior con balsas de salvamento.

3.3 NOTACIÓN DE CLASE:

La nota de clase indica el grado de cumplimiento de la embarcación con las reglas de la sociedad de clasificación. Puesto que no se dispone de una especificación concreta, y considerando la sociedad de clasificación Bureau Veritas para el diseño de la misma, se considerará la siguiente notación de clase:

BV ☒ HULL ☒ MACH 'Wind Farm Service Ship - S1' Sea Area 1

Por lo que será una embarcación clasificada en casco y máquinas para servicio a parques eólicos offshore en zona A1.

3.4 CLARA DE CUADERNAS Y COMPARTIMENTADO BAJO CUBIERTA:

Se ha basado el diseño y compartimentado de la embarcación manteniendo una clara de cuadernas constante de 1,26m en toda la eslora, coincidiendo los mamparos estancos y refuerzos de cubierta y superestructura con las cuadernas especificadas.

El casco se ha dividido en cuatro mamparos estancos (de proa a popa):

1. Mamparo de colisión en la cuaderna 15.

2. Mamparo de proa compartimento baterías en la cuaderna 12.
3. Mamparo de proa de la sala de máquinas en la cuaderna 7.
4. Mamparo pique de popa en la cuaderna 2.

La embarcación dispone de 16 cuadernas y cuatro mamparos estancos en cada casco.

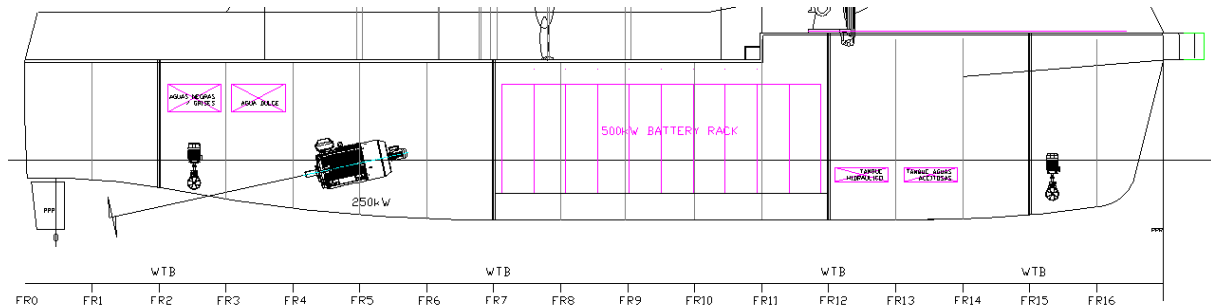


Figura F3.1: Vista longitudinal de las cuadernas y mamparos estancos bajo cubierta. Elaboración propia.

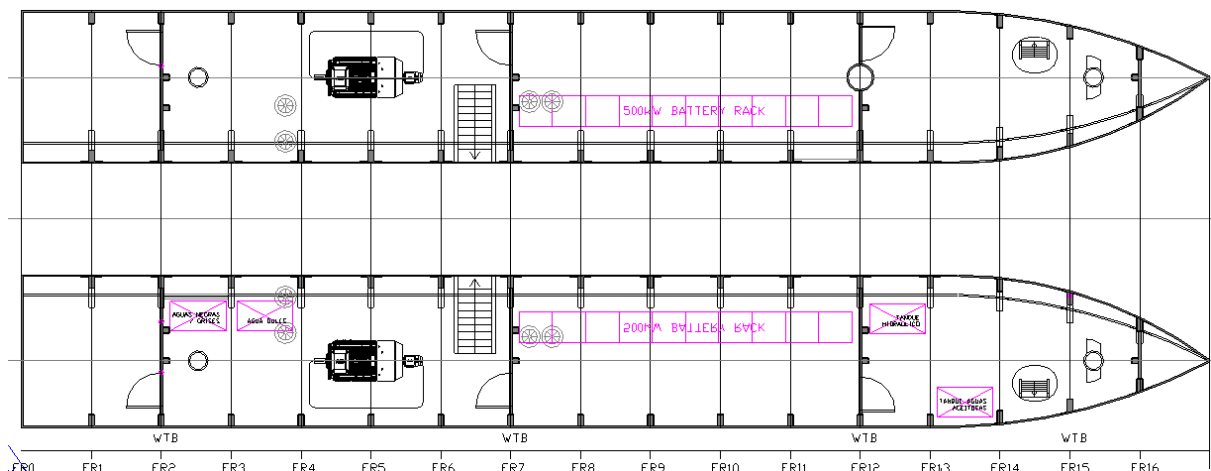


Figura F3.2: Vista en planta de las cuadernas y mamparos estancos bajo cubierta. Elaboración propia.

La normativa establece que la posición del mamparo de colisión se encuentra a una distancia de la perpendicular de proa no inferior al 5% de la eslora de francobordo del buque y no superior al 5% de 5% de la eslora entre L +1,35 m.

El mamparo de proa de cámara de máquinas se sitúa en función de los requerimientos de espacio en la sala de máquinas y en el compartimento de baterías.

El mamparo de popa se sitúa de forma que el espacio sea accesible para mantenimiento, manteniendo espacio también suficiente para mantenimiento en la sala de máquinas.

Los compartimentos bajo cubierta, excepto el mamparo de colisión disponen de puertas estancas con alarma de apertura en el puente de mando, de forma que se permite que todos los compartimentos entre la sala de máquinas y la bodega de proa dispongan cómo mínimo de dos accesos independientes.

3.5 DISPOSICIÓN CUBIERTA PRINCIPAL:

Para la disposición de espacios de la cubierta principal se ha tomado como referencia las embarcaciones descritas anteriormente, en las que se diseña la zona de proa para permitir la transferencia de personas y carga a los aerogeneradores por proa, por lo que en la zona de proa se ubica un amplio espacio de carga con elementos de anclaje normalizados, permitiendo también la carga en esta zona de un contenedor marítimo de 10 pies o un contenedor de 5 pies. En la zona de proa se prevé la instalación de una grúa para cargar y descargar de la embarcación palets.

En la popa de dicho espacio se ubica en la mayoría de embarcaciones una cabina para los pasajeros, con pasillos exteriores en ambos lados de forma que la amurada de la embarcación quede libre en todo el perímetro de la misma. Dentro de la cabina de pasajeros se ubican también los servicios de cocina, accesos principales bajo cubierta, aseo, acceso al puente de mandos y espacio para almacenaje de equipaje.

En la zona de popa de la cabina se ubica un segundo espacio de carga que dispone también de elementos de anclaje normalizados y capacidad para un contenedor marítimo de 10 pies o uno de 5 pies.

Se prevé en la zona de proa salidas de emergencia de los compartimentos bajo cubierta así como acceso al pique de popa.

Se instalará una puerta de embarque a puerto por el costado en babor y estribor para el embarque en puerto.

La cubierta principal en la zona de proa estará ligeramente más elevada para mejorar la altura libre al agua en el túnel entre patines.



Figura F3.3: Vista en planta distribución cubierta principal con carga paletizada en proa y popa. Elaboración propia.

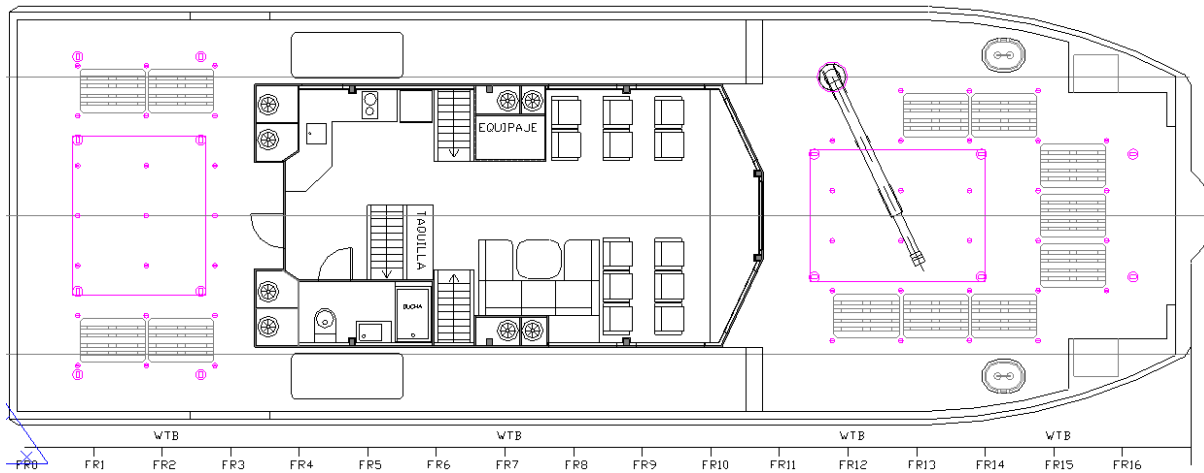


Figura F3.4: Vista en planta distribución cubierta principal con contenedores de 5 pies y carga paletizada en proa y popa. Elaboración propia.



Figura F3.5: Vista en planta distribución cubierta principal con contenedores de 10 pies en proa y popa y carga paletizada en proa. Elaboración propia.

La ubicación de los anclajes de la carga se ha distribuido coincidiendo con los refuerzos transversales o verticales de la cubierta principal. La grúa por su parte dispondrá de un puntal cilíndrico de fibra de vidrio laminado a la estructura que coincidirá con un bao de la cubierta principal y con un mamparo con el objetivo de distribuir adecuadamente el momento generado por la grúa a la estructura de la embarcación.

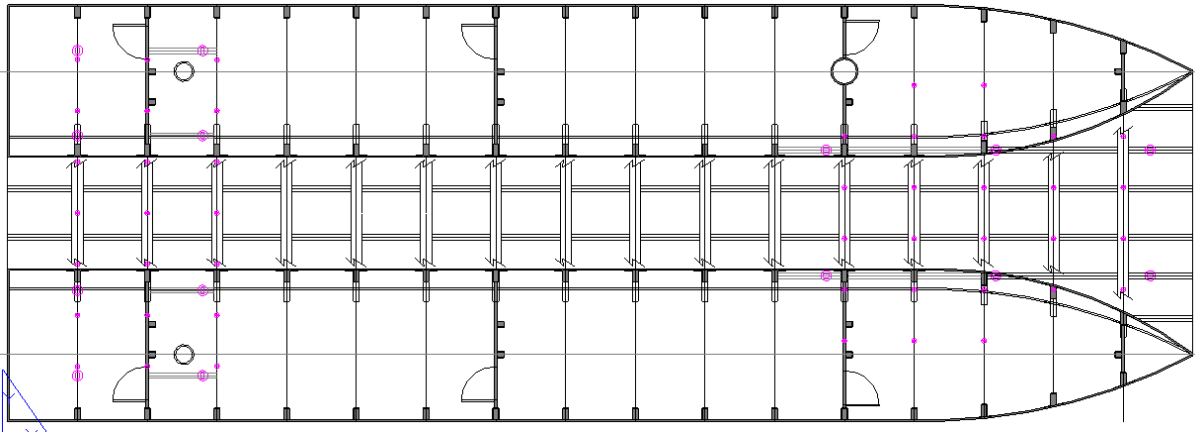


Figura F3.6: Vista en planta de la ubicación de los anclajes de la carga solapados con los refuerzos de cubierta. Elaboración propia.

3.6 DISPOSICIÓN CUBIERTA SUPERIOR:

La cubierta superior se destina al puente de mandos con visibilidad 360° y a las balsas de salvamento.

El acceso al puente de mandos será desde la cabina de la cubierta principal de forma que las escaleras quedan protegidas de la lluvia. En el puente de mandos se destina espacio para el trabajo y descanso de la tripulación.

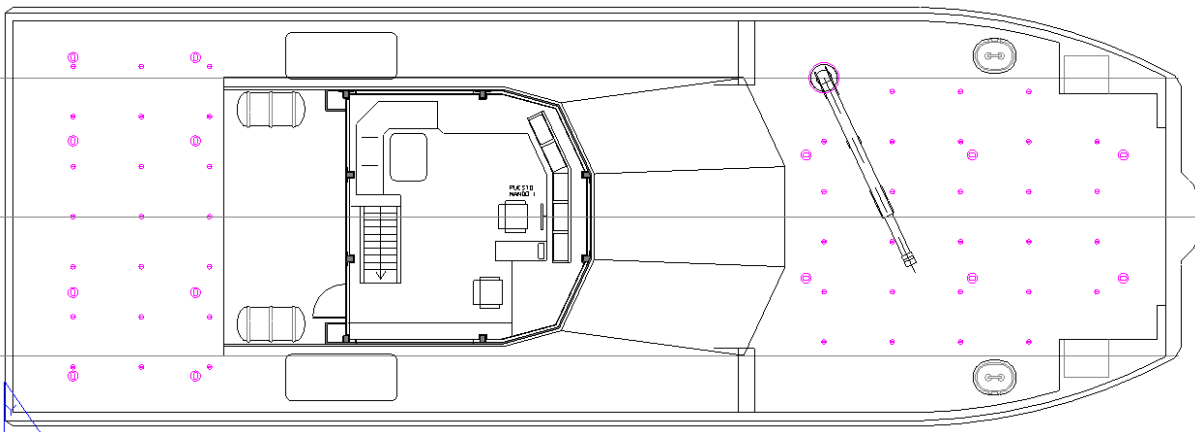


Figura F3.7: Vista en planta de la cubierta superior. Elaboración propia.

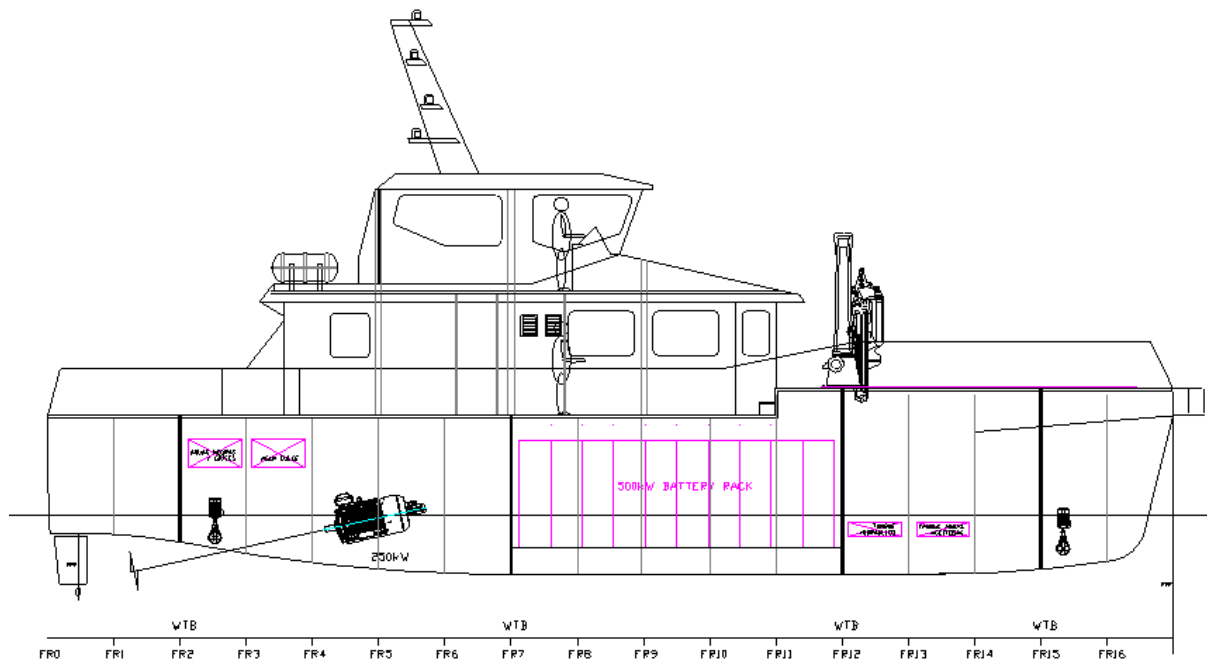


Figura F3.8: Sección longitudinal de la embarcación. Elaboración propia.

3.7 PLANO DE DISPOSICIÓN GENERAL:

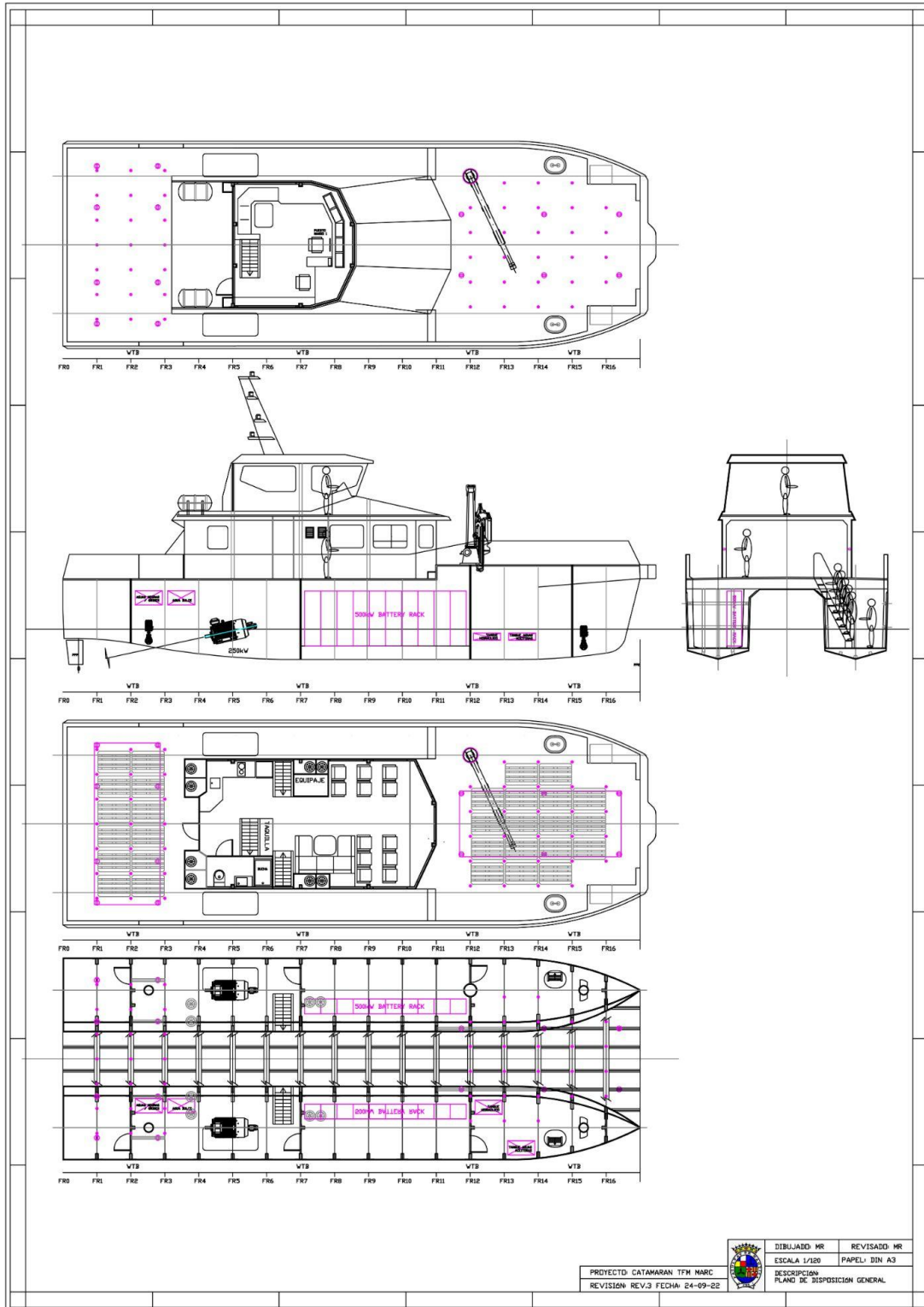


Figura F3.9: Plano de disposición general. Elaboración propia.



CUADERNILLO 4: ARQUITECTURA NAVAL

CONTENIDO:

- 4.1 INTRODUCCIÓN
- 4.2 MODELADO DE FORMAS
- 4.3 CALIBRACIÓN DE TANQUES
- 4.4 CURVAS HIDROSTÁTICAS
- 4.5 CURVAS DE COEFICIENTES DE FORMAS
- 4.6 CARENAS INCLINADAS, CURVAS KN
- 4.7 CÁLCULO DE ARQUEO

LISTA DE TABLAS:

- Tabla T4.1: Calibración tanque de agua dulce.*
- Tabla T4.2: Calibración tanque de aguas grises y negras.*
- Tabla T4.3: Calibración tanque de aceite hidráulico.*
- Tabla T4.4: Calibración tanque de aguas aceitosas.*
- Tabla T4.5: Tablas hidrostáticas trimado +0m.*
- Tabla T4.6: Tablas hidrostáticas trimado +0.2m.*
- Tabla T4.7: Tablas hidrostáticas trimado +0.4m.*
- Tabla T4.8: Tablas hidrostáticas trimado +0.6m.*
- Tabla T4.9: Tablas hidrostáticas trimado +0.8m.*
- Tabla T4.10: Tablas hidrostáticas trimado -0.2m.*
- Tabla T4.11: Tablas hidrostáticas trimado -0.4m.*
- Tabla T4.12: Tabla valores KN.*

LISTA DE FIGURAS:

- Figura F4.1: Vista isométrica modelo carena Maxsurf.*
- Figura F4.2: Vista isométrica modelo carena Maxsurf.*
- Figura F4.3: Entrada referencias en Maxsurf.*
- Figura F4.4: Definición tipo de casco en Maxsurf.*
- Figura F4.5: Vista longitudinal de carena con flotación de proyecto en Maxsurf.*
- Figura F4.6: Vista isométrica de carena con flotación de proyecto en Maxsurf.*
- Figura F4.7: Vista de proa de carena con flotación de proyecto en Maxsurf.*
- Figura F4.8: Curva de áreas en Maxsurf.*
- Figura F4.9: Curvas calibración tanque de agua dulce.*
- Figura F4.10: Curvas calibración tanque de aguas grises y negras.*
- Figura F4.11: Curvas calibración tanque de aceite hidráulico.*
- Figura F4.12: Curvas calibración tanque de aguas aceitosas.*
- Figura F4.13: Hidrostáticas trimado 0m.*
- Figura F4.14: Hidrostáticas trimado +0.2m.*
- Figura F4.15: Hidrostáticas trimado +0.4m.*
- Figura F4.16: Hidrostáticas trimado +0.6m.*
- Figura F4.17: Hidrostáticas trimado +0.8m.*
- Figura F4.18: Hidrostáticas trimado -0.2m.*
- Figura F4.19: Hidrostáticas trimado -0.4m.*
- Figura F4.20: Coeficientes de formas.*
- Figura F4.21: Curvas KN.*
- Figura F4.22: Cálculo de volumen de la cabina en Rhinoceros.*
- Figura F4.23: Cálculo de volumen de la defensa en Rhinoceros.*

4.1 INTRODUCCIÓN:

A continuación, se estima el comportamiento del buque a nivel hidrostático o hidrodinámico mediante los cálculos de arquitectura naval. Éstos permiten evaluar el cumplimiento de pautas y normativas con el objetivo de garantizar la seguridad del buque.

Para realizar los cálculos de arquitectura naval se ha recurrido al paquete de programas de arquitectura naval de Maxsurf, concretamente el propio Maxsurf para modelar el casco a partir de las formas del plano de trazado y el Stability para estimar el comportamiento del buque usando cómo entrada el compartimentado y desglose de pesos obtenidos en los correspondientes cuadernillos a partir de la disposición general.

Han sido necesarias 3 iteraciones para ajustar las formas y la disposición de pesos con el objetivo de obtener trimados adecuados en equilibrio en las condiciones de carga descritas.

4.2 MODELADO DE FORMAS:

Se han diseñado las formas a partir de los parámetros y disposición general descritos en los correspondientes cuadernillos. Las formas se han modelado inicialmente en el software Rhinoceros y posteriormente se han exportado a Maxsurf donde se han validado, siendo necesario tres iteraciones para llegar a cumplir con una condición de trimado adecuada en las principales condiciones de carga y al mismo tiempo asegurando la correcta inmersión de los propulsores.

A continuación se muestran las formas modeladas con Maxsurf:

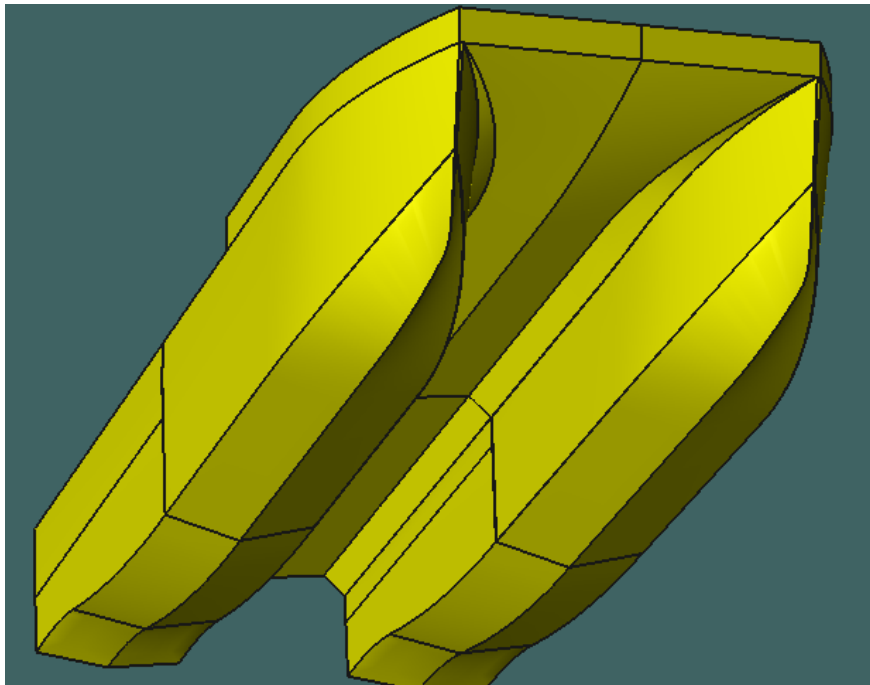


Figura F4.1: Vista isométrica modelo carena Maxsurf, elaboración propia.

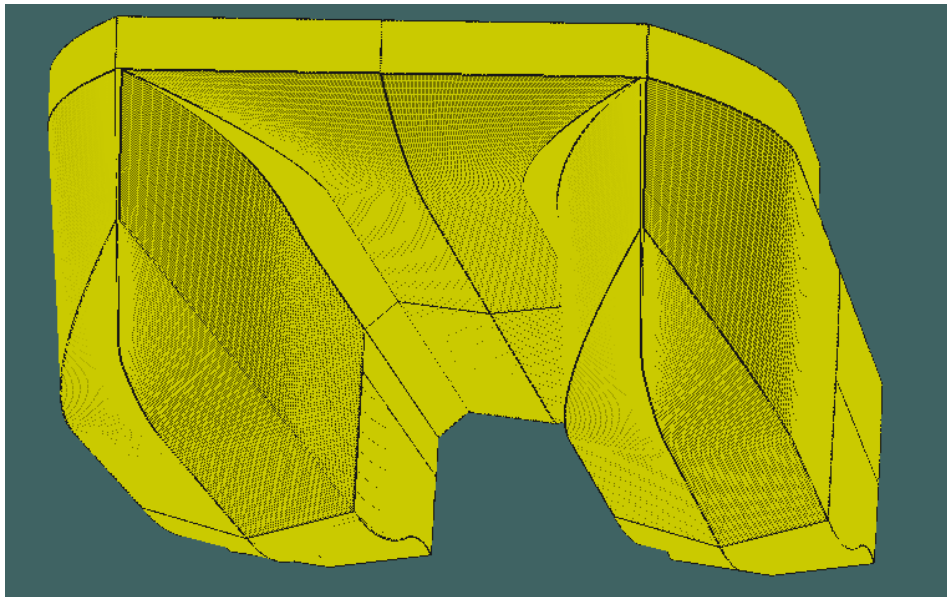


Figura F4.2: Vista isomètrica modelo carena Maxsurf, elaboración propia.

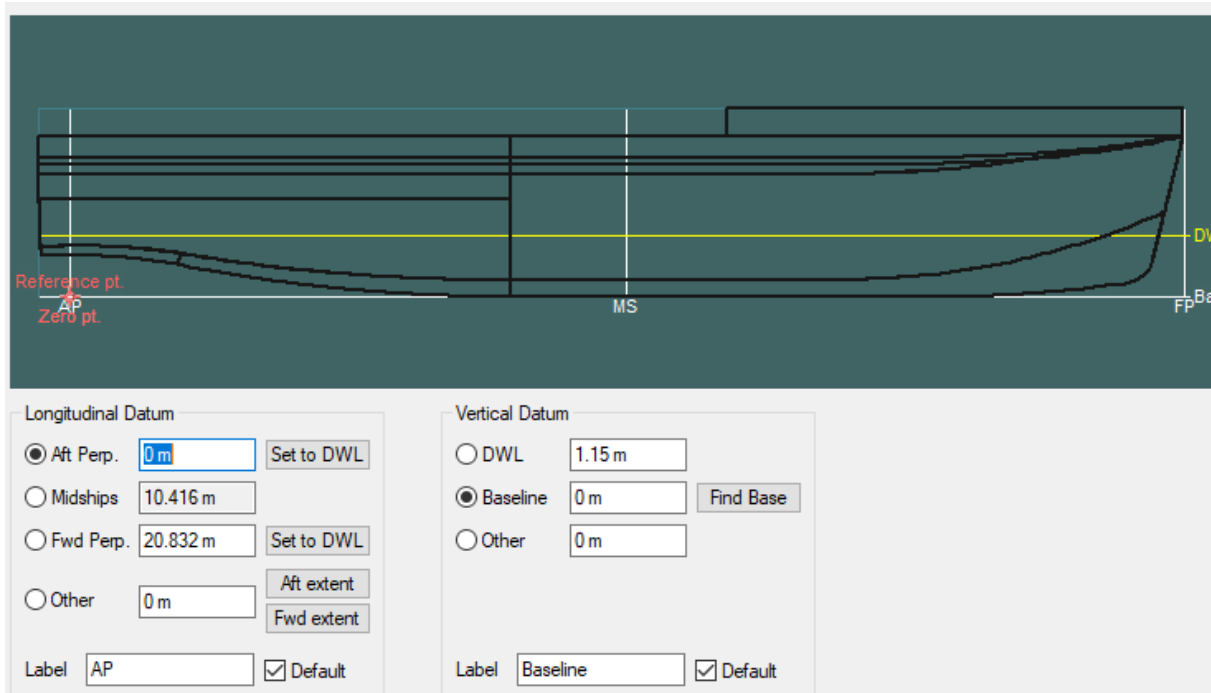


Figura F4.3: Entrada referencias en Maxsurf, elaboración propia.

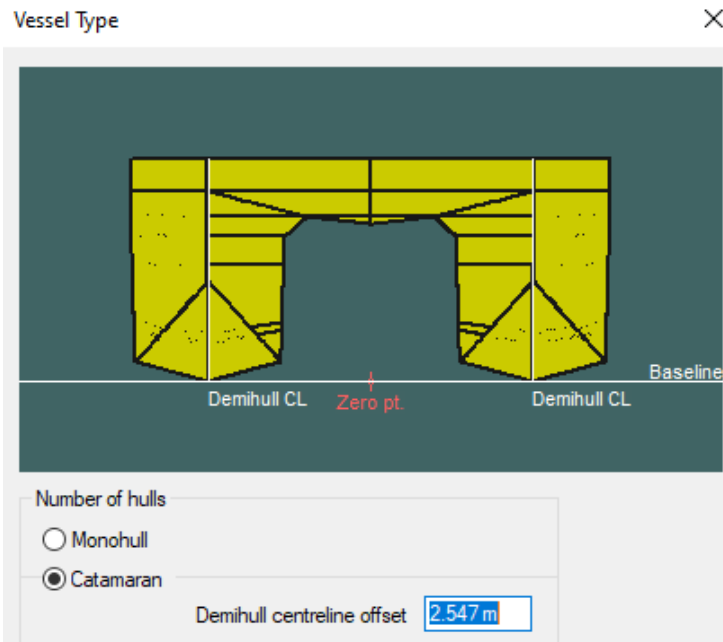


Figura F4.4: Definición tipo de casco en Maxsurf, elaboración propia.

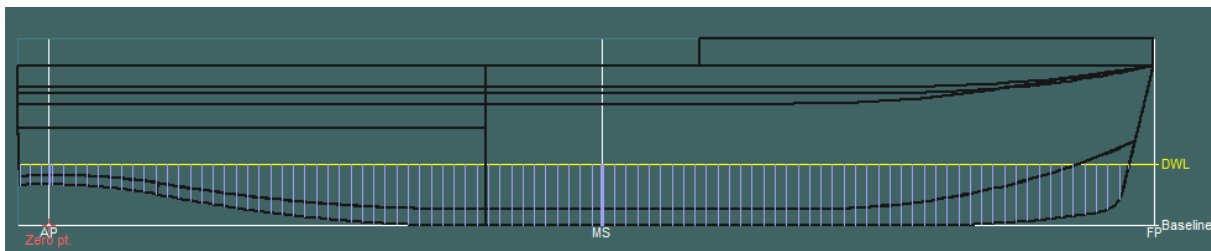


Figura F4.5: Vista longitudinal de carena con flotación de proyecto en Maxsurf, elaboración propia.

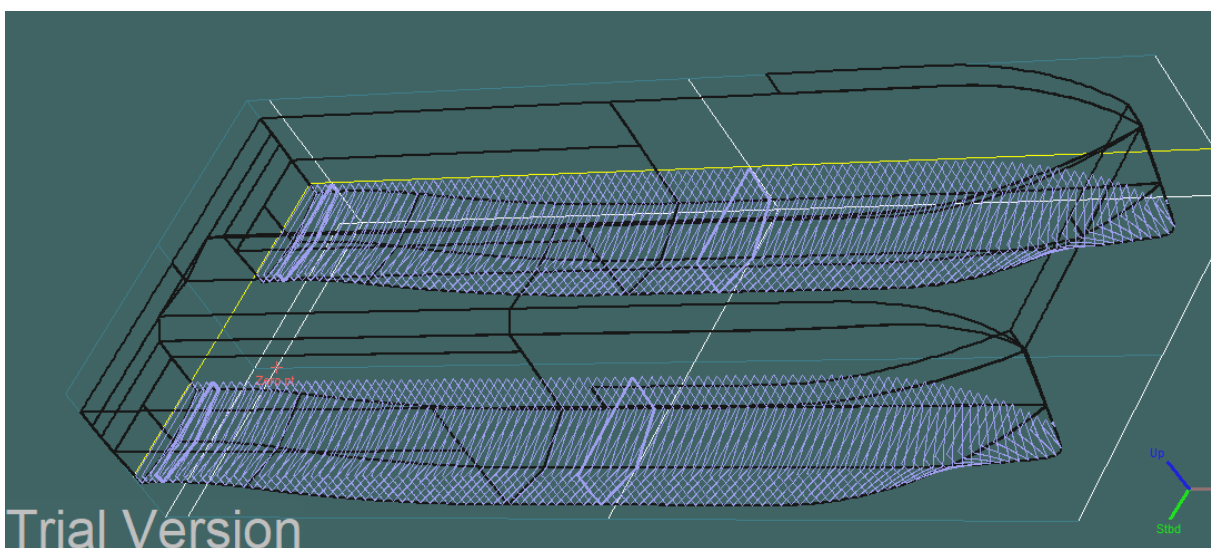


Figura F4.6: Vista isométrica de carena con flotación de proyecto en Maxsurf, elaboración propia.

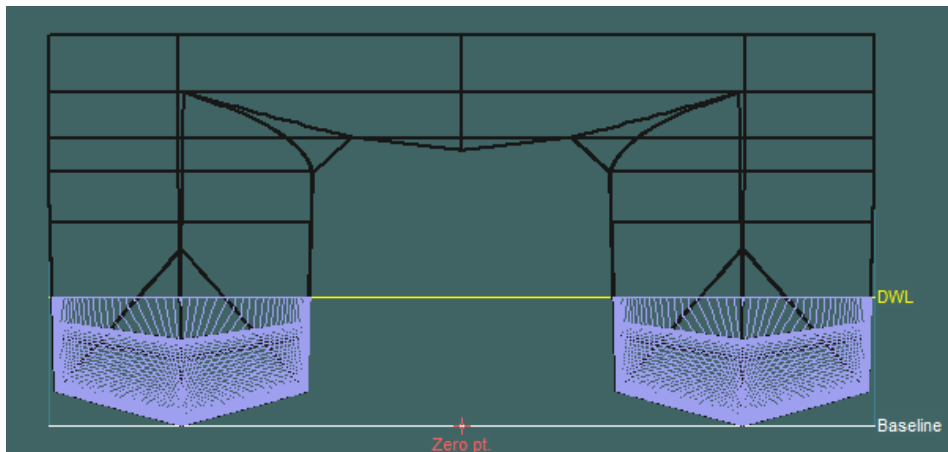


Figura F4.7: Vista de proa de carena con flotación de proyecto en Maxsurf, elaboración propia.

Curva de áreas en la flotación de diseño:

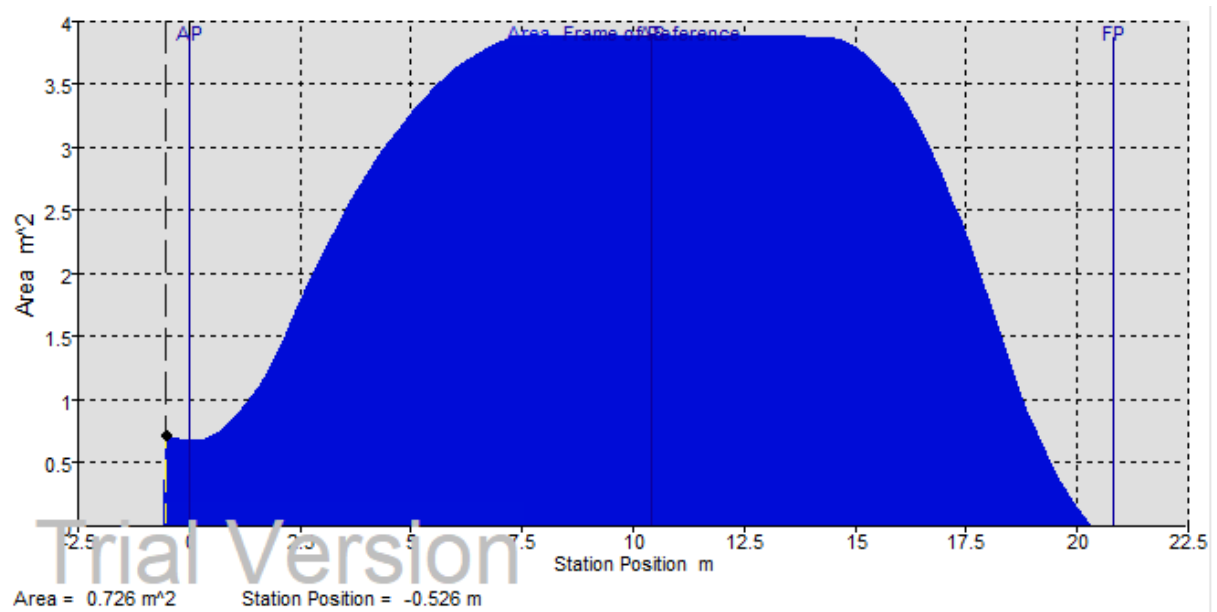


Figura F4.8: Curva de áreas en Maxsurf, elaboración propia.



4.3 CALIBRACIÓN DE TANQUES:

Calibración tanque de agua dulce:

Fluido = Aguas dulce

Peso específico = 1.025 Tm/m³

Permeabilidad = 96 %

Tank Name	Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m ³	Capacity tonne	LCG m	TCG m	VCG m	FSM tonne.m
Tanque agua dulce	0.530	0.000	100.000	0.283	0.283	3.804	1.740	2.285	0.000
	0.525	0.005	99.057	0.280	0.280	3.804	1.740	2.282	0.013
	0.519	0.011	98.000	0.277	0.277	3.804	1.740	2.280	0.013
	0.519	0.011	97.900	0.277	0.277	3.804	1.740	2.279	0.013
	0.500	0.030	94.340	0.267	0.267	3.804	1.740	2.270	0.013
	0.475	0.055	89.623	0.254	0.254	3.804	1.740	2.257	0.013
	0.450	0.080	84.906	0.240	0.240	3.804	1.740	2.245	0.013
	0.425	0.105	80.189	0.227	0.227	3.804	1.740	2.232	0.013
	0.400	0.130	75.472	0.214	0.214	3.804	1.740	2.220	0.013
	0.375	0.155	70.755	0.200	0.200	3.804	1.740	2.207	0.013
	0.350	0.180	66.038	0.187	0.187	3.804	1.740	2.195	0.013
	0.325	0.205	61.321	0.174	0.174	3.804	1.740	2.182	0.013
	0.300	0.230	56.604	0.160	0.160	3.804	1.740	2.170	0.013
	0.275	0.255	51.887	0.147	0.147	3.804	1.740	2.157	0.013
	0.250	0.280	47.170	0.134	0.134	3.804	1.740	2.145	0.013
	0.225	0.305	42.453	0.120	0.120	3.804	1.740	2.132	0.013
	0.200	0.330	37.736	0.107	0.107	3.804	1.740	2.120	0.013
	0.175	0.355	33.019	0.093	0.093	3.804	1.740	2.107	0.013
	0.150	0.380	28.302	0.080	0.080	3.804	1.740	2.095	0.013
	0.125	0.405	23.585	0.067	0.067	3.804	1.740	2.082	0.013
	0.100	0.430	18.868	0.053	0.053	3.804	1.740	2.070	0.013
	0.075	0.455	14.151	0.040	0.040	3.804	1.740	2.057	0.013
	0.050	0.480	9.434	0.027	0.027	3.804	1.740	2.045	0.013
	0.025	0.505	4.717	0.013	0.013	3.804	1.740	2.032	0.013
	0.005	0.525	1.000	0.003	0.003	3.804	1.740	2.023	0.013
	0.000	0.530	0.000	0.000	0.000	3.804	1.740	2.020	0.000

Tabla T4.1: Calibración tanque de agua dulce, elaboración propia.

Curvas calibración tanque:

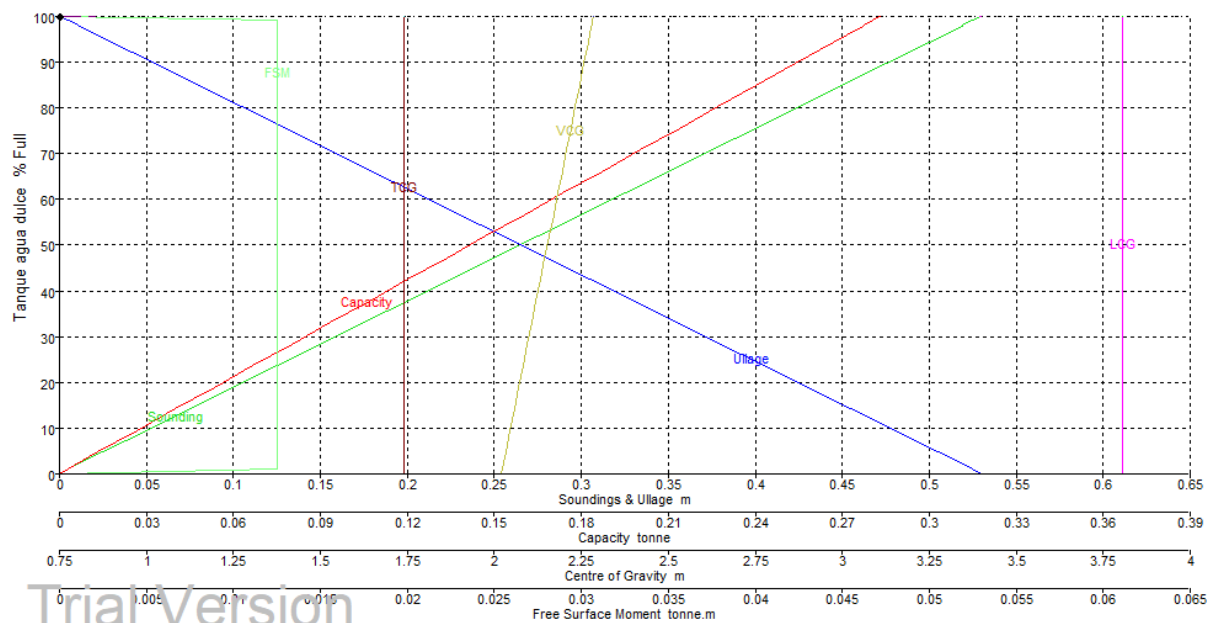


Figura F4.9: Curvas calibración tanque de agua dulce, elaboración propia



Calibración tanque de aguas grises y negras:

Fluido = Aguas negras y grises

Peso específico = 1.025 Tm/m³

Permeabilidad = 96 %

Tank Name	Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m ³	Capacity tonne	LCG m	TCG m	VCG m	FSM tonne.m
Tanque aguas grises y negras	0.530	0.000	100.000	0.283	0.290	2.601	1.740	2.285	0.000
	0.525	0.005	99.057	0.280	0.287	2.601	1.740	2.282	0.013
	0.519	0.011	98.000	0.277	0.284	2.601	1.740	2.280	0.013
	0.519	0.011	97.900	0.277	0.284	2.601	1.740	2.279	0.013
	0.500	0.030	94.340	0.267	0.274	2.601	1.740	2.270	0.013
	0.475	0.055	89.623	0.254	0.260	2.601	1.740	2.257	0.013
	0.450	0.080	84.906	0.240	0.246	2.601	1.740	2.245	0.013
	0.425	0.105	80.189	0.227	0.233	2.601	1.740	2.232	0.013
	0.400	0.130	75.472	0.214	0.219	2.601	1.740	2.220	0.013
	0.375	0.155	70.755	0.200	0.205	2.601	1.740	2.207	0.013
	0.350	0.180	66.038	0.187	0.192	2.601	1.740	2.195	0.013
	0.325	0.205	61.321	0.174	0.178	2.601	1.740	2.182	0.013
	0.300	0.230	56.604	0.160	0.164	2.601	1.740	2.170	0.013
	0.275	0.255	51.887	0.147	0.151	2.601	1.740	2.157	0.013
	0.250	0.280	47.170	0.134	0.137	2.601	1.740	2.145	0.013
	0.225	0.305	42.453	0.120	0.123	2.601	1.740	2.132	0.013
	0.200	0.330	37.736	0.107	0.110	2.601	1.740	2.120	0.013
	0.175	0.355	33.019	0.093	0.096	2.601	1.740	2.107	0.013
	0.150	0.380	28.302	0.080	0.082	2.601	1.740	2.095	0.013
	0.125	0.405	23.585	0.067	0.068	2.601	1.740	2.082	0.013
	0.100	0.430	18.868	0.053	0.055	2.601	1.740	2.070	0.013
	0.075	0.455	14.151	0.040	0.041	2.601	1.740	2.057	0.013
	0.050	0.480	9.434	0.027	0.027	2.601	1.740	2.045	0.013
	0.025	0.505	4.717	0.013	0.014	2.601	1.740	2.032	0.013
	0.005	0.525	1.000	0.003	0.003	2.601	1.740	2.023	0.013
	0.000	0.530	0.000	0.000	0.000	2.601	1.740	2.020	0.000

Tabla T4.2: Calibración tanque de aguas grises y negras, elaboración propia.

Curvas calibración tanque:

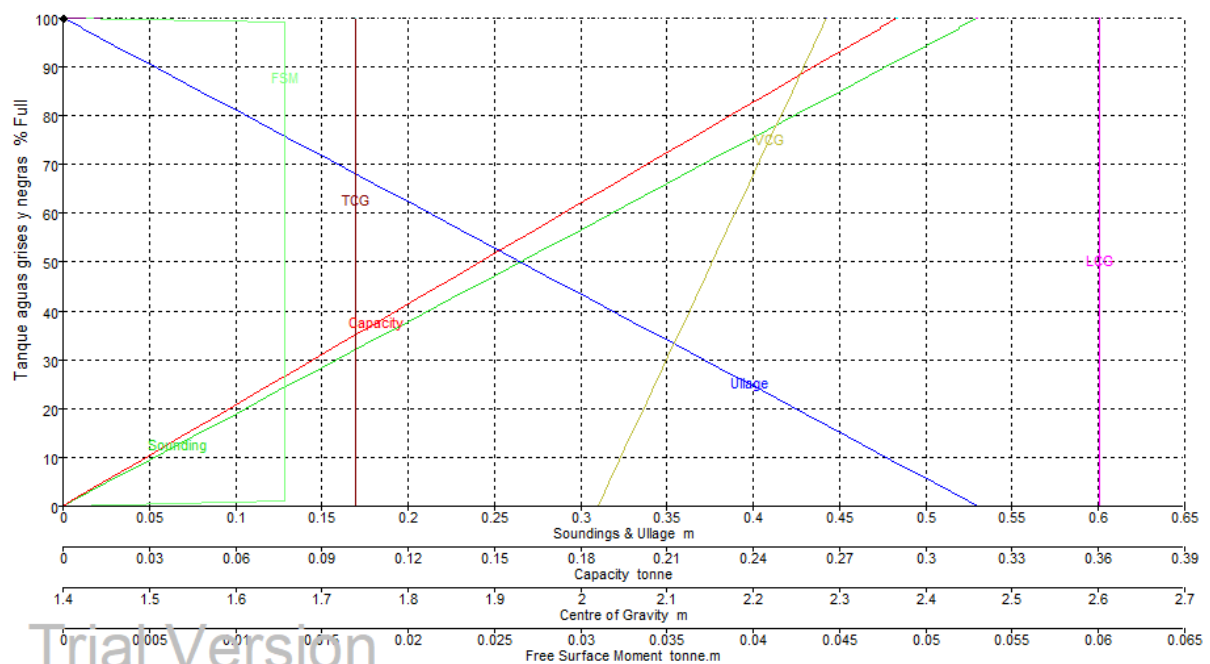


Figura F4.10: Curvas calibración tanque de aguas grises y negras, elaboración propia.



Calibración tanque de aceite hidráulico:

Fluido = Aceite hidraulico

Peso específico = 0.92 Tm/m³

Permeabilidad = 96 %

Tank Name	Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m ³	Capacity tonne	LCG m	TCG m	VCG m	FSM tonne.m
Tanque aceite hidraulico	0.262	0.000	100.000	0.140	0.128	15.115	1.740	0.844	0.000
	0.260	0.002	99.237	0.138	0.127	15.115	1.740	0.843	0.012
	0.257	0.005	98.000	0.137	0.126	15.115	1.740	0.841	0.012
	0.256	0.006	97.900	0.137	0.126	15.115	1.740	0.841	0.012
	0.240	0.022	91.603	0.128	0.118	15.115	1.740	0.833	0.012
	0.220	0.042	83.969	0.117	0.108	15.115	1.740	0.823	0.012
	0.200	0.062	76.336	0.107	0.098	15.115	1.740	0.813	0.012
	0.180	0.082	68.702	0.096	0.088	15.115	1.740	0.803	0.012
	0.160	0.102	61.069	0.085	0.078	15.115	1.740	0.793	0.012
	0.140	0.122	53.435	0.075	0.069	15.115	1.740	0.783	0.012
	0.120	0.142	45.802	0.064	0.059	15.115	1.740	0.773	0.012
	0.100	0.162	38.168	0.053	0.049	15.115	1.740	0.763	0.012
	0.080	0.182	30.534	0.043	0.039	15.115	1.740	0.753	0.012
	0.060	0.202	22.901	0.032	0.029	15.115	1.740	0.743	0.012
	0.040	0.222	15.267	0.021	0.020	15.115	1.740	0.733	0.012
	0.020	0.242	7.634	0.011	0.010	15.115	1.740	0.723	0.012
	0.003	0.259	1.000	0.001	0.001	15.115	1.740	0.714	0.012
	0.000	0.262	0.000	0.000	0.000	15.115	1.740	0.713	0.000

Tabla T4.3: Calibración tanque de aceite hidráulico, elaboración propia.

Curvas de calibración tanque:

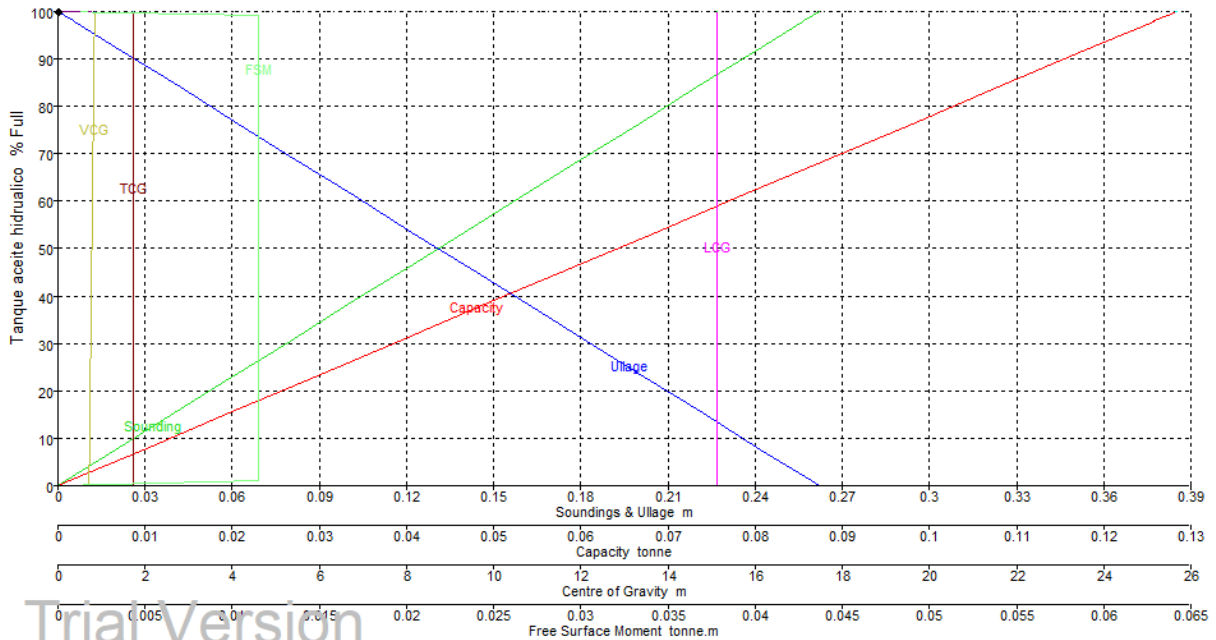


Figura F4.11: Curvas calibración tanque de aceite hidráulico, elaboración propia.



Calibración tanque de aguas aceitosas:

Fluido = Aguas aceitosas

Peso específico = 0.92 Tm/m³

Permeabilidad = 96 %

Tank Name	Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m ³	Capacity tonne	LCG m	TCG m	VCG m	FSM tonne.m
Tanque aguas aceitosas	0.262	0.000	100.000	0.138	0.127	16.421	3.296	0.844	0.000
	0.260	0.002	99.233	0.137	0.126	16.421	3.296	0.843	0.011
	0.257	0.005	98.000	0.136	0.125	16.421	3.296	0.842	0.011
	0.257	0.005	97.900	0.135	0.125	16.421	3.296	0.841	0.011
	0.240	0.022	91.567	0.127	0.117	16.421	3.295	0.833	0.011
	0.220	0.042	83.905	0.116	0.107	16.420	3.295	0.823	0.011
	0.200	0.062	76.249	0.105	0.097	16.420	3.295	0.813	0.011
	0.180	0.082	68.597	0.095	0.087	16.420	3.295	0.803	0.011
	0.160	0.102	60.951	0.084	0.078	16.420	3.295	0.793	0.011
	0.140	0.122	53.310	0.074	0.068	16.420	3.295	0.783	0.011
	0.120	0.142	45.674	0.063	0.058	16.420	3.295	0.773	0.011
	0.100	0.162	38.043	0.053	0.048	16.420	3.295	0.763	0.011
	0.080	0.182	30.419	0.042	0.039	16.419	3.295	0.753	0.011
	0.060	0.202	22.802	0.032	0.029	16.419	3.294	0.743	0.011
	0.040	0.222	15.194	0.021	0.019	16.419	3.294	0.733	0.011
	0.020	0.242	7.593	0.011	0.010	16.419	3.294	0.723	0.011
	0.003	0.259	1.000	0.001	0.001	16.419	3.294	0.714	0.011
	0.000	0.262	0.000	0.000	0.000	16.419	3.294	0.713	0.000

Tabla T4.4: Calibración tanque de aguas aceitosas, elaboración propia.

Curvas de calibración tanque:

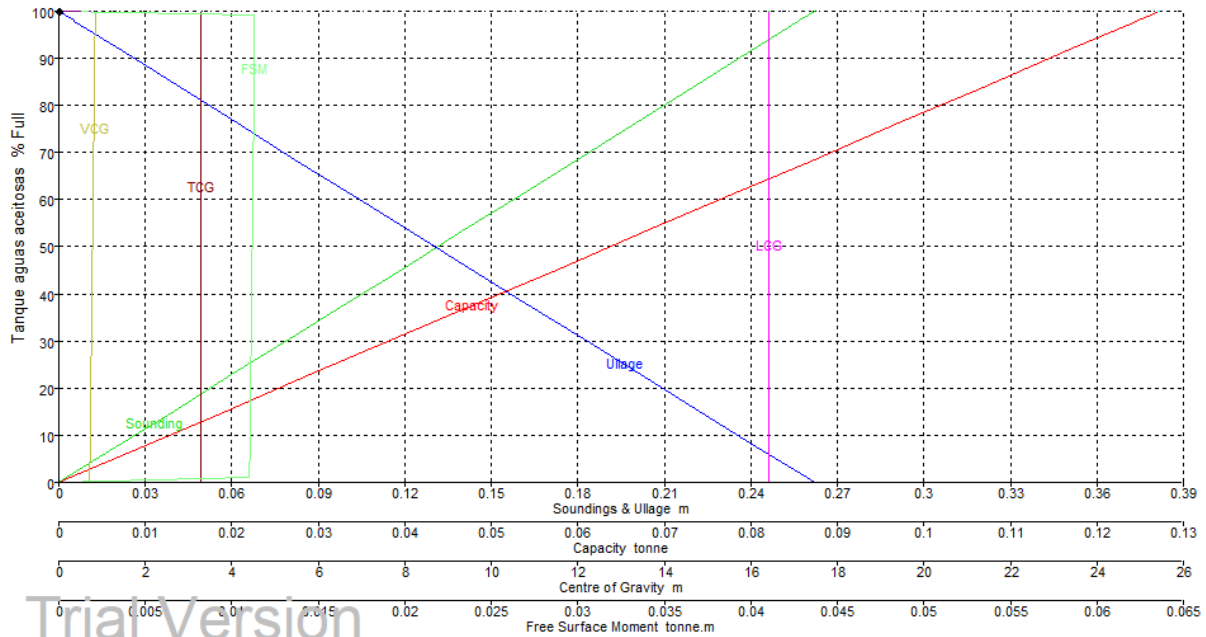


Figura F4.12: Curvas calibración tanque de aguas aceitosas, elaboración propia.

4.4 CURVAS HIDROSTÁTICAS:

Las curvas hidrostáticas proporcionan datos geométricos de una carena en función del calado por lo que permiten obtener los principales parámetros de estabilidad y características de las formas solo de



un buque en determinadas condiciones de carga entrando a las mismas por el calado de la embarcación en dichas condiciones.

Los principales parámetros de dichas curvas son:

1. Desplazamiento en toneladas [Disp.]
2. Superficie mojada [Wet. Área]
3. Áreas de la flotación [WPA]
4. Posición longitudinal del centro de carena [LCB]
5. Posición longitudinal del centro de gravedad de la flotación [LCF]
6. Altura del centro de carena sobre la línea base [KB]
7. Radio metacéntrico transversal [KMt]
8. Radio metacéntrico longitudinal [KML]
9. Toneladas por cm de inmersión [TPc]
10. Momento para variar el trimado un centímetro [MTc]
12. Coeficiente prismático [Prismatic]
13. Coeficiente de bloque [Block]
14. Coeficiente de la maestra [Midship Area]
15. Coeficiente de la flotación [Waterplane Area]

A continuación se muestran las tablas y curvas hidrostáticas con las siguientes condiciones de trimado con el objetivo de cubrir las principales condiciones de carga de proyecto de la embarcación:

- | | | |
|--------------------|------|---|
| - Asiento neutro | 0 | m |
| - Asiento apopante | +0.2 | m |
| - Asiento apopante | +0.4 | m |
| - Asiento apopante | +0.6 | m |
| - Asiento apopante | +0.8 | m |
| - Asiento aproante | -0.2 | m |
| - Asiento aproante | -0.4 | m |

Todas ellas considerando una densidad del agua de mar de 1.025 T/m^3 , se han calculado para calados desde 0 a 4 m con intervalos de calado de 0.2m



Hidroestáticas trimado +0m para densidad del agua 1025 kg/m³:

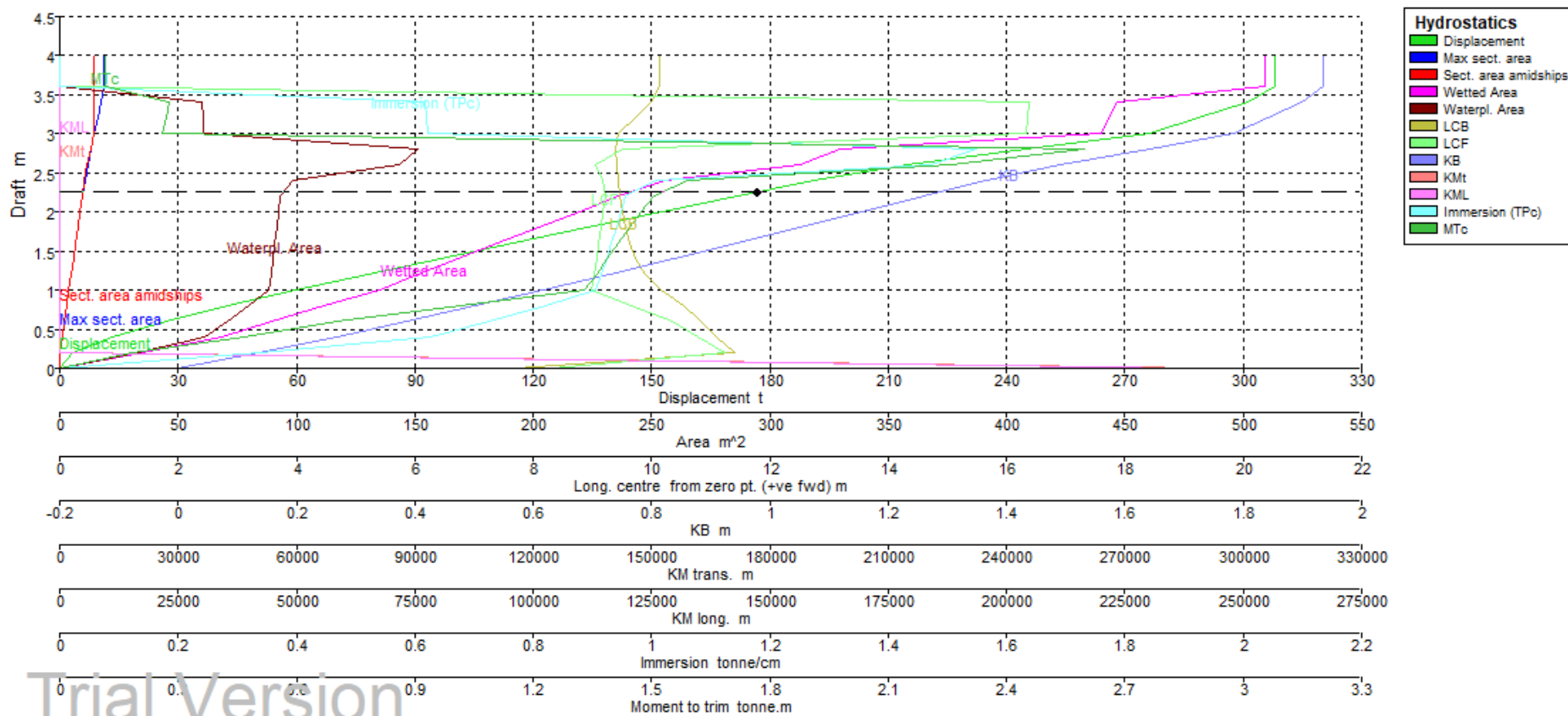


Figura F4.13: Hidroestáticas trimado 0m, elaboración propia.



Tablas hidrostáticas trimado +0m para densidad del agua 1025 kg/m³:

Draft Amidships m	0.000	0.200	0.400	0.600	0.800	1.000	1.200	1.400	1.600	1.800	2.000	2.200	2.400	2.600	2.800	3.000	3.200	3.400	3.600	3.800	4.000
Displacement t	0.0000	3.200	13.46	27.05	42.38	59.93	78.13	96.51	115.1	133.8	152.7	171.7	191.2	214.7	245.0	276.3	288.7	301.1	308.1	308.1	308.1
Heel deg	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Draft at FP m	0.000	0.200	0.400	0.600	0.800	1.000	1.200	1.400	1.600	1.800	2.000	2.200	2.400	2.600	2.800	3.000	3.200	3.400	3.600	3.800	4.000
Draft at AP m	0.000	0.200	0.400	0.600	0.800	1.000	1.200	1.400	1.600	1.800	2.000	2.200	2.400	2.600	2.800	3.000	3.200	3.400	3.600	3.800	4.000
Draft at LCF m	0.000	0.200	0.400	0.600	0.800	1.000	1.200	1.400	1.600	1.800	2.000	2.200	2.400	2.600	2.800	3.000	3.200	3.400	3.600	3.800	4.000
Trim (+ve by stern) m	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
WL Length m	8.737	14.824	17.012	18.256	20.835	20.891	20.947	21.003	21.059	21.115	21.165	21.214	21.263	21.312	21.362	8.549	8.550	8.550	0.000	0.000	0.000
Beam max extents on WL m	0.000	6.563	7.385	7.397	7.409	7.420	7.432	7.444	7.456	7.467	7.479	7.490	7.495	7.495	7.495	7.496	7.496	7.496	0.000	0.000	0.000
Wetted Area m ²	0.000	34.684	68.456	89.176	111.483	135.099	151.222	168.088	184.990	202.106	219.858	236.025	255.560	313.041	329.456	439.965	443.389	446.836	509.154	509.154	509.154
Waterpl. Area m ²	0.000	32.943	61.161	70.707	80.036	88.304	89.269	90.113	90.941	91.774	92.548	93.243	98.500	143.752	151.108	60.783	60.487	60.195	0.000	0.000	0.000
Prismatic coeff. (Cp)	0.013	0.716	0.691	0.710	0.670	0.720	0.755	0.778	0.795	0.808	0.818	0.827	0.833	0.839	0.846	2.145	2.037	1.944	0.000	0.000	0.000
Block coeff. (Cb)	0.006	0.358	0.421	0.523	0.536	0.601	0.648	0.681	0.705	0.723	0.737	0.749	0.721	0.504	0.533	1.402	1.373	1.348	0.000	0.000	0.000
Max Sect. area coeff. (Cm)	0.500	0.500	0.610	0.737	0.799	0.836	0.859	0.875	0.887	0.895	0.902	0.908	0.865	0.602	0.630	0.654	0.674	0.693			
Waterpl. area coeff. (Cwp)	0.014	0.756	0.784	0.841	0.830	0.908	0.911	0.913	0.914	0.916	0.916	0.918	0.914	0.900	0.944	0.949	0.944	0.939	0.000	0.000	0.000
LCB from zero pt. (+ve fwd) m	7.717	11.419	11.086	10.821	10.554	10.148	9.885	9.728	9.625	9.555	9.506	9.472	9.445	9.407	9.393	9.432	9.729	10.002	10.145	10.145	10.145
LCF from zero pt. (+ve fwd) m	8.308	11.244	10.778	10.353	9.653	8.991	9.039	9.075	9.108	9.141	9.177	9.216	9.186	9.046	9.513	16.331	16.353	16.376	0.000	0.000	0.000
KB m	0.000	0.135	0.268	0.386	0.500	0.618	0.730	0.839	0.945	1.051	1.156	1.261	1.367	1.492	1.641	1.784	1.840	1.900	1.935	1.935	1.935
BMt m	293217.495	70.055	32.039	18.475	13.345	10.447	8.106	6.628	5.614	4.875	4.312	3.866	3.537	3.274	2.912	0.961	0.915	0.873	0.000	0.000	0.000
BML m	239472.906	121.417	73.614	54.906	50.635	46.749	36.709	30.272	25.836	22.595	20.113	18.147	17.149	21.559	21.598	1.321	1.247	1.180	0.000	0.000	0.000
GMt m	293216.345	69.041	31.158	17.711	12.695	9.914	7.686	6.316	5.409	4.776	4.318	3.977	3.754	3.616	3.402	1.595	1.605	1.623	0.785	0.785	0.785
GML m	239471.756	120.403	72.732	54.142	49.986	46.217	36.290	29.960	25.631	22.496	20.119	18.258	17.366	21.900	22.089	1.955	1.937	1.930	0.785	0.785	0.785
KMt m	293217.495	70.191	32.308	18.861	13.845	11.064	8.836	7.466	6.559	5.926	5.468	5.127	4.904	4.766	4.552	2.745	2.755	2.773	1.935	1.935	1.935
KML m	239472.906	121.553	73.882	55.292	51.136	47.367	37.440	31.110	26.781	23.646	21.269	19.408	18.516	23.050	23.239	3.105	3.087	3.080	1.935	1.935	1.935
Immersion (TPc) tonne/cm	0.000	0.338	0.627	0.725	0.820	0.905	0.915	0.924	0.932	0.941	0.949	0.956	1.010	1.473	1.549	0.623	0.620	0.617	0.000	0.000	0.000
MTc tonne.m	0.000	0.185	0.470	0.703	1.017	1.330	1.361	1.388	1.416	1.445	1.475	1.505	1.594	2.257	2.598	0.259	0.269	0.279	0.116	0.116	0.116
RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) tonne.m	0.000	3.856	7.321	8.362	9.391	10.370	10.480	10.639	10.863	11.154	11.507	11.920	12.528	13.549	14.548	7.693	8.089	8.528	4.223	4.223	4.223
Max deck inclination deg	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Trim angle (+ve by stern) deg	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

Tabla T4.5: Tablas hidrostáticas trimado +0m, elaboración propia.



Curvas hidrostáticas trimado +0.2m para densidad del agua 1025 kg/m³:

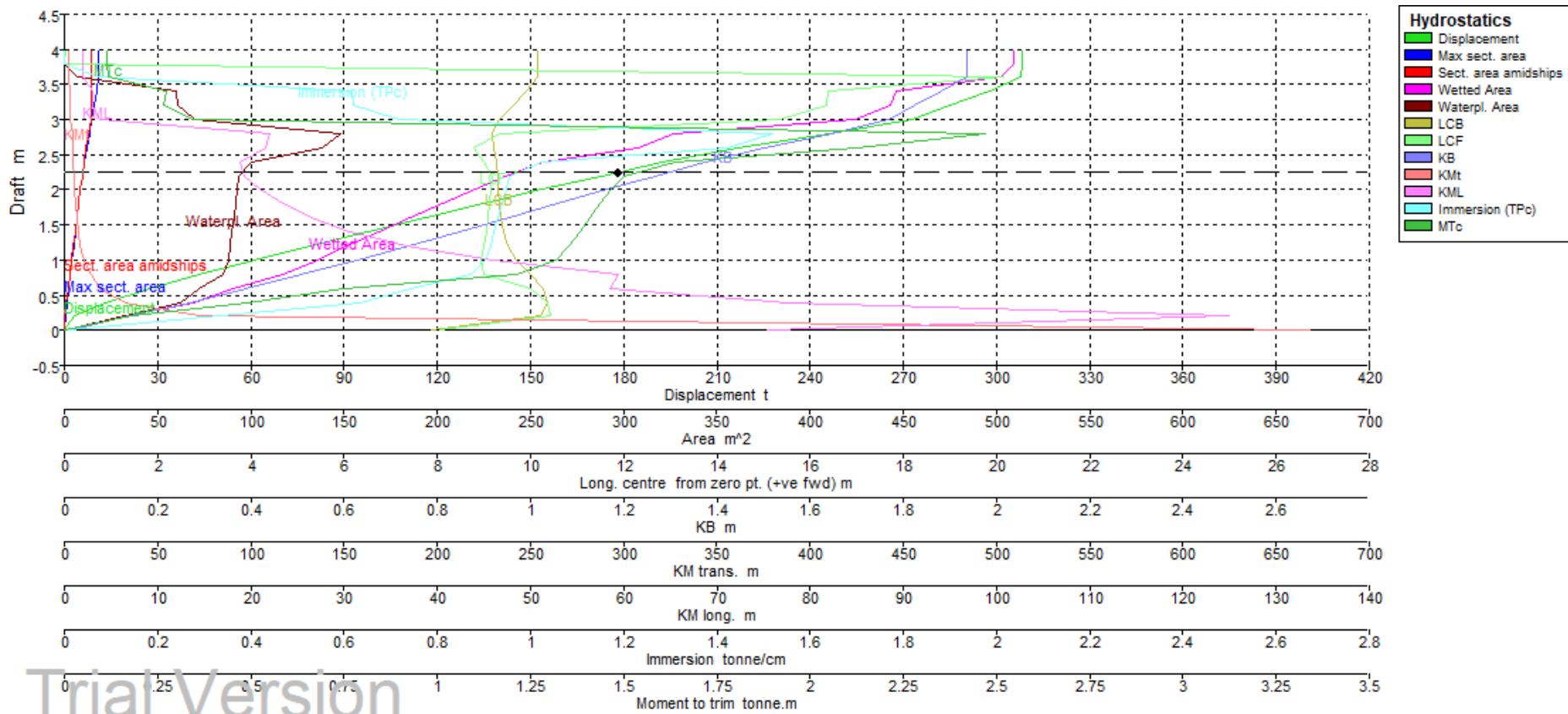


Figura F4.14: Hidrostáticas trimado +0.2m, elaboración propia.



Tablas hidrostáticas trimado +0.2m para densidad del agua 1025 kg/m³:

	0.000	0.200	0.400	0.600	0.800	1.000	1.200	1.400	1.600	1.800	2.000	2.200	2.400	2.600	2.800	3.000	3.200	3.400	3.600	3.800	4.000
Draft Amidships m	0.000	0.200	0.400	0.600	0.800	1.000	1.200	1.400	1.600	1.800	2.000	2.200	2.400	2.600	2.800	3.000	3.200	3.400	3.600	3.800	4.000
Displacement t	0.0086	3.062	13.37	27.21	43.28	61.19	79.35	97.71	116.3	135.0	153.8	172.8	192.5	218.8	246.5	272.8	285.2	297.6	308.0	308.1	308.1
Heel deg	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Draft at FP m	-0.100	0.100	0.300	0.500	0.700	0.900	1.100	1.300	1.500	1.700	1.900	2.100	2.300	2.500	2.700	2.900	3.100	3.300	3.500	3.700	3.900
Draft at AP m	0.100	0.300	0.500	0.700	0.900	1.100	1.300	1.500	1.700	1.900	2.100	2.300	2.500	2.700	2.900	3.100	3.300	3.500	3.700	3.900	4.100
Draft at LCF m	0.023	0.200	0.401	0.604	0.814	1.014	1.213	1.413	1.613	1.812	2.012	2.212	2.414	2.616	2.810	2.953	3.143	3.343	3.506	3.900	4.100
Trim (+ve by stern) m	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200
WL Length m	3.951	14.664	17.306	18.829	20.810	20.872	20.928	20.984	21.040	21.094	21.143	21.191	21.240	21.289	21.338	10.154	8.550	8.550	1.267	0.000	0.000
Beam max extents on WL m	5.298	6.772	7.388	7.401	7.414	7.426	7.438	7.450	7.462	7.474	7.484	7.492	7.495	7.495	7.495	7.494	7.496	7.496	6.196	0.000	0.000
Wetted Area m ²	0.894	34.008	68.918	90.393	116.818	135.992	151.628	168.482	185.369	202.896	220.609	236.662	257.048	307.594	326.735	424.303	442.921	445.815	502.094	509.154	509.154
Waterpl. Area m ²	0.863	32.571	62.129	72.275	85.190	88.108	89.147	90.013	90.832	91.641	92.397	93.193	100.036	138.670	148.434	70.030	60.617	60.204	7.201	0.000	0.000
Prismatic coeff. (Cp)	0.373	0.534	0.605	0.651	0.657	0.712	0.747	0.771	0.789	0.802	0.813	0.821	0.828	0.833	0.839	1.783	2.030	1.937	12.813	0.000	0.000
Block coeff. (Cb)	0.186	0.266	0.384	0.487	0.528	0.596	0.643	0.675	0.699	0.717	0.732	0.736	0.625	0.504	0.532	1.155	1.345	1.322	10.552	0.000	0.000
Max Sect. area coeff. (Cm)	0.500	0.500	0.636	0.749	0.806	0.840	0.863	0.878	0.889	0.897	0.904	0.910	0.856	0.606	0.634	0.648	0.672	0.662	0.824		
Waterpl. area coeff. (Cwp)	0.534	0.662	0.782	0.832	0.882	0.905	0.908	0.910	0.911	0.913	0.914	0.906	0.808	0.869	0.928	0.920	0.946	0.939	0.917	0.000	0.000
LCB from zero pt. (+ve fwd) m	7.886	10.228	10.361	10.277	10.003	9.685	9.526	9.433	9.375	9.337	9.312	9.297	9.279	9.204	9.193	9.334	9.635	9.915	10.144	10.145	10.145
LCF from zero pt. (+ve fwd) m	8.061	10.432	10.358	10.015	9.006	8.951	9.010	9.051	9.086	9.121	9.159	9.187	8.996	8.789	9.337	15.356	16.359	16.372	20.166	0.015	0.017
KB m	0.017	0.138	0.271	0.390	0.509	0.628	0.739	0.847	0.953	1.059	1.163	1.268	1.374	1.503	1.649	1.769	1.824	1.883	1.935	1.935	1.935
BMT m	667.779	72.418	32.784	18.778	13.926	10.210	7.971	6.540	5.550	4.827	4.273	3.837	3.514	3.222	2.877	1.159	0.928	0.883	0.066	0.000	0.000
BML m	75.382	124.775	77.416	58.106	58.998	45.416	35.958	29.777	25.462	22.301	19.858	17.994	17.507	20.062	20.388	1.991	1.272	1.194	0.003	0.000	0.000
GMt m	666.622	71.404	31.904	18.016	13.281	9.681	7.551	6.227	5.344	4.726	4.276	3.944	3.728	3.564	3.364	1.767	1.594	1.611	0.849	0.783	0.783
GML m	74.225	123.762	76.537	57.345	58.353	44.886	35.539	29.464	25.256	22.199	19.861	18.101	17.720	20.403	20.875	2.599	1.938	1.922	0.786	0.783	0.783
KMt m	667.765	72.553	33.053	19.167	14.434	10.837	8.709	7.396	6.503	5.886	5.436	5.105	4.888	4.725	4.525	2.927	2.751	2.766	2.002	1.935	1.935
KML m	75.396	124.908	77.683	58.493	59.505	46.041	36.696	30.623	26.414	23.358	21.021	19.261	18.880	21.564	22.035	3.760	3.095	3.077	1.938	1.935	1.935
Immersion (TPc) tonne/cm	0.009	0.334	0.637	0.741	0.873	0.903	0.914	0.923	0.931	0.939	0.947	0.955	1.025	1.421	1.521	0.718	0.621	0.617	0.074	0.000	0.000
MTc tonne.m	0.000	0.182	0.491	0.749	1.212	1.318	1.354	1.382	1.409	1.438	1.467	1.502	1.637	2.123	2.470	0.340	0.265	0.275	0.116	0.116	0.116
RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) tonne.m	0.100	3.815	7.446	8.557	10.032	10.338	10.457	10.619	10.841	11.131	11.480	11.898	12.521	13.483	14.468	8.413	7.934	8.368	4.564	4.208	4.208
Max deck inclination deg	0.5501	0.5501	0.5501	0.5501	0.5501	0.5501	0.5501	0.5501	0.5501	0.5501	0.5501	0.5501	0.5501	0.5501	0.5501	0.5501	0.5501	0.5501	0.5501	0.5501	0.5501
Trim angle (+ve by stern) deg	0.5501	0.5501	0.5501	0.5501	0.5501	0.5501	0.5501	0.5501	0.5501	0.5501	0.5501	0.5501	0.5501	0.5501	0.5501	0.5501	0.5501	0.5501	0.5501	0.5501	0.5501

Tabla T4.6: Tablas hidrostáticas trimado +0.2m, elaboración propia.



Curvas hidrostáticas trimado +0.4m para densidad del agua 1025 kg/m³:

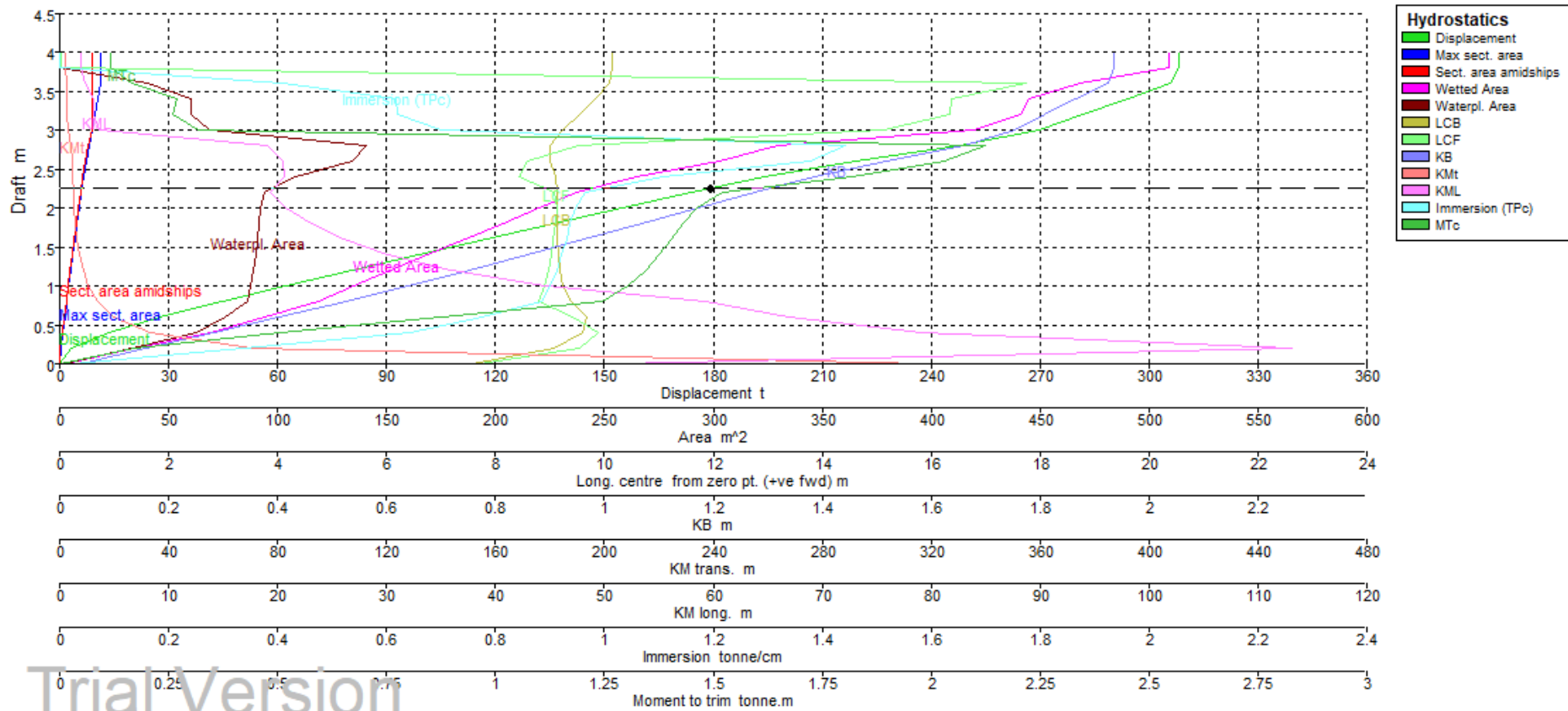


Figura F4.15: Hidrostáticas trimado +0.4m, elaboración propia.



Tablas hidrostáticas trimado +0.4m para densidad del agua 1025 kg/m³:

	0.000	0.200	0.400	0.600	0.800	1.000	1.200	1.400	1.600	1.800	2.000	2.200	2.400	2.600	2.800	3.000	3.200	3.400	3.600	3.800	4.000
Draft Amidships m	0.000	0.200	0.400	0.600	0.800	1.000	1.200	1.400	1.600	1.800	2.000	2.200	2.400	2.600	2.800	3.000	3.200	3.400	3.600	3.800	4.000
Displacement t	0.0465	3.197	13.55	27.68	44.62	62.46	80.59	98.93	117.5	136.1	155.0	174.0	194.2	219.1	248.1	269.5	281.7	294.0	305.9	308.1	308.1
Heel deg	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Draft at FP m	-0.200	0.000	0.200	0.400	0.600	0.800	1.000	1.200	1.400	1.600	1.800	2.000	2.200	2.400	2.600	2.800	3.000	3.200	3.400	3.600	3.800
Draft at AP m	0.200	0.400	0.600	0.800	1.000	1.200	1.400	1.600	1.800	2.000	2.200	2.400	2.600	2.800	3.000	3.200	3.400	3.600	3.800	4.000	4.200
Draft at LCF m	0.052	0.217	0.410	0.619	0.831	1.029	1.228	1.427	1.626	1.825	2.025	2.225	2.438	2.635	2.817	2.909	3.086	3.288	3.459	3.999	4.199
Trim (+ve by stern) m	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400
WL Length m	4.756	14.436	17.348	20.669	20.790	20.856	20.912	20.967	21.023	21.073	21.122	21.170	21.219	21.268	20.616	10.247	8.550	8.552	5.840	0.000	0.000
Beam max extents on WL m	5.510	6.990	7.392	7.406	7.421	7.433	7.444	7.456	7.468	7.480	7.488	7.494	7.495	7.495	7.495	7.494	7.496	7.496	7.496	0.000	0.000
Wetted Area m ²	2.308	34.176	69.397	93.788	118.891	135.156	152.037	168.885	185.982	203.676	219.765	237.436	264.962	302.779	329.335	419.950	441.373	444.796	468.261	509.154	509.154
Waterpl. Area m ²	2.229	32.917	62.822	75.754	86.271	87.861	88.998	89.901	90.759	91.506	92.315	94.041	108.007	134.297	140.717	68.460	60.592	60.241	40.084	0.000	0.000
Prismatic coeff. (Cp)	0.407	0.445	0.552	0.568	0.649	0.703	0.739	0.764	0.782	0.796	0.807	0.816	0.825	0.827	0.860	1.746	2.022	1.929	2.761	0.000	0.000
Block coeff. (Cb)	0.203	0.222	0.363	0.431	0.525	0.591	0.637	0.669	0.693	0.712	0.727	0.698	0.485	0.505	0.549	1.121	1.317	1.295	1.865	0.000	0.000
Max Sect. area coeff. (Cm)	0.500	0.500	0.659	0.760	0.813	0.844	0.865	0.880	0.890	0.899	0.905	0.911	0.847	0.612	0.639	0.642	0.671	0.690	0.676		
Waterpl. area coeff. (Cwp)	0.563	0.601	0.788	0.793	0.892	0.901	0.905	0.907	0.909	0.910	0.912	0.872	0.679	0.843	0.911	0.891	0.945	0.940	0.916	0.000	0.000
LCB from zero pt. (+ve fwd) m	7.569	9.092	9.612	9.687	9.403	9.247	9.179	9.146	9.130	9.123	9.122	9.124	9.097	9.013	9.005	9.244	9.539	9.828	10.084	10.145	10.145
LCF from zero pt. (+ve fwd) m	7.702	9.554	9.897	9.415	8.785	8.906	8.979	9.028	9.061	9.102	9.135	9.093	8.431	8.583	9.528	15.129	16.352	16.370	17.747	0.031	0.035
KB m	0.040	0.157	0.283	0.402	0.527	0.642	0.751	0.858	0.964	1.068	1.172	1.277	1.386	1.518	1.659	1.755	1.808	1.868	1.924	1.935	1.935
BMt m	319.146	70.340	32.723	19.328	13.707	9.975	7.835	6.451	5.489	4.779	4.238	3.816	3.491	3.173	2.743	1.170	0.939	0.894	0.543	0.000	0.000
BML m	51.010	113.038	78.843	66.565	58.830	44.043	35.182	29.273	25.119	22.000	19.652	18.107	19.294	18.952	17.361	1.876	1.285	1.210	0.366	0.000	0.000
GMt m	317.981	69.323	31.841	18.566	13.064	9.445	7.413	6.135	5.278	4.672	4.236	3.917	3.702	3.514	3.225	1.752	1.580	1.599	1.311	0.780	0.780
GML m	49.845	112.020	77.961	65.804	58.188	43.513	34.760	28.957	24.908	21.893	19.650	18.209	19.504	19.293	17.843	2.458	1.926	1.915	1.134	0.780	0.780
KMt m	319.127	70.485	33.000	19.727	14.231	10.615	8.585	7.308	6.452	5.846	5.410	5.091	4.876	4.690	4.402	2.924	2.747	2.760	2.468	1.935	1.935
KML m	51.040	113.175	79.112	66.955	59.346	44.677	35.927	30.126	26.078	23.064	20.821	19.381	20.676	20.467	19.017	3.630	3.093	3.076	2.290	1.935	1.935
Immersion (TPc) tonne/cm	0.023	0.337	0.644	0.776	0.884	0.901	0.912	0.921	0.930	0.938	0.946	0.964	1.107	1.377	1.442	0.702	0.621	0.617	0.411	0.000	0.000
MTc tonne.m	0.001	0.172	0.507	0.874	1.246	1.305	1.345	1.375	1.404	1.431	1.462	1.521	1.818	2.029	2.125	0.318	0.260	0.270	0.166	0.115	0.115
RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) tonne.m	0.258	3.868	7.528	8.970	10.173	10.296	10.427	10.593	10.820	11.102	11.458	11.897	12.547	13.438	13.964	8.241	7.768	8.205	7.001	4.194	4.194
Max deck inclination deg	1.1000	1.1000	1.1000	1.1000	1.1000	1.1000	1.1000	1.1000	1.1000	1.1000	1.1000	1.1000	1.1000	1.1000	1.1000	1.1000	1.1000	1.1000	1.1000	1.1000	1.1000
Trim angle (+ve by stern) deg	1.1000	1.1000	1.1000	1.1000	1.1000	1.1000	1.1000	1.1000	1.1000	1.1000	1.1000	1.1000	1.1000	1.1000	1.1000	1.1000	1.1000	1.1000	1.1000	1.1000	1.1000

Tabla T4.7: Tablas hidrostáticas trimado +0.4m, elaboración propia.



Curvas hidrostáticas trimado +0.6m para densidad del agua 1025 kg/m³:

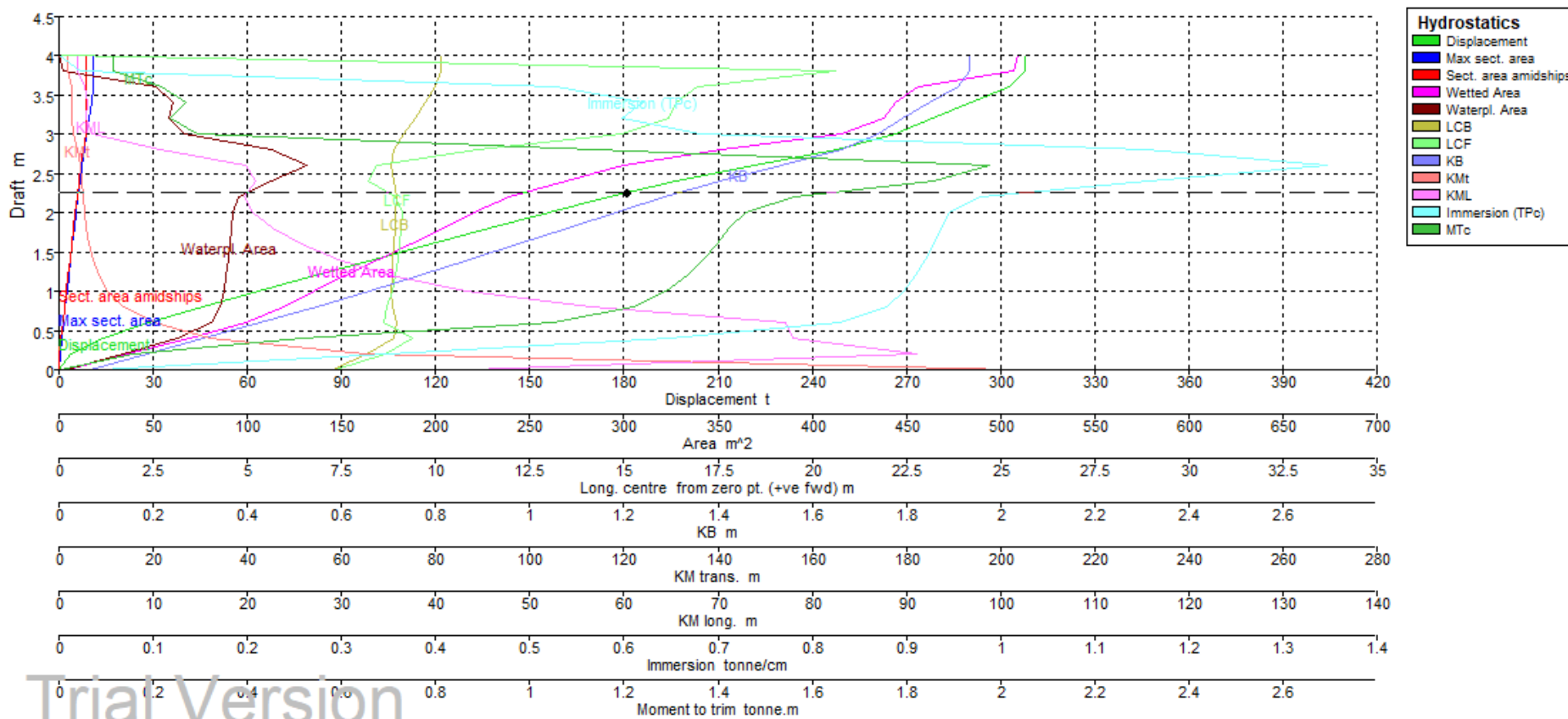


Figura F4.16: Hidrostáticas trimado +0.6m, elaboración propia.



Tablas hidrostáticas trimado +0.6m para densidad del agua 1025 kg/m³:

	0.000	0.200	0.400	0.600	0.800	1.000	1.200	1.400	1.600	1.800	2.000	2.200	2.400	2.600	2.800	3.000	3.200	3.400	3.600	3.800	4.000
Draft Amidships m	0.000	0.200	0.400	0.600	0.800	1.000	1.200	1.400	1.600	1.800	2.000	2.200	2.400	2.600	2.800	3.000	3.200	3.400	3.600	3.800	4.000
Displacement t	0.1362	3.628	14.02	28.77	46.03	63.79	81.87	100.2	118.7	137.3	156.2	175.3	196.5	221.6	248.1	266.5	278.2	290.5	302.7	308.0	308.1
Heel deg	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Draft at FP m	-0.300	-0.100	0.100	0.300	0.500	0.700	0.900	1.100	1.300	1.500	1.700	1.900	2.100	2.300	2.500	2.700	2.900	3.100	3.300	3.500	3.700
Draft at AP m	0.300	0.500	0.700	0.900	1.100	1.300	1.500	1.700	1.900	2.100	2.300	2.500	2.700	2.900	3.100	3.300	3.500	3.700	3.900	4.100	4.300
Draft at LCF m	0.088	0.250	0.430	0.651	0.849	1.045	1.242	1.441	1.640	1.838	2.038	2.242	2.464	2.657	2.780	2.869	3.034	3.228	3.411	3.508	4.298
Trim (+ve by stern) m	0.600	0.600	0.600	0.600	0.600	0.600	0.600	0.600	0.600	0.600	0.600	0.600	0.600	0.600	0.600	0.600	0.600	0.600	0.600	0.600	0.600
WL Length m	5.495	14.042	17.379	20.550	20.760	20.835	20.897	20.953	21.006	21.054	21.103	21.152	21.200	21.249	17.162	10.264	8.529	8.554	7.366	0.418	0.000
Beam max extents on WL m	5.730	7.220	7.397	7.411	7.427	7.439	7.451	7.462	7.474	7.485	7.491	7.494	7.495	7.495	7.495	7.494	7.496	7.496	7.496	7.496	7.496
Wetted Area m ²	4.289	35.345	69.904	99.346	119.653	135.535	152.442	169.293	186.781	204.459	220.380	238.828	269.634	299.389	352.082	415.822	438.138	444.328	456.051	507.178	509.154
Waterpl. Area m ²	4.146	34.159	63.152	80.880	85.740	87.554	88.810	89.762	90.640	91.346	92.248	95.609	112.996	131.381	112.623	66.438	58.380	60.537	51.495	2.169	0.000
Prismatic coeff. (Cp)	0.444	0.415	0.518	0.560	0.643	0.695	0.731	0.756	0.775	0.789	0.801	0.811	0.823	0.819	1.013	1.723	2.020	1.920	2.166	38.849	0.000
Block coeff. (Cb)	0.222	0.208	0.352	0.430	0.524	0.587	0.631	0.663	0.687	0.706	0.710	0.586	0.486	0.506	0.652	1.096	1.293	1.269	1.452	33.823	0.000
Max Sect. area coeff. (Cm)	0.500	0.500	0.682	0.771	0.820	0.849	0.869	0.882	0.892	0.901	0.906	0.903	0.767	0.619	0.646	0.636	0.669	0.689	0.670	0.871	
Waterpl. area coeff. (Cwp)	0.593	0.572	0.789	0.849	0.885	0.896	0.902	0.904	0.906	0.907	0.896	0.748	0.711	0.825	0.876	0.864	0.913	0.944	0.933	0.948	0.000
LCB from zero pt. (+ve fwd) m	7.251	8.173	8.874	8.981	8.840	8.828	8.844	8.868	8.891	8.913	8.935	8.949	8.902	8.830	8.885	9.159	9.444	9.735	10.004	10.145	10.145
LCF from zero pt. (+ve fwd) m	7.356	8.672	9.380	8.637	8.707	8.856	8.946	9.004	9.042	9.088	9.110	8.945	8.209	8.452	11.108	14.957	16.187	16.387	16.964	20.608	0.053
KB m	0.068	0.188	0.306	0.427	0.549	0.660	0.767	0.872	0.976	1.080	1.183	1.288	1.403	1.535	1.662	1.742	1.793	1.849	1.909	1.935	1.935
KG m	1.150	1.150	1.150	1.150	1.150	1.150	1.150	1.150	1.150	1.150	1.150	1.150	1.150	1.150	1.150	1.150	1.150	1.150	1.150	1.150	1.150
BMT m	203.022	64.772	31.759	19.879	13.205	9.735	7.698	6.362	5.426	4.729	4.202	3.792	3.456	3.127	2.234	1.174	0.933	0.908	0.730	0.017	0.000
BML m	43.332	90.893	77.682	76.771	55.857	42.601	34.368	28.748	24.744	21.681	19.458	18.464	19.483	18.233	9.097	1.745	1.149	1.245	0.750	0.000	0.000
GMt m	201.849	63.747	30.871	19.116	12.560	9.200	7.270	6.039	5.209	4.616	4.193	3.888	3.666	3.466	2.702	1.729	1.548	1.587	1.477	0.795	0.777
GML m	42.159	89.867	76.794	76.008	55.211	42.066	33.940	28.425	24.526	21.567	19.448	18.560	19.693	18.572	9.565	2.300	1.763	1.925	1.496	0.777	0.777
KMt m	203.006	64.934	32.052	20.298	13.749	10.391	8.462	7.231	6.400	5.807	5.384	5.079	4.858	4.660	3.895	2.915	2.725	2.757	2.639	1.953	1.935
KML m	43.382	91.044	77.956	77.167	56.383	43.244	35.121	29.608	25.709	22.752	20.633	19.745	20.879	19.760	10.756	3.486	2.941	3.094	2.658	1.935	1.935
Immersion (TPc) tonne/cm	0.042	0.350	0.647	0.829	0.879	0.897	0.910	0.920	0.929	0.936	0.946	0.980	1.158	1.347	1.154	0.681	0.598	0.621	0.528	0.022	0.000
MTc tonne.m	0.003	0.156	0.517	1.050	1.220	1.288	1.334	1.367	1.397	1.422	1.458	1.562	1.858	1.976	1.139	0.294	0.236	0.268	0.217	0.115	0.115
RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) tonne.m	0.480	4.036	7.556	9.597	10.090	10.242	10.387	10.559	10.788	11.064	11.427	11.895	12.573	13.404	11.700	8.042	7.515	8.048	7.803	4.271	4.179
Max deck inclination deg	1.6498	1.6498	1.6498	1.6498	1.6498	1.6498	1.6498	1.6498	1.6498	1.6498	1.6498	1.6498	1.6498	1.6498	1.6498	1.6498	1.6498	1.6498	1.6498	1.6498	1.6498
Trim angle (+ve by stern) deg	1.6498	1.6498	1.6498	1.6498	1.6498	1.6498	1.6498	1.6498	1.6498	1.6498	1.6498	1.6498	1.6498	1.6498	1.6498	1.6498	1.6498	1.6498	1.6498	1.6498	1.6498

Tabla T4.8: Tablas hidrostáticas trimado +0.6m, elaboración propia.



Curvas hidrostáticas trimado +0.8m para densidad del agua 1025 kg/m³:

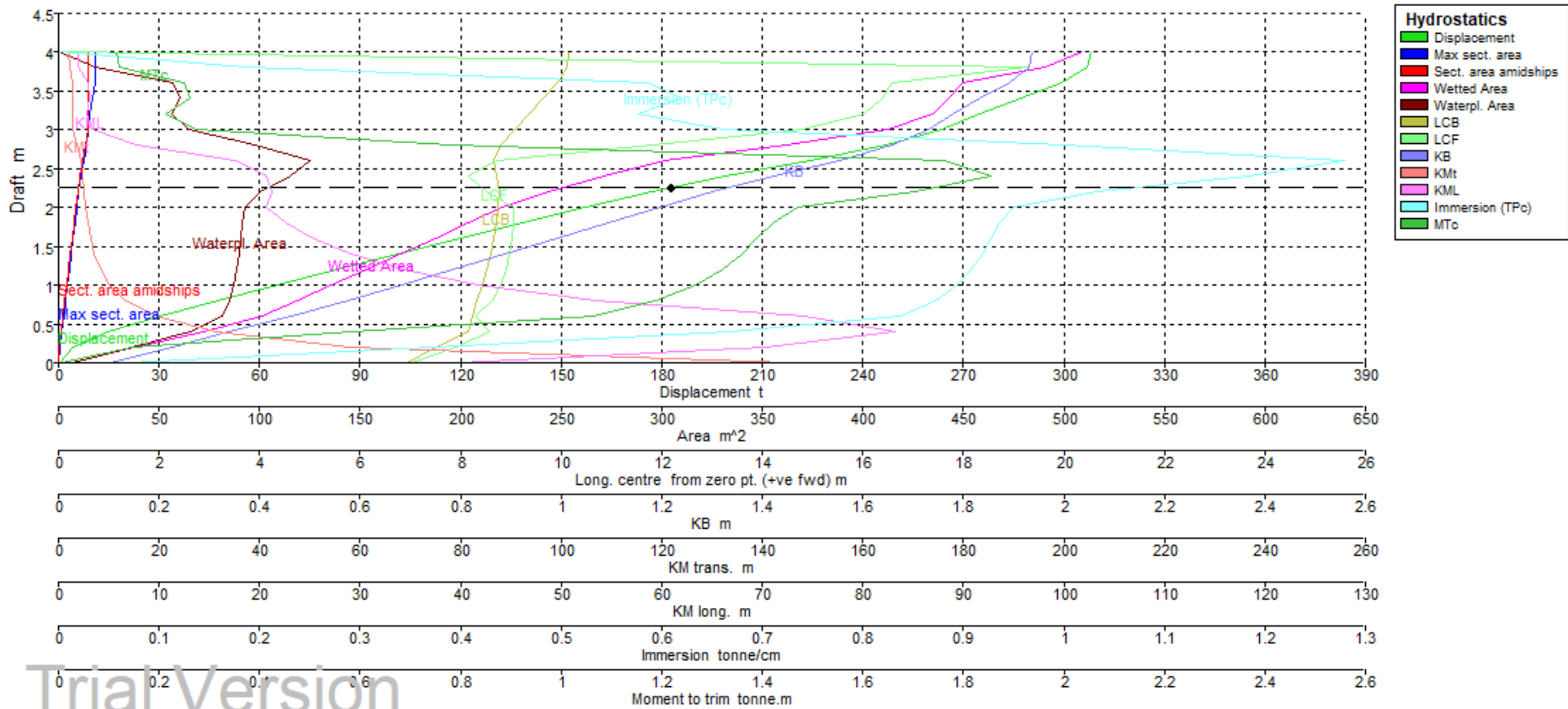


Figura F4.17: Hidrostáticas trimado +0.8m, elaboración propia.



Tablas hidrostáticas trimado +0.8m para densidad del agua 1025 kg/m³:

	0.000	0.200	0.400	0.600	0.800	1.000	1.200	1.400	1.600	1.800	2.000	2.200	2.400	2.600	2.800	3.000	3.200	3.400	3.600	3.800	4.000
Draft Amidships m	0.000	0.200	0.400	0.600	0.800	1.000	1.200	1.400	1.600	1.800	2.000	2.200	2.400	2.600	2.800	3.000	3.200	3.400	3.600	3.800	4.000
Displacement t	0.3073	4.375	14.89	30.38	47.49	65.15	83.17	101.4	119.9	138.6	157.4	176.9	199.1	224.1	247.0	263.6	275.0	287.0	299.3	307.1	308.1
Heel deg	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Draft at FP m	-0.400	-0.200	0.000	0.200	0.400	0.600	0.800	1.000	1.200	1.400	1.600	1.800	2.000	2.200	2.400	2.600	2.800	3.000	3.200	3.400	3.600
Draft at AP m	0.400	0.800	0.800	1.000	1.200	1.400	1.600	1.800	2.000	2.200	2.400	2.600	2.800	3.000	3.200	3.400	3.600	3.800	4.000	4.200	4.400
Draft at LCF m	0.131	0.297	0.471	0.681	0.869	1.062	1.258	1.456	1.653	1.852	2.053	2.272	2.487	2.666	2.745	2.831	2.984	3.171	3.363	3.459	4.397
Trim (+ve by stern) m	0.800	0.800	0.800	0.800	0.800	0.800	0.800	0.800	0.800	0.800	0.800	0.800	0.800	0.800	0.800	0.800	0.800	0.800	0.800	0.800	0.800
WL Length m	6.198	13.154	18.995	20.245	20.708	20.820	20.884	20.940	20.999	21.038	21.086	21.135	21.183	20.589	15.425	10.262	8.507	8.555	8.131	2.919	0.000
Beam max extents on WL m	5.974	7.384	7.402	7.421	7.433	7.445	7.457	7.469	7.480	7.489	7.493	7.495	7.495	7.495	7.495	7.494	7.496	7.496	7.496	7.144	0.000
Wetted Area m ²	6.909	37.641	72.507	101.490	118.599	135.870	152.839	169.981	187.593	203.645	220.997	243.788	271.542	301.799	361.578	412.408	434.825	442.782	449.421	490.161	509.154
Waterpl. Area m ²	6.685	36.380	65.118	81.723	85.102	87.173	88.567	89.693	90.488	91.369	92.696	100.757	115.393	124.831	97.458	64.429	56.170	60.425	57.228	18.402	0.000
Prismatic coeff. (Cp)	0.469	0.430	0.458	0.564	0.635	0.686	0.721	0.747	0.766	0.781	0.793	0.805	0.816	0.835	1.098	1.705	2.019	1.912	1.940	5.545	0.000
Block coeff. (Cb)	0.234	0.223	0.320	0.439	0.522	0.581	0.624	0.656	0.680	0.700	0.672	0.471	0.486	0.522	0.715	1.073	1.269	1.242	1.290	3.670	0.000
Max Sect. area coeff. (Cm)	0.500	0.520	0.703	0.783	0.827	0.854	0.873	0.886	0.895	0.902	0.908	0.887	0.644	0.629	0.654	0.630	0.667	0.687	0.665	0.662	
Waterpl. area coeff. (Cwp)	0.613	0.604	0.743	0.867	0.878	0.890	0.897	0.902	0.903	0.906	0.859	0.636	0.727	0.809	0.843	0.838	0.881	0.942	0.939	0.883	0.000
LCB from zero pt (+ve fwd) m	6.931	7.491	8.155	8.236	8.325	8.431	8.522	8.597	8.658	8.708	8.751	8.764	8.708	8.656	8.801	9.081	9.356	9.641	9.919	10.114	10.145
LCF from zero pt. (+ve fwd) m	7.013	7.891	8.573	8.300	8.619	8.798	8.908	8.970	9.025	9.054	9.041	8.529	8.139	8.709	11.847	14.813	16.028	16.374	16.577	19.290	0.073
KB m	0.101	0.226	0.339	0.464	0.576	0.682	0.785	0.888	0.991	1.094	1.196	1.303	1.423	1.553	1.680	1.731	1.779	1.833	1.892	1.930	1.935
BMT m	145.547	57.720	30.789	19.065	12.707	9.492	7.557	6.278	5.362	4.690	4.171	3.767	3.412	2.981	1.984	1.177	0.928	0.919	0.830	0.209	0.000
BML m	39.747	70.122	82.857	73.740	52.824	41.086	33.500	28.288	24.347	21.493	19.489	19.984	19.213	16.055	6.142	1.636	1.030	1.252	1.026	0.043	0.000
GMt m	144.365	56.685	29.892	18.296	12.054	8.947	7.120	5.947	5.135	4.568	4.153	3.857	3.620	3.316	2.432	1.705	1.516	1.571	1.553	0.977	0.774
GML m	38.565	69.087	81.960	72.971	52.171	40.542	33.063	27.956	24.120	21.371	19.471	20.073	19.421	16.391	6.589	2.165	1.618	1.905	1.748	0.811	0.774
KMt m	145.541	57.904	31.105	19.515	13.274	10.166	8.337	7.162	6.349	5.780	5.364	5.067	4.833	4.531	3.642	2.906	2.706	2.751	2.722	2.139	1.935
KML m	39.819	70.297	83.135	74.149	53.361	41.737	34.261	29.155	25.320	22.571	20.671	21.272	20.622	17.597	7.797	3.365	2.808	3.084	2.917	1.973	1.935
Immersion (TPc) tonne/cm	0.069	0.373	0.667	0.838	0.872	0.894	0.908	0.919	0.928	0.937	0.950	1.033	1.183	1.280	0.999	0.660	0.576	0.619	0.587	0.189	0.000
MTc tonne.m	0.006	0.145	0.586	1.064	1.189	1.268	1.320	1.361	1.388	1.421	1.471	1.705	1.856	1.763	0.781	0.274	0.214	0.262	0.251	0.120	0.115
RM at 1deg = GMT.Disp.sin(1) tonne.m	0.774	4.328	7.766	9.701	9.990	10.174	10.335	10.529	10.747	11.045	11.408	11.908	12.576	12.969	10.481	7.846	7.276	7.870	8.113	5.237	4.164
Max deck inclination deg	2.1992	2.1992	2.1992	2.1992	2.1992	2.1992	2.1992	2.1992	2.1992	2.1992	2.1992	2.1992	2.1992	2.1992	2.1992	2.1992	2.1992	2.1992	2.1992	2.1992	2.1992
Trim angle (+ve by stern) deg	2.1992	2.1992	2.1992	2.1992	2.1992	2.1992	2.1992	2.1992	2.1992	2.1992	2.1992	2.1992	2.1992	2.1992	2.1992	2.1992	2.1992	2.1992	2.1992	2.1992	2.1992

Tabla T4.9: Tablas hidrostáticas trimado +0.8m, elaboración propia.



Curvas hidrostáticas trimado -0.2m para densidad del agua 1025 kg/m³:

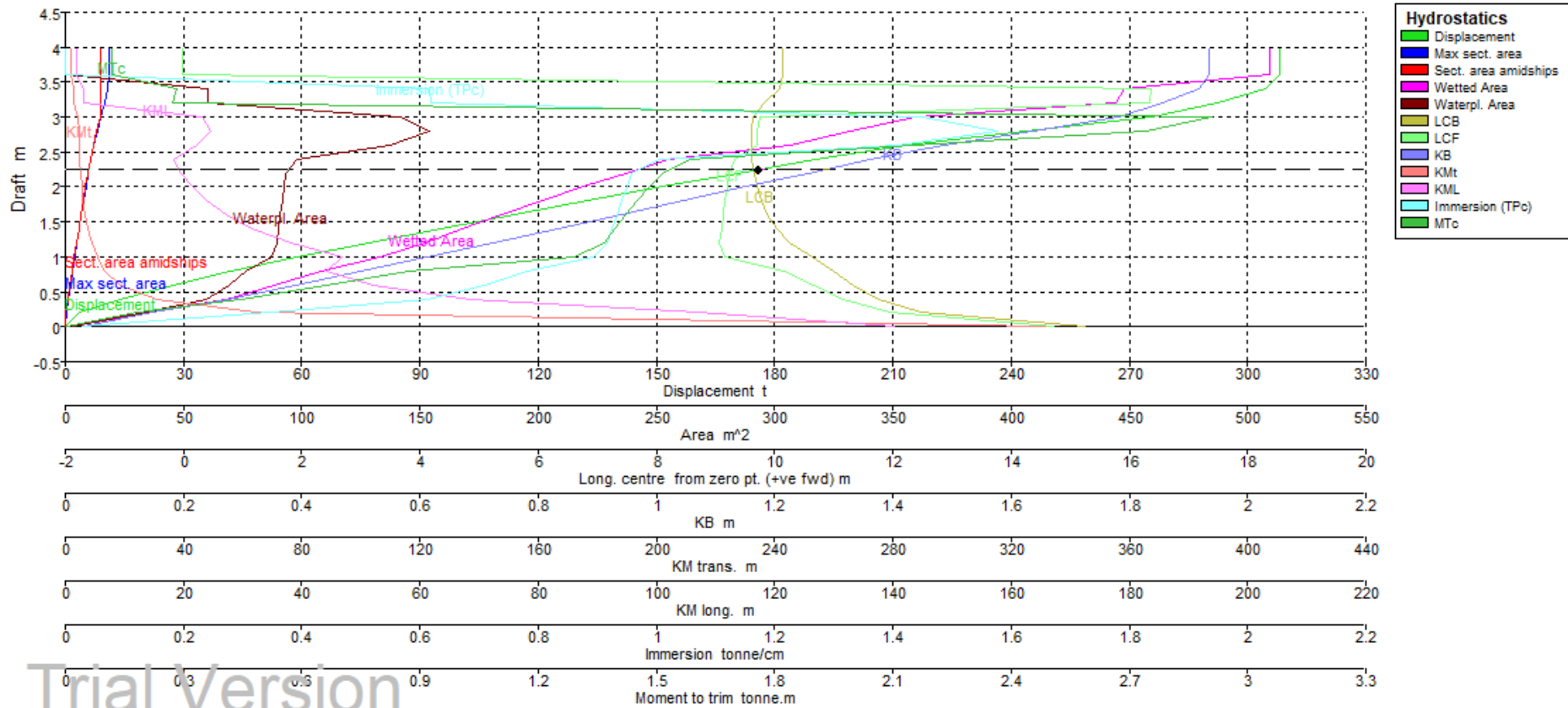


Figura F4.18: Hidrostáticas trimado -0.2m, elaboración propia.



Tablas hidrostáticas trimado -0.2m para densidad del agua 1025 kg/m³:

	0.000	0.200	0.400	0.600	0.800	1.000	1.200	1.400	1.600	1.800	2.000	2.200	2.400	2.600	2.800	3.000	3.200	3.400	3.600	3.800	4.000
Draft Amidships m	0.000	0.200	0.400	0.600	0.800	1.000	1.200	1.400	1.600	1.800	2.000	2.200	2.400	2.600	2.800	3.000	3.200	3.400	3.600	3.800	4.000
Displacement t	0.0549	3.593	13.80	27.11	42.03	58.72	76.94	95.34	113.9	132.7	151.6	170.6	190.1	213.2	243.8	275.6	292.3	304.6	308.1	308.1	308.1
Heel deg	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Draft at FP m	0.100	0.300	0.500	0.700	0.900	1.100	1.300	1.500	1.700	1.900	2.100	2.300	2.500	2.700	2.900	3.100	3.300	3.500	3.700	3.900	4.100
Draft at AP m	-0.100	0.100	0.300	0.500	0.700	0.900	1.100	1.300	1.500	1.700	1.900	2.100	2.300	2.500	2.700	2.900	3.100	3.300	3.500	3.700	3.900
Draft at LCF m	0.041	0.215	0.407	0.602	0.798	0.988	1.187	1.387	1.588	1.788	1.988	2.189	2.389	2.593	2.793	2.994	3.257	3.457	3.500	3.700	3.900
Trim (+ve by stern) m	-0.200	-0.200	-0.200	-0.200	-0.200	-0.200	-0.200	-0.200	-0.200	-0.200	-0.200	-0.200	-0.200	-0.200	-0.200	-0.200	-0.200	-0.200	-0.200	-0.200	-0.200
WL Length m	7.804	14.883	16.661	17.874	19.175	20.911	20.968	21.024	21.080	21.136	21.190	21.240	21.289	21.338	21.387	21.412	8.550	8.549	0.000	0.000	0.000
Beam max extents on WL m	5.392	6.841	7.387	7.997	7.407	7.419	7.431	7.442	7.454	7.466	7.478	7.489	7.495	7.495	7.495	7.496	7.496	7.496	0.000	0.000	0.000
Wetted Area m ²	2.931	36.095	68.032	88.275	107.911	133.139	152.002	167.704	184.616	201.560	219.119	236.908	254.973	306.392	332.175	359.371	444.408	447.842	509.154	509.154	509.154
Waterpl. Area m ²	2.738	33.898	59.999	69.258	76.219	87.200	89.377	90.211	91.045	91.897	92.675	93.434	97.905	137.356	153.876	141.422	60.461	60.113	0.000	0.000	0.000
Prismatic coeff. (Cp)	0.474	0.565	0.626	0.671	0.684	0.677	0.719	0.749	0.770	0.786	0.799	0.810	0.817	0.816	0.827	0.841	2.029	1.938	0.000	0.000	0.000
Block coeff. (Cb)	0.196	0.261	0.384	0.488	0.538	0.556	0.609	0.646	0.673	0.694	0.712	0.726	0.690	0.489	0.519	0.548	1.365	1.341	0.000	0.000	0.000
Max Sect. area coeff. (Cm)	0.499	0.499	0.644	0.752	0.808	0.842	0.864	0.880	0.891	0.899	0.905	0.910	0.852	0.605	0.632	0.656	0.677	0.696			
Waterpl. area coeff. (Cwp)	0.588	0.652	0.786	0.842	0.859	0.897	0.912	0.914	0.915	0.916	0.918	0.920	0.896	0.859	0.960	0.881	0.943	0.938	0.000	0.000	0.000
LCB from zero pt. (+ve fwd) m	15.241	12.478	11.756	11.332	11.006	10.628	10.255	10.030	9.881	9.778	9.703	9.649	9.611	9.613	9.606	9.633	9.821	10.087	10.145	10.145	10.145
LCF from zero pt. (+ve fwd) m	14.723	11.957	11.162	10.651	10.168	9.155	9.066	9.099	9.131	9.162	9.198	9.231	9.316	9.699	9.699	9.751	16.355	16.374	-0.012	-0.014	-0.016
KB m	0.032	0.148	0.275	0.389	0.500	0.612	0.725	0.833	0.940	1.046	1.151	1.256	1.361	1.485	1.636	1.782	1.857	1.918	1.935	1.935	1.935
BMt m	331.713	64.372	30.662	18.050	12.826	10.512	8.240	6.717	5.677	4.924	4.349	3.898	3.558	3.286	2.948	2.368	0.904	0.862	0.000	0.000	0.000
BML m	140.168	106.768	68.165	51.698	43.805	46.249	37.447	30.769	26.206	22.896	20.356	18.373	17.123	20.650	22.941	21.350	1.231	1.161	0.000	0.000	0.000
GMt m	330.549	63.351	29.774	17.280	12.171	9.972	7.816	6.404	5.472	4.825	4.357	4.011	3.777	3.629	3.442	3.007	1.616	1.633	0.788	0.788	0.788
GML m	139.003	105.747	67.277	50.929	43.150	45.709	37.023	30.456	26.001	22.798	20.363	18.486	17.342	20.993	23.435	21.989	1.943	1.932	0.788	0.788	0.788
KMt m	331.730	64.518	30.936	18.438	13.326	11.124	8.964	7.549	6.617	5.969	5.500	5.153	4.919	4.771	4.584	4.149	2.761	2.780	1.935	1.935	1.935
KML m	140.193	106.911	68.437	52.085	44.303	46.859	38.170	31.601	27.145	23.940	21.505	19.628	18.483	22.134	24.576	23.130	3.088	3.079	1.935	1.935	1.935
Immersion (TPc) tonne/cm	0.028	0.347	0.615	0.710	0.781	0.894	0.916	0.925	0.933	0.942	0.950	0.958	1.004	1.408	1.577	1.450	0.620	0.616	0.000	0.000	0.000
MTc tonne.m	0.004	0.182	0.446	0.663	0.871	1.288	1.367	1.394	1.422	1.452	1.482	1.514	1.582	2.149	2.742	2.909	0.273	0.283	0.117	0.117	0.117
RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) tonne.m	0.317	3.972	7.169	8.177	8.928	10.220	10.496	10.654	10.879	11.172	11.526	11.946	12.531	13.503	14.645	14.464	8.244	8.681	4.236	4.236	4.236
Max deck inclination deg	0.5501	0.5501	0.5501	0.5501	0.5501	0.5501	0.5501	0.5501	0.5501	0.5501	0.5501	0.5501	0.5501	0.5501	0.5501	0.5501	0.5501	0.5501	0.5501	0.5501	0.5501
Trim angle (+ve by stern) deg	-0.5501	-0.5501	-0.5501	-0.5501	-0.5501	-0.5501	-0.5501	-0.5501	-0.5501	-0.5501	-0.5501	-0.5501	-0.5501	-0.5501	-0.5501	-0.5501	-0.5501	-0.5501	-0.5501	-0.5501	-0.5501

Tabla T4.10: Tablas hidrostáticas trimado -0.2m, elaboración propia.



Curvas hidrostáticas trimado -0.4m para densidad del agua 1025 kg/m³:

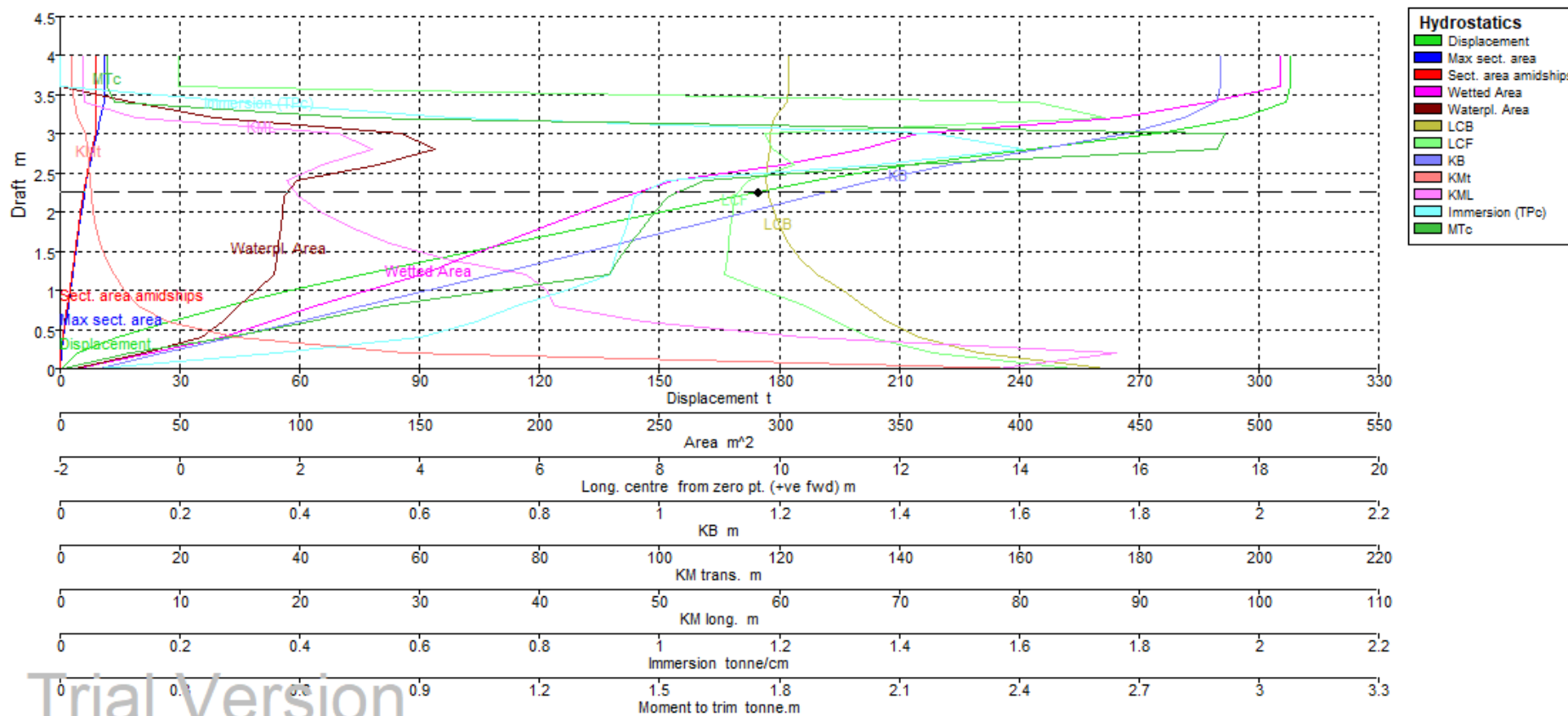


Figura F4.19: Hidrostáticas trimado -0.4m, elaboración propia.



Tablas hidrostáticas trimado -0.4m para densidad del agua 1025 kg/m³:

	0.00	0.200	0.400	0.600	0.800	1.000	1.200	1.400	1.600	1.800	2.000	2.200	2.400	2.600	2.800	3.000	3.200	3.400	3.600	3.800	4.000
Draft Amidships m	0.000	0.200	0.400	0.600	0.800	1.000	1.200	1.400	1.600	1.800	2.000	2.200	2.400	2.600	2.800	3.000	3.200	3.400	3.600	3.800	4.000
Displacement t	0.2399	4.222	14.34	27.37	41.95	57.89	75.76	94.18	112.8	131.5	150.5	169.6	189.1	212.7	242.8	274.7	295.8	306.9	308.1	308.1	308.1
Heel deg	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Draft at FP m	0.200	0.400	0.600	0.800	1.000	1.200	1.400	1.600	1.800	2.000	2.200	2.400	2.600	2.800	3.000	3.200	3.400	3.600	3.800	4.000	4.200
Draft at AP m	-0.200	0.000	0.200	0.400	0.600	0.800	1.000	1.200	1.400	1.600	1.800	2.000	2.200	2.400	2.600	2.800	3.000	3.200	3.400	3.600	3.800
Draft at LCF m	0.086	0.241	0.421	0.610	0.801	0.987	1.175	1.375	1.576	1.776	1.977	2.178	2.382	2.597	2.790	2.987	3.297	3.474	3.400	3.599	3.799
Trim (+ve by stern) m	-0.400	-0.400	-0.400	-0.400	-0.400	-0.400	-0.400	-0.400	-0.400	-0.400	-0.400	-0.400	-0.400	-0.400	-0.400	-0.400	-0.400	-0.400	-0.400	-0.400	-0.400
WL Length m	8.694	14.600	16.293	17.516	18.579	20.934	20.990	21.047	21.103	21.160	21.216	21.267	21.316	21.365	21.414	21.415	21.415	3.986	0.000	0.000	0.000
Beam max extents on WL m	5.693	7.130	7.388	7.399	7.409	7.419	7.429	7.441	7.452	7.465	7.477	7.488	7.495	7.495	7.495	7.496	7.496	7.496	0.000	0.000	0.000
Wetted Area m ²	6.338	38.071	67.659	87.522	106.504	128.208	151.110	167.321	184.251	201.213	218.394	236.198	255.381	301.401	334.859	357.873	441.808	479.014	509.154	509.154	509.154
Waterpl. Area m ²	5.813	35.316	58.706	67.779	74.326	82.351	89.469	90.306	91.148	92.007	92.789	93.580	98.893	132.782	156.653	142.340	63.963	29.613	0.000	0.000	0.000
Prismatic coeff. (Cp)	0.462	0.493	0.583	0.639	0.666	0.638	0.683	0.717	0.742	0.761	0.776	0.789	0.797	0.794	0.806	0.821	0.805	4.121	0.000	0.000	0.000
Block coeff. (Cb)	0.188	0.217	0.361	0.461	0.518	0.519	0.571	0.612	0.643	0.667	0.686	0.702	0.603	0.477	0.506	0.535	0.542	2.848	0.000	0.000	0.000
Max Sect. area coeff. (Cm)	0.498	0.497	0.670	0.764	0.815	0.846	0.867	0.881	0.892	0.900	0.906	0.911	0.832	0.610	0.637	0.660	0.681	0.699			
Waterpl. area coeff. (Cwp)	0.558	0.594	0.787	0.841	0.865	0.846	0.913	0.914	0.916	0.917	0.919	0.920	0.814	0.830	0.976	0.887	0.398	0.991	0.000	0.000	0.000
LCB from zero pt. (+ve fwd) m	15.447	13.307	12.353	11.804	11.413	11.065	10.640	10.341	10.143	10.005	9.904	9.829	9.778	9.807	9.833	9.839	9.912	10.132	10.145	10.145	10.145
LCF from zero pt. (+ve fwd) m	14.908	12.552	11.514	10.929	10.446	9.718	9.093	9.125	9.155	9.185	9.221	9.252	9.490	10.258	9.889	9.757	15.444	14.286	-0.023	-0.027	-0.031
KB m	0.066	0.172	0.289	0.398	0.505	0.613	0.723	0.831	0.937	1.043	1.148	1.252	1.358	1.485	1.635	1.780	1.874	1.929	1.935	1.935	1.935
BMt m	161.528	57.362	28.859	17.496	12.530	10.060	8.377	6.806	5.740	4.971	4.386	3.928	3.581	3.302	2.987	2.392	0.949	0.463	0.000	0.000	0.000
BML m	78.233	87.915	61.835	48.212	40.793	39.931	38.180	31.269	26.577	23.189	20.592	18.581	17.531	20.367	24.369	21.458	4.417	0.129	0.000	0.000	0.000
GMt m	160.348	56.329	27.961	16.717	11.866	9.510	7.945	6.488	5.533	4.872	4.394	4.042	3.801	3.649	3.483	3.033	1.683	1.248	0.790	0.790	0.790
GML m	77.053	86.882	60.937	47.433	40.129	39.382	37.749	30.952	26.370	23.089	20.600	18.694	17.752	20.714	24.865	22.099	5.151	0.913	0.790	0.790	0.790
KMt m	161.565	57.524	29.142	17.890	13.033	10.671	9.098	7.635	6.676	6.013	5.533	5.180	4.938	4.787	4.622	4.172	2.823	2.392	1.935	1.935	1.935
KML m	78.284	88.071	62.112	48.600	41.290	40.537	38.898	32.095	27.510	24.227	21.736	19.830	18.888	21.848	26.000	23.234	6.291	2.058	1.935	1.935	1.935
Immersion (TPc) tonne/cm	0.060	0.362	0.602	0.695	0.762	0.844	0.917	0.926	0.934	0.943	0.951	0.959	1.014	1.361	1.606	1.459	0.656	0.304	0.000	0.000	0.000
MTc tonne.m	0.009	0.176	0.419	0.623	0.808	1.094	1.373	1.399	1.428	1.458	1.488	1.522	1.611	2.115	2.898	2.914	0.731	0.135	0.117	0.117	0.117
RM at 1deg = GMT.Disp.sin(1) tonne.m	0.671	4.150	6.995	7.984	8.689	9.609	10.505	10.664	10.889	11.184	11.539	11.962	12.544	13.544	14.761	14.539	8.689	6.882	4.250	4.250	4.250
Max deck inclination deg	1.1000	1.1000	1.1000	1.1000	1.1000	1.1000	1.1000	1.1000	1.1000	1.1000	1.1000	1.1000	1.1000	1.1000	1.1000	1.1000	1.1000	1.1000	1.1000	1.1000	1.1000
Trim angle (+ve by stern) deg	-1.1000	-1.1000	-1.1000	-1.1000	-1.1000	-1.1000	-1.1000	-1.1000	-1.1000	-1.1000	-1.1000	-1.1000	-1.1000	-1.1000	-1.1000	-1.1000	-1.1000	-1.1000	-1.1000	-1.1000	-1.1000

Tabla T4.11: Tablas hidrostáticas trimado -0.4m, elaboración propia.



4.5 CURVAS DE COEFICIENTES DE FORMAS:

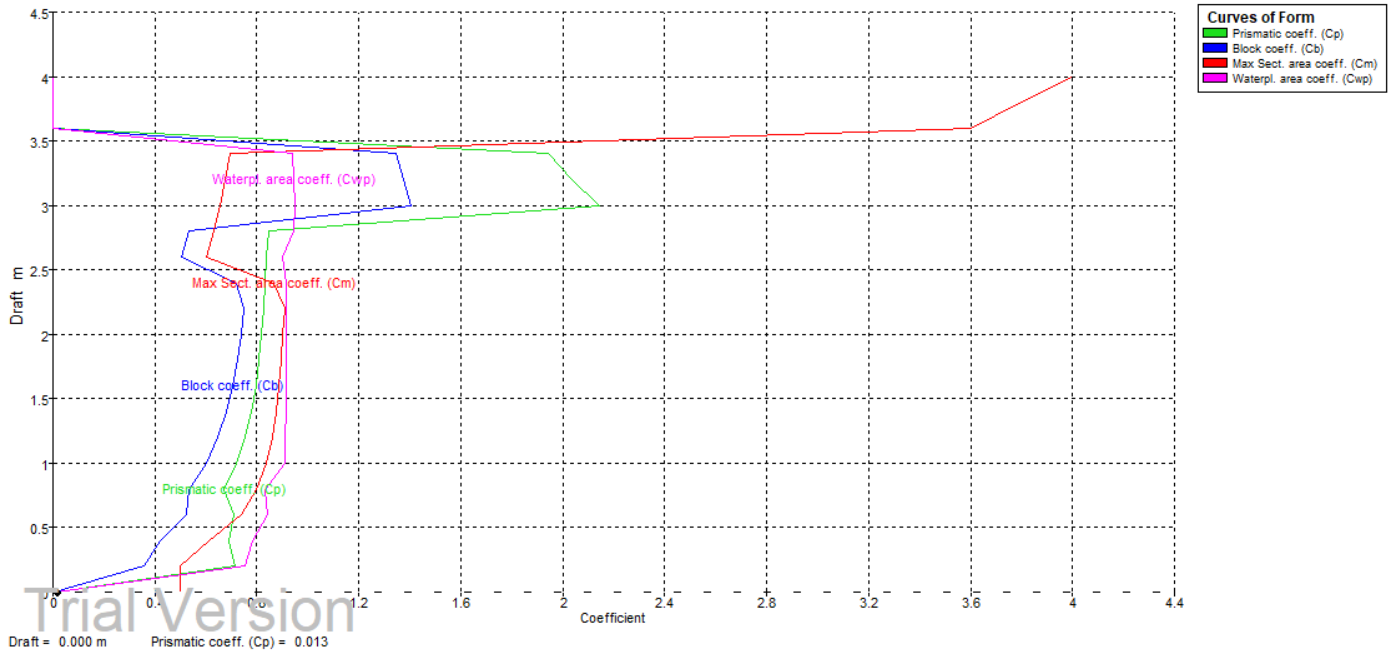


Figura F4.20: Coeficientes de formas, elaboración propia.

4.6 CARENAS INCLINADAS, CURVAS KN:

Las curvas KN se utilizan para cálculos de estabilidad a grandes ángulos. Las curvas KN son curvas de estabilidad calculadas para un valor ficticio del centro de gravedad situado en la intersección de crujía con la línea de base K. N es el punto de aplicación del empuje al considerar el centro de gravedad en K. Las curvas KN son conocidas como las curvas de carenas inclinadas. A continuación se muestran las curvas KN para trimado 0.

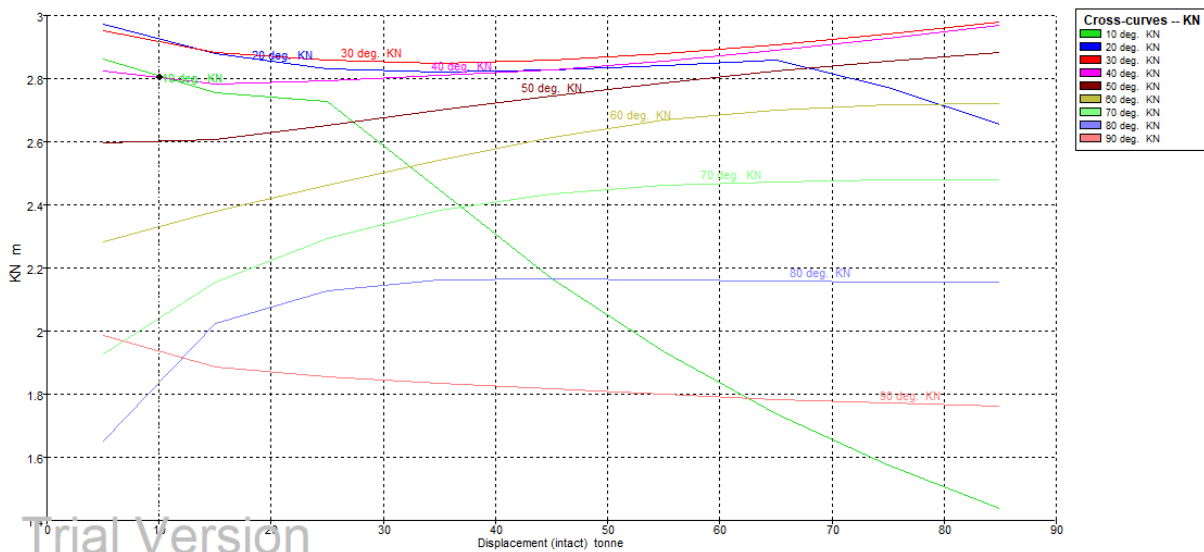


Figura F4.21: Curvas KN, elaboración propia.



Displacement (intact) tonne	Draft Amidships m	LCG m	TCG m	KN 10.0 deg. Starb.	KN 20.0 deg. Starb.	KN 30.0 deg. Starb.	KN 40.0 deg. Starb.	KN 50.0 deg. Starb.	KN 60.0 deg. Starb.	KN 70.0 deg. Starb.	KN 80.0 deg. Starb.	KN 90.0 deg. Starb.
5.000	0.250	10.822	0.000	2.861	2.973	2.951	2.823	2.597	2.282	1.927	1.653	1.986
15.00	0.425	10.708	0.000	2.755	2.878	2.882	2.783	2.606	2.381	2.155	2.023	1.886
25.00	0.571	10.579	0.000	2.727	2.831	2.859	2.794	2.651	2.463	2.292	2.129	1.856
35.00	0.705	10.440	0.000	2.450	2.822	2.848	2.810	2.699	2.543	2.383	2.161	1.836
45.00	0.826	10.236	0.000	2.164	2.829	2.858	2.828	2.745	2.615	2.434	2.166	1.818
55.00	0.938	10.008	0.000	1.934	2.843	2.880	2.854	2.787	2.670	2.460	2.164	1.800
65.00	1.049	9.846	0.000	1.737	2.859	2.908	2.888	2.825	2.701	2.474	2.160	1.784
75.00	1.159	9.735	0.000	1.576	2.772	2.941	2.929	2.856	2.716	2.479	2.157	1.771
85.00	1.268	9.651	0.000	1.438	2.655	2.979	2.970	2.884	2.721	2.479	2.154	1.764

Tabla T4.12: Tabla valores KN, elaboración propia.

4.7 CÁLCULO DE ARQUEO:

A continuación se calculan el arqueo bruto y el arqueo neto de la embarcación de acuerdo al Convenio Internacional de Arqueo de 1969.

Se establece que el arqueo bruto en "GT" será:

$$GT = (0,2 + 0,02 \cdot \log_{10} V) \cdot V$$

Siendo V el volumen total:

$$V = V_1 + V_2$$

Donde V_1 es el volumen cerrado bajo cubierta y V_2 la suma de volúmenes cerrados sobre cubierta superiores a 1m^3 .

Obtenemos de las tablas hidrostáticas $V_1 = 308,1 \text{ T} / 1,025 \text{ T/m}^3 = 300,59\text{m}^3$

Calculamos el volumen de la caseta de la superestructura $V_{\text{caseta}} = 46.47\text{m}^3$ a partir del modelo 3D:

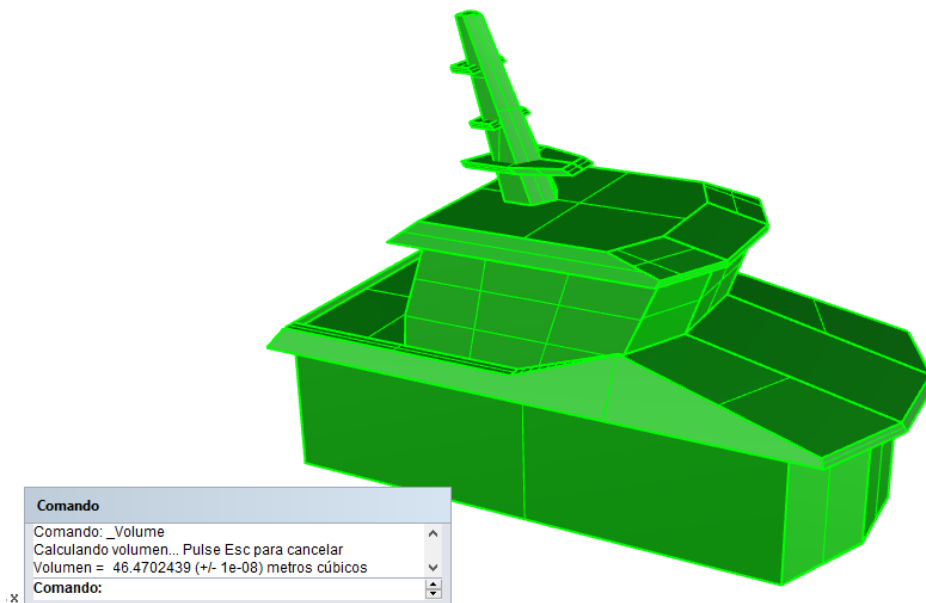


Figura F4.22: Cálculo de volumen de la cabina de la superestructura en Rhinoceros, elaboración propia.

Calculamos el volumen de la defensa de la superestructura $V_{\text{defensa}} = 2.07\text{m}^3$ a partir del modelo 3D:

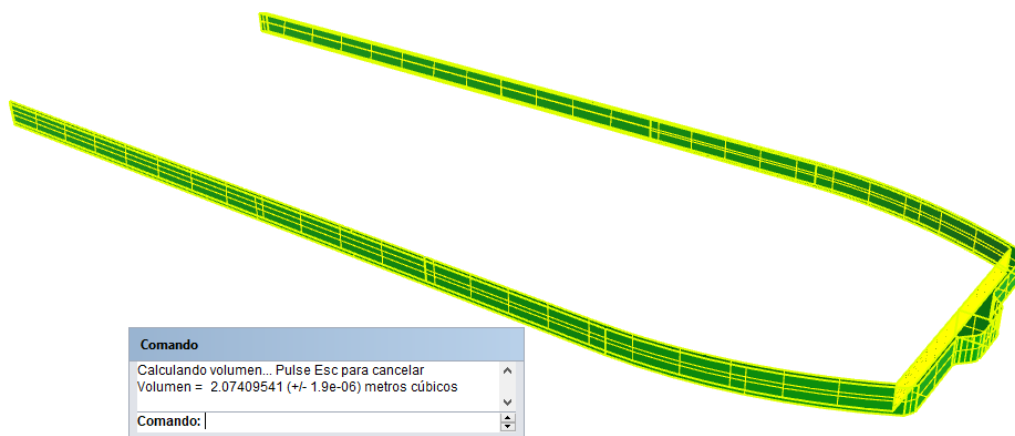


Figura F4.23: Cálculo de volumen de la defensa en Rhinoceros, elaboración propia.

Obteniéndose un volumen $V_2 = 48,54\text{m}^3$
 Y un volumen total $V = V_1 + V_2 = 349,13\text{m}^3$

Siendo por lo tanto el Arqueo Bruto total: 87,58 GT

CÁLCULO DE ARQUEO NETO (NT):

El arqueo neto se obtendrá a partir de la mayor de las siguientes expresiones:

$$NT = K2 \cdot Vc \cdot \left[\frac{4 \cdot d}{3 \cdot D} \right]^2 + K3 \left[N1 + \frac{N2}{10} \right]$$



$NT \geq 0.3GT$

Siendo V_c Volumen de los espacios de carga en m^3 , en el caso de la embarcación aplicable $V_c=0$, quedando la expresión cómo:

$$NT = K3 \left[N1 + \frac{N2}{10} \right]$$

Donde:

- $N1$ es el número de pasajeros en camarotes de hasta 8 pasajeros, $N1=0$ en el caso de la embarcación.
- $N2$ es el resto de pasajeros, $N2=12$ en el caso de la embarcación proyectada.
- $K3$ se obtiene de la siguiente expresión:

$$K3 = 1.25 \left[\frac{GT+10000}{10000} \right]$$

Siendo por lo tanto $K3= 1,26$

Por lo tanto obteniendo

$NT=1,26 \cdot 12= 15.13$ y $NT \geq 0.3GT \geq 26,27$

Siendo por lo tanto el Arqueo Neto total: 26.27 NT



CUADERNILLO 5: PREDICCIÓN DE POTENCIA Y PROPULSORES



CONTENIDO:

- 5.1 INTRODUCCIÓN
- 5.2 ESQUEMA DEL SISTEMA PROPULSOR
- 5.3 ESTIMACIÓN DE POTENCIA Y VELOCIDAD
- 5.5 HÉLICES
- 5.6 SISTEMA DE GOBIERNO

LISTA DE TABLAS:

Tabla T5.1: Estimación curva potencia absorbida por la hélice.

LISTA DE FIGURAS:

Figura F5.1: Vista isométrica carena en flotación a plena carga Maxsurf Resistance

Figura F5.2: Tren de olas generado a 16 nudos en Maxsurf Resistance

Figura F5.3: Vista longitudinal del tren de olas generado a 16 nudos en Maxsurf Resistance

Figura F5.4: Curva resistencia / velocidad a plena carga

Figura F5.5: Curva potencia propulsora / velocidad a plena carga

Figura F5.6: Curva resistencia / velocidad a media carga

Figura F5.7: Curva potencia propulsora / velocidad a media carga

Figura F5.8: Curva parámetros hélice Serie B Wageningen 4 palas

Figura F5.9: Curva de potencia absorbida por la hélice

Figura F5.10: Plano del timón

5.1 INTRODUCCIÓN:

En este cuadernillo, se estudia la predicción de potencia por medios estadísticos mediante el software Resistance del paquete Maxsurf con el objetivo de validar la potencia necesaria de la embarcación y al tratarse de una embarcación con propulsión eléctrica determinar al mismo tiempo la energía necesaria para permitir la operación de la embarcación de acuerdo al perfil operativo de la misma

Una vez definida la potencia necesaria para la instalación, se selecciona un motor adecuado y se dimensiona el propulsor adecuado para dicho motor.

Se dimensiona además en este cuadernillo el sistema de gobierno de la embarcación.

5.2 ESQUEMA DEL SISTEMA PROPULSOR :

Con el objetivo de reducir al máximo los costes de operacionales, permitir una adecuada fiabilidad y facilidad de mantenimiento y reparación, y, considerando al mismo tiempo que no se pretende que sea una embarcación de alta velocidad, se ha proyectado el equipo propulsor con dos líneas de ejes convencionales (una en cada patín), cada una de ellas con una hélice de paso fijo adecuada.

Cada línea de ejes irá acoplada a un motor eléctrico de tipo reversible y con una velocidad máxima de giro adecuada para la hélice sin necesidad de usar caja reductora. De modo que la embarcación

se proyecta sin cajas reductoras ni inversoras con el propósito de reducir las pérdidas de potencia en las mismas y contribuir a incrementar la fiabilidad del conjunto.

5.3 ESTIMACIÓN DE POTENCIA Y VELOCIDAD:

Se adjuntan a continuación las predicciones de velocidad/potencia según el método analítico “Slender Body” de la aplicación Resistance de Maxsurf (válido para cascos esbeltos) considerando un factor $1+k = 1.409$ e incluyendo las modificaciones incluidas por la 19th ITTC, para la situación de máximo desplazamiento (60,17 ton).

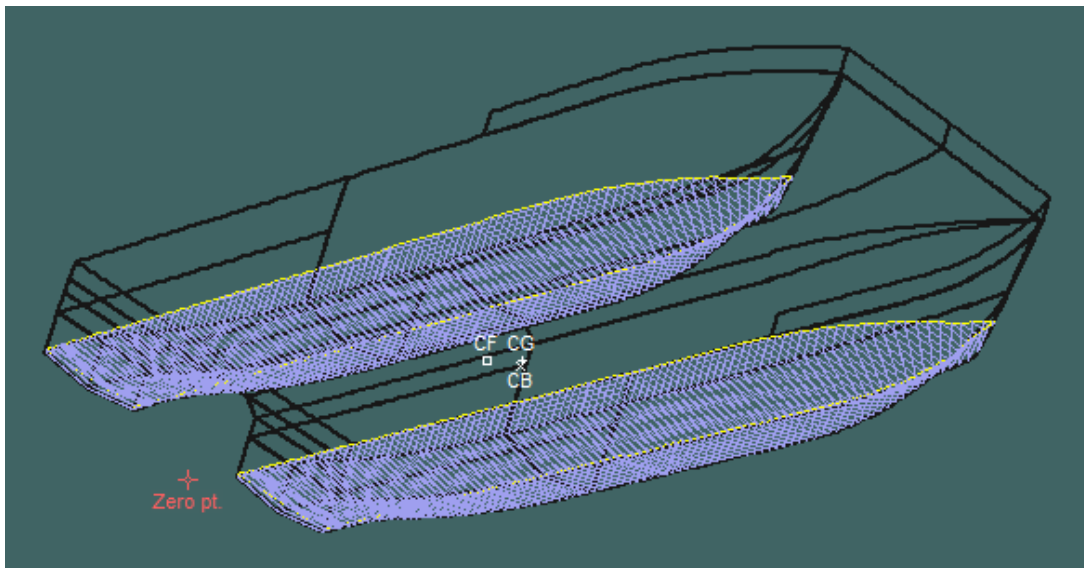


Figura F5.1: Vista isométrica carena en flotación a plena carga Maxsurf Resistance. Elaboración propia..

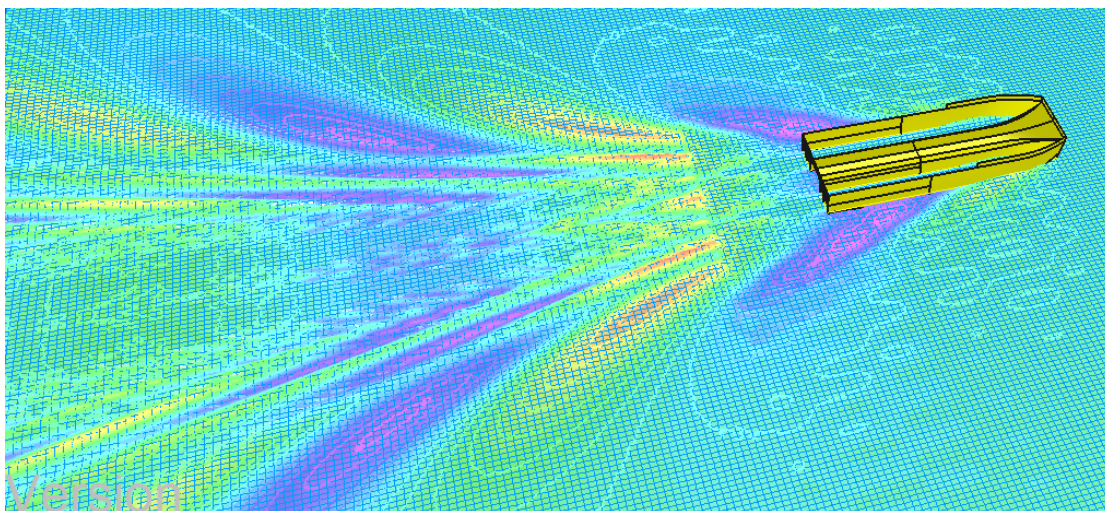


Figura F5.2: Tren de olas generado a 16 nudos en Maxsurf Resistance. Elaboración propia..

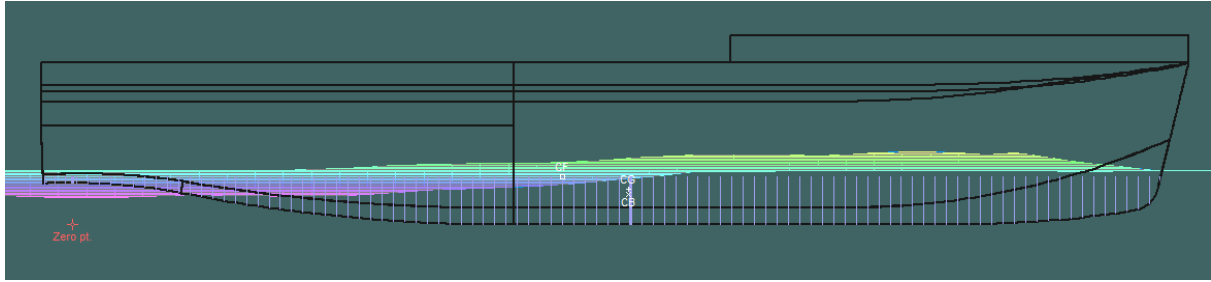


Figura F5.3: Vista longitudinal del tren de olas generado a 16 nudos en Maxsurf Resistance. Elaboración propia..

Se obtiene la siguiente curva de resistencia (kN/Nudos):

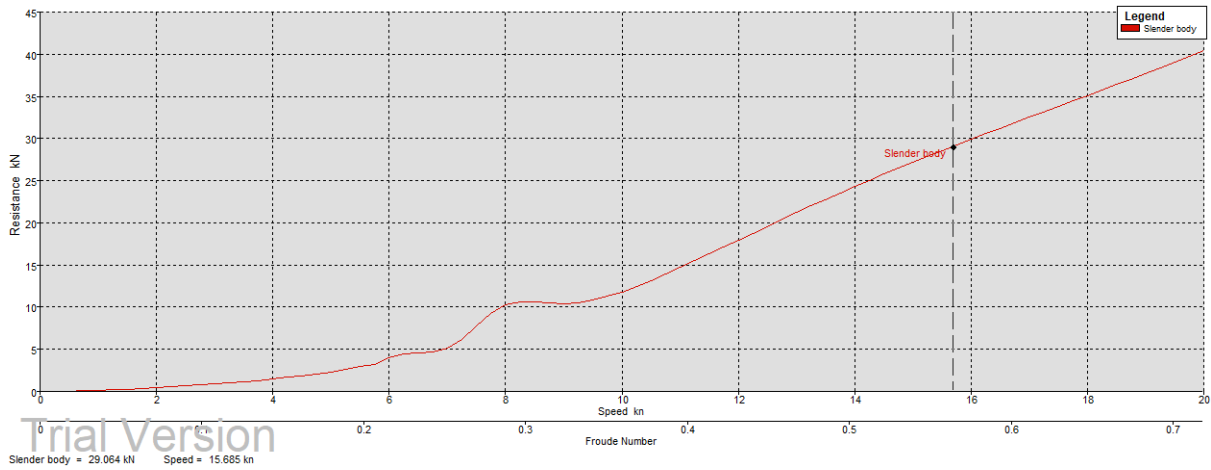


Figura F5.4: Curva resistencia / velocidad a plena carga. Elaboración propia.

Obteniendo una resistencia de unos 29kN a aproximadamente 15.7 nudos.

Se obtiene la siguiente curva de potencia requerida considerando un rendimiento del sistema propulsor de 47% en (kW/Nudos)

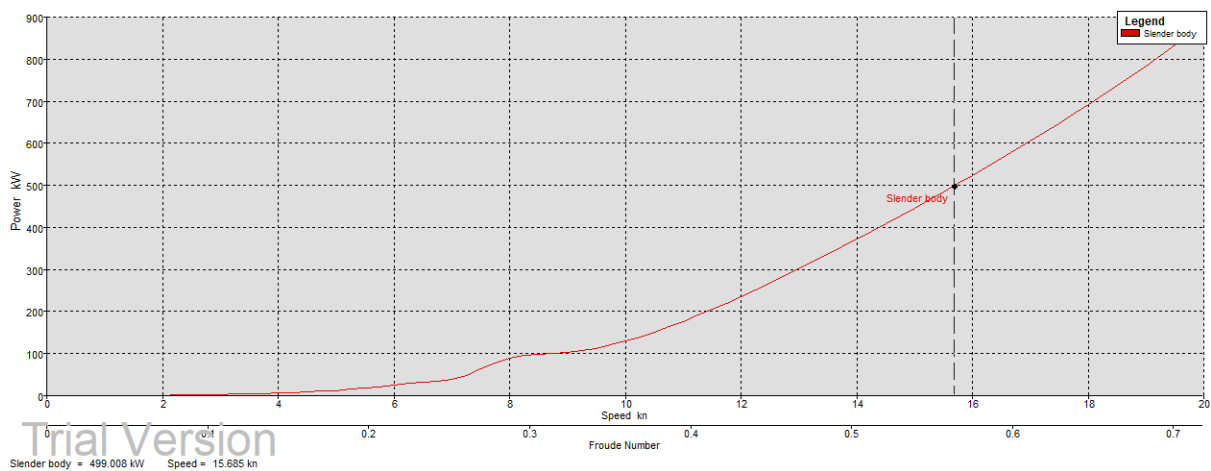


Figura F5.5: Curva potencia propulsora / velocidad a plena carga. Elaboración propia.

Obteniendo una potencia necesaria de 500 kW a 15.7 nudos aproximadamente.

Se ha calculado también por el mismo método, con un desplazamiento de unas 50Tm considerando por lo tanto un factor $1+k=1.377$ la resistencia y velocidad para la condición de navegación con pasajeros y sin carga, por considerarse un condición operativa habitual de la embarcación, obteniéndose los siguientes resultados:

Se obtiene la siguiente curva de resistencia (kN/Nudos):

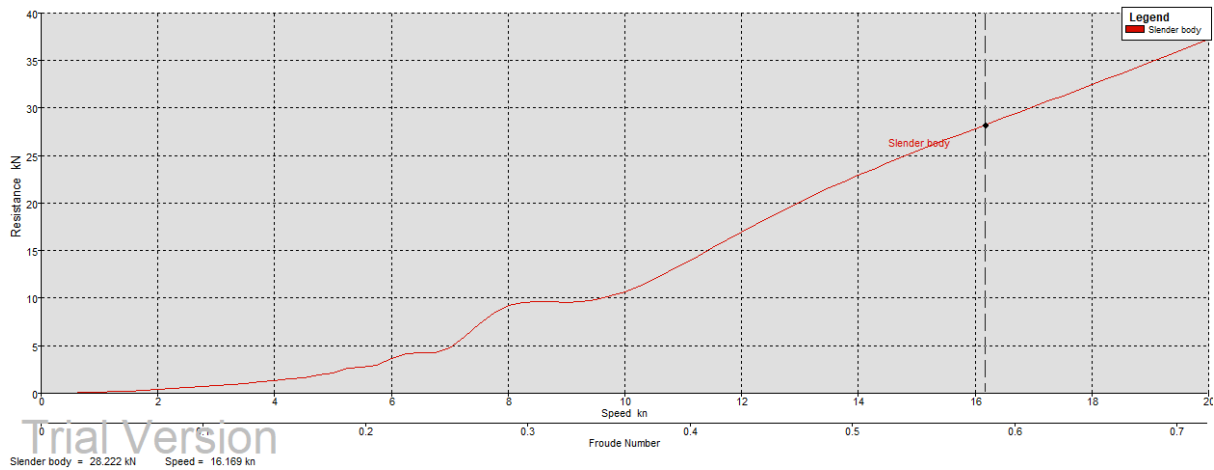


Figura F5.6: Curva resistencia / velocidad a media carga. Elaboración propia.

Obteniendo una resistencia de unos 28.2kN a aproximadamente 16.2 nudos.

Se obtiene la siguiente curva de potencia requerida considerando un rendimiento del sistema propulsor de 47% en (kW/Nudos)

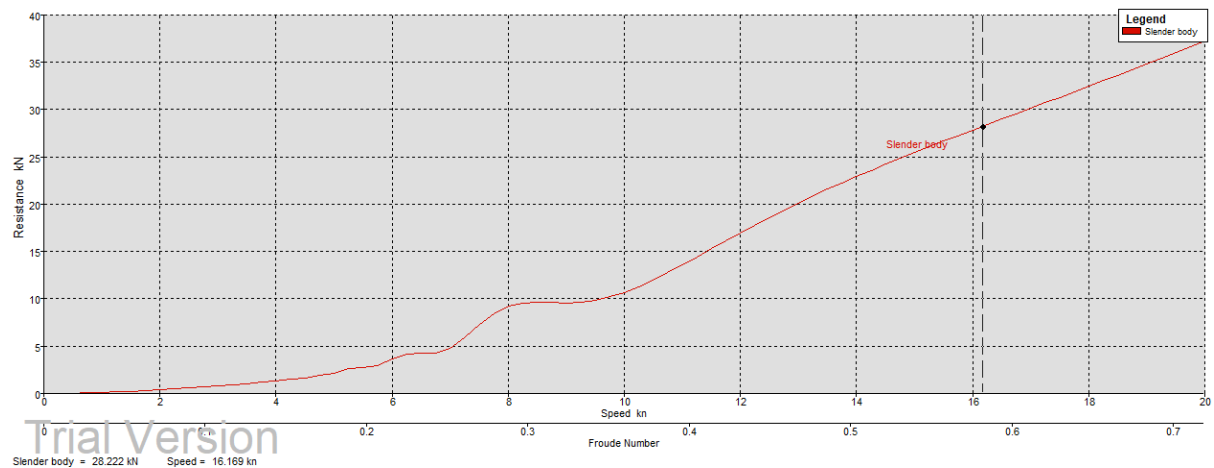


Figura F5.7: Curva potencia propulsora / velocidad a media carga. Elaboración propia.

Obteniendo una potencia necesaria de 500 kW a 16.2 nudos aproximadamente.



5.6 HÉLICES:

Se opta por hélices de la serie B de Wageningen con 4 palas dado que en el rango de velocidades de crucero alrededor de 12 nudos en este tipo de embarcaciones con potencias similares a los 250 kW son las que mejor rendimiento ofrecen y las más usadas. Se selecciona una hélice de mayor diámetro posible atendiendo el hueco de la misma con el objetivo de que esta tenga el mejor rendimiento posible, dejando una distancia mínima con el casco en su parte inferior de $0.20D$ atendiendo a las recomendaciones de Bureau Veritas.

Se estima de forma preliminar la hélice adecuada usando el software PropCalc obteniendo cómo resultado una relación de áreas $A_p/A_D = 0.5$ de 31" de diámetro y 34" de paso (coeficiente $P/D = 1.1$). Seguidamente se comprueba mediante los parámetros tabulados de K_T , K_Q y rendimiento de las hélices de la serie B de Wageningen publicadas en mayo de 1981 por la Universidad de Michigan:

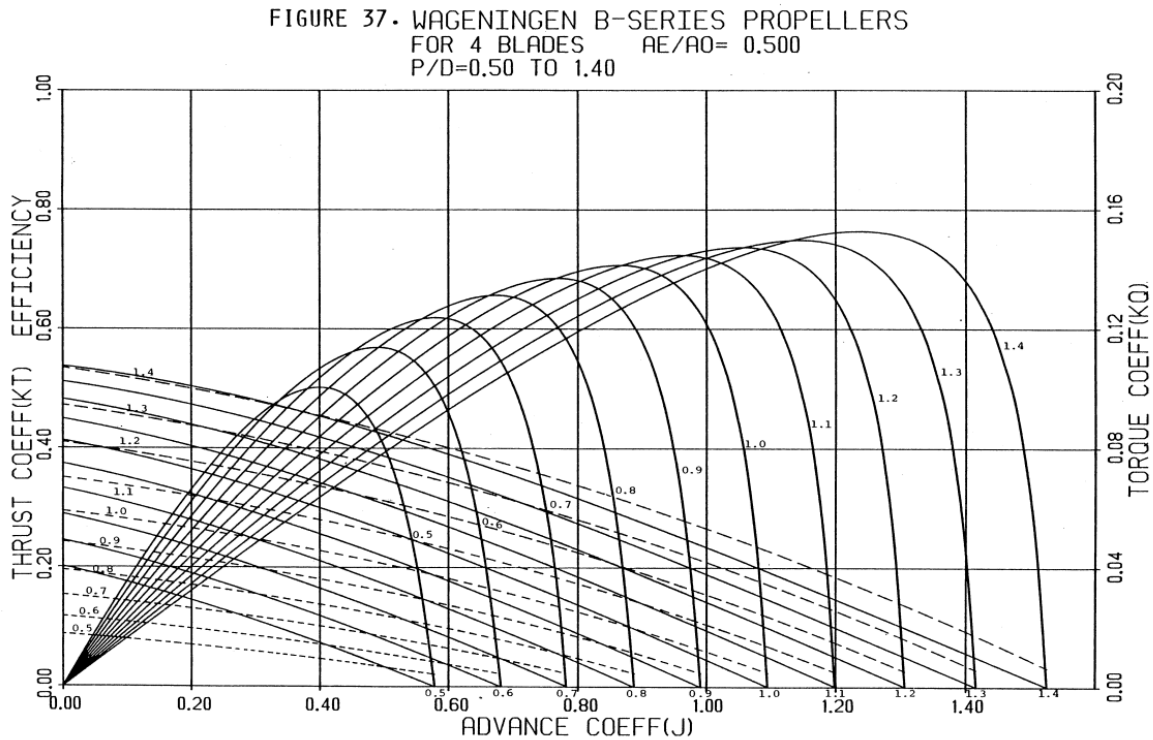


Figura F5.8: Curva parámetros hélice Serie B Wageningen 4 palas . Fuente: University of Michigan

Con los parámetros obtenidos y el régimen del motor se obtiene la siguiente curva de par y potencia:

n (rpm) motor	kW Motor	n (rpm) eje	n (rev/s) eje	Q (Nm) eje	Q (Nm) helice	P (kW) hélice
0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
100	250	100,00	1,67	23,21	23,21	0,24
200	250	200,00	3,33	92,84	92,84	1,94
300	250	300,00	5,00	208,88	208,88	6,56
400	250	400,00	6,67	371,35	371,35	15,55



500	250	500,00	8,33	580,23	580,23	30,38
600	250	600,00	10,00	835,53	835,53	52,49
700	250	700,00	11,67	1137,25	1137,25	83,36
800	250	800,00	13,33	1485,38	1485,38	124,43
900	250	900,00	15,00	1879,94	1879,94	177,17
993	250	993,00	16,55	2288,53	2288,53	237,96

Tabla T5.1: Estimación curva potencia absorbida por la hélice. Elaboración propia.

Se comprueba que la curva de potencia de la hélice es ligeramente inferior a la del motor al régimen máximo para tener en cuenta un 3% de pérdidas de rendimiento propulsivo en el eje.

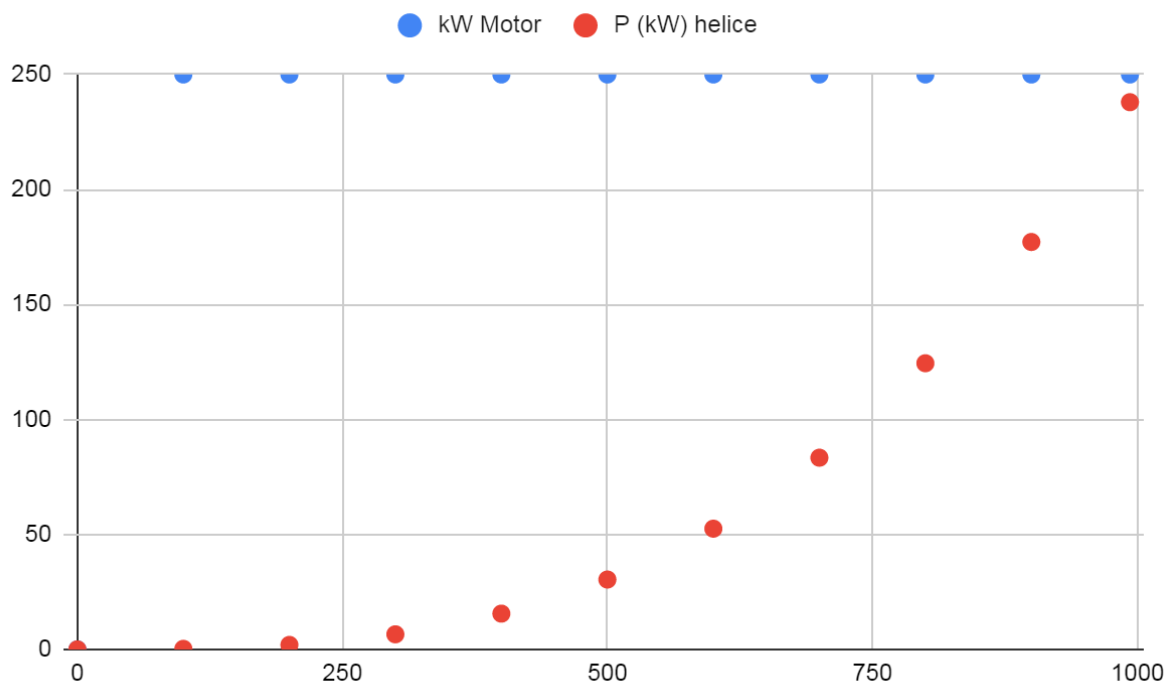


Figura F5.9: Curva de potencia absorbida por la hélice . Elaboración propia.

5.7 SISTEMA DE GOBIERNO:

La embarcación dispondrá de dos timones con un área total de pala de acuerdo a la siguiente expresión de la sociedad de clasificación DNV-GL:

$$A_p = \frac{L \cdot T}{100} \left[1 + 25 \cdot \left(\frac{B}{L} \right)^2 \right]$$

$$A_p = 1,014 \text{ m}^2$$

Siendo el área recomendada de cada pala $1,014/2 = 0,507 \text{ m}^2$

Se instalarán dos timones Radice 38/50-P de 0,507m² cada uno.

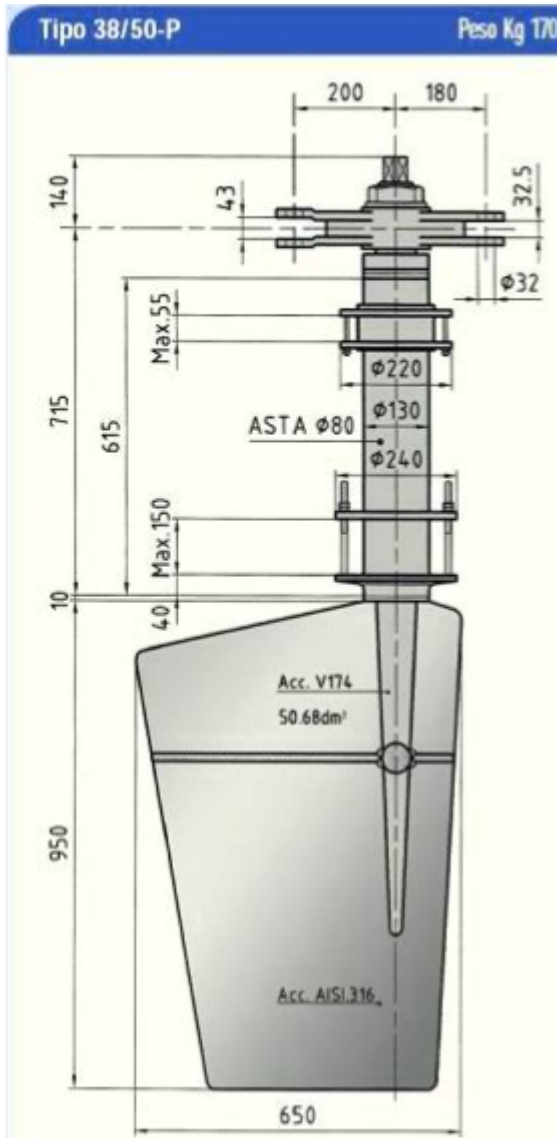


Figura F5.10: Plano del timón. Fuente: Radice.



CUADERNILLO 6: PLANTA PROPULSORA Y CÁMARA DE MÁQUINAS



CONTENIDO:

- 6.1 INTRODUCCIÓN
- 6.2 ESQUEMA GENERAL DE LA SALA DE MÁQUINAS
- 6.3 SISTEMA DE VENTILACIÓN DE LA SALA DE MÁQUINAS
- 6.4 MOTORES PROPULSORES
- 6.5 LÍNEAS DE EJES
- 6.6 HÉLICES TRANSVERSALES DE MANIOBRA
- 6.7 SERVOMOTOR

LISTA DE TABLAS:

Tabla T6.1: Características del motor propulsor.

Tabla T6.2: Estimación de la presión de viento lateral.

Tabla T6.3: Características técnicas de las hélices transversales.

Tabla T6.4: Características cilindros hidráulicos servomotor.

LISTA DE FIGURAS:

Figura F6.1: Vista en planta de la disposición de la sala de máquinas de babor.

Figura F6.3: Vista en planta de la disposición de la sala de máquinas de estribor.

Figura F6.3: Características técnicas de los electroventiladores.

Figura F6.4: Plano del motor propulsor.

Figura F6.5: Plano del sello del eje.

Figura F6.6: Componentes del sello del eje.

Figura F6.7: Acoplamiento elástico del eje.

Figura F6.8: Plano del arbotante.:

Figura F6.9: Área lateral obra muerta.

Figura F6.10: Dimensiones hélices de maniobra.

Figura F6.11: Dimensiones cilindros hidráulicos servomotor.

6.1 INTRODUCCIÓN:

En este documento se detallan los diferentes sistemas que permiten la normal navegación y maniobra del buque, tales como el sistema de propulsión que garantiza la velocidad de servicio, las hélices de maniobra transversal y el servomotor que actúa en las palas de los timones.

En el caso concreto de este proyecto, al tratarse de una embarcación con propulsión eléctrica con motores refrigerados por aire, se prescinde de muchos servicios auxiliares tales como exhaustaciones, servicios de refrigeración por agua o servicios de lubricación centralizados,...

El espacio de la cámara de máquinas dispondrá de una configuración suficiente para permitir el mantenimiento de los motores, circuitos y equipos.

6.2 ESQUEMA GENERAL DE LA SALA DE MÁQUINAS:

La embarcación dispone de dos salas de máquinas principales una en cada patín, ubicadas ambas entre la cuaderna 2 y la cuaderna 7.

Las salas de máquinas disponen de anchura y altura suficiente para permitir el paso, así como tres accesos cada sala, uno principal desde cubierta, uno al pique de popa y uno al compartimento de baterías que a su vez sirve de salida de emergencia.

La sala de máquinas dispondrá de escotilla el techo con tamaño suficiente para permitir extraer el motor principal de una pieza.

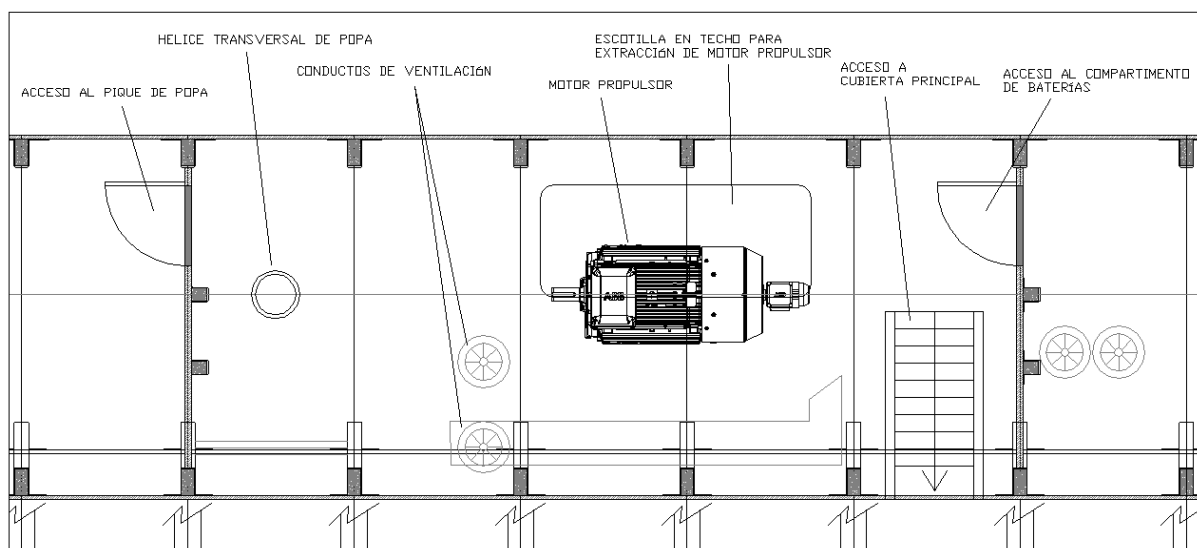


Figura F6.1: Vista en planta de la disposición de la sala de máquinas de babor. Elaboración propia.

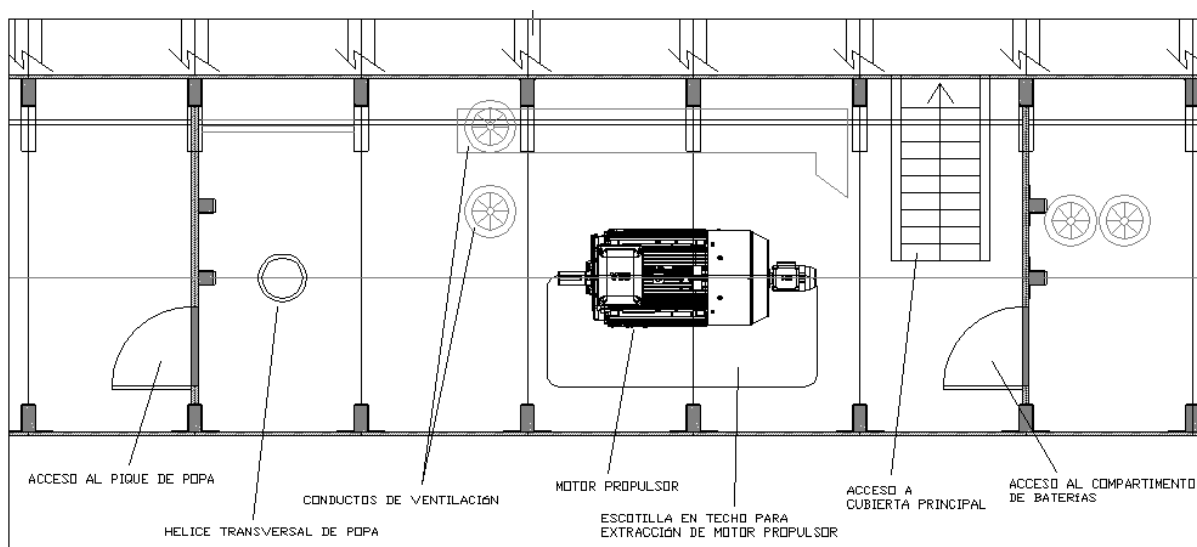


Figura F6.3: Vista en planta de la disposición de la sala de máquinas de estribor. Elaboración propia.



6.3 SISTEMA DE VENTILACIÓN DE LA SALA DE MÁQUINAS:

Se dispondrá ventilación forzada en la sala de máquinas y en el compartimento de baterías suficiente para garantizar 60 renovaciones de aire por hora teniendo en cuenta las pérdidas de carga en tuberías y compuertas de ventilación.

El caudal mínimo de los electroventiladores será por lo tanto:

Cámara de máquinas:

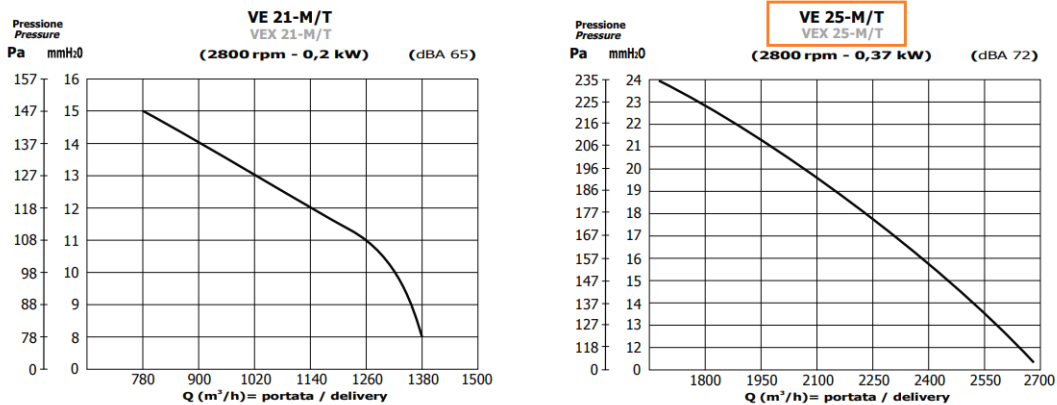
- Volumen (V)= 34,6m³
- Pérdidas de carga (p_c)= 20%
- Caudal mínimo (Q_v)= V·60/(1-p_c)= 1660 m³/h

Cámara de baterías:

- Volumen (V)= 38,8m³
- Pérdidas de carga (p_c)= 20%
- Caudal mínimo (Q_v)= V·60/(1-p_c)= 1862 m³/h

La ventilación en la sala de baterías y la sala de máquinas contará con “Fire Dumpers” de accionamiento eléctrico automático y manual en caso de incendio en el compartimento así como de sistema de parada automática.

Se utilizarán electroventiladores tipo CEM VEX 25:



Modello Type	Voltage (V)	Potenza / Power		Assorbimento Absorption (A)	Giri/min. RPM	dBA	Pressione totale Total pressure	Pa																	
		HP	kW					78	88	98	108	118	127	137	147										
VE 21 VEX 21	230M	0,3	0,2	2	2800	65	Portata Delivery (m3/h)	8	9	10	11	12	13	14	15	1380	1350	1320	1260	1140	1020	900	780		
	230+400T	0,3	0,2	1,2+0,6	2800	65		1380	1350	1320	1260	1140	1020	900	780										
Modello Type	Voltage (V)	Potenza / Power		Assorbimento Absorption (A)	Giri/min. RPM	dBA	Pressione totale Total pressure	Pa																	
		HP	kW					118	137	157	176	186	196	206	216	225									
VE 25 VEX 25	230M	0,5	0,37	2,7	2800	72	Portata Delivery (m3/h)	12	14	16	18	19	20	21	22	23	2640	2500	2395	2200	2140	1980	1940	1880	1800
	230+400T	0,5	0,37	1,4+0,8	2800	72		2640	2500	2395	2200	2140	1980	1940	1880	1800									

Figura F6.3: Características técnicas de los electroventiladores. Fuente: CEM Pumps.



6.4 MOTORES PROPULSORES:

La embarcación dispondrá de dos motores propulsores de tipo eléctrico asíncronos ABB 355SMC 6 marinizados con las siguientes características principales:

Potencia	250 kW
Par	2404 Nm
Velocidad máxima de giro	993 rpm
Polos	6
Frecuencia máxima	50 Hz
Voltage	400Vac
Consumo máximo	460 A
Eficiencia	95.7%
Factor pot.	0.82
Peso	1863 kg
Refrigeración	Aire

Tabla T6.1: Características del motor propulsor. Elaboración propia.

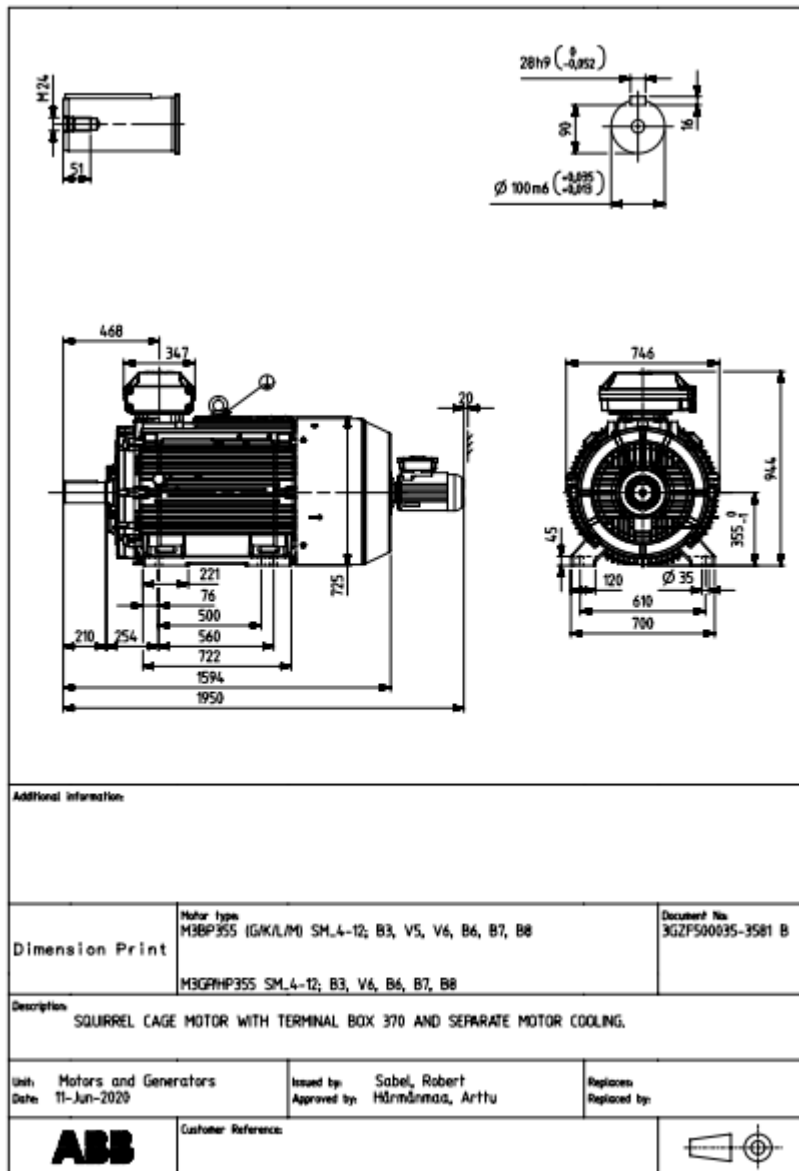


Figura F6.4: Plano del motor propulsor. Fuente: ABB

Los motores serán controlados y monitorizados por un variador de frecuencia cada uno de ellos tipo ABB ACS880-07-503A-5 para trabajar en rating “Heavy Duty” con una potencia de hasta 250 kW. Los variadores serán marinizados y se alimentarán directamente de batería a su bus de continua a una tensión aproximada de 563 Vdc.

6.5 LÍNEAS DE EJES:

La transmisión de potencia desde el motor hasta las hélices se efectuará mediante ejes de acero inoxidable de 40 mm de diámetro de acero tipo duplex de 4 m de longitud. El eje irá acoplado directamente al motor sin caja reductora / inversora.

Para ello se ha usado el método de cálculo según BV (NR566):

$$d = K (P / N)^{1/3}$$

d_{min} para acero duplex = 39,78 mm (K=63)

Dónde:

K, factor del material

P, es la potencia entregada al eje, en kW, 250

N, revoluciones por minuto entregadas al eje, 993

Los ejes dispondrán de doble cono 1/10, tanto en la parte de la hélice cómo del motor.

La estanqueidad del eje con el casco se hará con una bocina mecánica tipo PSS Type A unida a un tubo de prfv que a su vez estará laminado con el casco.

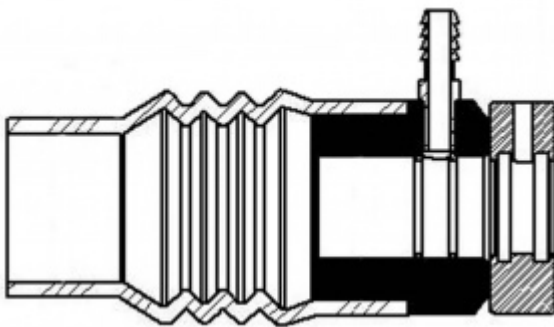


Figura F6.5: Plano del sello del eje. Fuente: PYI

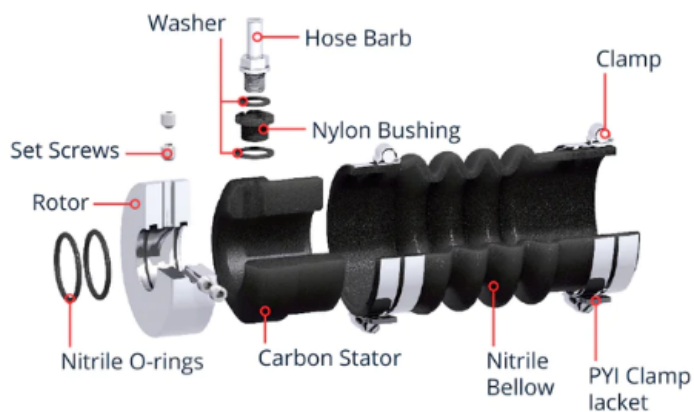


Figura F6.6: Componentes del sello del eje. Fuente: PYI

Entre el eje y el motor se instalará un acoplamiento semi-rígido isoflex type M con el objetivo de absorber desalineaciones y un cojinete de empuje axial para evitar transmitir el empuje de la hélice al motor.

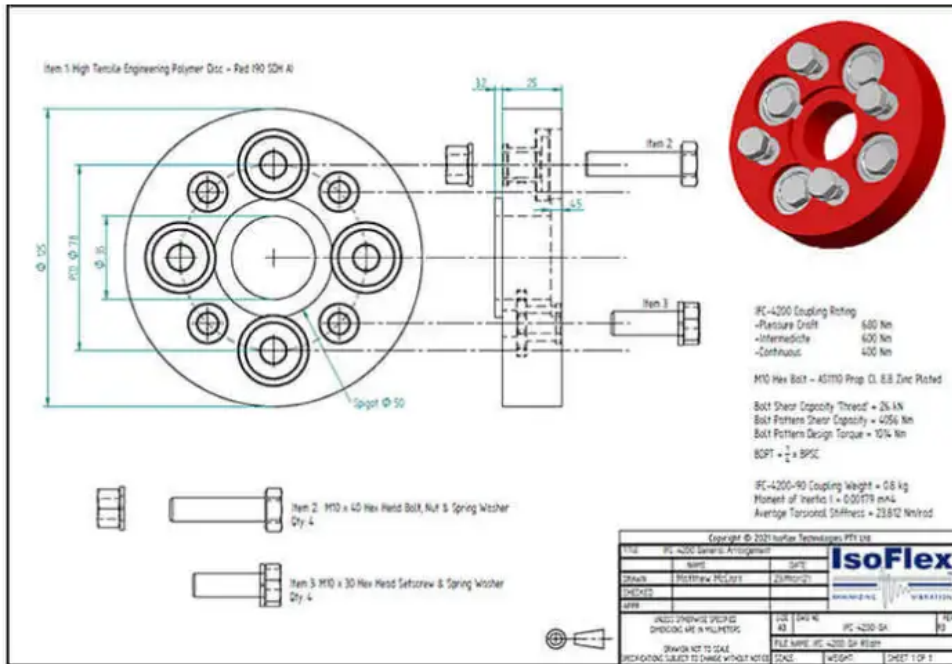


Figura F6.7: Acoplamiento elástico del eje. Fuente: Isoflex

El eje dispondrá de dos cojinetes hidro-lubricados de bronce-epdm uno de ellos ubicado en el tubo de prfv de la bocina y el otro en el arbotante a menos de 40 mm (un diámetro del eje) de la hélice. El arbotante será de bronce de tipo Radice tipo espada para eje de 40mm.

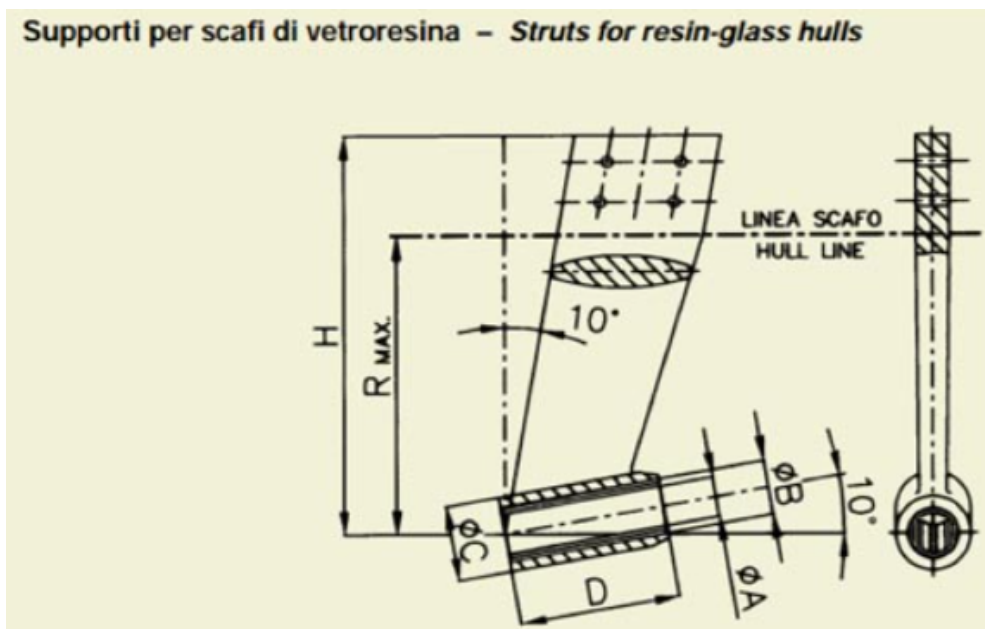


Figura F6.8: Plano del arbotante. Fuente: Radice

6.7 HÉLICES TRANSVERSALES DE MANIOBRA:

La embarcación dispondrá de cuatro hélices transversales de maniobra, dos en proa y dos en popa con capacidad para mantener la posición de la embarcación y maniobrar con una fuerza de viento Beaufort 4.

A continuación se estima la presión de viento lateral:

Presión viento

$$P=k \cdot d \cdot V^2$$

k	0.8	coeficiente de forma	
d	1.029	kg/m ³	densidad aire
S	88	m ²	Superficie lateral
a	90	°	ángulo de incidencia

BEAUFORT	V(nudos)	V (m/S)	P (N/m ²)	Fv=P·S·seno(a)	
2	3.92	2	3.2928	289.77	N
2	4.90	2.5	5.145	452.76	N
3	7.84	4	13.1712	1159.07	N
3	9.80	5	20.58	1811.04	N
4	11.76	6	29.6352	2607.90	N
4	13.73	7	40.3368	3549.64	N
4	15.69	8	52.6848	4636.26	N
4	17.65	9	66.6792	5867.77	N

Tabla T6.2: Estimación de la presión de viento lateral. Elaboración propia.

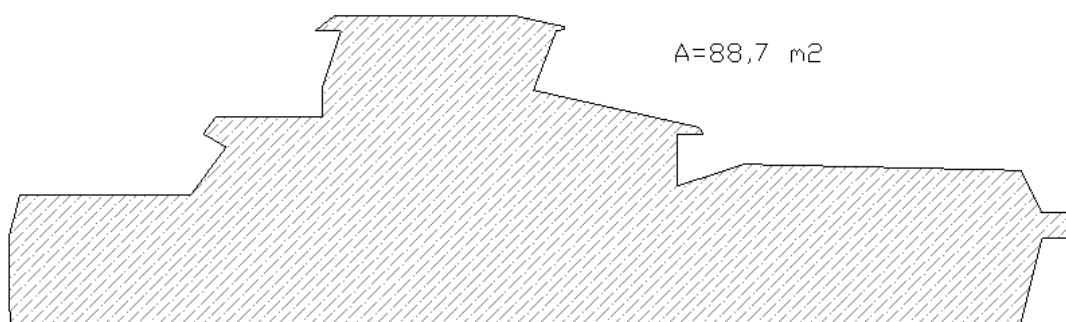




Figura F6.9: Área lateral obra muerta. Elaboración propia.

Se instalarán cuatro hélices transversales trifásicas a 400 Vac 50 hz de 15 kW tipo Sleipner SAC 240 con una capacidad de empuje de 240 kg cada una con control proporcional independiente, con el objetivo de optimizar las maniobras de acercamiento a los aerogeneradores y las maniobras en puerto.

↓

	SAC240/250-C	SAC320/300-I	SAC360/300-C	SAC400/300-C	SAC450/386-C	SAC520/386-I	SAC520/386-C	SAC700/412-C	SAC750/513-I	SAC800/513-I	SAC1100/513-I	SAC1100/513-C	SAC1300/610-I	SAC1400/610-I
Performance & sizing														
Tunnel inside diameter (mm • in)	250 • 9.8	300 • 11.8	300 • 11.8	300 • 11.8	386 • 15.2	386 • 15.2	386 • 15.2	412 • 16.2	513 • 20	513 • 20	513 • 20	513 • 20	610 • 24	610 • 24
Thrust, continuous (kg • lbs)	240 • 529	280 • 617	360 • 794	400 • 882	450 • 992	450 • 992	520 • 1146	700 • 1543	600 • 1323	750 • 1653	900 • 1984	1100 • 2425	1100 • 2425	1200 • 2646
Thrust, max. (kg • lbs) *	-	320 • 705	-	-	-	520 • 1146	-	-	750 • 1653	900 • 1984	1100 • 2425	-	1300 • 2866	1400 • 3086
Motor output (kW • Hp)**	14 • 19	21 • 27	27 • 37	30 • 41	28 • 38	35 • 48	35 • 48	42 • 57	41 • 56	53 • 72	70 • 95	70 • 95	74 • 101	83 • 113
Typical boat size (m • ft)	13-23 • 42-75	17-31 • 55-100	18-33 • 59-108	18-33 • 59-108	22-35 • 75-110	25-40 • 85-140	25-40 • 85-140	29-44 • 95-145	29-44 • 95-145	30-45 • 100-150	32-49 • 105-160	32-49 • 105-160	40-52 • 130-170	40-55 • 130-175
Voltage range, 3-Phase supply	208-240/380-440V	208-240/380-440V	208-240/380-440V	208-240/380-440V	208-240/380-440V	208-240/380-440V	208-240/380-440V	208-240/380-440V	380-440V	380-440V	380-440V	380-440V	380-440V	380-440V
Current draw max: ***														
230V Systems:	51A	80A	106A	115A	106A	127A	127A	150A	153A	193A	-	-	-	-
400V Systems:	28A	46A	62A	65A	62A	73A	73A	87A	84A	108A	134A	134A	143A	160A
Generator load max:****	19.5 kVA	29 kVA	36 kVA	39 kVA	37 kVA	47 kVA	47 kVA	56 kVA	49 kVA	61 kVA	81 kVA	81 kVA	86 kVA	97 kVA
Features														
CE approved	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
DNV-GL type approved gear leg				Yes				Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Proportional speed	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Propulsion system	Twin Counter	Twin Counter	Twin Counter	Twin Counter	Twin Counter	Twin Counter	Twin Counter	Twin Counter	Twin Counter	Twin Counter	Twin Counter	Twin Counter	Twin Counter	Twin Counter
Lubrication	Sealed	Sealed	Gravity feed	Gravity feed	Gravity feed	Gravity feed	Gravity feed	Gravity feed	Gravity feed/ On water change (optional)	Gravity feed/ On water change (optional)	Gravity feed/ On water change (optional)	Gravity feed/ On water change (optional)	Gravity feed/ On water change (optional)	Gravity feed/ On water change (optional)
Galvanic separation	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No

Tabla T6.3: Características técnicas de las hélices transversales. Fuente: Sleipner.

Measurement code	Measurement description	*240		*320	
		mm	inch	mm	inch
ID	Internal tunnel diameter	250	9.8	300	11.8
T (min)	Tunnel thickness min.	7	.3	10	.4
T (max)	Tunnel thickness max.	10	.4	10	.4
TL	Minimum tunnel length	300	11.8	300	11.8
TL (recommended)	Recommended tunnel length	550	21.7	550	21.7
WD	Minimum water depth	380	11	450	17.7
H	Motor Height	688	27.1	703	27.7
W	Motor width	262	10.3	262	10.3
L	Motor length	347	13.7	347	13.7

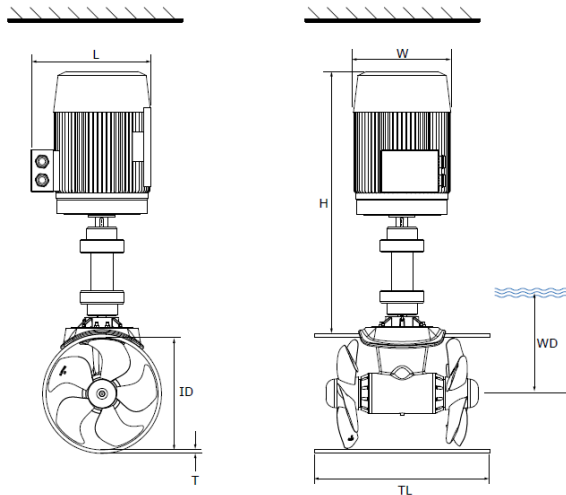


Figura F6.10: Dimensiones hélices de maniobra. Fuente: Sleipner.

Los motores de las hélices se alimentarán cada uno de ellos por un variador de frecuencia alimentado a su vez por la red de corriente continua de 563 Vdc. Cada hélice dispondrá de un tubo de prfv de 250mm de diámetro laminado directamente al casco.

6.8 SERVOMOTOR:

Se dispondrá un servomotor de accionamiento electro-hidráulico con un par adecuado de acuerdo a las características de la embarcación, que moverá los timones:

Ap	0.51	m ²	
V	16	kn	7.153 m/s
C (cuerda)	0.65	m	
d1 (distancia borde ataque-eje timón)	0.08	m	
Mt	2165.09	Nm	
Mt (+15%)	2489.85	Nm	

Mt 253.81 kgm

Se estima un par mínimo de 2.5 kNm en cada pala. Se instalará un servomotor LS VHM 60DT con una capacidad de empuje de

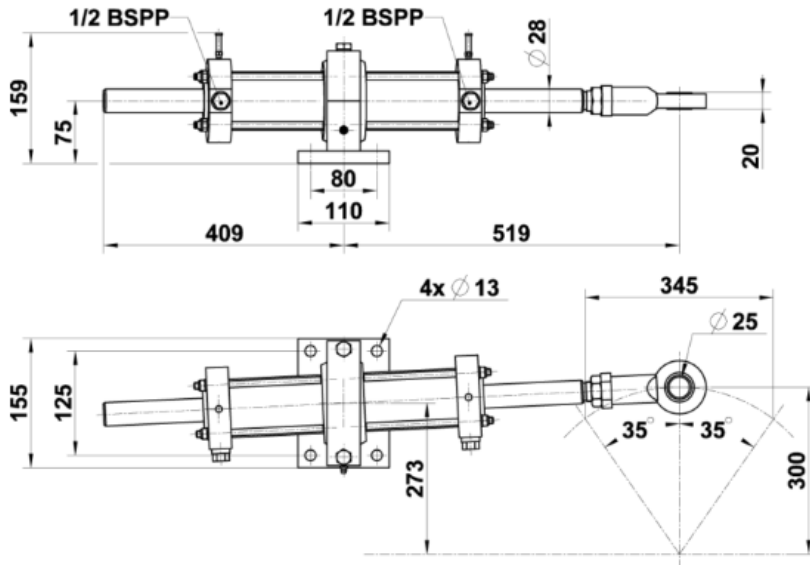


Figura F6.11: Dimensiones cilindros hidráulicos servomotor. Fuente: Lecomble & Schmitt

Maximum torque	450 kpm	3250 ft.lbs
Stroke	345 mm	13 19/32"
Maximum pressure	60 bars	870 PSI
Volume	862 cc	52.6 cu.in
Radius of tiller arm	300 mm	11 13/16"
Total rudder angle	70°	
Weight	15.7 kg	34.6 lbs

Tabla T6.4: Características cilindros hidráulicos servomotor. Fuente: Lecomble & Schmitt

El servomotor deberá permitir orientar el timón en todas las condiciones de marcha y maniobra de la embarcación y en particular se podrá maniobrar la caña desde 35 grados a una banda a 30 grados a la otra en menos de medio minuto.

Llevará sistemas apropiados de topes fin de carrera a 35 grados a cada banda.



CUADERNILLO 7: EQUIPOS Y SERVICIOS



CONTENIDO:

- 7.1 INTRODUCCIÓN
- 7.2 SERVICIO DE CONTRA INCENDIOS POR AGUA SALADA Y BALDEO
- 7.3 SERVICIO DE ACHIQUE
- 7.4 SISTEMA FIJO DE EXTINCIÓN DE INCENDIOS
- 7.5 EXTINTORES PORTÁTILES
- 7.6 SISTEMA DE DETECCIÓN DE INCENDIOS
- 7.7 SERVICIO DE AGUA SANITARIA
- 7.8 SERVICIO DE CLIMATIZACIÓN
- 7.8 GRÚA
- 7.9 ELEMENTOS REGLAMENTARIOS DE SALVAMENTO
- 7.10 MATERIAL NAUTICO
- 7.11 LUCES DE NAVEGACIÓN Y SEÑALES
- 7.12 EQUIPAMIENTO RADIOELÉCTRICO Y DE NAVEGACIÓN
- 7.13 NUMERAL DE EQUIPO Y EQUIPO DE FONDEO

LISTA DE TABLAS:

Tabla T7.1: Procedimiento de cálculo aproximado capacidad aire acondicionado.

Tabla T7.2: Estimación capacidad de climatización cabina de pasajeros.

Tabla T7.3: Estimación capacidad de climatización puente de mando.

Tabla T7.4: Tabla equipo de fondeo en función del numeral equipo.

LISTA DE FIGURAS:

Figura F7.1: Gráfico de caudal en función de la altura de las bombas de achique / CI.

Figura F7.2: Esquema de funcionamiento del sistema de achique / contra incendios.

Figura F7.3: Características central de detección de incendios.

Figura F7.4: Esquema de funcionamiento del servicio de agua sanitaria.

Figura F7.5: Dimensiones de la grúa.

Figura F7.8: Diagrama de cargas de la grúa.

Figura F7.9: Cálculo de área lateral.

Figura F7.10: Cálculo de área túnel.

7.1 INTRODUCCIÓN:

En el presente cuadernillo se describen los equipos y servicios de la embarcación no tratados en el cuadernillo de planta propulsora y cámara de máquinas.

La mayoría de equipos descritos son comunes en todo tipo de embarcaciones, cómo por ejemplo los servicios de achique, contra incendios, climatización o el sistema sanitario entre otros. En el caso concreto de este proyecto la embarcación no dispone en la práctica de servicios o equipos específicos, únicamente se podría identificar cómo tal la grúa.

Los equipos se han definido de acuerdo a la siguiente reglamentación:

- Reglamento Bureau Veritas NR 600 (*"Hull Structure and Arrangement for the Classification of Cargo Ships less than 65 m and Non Cargo Ships less than 90m"*), Edición Junio 2021



- Real Decreto 1185/2006, de 16 de octubre, por el que se aprueba el Reglamento por el que se regulan las radiocomunicaciones marítimas a bordo de los buques civiles españoles.
- Real decreto 1661/1982 de 25 de junio, por el que se declaran de aplicación a todos los buques y embarcaciones mercantes nacionales los preceptos del Convenio Internacional para la Seguridad de la Vida Humana en el Mar, 1974 y su protocolo de 1978 (nuevo texto) desarrollada por la Orden del Ministerio de Transporte, Turismo y Comunicaciones de 10 de junio de 1983 sobre normas complementarias de aplicación al Convenio Internacional para la Seguridad de la Vida Humana en el Mar, 1974, y su protocolo de 1978, a los buques y embarcaciones mercantes nacionales modificada por la Orden del Ministerio de Transporte, Turismo y Comunicaciones de 31 de enero de 1986 (SEVIMAR).
- Convenio internacional para prevenir la contaminación por los buques, 1973 (Convenio MARPOL) modificado por su Protocolo 1978 y Enmiendas posteriores. Anexos 1, V y VI.
- Convenio Internacional por el que se aprueba el reglamento Internacional para prevenir los abordajes, hecho en Londres el 20 de octubre de 1972, y sus enmiendas posteriores (COLREG 72).

7.2 SERVICIO DE CONTRA INCENDIOS POR AGUA SALADA Y BALDEO:

La embarcación dispone de dos bombas de achique / contra incendios con una capacidad mínima de 21 m³/h. Ambas bombas son eléctricas de tipo trifásico y se alimentan directamente a partir de las baterías de propulsión con un variador de frecuencia instalado y en puerto podrán alimentarse del cuadro de corriente alterna. Cada una de ellas estará conectada a un banco de baterías distinto a la otra (una en babor y la otra en estribor).

Las bombas serán tipo CEM 070, auto-aspirantes e irán ubicadas fuera de la sala de máquinas. La aspiración y descarga de ambas bombas estará unida de forma que cualquiera de las bombas podrá aspirar de cualquiera de las tomas de mar y descargar a cualquiera de las bocas contra incendios.

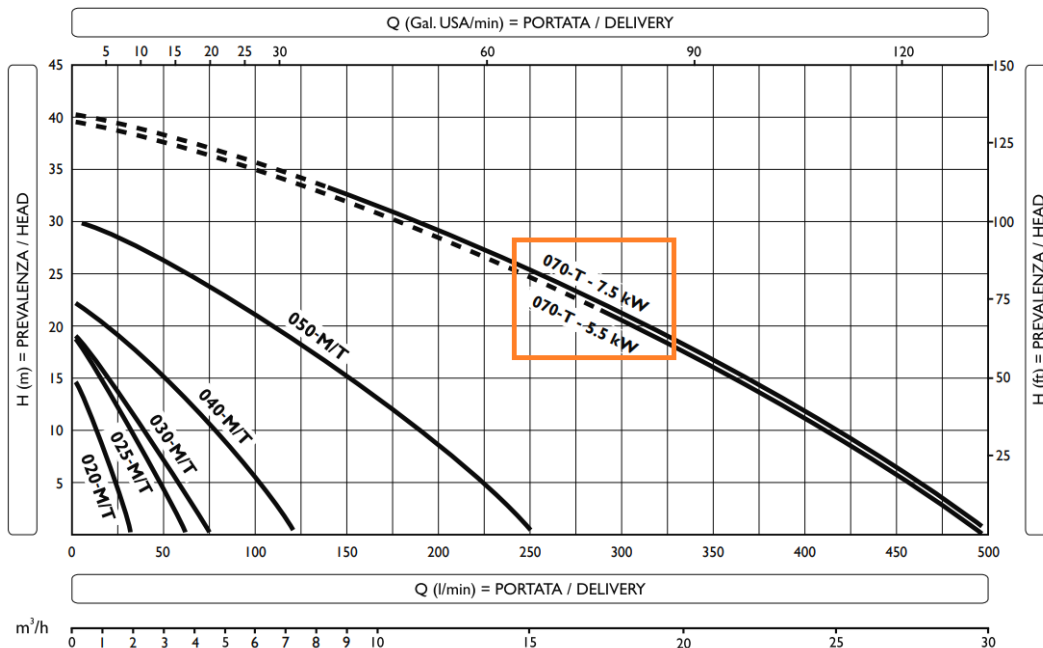


Figura F7.1: Gráfico de caudal en función de la altura de las bombas de achique / CI Fuente: CEM Pumps.

Todos los ramales de tuberías contra incendios serán de tipo rígido de acero inoxidable excepto en la unión con la bomba donde se prevé un tramo flexible para absorber vibraciones.

Las aspiraciones se realizan a través de una toma de mar (en cada patín ubicadas fuera de la sala de máquinas) con válvula de fondo de bronce.

De cada toma de mar se aspirará a través de la bomba contra incendios alimentando una toma que servirá para, además del servicio contra incendios, labores de baldeo. Habrá dos bocas contra incendios sobre la cubierta principal y una sobre la cubierta superior dispuestas de forma que se pueda llegar al foco del incendio cómo mínimo desde dos bocas distintas.

Las tuberías irán identificadas de acuerdo a la norma ISO 14726.

7.3 SERVICIO DE ACHIQUE:

El sistema de achique utilizará las bombas citadas anteriormente, las cuales cambiarán su servicio de achique a contra incendios mediante válvulas. Se instalará un colector de acero inoxidable de 2" de diámetro de acuerdo al reglamento con ramales de 1 1/4" de diámetro a todos los compartimentos (excepto de colisión de proa). Todos los ramales dispondrán de válvula de paso cerca de la ubicación de entrada al compartimento para facilitar el acceso a la misma en cualquier circunstancia, así como válvula anti retorno y tipo malla en su parte de aspiración.

Todas las tuberías y ramales serán de tipo rígido de acero inoxidable, excepto en la unión con la bomba donde se prevé un tramo flexible para absorber vibraciones. El circuito estará dispuesto de forma que cualquiera de las bombas pueda achicar cualquier compartimento.

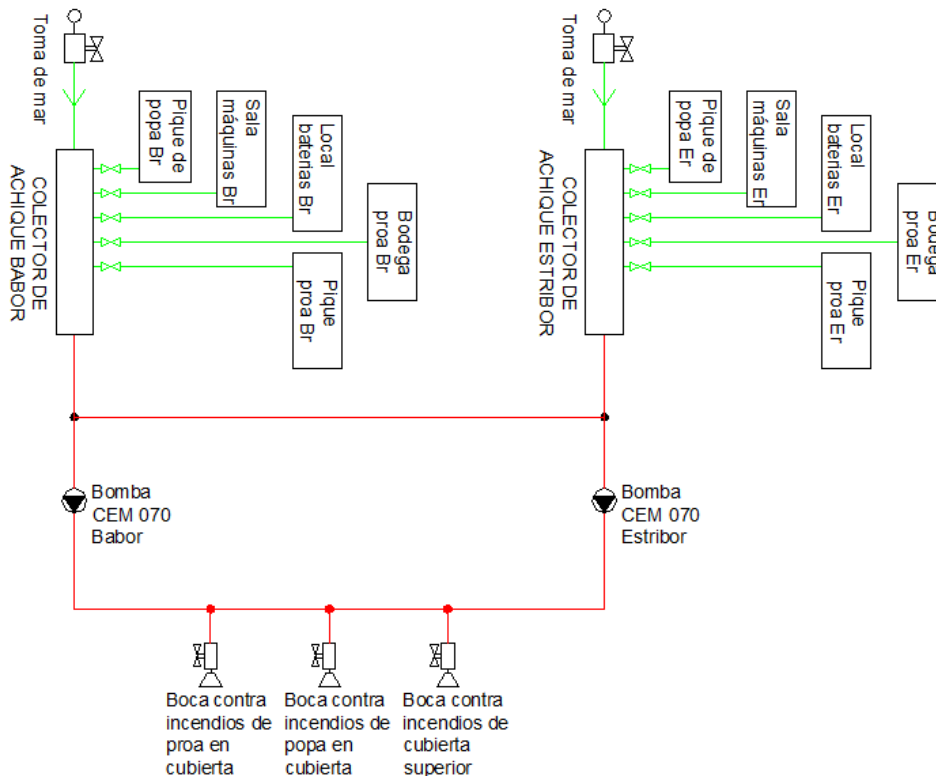


Figura F7.2: Esquema de funcionamiento del sistema de achique / contra incendios: Elaboración propia.

Adicionalmente, se instalarán en todos los compartimentos bombas de achique automáticas a 24Vdc con alarma de sentinas, y repetición funcionamiento al puente de mandos. Éstas bombas descargarán directamente por el costado y dispondrán en la zona de descarga de válvula de cierre y válvula anti retorno.

Las tuberías irán identificadas de acuerdo a la norma ISO 14726.

7.4 SISTEMA FIJO DE EXTINCIÓN DE INCENDIOS:

Se dispondrá un sistema fijo de extinción de incendios a base de CO₂ en la cámara de máquinas y sala de baterías que cumpla con lo dispuesto en las normas complementarias del SOLAS.

La batería de CO₂ estará ubicada en un espacio distinto al de las zonas a proteger, por encima de cubierta en local bien ventilado.

El sistema deberá poder ejecutar dos descargas independientes en cualquiera de los espacios protegidos.

El volumen de los espacios a proteger es el siguiente:

- Sala de máquinas: 34,6m³
- Local de baterías: 38,8m³



Se prevé una batería de dos botellas que pueda dar servicio a cualquiera de los espacios anteriores de babor o de estribor, por lo que la capacidad de cada botella de CO₂ será como mínimo:

$$\text{Capacidad CO}_2 = 0,35 \cdot \frac{\text{Vsala a proteger}}{0,56} = 24,25 \text{ kg}$$

Se dispondrá un sistema de alarma acústica que preavise durante un tiempo suficiente antes del inicio de la descarga del agente extintor.

Las tuberías irán identificadas de acuerdo a la norma ISO 14726.

7.5 EXTINTORES PORTÁTILES:

En conformidad con a las normas complementarias del SOLAS de la DGMM la embarcación dispondrá de los siguientes extintores portátiles:

- Cuatro extintores portátiles (de polvo seco) repartidos por el espacio de pasajeros situado en la cubierta principal, de modo que ningún punto del espacio se encuentre a más de 10 m planos de un extintor.
- Un extintor portátil (de polvo seco) en el puente de gobierno.
- Seis extintores portátiles (5 Kg de CO₂ para fuegos de origen eléctrico) en las proximidades de los cuadros eléctricos, salas de máquinas, salas de baterías y puesto de gobierno.
- Un extintor de espuma de tipo aprobado de 45 litros estiba en cubierta.

Todos los extintores de polvo serán de 5 Kg o superior y tendrán una eficacia de extinción 21A 144B, serán de tipo aprobado, y llevarán dispositivos que indiquen si han sido utilizados. Todos los extintores serán de tipo aprobado para uso marino.

7.6 SISTEMA DE DETECCIÓN DE INCENDIOS:

Se instalará un sistema de detección de incendios y alarma contra incendios de tipo aprobado, con detectores (tanto de calor como de humo) en sala de máquinas y en la sala de baterías, así como detectores de humo en la cabina de pasajeros.

El sistema dispondrá además de pulsadores de alarma en la entrada a dichos compartimentos y en la cabina de pasajeros.

El sistema dispondrá de las siguientes zonas independientes:

- Zona 1: Sala de máquinas de babor:
 - 1x Detector óptico de humo.
 - 1x Detector de calor.
 - 3x Pulsadores de incendio uno cerca de cada acceso.
- Zona 2: Sala de baterías de babor.
 - 1x Detector óptico de humo.
 - 1x Detector de calor.
 - 2x Pulsadores de incendio uno cerca de cada acceso.

- Zona 3: Sala de màquines de estribor.
 - 1x Detector òptic de humo.
 - 1x Detector de calor.
 - 3x Pulsadores de incendio uno cerca de cada acceso.
- Zona 4: Sala de baterías de estribor.
 - 1x Detector òptic de humo.
 - 1x Detector de calor.
 - 2x Pulsadores de incendio uno cerca de cada acceso.
- Zona 5: Cabina de pasajeros.
 - 2x Detector òptic de humo.
 - 4x Pulsadores de incendio uno cerca de cada acceso.
- Zona 6: Cocina.
 - 1x Detector òptic de humo.
 - 1x Detector de calor.
 - 1x Pulsador de incendio uno cerca de cada acceso.
- Zona 7: Aseo.
 - 1x Detector de calor.
- Zona 8: Puente de mandos.
 - 1x Detector òptic de humo.

- 8 zones
- Network up to 8 control panels
- Activate controls via key switch or code entry
- Compatible with Apollo Orbis Marine detectors
- Integral detector removal monitoring
- Earth fault monitoring
- 3 Amp switch mode power supply Nom 27V DC
- 4 monitored sounder outputs
- 2 Aux C/O relays (1 x Fire) (1 x Fault), voltage free
- Class change I/P
- Alert I/P
- Fire & fault switched -ve outputs
- Program delays to outputs
- False alarm modes A, B & C
- Muster alarm
- Test mode, with or without sounders
- Disable zones, sounder O/Ps, aux O/Ps & delays
- Alarm load, 2.4A shared between all sounder outputs
- All sounder circuits are fused @ 500mA with resettable fuses



Figura F7.3: Características central de detección de incendios: Fuente: HAES.

7.7 SERVICIO DE AGUA SANITARIA:

Descripción

La embarcación dispondrá de un servicio de agua sanitaria para alimentar las necesidades de habilitación tales como la cocina y el aseo. El servicio se divide en el sistema de agua dulce y el servicio de aguas negras y grises.

El agua del retrete del aseo será agua de mar con el objetivo de disminuir el consumo de agua del tanque de agua dulce.

Las tuberías irán identificadas de acuerdo a la norma ISO 14726.

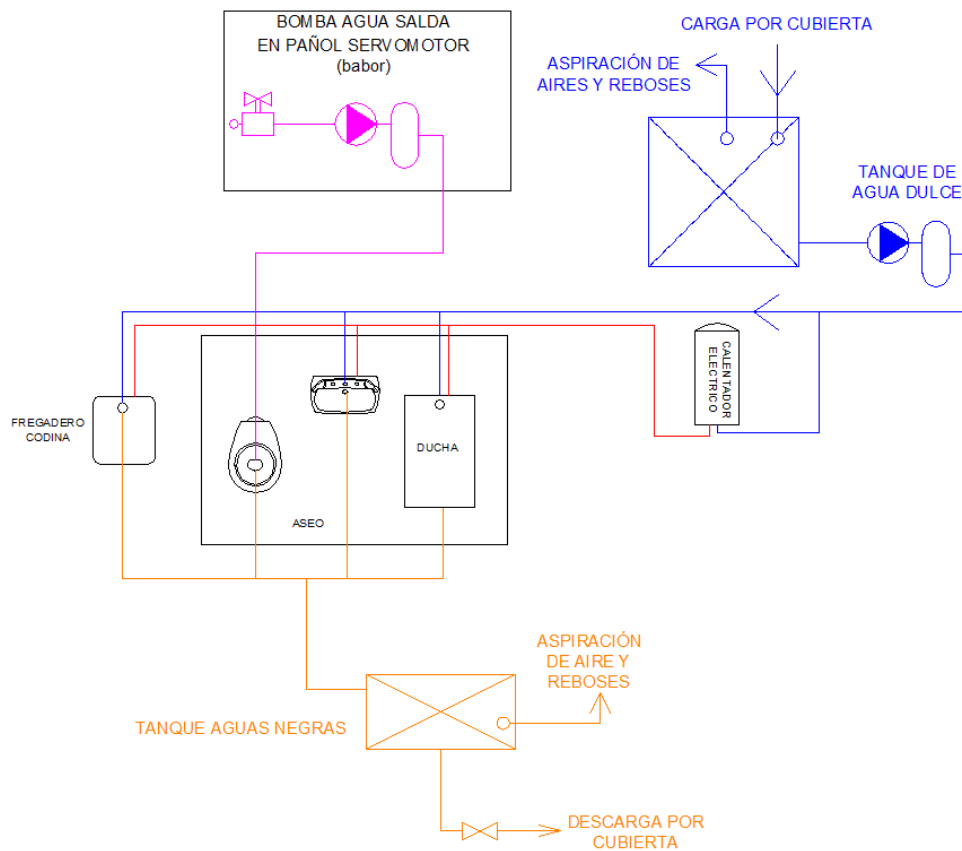


Figura F7.4: Esquema de funcionamiento del servicio de agua sanitaria: Elaboración propia.

Servicio de agua dulce

Se dispondrá de un tanque de agua dulce fabricado en PRFV con una capacidad de 200 litros. Suministrará agua a los aseos y a la cocina.

Se dispondrá un calentador de agua con alimentación 230Vac 50Hz y capacidad de almacenamiento de 100L que dará servicio a la ducha, a la pica del aseo y a la cocina.

Sistema de aguas negras

Se dispondrá de un sistema de retención para las aguas negras y grises consistente en un tanque con capacidad para 200 litros. La descarga de las aguas negras y grises desde la cocina y los aseos al tanque será por gravedad.

Será de construcción de P.R.F.V. Dispondrá de toma de descarga en cubierta y sensor de nivel.

7.8 SERVICIO DE CLIMATIZACIÓN:

Se dispondrá de un sistema de climatización de tipo marino alimentado a 230Vac 50Hz frío / calor en el puente de mandos y en la cabina de pasajeros.

Se utiliza el siguiente cálculo básico basado en la tabla siguiente para el predimensionado de los equipos de aire acondicionado:



Punto	Cantidad	Factor					Cantidad x Factor	
		Grados de diseño exterior						
		Zona norte	Centro	Zona sur		Frigorias/h		
		32	35	38	41	43		
1- Suelo	m ²	6	8	13	19	25		
2- Volumen de la habitación	m ³	5						
3- Ventanas expuestas al sol (usar sólo las de una pared, la que ofrezca el mayor resultado)	S o E	m ²	115	120	135	150	165	
	SO	m ²	210	220	230	240	260	
	O	m ²	285	300	315	330	345	
	NO o SE	m ²	155	165	175	190	205	
4- Todas las ventanas no incluidas en el punto 3	m ²	30	40	55	70	85		
5- Pared expuesta al sol (usar sólo la pared utilizada en el punto 3)	m ²	30	36	45	50	57		
6- Todas las paredes exteriores no incluidas en el punto 5	m ²	17	25	37	45	55		
7- Tabiques (todas las paredes interiores adyacentes a espacios sin acondicionar)	m ²	8	11	17	21	25		
8- Tejado o techo (sólo uno)	Techo con espacio sin acondicionar arriba	m ²	6	8	13	19	25	
	Techo o	Sin aislamiento	m ²	22	27	35	40	45
		50mm (2") o más de aislamiento	m ²	8	8	11	11	14
	Tejado sin aislamiento	m ²	46	53	59	66	72	
9- Personas		120						
10- Luces y equipos eléctricos en uso	Incandescentes y equipos	w	0,86					
	Fluorescentes	w	1,0625					
Carga de refrigeración total			Frigorias/h					

Instrucciones:

Completar los campos de la columna "Cantidad" y utilizar como multiplicador el valor correspondiente de la columna "Grados de diseño exterior". El resultado de cada apartado se irá colocando en la columna "Cantidad x Factor" para después, al sumarlos, obtener el valor "Frigorias/h".

Tabla T7.1: Procedimiento de cálculo aproximado capacidad aire acondicionado. Fuente: Salvador Escoda SA.

Obteniendo los siguientes resultados:

Cabina de pasajeros			
	Unidades	factor	Frigorias
1	40	25	1000
2	88	5	440
3	4.24	345	1462.8
4	12.72	85	1081.2
5	25.8	57	1470.6
6	95.6	55	5258
7	0	25	0
8	40	45	1800
9	15	120	1800
10	10	0.86	8.6
			14321.2 frigorias
			57284.8 BTU
			16784.4464 w

Tabla T7.2: Estimación capacidad de climatización cabina de pasajeros . Elaboración propia.

Puente de mandos			
	Unidades	factor	Frigorias
1	18.4	25	460
2	40.48	5	202.4
3	3.18	345	1097.1
4	9.54	85	810.9
5	15.6	57	889.2
6	75.2	55	4136
7	0	25	0
8	18.4	45	828
9	3	120	360
10	5	0.86	4.3
			8787.9 frigorias
			35151.6 BTU
			10299.4188 w

Tabla T7.3: Estimación capacidad de climatización puente de mando . Elaboración propia.

Dichos resultados sólo serían válidos a nivel de predimensionado, se deberían validar por el proveedor del equipo de climatización.

7.8 GRÚA:

La embarcación dispone de una grúa hidráulica marina de acero inoxidable Cafran GIA 65/1 con un de elevación total de 6,50 ton x m. Alcance hidráulico 5,60 m. Brazo articulado, extensible y telescópico. Dos prolongas hidráulicas. Carga máxima en punta 1.200 Kg.

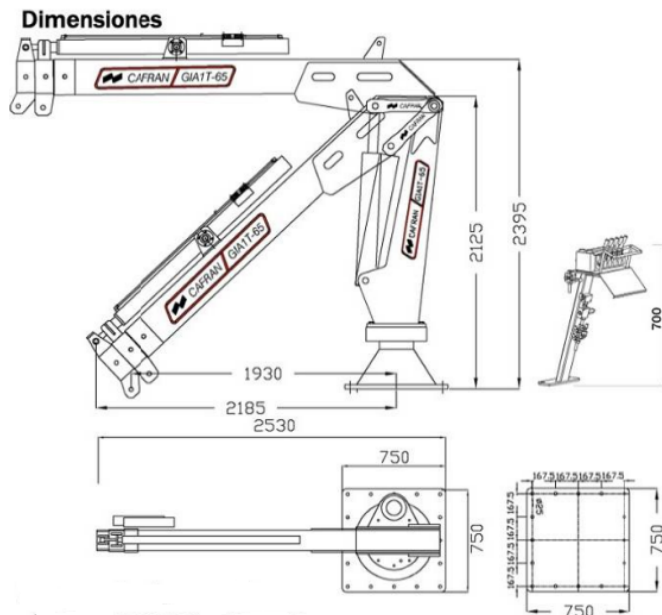


Figura F7.5: Dimensiones de la grúa. Fuente: Nautica Pedro Franco.

Diagrama de cargas

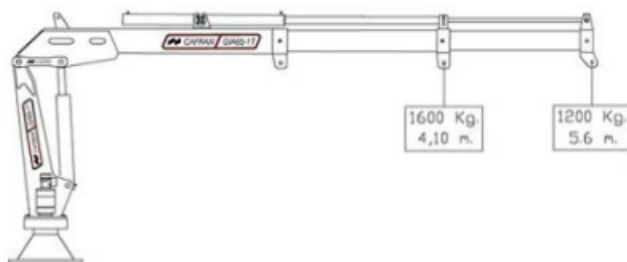


Figura F7.8: Diagrama de cargas de la grúa. Fuente: Nautica Pedro Franco.

Presión necesaria 220 bar, caudal máximo 25 l/min.

La grúa se alimentará por un grupo electro-hidráulico de 6 kW trifásico alimentado por un variador de frecuencia directamente por la red de corriente continua de 563 Vdc y por la red de corriente alterna conectada a puerto. Se anexa ficha técnica de la grúa.

7.9 ELEMENTOS REGLAMENTARIOS DE SALVAMENTO:

La embarcación llevará los siguientes sistemas de salvamento de características acordes con las normas complementarias del SOLAS de la DGMM Real decreto 1661/1982.

Total personas: 15 (12 pasajeros + 3 tripulantes)

- **Balsas de salvamento**

Balsas de salvamento SOLAS con capota para el 200 % de las personas a bordo (15 plazas).
2 balsas salvavidas de 15 plazas, una en cada costado de la embarcación para que cada una de ellas tenga capacidad para el 100% de las personas en caso de que la otra quede inutilizada.

- **Aros salvavidas**

4 aros salvavidas, en cada banda uno provisto de rabiza flotante de 30m y otro provisto de luz de encendido automático.

A cada banda de la embarcación habrá como mínimo un aro salvavidas provisto de una rabiza flotante de una longitud de al menos 30 metros.

- **Chalecos salvavidas**

16 chalecos salvavidas (105% de las personas).

- **Bengalas de socorro**

6 bengalas de socorro y 6 cohetes, conformes a las prescripciones de la sección 3.1 del Código LSA, y se sitúan en el puente de navegación o en la posición de gobierno.



7.10 MATERIAL NAUTICO:

La embarcación llevará el siguiente material náutico de características acordes con el Real decreto 1661/1982 para una embarcación clase T:

- Un compás de gobierno.
- Dos taxímetros.
- Un reloj de bitácora.
- Un medio para tomar marcaciones.
- Un megáfono.
- Unos prismáticos diurnos.
- Unos prismáticos nocturnos.
- Un gong
- Un compás de puntas.
- Un transportador.
- Una regla de 40 cm.
- Cartas náuticas, libro de faros y derroteros de la zona a navegar.
- Una bocina de niebla.
- Un código internacional de señales.
- Un ejemplar de la tabla B de señales de salvamento en el puente de navegación, protegida convenientemente.
- Un almanaque náutico.
- Un reflector de radar.
- Un termómetro.
- Un barómetro.
- Una lámpara de señales.
- Un botiquín y un manual de primeros auxilios.

Todo el material náutico irá estibado en el puente.

Se dispondrá un sistema de alarma general de emergencia (que cumpla lo prescrito en el párrafo 7.2.1.1 del Código LSA) y será apropiado para convocar a pasajeros y tripulantes a los puestos de reunión e iniciar las operaciones indicadas en el cuadro de obligaciones

7.11 LUCES DE NAVEGACIÓN Y SEÑALES:

Se dispondrán las luces de navegación y señales preceptivas según el Reglamento Internacional para Prevenir Abordajes.

- LUCES DE COSTADO: Una luz verde en la banda de estribor y una luz roja en la de babor que muestran su luz en un arco de $112,5^\circ$ (10 cuartas), fijadas de forma que sean visibles desde la proa hasta $22,5^\circ$ a popa del través de su costado respectivo. Irán colocadas a una altura por encima del casco de 0,75 m (no superior a las 3/4 partes de la altura de la luz de tope), y situadas por detrás de dicha luz de tope. (Alcance 2 millas). Estarán provistas de pantallas de color negro mate entre la luz y la embarcación que impidan que las luces se vean desde la proa.



- LUZ DE TOPE: Una luz blanca en el eje longitudinal, que muestre su luz en un arco de 225°, fijada de forma que sea visible desde la proa hasta 22,5° a popa del través (alcance 5 millas).
- LUZ DE ALCANCE: Muestra su luz en un arco de 135° (12 cuartas), fijada de forma que sea visible desde en un arco de 67,5° a partir de la popa hacia cada una de las bandas. Irá colocada en proa, cerca del palo de luces, en el costado. (Alcance 2 millas).
- LUZ BLANCA TODO HORIZONTE: Visibles sin interrupción en un arco de horizonte de 360°. (Alcance 2 millas), situada a 1.0 m sobre las luces de costado y 1,75 m sobre el casco.
- SIN GOBIERNO: De noche dos luces rojas en línea vertical en el lugar más visible. Cuando vayan con arrancada, además, las luces de costado y la de alcance. De día dos bolas negras de 0,6 m de diámetro o marcas similares en línea vertical. Tendrán una separación entre sí de al menos 1 m. Alcance 2 millas.
- FONDEO: Una luz blanca todo horizonte. Alcance 2 millas. (Podrá utilizar la blanca todo horizonte) En fondeo diurno, una bola negra de 0.60 m de diámetro.

Conforme al SOLAS, capítulo V anexo apartado las luces de navegación deberán tener un cuadro eléctrico independiente, con líneas independientes para cada luz y con sistema de monitorización y alarma en el puente de mandos en caso de fallo de la luz. Todas las luces dispondrán de type approval.

Además tendrá las siguientes señales acústicas:

- Un claxon.
- Una campana

7.12 EQUIPAMIENTO RADIOELÉCTRICO Y DE NAVEGACIÓN:

La embarcación llevará el siguiente equipamiento radioeléctrico de acuerdo al Real Decreto 1185/2006 para una embarcación clase T menor de 300 Tm que navega en zona A1:

- Una instalación radioeléctrica de VHF, capaz de transmitir y recibir en los canales 16, 6 y 13 en radiotelefonía, y transmitir y recibir comunicaciones generales utilizando los canales radiotelefónicos del apéndice 18 del Reglamento de Radiocomunicaciones de la UIT.
- Un receptor NAVTEX.
- Una radiobaliza de 406 MHz, de activación automática y manual.
- Dos equipos portátiles de VHF aprobados para cumplir con el SMSSM.
- Un respondedor de radar de 9 GHz.
- Una ecosonda.

En todos los casos los equipos dispondrán de certificación IMO.

Se prevé adicionalmente la instalación de los siguientes equipos:

- Un radar de antena abierta 10kW para permitir la navegación en condiciones de visibilidad reducida.

- Un transpondedor AIS receptor / emisor clase A para permitir monitorizar remotamente la posición de la embarcación y recibir alertas e información de otras embarcaciones navegando en la zona de operación.
- Una cámara de visión nocturna de tipo fijo adecuada para ambiente marino, orientable con servomotor, con el objetivo de mejorar la visibilidad en condiciones de trabajo nocturnas.

7.13 NUMERAL DE EQUIPO Y EQUIPO DE FONDEO:

De acuerdo a la reglamentación Bureau Veritas para catamaranes se estima el numeral de equipo cómo:

$$EN = K_m \cdot \Delta^{\frac{2}{3}} + 2 \cdot \left[a \cdot B + \left(b_1 \cdot h_1 \cdot \sin\left(\theta_1 \cdot \frac{\pi}{180}\right) - S_t \right) \right] + 0.1 \cdot A = 58,82$$

Donde:

- K_m és un coeficiente, para catamaranes = 1,26
 a és la distancia entre el calado máximo y la cubierta = 1,88 m
 B és la manga máxima = 7,5 m
 b_1 és la manga de la cabina de la superestructura = 5,11 m
 h_1 és la altura de la cabina de la superestructura = 4,61 m
 S_t és el área transversal en la cuaderna maestra del túnel entre patines y el calado máximo = 3,88 m².
 θ_1 és la inclinación frontal de la cabina de la superestructura = 90 grados.
 A és el área lateral sobre flotación del casco y de la superestructura y casetas con más de B/4 de manga = 88,7 m².

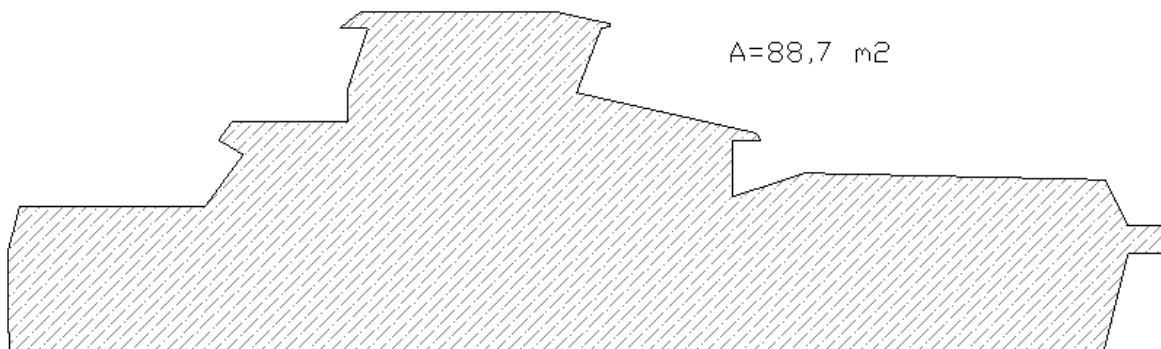


Figura F7.9: Cálculo de área lateral. Elaboración propia.

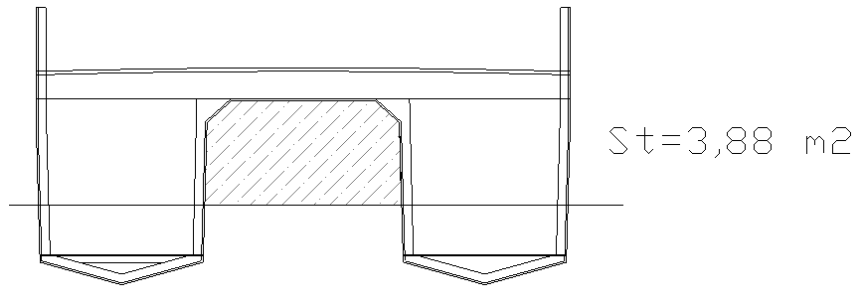


Figura F7.10: Cálculo de área túnel. Elaboración propia.

Por lo que dispondrá cómo mínimo de acuerdo a la tabla siguiente de un ancla de alto poder de agarre (HHP) de 60kg y de un mínimo de 82,5m de cadena de 10mm de acero grado Q2.

Table C6.5.1 - Equipment

Equipment Number EN		HHP bow anchor		Stud link chain cable for bow anchor		
A < EN ≤ B		Mass of each anchor (kg)	Number of anchors	Total length (m)	Diameter (1)	
A	B				grade Q2 steel (mm)	grade Q3 steel (mm)
19	22	16	1	65,0	(6,0)	(5,5)
22	25	20	1	70,0	(6,5)	(6,0)
25	30	24	1	70,0	(7,0)	(6,5)
30	35	28	1	75,0	(7,5)	(7,0)
35	40	32	1	75,0	(8,0)	(7,5)
40	45	40	1	80,0	(8,5)	(7,5)
45	50	48	1	82,5	(9,0)	(8,0)
50	60	60	1	82,5	(10,0)	(8,5)
60	70	67	1	82,5	11,0	(9,5)
70	80	75	1	110,0	11,0	(10,0)
80	90	90	1	110,0	12,5	11,0
90	100	105	1	110,0	12,5	11,0
100	110	120	1	110,0	14,0	12,5
110	120	135	1	110,0	14,0	12,5
120	130	150	1	110,0	14,0	12,5
130	140	180	1	110,0	16,0	14,0
140	150	195	1	137,5	16,0	14,0

Tabla T7.4: Tabla equipo de fondeo en función del numeral equipo. Fuente: Bureau Veritas

Se dispondrá un molinete eléctrico trifásico 400Vac 50Hz de 1.7kW, controlado por un variador de frecuencia alimentado a su vez por la red de 563 Vdc con una capacidad de tiro mínimo de acuerdo a la siguiente expresión:

$$P_c = 42,5 \cdot d^2 = 4250 \text{ N.}$$



CUADERNILLO 8: PLANTA ELÉCTRICA



CONTENIDO:

- 8.1 INTRODUCCIÓN
- 8.2 ESTRUCTURA DE LA PLANTA ELÉCTRICA
- 8.3 PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO
- 8.4 SISTEMA AC 400V 50HZ
- 8.5 SISTEMA DC 563V
- 8.6 SISTEMA DC 24V
- 8.7 SISTEMA AC 220V
- 8.8 BATERÍAS PRINCIPALES
- 8.8 AUTONOMÍA

LISTA DE TABLAS:

Tabla T8.1: Características baterías principales. Fuente: Yangtze Battery.

Tabla T8.3: Estimación de consumos eléctricos independientes de la propulsión. Elaboración propia.

Tabla T8.2: Estimación de autonomía con perfil operativo

LISTA DE FIGURAS:

Figura F8.1: Esquema de conexión de la planta eléctrica.

Figura F8.2: Esquema cuadro eléctrico 24Vdc.

Figura F8.3: Esquema cuadro eléctrico 220Vac.

Figura F8.4: Dimensiones racks de baterías.

Tabla F8.5: Estimación de autonomía con perfil operativo.

8.1 INTRODUCCIÓN:

Aquí se define el sistema eléctrico que en el caso de la presente embarcación alimenta directamente también al sistema propulsor, además de los servicios y equipos descritos anteriormente.

Para el dimensionado del sistema se han considerado las potencias eléctricas máximas instaladas así como diferentes condiciones de consumo para comprobar su capacidad en condiciones operativas lo más parecidas a la realidad posible.

En el caso de la embarcación proyectada, la fuente principal de energía reside en los dos grupos de baterías de litio independientes ubicados bajo cubierta, habiendo otros grupos de menor tamaño para servicios y comunicaciones de emergencia.

8.2 ESTRUCTURA DE LA PLANTA ELÉCTRICA:

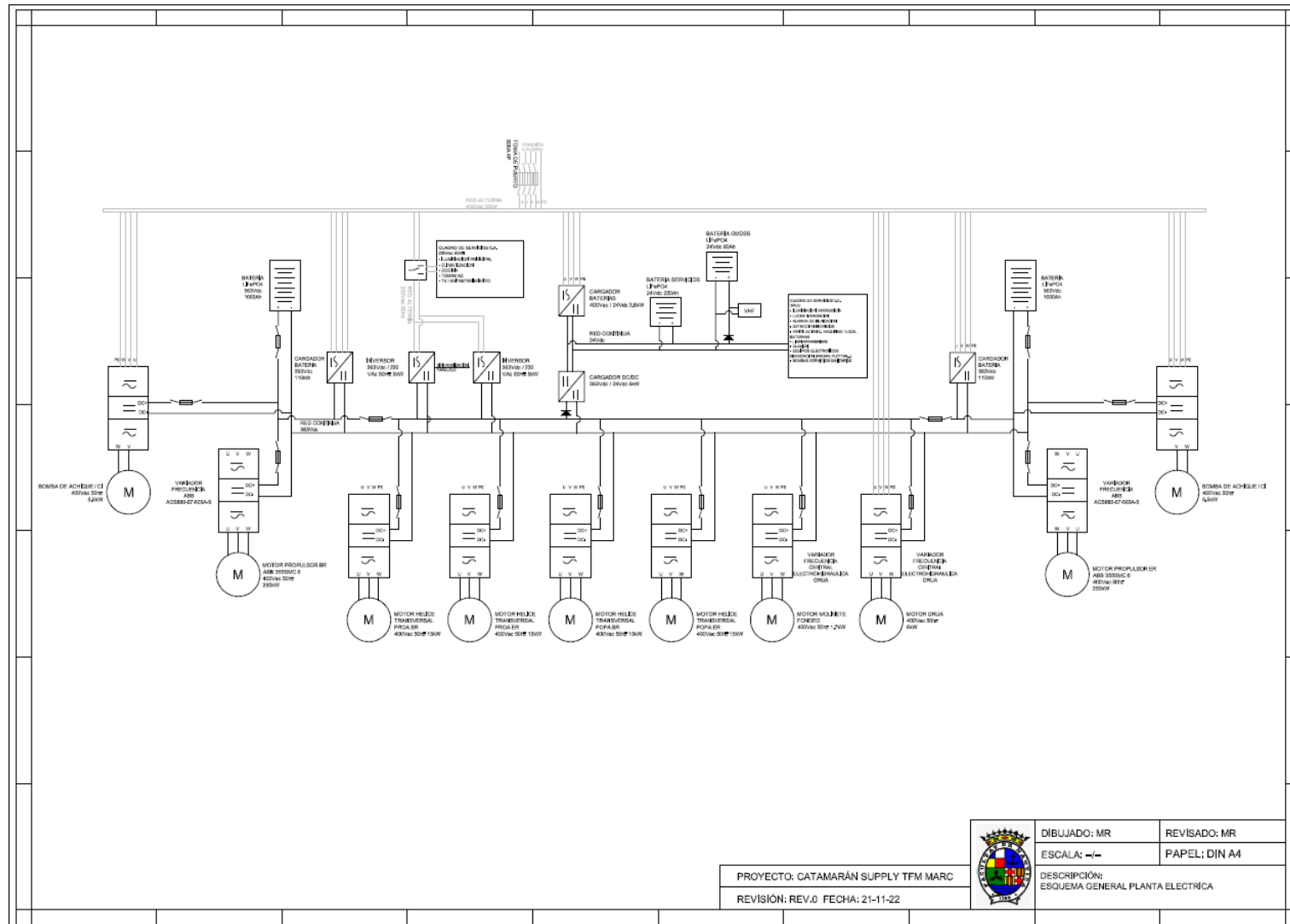
El sistema se ha estructurado de forma que la principal fuente de energía en navegación son las dos baterías principales de 563 Vdc 1000Ah cada una ubicadas bajo cubierta, las cuales alimentan a los siguientes subsistemas:

- Red de corriente continua de 563 Vdc
- Red de corriente alterna 230 Vac 50Hz a través de inversores DC/AC.
- Red de corriente continua 24Vdc a través de convertidores DC/DC.



Por su parte las baterías se cargan en puerto a través de cargadores 400Vac 50Hz/363Vdc.

A continuación se muestra el esquema de conexionado de la planta eléctrica:



	DIBUJADO: MR	REVISADO: MR
	ESCALA: 1:1	PAPEL: DIN A4
DESCRIPCIÓN:		ESQUEMA GENERAL PLANTA ELECTRICA

Figura F8.1: Esquema de conexión de la planta eléctrica. Elaboración propia.



8.3 PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO:

El sistema se ha estructurado de forma que la principal fuente de energía en navegación es la red de corriente continua de 563 Vdc. Dicha tensión corresponde a la tensión de alimentación de los buses de corriente continua de los variadores de frecuencia, de forma que es posible alimentar todos los motores trifásicos de la embarcación (motores propulsores principales, hélices de maniobra transversales, central electrohidráulica de la grúa y bombas de achique /CI) de forma que es posible alimentar los citados componentes directamente sin usar transformadores de tensión ni inversores directamente.

Algunos componentes esenciales que pueden ser usados mientras se cargan las baterías disponen adicionalmente de conexión directa a la red de 400Vac 50Hz a través de la entrada AC de los variadores de frecuencia, siendo estos componentes la grúa y las bombas de achique / CI.

La embarcación dispone de un subcuadro de corriente continua (elementos esenciales) y un subcuadro de corriente alterna (elementos auxiliares), ambos subcuadros pueden ser alimentados en navegación por la red de corriente continua 563 Vdc con los correspondientes convertidores / transformadores y a su vez pueden ser alimentados a puerto directamente por la red de 400Vac 50Hz, en el caso del subcuadro de corriente continua utilizando un cargador de baterías 400Vac/ 24Vdc.

La planta eléctrica de la embarcación estará dividido en los diferentes subsistemas:

- AC 400V 50Hz
- DC 563Vdc
- DC 24Vdc
- 230 Vac 50 Hz

8.4 SISTEMA AC 400V 50HZ:

La planta eléctrica dispone de un subsistema de 400Vac a 50Hz con el cuadro eléctrico situado en la en el compartimento de baterías de babor que proporciona energía a los siguientes sistemas:

- Sistema de corriente continua 563 Vdc, A través de los dos cargadores de baterías principales AC/DC.
- Variador de frecuencia de la grúa,
- Variador de frecuencia de las bombas de achique / CI,
- Sistema de corriente continua 24 Vdc. A través del cargador de baterías de servicios AC/DC.
- Sistema de corriente alterna 230 Vac 50Hz

Dicho sistema utiliza cómo fuente única la conexión eléctrica a puerto y permite además de recargar las baterías, operar todos los sistemas descritos directamente con la energía procedente del puerto sin necesidad de utilizar ningún otro sistema de la embarcación.

8.5 SISTEMA DC 563V:

La planta eléctrica dispone de un subsistema de 536 Vdc que actúa principal arteria de energía de la embarcación alimentando directamente a los siguientes equipos sin necesidad de transformadores o convertidores:



- Variadores de frecuencia de los motores propulsores.
- Variador de frecuencia de la central electrohidráulica de la grúa
- Variadores de frecuencia de las hélices de maniobra transversales.
- Variadores de frecuencia de las bombas de achique / CI,

Proporciona energía a través de convertidores a los siguientes subsistemas :

- Sistema de corriente continua 24 Vdc.
- Sistema de corriente alterna 230 Vac 50Hz

Las fuentes de energía del sistema son:

- **En navegación:** 2x Baterías de LiFePO4 de 563Vdc 1000Ah
- **En puerto:** Sistema de AC400V 50Hz a través de dos cargadores de baterías de 110 kW

Ambas baterías de la red de 563 Vdc están conectadas en paralelo con posibilidad de forma que cualquiera de las dos baterías puede alimentar cualquier sistema de la red, sin embargo es posible desconectar una de las baterías y/o todos los componentes que dependen directamente del grupo de baterías de un patín (motor propulsor y bomba achique / CI), aislandolo del resto del sistema de forma que la otra batería puede alimentar el resto de componentes de la red. El sistema se ha proyectado para permitir la navegación de retorno a puerto y las maniobras necesarias (con las hélices transversales no afectadas), así cómo el funcionamiento de al menos una bomba de achique / CI en caso de fallo de todos los componentes ubicados en un patín ya sea por inundación, incendio o por fallo del sistema.

8.6 SISTEMA DC 24V:

Se dispone de un subsistema de 24Vdc, con un cuadro eléctrico ubicado en el puente de mandos y un grupo de baterías que actúa de reserva para transitorios que proporciona energía a los siguientes elementos:

- Cuadro de servicios c.c.:
 - Iluminación de emergencia.
 - Alarma de inundación.
 - Detección de incendios.
 - Ventilación s. maquinas / compartimento baterías.
 - Equipos electrónicos de navegación.
 - Limpiaparabrisas.
 - Claxon.
 - Bombas del sistema sanitario.
- Baterías GMDSS.

Las fuentes de energía del sistema son:

- **En navegación:** Sistema DC 563 Vdc a través de un cargador de baterías DC/DC de 5 kW.
- **En puerto:** Sistema 400Vac 50Hz a través cargador de baterías AC/DC de 3.6kW.

En el caso del sistema 24Vdc, la batería de servicios actúa cómo reserva de energía para poder mantener los elementos esenciales en funcionamiento durante los transitorios de conexión a puerto o en caso de fallo del sistema de alimentación.

Las baterías de servicio disponen de capacidad suficiente para aguantar los servicios esenciales 6 horas en condición de navegación nocturna.

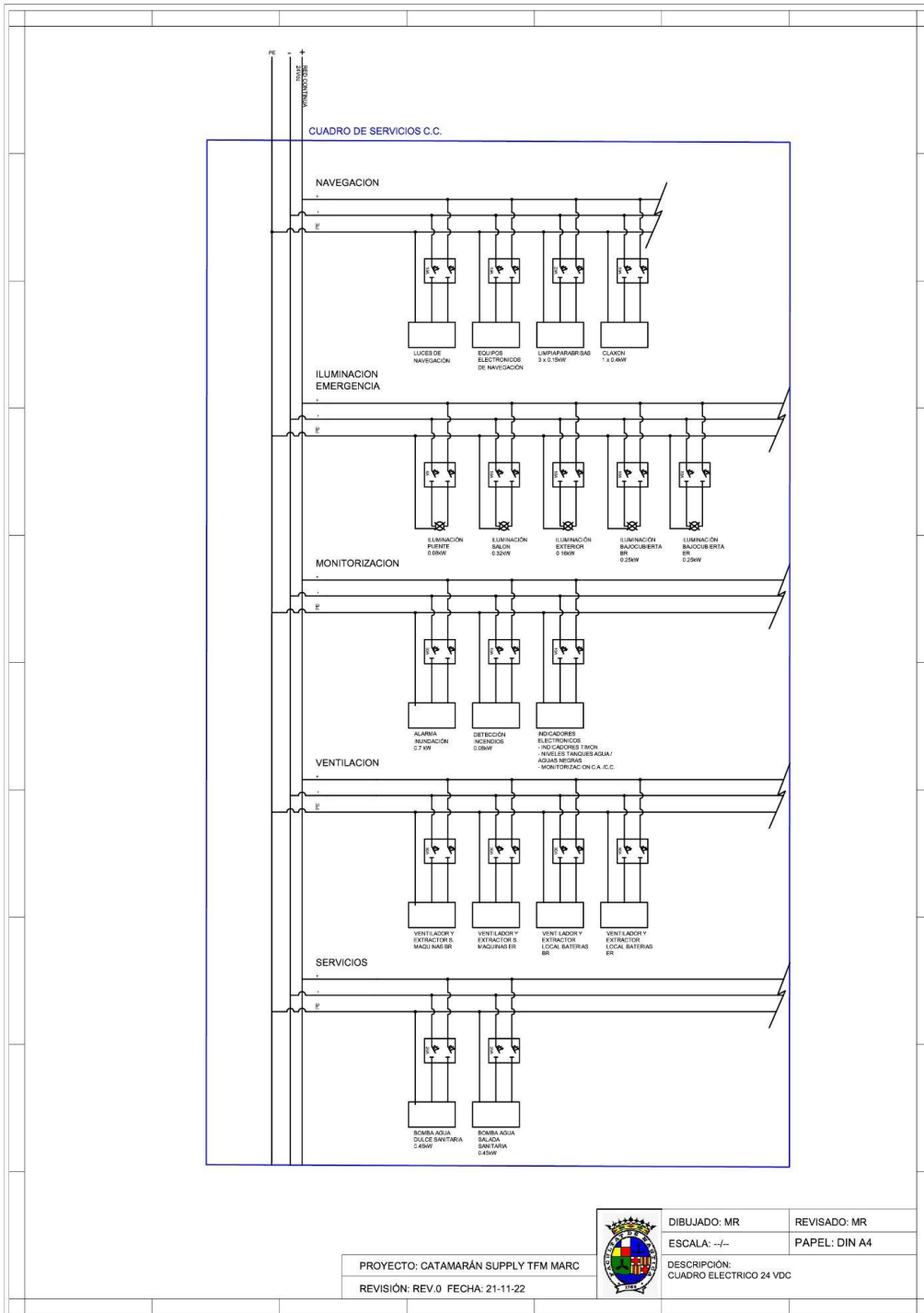


Figura F8.2: Esquema cuadro eléctrico 24Vdc. Elaboración propia.



8.7 SISTEMA AC 220V:

Se dispone de un subsistema de 220Vac 50Hz, con un cuadro eléctrico ubicado en el puente de mandos que proporciona energía a los siguientes elementos:

- Cuadro de servicios c.a.:
 - Iluminación principal.
 - Sistema de climatización.
 - Cocina.
 - Tomas c.a.
 - Equipos de Entretenimiento.

Las fuentes de energía del sistema son:

- **En navegación:** Sistema DC 563 Vdc a través de dos inversores AC/DC de 5 kW conectados en paralelo, de forma sincronizada.
- **En puerto:** Sistema 400Vac 50Hz.

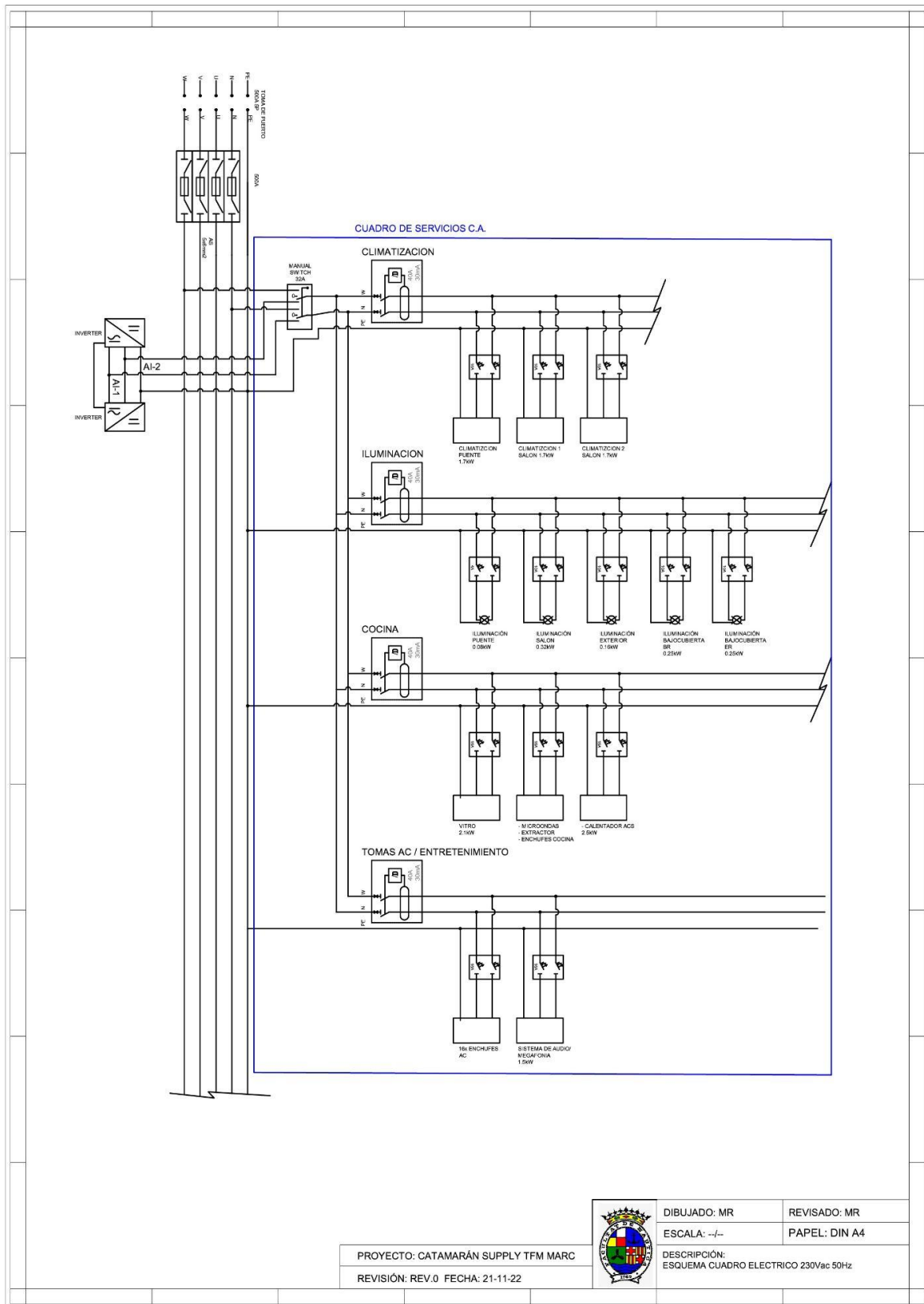


Figura F8.3: Esquema cuadro eléctrico 220Vac. Elaboración propia.

8.8 BATERÍAS PRINCIPALES:

Las baterías principales serán de Litio (LiFePO4), aprobadas por sociedad de clasificación para ambiente marino, estarán divididas en dos racks independientes cada uno de ellos con una capacidad de aproximada de 1100Ah a 576Vdc, las características principales del conjunto serán las siguientes:

No.	Performance parameter	Requirements	Yangtze Scheme 1	Unit	Remarks
1	Nominal voltage	563.2	576	V	
2	Voltage range	510-633	450-657	V	
3	Capacity	2000	2205	Ah	
4	Rated Energy (kWh)	1126.4	1270.08	kWh	
5	parallel/serial		21P180S	/	
6	Standard discharging current:	0.4C	0.4C	/	
7	Standard charging current	0.4C	0.4C	/	
8	Maximum continuous discharge	1C	0.7C	/	
9	MAX. continuous charging current:	0.5C	0.5C	/	
10	Operating temperatures	Charging operation temperature: 0C – +45C Discharging operation temperature: -20C – +55C	charging: 0-55°C discharging: -30°C-60°C		
11	Weight		8946	kg	
12	Number of battery packs	110	42	PCS	
13	Number of rack	10	7	PCS	
14	IP grade	IP54	≥IP67		
15	Communication protocol	RS485/CAN	CAN		

Tabla T8.1: Características baterías principales. Fuente: Yangtze Battery.

Los racks de baterías tendrán las siguientes dimensiones:

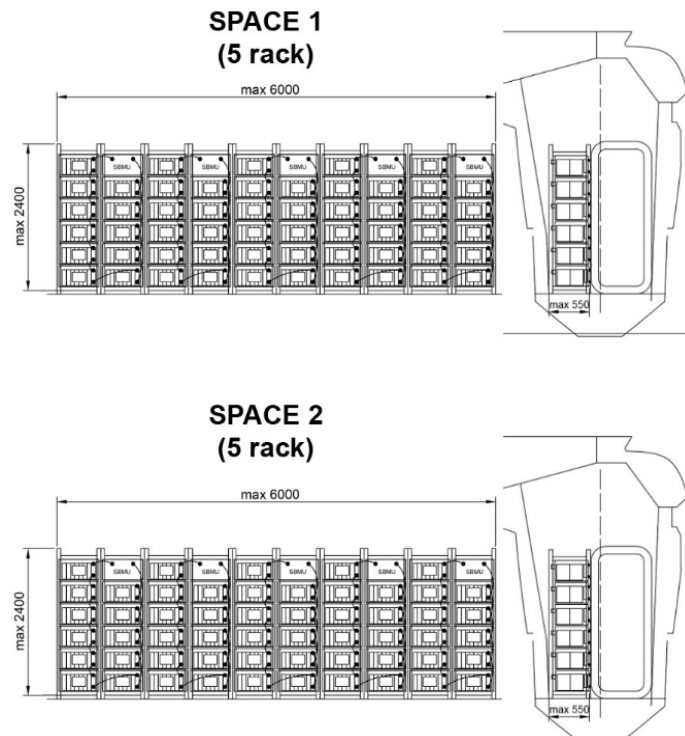


Figura F8.4: Dimensiones racks de baterías. Fuente: Yangtze Battery.

8.9 ESTIMACIÓN DE CONSUMO SERVICIOS:

A continuación se muestra una estimación de consumo eléctrico de los servicios de la embarcación en condición de navegación nocturna así como una estimación de consumo pico.

CONSUMO ELECTRICO SERVICIOS					
Concepto	Cantidad	Consumo unitario (W)	Consumo (kW)	Factor utilizacion	Consumo total (kW)
Luces navegacion.	7	1.20	8.40	1.00	8.40
Claxon	1	60.00	60.00	0.05	3.00
Sistema deteccion incendios	1	72.00	72.00	0.30	21.60
Iluminación cubierta principal	8	100.00	800.00	1.00	800.00
Iluminación cocina	2	10.00	20.00	1.00	20.00
Iluminación puente	2	8.00	16.00	1.00	16.00
Luces exteriores	4	50.00	200.00	1.00	200.00
Iluminación compartimentos bajocubierta	8	8.00	64.00	0.00	0.00
VHF	1	96.00	96.00	0.20	19.20
Equipos de navegación	1	120.00	120.00	0.20	24.00
Plotter / radar	1	49.92	49.92	0.80	39.94
Compás magnetico.	1	5.00	5.00	1.00	5.00
Limpiaparabrisas	1	77.00	77.00	0.50	38.50
Luz de búsqueda	1	120.00	120.00	0.10	12.00
Sistemas de monitorización	4	10.00	40.00	1.00	40.00
Calentador de agua	1	1500.00	1500.00	0.30	450.00
Cocina eléctrica	1	2500.00	2500.00	0.10	250.00
Frigorífico	1	300.00	300.00	0.50	150.00
Molinete ancla	1	1800.00	1800.00	0.00	0.00
Bombas CI	2	3000.00	6000.00	0.00	0.00
Grúa	1	5000.00	5000.00	0.30	1500.00
Climatización	2	5000.00	10000.00	0.30	3000.00
Sistema de control de sentinas.	1	100.00	100.00	0.10	10.00
Pico consumo máximo (W)					28948.32
Consumo total (W)					6607.64

Tabla T8.2: Estimación de consumos eléctricos independientes de la propulsión. Elaboración propia.

Se obtiene un consumo eléctrico promedio independientemente de la propulsión de 6.6kW aproximadamente y un consumo pico de 28.95kW.

8.10 AUTONOMÍA:

Con la curva de potencia necesaria obtenida en la predicción de velocidad y el perfil operativo siguiente perfil operativo se estima una autonomía aproximada de 8 horas con una reserva de potencia aproximada del 28% asumiendo buenas condiciones meteorológicas. En dicho cálculo se incluyen los consumos de servicios estimados anteriormente.

Operación	Consumo kWh /h	Tiempo (h)	Consumo acumulado operación	Consumo acumulado total	Capacidad restante batería	Capacidad restante (%)
Maniobras puerto Puerto 10 minutos	40,00	0,17	6,67	6,67	1093	99,39%
Navegación Puerto - Parque - 10 nudos	192,06	1,80	345,71	352,37	748	67,97%
Carga/Descarga aerogenerador (Empuje 5 min)	40,00	0,08	3,33	355,71	744	67,66%
Tiempo espera (5 min)	10,00	0,08	0,83	356,54	743	67,59%



Navegación entre aerogeneradores (1 milla a 5 nudos)	42,73	0,20	8,55	365,09	735	66,81%
Carga/Descarga aerogenerador (Empuje 5 min)	40,00	0,08	3,33	368,42	732	66,51%
Tiempo espera (5 min)	10,00	0,08	0,83	369,25	731	66,43%
Navegación entre aerogeneradores (1 milla a 5 nudos)	42,73	0,20	8,55	377,80	722	65,65%
Carga/Descarga aerogenerador (Empuje 5 min)	40,00	0,08	3,33	381,13	719	65,35%
Tiempo espera (5 min)	10,00	0,08	0,83	381,97	718	65,28%
Navegación entre aerogeneradores (1 milla a 5 nudos)	42,73	0,20	8,55	390,51	709	64,50%
Carga/Descarga aerogenerador (Empuje 5 min)	40,00	0,08	3,33	393,85	706	64,20%
Tiempo espera (5 min)	10,00	0,08	0,83	394,68	705	64,12%
Navegación entre aerogeneradores (1 milla a 5 nudos)	42,73	0,20	8,55	403,23	697	63,34%
Carga/Descarga aerogenerador (Empuje 5 min)	40,00	0,08	3,33	406,56	693	63,04%
Tiempo espera (5 min)	10,00	0,08	0,83	407,39	693	62,96%
Navegación entre aerogeneradores (1 milla a 5 nudos)	42,73	0,20	8,55	415,94	684	62,19%
Carga/Descarga aerogenerador (Empuje 5 min)	40,00	0,08	3,33	419,27	681	61,88%
Tiempo espera (5 min)	10,00	0,08	0,83	420,10	680	61,81%
Navegación entre aerogeneradores (1 milla a 5 nudos)	42,73	0,20	8,55	428,65	671	61,03%
Carga/Descarga aerogenerador (Empuje 5 min)	40,00	0,08	3,33	431,98	668	60,73%
Tiempo espera (5 min)	10,00	0,08	0,83	432,82	667	60,65%
Navegación entre aerogeneradores (1 milla a 5 nudos)	42,73	0,20	8,55	441,36	659	59,88%
Carga/Descarga aerogenerador (Empuje 5 min)	40,00	0,08	3,33	444,70	655	59,57%
Tiempo espera (5 min)	10,00	0,08	0,83	445,53	654	59,50%
Navegación entre aerogeneradores (1 milla a 5 nudos)	42,73	0,20	8,55	454,08	646	58,72%
Carga/Descarga aerogenerador (Empuje 5 min)	40,00	0,08	3,33	457,41	643	58,42%
Tiempo espera (5 min)	10,00	0,08	0,83	458,24	642	58,34%



Navegación entre aerogeneradores (1 milla a 5 nudos)	42,73	0,20	8,55	466,79	633	57,56%
Carga/Descarga aerogenerador (Empuje 5 min)	40,00	0,08	3,33	470,12	630	57,26%
Tiempo espera (5 min)	10,00	0,08	0,83	470,96	629	57,19%
Carga/Descarga aerogenerador (Empuje 5 min)	40,00	0,08	3,33	474,29	626	56,88%
Tiempo espera (5 min)	10,00	0,08	0,83	475,12	625	56,81%
Navegación entre aerogeneradores (1 milla a 5 nudos)	42,73	0,20	8,55	483,67	616	56,03%
Navegación Puerto - Parque - 10 nudos	192,06	1,80	345,71	829,38	271	24,60%
Maniobras puerto Puerto 10 minutos	40,00	0,17	6,67	836,04	264	24,00%

Tabla T8.3: Estimación de autonomía con perfil operativo. Elaboración propia..

Potencia restante en las batería en función del tiempo (Considerando perfil operativo estimado)

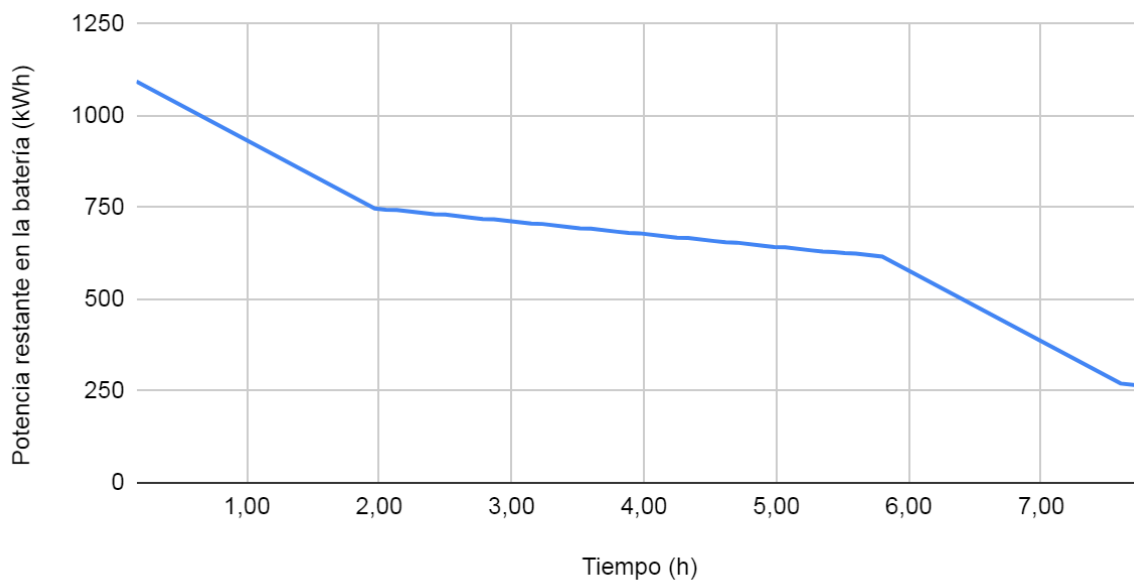


Figura F8.5: Curva de energía restante en las baterías con perfil operativo . Elaboración propia.



CUADERNILLO 9: RESISTENCIA ESTRUCTURAL



CONTENIDO:

- 9.1 INTRODUCCIÓN
- 9.2 CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LA EMBARCACIÓN Y COEFICIENTES
- 9.3 COMPROBACIÓN DE APLICACIÓN DEL CRITERIO DE EMBARCACIÓN A PLANO
- 9.4 ACELERACIÓN VERTICAL DEL CENTRO DE GRAVEDAD DE DISEÑO a_{CG}
- 9.5 SOLICITACIONES GLOBALES (BUQUE VIGA)
- 9.6 SOLICITACIONES POR OLAS EN MAR VIVA
- 9.7 COMBINACIÓN DE MOMENTOS EN MAR VIVA
- 9.8 COMBINACIÓN DE MOMENTOS EN MAR CRUZADO
- 9.9 PRESIONES HIDROSTÁTICAS
- 9.10 PRESIONES DE DISEÑO POR IMPACTO DE OLA EN COSTADOS
- 9.11 PRESIONES DE DISEÑO POR IMPACTO DE OLA EN COSTADOS INTERIORES DEL CASCO Y PARTE INFERIOR DE LA CUBIERTA
- 9.12 PRESIONES LOCALES INTERNAS Y FUERZAS
- 9.13 MATERIAL DE LA ESTRUCTURA
- 9.14 ESCANTILLONADO

LISTA DE TABLAS:

Tabla T9.1: Características de cálculo de presiones de diseño.

Tabla T9.2: Tabla valores FOC.

Tabla T9.3: Tabla valores SOC.

Tabla T9.4: Tabla combinaciones de cargas buque viga.

Tabla T9.5: Tabla fórmulas cálculo aceleración relativa.

Tabla T9.6: Tabla resultados aceleración relativa.

Tabla T9.7: Tabla resultados parámetros h_2 .

Tabla T9.8: Tabla resultados presiones de diseño p_s .

Tabla T9.9: Tabla resultados presiones de diseño p_s calado $z=1.15m$.

Tabla T9.10: Tabla resultados presiones de diseño p_s calado $z=2.95m$.

Tabla T9.11: Tabla resultados presiones hidrostáticas p_s calado $z=2.95m$.

Tabla T9.12: Tabla resultados presiones de diseño por impacto de olas en el costado.

Tabla T9.14: Tabla fórmulas de cálculo aceleración vertical a_z . Tabla T9.15: Tabla resultados aceleración vertical a_z .

Tabla T9.14: Tabla valor K .

Tabla T9.17: Tabla resultados aceleración vertical a_z .

Tabla T9.18: Tabla de presiones dinámicas por cargas puntuales.

Tabla T9.19: Tabla de resultados de presiones de diseño de mamparos.

Tabla T9.20: Tabla de datos de cálculo Compose IT.

Tabla T9.21: Tabla de características de núcleos sandwich Compose IT.

Tabla T9.22: Tabla de propiedades mecánicas de núcleos sandwich Compose IT.

Tabla T9.23: Tabla de límites elásticos de núcleos sandwich Compose IT.

Tabla T9.24: Tabla de características laminados unidireccionales Compose IT.

Tabla T9.25: Tabla de propiedades mecánicas laminados unidireccionales Compose IT.

Tabla T9.26: Tabla de límites elásticos de laminados unidireccionales Compose IT.

Tabla T9.27: Tabla de características laminados roving Compose IT.

Tabla T9.28: Tabla de propiedades mecánicas roving Compose IT.

Tabla T9.29: Tabla de límites elásticos Compose IT.



Tabla T9.30: Tabla de características laminados MAT en Compose IT.

Tabla T9.31: Tabla de propiedades mecánicas MAT en Compose IT.

Tabla T9.32: Tabla de límites elásticos laminados MAT en Compose IT.

Tabla T9.33: Tabla características laminados con tejidos compuestos en Compose IT.

Tabla T9.34: Tabla características mecánicas laminados con tejidos compuestos en Compose IT.

Tabla T9.35: Esquema de laminado monolítico fondo.



- Tabla T9.36: Propiedades laminado monolítico fondo.
Tabla T9.37: Esquema laminado monolítico costado.
Tabla T9.38: Propiedades laminado monolítico costado.
Tabla T9.39: Esquema laminado unión monolítico 3xMAT300.
Tabla T9.40: Esquema laminado unión monolítico MAT300+WR800+MAT600.
Tabla T9.41: Propiedades laminado unión monolítico MAT300+WR800+MAT600.
Tabla T9.42: Esquema laminado unión monolítico 2xMAT300+WR800+MAT600.
Tabla T9.43: Propiedades laminado unión monolítico 2xMAT300+WR800+MAT600.
Tabla T9.44: Esquema laminado refuerzos MAT450+ 2xMAT600+UD1200+MAT600.
Tabla T9.45: Propiedades laminado refuerzos MAT450+ 2xMAT600+UD1200+MAT600.
Tabla T9.46: Esquema laminado refuerzos MAT450+ 2xMAT600+UD1200+2xMAT600.
Tabla T9.47: Propiedades laminado refuerzos MAT450+ 2xMAT600+UD1200+2xMAT600.
Tabla T9.48: Esquema laminado refuerzos MAT450+ 2xMAT600+3xUD1200+2xMAT600.
Tabla T9.49: Propiedades laminado refuerzos MAT450+ 2xMAT600+3xUD1200+2xMAT600.
Tabla T9.50: Esquema laminado refuerzos MAT450+ 3xMAT600.
Tabla T9.51: Propiedades laminado refuerzos MAT450+ 3xMAT600.
Tabla T9.52: Esquema laminado refuerzos MAT450+ 2xMAT600.
Tabla T9.53: Propiedades laminado refuerzos MAT450+ 2xMAT600.
Tabla T9.54: Esquema laminado baos cubierta.
Tabla T9.55: Propiedades laminado baos cubierta.
Tabla T9.56: Esquema laminado baos entre patines.
Tabla T9.57: Propiedades laminado baos entre patines.
Tabla T9.58: Esquema laminado sándwich costado $L > 0.7$.
Tabla T9.59: Propiedades globales laminado sándwich costado $L > 0.7$.
Tabla T9.60: Propiedades primera piel laminado sándwich costado $L > 0.7$.
Tabla T9.61: Propiedades segunda piel laminado sándwich costado $L > 0.7$.
Tabla T9.62: Esquema laminado sándwich costado.
Tabla T9.63: Propiedades globales laminado sándwich costado.
Tabla T9.64: Propiedades primera piel laminado sándwich costado.
Tabla T9.65: Propiedades segunda piel laminado sándwich costado.
Tabla T9.66: Esquema laminado túnel entre patines $L > 0.7$.
Tabla T9.67: Propiedades globales laminado túnel entre patines $L > 0.7$.
Tabla T9.68: Propiedades primera piel laminado túnel entre patines $L > 0.7$.
Tabla T9.69: Propiedades segunda piel laminado túnel entre patines $L > 0.7$.
Tabla T9.70: Esquema laminado túnel entre patines proa.
Tabla T9.71: Propiedades globales laminado túnel entre patines proa.
Tabla T9.72: Propiedades primera piel laminado túnel entre patines proa.
Tabla T9.73: Propiedades segunda piel laminado túnel entre patines proa.
Tabla T9.74: Esquema laminado túnel entre patines. Elaboración propia en Compose IT.
Tabla T9.75: Propiedades globales laminado túnel entre patines.
Tabla T9.76: Propiedades primera piel laminado túnel entre patines.
Tabla T9.77: Propiedades segunda piel laminado túnel entre patines.
Tabla T9.78: Esquema laminado cubierta principal zona no carga.
Tabla T9.79: Propiedades globales laminado cubierta principal zona no carga.
Tabla T9.80: Propiedades primera piel laminado cubierta principal zona no carga.
Tabla T9.81: Propiedades segunda piel laminado cubierta principal zona no carga.
Tabla T9.82: Esquema laminado cubierta principal zona carga.
Tabla T9.83: Propiedades globales laminado cubierta principal zona carga.
Tabla T9.84: Propiedades primera piel laminado cubierta principal zona carga.
Tabla T9.85: Propiedades segunda piel laminado cubierta principal zona carga.
Tabla T9.86: Esquema laminado mamparos.
Tabla T9.87: Propiedades globales laminado mamparos.
Tabla T9.88: Propiedades primera piel laminado mamparos.
Tabla T9.89: Propiedades segunda piel laminado mamparos.
Tabla T9.90: Esquema laminado exterior superestructura.
Tabla T9.91: Propiedades globales laminado exterior superestructura.
Tabla T9.92: Propiedades primera piel laminado exterior superestructura.



- Tabla T9.93: Propiedades segunda piel laminado exterior superestructura.
Tabla T9.94: Esquema laminado recubrimientos interiores.
Tabla T9.95: Propiedades globales laminado recubrimientos interiores.
Tabla T9.96: Propiedades primera piel laminado recubrimientos interiores.
Tabla T9.97: Propiedades segunda piel laminado recubrimientos interiores.
Tabla T9.98: Dimensiones panel fondo monolítico.
Tabla T9.99: Propiedades de refuerzo fondo monolítico.
Tabla T9.100: Presión aplicada fondo monolítico.
Tabla T9.101: Resultado análisis interlaminar fondo monolítico.
Tabla T9.102: Resultado análisis pandeo fondo monolítico.
Tabla T9.103: Dimensiones panel costado exterior sandwich $L > 0.7$.
Tabla T9.104: Propiedades de refuerzo panel costado exterior sandwich $L > 0.7$.
Tabla T9.105: Presión aplicada panel costado exterior sandwich $L > 0.7$.
Tabla T9.106: Resultado análisis interlaminar panel costado exterior sandwich $L > 0.7$.
Tabla T9.107: Resultado análisis pandeo panel costado exterior sandwich $L > 0.7$.
Tabla T9.108: Dimensiones panel costado exterior sandwich.
Tabla T9.109: Propiedades refuerzo panel costado exterior sandwich.
Tabla T9.110: Presiones aplicadas panel costado exterior sandwich.
Tabla T9.111: Resultado análisis interlaminar panel costado exterior sandwich.
Tabla T9.112: Resultado análisis pandeo panel costado exterior sandwich.
Tabla T9.113: Dimensiones panel superestructura.
Tabla T9.114: Propiedades refuerzo panel superestructura.
Tabla T9.115: Presiones aplicadas panel superestructura.
Tabla T9.116: Resultado análisis interlaminar panel superestructura.
Tabla T9.116: Resultado análisis pandeo panel superestructura.
Tabla T9.117: Dimensiones panel costado y túnel entre patines.
Tabla T9.118: Características refuerzo panel costado y túnel entre patines.
Tabla T9.119: Presiones aplicadas panel costado y túnel entre patines.
Tabla T9.120: Resultados análisis interlaminar panel costado y túnel entre patines.
Tabla T9.121: Resultados análisis pandeo panel costado y túnel entre patines.
Tabla T9.122: Dimensiones panel costado y túnel entre patines $L > 0.7$.
Tabla T9.123: Propiedades refuerzo panel costado y túnel entre patines $L > 0.7$.
Tabla T9.124: Presiones aplicadas panel costado y túnel entre patines $L > 0.7$.
Tabla T9.125: Resultados análisis interlaminar panel costado y túnel entre patines $L > 0.7$.
Tabla T9.126: Resultados análisis pandeo panel costado y túnel entre patines $L > 0.7$.
Tabla T9.127: Dimensiones panel cubierta zona de carga.
Tabla T9.128: Propiedades refuerzo panel cubierta zona de carga.
Tabla T9.129: Presiones aplicadas panel cubierta zona de carga.
Tabla T9.130: Resultados análisis interlaminar panel cubierta zona de carga.
Tabla T9.131: Resultados análisis pandeo panel cubierta zona de carga.
Tabla T9.132: Dimensiones panel cubierta zona de no carga.
Tabla T9.133: Propiedades refuerzo panel cubierta zona de no carga.
Tabla T9.134: Presiones aplicadas panel cubierta zona de no carga.
Tabla T9.135: Resultados análisis interlaminar cubierta zona de no carga.
Tabla T9.136: Resultados análisis pandeo cubierta zona de no carga.
Tabla T9.137: Dimensiones paneles mamparos.
Tabla T9.138: Propiedades refuerzo paneles mamparos.
Tabla T9.139: Presiones aplicadas paneles mamparos.
Tabla T9.140: Resultado análisis interlaminar paneles mamparos.
Tabla T9.141: Resultado análisis pandeo paneles mamparos.
Tabla T9.142: Definición Vagras.
Tabla T9.143: Propiedades mecánicas globales Vagras.
Tabla T9.144: Propiedades mecánicas chapa añadida Vagras.
Tabla T9.145: Propiedades mecánicas alas Vagras.
Tabla T9.146: Propiedades mecánicas cabeza Vagras:.
Tabla T9.147: Presiones aplicadas Vagras:.
Tabla T9.148: Resultado análisis interlaminar chapa añadida Vagras:.



- Tabla T9.149: Resultado análisis interlaminar alas Vagras.
Tabla T9.150: Resultado análisis interlaminar cabeza Vagras.
Tabla T9.151: Resultado análisis pandeo Vagras.
Tabla T9.152: Definición Varengas.
Tabla T9.153: Propiedades mecánicas globales Varengas.
Tabla T9.154: Propiedades mecánicas chapa añadida Varengas.
Tabla T9.155: Propiedades mecánicas alas Varengas.
Tabla T9.156: Propiedades mecánicas cabeza Varengas.
Tabla T9.157: Presiones aplicadas Varengas.
Tabla T9.158: Resultados análisis interlaminar chapa añadida Varengas.
Tabla T9.159: Resultados análisis interlaminar alas Varengas.
Tabla T9.160: Resultados análisis interlaminar cabeza Varengas.
Tabla T9.161: Resultados análisis pandeo Varengas.
Tabla T9.162: Definición de cuadernas $L > 0.7$.
Tabla T9.163: Propiedades mecánicas globales cuadernas $L > 0.7$.
Tabla T9.164: Propiedades mecánicas chapa añadida cuadernas $L > 0.7$.
Tabla T9.165: Propiedades mecánicas alas cuadernas $L > 0.7$.
Tabla T9.166: Propiedades mecánicas cabeza cuadernas $L > 0.7$.
Tabla T9.167: Presiones aplicadas cuadernas $L > 0.7$.
Tabla T9.168: Resultados análisis interlaminar chapa añadida cuadernas $L > 0.7$.
Tabla T9.169: Resultados análisis interlaminar alas cuadernas $L > 0.7$.
Tabla T9.170: Resultados análisis interlaminar cabeza cuadernas $L > 0.7$.
Tabla T9.171: Resultados análisis pandeo cuadernas $L > 0.7$.
Tabla T9.172: Definición de palmejares.
Tabla T9.173: Propiedades mecánicas globales palmejares.
Tabla T9.174: Propiedades mecánicas chapa añadida palmejares.
Tabla T9.175: Propiedades mecánicas alas palmejares.
Tabla T9.176: Propiedades mecánicas cabeza palmejares.
Tabla T9.177: Presiones aplicadas palmejares.
Tabla T9.178: Resultado análisis interlaminar chapa añadida palmejares.
Tabla T9.179: Resultado análisis interlaminar alas palmejares.
Tabla T9.180: Resultado análisis interlaminar cabeza palmejares.
Tabla T9.181: Resultado análisis pandeo palmejares.
Tabla T9.182: Definición de cuadernas $L < 0.7$.
Tabla T9.183: Propiedades mecánicas globales cuadernas $L < 0.7$.
Tabla T9.184: Propiedades mecánicas chapa añadida cuadernas $L < 0.7$.
Tabla T9.185: Propiedades mecánicas alas cuadernas $L < 0.7$.
Tabla T9.186: Propiedades mecánicas cabeza cuadernas $L < 0.7$.
Tabla T9.187: Presiones aplicadas cuadernas $L < 0.7$.
Tabla T9.188: Resultados análisis interlaminar chapa añadida cuadernas $L < 0.7$.
Tabla T9.189: Resultados análisis interlaminar alas cuadernas $L < 0.7$.
Tabla T9.190: Resultados análisis interlaminar cabeza cuadernas $L < 0.7$.
Tabla T9.191: Resultados análisis pandeo cuadernas $L < 0.7$.
Tabla T9.192: Definición palmejares $L < 0.7$.
Tabla T9.193: Propiedades mecánicas globales palmejares $L < 0.7$.
Tabla T9.194: Propiedades mecánicas chapa añadida palmejares $L < 0.7$.
Tabla T9.195: Propiedades mecánicas cabeza palmejares $L < 0.7$.
Tabla T9.196: Presiones aplicadas palmejares $L < 0.7$.
Tabla T9.197: Resultados análisis interlaminar chapa añadida palmejares $L < 0.7$.
Tabla T9.198: Resultados análisis interlaminar alas palmejares $L < 0.7$.
Tabla T9.199: Resultados análisis interlaminar cabeza palmejares $L < 0.7$.
Tabla T9.200: Resultados análisis pandeo palmejares $L < 0.7$.
Tabla T9.201: Definición refuerzos verticales superestructura.
Tabla T9.202: Propiedades mecánicas globales refuerzos verticales superestructura.
Tabla T9.203: Propiedades mecánicas chapa añadida refuerzos verticales superestructura.
Tabla T9.204: Propiedades mecánicas alas refuerzos verticales superestructura.
Tabla T9.205: Propiedades mecánicas cabeza refuerzos verticales superestructura.



- Tabla T9.206: Presiones aplicadas refuerzos verticales superestructura.*
- Tabla T9.207: Resultados análisis interlaminar chapa añadida refuerzos verticales superestructura.*
- Tabla T9.208: Resultados análisis interlaminar alas refuerzos verticales superestructura.*
- Tabla T9.209: Resultados análisis interlaminar cabeza refuerzos verticales superestructura.*
- Tabla T9.210: Resultados análisis pandeo refuerzos verticales superestructura.*
- Tabla T9.211: Definición refuerzos horizontales superestructura.*
- Tabla T9.212: Propiedades mecánicas globales refuerzos horizontales superestructura.*
- Tabla T9.213: Propiedades mecánicas chapa añadida refuerzos horizontales superestructura.*
- Tabla T9.214: Propiedades mecánicas alas refuerzos horizontales superestructura.*
- Tabla T9.215: Propiedades mecánicas cabeza refuerzos horizontales superestructura.*
- Tabla T9.216: Presiones aplicadas refuerzos horizontales superestructura.*
- Tabla T9.217: Resultados análisis interlaminar chapa añadida refuerzos horizontales superestructura.*
- Tabla T9.218: Resultados análisis interlaminar alas refuerzos horizontales superestructura.*
- Tabla T9.219: Resultados análisis interlaminar cabeza refuerzos horizontales superestructura.*
- Tabla T9.220: Resultados análisis pandeo refuerzos horizontales superestructura.*
- Tabla T9.221: Definición refuerzos cubierta.*
- Tabla T9.222: Propiedades mecánicas globales refuerzos cubierta.*
- Tabla T9.223: Propiedades mecánicas chapa añadida refuerzos cubierta.*
- Tabla T9.224: Propiedades mecánicas alas refuerzos cubierta.*
- Tabla T9.225: Propiedades mecánicas cabeza refuerzos cubierta.*
- Tabla T9.226: Fuerzas aplicadas refuerzos cubierta.*
- Tabla T9.227: Resultados análisis interlaminar chapa añadida refuerzos cubierta.*
- Tabla T9.228: Resultados análisis interlaminar alas refuerzos cubierta.*
- Tabla T9.229: Resultados análisis interlaminar cabeza refuerzos cubierta.*
- Tabla T9.230: Resultados análisis pandeo refuerzos cubierta.*
- Tabla T9.231: Definición baos entre patines.*
- Tabla T9.232: Propiedades mecánicas globales baos entre patines.*
- Tabla T9.233: Propiedades mecánicas chapa añadida baos entre patines.*
- Tabla T9.234: Propiedades mecánicas alas baos entre patines.*
- Tabla T9.235: Propiedades mecánicas cabeza baos entre patines.*
- Tabla T9.236: Presiones aplicadas baos entre patines.*
- Tabla T9.237: Resultado análisis interlaminar chapa añadida baos entre patines.*
- Tabla T9.238: Resultado análisis interlaminar alas baos entre patines.*
- Tabla T9.239: Resultado análisis interlaminar cabeza baos entre patines.*
- Tabla T9.240: Resultado análisis pandeo baos entre patines.*
- Tabla T9.241: Definición refuerzos longitudinales cubierta.*
- Tabla T9.242: Propiedades mecánicas globales refuerzos longitudinales cubierta.*
- Tabla T9.243: Propiedades mecánicas chapa añadida refuerzos longitudinales cubierta.*
- Tabla T9.244: Propiedades mecánicas alas refuerzos longitudinales cubierta.*
- Tabla T9.245: Propiedades mecánicas cabeza refuerzos longitudinales cubierta.*
- Tabla T9.246: Presiones aplicadas refuerzos longitudinales cubierta.*
- Tabla T9.247: Resultados análisis interlaminar chapa añadida refuerzos longitudinales cubierta.*
- Tabla T9.248: Resultados análisis interlaminar alas refuerzos longitudinales cubierta.*
- Tabla T9.249: Resultados análisis interlaminar cabeza refuerzos longitudinales cubierta.*
- Tabla T9.250: Resultados análisis pandeo refuerzos longitudinales cubierta.*
- Tabla T9.251: Definición baos cubierta superior.*
- Tabla T9.252: Propiedades mecánicas globales baos cubierta superior.*
- Tabla T9.253: Propiedades mecánicas chapa añadida baos cubierta superior.*
- Tabla T9.254: Propiedades mecánicas alas baos cubierta superior.*
- Tabla T9.255: Propiedades mecánicas cabeza baos cubierta superior.*
- Tabla T9.256: Presiones aplicadas baos cubierta superior.*
- Tabla T9.257: Análisis interlaminar chapa añadida baos cubierta superior.*
- Tabla T9.258: Análisis interlaminar alas baos cubierta superior.*
- Tabla T9.259: Análisis interlaminar cabeza baos cubierta superior.*
- Tabla T9.260: Análisis pandeo baos cubierta superior.*
- Tabla T9.261: Definición refuerzos mamparos.*
- Tabla T9.262: Propiedades mecánicas globales refuerzos mamparos.*



Tabla T9.263: Propiedades mecánicas chapa añadida refuerzos mamparos.
Tabla T9.264: Propiedades mecánicas alas refuerzos mamparos.
Tabla T9.265: Propiedades mecánicas cabeza refuerzos mamparos.
Tabla T9.266: Presiones aplicadas refuerzos mamparos.
Tabla T9.267: Resultados análisis interlaminar chapa añadida refuerzos mamparos.
Tabla T9.268: Resultados análisis interlaminar alas refuerzos mamparos.
Tabla T9.269: Resultados análisis interlaminar cabeza refuerzos mamparos.
Tabla T9.270: Resultados análisis pandeo refuerzos mamparos.

LISTA DE FIGURAS:

Figura F9.1: Signos referencia buque viga.
Figura F9.2: Longitud de ola LWQ.
Figura F9.3: Solicitaciones de ola a plataforma catamarán.
Figura F9.4: Modelo elementos finitos cálculo baos unión patines.
Figura F9.5: Resultado deformación modelo elementos finitos baos unión.
Figura F9.6: Resultado tensiones (MPa) modelo elementos finitos baos unión.
Figura F9.7: Danger level ($1/SF$) modelo elementos finitos baos unión.
Figura F9.8: Esquema laminados y cuaderna maestra.

9.1 INTRODUCCIÓN:

En el presente cuadernillo se calculan las solicitaciones de diseño y dimensiona la estructura obteniendo y comprobando el escantillonado de la misma siguiendo la norma de la sociedad de clasificación Bureau Veritas NR600 ("Hull Structure and Arrangement for the Classification of Cargo Ships less than 65 m and Non Cargo Ships less than 90m"), Edición Junio 2021.

Dado el tamaño de la embarcación y disposición se ha considerado una estructura de tipo transversal cómo es habitual en las embarcaciones de características similares.

El procedimiento utilizado ha sido el cálculo de solicitaciones de diseño, diseño de una estructura preliminar a partir de la cuaderna maestra y la validación y optimización de dicha estructura con el software ComposeIT de la sociedad de clasificación de acuerdo las solicitudes obtenidas anteriormente.

Dado que se trata de una embarcación de pasajeros y de carga al mismo tiempo se ha considerado en todos los casos las solicitaciones más exigentes de ambos tipos de embarcaciones.

Del mismo modo, dado que cómo se demuestra posteriormente de acuerdo a los criterios de la sociedad de clasificación la embarcación podría considerarse de planeo por dimensiones y velocidad, aunque no sea su condición de diseño, se han considerado también las solicitaciones en condiciones de planeo.

9.2 CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LA EMBARCACIÓN Y COEFICIENTES:

A continuación se exponen las características consideradas para el cálculo de las solicitaciones de estructura:



Coefficiente de navegación n (Unrestricted =1)	1,000	
Densidad ρ	1,025	t/m ²
Aceleración de la gravedad g	9,810	m/s ²
Velocidad máxima hacia adelante V	16,000	knots

Tabla T9.1: Características de cálculo de presiones de diseño. Elaboración propia.

Coefficiente de bloque

Norma de referencia: BV NR600 Ch1 Sec 1 4.6.1

$$C_B = \frac{\Delta}{1,025 \cdot L_{WL} \cdot 2 \cdot B_{WL} \cdot T}$$

C_B	0,535
-------	-------

Eslora de referencia L_W

Norma de referencia: BV NR600 Ch3 Sec 3

$$L_W = 0,5 (L_{WL} + L_{HULL})$$

L_W	21,159 m
-------	----------

Calado en condición de lastre T_B

Norma de referencia: BV NR600 Ch3 Sec 3. Si es desconocido se puede estimar de acuerdo a la siguiente expresión:

$$T_B = 0,03 L_{WL}$$

T_b	0,627 m
-------	---------

Número de Froude's:

Norma de referencia: BV NR600 Ch4 Sec 4 2.1.4. A efectos de cálculo de cargas locales se obtiene el número de Froude's de acuerdo a la siguiente expresión:

$$F = 0,164 \cdot \frac{V}{\sqrt{L_{WL}}} \leq 0,33$$

F	0,574
---	-------

De acuerdo a lo especificado en BV NR600 Ch4 Sec 4 2.1.4 se considerará a efectos de cálculo de aceleraciones un número de Froude's $F=0,33$

9.3 COMPROBACIÓN DE APLICACIÓN DEL CRITERIO DE EMBARCACIÓN A PLANE0:

Norma de referencia: BV NR600 Ch1 Sec 1. 2.1.5



Se considerará una embarcación de planeo con consideración especial por parte de la BV si:

$$V \geq 10 L_{WL}^{0,5}$$

$16 < 45,72 \rightarrow$ No requiere consideración especial.

Se considerará capaz de navegar en modo planeo si:

$$V \geq 7,16 \Delta^{1/6}$$

$16 > 14,23 \rightarrow$ Se deben considerar las presiones de diseño aplicables a una embarcación de planeo.

9.4 ACELERACIÓN VERTICAL DEL CENTRO DE GRAVEDAD DE DISEÑO a_{CG} :

Norma de referencia: BV NR600 Ch4 Sec 3 3.3.5. A efectos de diseño se considerará la siguiente aceleración vertical del centro de gravedad de diseño en m/s^2 :

$$a_{CG} = foc \cdot soc \frac{V}{\sqrt{L_{WL}}}$$

Considerando los siguientes valores de foc:

Table 5 : Values of foc

Type of service	Passenger, Ferry, Cargo	Supply, Fishing	Pilot, Patrol	Rescue
foc	0,666	1,000	1,333	1,666

Note 1: As a rule, foc is to be taken equal to 0,666 for launch and sea going launch.

Tabla T9.2: Tabla valores FOC. Fuente Bureau Veritas NR600 Ch3 Sec 3 3.3.5

foc	1,000
-----	-------

Considerando los siguientes valores de soc:

Table 6 : Values of soc

Navigation notation	Unrestricted navigation	Summer zone	Tropical zone or coastal area (3)	Sheltered area (4)
Wave height (for information only) (1)	$H_s \geq 4,0 \text{ m}$ or $2,5 \text{ m} \leq H_s < 4,0 \text{ m}$		$0,5 \text{ m} < H_s < 2,5 \text{ m}$	$H_s \leq 0,5 \text{ m}$
soc	C_F (2)	0,30	0,23	0,14

(1) Wave heights, given for information only, in relation with the navigation notations are wave heights which are exceeded for an average of not more than 10% of the year.
 (2) For passenger, ferry and cargo ship, their seaworthiness in this condition is to be ascertained. In general, the value of soc should not be less than the values given in this Table, with:

$$C_F = 0,2 + \frac{0,6}{V/\sqrt{L_{WL}}} \geq 0,32$$

 (3) Not applicable to ships having the type of service "Rescue".
 (4) Not applicable to ships having the type of service "Pilot, Patrol" or "Rescue".
 As a rule, applicable to ships having the navigation notation **sea going launch** or **launch**.

Tabla T9.3: Tabla valores SOC. Fuente Bureau Veritas NR600 Ch3 Sec 3 3.3.5

Donde, en el caso de navegación ilimitada con olas de hasta 4m de altura C_F és:

$$C_F = 0,2 \cdot \frac{0,6}{\frac{v}{\sqrt{L_{WL}}}} \geq 0,32$$

C_F	0,371
-------	-------

Siendo el valor $soc=C_F$

soc	0,371
-----	-------

Obteniéndose:

a_{CG}	1,300	m/s ²
----------	-------	------------------

9.5 SOLICITACIONES GLOBALES (BUQUE VIGA):

Norma de referencia: BV NR600 Ch3 Sec 2

Se considerarán las siguientes referencias para momentos y fuerzas:

Figure 1 : Sign conventions of bending moments and shear forces

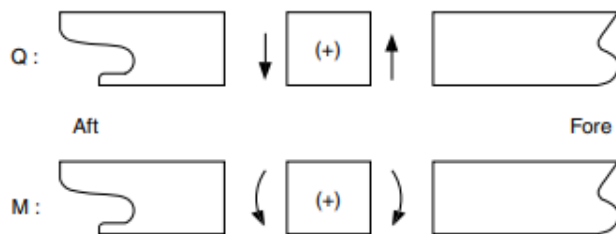


Figura F9.1: Signos referencia buque viga. Fuente Bureau Veritas NR600 Ch3 Sec 2

Se considerará la combinación de momentos y fuerzas de acuerdo a la siguiente tabla (partes indicadas en verde):



Table 1 : Hull girder load combinations for ship in displacement mode

Ship condition	Monohull ship	Multihull ship	
All type of ship			
Head sea condition	(hogging)	$M_{SWH} + M_{WH}$	
	(sagging)	$M_{SWS} + M_{WS}$	
Quartering sea condition	(hogging)	NA	$M_{SWH} + M_{WQH}$
	(sagging)	NA	$M_{SWS} + M_{WQS}$
Digging in wave (sagging)	NA	M_{DWL}	
In addition, for ship in planing mode			
Head sea condition (hogging or sagging)	M_{minH} or M_{minS}	M_{minH} or M_{minS} (1)	
Quartering sea condition	NA	M_{min} (1)	
In addition, for swath			
Transverse moment	NA	M_Q	
Note 1: NA = Not applicable. (1) Not applicable to swath.			

Tabla T9.4: Tabla combinaciones de cargas buque viga. Fuente Bureau Veritas NR600 Ch2 Sec 2

Se obtendrá el momento flector y fuerza cortantes en condición de arrufo con aguas tranquilas para embarcaciones de carga y no carga de acuerdo a las siguientes expresiones:

Momento flector para embarcaciones de carga, en el caso de la embarcación considerada no se prevé el uso de lastre:

$$M_{SWHcargo} = 5 \cdot \left[0,28 \cdot L_{WL} \Delta_{light} + \sum (x_i \cdot D_{Wloci}) - 0,198 \cdot L_{WL} \Delta_b \right]$$

$M_{SWHcargo}$	369,74 kN·m
----------------	-------------

Momento flector para embarcaciones de tipo no carga:

$$M_{SWHnoncargo} = 0,8 \cdot \left(0,25 \cdot C_W \cdot L_W^2 \cdot B_{WL} \cdot C_B \right)$$

$M_{SWHnoncargo}$	163,554 kN·m
-------------------	--------------

A efectos de diseño se considerará el más conservador, en este caso considerando la condición de carga.

Fuerza cortante:

$$Q_{SWH} = \frac{4 \cdot M_{SWH}}{L_{WL}}$$



Q_{SWH}	70,75 kN
-----------	----------

Se obtiene el momento flector y fuerza cortantes en condición de quebranto con aguas tranquilas para embarcaciones de carga y no carga de acuerdo a las siguientes expresiones:

Momento flector para embarcaciones de carga, en el caso de la embarcación considerada no se prevé el uso de lastre:

$$M_{SWScargo} = 5 \cdot [0,28 \cdot L_{WL} \Delta_{light} + X \cdot D_w - 0,225 \cdot L_{WL} \Delta]$$

Siendo X en metros:

$$X = \frac{(0,5 \cdot L_{WL} - X_1)^2 + (X_2 - 0,5 L_{WL})^2}{2 \cdot (X_2 - X_1)}$$

Considerando:

X_1 la distancia entre la perpendicular de popa y extremo popa zona carga → 0,92m

X_2 la distancia entre la perpendicular de popa y el extremo de proa zona de carga → 20,70m

Obteniendo por lo tanto:

X	4,95 m
---	--------

$M_{SWScargo}$	270,98 kN·m
----------------	-------------

Momento flector para embarcaciones de tipo no carga:

$$M_{SWSnocargo} = 0$$

A efectos de diseño se considerará el más conservador, en este caso considerando la condición de carga.

Fuerza cortante:

$$Q_{SWH} = \frac{4 \cdot M_{SWS}}{L_{WL}}$$

Q_{SWH}	51,85 kN
-----------	----------

9.6 SOLICITACIONES POR OLAS EN MAR VIVA:

A continuación se obtienen las solicitaciones globales por olas en condición de mar viva teniendo en cuenta los siguientes parámetros:

Longitud de ola L_w :



$$L_w = 0,5 (L_{WL} + L_{HULL})$$

L_w	21,159	m
-------	--------	---

Parámetro de ola C_w :

$$C_w = 0,625 (118 - 0,36 \cdot L_w) \cdot L_w \cdot 10^{-3}$$

C_w	1,460	m
-------	-------	---

De acuerdo con lo especificado en la norma BV NR600 Ch3 Sec 2 5.2.3, se obtienen los momentos flectores y fuerzas cortantes con olas para una embarcación monocasco y se incrementan un 10% para tenerlos en cuenta para una embarcación de tipo catamarán.

Momento flector en condición de arrufo:

$$M_{WH} = (0,2 \cdot n \cdot C_w \cdot L_w^2 \cdot B_{WL} \cdot C_B) \cdot 1,1$$

M_{WH}	179,91	kN·m
----------	--------	------

Fuerza cortante en condición de arrufo:

$$Q_{WH} = 0,65 \cdot n \cdot C_w \cdot L_w \cdot B_{WL} \cdot C_B \cdot 1,1$$

Q_{WH}	27,63	kN
----------	-------	----

Momento flector en condición de quebranto:

$$M_{WS} = -0,25 \cdot n \cdot C_w \cdot L_w^2 \cdot B_{WL} \cdot C_B \cdot 1,1$$

M_{WS}	-224,89	kN·m
----------	---------	------

Fuerza cortante en condición de quebranto:

$$Q_{WS} = 0,75 \cdot n \cdot C_w \cdot L_w \cdot B_{WL} \cdot C_B \cdot 1,1$$

Q_{WS}	-31,89	kN
----------	--------	----

9.7 COMBINACIÓN DE MOMENTOS EN MAR VIVA:

Quebranto:

$$M_{SWH} + M_{WH}$$

$M_{SWH} + M_{WH}$	549,65	kN·m
--------------------	--------	------

Arrufo:

$$M_{SWs} + M_{Ws}$$

$M_{SWS} + M_{WS}$	66,54 kN·m
--------------------	------------

Ola a considerar en mar cruzado para catamarán:

A continuación se obtienen las sollicitaciones globales por olas en condición de mar cruzado para catamarán de acuerdo a la siguiente imagen:

Figure 2 : Wave length L_{WQ} for multihull

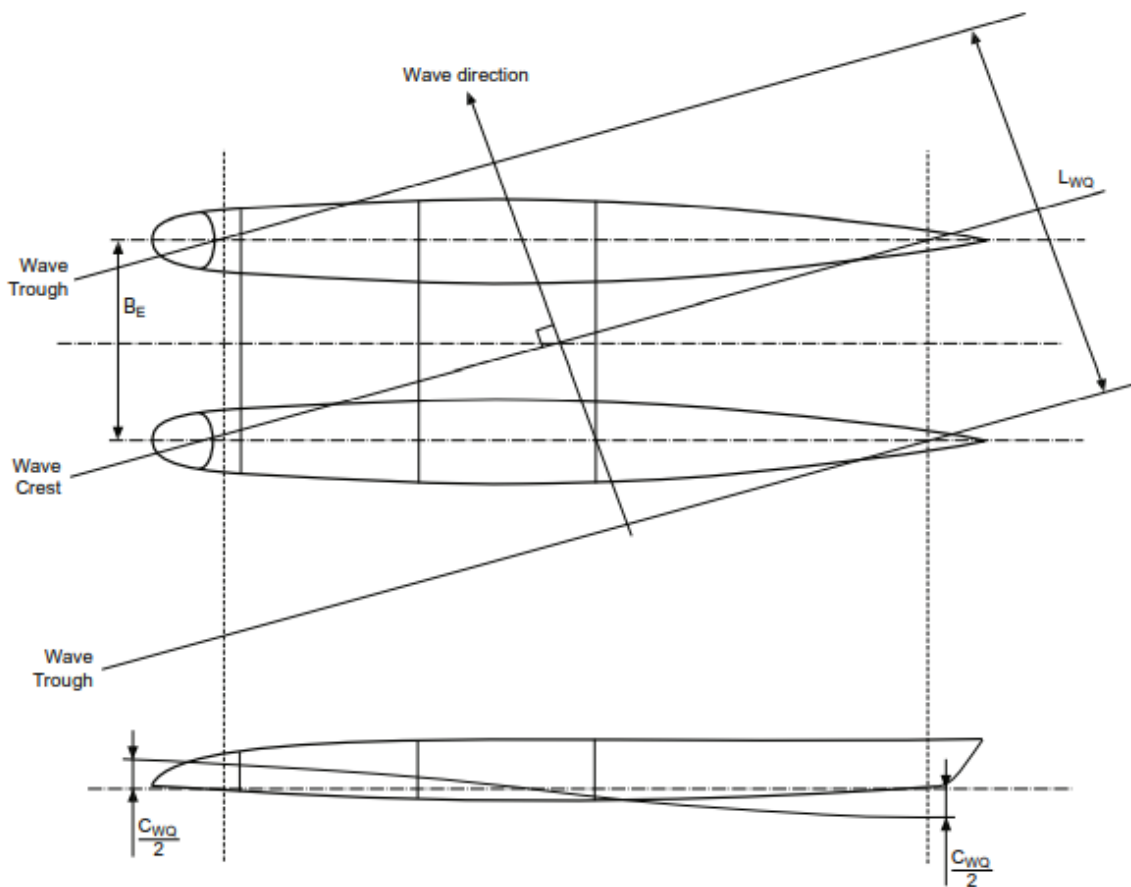


Figura F9.2: Longitud de ola L_{WQ} . Fuente Bureau Veritas NR600 Ch3 Sec 2 5.3.1

Se considera una ola de tipo sinusoidal con la siguiente longitud de ola L_{WQ} :

$$L_{WQ} = \frac{2 \cdot L_W \cdot B_E}{\sqrt{L_W^2 + B_E^2}}$$

L_{WQ}	8,60 m
----------	--------

Considerando un parámetro de ola C_{WQ} :



$$C_{WQ} = 0,625 \cdot (118 - 0,36L_{WQ}) \cdot L_{WQ} \cdot 10^{-3}$$

C_{WQ}	0,62	m
----------	------	---

Momento flector con las olas cruzadas descritas anteriormente para catamarán en condición de arrufo:

$$M_{WQH} = n \cdot C_{WQ} \cdot L_W^2 \cdot B_{WL} \cdot C_B$$

M_{WQH}	346,17	kN·m
-----------	--------	------

Fuerza cortante con las olas cruzadas descritas anteriormente para catamarán en condición de arrufo:

$$Q_{WQH} = 1,60 \cdot n \cdot C_{WQ} \cdot L_W \cdot B_{WL} \cdot C_B$$

Q_{WQH}	26,18	kN
-----------	-------	----

Momento flector con las olas cruzadas descritas anteriormente para catamarán en condición de quebranto:

$$M_{WQH} = -n \cdot C_{WQ} \cdot L_W^2 \cdot B_{WL} \cdot C_B$$

M_{WQH}	-346,17	kN·m
-----------	---------	------

Fuerza cortante con las olas cruzadas descritas anteriormente para catamarán en condición de quebranto:

$$Q_{WQH} = -1,60 \cdot n \cdot C_{WQ} \cdot L_W \cdot B_{WL} \cdot C_B$$

Q_{WQH}	-26,18	kN
-----------	--------	----

Solicitaciones sobre la plataforma de unión entre patines:

Se considera un modelo de bigas con las siguientes solicitaciones:

$$F = M_{WQH} / L_{WL}$$

F	16,56	kN
---	-------	----

$$F = -M_{WQS} / L_{WL}$$

F	-16,56	kN
---	--------	----

Figure 3 : Wave loads for catamaran platform

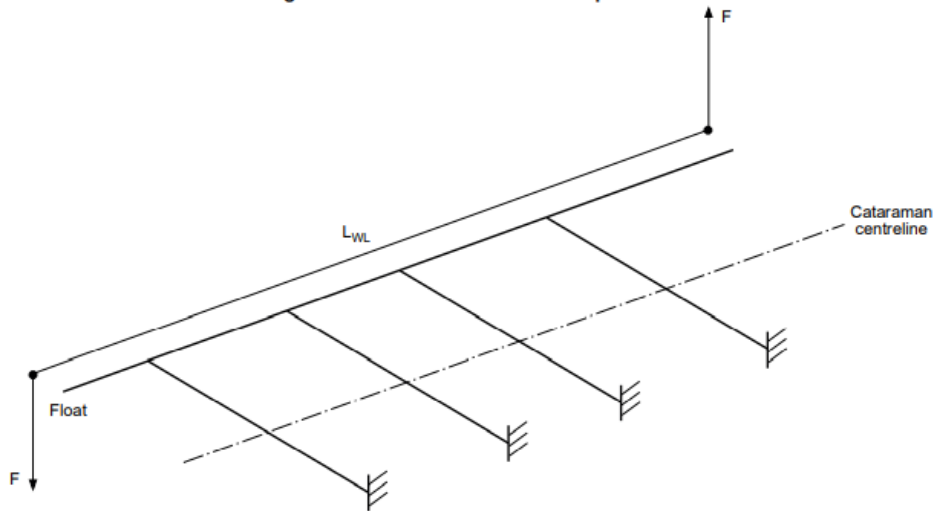


Figura F9.3: Solicitaciones de ola a plataforma catamarán. Fuente Bureau Veritas NR600 Ch3 Sec 2 5.3.2

9.8 COMBINACIÓN DE MOMENTOS EN MAR CRUZADO:

Quebranto:

$$M_{SWH} + M_{WQH}$$

$M_{SWH} + M_{WQH}$	715,91 kN·m
---------------------	-------------

Arrufo:

$$M_{SWs} + M_{WQs}$$

$M_{SWs} + M_{WQs}$	-550,61 kN·m
---------------------	--------------

Condiciones adicionales para embarcaciones de planeo:

- **Momento flector mínimo en condición de quebranto en mar vivo:**

$$M_{\min H} = 0,55 \cdot n \cdot \Delta \cdot L_{WL} \cdot (C_B \cdot 0,7) \cdot (1 + a_{CG})$$

$M_{\min H}$	32,65 kN·m
--------------	------------

- **Fuerza cortante mínimo en condición de quebranto en mar vivo:**

$$Q_{\min H} = \frac{3,2 \cdot M_{\min H}}{L_{WL}}$$

$Q_{\min H}$	5,00 kN·m
--------------	-----------

- **Momento flector mínimo en condición de arrufo en mar vivo:**

$$M_{\min s} = -0,55 \cdot n \cdot \Delta \cdot L_{WL} \cdot (C_B \cdot 0,7) \cdot (1 + a_{CG})$$

M_{minS}	-32,65 kN·m
------------	-------------

- **Fuerza cortante mínimo en condición de arrufo en mar vivo:**

$$Q_{minS} = \frac{3,2 \cdot M_{minS}}{L_{WL}}$$

Q_{minS}	-5,00 kN·m
------------	------------

- **Momento flector torsional transversal mínimo en condición de mar cruzado para catamarán:**

$$M_{tmin} = 0,125 \cdot \Delta \cdot L_{WL} \cdot a_{CG} \cdot g$$

M_{tmin}	2054,91 kN·m
------------	--------------

Se considerarán en el modelo de vigas las siguientes solicitaciones:

$$F = M_{tmin} / L_{WL}$$

F	98,30 kN
---	----------

$$F = -M_{tmin} / L_{WL}$$

F	-98,30 kN
---	-----------

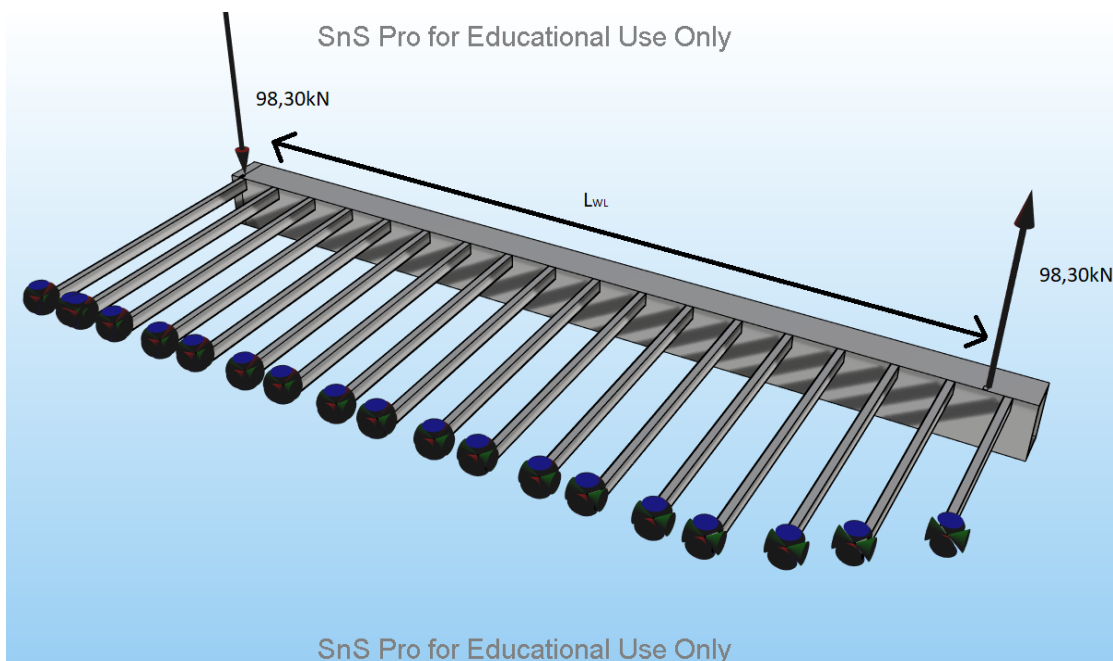


Figura F9.4: Modelo elementos finitos cálculo baos unión patines. Elaboración propia.

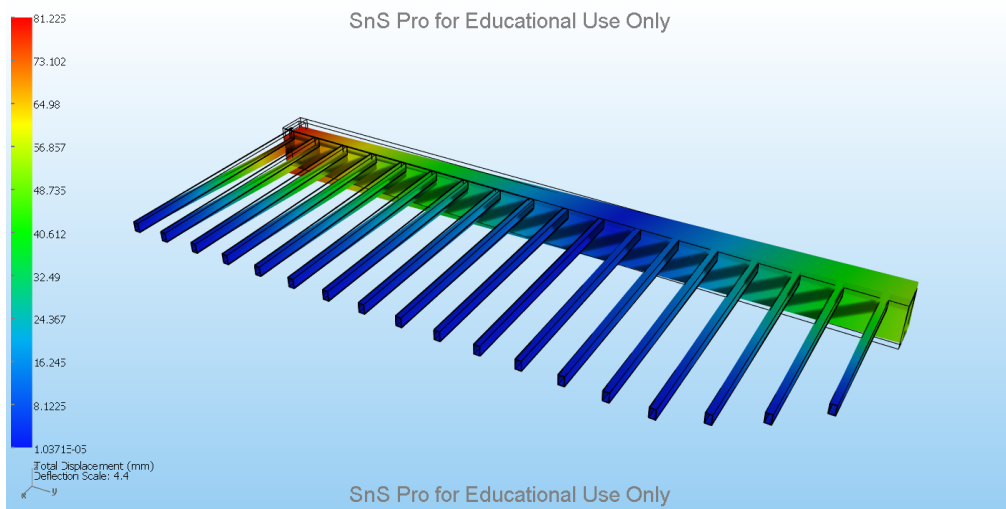


Figura F9.5: Resultado deformación modelo elementos finitos baos unión. Elaboración propia.

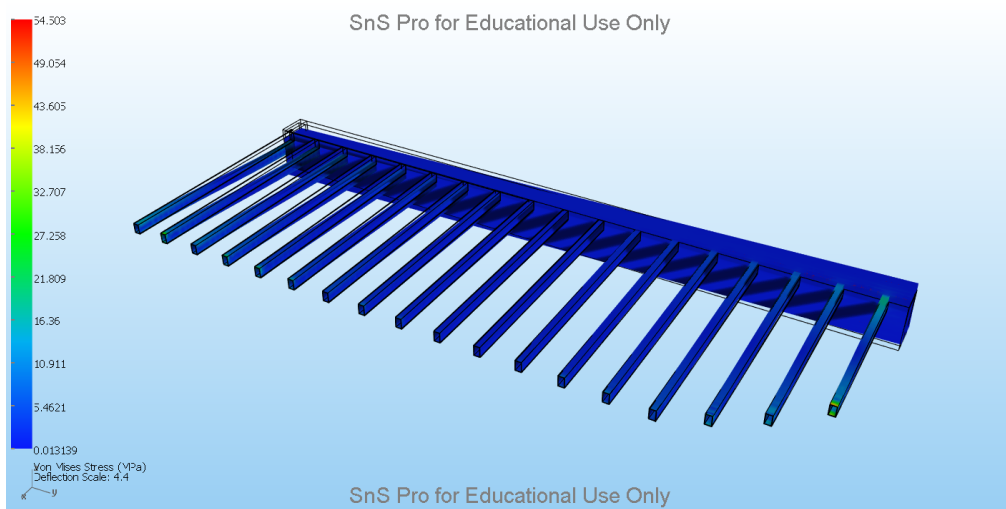


Figura F9.6: Resultado tensiones (MPa) modelo elementos finitos baos unión. Elaboración propia.

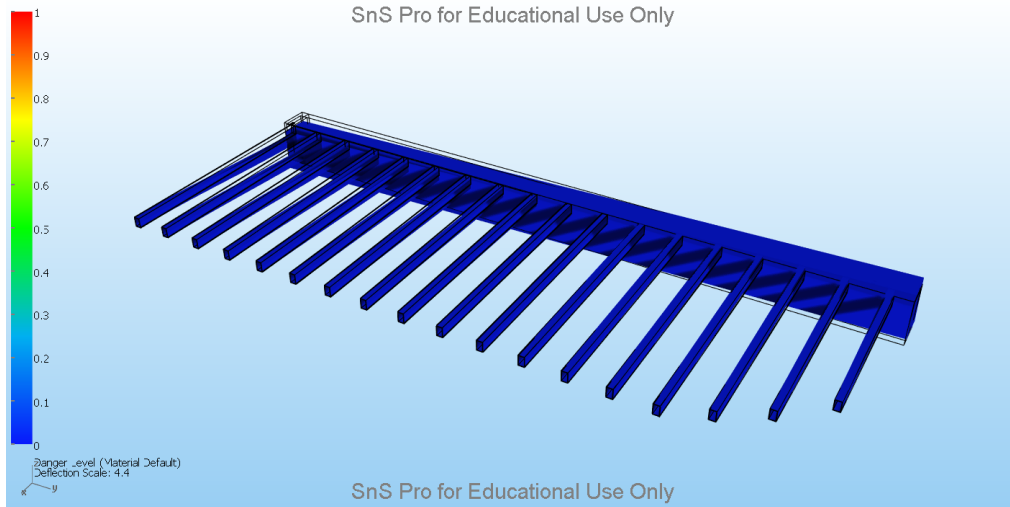


Figura F9.7: Danger level (1/SF) modelo elementos finitos baos unión. Elaboración propia.

9.9 PRESIONES HIDROSTÁTICAS:

Norma de referencia: BV NR600 Ch3 Sec 3 2.2.1

La presión hidrostática de diseño de la obra viva será:

$$p_s = \rho g T (T + h_1 + h_2 - z_0)$$

Donde

h_1 es la aceleración relativa del buque en diferentes áreas de acuerdo a la siguiente tabla:

Table 1 : Ship relative motion h_1

Location	Relative motion $h_{1,r}$ in m, for cargo ship	Relative motion $h_{1,r}$ in m, for non cargo ship
from aft part to 0,25 L_{WL}	$h_{1,A} = 0,63 \left(\frac{4,35}{\sqrt{C_B}} - (3,25) \right) h_{1,m} \geq h_{1,m}$	$h_{1,A} = 1,1 h_{1,m}$
from 0,25 L_{WL} to 0,70 L_{WL}	$h_{1,m} = 0,36 n C_W (C_B + 0,7)$ (1)	$h_{1,m} = (0,38 C_W + 0,3) n$ (2)
from 0,70 L_{WL} to 0,85 L_{WL}	$h_{1,E} = h_{1,m} + 0,125 h_{1,FE} \leq h_{1,FE}$	$h_{1,E} = \frac{1,4 h_{1,m} + 0,7 h_{1,FE}}{2}$
from 0,85 L_{WL} to fore part	$h_{1,FE} = 1,2 h_{1,m} \left(\frac{4,35}{\sqrt{C_B}} - 3,25 \right) C_H$	$h_{1,FE} = 1,7 h_{1,m} \left(\frac{7,6}{C_B^{0,1}} - 6,4 \right) C_H$
Note 1:		
C_H : Coefficient, to be taken as follows:		
<ul style="list-style-type: none"> • for monohull: $C_H = 1,00$ • for catamaran: $C_H = 1,20$ • for swath: $C_H = 0,75$ 		
(1) The value of $h_{1,m}$ is not to be taken greater than the minimum of T and $(D - 0,9 T_B)$.		
(2) The value of $h_{1,m}$ is not to be taken greater than T.		

Tabla T9.5: Tabla fórmulas cálculo aceleración relativa. Fuente Bureau Veritas NR600 Ch3 Sec 3 2.2.1.

Se considerarán para el cálculo los siguientes coeficientes:

$$C_W = 0,625 (118 - 0,36 L_W) L_W 10^{-3} = 1,460 \text{ (Norma referencia NR600 Ch3 Sec 3)}$$



$C_H = 1,20$ (Catamarán)

Considerando que la embarcación realizará tareas mixtas de carga y de transporte de pasajeros se obtendrán las aceleraciones relativas h_1 para ambos tipos de embarcaciones considerando la mayor obtenida en cada caso para los siguientes cálculos de presiones.

		h_1 "Cargo"	h_1 "Non Cargo"	h_1
From aft part (0.25 L_{WL})	$h_{1,A}$	1,103	0,940	1,103
From 0.25 L_{WL} to 0.70 L_{WL}	$h_{1,M}$	0,649	0,855	0,855
From 0.7 L_{WL} to 0.85 L_{WL}	$h_{1,E}$	0,964	1,630	1,630
From 0.85 to fore	$h_{1,FE}$	2,521	2,948	2,948

Tabla T9.6: Tabla resultados aceleración relativa. Elaboración propia.

Se obtiene el parámetro h_2 de acuerdo a la siguiente expresión:

$$h_2 = \frac{B_{WLi} \cdot (T + h_1) \cdot C_B}{B_E - B_{WLi}}$$

Obteniéndose los siguientes parámetros h_2

	h_2	
From aft part (0.25 L_{WL})	$h_{2,A}$	1,37
From 0.25 L_{WL} to 0.70 L_{WL}	$h_{2,M}$	1,22
From 0.7 L_{WL} to 0.85 L_{WL}	$h_{2,E}$	1,69
From 0.85 to fore	$h_{2,FE}$	2,50

Tabla T9.7: Tabla resultados parámetros h_2 . Elaboración propia.

Considerando los parámetros anteriores y para una altura $z_0=0$, se obtienen las siguientes presiones estáticas de diseño para la obra viva:

	Bottom p_s	
From aft part (0.25 L_{WL})	36,46	kN/m ²
From 0.25 L_{WL} to 0.70 L_{WL}	32,44	kN/m ²
From 0.7 L_{WL} to 0.85 L_{WL}	44,99	kN/m ²
From 0.85 to fore	66,31	kN/m ²

Tabla T9.8: Tabla resultados presiones de diseño p_s . Elaboración propia.

La presión hidrostática costado obra muerta será la mayor de las tres siguientes expresiones:

$$p_{SA} = \rho g T (T + h_1 + h_2 - z)$$

$$p_{SB} = \rho g \left(T + \frac{0,8B_1}{2} \sin(A_R) - z \right)$$

$$p_S = p_{dmin}$$



Donde los parámetros h_1 y h_2 son los obtenidos anteriormente, A_R es el ángulo de escora a considerar igual a 10° de acuerdo a (NR600 Ch3 Sec 3 2.2.1).

p_{dmin} Es la presión mínima calculada en la cubierta expuesta de acuerdo a (NR600 Ch3 Sec 3 2.2.2) considerando ϕ_1 y ϕ_3 igual a 1.

De popa a $0,7L_{WL}$

$$p_{dmin} = 17,5 n \phi_1 \phi_2 \phi_3 > 5 = 7,35 \text{ kN/m}^2$$

De $0,7L_{WL}$ a proa.

$$p_{dmin} = 19,6 n \phi_1 \phi_2 \phi_3 > 7 = 8,23 \text{ kN/m}^2$$

Siendo ϕ_2

$$\phi_2 = \frac{L_{WL}}{120} \geq 0,42$$

Considerando $Z=1,15\text{m}$ el calado de diseño se obtienen las siguientes presiones para el costado del casco.

	p_{sA} (kN/m ²)	p_s (kN/m ²)	p_{dmin} (kN/m ²)	p_s (kN/m ²) (Max p_{sA} p_{sB} P_{dmin})
From aft part ($0.25L_{WL}$)	24,89	1,63	7,35	24,89
From $0.25 L_{WL}$ to $0.70 L_{WL}$	20,88	1,63	7,35	20,88
From $0.7L_{WL}$ to $0.85 L_{WL}$	33,42	1,63	8,23	33,42
From 0.85 to fore	54,75	1,63	8,23	54,75

Tabla T9.9: Tabla resultados presiones de diseño p_s calado $z=1.15\text{m}$. Elaboración propia.

Considerando $Z=2,95\text{m}$ para la parte inferior de la superestructura:

	p_{sA} (kN/m ²)	p_s (kN/m ²)	p_{dmin} (kN/m ²)	p_s (kN/m ²) (Max p_{sA} p_{sB} P_{dmin})
From aft part ($0.25L_{WL}$)	6,79	-16,47	7,35	7,35
From $0.25 L_{WL}$ to $0.70 L_{WL}$	2,78	-16,47	7,35	7,35
From $0.7L_{WL}$ to $0.85 L_{WL}$	15,32	-16,47	8,23	15,32
From 0.85 to fore	36,65	-16,47	8,23	36,65

Tabla T9.10: Tabla resultados presiones de diseño p_s calado $z=2.95\text{m}$. Elaboración propia.

La presión hidrostática en cubierta será:

$$p_d = (p_0 - 10 z_d) \phi_1 \phi_2 \phi_3 \geq p_{dmin} \text{ (NR600 Ch3 Sec 3 2.2.2)}$$

Para la cubierta de francobordo será en el costado y popa.

Coeficiente de presión ϕ_1



$\phi_1=1$ (Para cubierta de francobordo)

Coeficiente ϕ_2

$$\phi_2 = \frac{L_{WL}}{120} \geq 0,42$$

Coeficiente de reducción ϕ_3

$\phi_3=1$ (Para cubierta expuesta)

Altura z_d de la cubierta a la línea base:

$$z_d = 2,95 \text{ m}$$

Considerando p_0 las presiones hidrostáticas calculadas anteriormente para la altura de cubierta p_s :

	p_0 (kN/m ²)	p_{dmin} (kN/m ²)	p_d (kN/m ²)
From aft part (0.25 L_{WL})	7,35	7,35	7,35
From 0.25 L_{WL} to 0.70 L_{WL}	7,35	7,35	7,35
From 0.7 L_{WL} to 0.85 L_{WL}	15,32	8,23	8,23
From 0.85 to fore	36,65	8,23	8,23

Tabla T9.11: Tabla resultados presiones hidrostáticas p_s calado $z=2.95\text{m}$. Elaboración propia.

Las presiones anteriores se considerarán en combinación con las siguientes solicitaciones locales por carga en cubierta descritas en el punto 4.

9.10 PRESIONES DE DISEÑO POR IMPACTO DE OLA EN COSTADOS:

Norma de referencia: BV NR600 Ch3 Sec 3 3.1.2

Utilizando la siguiente expresión:

$$p_{ssmin} = C_i n_1$$

Considerando navegación ilimitada $n_1=1$

Obtenemos:

	C_i Dynamic load distribution			P_{ssmin} (kN/m ²)		
	T to T+1m	T+1 to T+3m	> T+3m	T to T+1m	T+1 to T+3m	> T+3m
From aft part to 0.70 L_{wl}	60	45	30	60	48	30
from 0.70 L_{wl} to fore part	80	60	30	80	48	30

Tabla T9.12: Tabla resultados presiones de diseño por impacto de olas en el costado. Elaboración propia.

9.11 PRESIONES DE DISEÑO POR IMPACTO DE OLA EN COSTADOS INTERIORES DEL CASCO Y PARTE INFERIOR DE LA CUBIERTA:

Norma de referencia: BV NR600 Ch3 Sec 3 3.1.3

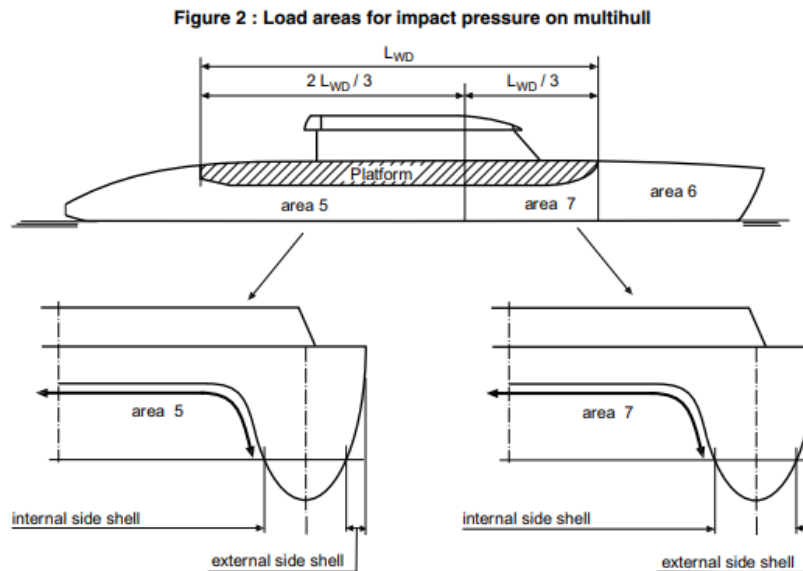
Utilizando la siguiente expresión:

$$p_{ssmin} = C_i n_1$$

Considerando navegación ilimitada $n_1=1$

Obtenemos:

NR 600, Ch 3, Sec 3



Fuente: Bureau Veritas NR600 Ch3 Sec 3 3

Impact calculation on internal side sheel	C_i Dynamic load distribution			$P_{ss \min}$ (kN/m ²)		
	T to T+1m	T+1 to T+3m	> T+3m	T to T+1m	T+1 to T+3m	> T+3m
Area 5	55	40	30	55	40	30
Area 6	70	55	30	70	55	30
Area 7	80	70	50	80	70	50

Tabla T9.13: Tabla resultados presiones de diseño por impacto de olas en el túnel. Elaboración propia.

9.12 PRESIONES LOCALES INTERNAS Y FUERZAS

Norma de referencia: BV NR600 Ch3 Sec 4

Parámetro a_b de aceleraciones:

$$a_B = n \cdot \left(0,76 \cdot F + 2,5 \frac{C_w}{L_w} \right)$$

a_B	0,423
-------	-------

Aceleración vertical centro de flotación :

Se estima la aceleración vertical (a_H) en m/s² de acuerdo a BV NR600 Ch3 Sec 4 2.1.5:



Para embarcaciones de carga:

$$a_H = a_B \cdot g$$

a_H	4,152	m/s ²
-------	-------	------------------

Para el resto de embarcaciones:

$$a_H = 1,25 \cdot a_B \cdot g$$

a_H	5,190	m/s ²
-------	-------	------------------

Puesto que se trata de una embarcación mixta se tomará el valor más conservador:

a_H	5,190	m/s ²
-------	-------	------------------

Aceleración de cabeceo:

Se estima la aceleración de cabeceo (α_P) en rad/s² de acuerdo a BV NR600 Ch3 Sec 4 2.1.6:

$$\alpha_P = A_P \left(\frac{2\pi}{T_P} \right)^2 n$$

Se estima una amplitud de período A_P en radianes de acuerdo a la siguiente expresión:

$$A_P = (1 - L_{WL} \cdot 10^{-3}) \cdot C_{AP}$$

Dónde C_{AP} para catamaranes de carga y no carga és: $C_{AP} = 0,16$

Obteniéndose:

A_P	0,157	rad
-------	-------	-----

Se estima un periodo de cabeceo en segundos de acuerdo con la siguiente expresión válida para catamaranes de carga y no carga:

$$T_P = 0,51 \cdot (L_{WL})^{0,5}$$

Obteniéndose:

T_P	2,332	s
-------	-------	---

Siendo la aceleración de cabeceo:

α_P	1,137	rad/s ²
------------	-------	--------------------

Aceleración de escora:

Se estima la aceleración de escora (α_R) en rad/s² de acuerdo a BV NR600 Ch3 Sec 4 2.1.7:

$$\alpha_R = A_R \left(\frac{2\pi}{T_R} \right)^2 n$$

Se considera una amplitud de período A_R válido para catamaranes de carga y no carga $A_R = 0,17$ radianes.



Se calcula el periodo de escora en segundos de acuerdo con la siguiente expresión:

$$T_R = 2,2 \left(\frac{\delta}{\sqrt{GM}} \right)$$

Donde se estima para catamaranes de carga y no carga:

$$GM = 0,22 \cdot B_E = 7,910 \text{ m}$$

$$\delta = 0,8 \cdot B_E \cdot B_{WL} = 8,226 \text{ m}$$

Obteniéndose:

T_R	6,435 s
-------	---------

Siendo la aceleración de escora:

α_R	0,162 rad/s ²
------------	--------------------------

Aceleraciones verticales en modo desplazamiento:

Se estiman las siguientes aceleraciones verticales(a_z) en m/s² de acuerdo a BV NR600 Ch3 Sec 4 2.2.1:

Table 1 : Vertical acceleration a_z

Location	a_z , in m/s ²	
	Cargo ship	Non cargo ship
from aft part to 0,25 L_{WL}	$\sqrt{a_H^2 + \alpha_p^2(0,40L_{WL})^2}$	$\sqrt{a_H^2 + \alpha_p^2(0,30L_{WL})^2}$
from 0,25 L_{WL} to 0,70 L_{WL}	$\sqrt{a_H^2 + \alpha_p^2(0,20L_{WL})^2}$	$\sqrt{a_H^2 + \alpha_p^2(0,20L_{WL})^2}$
from 0,70 L_{WL} to 0,85 L_{WL}	$\sqrt{a_H^2 + \alpha_p^2(0,40L_{WL})^2}$	$\sqrt{a_H^2 + \alpha_p^2(0,30L_{WL})^2}$
from 0,85 L_{WL} to fore part	$\sqrt{a_H^2 + \alpha_p^2(0,55L_{WL})^2}$	$\sqrt{a_H^2 + \alpha_p^2(0,50L_{WL})^2}$

Tabla T9.14: Tabla fórmulas de cálculo aceleración vertical a_z . Fuente: Bureau Veritas NR600 Ch3 Sec 4 2.2.1

Obteniéndose:

Location	a_z (m/s ²)		
	Cargo ship	Non cargo ship	max
From aft part (0.25 L_{WL})	10,835	8,822	10,835
From 0.25 L_{WL} to 0.70 L_{WL}	7,040	7,040	7,040
From 0.7 L_{WL} to 0.85 L_{WL}	10,835	8,822	10,835
From 0.85 to fore	14,070	12,972	14,070

Tabla T9.15: Tabla resultados aceleración vertical a_z . Elaboración propia.



Aceleraciones verticales en modo planeo:

Se estiman las siguientes aceleraciones verticales (a_z) en m/s^2 de acuerdo a BV NR600 Ch3 Sec 4 2.2.2 validas para embarcaciones de carga y no carga:

$$a_z = g \cdot a_v$$

Donde a_v és:

$$a_v = K_v \cdot a_{CG}$$

Siendo los valores K_v de acuerdo a la tabla 2 de BV NR600 Ch3 Sec 4 2.2.2:

Table 2 : Value of K_v

Location	K_v
from aft part to 0,25 L_{WL}	1,00
from 0,25 L_{WL} to 0,70 L_{WL}	1,20
from 0,70 L_{WL} to 0,85 L_{WL}	1,55
from 0,85 L_{WL} to fore part	1,85

Tabla T9.14: Tabla valor K_v . Fuente: Bureau Veritas NR600 Ch3 Sec 4 2.2.2

Obteniéndose las siguientes aceleraciones verticales:

Location	K_v	a_v (m/s^2)	a_z (m/s^2)
From aft part (0.25 L_{WL})	1,00	1,300	12,752
From 0.25 L_{WL} to 0.70 L_{WL}	1,20	1,560	15,302
From 0.7 L_{WL} to 0.85 L_{WL}	1,55	2,015	19,766
From 0.85 to fore	1,85	2,405	23,591

Tabla T9.17: Tabla resultados aceleración vertical a_z . Elaboración propia.

Las aceleraciones verticales calculadas en modo planeo son en todos los casos superiores a las calculadas en modo desplazamiento y por lo tanto serán las que se utilizarán a efectos de cálculo de las sollicitaciones por cargas locales.

Presiones de diseño cargas locales de tipo seco:

Tomando como referencia la norma a BV NR600 Ch3 Sec 4 3.3 la presión de diseño de las cargas locales se obtendrán de acuerdo a la siguiente expresión:

$$p = p_s \left(1 + \frac{a_z \eta}{g} \right)$$



Se calculará para modo desplazamiento y modo planeo considerando sus correspondientes aceleraciones verticales a_z calculadas anteriormente y considerando un coeficiente η de 1 para desplazamiento y de 0,4 para planeo, obteniéndose las siguientes cargas:

	Carga kN	Sup (m ²)	p_s (kN/m ²)	Modo desplazamiento			Modo planeo			Máx
				a_z (m/s ²)	η	p (kN/m ²)	a_z (m/s ²)	η	p (kN/m ²)	p (kN/m ²)
Carga paletizada en proa ¹	40,00	0,96	41,67	14,07	1,00	44,10	23,59	0,40	43,63	44,10
Carga paletizada en cubierta popa ¹	40,00	0,96	41,67	10,84	1,00	43,77	12,75	0,40	43,19	43,77
Contenedor marítimo 20ft proa ²	68,30	0,02	3035,56	14,07	1,00	3037,99	23,59	0,40	3037,52	3037,99
Contenedor marítimo 20ft popa ²	68,30	0,02	3035,56	10,84	1,00	3037,66	12,75	0,40	3037,08	3037,66
Motores propulsores (sobre polín)	18,2	0,45	40,44	7,04	1,00	42,16	15,30	0,40	42,07	42,16
Baterías bajocubierta	44,72	3,30	13,55	7,04	1,00	15,27	15,30	0,40	15,17	15,27
Peso propio grúa	20,80	0,13	165,52	7,07	1,00	167,24	15,30	0,40	167,14	167,24
Balsas salvavidas	2,2	0,3	7,33	7,07	1,00	9,05	15,30	0,40	8,96	9,05

Tabla T9.18: Tabla de presiones dinámicas por cargas puntuales. Elaboración propia.

¹ Se considera una presión de diseño para carga paletizada de 40kN correspondiente a la carga máxima de un europalet en estático.

² Se considera carga 2300 kg de peso propio del contenedor tipo dry cargo de 20 pies + 25000 kg de capacidad de carga. La presión se considera repartida entre 4 fittings de dimensiones aprox 160x160 mm.

Presiones de diseño de mamparos estancos:

Tomando como referencia la norma a BV NR600 Ch3 Sec 4 3.2.1 la presión de diseño de los mamparos estancos se obtendrá a partir de las siguientes expresiones tomando como referencia el resultado mayor de ambas:

$$p = \rho_L \left[0,15 \cdot \eta \cdot g \cdot \frac{l_b}{2} + a_z \cdot \eta \cdot (z_{TOP} - z) + g(z_L - z) \right]$$

$$p = \rho_L (g + a_z \eta) (z_{TOP} - z) + 100p_{pv} + 0,15 \cdot \eta \cdot g \cdot \rho_L \cdot \frac{l_b}{2}$$

Donde:

ρ_L es la densidad del líquido (agua salada), 1025 kg/m³

l_b es la longitud del compartiment en m, en caso de limitar entre dos compartimentos se tomará el de mayor longitud.



z_{TOP} es el punto más alto del compartimento en m.

z es el punto de altura de cálculo en m.

z_{AP} es la altura de respiradero por encima de z_{TOP} en m.

$$z_L = z_{TOP} + 0,5(z_{AP} - z_{TOP})$$

p_{pv} es el tarado de la válvula de descarga en caso de existir, en nuestro caso no existe, por lo tanto

$$p_{pv} = 0 \text{ kN/m}^2$$

Obteniéndose las siguientes presiones de diseño para los diferentes mamparos estancos, se utilizan para el cálculo las aceleraciones verticales correspondientes al modo de desplazamiento por ser las más conservadoras teniendo en cuenta el producto $a_z \cdot \eta$:

MAMPAROS ESTANCOS (De proa a popa)	l_b (m)	a_z (m/s ²)	z_{TOP} (m)	z_{AP} (m)	z_L (m)	z (m)	p_{pv} (kN/m ²)	p (kN/m ²)	p (kN/m ²)	p (kN/m ²)
Mamparo 1	3,78	14,07	3,43	4,18	3,81	0,15	0,00	86,93	83,16	86,93
Mamparo 2	6,30	10,84	3,51	4,26	3,89	0,15	0,00	79,69	75,91	79,69
Mamparo 3	6,30	7,04	3,00	3,75	3,38	0,15	0,00	57,74	53,97	57,74
Mamparo 4	6,30	10,84	2,39	3,14	2,76	0,15	0,00	55,90	52,13	55,90

Tabla T9.19: Tabla de resultados de presiones de diseño de mamparos. Elaboración propia.

9.13 MATERIAL DE LA ESTRUCTURA:

El material empleado en la construcción del casco será poliéster reforzado con fibra de vidrio, utilizando la técnica de infusión para el laminado de paneles y componentes y el laminado manual (Hand lay up) para los laminados de unión.

La composición de la estructura será con fibra de vidrio E-Glass y resina vinilester en todos sus componentes, habiendo zonas con laminados tipo sandwich en los cuales se usará un núcleo de espuma PET de origen reciclado.

El acabado exterior de todos los componentes será gelcoat tipo ISO NPG en las partes exteriores, con acabado parafinado en las partes de fabricación opuesta al molde.

La obra viva se protegerá con un tratamiento anti osmosis adecuado correspondiente a una capa de pintura epoxy y aplicación de antifouling de silicona con muy bajo contenido de biocidas.

9.14 ESCANTILLONADO:

A continuación se muestra la salida del software de cálculo y comprobación del escantillonado de composites Compose IT v4.0.1 de la sociedad de clasificación Bureau Veritas tomando cómo referencia la norma de escantillonado NR600 de dicha sociedad de clasificación



Basic ship data

Register number:		Creation date:	domingo, 10 de julio de 2022
Ship name:	TFM - Marc - Supply Parc Tramontana	Expert name:	Marc Ramírez Nadal
Ship name:	TFM MRN	Rule length (m):	21.159
Applied rule:	NR600 - Hull structure and arrangement for the classification of cargo ships less than 65 m and non cargo ships less than 90 m		
Applied version:	June 2021 (NR546 September 2021)		

Tabla T9.20: Tabla de datos de cálculo Compose IT. Elaboración propia en Compose IT.

Individual layers

Core materials:

Characteristics

Name	Type	Core material	Thickness (mm)	Mass/m ² (g/m ²)	Density
Foam PVC Linear, 140 kg/m ³ , 40mm	Foam PVC Linear	Foam PVC Linear, 140 kg/m ³	40.000	5 600.00	0.140
Foam PET, 100 kg/m ³ , 40mm	Foam PET	Foam PET, 100 kg/m ³	40.000	4 000.00	0.100
Foam PET, 150 kg/m ³ , 40mm	Foam PET	Foam PET, 150 kg/m ³	40.000	6 000.00	0.150
Foam PET, 100 kg/m ³ , 20mm	Foam PET	Foam PET, 100 kg/m ³	20.000	2 000.00	0.100
Foam PET, 60 kg/m ³ , 5mm	Foam PET	Foam PET, 60 kg/m ³	5.000	300.00	0.060

Tabla T9.21: Tabla de características de núcleos sandwich Compose IT. Elaboración propia en Compose IT.

Elastic coefficients

Name	E1 (MPa)	E2 (MPa)	G12 (MPa)	G13 (MPa)	G23 (MPa)	v12	v21
Foam PVC Linear, 140 kg/m ³ , 40mm	89	89	37	37	37	0.21 0	0.21 0
Foam PET, 100 kg/m ³ , 40mm	127	127	23	23	23	0.38 0	0.38 0
Foam PET, 150 kg/m ³ , 40mm	185	185	37	37	37	0.22 0	0.22 0
Foam PET, 100 kg/m ³ , 20mm	127	127	23	23	23	0.38 0	0.38 0
Foam PET, 60 kg/m ³ , 5mm	85	85	15	15	15	0.32 0	0.32 0

Tabla T9.22: Tabla de propiedades mecánicas de núcleos sandwich Compose IT. Elaboración propia en Compose IT.

Breaking stresses (MPa)

Name	σ_1 T	σ_1 C	σ_2 T	σ_2 C	τ_{12}	τ_{1L1}	τ_{1L2}
Foam PVC Linear, 140 kg/m ³ , 40mm	2.40	1.60	2.40	1.60	1.90	1.90	1.90
Foam PET, 100 kg/m ³ , 40mm	2.27	1.55	2.27	1.55	0.82	0.82	0.82
Foam PET, 150 kg/m ³ , 40mm	3.30	2.60	3.30	2.60	1.35	1.35	1.35
Foam PET, 100 kg/m ³ , 20mm	2.27	1.55	2.27	1.55	0.82	0.82	0.82



Name	σ_1 T	σ_1 C	σ_2 T	σ_2 C	τ_{12}	τ_{1L1}	τ_{1L2}
Foam PET, 60 kg/m ³ , 5mm	1.50	0.85	1.50	0.85	0.55	0.55	0.55

Tabla T9.23: Tabla de límites elásticos de núcleos sandwich Compose IT. Elaboración propia en Compose IT.

Unidirectional

Characteristics

Name	Fibre	Resin	Fibre %	in	Fibre mass/m ² (g/m ²)	Resin mass/m ² (g/m ²)	Mass/m ² (g/m ²)	Thickness (mm)	Density
UD1200 @50%(M) E Glass Vinylester	E Glass	Vinylester	50.00	Mas s	1 200.00	1 200.00	2 400.00	1.558	1.541

Tabla T9.24: Tabla de características laminados unidireccionales Compose IT. Elaboración propia en Compose IT.

Elastic coefficients

Name	E1 (MPa)	E2 (MPa)	G12 (MPa)	G13 (MPa)	G23 (MPa)	v12	v21
UD1200 @50%(M) E Glass Vinylester	24 256	4 721	2 206	2 206	1 544	0.22 8	0.04 4

Tabla T9.25: Tabla de propiedades mecánicas laminados unidireccionales Compose IT. Elaboración propia en Compose IT.

Breaking stresses (MPa)

Name	σ_1 T	σ_1 C	σ_2 T	σ_2 C	τ_{12}	τ_{1L1}	τ_{1L2}
UD1200 @50%(M) E Glass Vinylester	589.4 2	392.9 5	22.5 2	65.8 6	35.7 4	34.7 5	35.7 4

Tabla T9.26: Tabla de límites elásticos de laminados unidireccionales Compose IT. Elaboración propia en Compose IT.

Woven rovings:

Characteristics

Name	Fibre	Resin	Fibre %	in	Fibre mass/m ² (g/m ²)	Woven balance coef %	Resin mass/m ² (g/m ²)	Mass/m ² (g/m ²)	Thickness (mm)	Density
Roving800 @50%(M) balance 50% E Glass Vinylester	E Glas s	Vinylester	50.00	Mas s	800.00	50.00	800.00	1 600.00	1.039	1.541

Tabla T9.27: Tabla de características laminados roving Compose IT. Elaboración propia en Compose IT.

Elastic coefficients

Name	E1 (MPa)	E2 (MPa)	G12 (MPa)	G13 (MPa)	G23 (MPa)	v12	v21
------	----------	----------	-----------	-----------	-----------	-----	-----



Roving800 @50%(M) balance 50% E Glass Vinylester	14 556	14 556	2 206	1 986	1 986	0.074	0.074
--	--------	--------	-------	-------	-------	-------	-------

Tabla T9.28: Tabla de propiedades mecánicas roving Compose IT. Elaboración propia en Compose IT.

Breaking stresses (MPa)

Name	$\sigma_1 T$	$\sigma_1 C$	$\sigma_2 T$	$\sigma_2 C$	τ_{12}	τ_{1L1}	τ_{1L2}
Roving800 @50%(M) balance 50% E Glass Vinylester	235.80	235.80	235.80	235.80	29.79	32.17	32.17

Tabla T9.29: Tabla de límites elásticos Compose IT. Elaboración propia en Compose IT.

Mats

Characteristics

Name	Fibre	Resin	Fibre %	in	Fibre mass/m ² (g/m ²)	Resin mass/m ² (g/m ²)	Mass/m ² (g/m ²)	Thickness (mm)	Density
Mat300 @50%(M) E Glass Vinylester	E Glass	Vinylester	50.00	Mas s	300.00	300.00	600.00	0.389	1.541
Mat450 @50%(M) E Glass Polyester	E Glass	Vinylester	50.00	Mas s	450.00	450.00	900.00	0.584	1.541
Mat600 @50%(M) E Glass Vinylester	E Glass	Vinylester	50.00	Mas s	600.00	600.00	1 200.00	0.779	1.541

Tabla T9.30: Tabla de características laminados MAT en Compose IT. Elaboración propia en Compose IT.

Elastic coefficients

Name	E1 (MPa)	E2 (MPa)	G12 (MPa)	G13 (MPa)	G23 (MPa)	ν_{12}	ν_{21}
Mat300 @50%(M) E Glass Vinylester	12 047	12 047	4 633	1 544	1 544	0.300	0.300
Mat450 @50%(M) E Glass Polyester	12 047	12 047	4 633	1 544	1 544	0.300	0.300
Mat600 @50%(M) E Glass Vinylester	12 047	12 047	4 633	1 544	1 544	0.300	0.300

Tabla T9.31: Tabla de propiedades mecánicas MAT en Compose IT. Elaboración propia en Compose IT.

Breaking stresses (MPa)

Name	$\sigma_1 T$	$\sigma_1 C$	$\sigma_2 T$	$\sigma_2 C$	τ_{12}	τ_{1L1}	τ_{1L2}
Mat300 @50%(M) E Glass Vinylester	168.05	168.05	168.05	168.05	83.40	29.88	29.88
Mat450 @50%(M) E Glass Polyester	168.05	168.05	168.05	168.05	83.40	29.88	29.88
Mat600 @50%(M) E Glass Vinylester	168.05	168.05	168.05	168.05	83.40	29.88	29.88

Tabla T9.32: Tabla de límites elásticos laminados MAT en Compose IT. Fuente: ComposeIT Bureau Veritas.

Combined Layers

Monolithic:

EKM 800/450

Definition:

Layer	Type	Label	Angle	Thickness
1	Mat	Mat450 @50%(M) E Glass Polyester		0.58
2	Woven Roving	Roving800 @50%(M) balance 50% E Glass Vinylester	45.00	1.04

Tabla T9.33: Tabla características laminados con tejidos compuestos en Compose IT. Elaboración propia en Compose IT.

Global results:

Thickness (mm):	1.62	Weight (kg/m ²):	2.500
Fiber weight (kg/m ²):	1.25 0	Resin weight (kg/m ²):	1.250
Ex (MPa):	8 336	Vx (mm):	0.701
Ey (MPa):	8 336	Vy (mm):	0.701
Gxy (MPa):	5 876	[EI] _x (N.mm ² /mm):	3.197E+ 3
vx:	0.45 0	[EI] _y (N.mm ² /mm):	3.197E+ 3
vy:	0.45 0	Density (g/cm ³):	1.541

Tabla T9.34: Tabla características mecánicas laminados con tejidos compuestos en Compose IT. Elaboración propia en Compose IT.

Laminates

Monolithic

Laminado fondo (monolítico)

Definition:

Layer	Type	Label	Angle	Thickness
1	Mat	Mat300 @50%(M) E Glass Vinylester		0.39
2	Mat	Mat450 @50%(M) E Glass Polyester		0.58
3	Mat	Mat600 @50%(M) E Glass Vinylester		0.78
4	Woven Roving	Roving800 @50%(M) balance 50% E Glass Vinylester	0.00	1.04
5	Woven Roving	Roving800 @50%(M) balance 50% E Glass Vinylester	45.00	1.04
6	Woven Roving	Roving800 @50%(M) balance 50% E Glass Vinylester	0.00	1.04
7	Mat	Mat450 @50%(M) E Glass Polyester		0.58
8	Woven Roving	Roving800 @50%(M) balance 50% E Glass Vinylester	45.00	1.04
9	Mat	Mat450 @50%(M) E Glass Polyester		0.58
10	Woven Roving	Roving800 @50%(M) balance 50% E Glass Vinylester	45.00	1.04
11	Woven Roving	Roving800 @50%(M) balance 50% E Glass Vinylester	0.00	1.04



Layer	Type	Label	Angle	Thickness
12	Woven Roving	Roving800 @50%(M) balance 50% E Glass Vinylester	45.00	1.04
13	Mat	Mat600 @50%(M) E Glass Vinylester		0.78

Tabla T9.35: Esquema de laminado monolítico fondo. Elaboración propia en Compose IT.

Global results:

Thickness (mm):	10.97	Weight (kg/m ²):	16.900
Fiber weight (kg/m ²):	8.450	Resin weight (kg/m ²):	8.450
Ex (MPa):	11 214	Vx (mm):	5.250
Ey (MPa):	11 214	Vy (mm):	5.250
Gxy (MPa):	4 724	[EI] _x (N.mm ² /mm):	1.265E+ 6
vx:	0.305	[EI] _y (N.mm ² /mm):	1.265E+ 6
vy:	0.305	Density (g/cm ³):	1.541

Tabla T9.36: Propiedades laminado monolítico fondo. Elaboración propia en Compose IT.

Laminado costado (monolítico)

Definition:

Layer	Type	Label	Angle	Thickness
1	Mat	Mat300 @50%(M) E Glass Vinylester		0.39
2	Mat	Mat450 @50%(M) E Glass Polyester		0.58
3	Mat	Mat600 @50%(M) E Glass Vinylester		0.78
4	Woven Roving	Roving800 @50%(M) balance 50% E Glass Vinylester	0.00	1.04
5	Woven Roving	Roving800 @50%(M) balance 50% E Glass Vinylester	45.00	1.04
6	Woven Roving	Roving800 @50%(M) balance 50% E Glass Vinylester	0.00	1.04
7	Mat	Mat450 @50%(M) E Glass Polyester		0.58
8	Woven Roving	Roving800 @50%(M) balance 50% E Glass Vinylester	45.00	1.04
9	Mat	Mat450 @50%(M) E Glass Polyester		0.58
10	Woven Roving	Roving800 @50%(M) balance 50% E Glass Vinylester	45.00	1.04
11	Woven Roving	Roving800 @50%(M) balance 50% E Glass Vinylester	0.00	1.04
12	Woven Roving	Roving800 @50%(M) balance 50% E Glass Vinylester	45.00	1.04
13	Mat	Mat600 @50%(M) E Glass Vinylester		0.78

Tabla T9.37: Esquema laminado monolítico costado. Elaboración propia en Compose IT

Global results:

Thickness (mm):	10.97	Weight (kg/m ²):	16.900
Fiber weight (kg/m ²):	8.450	Resin weight (kg/m ²):	8.450
Ex (MPa):	11 214	Vx (mm):	5.250
Ey (MPa):	11 214	Vy (mm):	5.250
Gxy (MPa):	4 724	[EI] _x (N.mm ² /mm):	1.265E+ 6
vx:	0.305	[EI] _y (N.mm ² /mm):	1.265E+ 6
vy:	0.305	Density (g/cm ³):	1.541

Tabla T9.38: Propiedades laminado monolítico costado. Elaboración propia en Compose IT

Laminado unión monolítico 3xMAT600:

Definition:

Layer	Type	Label	Angle	Thickness
1	Mat	Mat600 @50%(M) E Glass Vinylester		0.78
2	Mat	Mat600 @50%(M) E Glass Vinylester		0.78
3	Mat	Mat600 @50%(M) E Glass Vinylester		0.78

Tabla T9.39: Esquema laminado union monolítico 3xMAT300. Elaboración propia en Compose IT

Global results:

Thickness (mm):	2.34	Weight (kg/m ²):	3.600
Fiber weight (kg/m ²):	1.800	Resin weight (kg/m ²):	1.800
Ex (MPa):	12 047	Vx (mm):	1.168
Ey (MPa):	12 047	Vy (mm):	1.168
Gxy (MPa):	4 633	[EI] _x (N.mm ² /mm):	1.281E+ 4
vx:	0.300	[EI] _y (N.mm ² /mm):	1.281E+ 4
Vy:	0.300	Density (g/cm ³):	1.541

Tabla T9.38: Propiedades laminado union monolítico 3xMAT300. Elaboración propia en Compose IT

Laminado unión monolítico M600+WR800+M600:

Definition:

Layer	Type	Label	Angle	Thickness
1	Mat	Mat600 @50%(M) E Glass Vinylester		0.78
2	Woven Roving	Roving800 @50%(M) balance 50% E Glass Vinylester	0.00	1.04
3	Mat	Mat600 @50%(M) E Glass Vinylester		0.78

Tabla T9.40: Esquema laminado unión monolítico MAT300+WR800+MAT600. Elaboración propia en Compose IT

Global results:

Thickness (mm):	2.60	Weight (kg/m ²):	4.000
Fiber weight (kg/m ²):	2.000	Resin weight (kg/m ²):	2.000
Ex (MPa):	13 222	Vx (mm):	1.298
Ey (MPa):	13 222	Vy (mm):	1.298
Gxy (MPa):	3 663	[EI] _x (N.mm ² /mm):	1.787E+ 4
vx:	0.204	[EI] _y (N.mm ² /mm):	1.787E+ 4
Vy:	0.204	Density (g/cm ³):	1.541



Tabla T9.41: Propiedades laminado unión monolítico MAT300+WR800+MAT600. Elaboración propia en Compose IT

Laminado unión monolítico 2M600+WR800+M600:

Definition:

Layer	Type	Label	Angle	Thickness
1	Mat	Mat600 @50%(M) E Glass Vinylester		0.78
2	Mat	Mat600 @50%(M) E Glass Vinylester		0.78
3	Woven Roving	Roving800 @50%(M) balance 50% E Glass Vinylester	0.00	1.04
4	Mat	Mat600 @50%(M) E Glass Vinylester		0.78

Tabla T9.42: Esquema laminado unión monolítico 2xMAT300+WR800+MAT600. Elaboración propia en Compose IT

Global results:

Thickness (mm):	3.38	Weight (kg/m ²):	5.200
Fiber weight (kg/m ²):	2.600	Resin weight (kg/m ²):	2.600
Ex (MPa):	12 950	Vx (mm):	1.711
Ey (MPa):	12 950	Vy (mm):	1.711
Gxy (MPa):	3 866	[EI] _x (N.mm ² /mm):	3.933E+ 4
vx:	0.226	[EI] _y (N.mm ² /mm):	3.933E+ 4
vy:	0.226	Density (g/cm ³):	1.541

Tabla T9.43: Propiedades laminado unión monolítico 2xMAT300+WR800+MAT600. Elaboración propia en Compose IT

Laminado refuerzos M450+2M600+UD1200+M600:

Definition:

Layer	Type	Label	Angle	Thickness
1	Mat	Mat450 @50%(M) E Glass Polyester		0.58
2	Mat	Mat600 @50%(M) E Glass Vinylester		0.78
3	Mat	Mat600 @50%(M) E Glass Vinylester		0.78
4	Unidirectional	UD1200 @50%(M) E Glass Vinylester	0.00	1.56
5	Mat	Mat600 @50%(M) E Glass Vinylester		0.78

Tabla T9.44: Esquema laminado refuerzos MAT450+ 2xMAT600+UD1200+MAT600. Elaboración propia en Compose IT

Global results:

Thickness (mm):	4.48	Weight (kg/m ²):	6.900
Fiber weight (kg/m ²):	3.450	Resin weight (kg/m ²):	3.450
Ex (MPa):	15 934	Vx (mm):	2.417
Ey (MPa):	9 587	Vy (mm):	2.057
Gxy (MPa):	3 743	[EI] _x (N.mm ² /mm):	1.006E+ 5
vx:	0.288	[EI] _y (N.mm ² /mm):	8.221E+ 4
vy:	0.173	Density (g/cm ³):	1.541

Tabla T9.45: Propiedades laminado refuerzos MAT450+ 2xMAT600+UD1200+MAT600. Elaboración propia en Compose IT

Laminado refuerzos M450+2M600+UD1200+2M600:

Definition:

Layer	Type	Label	Angle	Thickness
1	Mat	Mat450 @50%(M) E Glass Polyester		0.58
2	Mat	Mat600 @50%(M) E Glass Vinylester		0.78
3	Mat	Mat600 @50%(M) E Glass Vinylester		0.78
4	Unidirectional	UD1200 @50%(M) E Glass Vinylester	0.00	1.56
5	Mat	Mat600 @50%(M) E Glass Vinylester		0.78
6	Mat	Mat600 @50%(M) E Glass Vinylester		0.78

Tabla T9.46: Esquema laminado refuerzos MAT450+ 2xMAT600+UD1200+2xMAT600. Elaboración propia en Compose IT

Global results:

Thickness (mm):	5.26	Weight (kg/m ²):	8.100
Fiber weight (kg/m ²):	4.050	Resin weight (kg/m ²):	4.050
Ex (MPa):	15 632	Vx (mm):	2.696
Ey (MPa):	10 125	Vy (mm):	2.565
Gxy (MPa):	3 910	[EI] _x (N.mm ² /mm):	1.51E+5
vx:	0.291	[EI] _y (N.mm ² /mm):	1.43E+5
vy:	0.188	Density (g/cm ³):	1.541

Tabla T9.47: Propiedades laminado refuerzos MAT450+ 2xMAT600+UD1200+2xMAT600. Elaboración propia en Compose IT

Laminado refuerzos M450+2M600+3UD1200+2M600 (Copy):

Definition:

Layer	Type	Label	Angle	Thickness
1	Mat	Mat450 @50%(M) E Glass Polyester		0.58
2	Mat	Mat600 @50%(M) E Glass Vinylester		0.78
3	Mat	Mat600 @50%(M) E Glass Vinylester		0.78
4	Unidirectional	UD1200 @50%(M) E Glass Vinylester	0.00	1.56
5	Unidirectional	UD1200 @50%(M) E Glass Vinylester	0.00	1.56
6	Unidirectional	UD1200 @50%(M) E Glass Vinylester	0.00	1.56
7	Mat	Mat600 @50%(M) E Glass Vinylester		0.78
8	Mat	Mat600 @50%(M) E Glass Vinylester		0.78

Tabla T9.48: Esquema laminado refuerzos MAT450+ 2xMAT600+3xUD1200+2xMAT600. Elaboración propia en Compose IT

Global results:

Thickness (mm):	8.37	Weight (kg/m ²):	12.900
Fiber weight (kg/m ²):	6.450	Resin weight (kg/m ²):	6.450
Ex (MPa):	18 823	Vx (mm):	4.292
Ey (MPa):	8 199	Vy (mm):	4.037
Gxy (MPa):	3 272	[EI] _x (N.mm ² /mm):	6.965E+5



Thickness (mm):	8.37	Weight (kg/m ²):	12.900
v _x :	0.278	[EI] _y (N.mm ² /mm):	5.325E+5
v _y :	0.121	Density (g/cm ³):	1.541

Tabla T9.49: Propiedades laminado refuerzos MAT450+ 2xMAT600+3xUD1200+2xMAT600. Elaboración propia en Compose IT

Laminado refuerzos M450+3M600:

Definition:

Layer	Type	Label	Angle	Thickness
1	Mat	Mat450 @50%(M) E Glass Polyester		0.58
2	Mat	Mat600 @50%(M) E Glass Vinylester		0.78
3	Mat	Mat600 @50%(M) E Glass Vinylester		0.78
4	Mat	Mat600 @50%(M) E Glass Vinylester		0.78

Tabla T9.50: Esquema laminado refuerzos MAT450+ 3xMAT600. Elaboración propia en Compose IT

Global results:

Thickness (mm):	2.92	Weight (kg/m ²):	4.500
Fiber weight (kg/m ²):	2.250	Resin weight (kg/m ²):	2.250
Ex (MPa):	12 047	V _x (mm):	1.460
Ey (MPa):	12 047	V _y (mm):	1.460
Gxy (MPa):	4 633	[EI] _x (N.mm ² /mm):	2.502E+4
v _x :	0.300	[EI] _y (N.mm ² /mm):	2.502E+4
v _y :	0.300	Density (g/cm ³):	1.541

Tabla T9.51: Propiedades laminado refuerzos MAT450+ 3xMAT600. Elaboración propia en Compose IT

Laminado refuerzos M450+2M600:

Definition:

Layer	Type	Label	Angle	Thickness
1	Mat	Mat450 @50%(M) E Glass Polyester		0.58
2	Mat	Mat600 @50%(M) E Glass Vinylester		0.78
3	Mat	Mat600 @50%(M) E Glass Vinylester		0.78
4	Mat	Mat600 @50%(M) E Glass Vinylester		0.78

Tabla T9.52: Esquema laminado refuerzos MAT450+ 2xMAT600. Elaboración propia en Compose IT

Global results:

Thickness (mm):	2.92	Weight (kg/m ²):	4.500
Fiber weight (kg/m ²):	2.250	Resin weight (kg/m ²):	2.250
Ex (MPa):	12 047	V _x (mm):	1.460
Ey (MPa):	12 047	V _y (mm):	1.460
Gxy (MPa):	4 633	[EI] _x (N.mm ² /mm):	2.502E+4
v _x :	0.300	[EI] _y (N.mm ² /mm):	2.502E+4

Thickness (mm):	2.92	Weight (kg/m ²):	4.500
Vy:	0.300	Density (g/cm ³):	1.541

Tabla T9.53: Propiedades laminado refuerzos MAT450+ 2xMAT600. Elaboración propia en Compose IT

Laminado baos entre cubierta:

Definition:

Layer	Type	Label	Angle	Thickness
1	Mat	Mat450 @50%(M) E Glass Polyester		0.58
2	Mat	Mat600 @50%(M) E Glass Vinylester		0.78
3	Woven Roving	Roving800 @50%(M) balance 50% E Glass Vinylester	0.00	1.04
4	Woven Roving	Roving800 @50%(M) balance 50% E Glass Vinylester	45.00	1.04
5	Unidirectional	UD1200 @50%(M) E Glass Vinylester	0.00	1.56
6	Woven Roving	Roving800 @50%(M) balance 50% E Glass Vinylester	0.00	1.04
7	Woven Roving	Roving800 @50%(M) balance 50% E Glass Vinylester	45.00	1.04
8	Unidirectional	UD1200 @50%(M) E Glass Vinylester	0.00	1.56
9	Woven Roving	Roving800 @50%(M) balance 50% E Glass Vinylester	0.00	1.04
10	Woven Roving	Roving800 @50%(M) balance 50% E Glass Vinylester	45.00	1.04
11	Unidirectional	UD1200 @50%(M) E Glass Vinylester	0.00	1.56
12	Woven Roving	Roving800 @50%(M) balance 50% E Glass Vinylester	0.00	1.04
13	Woven Roving	Roving800 @50%(M) balance 50% E Glass Vinylester	45.00	1.04
14	Mat	Mat600 @50%(M) E Glass Vinylester		0.78

Tabla T9.54: Esquema laminado baos cubierta. Elaboración propia en Compose IT

Global results:

Thickness (mm):	15.12	Weight (kg/m ²):	23.300
Fiber weight (kg/m ²):	11.65 0	Resin weight (kg/m ²):	11.650
Ex (MPa):	15 484	Vx (mm):	7.549
Ey (MPa):	9 655	Vy (mm):	7.345
Gxy (MPa):	3 803	[EI] _x (N.mm ² /mm):	3.896E+ 6
vx:	0.271	[EI] _y (N.mm ² /mm):	3.108E+ 6
Vy:	0.169	Density (g/cm ³):	1.541

Tabla T9.55: Propiedades laminado baos cubierta. Elaboración propia en Compose IT

Laminado baos entre patines:

Definition:

Layer	Type	Label	Angle	Thickness
1	Mat	Mat450 @50%(M) E Glass Polyester		0.58
2	Mat	Mat600 @50%(M) E Glass Vinylester		0.78
3	Woven Roving	Roving800 @50%(M) balance 50% E Glass Vinylester	0.00	1.04
4	Unidirectional	UD1200 @50%(M) E Glass Vinylester	0.00	1.56
5	Woven Roving	Roving800 @50%(M) balance 50% E Glass Vinylester	45.00	1.04
6	Unidirectional	UD1200 @50%(M) E Glass Vinylester	0.00	1.56



Layer	Type	Label	Angle	Thickness
7	Woven Roving	Roving800 @50%(M) balance 50% E Glass Vinylester	0.00	1.04
8	Unidirectional	UD1200 @50%(M) E Glass Vinylester	0.00	1.56
9	Woven Roving	Roving800 @50%(M) balance 50% E Glass Vinylester	45.00	1.04
10	Unidirectional	UD1200 @50%(M) E Glass Vinylester	0.00	1.56
11	Woven Roving	Roving800 @50%(M) balance 50% E Glass Vinylester	0.00	1.04
12	Unidirectional	UD1200 @50%(M) E Glass Vinylester	0.00	1.56
13	Woven Roving	Roving800 @50%(M) balance 50% E Glass Vinylester	45.00	1.04
14	Mat	Mat600 @50%(M) E Glass Vinylester		0.78

Tabla T9.56: Esquema laminado baos entre patines. Elaboración propia en Compose IT

Global results:

Thickness (mm):	16.16	Weight (kg/m ²):	24.900
Fiber weight (kg/m ²):	12.450	Resin weight (kg/m ²):	12.450
Ex (MPa):	17 691	Vx (mm):	8.061
Ey (MPa):	8 480	Vy (mm):	7.694
Gxy (MPa):	3 401	[EI] _x (N.mm ² /mm):	5.453E+6
vx:	0.267	[EI] _y (N.mm ² /mm):	3.433E+6
vy:	0.128	Density (g/cm ³):	1.541

Tabla T9.57: Propiedades laminado baos entre patines. Elaboración propia en Compose IT

Sandwich:

Laminado costado (sándwich) L>0.7:

Definition:

Layer	Type	Label	Angle	Thickness
1	Mat	Mat300 @50%(M) E Glass Vinylester		0.39
2	Mat	Mat450 @50%(M) E Glass Polyester		0.58
3	Mat	Mat600 @50%(M) E Glass Vinylester		0.78
4	Woven Roving	Roving800 @50%(M) balance 50% E Glass Vinylester	0.00	1.04
5	Woven Roving	Roving800 @50%(M) balance 50% E Glass Vinylester	0.00	1.04
6	Core	Foam PET, 150 kg/m ³ , 40mm	0.00	40.00
7	Woven Roving	Roving800 @50%(M) balance 50% E Glass Vinylester	0.00	1.04
8	Woven Roving	Roving800 @50%(M) balance 50% E Glass Vinylester	0.00	1.04
9	Mat	Mat600 @50%(M) E Glass Vinylester		0.78

Tabla T9.58: Esquema laminado sándwich costado L>0.7. Elaboración propia en Compose IT

Global results:

Thickness (mm):	46.69	Weight (kg/m ²):	16.300
Ex (MPa):	2104	Vx (mm):	21.046



Thickness (mm):	46.6 9	Weight (kg/m ²):	16.300
Ey (MPa):	2 104	Vy (mm):	21.046
Gxy (MPa):	461	[EI]x (N.mm ² /mm):	4.338E+ 7
vx:	0.15 9	[EI]y (N.mm ² /mm):	4.338E+ 7
vy:	0.15 9	Density (g/cm ³):	0.349

Tabla T9.59: Propiedades globales laminado sándwich costado L>0.7. Elaboración propia en Compose IT

Top skin results:

Thickness (mm):	3.83	Weight (kg/m ²):	5.900
Fiber weight (kg/m ²):	2.950	Resin weight (kg/m ²):	2.950
Ex (MPa):	13 368	Vx (mm):	2.004
Ey (MPa):	13 368	Vy (mm):	2.004
Gxy (MPa):	2 999	[EI]x (N.mm ² /mm):	6.209E+ 4
vx:	0.172	[EI]y (N.mm ² /mm):	6.209E+ 4
vy:	0.172	Density (g/cm ³):	1.541

Tabla T9.60: Propiedades primera piel laminado sándwich costado L>0.7. Elaboración propia en Compose IT

Bottom skin results:

Thickness (mm):	2.86	Weight (kg/m ²):	4.400
Fiber weight (kg/m ²):	2.200	Resin weight (kg/m ²):	2.200
Ex (MPa):	13 883	Vx (mm):	1.377
Ey (MPa):	13 883	Vy (mm):	1.377
Gxy (MPa):	2 658	[EI]x (N.mm ² /mm):	2.615E+ 4
vx:	0.131	[EI]y (N.mm ² /mm):	2.615E+ 4
vy:	0.131	Density (g/cm ³):	1.541

Tabla T9.61: Propiedades segunda piel laminado sándwich costado L>0.7. Elaboración propia en Compose IT

Laminado costado (sandwich)

Definition:

Layer	Type	Label	Angle	Thickness
1	Mat	Mat300 @50%(M) E Glass Vinylester		0.39
2	Mat	Mat450 @50%(M) E Glass Polyester		0.58
3	Mat	Mat600 @50%(M) E Glass Vinylester		0.78
4	Woven Roving	Roving800 @50%(M) balance 50% E Glass Vinylester	0.00	1.04
5	Core	Foam PET, 150 kg/m ³ , 40mm	0.00	40.00
6	Woven Roving	Roving800 @50%(M) balance 50% E Glass Vinylester	0.00	1.04



Layer	Type	Label	Angle	Thickness
7	Mat	Mat600 @50%(M) E Glass Vinylester		0.78

Tabla T9.62: Esquema laminado sándwich costado. Elaboración propia en Compose IT

Global results:

Thickness (mm):	44.6 1	Weight (kg/m ²):	13.100
Ex (MPa):	1 503	Vx (mm):	18.951
Ey (MPa):	1 503	Vy (mm):	18.951
Gxy (MPa):	374	[EI] _x (N.mm ² /mm):	2.751E+ 7
vx:	0.19 6	[EI] _y (N.mm ² /mm):	2.751E7
vy:	0.19 6	Density (g/cm ³):	0.294

Tabla T9.63: Propiedades globales laminado sándwich costado. Elaboración propia en Compose IT

Top skin results:

Thickness (mm):	2.79	Weight (kg/m ²):	4.300
Fiber weight (kg/m ²):	2.150	Resin weight (kg/m ²):	2.150
Ex (MPa):	12 946	Vx (mm):	1.459
Ey (MPa):	12 946	Vy (mm):	1.459
Gxy (MPa):	3 450	[EI] _x (N.mm ² /mm):	2.402E+ 4
vx:	0.211	[EI] _y (N.mm ² /mm):	2.402E+ 4
vy:	0.211	Density (g/cm ³):	1.541

Tabla T9.64: Propiedades primera piel laminado sándwich costado. Elaboración propia en Compose IT.

Bottom skin results:

Thickness (mm):	1.82	Weight (kg/m ²):	2.800
Fiber weight (kg/m ²):	1.400	Resin weight (kg/m ²):	1.400
Ex (MPa):	13 446	Vx (mm):	0.867
Ey (MPa):	13 446	Vy (mm):	0.867
Gxy (MPa):	2 936	[EI] _x (N.mm ² /mm):	6.642E+ 3
vx:	0.166	[EI] _y (N.mm ² /mm):	6.642E+ 3
vy:	0.166	Density (g/cm ³):	1.541

Tabla T9.65: Propiedades segunda piel piel laminado sándwich costado. Elaboración propia en Compose IT.

Laminado túnel entre patines zona proa (sándwich) $L > 0.7$:

Definition:

Layer	Type	Label	Angle	Thickness
1	Mat	Mat300 @50%(M) E Glass Vinylester		0.39
2	Mat	Mat450 @50%(M) E Glass Polyester		0.58
3	Mat	Mat600 @50%(M) E Glass Vinylester		0.78
4	Woven Roving	Roving800 @50%(M) balance 50% E Glass Vinylester	0.00	1.04
5	Woven Roving	Roving800 @50%(M) balance 50% E Glass Vinylester	0.00	1.04
6	Core	Foam PET, 150 kg/m ³ , 40mm	0.00	40.00
7	Woven Roving	Roving800 @50%(M) balance 50% E Glass Vinylester	0.00	1.04
8	Woven Roving	Roving800 @50%(M) balance 50% E Glass Vinylester	0.00	1.04
9	Mat	Mat600 @50%(M) E Glass Vinylester		0.78

Tabla T9.66: Esquema laminado túnel entre patines $L > 0.7$. Elaboración propia en Compose IT.

Global results:

Thickness (mm):	46.6 9	Weight (kg/m ²):	16.300
Ex (MPa):	2 104	Vx (mm):	21.046
Ey (MPa):	2 104	Vy (mm):	21.046
Gxy (MPa):	461	[EI] _x (N.mm ² /mm):	4.338E+ 7
vx:	0.15 9	[EI] _y (N.mm ² /mm):	4.338E+ 7
vy:	0.15 9	Density (g/cm ³):	0.349

Tabla T9.67: Propiedades globales laminado túnel entre patines $L > 0.7$. Elaboración propia en Compose IT.

Top skin results:

Thickness (mm):	3.83	Weight (kg/m ²):	5.900
Fiber weight (kg/m ²):	2.950	Resin weight (kg/m ²):	2.950
Ex (MPa):	13 368	Vx (mm):	2.004
Ey (MPa):	13 368	Vy (mm):	2.004
Gxy (MPa):	2 999	[EI] _x (N.mm ² /mm):	6.209E+ 4
vx:	0.172	[EI] _y (N.mm ² /mm):	6.209E+ 4
vy:	0.172	Density (g/cm ³):	1.541

Tabla T9.68: Propiedades primera piel laminado túnel entre patines L>0.7. Elaboración propia en Compose IT.

Bottom skin results:

Thickness (mm):	2.86	Weight (kg/m ²):	4.400
Fiber weight (kg/m ²):	2.200	Resin weight (kg/m ²):	2.200
Ex (MPa):	13 883	Vx (mm):	1.377
Ey (MPa):	13 883	Vy (mm):	1.377
Gxy (MPa):	2 658	[EI] _x (N.mm ² /mm):	2.615E+ 4
vx:	0.131	[EI] _y (N.mm ² /mm):	2.615E+ 4
vy:	0.131	Density (g/cm ³):	1.541

Tabla T9.69: Propiedades segunda piel laminado túnel entre patines L>0.7. Elaboración propia en Compose IT.

Laminado túnel entre patines zona proa (sandwich):

Definition:

Layer	Type	Label	Angle	Thickness
1	Mat	Mat300 @50%(M) E Glass Vinylester		0.39
2	Mat	Mat450 @50%(M) E Glass Polyester		0.58
3	Mat	Mat600 @50%(M) E Glass Vinylester		0.78
4	Woven Roving	Roving800 @50%(M) balance 50% E Glass Vinylester	0.00	1.04
5	Core	Foam PET, 150 kg/m ³ , 40mm	0.00	40.00
6	Woven Roving	Roving800 @50%(M) balance 50% E Glass Vinylester	0.00	1.04
7	Mat	Mat600 @50%(M) E Glass Vinylester		0.78

Tabla T9.70: Esquema laminado túnel entre patines proa. Elaboración propia en Compose IT.

Global results:

Thickness (mm):	44.6 1	Weight (kg/m ²):	13.100
Ex (MPa):	1 503	Vx (mm):	18.951
Ey (MPa):	1 503	Vy (mm):	18.951
Gxy (MPa):	374	[EI] _x (N.mm ² /mm):	2.751E+ 7
vx:	0.19 6	[EI] _y (N.mm ² /mm):	2.751E+ 7
vy:	0.19 6	Density (g/cm ³):	0.294

Tabla T9.71: Propiedades globales laminado túnel entre patines proa. Elaboración propia en Compose IT.

Top skin results:

Thickness (mm):	2.79	Weight (kg/m ²):	4.300
Fiber weight (kg/m ²):	2.150	Resin weight (kg/m ²):	2.150
Ex (MPa):	12 946	Vx (mm):	1.459

Thickness (mm):	2.79	Weight (kg/m ²):	4.300
Ey (MPa):	12 946	Vy (mm):	1.459
Gxy (MPa):	3 450	[EI] _x (N.mm ² /mm):	2.402E+ 4
Vx:	0.211	[EI] _y (N.mm ² /mm):	2.402E+ 4
Vy:	0.211	Density (g/cm ³):	1.541

Tabla T9.72: Propiedades primera piel laminado túnel entre patines proa. Elaboración propia en Compose IT.

Bottom skin results:

Thickness (mm):	1.82	Weight (kg/m ²):	2.800
Fiber weight (kg/m ²):	1.400	Resin weight (kg/m ²):	1.400
Ex (MPa):	13 446	Vx (mm):	0.867
Ey (MPa):	13 446	Vy (mm):	0.867
Gxy (MPa):	2 936	[EI] _x (N.mm ² /mm):	6.642E+ 3
Vx:	0.166	[EI] _y (N.mm ² /mm):	6.642E+ 3
Vy:	0.166	Density (g/cm ³):	1.541

Tabla T9.73: Propiedades segunda piel laminado túnel entre patines proa. Elaboración propia en Compose IT.

Laminado túnel entre patines (sandwich):

Definition:

Layer	Type	Label	Angle	Thickness
1	Mat	Mat300 @50%(M) E Glass Vinylester		0.39
2	Mat	Mat450 @50%(M) E Glass Polyester		0.58
3	Mat	Mat600 @50%(M) E Glass Vinylester		0.78
4	Woven Roving	Roving800 @50%(M) balance 50% E Glass Vinylester	0.00	1.04
5	Woven Roving	Roving800 @50%(M) balance 50% E Glass Vinylester	0.00	1.04
6	Mat	Mat450 @50%(M) E Glass Polyester		0.58
7	Woven Roving	Roving800 @50%(M) balance 50% E Glass Vinylester	45.00	1.04
8	Core	Foam PET, 100 kg/m ³ , 40mm	0.00	40.00
9	Mat	Mat450 @50%(M) E Glass Polyester		0.58
10	Woven Roving	Roving800 @50%(M) balance 50% E Glass Vinylester	45.00	1.04
11	Woven Roving	Roving800 @50%(M) balance 50% E Glass Vinylester	0.00	1.04
12	Woven Roving	Roving800 @50%(M) balance 50% E Glass Vinylester	0.00	1.04
13	Mat	Mat600 @50%(M) E Glass Vinylester		0.78

Tabla T9.74: Esquema laminado túnel entre patines. Elaboración propia en Compose IT.

Global results:

Thickness (mm):	49.9 3	Weight (kg/m ²):	19.300
Ex (MPa):	2 557	Vx (mm):	23.074

Thickness (mm):	49.9 3	Weight (kg/m ²):	19.300
Ey (MPa):	2 557	Vy (mm):	23.074
Gxy (MPa):	819	[EI]x (N.mm ² /mm):	6.347E+ 7
vx:	0.24 3	[EI]y (N.mm ² /mm):	6.347E+ 7
vy:	0.24 3	Density (g/cm ³):	0.387

Tabla T9.75: Propiedades globales laminado túnel entre patines. Elaboración propia en Compose IT.

Top skin results:

Thickness (mm):	5.45	Weight (kg/m ²):	8.400
Fiber weight (kg/m ²):	4.200	Resin weight (kg/m ²):	4.200
Ex (MPa):	12 236	Vx (mm):	2.551
Ey (MPa):	12 236	Vy (mm):	2.551
Gxy (MPa):	4 063	[EI]x (N.mm ² /mm):	1.395E+ 5
vx:	0.243	[EI]y (N.mm ² /mm):	1.395E+ 5
vy:	0.243	Density (g/cm ³):	1.541

Tabla T9.76: Propiedades primera piel laminado túnel entre patines. Elaboración propia en Compose IT.

Bottom skin results:

Thickness (mm):	4.48	Weight (kg/m ²):	6.900
Fiber weight (kg/m ²):	3.450	Resin weight (kg/m ²):	3.450
Ex (MPa):	12 228	Vx (mm):	2.393
Ey (MPa):	12 228	Vy (mm):	2.393
Gxy (MPa):	3 866	[EI]x (N.mm ² /mm):	8.573E+ 4
vx:	0.230	[EI]y (N.mm ² /mm):	8.573E+ 4
vy:	0.230	Density (g/cm ³):	1.541

Tabla T9.77: Propiedades segunda piel laminado túnel entre patines. Elaboración propia en Compose IT.

Laminado cubierta principal zona no carga (sandwich):

Definition:

Layer	Type	Label	Angle	Thickness
1	Mat	Mat300 @50%(M) E Glass Vinylester		0.39
2	Mat	Mat450 @50%(M) E Glass Polyester		0.58
3	Woven Roving	Roving800 @50%(M) balance 50% E Glass Vinylester	0.00	1.04
4	Core	Foam PET, 100 kg/m ³ , 40mm	0.00	40.00
5	Woven Roving	Roving800 @50%(M) balance 50% E Glass Vinylester	45.00	1.04
6	Mat	Mat600 @50%(M) E Glass Vinylester		0.78



Tabla T9.78: Esquema laminado cubierta principal zona no carga. Elaboración propia en Compose IT.

Global results:

Thickness (mm):	43.8 3	Weight (kg/m ²):	9.900
Ex (MPa):	1 073	Vx (mm):	17.581
Ey (MPa):	1 073	Vy (mm):	17.581
Gxy (MPa):	401	[EI]x (N.mm ² /mm):	1.919E+ 7
vx:	0.29 6	[EI]y (N.mm ² /mm):	1.919E+ 7
vy:	0.29 6	Density (g/cm ³):	0.226

Tabla T9.79: Propiedades globales laminado cubierta principal zona no carga. Elaboración propia en Compose IT.

Top skin results:

Thickness (mm):	2.01	Weight (kg/m ²):	3.100
Fiber weight (kg/m ²):	1.550	Resin weight (kg/m ²):	1.550
Ex (MPa):	13 299	Vx (mm):	1.053
Ey (MPa):	13 299	Vy (mm):	1.053
Gxy (MPa):	3 058	[EI]x (N.mm ² /mm):	9.002E+ 3
vx:	0.178	[EI]y (N.mm ² /mm):	9.002E+ 3
vy:	0.178	Density (g/cm ³):	1.541

Tabla T9.80: Propiedades primera piel laminado cubierta principal zona no carga. Elaboración propia en Compose IT.

Bottom skin results:

Thickness (mm):	1.82	Weight (kg/m ²):	2.800
Fiber weight (kg/m ²):	1.40 0	Resin weight (kg/m ²):	1.400
Ex (MPa):	8 639	Vx (mm):	1.035
Ey (MPa):	8 639	Vy (mm):	1.035
Gxy (MPa):	5 712	[EI]x (N.mm ² /mm):	4.494E+ 3
vx:	0.43 2	[EI]y (N.mm ² /mm):	4.494E+ 3
vy:	0.43 2	Density (g/cm ³):	1.541



Tabla T9.81: Propiedades segunda piel laminado cubierta principal zona no carga. Elaboración propia en Compose IT.

Laminado cubierta principal zona carga (sandwich)

Definition:

Layer	Type	Label	Angle	Thickness
1	Mat	Mat300 @50%(M) E Glass Vinylester		0.39
2	Mat	Mat450 @50%(M) E Glass Polyester		0.58
3	Woven Roving	Roving800 @50%(M) balance 50% E Glass Vinylester	0.00	1.04
4	Woven Roving	Roving800 @50%(M) balance 50% E Glass Vinylester	0.00	1.04
5	Woven Roving	Roving800 @50%(M) balance 50% E Glass Vinylester	0.00	1.04
6	Core	Foam PET, 150 kg/m ³ , 40mm	0.00	40.00
7	Woven Roving	Roving800 @50%(M) balance 50% E Glass Vinylester	0.00	1.04
8	Woven Roving	Roving800 @50%(M) balance 50% E Glass Vinylester	0.00	1.04
9	Woven Roving	Roving800 @50%(M) balance 50% E Glass Vinylester	0.00	1.04
10	Mat	Mat600 @50%(M) E Glass Vinylester		0.78

Tabla T9.82: Esquema laminado cubierta principal zona carga. Elaboración propia en Compose IT.

Global results:

Thickness (mm):	47.9 8	Weight (kg/m ²):	18.300
Ex (MPa):	2 505	Vx (mm):	23.617
Ey (MPa):	2 505	Vy (mm):	23.617
Gxy (MPa):	486	[EI] _x (N.mm ² /mm):	5.542E+ 7
vx:	0.12 6	[EI] _y (N.mm ² /mm):	5.542E+ 7
vy:	0.12 6	Density (g/cm ³):	0.381

Tabla T9.83: Propiedades globales laminado cubierta principal zona carga. Elaboración propia en Compose IT.

Top skin results:

Thickness (mm):	4.09	Weight (kg/m ²):	6.300
Fiber weight (kg/m ²):	3.150	Resin weight (kg/m ²):	3.150
Ex (MPa):	13 980	Vx (mm):	2.111
Ey (MPa):	13 980	Vy (mm):	2.111
Gxy (MPa):	2 605	[EI] _x (N.mm ² /mm):	7.722E+ 4
vx:	0.124	[EI] _y (N.mm ² /mm):	7.722E+ 4
vy:	0.124	Density (g/cm ³):	1.541

Tabla T9.84: Propiedades primera piel laminado cubierta principal zona carga. Elaboración propia en Compose IT.

Bottom skin results:

Thickness (mm):	3.89	Weight (kg/m ²):	6.000
Fiber weight (kg/m ²):	3.000	Resin weight (kg/m ²):	3.000
Ex (MPa):	14 086	Vx (mm):	1.892
Ey (MPa):	14 086	Vy (mm):	1.892
Gxy (MPa):	2 548	[EI] _x (N.mm ² /mm):	6.725E+ 4
vx:	0.116	[EI] _y (N.mm ² /mm):	6.725E+ 4
Vy:	0.116	Density (g/cm ³):	1.541

Tabla T9.85: Propiedades segunda piel laminado cubierta principal zona carga. Elaboración propia en Compose IT.

Laminado mamparos (sandwich)

Definition:

Layer	Type	Label	Angle	Thickness
1	Mat	Mat600 @50%(M) E Glass Vinylester		0.78
2	Mat	Mat450 @50%(M) E Glass Polyester		0.58
3	Woven Roving	Roving800 @50%(M) balance 50% E Glass Vinylester	45.00	1.04
4	Core	Foam PET, 150 kg/m ³ , 40mm	0.00	40.00
5	Mat	Mat450 @50%(M) E Glass Polyester		0.58
6	Woven Roving	Roving800 @50%(M) balance 50% E Glass Vinylester	45.00	1.04
7	Mat	Mat600 @50%(M) E Glass Vinylester		0.78

Tabla T9.86: Esquema laminado mamparos. Elaboración propia en Compose IT.

Global results:

Thickness (mm):	44.8 0	Weight (kg/m ²):	13.400
Ex (MPa):	1 243	Vx (mm):	22.344
Ey (MPa):	1 243	Vy (mm):	22.344
Gxy (MPa):	629	[EI] _x (N.mm ² /mm):	2.281E+ 7
vx:	0.37 5	[EI] _y (N.mm ² /mm):	2.281E+ 7
Vy:	0.37 5	Density (g/cm ³):	0.299

Tabla T9.87: Propiedades globales laminado mamparos. Elaboración propia en Compose IT.

Top skin results:

Thickness (mm):	2.40	Weight (kg/m ²):	3.700
Fiber weight (kg/m ²):	1.85 0	Resin weight (kg/m ²):	1.850
Ex (MPa):	9 380	Vx (mm):	1.046



Thickness (mm):	2.40	Weight (kg/m ²):	3.700
Ey (MPa):	$\frac{9}{380}$	Vy (mm):	1.046
Gxy (MPa):	$\frac{5}{414}$	[EI]x (N.mm ² /mm):	1.046E+4
Vx:	$\frac{0.39}{6}$	[EI]y (N.mm ² /mm):	1.046E+4
Vy:	$\frac{0.39}{6}$	Density (g/cm ³):	1.541

Tabla T9.88: Propiedades primera piel laminado mamparos. Elaboración propia en Compose IT.

Bottom skin results:

Thickness (mm):	2.40	Weight (kg/m ²):	3.700
Fiber weight (kg/m ²):	$\frac{1.85}{0}$	Resin weight (kg/m ²):	1.850
Ex (MPa):	$\frac{9}{996}$	Vx (mm):	1.223
Ey (MPa):	$\frac{9}{996}$	Vy (mm):	1.223
Gxy (MPa):	$\frac{5}{556}$	[EI]x (N.mm ² /mm):	1.343E+4
Vx:	$\frac{0.39}{6}$	[EI]y (N.mm ² /mm):	1.343E+4
Vy:	$\frac{0.39}{6}$	Density (g/cm ³):	1.541

Tabla T9.89: Propiedades segunda piel laminado mamparos. Elaboración propia en Compose IT.

Laminado exterior superestructura (sandwich)

Definition:

Layer	Type	Label	Angle	Thickness
1	Mat	Mat300 @50%(M) E Glass Vinylester		0.39
2	Mat	Mat450 @50%(M) E Glass Polyester		0.58
3	Woven Roving	Roving800 @50%(M) balance 50% E Glass Vinylester	0.00	1.04
4	Core	Foam PET, 100 kg/m ³ , 20mm	0.00	20.00
5	Woven Roving	Roving800 @50%(M) balance 50% E Glass Vinylester	0.00	1.04

Tabla T9.90: Esquema laminado exterior superestructura. Elaboración propia en Compose IT.

Global results:

Thickness (mm):	$\frac{23.0}{5}$	Weight (kg/m ²):	6.700
Ex (MPa):	$\frac{1}{833}$	Vx (mm):	8.975
Ey (MPa):	$\frac{1}{833}$	Vy (mm):	8.975
Gxy (MPa):	324	[EI]x (N.mm ² /mm):	4.617E+6
Vx:	$\frac{0.15}{7}$	[EI]y (N.mm ² /mm):	4.617E+6



Thickness (mm):	23.0 5	Weight (kg/m ²):	6.700
vy:	0.15 7	Density (g/cm ³):	0.291

Tabla T9.91: Propiedades globales laminado exterior superestructura. Elaboración propia en Compose IT.

Top skin results:

Thickness (mm):	2.01	Weight (kg/m ²):	3.100
Fiber weight (kg/m ²):	1.550	Resin weight (kg/m ²):	1.550
Ex (MPa):	13 299	Vx (mm):	1.053
Ey (MPa):	13 299	Vy (mm):	1.053
Gxy (MPa):	3 058	[EI] _x (N.mm ² /mm):	9.002E+ 3
vx:	0.178	[EI] _y (N.mm ² /mm):	9.002E+ 3
vy:	0.178	Density (g/cm ³):	1.541

Tabla T9.92: Propiedades primera piel laminado exterior superestructura. Elaboración propia en Compose IT.

Bottom skin results:

Thickness (mm):	1.04	Weight (kg/m ²):	1.600
Fiber weight (kg/m ²):	0.800	Resin weight (kg/m ²):	0.800
Ex (MPa):	14 556	Vx (mm):	0.519
Ey (MPa):	14 556	Vy (mm):	0.519
Gxy (MPa):	2 206	[EI] _x (N.mm ² /mm):	1.359E+ 3
vx:	0.074	[EI] _y (N.mm ² /mm):	1.359E+ 3
vy:	0.074	Density (g/cm ³):	1.541

Tabla T9.93: Propiedades segunda piel laminado exterior superestructura. Elaboración propia en Compose IT.

Laminado recubrimientos interiores (sandwich)

Definition:

Layer	Type	Label	Angle	Thickness
1	Mat	Mat300 @50%(M) E Glass Vinylester		0.39
2	Mat	Mat450 @50%(M) E Glass Polyester		0.58
3	Core	Foam PET, 60 kg/m ³ , 5mm	0.00	5.00
4	Mat	Mat450 @50%(M) E Glass Polyester		0.58

Tabla T9.94: Esquema laminado recubrimientos interiores. Elaboración propia en Compose IT.

Global results:

Thickness (mm):	6.56	Weight (kg/m ²):	2.700
Ex (MPa):	2 794	Vx (mm):	2.672
Ey (MPa):	2 794	Vy (mm):	2.672



Thickness (mm):	6.56	Weight (kg/m ²):	2.700
Gxy (MPa):	1 061	[EI] _x (N.mm ² /mm):	1.492E+ 5
v _x :	0.30 0	[EI] _y (N.mm ² /mm):	1.492E+ 5
v _y :	0.30 0	Density (g/cm ³):	0.412

Tabla T9.95: Propiedades globales laminado recubrimientos interiores. Elaboración propia en Compose IT.

Top skin results:

Thickness (mm):	0.97	Weight (kg/m ²):	1.500
Fiber weight (kg/m ²):	0.750	Resin weight (kg/m ²):	0.750
Ex (MPa):	12 047	V _x (mm):	0.487
Ey (MPa):	12 047	V _y (mm):	0.487
Gxy (MPa):	4 633	[EI] _x (N.mm ² /mm):	9.266E+ 2
v _x :	0.300	[EI] _y (N.mm ² /mm):	9.266E+ 2
v _y :	0.300	Density (g/cm ³):	1.541

Tabla T9.96: Propiedades primera piel laminado recubrimientos interiores. Elaboración propia en Compose IT.

Bottom skin results:

Thickness (mm):	0.58	Weight (kg/m ²):	0.900
Fiber weight (kg/m ²):	0.450	Resin weight (kg/m ²):	0.450
Ex (MPa):	12 047	V _x (mm):	0.292
Ey (MPa):	12 047	V _y (mm):	0.292
Gxy (MPa):	4 633	[EI] _x (N.mm ² /mm):	2.001E+ 2
v _x :	0.300	[EI] _y (N.mm ² /mm):	2.001E+ 2
v _y :	0.300	Density (g/cm ³):	1.541

Tabla T9.97: Propiedades segunda piel laminado recubrimientos interiores. Elaboración propia en Compose IT.

Plates

Bottom

Fondo monolítico

Parameters:

Laminate:	Laminado fondo (monolitico)	Element type:	Standard
Length of side along x(a):	1.260	Width of Ω base, stiffener along y (W _{s,x}):	0.100
Length of side along y(b):	0.588	Width of Ω base, stiffener along x (W _{s,y}):	0.100

Tabla T9.98: Dimensiones panel fondo monolítico. Elaboración propia en Compose IT.

Stiffness:

[EI] _x (N.mm ² /mm):	1.265E+ 6	V _x (mm):	5.25 0
--	--------------	----------------------	-----------



[E]y (N.mm ² /mm):	1.265E+ 6	Vy (mm):	5.25 0
-------------------------------	--------------	----------	-----------

Tabla T9.99: Propiedades de refuerzo fondo monolítico. Elaboración propia en Compose IT.

Pressures:

ID	Load case name	Type	Pressure (kN/m ²)	Pressed layer
P1	Pressure 1 (66.31 kN/m ²)	Hydrostatic	66.31	Layer 1

Tabla T9.100: Presión aplicada fondo monolítico. Elaboración propia en Compose IT.

Analysis results:

	Layer	σ 1	σ 2	τ 12	Combined	τ IL1	τ IL2
1	Mat300 @50%(M) E Glass Vinylester	0.81 (P1B)	0.88 (P1A)	0.00 (P1A)	0.81 (P1A)	0.00 (P1B)	0.03 (P1A)
2	Mat450 @50%(M) E Glass Polyester	0.74 (P1B)	0.79 (P1A)	0.00 (P1A)	0.74 (P1A)	0.01 (P1B)	0.07 (P1A)
3	Mat600 @50%(M) E Glass Vinylester	0.63 (P1B)	0.68 (P1A)	0.00 (P1A)	0.63 (P1A)	0.01 (P1B)	0.11 (P1A)
4	Roving800 @50%(M) balance 50% E Glass Vinylester	0.45 (P1B)	0.49 (P1A)	0.00 (P1A)	0.41 (P1A)	0.02 (P1B)	0.13 (P1A)
5	Roving800 @50%(M) balance 50% E Glass Vinylester	0.19 (P1A)	0.19 (P1A)	0.27 (P1A)	0.35 (P1A)	0.10 (P1A)	0.10 (P1A)
6	Roving800 @50%(M) balance 50% E Glass Vinylester	0.15 (P1B)	0.16 (P1A)	0.00 (P1A)	0.13 (P1A)	0.02 (P1B)	0.16 (P1A)
7	Mat450 @50%(M) E Glass Polyester	0.03 (P1B)	0.03 (P1A)	0.00 (P1A)	0.03 (P1A)	0.03 (P1B)	0.21 (P1A)
8	Roving800 @50%(M) balance 50% E Glass Vinylester	0.04 (P1A)	0.04 (P1A)	0.11 (P1A)	0.14 (P1A)	0.11 (P1A)	0.11 (P1A)
9	Mat450 @50%(M) E Glass Polyester	0.22 (P1B)	0.24 (P1A)	0.00 (P1A)	0.23 (P1A)	0.03 (P1B)	0.20 (P1A)
10	Roving800 @50%(M) balance 50% E Glass Vinylester	0.18 (P1A)	0.18 (P1A)	0.35 (P1A)	0.43 (P1A)	0.10 (P1A)	0.10 (P1A)
11	Roving800 @50%(M) balance 50% E Glass Vinylester	0.49 (P1B)	0.53 (P1A)	0.00 (P1A)	0.46 (P1A)	0.02 (P1B)	0.13 (P1A)
12	Roving800 @50%(M) balance 50% E Glass Vinylester	0.36 (P1A)	0.36 (P1A)	0.64 (P1A)	0.82 (P1A)	0.06 (P1A)	0.06 (P1A)
13	Mat600 @50%(M) E Glass Vinylester	0.82 (P1B)	0.89 (P1A)	0.00 (P1A)	0.83 (P1A)	0.01 (P1B)	0.06 (P1A)

Tabla T9.101: Resultado análisis interlaminar fondo monolítico. Elaboración propia en Compose IT.

Buckling results:

Buckling results:

	σ critX	σ crit τ	τ crit
Simply supported conditions	14.89	5.45	19.6 2



Tabla T9.102: Resultado análisis pandeo fondo monolítico. Elaboración propia en Compose IT.

Analysis safety factor: 2.4

Side

Costado exterior sandwich L>0.7

Parameters:

Laminate:	Laminado costado (sandwich) L>0.7	Element type:	Standard
Length of side along x(a):	1.260	Width of Ω base, stiffener along y (W_s,x):	0.100
Length of side along y(b):	0.878	Width of Ω base, stiffener along x (W_s,y):	0.100

Tabla T9.103: Dimensiones panel costado exterior sandwich L>0.7. Elaboración propia en Compose IT.

Stiffness:

[EI] _x (N.mm ² /mm):	4.338E+ 7	V _x (mm):	21.04 6
[EI] _y (N.mm ² /mm):	4.338E+ 7	V _y (mm):	21.04 6

Tabla T9.104: Propiedades de refuerzo panel costado exterior sandwich L>0.7. Elaboración propia en Compose IT.

Pressures:

ID	Load case name	Type	Pressure (kN/m ²)	Pressed layer
P1	Pressure 1 (54.95 kN/m ²)	Hydrostatic	54.95	Layer 1
P2	Pressure 2 (80.00 kN/m ²)	Side shell impact (Pssmin)	80.00	Layer 1

Tabla T9.105: Presión aplicada panel costado exterior sandwich L>0.7. Elaboración propia en Compose IT.

Analysis results:

	Layer	σ 1	σ 2	τ 12	Combined	τ IL1	τ IL2
1	Mat300 @50%(M) E Glass Vinylester	0.19 (P1B)	0.22 (P1A)	0.00 (P1A)	0.21 (P1A)	0.00 (P2B)	0.00 (P1A)
2	Mat450 @50%(M) E Glass Polyester	0.18 (P1B)	0.21 (P1A)	0.00 (P1A)	0.20 (P1A)	0.00 (P2B)	0.01 (P1A)
3	Mat600 @50%(M) E Glass Vinylester	0.18 (P1B)	0.21 (P1A)	0.00 (P1A)	0.19 (P1A)	0.01 (P2B)	0.02 (P1A)
4	Roving800 @50%(M) balance 50% E Glass Vinylester	0.16 (P1B)	0.19 (P1A)	0.00 (P1A)	0.16 (P1A)	0.01 (P2B)	0.02 (P1A)
5	Roving800 @50%(M) balance 50% E Glass Vinylester	0.15 (P1B)	0.18 (P1A)	0.00 (P1A)	0.15 (P1A)	0.01 (P2B)	0.03 (P1A)
6 Top	Foam PET, 150 kg/m ³ , 40mm	0.10 (P1B)	0.11 (P1A)	0.00 (P1A)	0.10 (P1A)	0.33 (P2B)	0.83 (P1A)
6 Bot	Foam PET, 150 kg/m ³ , 40mm	0.17 (P1B)	0.19 (P1A)	0.00 (P1A)	0.18 (P1A)	0.33 (P2B)	0.81 (P1A)
7	Roving800 @50%(M) balance 50% E Glass Vinylester	0.20 (P1B)	0.24 (P1A)	0.00 (P1A)	0.20 (P1A)	0.01 (P2B)	0.03 (P1A)
8	Roving800 @50%(M) balance 50% E Glass Vinylester	0.21 (P1B)	0.25 (P1A)	0.00 (P1A)	0.21 (P1A)	0.01 (P2B)	0.02 (P1A)



	Layer	$\sigma 1$	$\sigma 2$	$\tau 12$	Combined	$\tau IL1$	$\tau IL2$
9	Mat600 @50%(M) E Glass Vinylester	0.23 (P1B)	0.27 (P1A)	0.00 (P1A)	0.25 (P1A)	0.00 (P2B)	0.01 (P1A)

Tabla T9.106: Resultado análisis interlaminar panel costado exterior sandwich $L>0.7$. Elaboración propia en Compose IT.

Buckling results:

Buckling results:

	σ_{critX}	σ_{critT}	τ_{crit}
Clamped conditions	196.2 0	176.0 1	182.3 7
Simply supported conditions	141.8 6	93.58	166.7 3

Tabla T9.107: Resultado análisis pandeo panel costado exterior sandwich $L>0.7$. Elaboración propia en Compose IT.

Analysis safety factor: 2.4

Costado exterior sandwich

Parameters:

Laminate:	Laminado costado (sandwich) L	Element type:	Standard
Length of side along x(a):	1.260	Width of Ω base, stiffener along y ($W_{s,x}$):	0.100
Length of side along y(b):	0.878	Width of Ω base, stiffener along x ($W_{s,y}$):	0.100

Tabla T9.108: Dimensiones panel costado exterior sandwich. Elaboración propia en Compose IT.

Stiffness:

$[EI]_x$ (N.mm ² /mm):	2.751E+ 7	V_x (mm):	18.95 1
$[EI]_y$ (N.mm ² /mm):	2.751E+ 7	V_y (mm):	18.95 1

Tabla T9.109: Propiedades refuerzo panel costado exterior sandwich. Elaboración propia en Compose IT.

Pressures:

ID	Load case name	Type	Pressure (kN/m ²)	Pressed layer
P1	Pressure 1 (20.88kN/m ²)	Hydrostatic	54.95	Layer 1
P2	Pressure 2 (60.00 kN/m ²)	Side shell impact (Pssmin)	80.00	Layer 1

Tabla T9.110: Presiones aplicadas panel costado exterior sandwich. Elaboración propia en Compose IT.

Analysis results:

	Layer	$\sigma 1$	$\sigma 2$	$\tau 12$	Combined	$\tau IL1$	$\tau IL2$
1	Mat300 @50%(M) E Glass Vinylester	0.26 (P1B)	0.31 (P1A)	0.00 (P1A)	0.29 (P1A)	0.00 (P2B)	0.01 (P1A)
2	Mat450 @50%(M) E Glass Polyester	0.26 (P1B)	0.30 (P1A)	0.00 (P1A)	0.28 (P1A)	0.01 (P2B)	0.01 (P1A)
3	Mat600 @50%(M) E Glass Vinylester	0.25 (P1B)	0.29 (P1A)	0.00 (P1A)	0.27 (P1A)	0.01 (P2B)	0.03 (P1A)
4	Roving800 @50%(M) balance 50% E Glass Vinylester	0.22 (P1B)	0.26 (P1A)	0.00 (P1A)	0.22 (P1A)	0.01 (P2B)	0.03 (P1A)



	Layer	$\sigma 1$	$\sigma 2$	$\tau 12$	Combined	τ IL1	τ IL2
5 Top	Foam PET, 150 kg/m ³ , 40mm	0.14 (P1B)	0.17 (P1A)	0.00 (P1A)	0.15 (P1A)	0.34 (P2B)	0.84 (P1A)
5 Bot	Foam PET, 150 kg/m ³ , 40mm	0.27 (P1B)	0.32 (P1A)	0.00 (P1A)	0.30 (P1A)	0.33 (P2B)	0.81 (P1A)
6	Roving800 @50%(M) balance 50% E Glass Vinylester	0.33 (P1B)	0.38 (P1A)	0.00 (P1A)	0.32 (P1A)	0.01 (P2B)	0.03 (P1A)
7	Mat600 @50%(M) E Glass Vinylester	0.36 (P1B)	0.42 (P1A)	0.00 (P1A)	0.39 (P1A)	0.01 (P2B)	0.02 (P1A)

Tabla T9.111: Resultado análisis interlaminar panel costado exterior sandwich. Elaboración propia en Compose IT.

Buckling results:

Buckling results:

	σ_{critX}	σ_{critT}	τ_{crit}
Clamped conditions	246.9 0	215.5 9	226.7 5
Simply supported conditions	156.9 7	98.30	197.9 2

Tabla T9.112: Resultado análisis pandeo panel costado exterior sandwich. Elaboración propia en Compose IT.

Analysis safety factor: 2.4

Superestructura

Parameters:

Laminate:	Laminado exterior superestructura (sandwich)	Element type:	Standard
Length of side along x(a):	1.260	Width of Ω base, stiffener along y ($W_{s,x}$):	0.050
Length of side along y(b):	1.100	Width of Ω base, stiffener along x ($W_{s,y}$):	0.050

Tabla T9.113: Dimensiones panel superestructura. Elaboración propia en Compose IT.

Stiffness:

$[EI]_x$ (N.mm ² /mm):	4.617E+ 6	V_x (mm):	8.97 5
$[EI]_y$ (N.mm ² /mm):	4.617E+ 6	V_y (mm):	8.97 5

Tabla T9.114: Propiedades refuerzo panel superestructura. Elaboración propia en Compose IT.

Pressures:

ID	Load case name	Type	Pressure (kN/m ²)	Pressed layer
P1	Pressure 1 (15.32 kN/m ²)	Hydrostatic	15.32	Layer 1
P2	Pressure 2 (30.00 kN/m ²)	Side shell impact (Pssmin)	30.00	Layer 1

Tabla T9.115: Presiones aplicadas panel superestructura. Elaboración propia en Compose IT.

Analysis results:

	Layer	$\sigma 1$	$\sigma 2$	$\tau 12$	Combined	τ IL1	τ IL2
1	Mat300 @50%(M) E Glass Vinylester	0.35 (P1B)	0.39 (P1A)	0.00 (P1A)	0.36 (P1A)	0.00 (P1B)	0.00 (P1A)



	Layer	$\sigma 1$	$\sigma 2$	$\tau 12$	Combined	$\tau IL1$	$\tau IL2$
2	Mat450 @50%(M) E Glass Polyester	0.33 (P1B)	0.37 (P1A)	0.00 (P1A)	0.34 (P1A)	0.01 (P1B)	0.01 (P1A)
3	Roving800 @50%(M) balance 50% E Glass Vinylester	0.28 (P1B)	0.31 (P1A)	0.00 (P1A)	0.27 (P1A)	0.01 (P1B)	0.02 (P1A)
4 Top	Foam PET, 100 kg/m3, 20mm	0.19 (P1B)	0.21 (P1A)	0.00 (P1A)	0.17 (P1A)	0.52 (P1B)	0.80 (P1A)
4 Bot	Foam PET, 100 kg/m3, 20mm	0.56 (P1B)	0.62 (P1A)	0.00 (P1A)	0.61 (P1A)	0.50 (P1B)	0.77 (P1A)
5	Roving800 @50%(M) balance 50% E Glass Vinylester	0.53 (P1B)	0.59 (P1A)	0.00 (P1A)	0.48 (P1A)	0.01 (P1B)	0.02 (P1A)

Tabla T9.116: Resultado análisis interlaminar panel superestructura. Elaboración propia en Compose IT.

Buckling results:

Buckling results:

	σ_{critX}	σ_{critT}	τ_{crit}
Clamped conditions	77.98	71.89	68.5 4
Simply supported conditions	33.87	26.52	53.6 7

Tabla T9.116: Resultado análisis pandeo panel superestructura. Elaboración propia en Compose IT.

Analysis safety factor: 2.4

Costado y túnel entre patines

Parameters:

Laminate:	Laminado tunel entre patines zona proa (sandwich) L	Element type:	Standard
Length of side along x(a):	1.260	Width of Ω base, stiffener along y ($W_{s,x}$):	0.100
Length of side along y(b):	0.878	Width of Ω base, stiffener along x ($W_{s,y}$):	0.100

Tabla T9.117: Dimensiones panel costado y túnel entre patines. Elaboración propia en Compose IT.

Stiffness:

$[EI]_x$ (N.mm ² /mm):	2.751E+ 7	V_x (mm):	18.95 1
$[EI]_y$ (N.mm ² /mm):	2.751E+ 7	V_y (mm):	18.95 1

Tabla T9.118: Características refuerzo panel costado y túnel entre patines. Elaboración propia en Compose IT.

Pressures:

ID	Load case name	Type	Pressure (kN/m ²)	Pressed layer
P1	Pressure 1 (54.75 kN/m ²)	Hydrostatic	54.75	Layer 1
P2	Pressure 2 (80.00 kN/m ²)	Side shell impact (Pssmin)	80.00	Layer 1



Tabla T9.119: Presiones aplicadas panel costado y túnel entre patines. Elaboración propia en Compose IT.

Analysis results:

	Layer	$\sigma 1$	$\sigma 2$	$\tau 12$	Combined	$\tau IL1$	$\tau IL2$
1	Mat300 @50%(M) E Glass Vinylester	0.26 (P1B)	0.31 (P1A)	0.00 (P1A)	0.29 (P1A)	0.00 (P2B)	0.01 (P1A)
2	Mat450 @50%(M) E Glass Polyester	0.26 (P1B)	0.30 (P1A)	0.00 (P1A)	0.28 (P1A)	0.01 (P2B)	0.01 (P1A)
3	Mat600 @50%(M) E Glass Vinylester	0.25 (P1B)	0.29 (P1A)	0.00 (P1A)	0.27 (P1A)	0.01 (P2B)	0.03 (P1A)
4	Roving800 @50%(M) balance 50% E Glass Vinylester	0.22 (P1B)	0.26 (P1A)	0.00 (P1A)	0.22 (P1A)	0.01 (P2B)	0.03 (P1A)
5 Top	Foam PET, 150 kg/m3, 40mm	0.14 (P1B)	0.16 (P1A)	0.00 (P1A)	0.15 (P1A)	0.34 (P2B)	0.84 (P1A)
5 Bot	Foam PET, 150 kg/m3, 40mm	0.27 (P1B)	0.31 (P1A)	0.00 (P1A)	0.30 (P1A)	0.33 (P2B)	0.80 (P1A)
6	Roving800 @50%(M) balance 50% E Glass Vinylester	0.33 (P1B)	0.38 (P1A)	0.00 (P1A)	0.32 (P1A)	0.01 (P2B)	0.03 (P1A)
7	Mat600 @50%(M) E Glass Vinylester	0.36 (P1B)	0.42 (P1A)	0.00 (P1A)	0.39 (P1A)	0.01 (P2B)	0.02 (P1A)

Tabla T9.120: Resultados análisis interlaminar panel costado y túnel entre patines. Elaboración propia en Compose IT.

Buckling results:

Buckling results:

	σ_{critX}	σ_{critT}	τ_{crit}
Clamped conditions	246.9 0	215.5 9	226.7 5
Simply supported conditions	156.9 7	98.30	197.9 2

Tabla T9.121: Resultados análisis pandeo panel costado y túnel entre patines. Elaboración propia en Compose IT.

Analysis safety factor: 2.4

Costado y túnel entre patines $L > 0.7$

Parameters:

Laminate:	Laminado tunel entre patines zona proa (sandwich) $L > 0.7$	Element type:	Standard
Length of side along x(a):	1.260	Width of Ω base, stiffener along y ($W_{s,x}$):	0.100
Length of side along y(b):	0.878	Width of Ω base, stiffener along x ($W_{s,y}$):	0.100

Tabla T9.122: Dimensiones panel costado y túnel entre patines $L > 0.7$. Elaboración propia en Compose IT.

Stiffness:

$[EI]_x$ (N.mm ² /mm):	4.338E+ 7	V_x (mm):	21.04 6
-----------------------------------	--------------	-------------	------------



[E]y (N.mm ² /mm):	4.338E+ 7	Vy (mm):	21.04 6
-------------------------------	--------------	----------	------------

Tabla T9.123: Propiedades refuerzo panel costado y túnel entre patines L>0.7. Elaboración propia en Compose IT.

Pressures:

ID	Load case name	Type	Pressure (kN/m ²)	Pressed layer
P1	Pressure 1 (20.88 kN/m ²)	Hydrostatic	54.75	Layer 1
P2	Pressure 2 (60.00 kN/m ²)	Side shell impact (Pssmin)	80.00	Layer 1

Tabla T9.124: Presiones aplicadas panel costado y túnel entre patines L>0.7. Elaboración propia en Compose IT.

Analysis results:

	Layer	σ 1	σ 2	τ 12	Combined	τ IL1	τ IL2
1	Mat300 @50%(M) E Glass Vinylester	0.19 (P1B)	0.22 (P1A)	0.00 (P1A)	0.20 (P1A)	0.00 (P2B)	0.00 (P1A)
2	Mat450 @50%(M) E Glass Polyester	0.18 (P1B)	0.21 (P1A)	0.00 (P1A)	0.20 (P1A)	0.00 (P2B)	0.01 (P1A)
3	Mat600 @50%(M) E Glass Vinylester	0.18 (P1B)	0.21 (P1A)	0.00 (P1A)	0.19 (P1A)	0.01 (P2B)	0.02 (P1A)
4	Roving800 @50%(M) balance 50% E Glass Vinylester	0.16 (P1B)	0.19 (P1A)	0.00 (P1A)	0.16 (P1A)	0.01 (P2B)	0.02 (P1A)
5	Roving800 @50%(M) balance 50% E Glass Vinylester	0.15 (P1B)	0.18 (P1A)	0.00 (P1A)	0.15 (P1A)	0.01 (P2B)	0.03 (P1A)
6 Top	Foam PET, 150 kg/m ³ , 40mm	0.10 (P1B)	0.11 (P1A)	0.00 (P1A)	0.10 (P1A)	0.33 (P2B)	0.82 (P1A)
6 Bot	Foam PET, 150 kg/m ³ , 40mm	0.17 (P1B)	0.19 (P1A)	0.00 (P1A)	0.18 (P1A)	0.33 (P2B)	0.80 (P1A)
7	Roving800 @50%(M) balance 50% E Glass Vinylester	0.20 (P1B)	0.23 (P1A)	0.00 (P1A)	0.20 (P1A)	0.01 (P2B)	0.03 (P1A)
8	Roving800 @50%(M) balance 50% E Glass Vinylester	0.21 (P1B)	0.24 (P1A)	0.00 (P1A)	0.20 (P1A)	0.01 (P2B)	0.02 (P1A)
9	Mat600 @50%(M) E Glass Vinylester	0.23 (P1B)	0.27 (P1A)	0.00 (P1A)	0.25 (P1A)	0.00 (P2B)	0.01 (P1A)

Tabla T9.125: Resultados análisis interlaminar panel costado y túnel entre patines L>0.7. Elaboración propia en Compose IT.

Buckling results:

Buckling results:

	σ critX	σ critT	τ crit
Clamped conditions	196.2 0	176.0 1	182.3 7
Simply supported conditions	141.8 6	93.58	166.7 3



Tabla T9.126: Resultados análisis pandeo panel costado y túnel entre patines $L > 0.7$. Elaboración propia en Compose IT.

Analysis safety factor: 2.4

Deck

Cubierta zona carga

Parameters:

Laminate:	Laminado cubierta principal zona carga (sandwich)	Element type:	Standard
Length of side along x(a):	1.260	Width of Ω base, stiffener along y ($W_{s,x}$):	0.100
Length of side along y(b):	0.877	Width of Ω base, stiffener along x ($W_{s,y}$):	0.100

Tabla T9.127: Dimensiones panel cubierta zona de carga. Elaboración propia en Compose IT.

Stiffness:

[EI] _x (N.mm ² /mm):	5.542E+ ₇	V _x (mm):	23.61 7
[EI] _y (N.mm ² /mm):	5.542E+ ₇	V _y (mm):	23.61 7

Tabla T9.128: Propiedades refuerzo panel cubierta zona de carga. Elaboración propia en Compose IT.

Pressures:

ID	Load case name	Type	Pressure (kN/m ²)	Pressed layer
P1	Pressure 1 (8.23 kN/m ²)	Hydrostatic	8.23	Layer 1
P2	Carga sobre cubierta (44.10 kN/m ²)	Hydrostatic	44.10	Layer 1

Tabla T9.129: Presiones aplicadas panel cubierta zona de carga. Elaboración propia en Compose IT.

Analysis results:

	Layer	σ 1	σ 2	τ 12	Combined	τ IL1	τ IL2
1	Mat300 @50%(M) E Glass Vinylester	0.14 (P2B)	0.16 (P2A)	0.00 (P1A)	0.15 (P2A)	0.00 (P2B)	0.00 (P2A)
2	Mat450 @50%(M) E Glass Polyester	0.13 (P2B)	0.15 (P2A)	0.00 (P1A)	0.14 (P2A)	0.00 (P2B)	0.01 (P2A)
3	Roving800 @50%(M) balance 50% E Glass Vinylester	0.12 (P2B)	0.14 (P2A)	0.00 (P1A)	0.12 (P2A)	0.00 (P2B)	0.01 (P2A)
4	Roving800 @50%(M) balance 50% E Glass Vinylester	0.12 (P2B)	0.13 (P2A)	0.00 (P1A)	0.11 (P2A)	0.01 (P2B)	0.02 (P2A)
5	Roving800 @50%(M) balance 50% E Glass Vinylester	0.11 (P2B)	0.13 (P2A)	0.00 (P1A)	0.11 (P2A)	0.01 (P2B)	0.02 (P2A)
6 Top	Foam PET, 150 kg/m ³ , 40mm	0.07 (P2B)	0.08 (P2A)	0.00 (P1A)	0.07 (P2A)	0.20 (P2B)	0.65 (P2A)
6 Bot	Foam PET, 150 kg/m ³ , 40mm	0.09 (P2B)	0.11 (P2A)	0.00 (P1A)	0.10 (P2A)	0.19 (P2B)	0.65 (P2A)
7	Roving800 @50%(M) balance 50% E Glass Vinylester	0.12 (P2B)	0.13 (P2A)	0.00 (P1A)	0.11 (P2A)	0.01 (P2B)	0.02 (P2A)



	Layer	$\sigma 1$	$\sigma 2$	$\tau 12$	Combined	$\tau IL1$	$\tau IL2$
8	Roving800 @50%(M) balance 50% E Glass Vinylester	0.12 (P2B)	0.14 (P2A)	0.00 (P1A)	0.12 (P2A)	0.01 (P2B)	0.02 (P2A)
9	Roving800 @50%(M) balance 50% E Glass Vinylester	0.13 (P2B)	0.15 (P2A)	0.00 (P1A)	0.12 (P2A)	0.00 (P2B)	0.01 (P2A)
10	Mat600 @50%(M) E Glass Vinylester	0.14 (P2B)	0.16 (P2A)	0.00 (P1A)	0.15 (P2A)	0.00 (P2B)	0.01 (P2A)

Tabla T9.130: Resultados análisis interlaminar panel cubierta zona de carga. Elaboración propia en Compose IT.

Buckling results:

Buckling results:

	σ_{critX}	σ_{critT}	τ_{crit}
Clamped conditions	202.8 4	167.9 6	170.0 2
Simply supported conditions	150.7 1	91.94	158.7 3

Tabla T9.131: Resultados análisis pandeo panel cubierta zona de carga. Elaboración propia en Compose IT.

Analysis safety factor: 2.4

Cubierta zona no carga

Parameters:

Laminate:	Laminado cubierta principal zona no carga (sandwich)	Element type:	Standard
Length of side along x(a):	1.260	Width of Ω base, stiffener along y ($W_{s,x}$):	0.100
Length of side along y(b):	0.877	Width of Ω base, stiffener along x ($W_{s,y}$):	0.100

Tabla T9.132: Dimensiones panel cubierta zona de no carga. Elaboración propia en Compose IT.

Stiffness:

$[EI]_x$ (N.mm ² /mm):	1.919E+ 7	V_x (mm):	17.58 1
$[EI]_y$ (N.mm ² /mm):	1.919E+ 7	V_y (mm):	17.58 1

Tabla T9.133: Propiedades refuerzo panel cubierta zona de no carga. Elaboración propia en Compose IT.

Pressures:

ID	Load case name	Type	Pressure (kN/m ²)	Pressed layer
P1	Pressure 1 (8.23 kN/m ²)	Hydrostatic	8.23	Layer 1

Tabla T9.134: Presiones aplicadas panel cubierta zona de no carga. Elaboración propia en Compose IT.

Analysis results:

	Layer	$\sigma 1$	$\sigma 2$	$\tau 12$	Combined	$\tau IL1$	$\tau IL2$
1	Mat300 @50%(M) E Glass Vinylester	0.05 (P1B)	0.06 (P1A)	0.00 (P1A)	0.06 (P1A)	0.00 (P1B)	0.00 (P1A)



	Layer	$\sigma 1$	$\sigma 2$	$\tau 12$	Combined	$\tau IL1$	$\tau IL2$
2	Mat450 @50%(M) E Glass Polyester	0.05 (P1B)	0.06 (P1A)	0.00 (P1A)	0.06 (P1A)	0.00 (P1B)	0.00 (P1A)
3	Roving800 @50%(M) balance 50% E Glass Vinylester	0.05 (P1B)	0.05 (P1A)	0.00 (P1A)	0.04 (P1A)	0.00 (P1B)	0.00 (P1A)
4 Top	Foam PET, 100 kg/m ³ , 40mm	0.03 (P1B)	0.04 (P1A)	0.00 (P1A)	0.03 (P1A)	0.06 (P1B)	0.21 (P1A)
4 Bot	Foam PET, 100 kg/m ³ , 40mm	0.07 (P1B)	0.08 (P1A)	0.00 (P1A)	0.07 (P1A)	0.06 (P1B)	0.20 (P1A)
5	Roving800 @50%(M) balance 50% E Glass Vinylester	0.03 (P1A)	0.03 (P1A)	0.08 (P1A)	0.10 (P1A)	0.00 (P1A)	0.00 (P1A)
6	Mat600 @50%(M) E Glass Vinylester	0.07 (P1B)	0.08 (P1A)	0.00 (P1A)	0.08 (P1A)	0.00 (P1B)	0.00 (P1A)

Tabla T9.135: Resultados análisis interlaminar cubierta zona de no carga. Elaboración propia en Compose IT.

Buckling results:

Buckling results:

	σ_{critX}	σ_{critT}	τ_{crit}
Clamped conditions	160.7 2	136.5 9	145.8 0
Simply supported conditions	104.8 8	66.70	130.1 5

Tabla T9.136: Resultados análisis pandeo cubierta zona de no carga. Elaboración propia en Compose IT.

Analysis safety factor: 2.4

Bulkhead

Mamparos

Parameters:

Laminate:	Laminado mamparos (sandwich)	Element type:	Standard
Length of side along x(a):	1.100	Width of Ω base, stiffener along y ($W_{s,x}$):	0.100
Length of side along y(b):	0.550	Width of Ω base, stiffener along x ($W_{s,y}$):	0.100

Tabla T9.137: Dimensiones paneles mamparos. Elaboración propia en Compose IT.

Stiffness:

$[EI]_x$ (N.mm ² /mm):	2.281E+ 7	V_x (mm):	22.34 4
$[EI]_y$ (N.mm ² /mm):	2.281E+ 7	V_y (mm):	22.34 4

Tabla T9.138: Propiedades refuerzo paneles mamparos. Elaboración propia en Compose IT.

Pressures:

ID	Load case name	Type	Pressure (kN/m ²)	Pressed layer
P1	Pressure 1 (86.93 kN/m ²)	Hydrostatic	86.93	Layer 1



Tabla T9.139: Presiones aplicadas paneles mamparos. Elaboración propia en Compose IT.

Analysis results:

	Layer	$\sigma 1$	$\sigma 2$	$\tau 12$	Combined	τ IL1	τ IL2
1	Mat600 @50%(M) E Glass Vinylester	0.20 (P1B)	0.21 (P1A)	0.00 (P1A)	0.20 (P1A)	0.00 (P1B)	0.02 (P1A)
2	Mat450 @50%(M) E Glass Polyester	0.19 (P1B)	0.21 (P1A)	0.00 (P1A)	0.19 (P1A)	0.00 (P1B)	0.03 (P1A)
3	Roving800 @50%(M) balance 50% E Glass Vinylester	0.10 (P1A)	0.10 (P1A)	0.17 (P1A)	0.22 (P1A)	0.02 (P1A)	0.02 (P1A)
4 Top	Foam PET, 150 kg/m3, 40mm	0.11 (P1B)	0.12 (P1A)	0.00 (P1A)	0.11 (P1A)	0.11 (P1B)	0.84 (P1A)
4 Bot	Foam PET, 150 kg/m3, 40mm	0.14 (P1B)	0.16 (P1A)	0.00 (P1A)	0.15 (P1A)	0.11 (P1B)	0.84 (P1A)
5	Mat450 @50%(M) E Glass Polyester	0.18 (P1B)	0.20 (P1A)	0.00 (P1A)	0.19 (P1A)	0.01 (P1B)	0.04 (P1A)
6	Roving800 @50%(M) balance 50% E Glass Vinylester	0.10 (P1A)	0.10 (P1A)	0.18 (P1A)	0.23 (P1A)	0.02 (P1A)	0.02 (P1A)
7	Mat600 @50%(M) E Glass Vinylester	0.20 (P1B)	0.21 (P1A)	0.00 (P1A)	0.20 (P1A)	0.00 (P1B)	0.02 (P1A)

Tabla T9.140: Resultado análisis interlaminar paneles mamparos. Elaboración propia en Compose IT.

Buckling results:

Buckling results:

	σ_{critX}	σ_{critT}	τ_{crit}
Clamped conditions	362.3 2	225.4 5	287.2 4
Simply supported conditions	270.6 3	130.2 2	269.1 4

Tabla T9.141: Resultado análisis pandeo paneles mamparos. Elaboración propia en Compose IT.

Analysis safety factor: 2.4

Stiffeners

Bottom

Vagras

Parameters:

Profile type:	Omega	Element type:	Standard
Attached plating:	Laminado fondo (monolitico)	Web on:	Layer N
Web laminate:	Laminado refuerzos M450+2M600		
Flange laminate:	Laminado refuerzos M450+2M600+UD1200+2M600	Web on:	Layer 1
Stiffener orientation:	Parallel to axis x of Attached plating	Stiffener position:	Horizontal
End conditions:	Fixed	Attached plating width (bplat, m):	0.240
Web height (hWeb, mm):		Flange width (bfl, mm):	100.00
Spacing (m):		Span (m):	1.260



Tabla T9.142: Definición Vagras.: Elaboración propia en Compose IT.

Stiffness:

Neutral Axis (mm):	40.116		
[ExAx] (N):	4.619E+7	[GxIx] (N.mm ²):	2.393E+10
[GyAy] (N):	1.208E+7	[ExIy] (N.mm ²):	1.263E+11
[GzAz] (N):	3.227E+6	[ExIz] (N.mm ²):	1.685E+11

Tabla T9.143: Propiedades mecánicas globales Vagras.: Elaboración propia en Compose IT.

Stiffener element: Attached plating

Neutral Axis (mm):	-34.87		
Section (mm ²):	2.633E+3	Inertia mm ⁴ :	3.227E+6
Bending rigidity [EI] (N.mm ²):	3.619E+10	Shear rigidity [GS] (N.mm ²):	1.244E+7

Tabla T9.144: Propiedades mecánicas chapa añadida Vagras.: Elaboración propia en Compose IT.

Stiffener element: Web

Neutral Axis (mm):	30.85		
Section (mm ²):	7.01E+2	Inertia mm ⁴ :	1.509E+6
Bending rigidity [EI] (N.mm ²):	1.817E+10	Shear rigidity [GS] (N.mm ²):	3.248E+6

Tabla T9.145: Propiedades mecánicas alas Vagras.: Elaboración propia en Compose IT.

Stiffener element: Flange

Neutral Axis (mm):	93.55		
Section (mm ²):	5.258E+2	Inertia mm ⁴ :	4.603E+6
Bending rigidity [EI] (N.mm ²):	7.194E+10	Shear rigidity [GS] (N.mm ²):	2.056E+6

Tabla T9.146: Propiedades mecánicas cabeza Vagras.: Elaboración propia en Compose IT.

Pressures:

ID	Load case name	Type	Pressure (kN/m ²)	Pressed layer
P1	Pressure 1 (66.31 kN/m ²)	Hydrostatic	66.31	Layer 1

Tabla T9.147: Presiones aplicadas Vagras.: Elaboración propia en Compose IT.

Attached plating results:

	Layer	σ 1	σ 2	τ 12	Combined
1	Mat300 @50%(M) E Glass Vinylester	0.26 (P1)	0.08 (P1)	0.00 (P1)	0.25 (P1)
2	Mat450 @50%(M) E Glass Polyester	0.26 (P1)	0.08 (P1)	0.00 (P1)	0.25 (P1)
3	Mat600 @50%(M) E Glass Vinylester	0.26 (P1)	0.08 (P1)	0.00 (P1)	0.25 (P1)



	Layer	$\sigma 1$	$\sigma 2$	$\tau 12$	Combined
4	Roving800 @50%(M) balance 50% E Glass Vinylester	0.25 (P1)	0.02 (P1)	0.00 (P1)	0.21 (P1)
5	Roving800 @50%(M) balance 50% E Glass Vinylester	0.13 (P1)	0.13 (P1)	0.22 (P1)	0.29 (P1)
6	Roving800 @50%(M) balance 50% E Glass Vinylester	0.25 (P1)	0.02 (P1)	0.00 (P1)	0.21 (P1)
7	Mat450 @50%(M) E Glass Polyester	0.26 (P1)	0.08 (P1)	0.00 (P1)	0.25 (P1)
8	Roving800 @50%(M) balance 50% E Glass Vinylester	0.13 (P1)	0.13 (P1)	0.22 (P1)	0.29 (P1)
9	Mat450 @50%(M) E Glass Polyester	0.26 (P1)	0.08 (P1)	0.00 (P1)	0.25 (P1)
10	Roving800 @50%(M) balance 50% E Glass Vinylester	0.13 (P1)	0.13 (P1)	0.22 (P1)	0.29 (P1)
11	Roving800 @50%(M) balance 50% E Glass Vinylester	0.25 (P1)	0.02 (P1)	0.00 (P1)	0.21 (P1)
12	Roving800 @50%(M) balance 50% E Glass Vinylester	0.13 (P1)	0.13 (P1)	0.22 (P1)	0.29 (P1)
13	Mat600 @50%(M) E Glass Vinylester	0.26 (P1)	0.08 (P1)	0.00 (P1)	0.25 (P1)

Tabla T9.148: Resultado análisis interlaminar chapa añadida Vagras:. Elaboración propia en Compose IT.

Web results:

	Layer	$\sigma 1$	$\sigma 2$	$\tau 12$	Combined
1	Mat450 @50%(M) E Glass Polyester	0.00 (P1)	0.00 (P1)	0.98 (P1)	0.93 (P1)
2	Mat600 @50%(M) E Glass Vinylester	0.00 (P1)	0.00 (P1)	0.98 (P1)	0.93 (P1)
3	Mat600 @50%(M) E Glass Vinylester	0.00 (P1)	0.00 (P1)	0.98 (P1)	0.93 (P1)
4	Mat600 @50%(M) E Glass Vinylester	0.00 (P1)	0.00 (P1)	0.98 (P1)	0.93 (P1)
5	Mat600 @50%(M) E Glass Vinylester	0.00 (P1)	0.00 (P1)	0.98 (P1)	0.93 (P1)
6	Mat600 @50%(M) E Glass Vinylester	0.00 (P1)	0.00 (P1)	0.98 (P1)	0.93 (P1)
7	Mat600 @50%(M) E Glass Vinylester	0.00 (P1)	0.00 (P1)	0.98 (P1)	0.93 (P1)
8	Mat450 @50%(M) E Glass Polyester	0.00 (P1)	0.00 (P1)	0.98 (P1)	0.93 (P1)

Tabla T9.149: Resultado análisis interlaminar alas Vagras:. Elaboración propia en Compose IT.

Flange results:

	Layer	$\sigma 1$	$\sigma 2$	$\tau 12$	Combined
1	Mat450 @50%(M) E Glass Polyester	0.71 (P1)	0.21 (P1)	0.00 (P1)	0.66 (P1)



	Layer	σ_1	σ_2	τ_{12}	Combined
2	Mat600 @50%(M) E Glass Vinylester	0.71 (P1)	0.21 (P1)	0.00 (P1)	0.66 (P1)
3	Mat600 @50%(M) E Glass Vinylester	0.71 (P1)	0.21 (P1)	0.00 (P1)	0.66 (P1)
4	UD1200 @50%(M) E Glass Vinylester	0.59 (P1)	0.09 (P1)	0.00 (P1)	0.40 (P1)
5	Mat600 @50%(M) E Glass Vinylester	0.71 (P1)	0.21 (P1)	0.00 (P1)	0.66 (P1)
6	Mat600 @50%(M) E Glass Vinylester	0.71 (P1)	0.21 (P1)	0.00 (P1)	0.66 (P1)

Tabla T9.150: Resultado análisis interlaminar cabeza Vagras:. Elaboración propia en Compose IT.

Buckling results:

Critical column buckling stress:	203.4 4
Critical web buckling stress:	27.12
Analysis safety factor:	2.40

Tabla T9.151: Resultado análisis pandeo Vagras:. Elaboración propia en Compose IT.

Varengas

Parameters:

Profile type:	Omega	Element type:	Standard
Attached plating:	Laminado fondo (monolitico)	Web on:	Layer N
Web laminate:	Laminado refuerzos M450+2M600		
Flange laminate:	Laminado refuerzos M450+2M600+UD1200+2M600	Web on:	Layer 1
Stiffener orientation:	Parallel to axis x of Attached plating	Stiffener position:	Horizontal
End conditions:	Intermediate	Attached plating width (bplat, m):	0.240
Web height (hWeb, mm):	150.00	Flange width (bfl, mm):	100.00
Spacing (m):	1.260	Span (m):	1.200

Tabla T9.152: Definición Varengas. Elaboración propia en Compose IT.

Stiffness:

Neutral Axis (mm):	49.848		
[ExAx] (N):	4.83E+7	[Gxlx] (N.mm ²):	3.08E+10
[GyAy] (N):	1.208E+7	[Exly] (N.mm ²):	1.991E+1
[GzAz] (N):	3.933E+6	[Exlz] (N.mm ²):	1.734E+1

Tabla T9.153: Propiedades mecánicas globales Varengas. Elaboración propia en Compose IT.

Stiffener element: Attached plating

Neutral Axis (mm):	-44.60		
Section (mm ²):	2.633E+3	Inertia mm ⁴ :	5.263E+6
Bending rigidity [EI] (N.mm ²):	5.902E+10	Shear rigidity [GS] (N.mm ²):	1.244E+7



Tabla T9.154: Propiedades mecánicas chapa añadida Varengas. Elaboración propia en Compose IT.

Stiffener element: Web

Neutral Axis (mm):	36.12		
Section (mm ²):	8.763E+2	Inertia mm ⁴ :	2.786E+6
Bending rigidity [EI] (N.mm ²):	3.357E+10	Shear rigidity [GS] (N.mm ²):	4.06E+6

Tabla T9.155: Propiedades mecánicas alas Varengas. Elaboración propia en Compose IT.

Stiffener element: Flange

Neutral Axis (mm):	113.82		
Section (mm ²):	5.258E+2	Inertia mm ⁴ :	6.812E+6
Bending rigidity [EI] (N.mm ²):	1.065E+11	Shear rigidity [GS] (N.mm ²):	2.056E+6

Tabla T9.156: Propiedades mecánicas cabeza Varengas. Elaboración propia en Compose IT.

Pressures:

ID	Load case name	Type	Pressure (kN/m ²)	Pressed layer
P1	Pressure 1 (66.31 kN/m ²)	Hydrostatic	66.31	Layer 1

Tabla T9.157: Presiones aplicadas Varengas. Elaboración propia en Compose IT.

Attached plating results:

	Layer	σ 1	σ 2	τ 12	Combined
1	Mat300 @50%(M) E Glass Vinylester	0.30 (P1)	0.09 (P1)	0.00 (P1)	0.28 (P1)
2	Mat450 @50%(M) E Glass Polyester	0.30 (P1)	0.09 (P1)	0.00 (P1)	0.28 (P1)
3	Mat600 @50%(M) E Glass Vinylester	0.30 (P1)	0.09 (P1)	0.00 (P1)	0.28 (P1)
4	Roving800 @50%(M) balance 50% E Glass Vinylester	0.29 (P1)	0.02 (P1)	0.00 (P1)	0.24 (P1)
5	Roving800 @50%(M) balance 50% E Glass Vinylester	0.15 (P1)	0.15 (P1)	0.26 (P1)	0.33 (P1)
6	Roving800 @50%(M) balance 50% E Glass Vinylester	0.29 (P1)	0.02 (P1)	0.00 (P1)	0.24 (P1)
7	Mat450 @50%(M) E Glass Polyester	0.30 (P1)	0.09 (P1)	0.00 (P1)	0.28 (P1)
8	Roving800 @50%(M) balance 50% E Glass Vinylester	0.15 (P1)	0.15 (P1)	0.26 (P1)	0.33 (P1)
9	Mat450 @50%(M) E Glass Polyester	0.30 (P1)	0.09 (P1)	0.00 (P1)	0.28 (P1)
10	Roving800 @50%(M) balance 50% E Glass Vinylester	0.15 (P1)	0.15 (P1)	0.26 (P1)	0.33 (P1)
11	Roving800 @50%(M) balance 50% E Glass Vinylester	0.29 (P1)	0.02 (P1)	0.00 (P1)	0.24 (P1)
12	Roving800 @50%(M) balance 50% E Glass Vinylester	0.15 (P1)	0.15 (P1)	0.26 (P1)	0.33 (P1)



	Layer	$\sigma 1$	$\sigma 2$	$\tau 12$	Combined
13	Mat600 @50%(M) E Glass Vinylester	0.30 (P1)	0.09 (P1)	0.00 (P1)	0.28 (P1)

Tabla T9.158: Resultados análisis interlaminar chapa añadida Varengas. Elaboración propia en Compose IT.

Web results:

	Layer	$\sigma 1$	$\sigma 2$	$\tau 12$	Combined
1	Mat450 @50%(M) E Glass Polyester	0.00 (P1)	0.00 (P1)	0.99 (P1)	0.94 (P1)
2	Mat600 @50%(M) E Glass Vinylester	0.00 (P1)	0.00 (P1)	0.99 (P1)	0.94 (P1)
3	Mat600 @50%(M) E Glass Vinylester	0.00 (P1)	0.00 (P1)	0.99 (P1)	0.94 (P1)
4	Mat600 @50%(M) E Glass Vinylester	0.00 (P1)	0.00 (P1)	0.99 (P1)	0.94 (P1)
5	Mat600 @50%(M) E Glass Vinylester	0.00 (P1)	0.00 (P1)	0.99 (P1)	0.94 (P1)
6	Mat600 @50%(M) E Glass Vinylester	0.00 (P1)	0.00 (P1)	0.99 (P1)	0.94 (P1)
7	Mat600 @50%(M) E Glass Vinylester	0.00 (P1)	0.00 (P1)	0.99 (P1)	0.94 (P1)
8	Mat450 @50%(M) E Glass Polyester	0.00 (P1)	0.00 (P1)	0.99 (P1)	0.94 (P1)

Tabla T9.159: Resultados análisis interlaminar alas Varengas. Elaboración propia en Compose IT.

Flange results:

	Layer	$\sigma 1$	$\sigma 2$	$\tau 12$	Combined
1	Mat450 @50%(M) E Glass Polyester	0.77 (P1)	0.23 (P1)	0.00 (P1)	0.72 (P1)
2	Mat600 @50%(M) E Glass Vinylester	0.77 (P1)	0.23 (P1)	0.00 (P1)	0.72 (P1)
3	Mat600 @50%(M) E Glass Vinylester	0.77 (P1)	0.23 (P1)	0.00 (P1)	0.72 (P1)
4	UD1200 @50%(M) E Glass Vinylester	0.43 (P1)	0.29 (P1)	0.00 (P1)	0.52 (P1)
5	Mat600 @50%(M) E Glass Vinylester	0.77 (P1)	0.23 (P1)	0.00 (P1)	0.72 (P1)
6	Mat600 @50%(M) E Glass Vinylester	0.77 (P1)	0.23 (P1)	0.00 (P1)	0.72 (P1)

Tabla T9.160: Resultados análisis interlaminar cabeza Varengas. Elaboración propia en Compose IT.

Buckling results:

Critical column buckling stress:	338.16
Critical web buckling stress:	17.36
Analysis safety factor:	2.40



Tabla T9.161: Resultados análisis pandeo Varengas. Elaboración propia en Compose IT.

Side

Cuadernas L>0.7

Parameters:

Profile type:	Omega	Element type:	Standard
Attached plating:	Laminado costado (sandwich) L>0.7	Web on:	Layer N
Web laminate:	Laminado refuerzos M450+2M600+3UD1200+2M600 (Copy)		
Flange laminate:	Laminado refuerzos M450+2M600+3UD1200+2M600 (Copy)	Web on:	Layer 1
Stiffener orientation:	Parallel to axis x of Attached plating	Stiffener position:	Horizontal
End conditions:	Fixed	Attached plating width (bplat, m):	0.500
Web height (hWeb, mm):	220.00	Flange width (bfl, mm):	100.00
Spacing (m):	1.260	Span (m):	2.630

Tabla T9.162: Definición de cuadernas L>0.7. Elaboración propia en Compose IT.

Stiffness:

Neutral Axis (mm):	123.221		
[ExAx] (N):	1.305E+8	[GxIx] (N.mm ²):	1.775E+10
[GyAy] (N):	1.124E+7	[ExIy] (N.mm ²):	1.198E+12
[GzAz] (N):	1.178E+7	[ExIz] (N.mm ²):	1.182E+12

Tabla T9.163: Propiedades mecánicas globales cuadernas L>0.7. Elaboración propia en Compose IT.

Stiffener element: External skin

Neutral Axis (mm):	-121.22		
Section (mm ²):	1.915E+3	Inertia mm ⁴ :	2.814E+7
Bending rigidity [EI] (N.mm ²):	3.762E+11	Shear rigidity [GS] (N.mm ²):	5.742E+6

Tabla T9.164: Propiedades mecánicas chapa añadida cuadernas L>0.7. Elaboración propia en Compose IT.

Stiffener element: Web

Neutral Axis (mm):	33.46		
Section (mm ²):	3.684E+3	Inertia mm ⁴ :	1.899E+7
Bending rigidity [EI] (N.mm ²):	3.574E+11	Shear rigidity [GS] (N.mm ²):	1.206E+7

Tabla T9.165: Propiedades mecánicas alas cuadernas L>0.7. Elaboración propia en Compose IT.

Stiffener element: Flange

Neutral Axis (mm):	147.76
--------------------	--------



Section (mm ²):	8.373E+2	Inertia mm ⁴ :	1.829E+7
Bending rigidity [EI] (N.mm ²):	3.442E+11	Shear rigidity [GS] (N.mm ²):	2.74E+6

Tabla T9.166: Propiedades mecánicas cabeza cuadernas L>0.7. Elaboración propia en Compose IT.

Pressures:

ID	Load case name	Type	Pressure (kN/m ²)	Pressed layer
P1	54.95	Hydrostatic	54.95	Layer 1
P2	Pressure 2 (80.00 kN/m ²)	Side shell impact (Pssmin)	80.00	Layer 1

Tabla T9.167: Presiones aplicadas cuadernas L>0.7. Elaboración propia en Compose IT.

Attached plating results:

	Layer	σ 1	σ 2	τ 12	Combined
1	Mat300 @50%(M) E Glass Vinylester	0.74 (P1)	0.22 (P1)	0.00 (P1)	0.69 (P1)
2	Mat450 @50%(M) E Glass Polyester	0.74 (P1)	0.22 (P1)	0.00 (P1)	0.69 (P1)
3	Mat600 @50%(M) E Glass Vinylester	0.74 (P1)	0.22 (P1)	0.00 (P1)	0.69 (P1)
4	Roving800 @50%(M) balance 50% E Glass Vinylester	0.70 (P1)	0.05 (P1)	0.00 (P1)	0.59 (P1)
5	Roving800 @50%(M) balance 50% E Glass Vinylester	0.70 (P1)	0.05 (P1)	0.00 (P1)	0.59 (P1)
6	Foam PET, 150 kg/m ³ , 40mm	N/A	N/A	N/A	N/A
7	Roving800 @50%(M) balance 50% E Glass Vinylester	0.45 (P1)	0.03 (P1)	0.00 (P1)	0.38 (P1)
8	Roving800 @50%(M) balance 50% E Glass Vinylester	0.45 (P1)	0.03 (P1)	0.00 (P1)	0.38 (P1)
9	Mat600 @50%(M) E Glass Vinylester	0.48 (P1)	0.14 (P1)	0.00 (P1)	0.45 (P1)

Tabla T9.168: Resultados análisis interlaminar chapa añadida cuadernas L>0.7. Elaboración propia en Compose IT.

Web results:

	Layer	σ 1	σ 2	τ 12	Combined
1	Mat450 @50%(M) E Glass Polyester	0.00 (P1)	0.00 (P1)	0.97 (P1)	0.92 (P1)
2	Mat600 @50%(M) E Glass Vinylester	0.00 (P1)	0.00 (P1)	0.97 (P1)	0.92 (P1)
3	Mat600 @50%(M) E Glass Vinylester	0.00 (P1)	0.00 (P1)	0.97 (P1)	0.92 (P1)
4	UD1200 @50%(M) E Glass Vinylester	0.00 (P1)	0.00 (P1)	0.78 (P1)	0.83 (P1)
5	UD1200 @50%(M) E Glass Vinylester	0.00 (P1)	0.00 (P1)	0.78 (P1)	0.83 (P1)
6	UD1200 @50%(M) E Glass Vinylester	0.00 (P1)	0.00 (P1)	0.78 (P1)	0.83 (P1)



	Layer	$\sigma 1$	$\sigma 2$	$\tau 12$	Combined
7	Mat600 @50%(M) E Glass Vinylester	0.00 (P1)	0.00 (P1)	0.97 (P1)	0.92 (P1)
8	Mat600 @50%(M) E Glass Vinylester	0.00 (P1)	0.00 (P1)	0.97 (P1)	0.92 (P1)
9	Mat600 @50%(M) E Glass Vinylester	0.00 (P1)	0.00 (P1)	0.97 (P1)	0.92 (P1)
10	Mat600 @50%(M) E Glass Vinylester	0.00 (P1)	0.00 (P1)	0.97 (P1)	0.92 (P1)
11	UD1200 @50%(M) E Glass Vinylester	0.00 (P1)	0.00 (P1)	0.78 (P1)	0.83 (P1)
12	UD1200 @50%(M) E Glass Vinylester	0.00 (P1)	0.00 (P1)	0.78 (P1)	0.83 (P1)
13	UD1200 @50%(M) E Glass Vinylester	0.00 (P1)	0.00 (P1)	0.78 (P1)	0.83 (P1)
14	Mat600 @50%(M) E Glass Vinylester	0.00 (P1)	0.00 (P1)	0.97 (P1)	0.92 (P1)
15	Mat600 @50%(M) E Glass Vinylester	0.00 (P1)	0.00 (P1)	0.97 (P1)	0.92 (P1)
16	Mat450 @50%(M) E Glass Polyester	0.00 (P1)	0.00 (P1)	0.97 (P1)	0.92 (P1)

Tabla T9.169: Resultados análisis interlaminar alas cuadernas L>0.7. Elaboración propia en Compose IT.

Flange results:

	Layer	$\sigma 1$	$\sigma 2$	$\tau 12$	Combined
1	Mat450 @50%(M) E Glass Polyester	0.91 (P1)	0.27 (P1)	0.00 (P1)	0.85 (P1)
2	Mat600 @50%(M) E Glass Vinylester	0.91 (P1)	0.27 (P1)	0.00 (P1)	0.85 (P1)
3	Mat600 @50%(M) E Glass Vinylester	0.91 (P1)	0.27 (P1)	0.00 (P1)	0.85 (P1)
4	UD1200 @50%(M) E Glass Vinylester	0.75 (P1)	0.12 (P1)	0.00 (P1)	0.51 (P1)
5	UD1200 @50%(M) E Glass Vinylester	0.75 (P1)	0.12 (P1)	0.00 (P1)	0.51 (P1)
6	UD1200 @50%(M) E Glass Vinylester	0.75 (P1)	0.12 (P1)	0.00 (P1)	0.51 (P1)
7	Mat600 @50%(M) E Glass Vinylester	0.91 (P1)	0.27 (P1)	0.00 (P1)	0.85 (P1)
8	Mat600 @50%(M) E Glass Vinylester	0.91 (P1)	0.27 (P1)	0.00 (P1)	0.85 (P1)

Tabla T9.170: Resultados análisis interlaminar cabeza cuadernas L>0.7. Elaboración propia en Compose IT.

Buckling results:

Critical column buckling stress:	217.4 3
----------------------------------	------------



Critical web buckling stress:	103.6 2
Analysis safety factor:	2.40

Tabla T9.171: Resultados análisis pandeo cuadernas $L > 0.7$. Elaboración propia en Compose IT.

Palmejares $L > 0.7$

Parameters:

Profile type:	Omega	Element type:	Standard
Attached plating:	Laminado costado (sandwich) $L > 0.7$	Web on:	Layer N
Web laminate:	Laminado refuerzos M450+2M600		
Flange laminate:	Laminado refuerzos M450+2M600+UD1200+M600	Web on:	Layer 1
Stiffener orientation:	Parallel to axis x of Attached plating	Stiffener position:	Horizontal
End conditions:	Fixed	Attached plating width (bplat, m):	0.250
Web height (hWeb, mm):	130.00	Flange width (bfl, mm):	100.00
Spacing (m):	0.880	Span (m):	1.260

Tabla T9.172: Definición de palmejares. Elaboración propia en Compose IT.

Stiffness:

Neutral Axis (mm):	71.127		
[ExAx] (N):	3.9E+7	[GxIx] (N.mm ²):	1.49E+10
[GyAy] (N):	5.877E+ 6	[ExIy] (N.mm ²):	1.79E+11
[GzAz] (N):	4.167E+ 6	[ExIz] (N.mm ²):	1.554E+1 1

Tabla T9.173: Propiedades mecánicas globales palmejares. Elaboración propia en Compose IT.

Stiffener element: External skin

Neutral Axis (mm):	-69.12		
Section (mm ²):	9.574E+2	Inertia mm ⁴ :	4.576E+ 6
Bending rigidity [EI] (N.mm ²):	6.117E+1 0	Shear rigidity [GS] (N.mm ²):	2.871E+ 6

Tabla T9.174: Propiedades mecánicas chapa añadida palmejares. Elaboración propia en Compose IT.

Stiffener element: Web

Neutral Axis (mm):	40.56		
Section (mm ²):	7.594E+2	Inertia mm ⁴ :	2.319E+ 6
Bending rigidity [EI] (N.mm ²):	2.793E+1 0	Shear rigidity [GS] (N.mm ²):	3.519E+ 6

Tabla T9.175: Propiedades mecánicas alas palmejares. Elaboración propia en Compose IT.

Stiffener element: Flange

Neutral Axis (mm):	107.98		
Section (mm ²):	4.479E+2	Inertia mm ⁴ :	5.222E+ 6



Bending rigidity [EI] (N.mm ²):	8.322E+1 0	Shear rigidity [GS] (N.mm ²):	1.676E+ 6
---	---------------	---	--------------

Tabla T9.176: Propiedades mecánicas cabeza palmejares. Elaboración propia en Compose IT.

Pressures:

ID	Load case name	Type	Pressure (kN/m ²)	Pressed layer
P1	Pressure 1 (54.95 kN/m ²)	Hydrostatic	54.95	Layer 1
P2	Pressure 2 (80.00 kN/m ²)	Side shell impact (Pssmin)	80.00	Layer 1

Tabla T9.177: Presiones aplicadas palmejares. Elaboración propia en Compose IT.

Attached plating results:

	Layer	σ 1	σ 2	τ 12	Combined
1	Mat300 @50%(M) E Glass Vinylester	0.40 (P1)	0.12 (P1)	0.00 (P1)	0.37 (P1)
2	Mat450 @50%(M) E Glass Polyester	0.40 (P1)	0.12 (P1)	0.00 (P1)	0.37 (P1)
3	Mat600 @50%(M) E Glass Vinylester	0.40 (P1)	0.12 (P1)	0.00 (P1)	0.37 (P1)
4	Roving800 @50%(M) balance 50% E Glass Vinylester	0.38 (P1)	0.03 (P1)	0.00 (P1)	0.32 (P1)
5	Roving800 @50%(M) balance 50% E Glass Vinylester	0.38 (P1)	0.03 (P1)	0.00 (P1)	0.32 (P1)
6	Foam PET, 150 kg/m ³ , 40mm	N/A	N/A	N/A	N/A
7	Roving800 @50%(M) balance 50% E Glass Vinylester	0.14 (P1)	0.01 (P1)	0.00 (P1)	0.12 (P1)
8	Roving800 @50%(M) balance 50% E Glass Vinylester	0.14 (P1)	0.01 (P1)	0.00 (P1)	0.12 (P1)
9	Mat600 @50%(M) E Glass Vinylester	0.15 (P1)	0.04 (P1)	0.00 (P1)	0.14 (P1)

Tabla T9.178: Resultado análisis interlaminar chapa añadida palmejares. Elaboración propia en Compose IT.

Web results:

	Layer	σ 1	σ 2	τ 12	Combined
1	Mat450 @50%(M) E Glass Polyester	0.00 (P1)	0.00 (P1)	0.95 (P1)	0.91 (P1)
2	Mat600 @50%(M) E Glass Vinylester	0.00 (P1)	0.00 (P1)	0.95 (P1)	0.91 (P1)
3	Mat600 @50%(M) E Glass Vinylester	0.00 (P1)	0.00 (P1)	0.95 (P1)	0.91 (P1)
4	Mat600 @50%(M) E Glass Vinylester	0.00 (P1)	0.00 (P1)	0.95 (P1)	0.91 (P1)
5	Mat600 @50%(M) E Glass Vinylester	0.00 (P1)	0.00 (P1)	0.95 (P1)	0.91 (P1)
6	Mat600 @50%(M) E Glass Vinylester	0.00 (P1)	0.00 (P1)	0.95 (P1)	0.91 (P1)
7	Mat600 @50%(M) E Glass Vinylester	0.00 (P1)	0.00 (P1)	0.95 (P1)	0.91 (P1)



	Layer	σ 1	σ 2	τ 12	Combined
8	Mat450 @50%(M) E Glass Polyester	0.00 (P1)	0.00 (P1)	0.95 (P1)	0.91 (P1)

Tabla T9.179: Resultado análisis interlaminar alas palmejares. Elaboración propia en Compose IT.

Flange results:

	Layer	σ 1	σ 2	τ 12	Combined
1	Mat450 @50%(M) E Glass Polyester	0.62 (P1)	0.19 (P1)	0.00 (P1)	0.58 (P1)
2	Mat600 @50%(M) E Glass Vinylester	0.62 (P1)	0.19 (P1)	0.00 (P1)	0.58 (P1)
3	Mat600 @50%(M) E Glass Vinylester	0.62 (P1)	0.19 (P1)	0.00 (P1)	0.58 (P1)
4	UD1200 @50%(M) E Glass Vinylester	0.51 (P1)	0.08 (P1)	0.00 (P1)	0.35 (P1)
5	Mat600 @50%(M) E Glass Vinylester	0.62 (P1)	0.19 (P1)	0.00 (P1)	0.58 (P1)

Tabla T9.180: Resultado análisis interlaminar cabeza palmejares. Elaboración propia en Compose IT.

Buckling results:

Critical column buckling stress:	386.5 2
Critical web buckling stress:	23.11
Analysis safety factor:	2.40

Tabla T9.181: Resultado análisis pandeo palmejares. Elaboración propia en Compose IT.

Cuadernas L<0.7

Parameters:

Profile type:	Omega	Element type:	Standard
Attached plating:	Laminado costado (sandwich) L<0.7	Web on:	Layer N
Web laminate:	Laminado refuerzos M450+3M600		
Flange laminate:	Laminado refuerzos M450+2M600+UD1200+2M600	Web on:	Layer 1
Stiffener orientation:	Parallel to axis x of Attached plating	Stiffener position:	Horizontal
End conditions:	Fixed	Attached plating width (bplat, m):	0.500
Web height (hWeb, mm):	200.00	Flange width (bfl, mm):	100.00
Spacing (m):	1.260	Span (m):	2.630

Tabla T9.182: Definición de cuadernas L<0.7. Elaboración propia en Compose IT.

Stiffness:

Neutral Axis (mm):	74.748		
[ExAx] (N):	6.772E+ 7	[GxIx] (N.mm ²):	2.367E+1 0
[GyAy] (N):	1.067E+ 7	[ExIy] (N.mm ²):	5.232E+1 1
[GzAz] (N):	5.721E+ 6	[ExIz] (N.mm ²):	1.063E+1 2



Tabla T9.183: Propiedades mecánicas globales cuadernas L<0.7. Elaboración propia en Compose IT.

Stiffener element: External skin

Neutral Axis (mm):	-72.74		
Section (mm ²):	1.915E+3	Inertia mm ⁴ :	1.014E+7
Bending rigidity [EI] (N.mm ²):	1.355E+1 1	Shear rigidity [GS] (N.mm ²):	5.742E+6

Tabla T9.184: Propiedades mecánicas chapa añadida cuadernas L<0.7. Elaboración propia en Compose IT.

Stiffener element: Web

Neutral Axis (mm):	71.94		
Section (mm ²):	1.168E+3	Inertia mm ⁴ :	9.941E+6
Bending rigidity [EI] (N.mm ²):	1.198E+1 1	Shear rigidity [GS] (N.mm ²):	5.413E+6

Tabla T9.185: Propiedades mecánicas alas cuadernas L<0.7. Elaboración propia en Compose IT.

Stiffener element: Flange

Neutral Axis (mm):	174.63		
Section (mm ²):	5.258E+2	Inertia mm ⁴ :	1.604E+7
Bending rigidity [EI] (N.mm ²):	2.507E+1 1	Shear rigidity [GS] (N.mm ²):	2.056E+6

Tabla T9.186: Propiedades mecánicas cabeza cuadernas L<0.7. Elaboración propia en Compose IT.

Pressures:

ID	Load case name	Type	Pressure (kN/m ²)	Pressed layer
P1	Pressure 1 (20.88 kN/m ²)	Hydrostatic	20.88	Layer 1
P2	Pressure 2 (60.00 kN/m ²)	Side shell impact (Pssmin)	60.00	Layer 1

Tabla T9.187: Presiones aplicadas cuadernas L<0.7. Elaboración propia en Compose IT.

Attached plating results:

	Layer	σ 1	σ 2	τ 12	Combined
1	Mat300 @50%(M) E Glass Vinylester	0.39 (P1)	0.12 (P1)	0.00 (P1)	0.36 (P1)
2	Mat450 @50%(M) E Glass Polyester	0.39 (P1)	0.12 (P1)	0.00 (P1)	0.36 (P1)
3	Mat600 @50%(M) E Glass Vinylester	0.39 (P1)	0.12 (P1)	0.00 (P1)	0.36 (P1)
4	Roving800 @50%(M) balance 50% E Glass Vinylester	0.37 (P1)	0.03 (P1)	0.00 (P1)	0.31 (P1)
5	Roving800 @50%(M) balance 50% E Glass Vinylester	0.37 (P1)	0.03 (P1)	0.00 (P1)	0.31 (P1)
6	Foam PET, 150 kg/m ³ , 40mm	N/A	N/A	N/A	N/A
7	Roving800 @50%(M) balance 50% E Glass Vinylester	0.15 (P1)	0.01 (P1)	0.00 (P1)	0.13 (P1)



	Layer	$\sigma 1$	$\sigma 2$	$\tau 12$	Combined
8	Roving800 @50%(M) balance 50% E Glass Vinylester	0.15 (P1)	0.01 (P1)	0.00 (P1)	0.13 (P1)
9	Mat600 @50%(M) E Glass Vinylester	0.16 (P1)	0.05 (P1)	0.00 (P1)	0.15 (P1)

Tabla T9.188: Resultados análisis interlaminar chapa añadida cuadernas L<0.7. Elaboración propia en Compose IT.

Web results:

	Layer	$\sigma 1$	$\sigma 2$	$\tau 12$	Combined
1	Mat450 @50%(M) E Glass Polyester	0.00 (P1)	0.00 (P1)	0.82 (P1)	0.78 (P1)
2	Mat600 @50%(M) E Glass Vinylester	0.00 (P1)	0.00 (P1)	0.82 (P1)	0.78 (P1)
3	Mat600 @50%(M) E Glass Vinylester	0.00 (P1)	0.00 (P1)	0.82 (P1)	0.78 (P1)
4	Mat600 @50%(M) E Glass Vinylester	0.00 (P1)	0.00 (P1)	0.82 (P1)	0.78 (P1)
5	Mat600 @50%(M) E Glass Vinylester	0.00 (P1)	0.00 (P1)	0.82 (P1)	0.78 (P1)
6	Mat600 @50%(M) E Glass Vinylester	0.00 (P1)	0.00 (P1)	0.82 (P1)	0.78 (P1)
7	Mat600 @50%(M) E Glass Vinylester	0.00 (P1)	0.00 (P1)	0.82 (P1)	0.78 (P1)
8	Mat450 @50%(M) E Glass Polyester	0.00 (P1)	0.00 (P1)	0.82 (P1)	0.78 (P1)

Tabla T9.189: Resultados análisis interlaminar alas cuadernas L<0.7. Elaboración propia en Compose IT.

Flange results:

	Layer	$\sigma 1$	$\sigma 2$	$\tau 12$	Combined
1	Mat450 @50%(M) E Glass Polyester	0.93 (P1)	0.28 (P1)	0.00 (P1)	0.87 (P1)
2	Mat600 @50%(M) E Glass Vinylester	0.93 (P1)	0.28 (P1)	0.00 (P1)	0.87 (P1)
3	Mat600 @50%(M) E Glass Vinylester	0.93 (P1)	0.28 (P1)	0.00 (P1)	0.87 (P1)
4	UD1200 @50%(M) E Glass Vinylester	0.77 (P1)	0.12 (P1)	0.00 (P1)	0.52 (P1)
5	Mat600 @50%(M) E Glass Vinylester	0.93 (P1)	0.28 (P1)	0.00 (P1)	0.87 (P1)
6	Mat600 @50%(M) E Glass Vinylester	0.93 (P1)	0.28 (P1)	0.00 (P1)	0.87 (P1)

Tabla T9.190: Resultados análisis interlaminar cabeza cuadernas L<0.7. Elaboración propia en Compose IT.

Buckling results:

Critical column buckling stress:	148.2 2
----------------------------------	------------



Critical web buckling stress:	9.76
Analysis safety factor:	2.40

Tabla T9.191: Resultados análisis pandeo cuadernas $L < 0.7$. Elaboración propia en Compose IT.

Palmejares $L < 0.7$

Parameters:

Profile type:	Omega	Element type:	Standard
Attached plating:	Laminado costado (sandwich) $L < 0.7$	Web on:	Layer N
Web laminate:	Laminado refuerzos M450+2M600		
Flange laminate:	Laminado refuerzos M450+2M600	Web on:	Layer 1
Stiffener orientation:	Parallel to axis x of Attached plating	Stiffener position:	Horizontal
End conditions:	Fixed	Attached plating width (bplat, m):	0.250
Web height (hWeb, mm):	100.00	Flange width (bfl, mm):	100.00
Spacing (m):	0.880	Span (m):	1.260

Tabla T9.192: Definición palmejares $L < 0.7$. Elaboración propia en Compose IT.

Stiffness:

Neutral Axis (mm):	50.363		
[ExAx] (N):	3.327E+7	[Gxlx] (N.mm ²):	1.017E+10
[GyAy] (N):	5.608E+6	[Exly] (N.mm ²):	8.483E+10
[GzAz] (N):	3.424E+6	[Exlz] (N.mm ²):	1.474E+11

Tabla T9.193: Propiedades mecánicas globales palmejares $L < 0.7$. Elaboración propia en Compose IT.

Stiffener element: External skin

Neutral Axis (mm):	-48.36		
Section (mm ²):	9.574E+2	Inertia mm ⁴ :	2.24E+6
Bending rigidity [EI] (N.mm ²):	2.995E+10	Shear rigidity [GS] (N.mm ²):	2.871E+6

Tabla T9.194: Propiedades mecánicas chapa añadida palmejares $L < 0.7$. Elaboración propia en Compose IT.

Stiffener element: Flange

Neutral Axis (mm):	97.78		
Section (mm ²):	2.921E+2	Inertia mm ⁴ :	2.793E+6
Bending rigidity [EI] (N.mm ²):	3.365E+10	Shear rigidity [GS] (N.mm ²):	1.353E+6

Tabla T9.195: Propiedades mecánicas cabeza palmejares $L < 0.7$. Elaboración propia en Compose IT.

Pressures:

ID	Load case name	Type	Pressure (kN/m ²)	Pressed layer
P1	Pressure 1 (20.88 kN/m ²)	Hydrostatic	20.88	Layer 1
P2	Pressure 2 (60.00 kN/m ²)	Side shell impact (Pssmin)	60.00	Layer 1

Tabla T9.196: Presiones aplicadas palmejares $L < 0.7$. Elaboración propia en Compose IT.

Attached plating results:

	Layer	$\sigma 1$	$\sigma 2$	$\tau 12$	Combined
1	Mat300 @50%(M) E Glass Vinylester	0.22 (P1)	0.07 (P1)	0.00 (P1)	0.21 (P1)
2	Mat450 @50%(M) E Glass Polyester	0.22 (P1)	0.07 (P1)	0.00 (P1)	0.21 (P1)
3	Mat600 @50%(M) E Glass Vinylester	0.22 (P1)	0.07 (P1)	0.00 (P1)	0.21 (P1)
4	Roving800 @50%(M) balance 50% E Glass Vinylester	0.21 (P1)	0.02 (P1)	0.00 (P1)	0.18 (P1)
5	Roving800 @50%(M) balance 50% E Glass Vinylester	0.21 (P1)	0.02 (P1)	0.00 (P1)	0.18 (P1)
6	Foam PET, 150 kg/m ³ , 40mm	N/A	N/A	N/A	N/A
7	Roving800 @50%(M) balance 50% E Glass Vinylester	0.02 (P1)	0.00 (P1)	0.00 (P1)	0.02 (P1)
8	Roving800 @50%(M) balance 50% E Glass Vinylester	0.02 (P1)	0.00 (P1)	0.00 (P1)	0.02 (P1)
9	Mat600 @50%(M) E Glass Vinylester	0.02 (P1)	0.01 (P1)	0.00 (P1)	0.02 (P1)

Tabla T9.197: Resultados análisis interlaminar chapa añadida palmejares $L < 0.7$. Elaboración propia en Compose IT.

Web results:

	Layer	$\sigma 1$	$\sigma 2$	$\tau 12$	Combined
1	Mat450 @50%(M) E Glass Polyester	0.00 (P1)	0.00 (P1)	0.47 (P1)	0.45 (P1)
2	Mat600 @50%(M) E Glass Vinylester	0.00 (P1)	0.00 (P1)	0.47 (P1)	0.45 (P1)
3	Mat600 @50%(M) E Glass Vinylester	0.00 (P1)	0.00 (P1)	0.47 (P1)	0.45 (P1)
4	Mat600 @50%(M) E Glass Vinylester	0.00 (P1)	0.00 (P1)	0.47 (P1)	0.45 (P1)
5	Mat600 @50%(M) E Glass Vinylester	0.00 (P1)	0.00 (P1)	0.47 (P1)	0.45 (P1)
6	Mat600 @50%(M) E Glass Vinylester	0.00 (P1)	0.00 (P1)	0.47 (P1)	0.45 (P1)
7	Mat600 @50%(M) E Glass Vinylester	0.00 (P1)	0.00 (P1)	0.47 (P1)	0.45 (P1)
8	Mat450 @50%(M) E Glass Polyester	0.00 (P1)	0.00 (P1)	0.47 (P1)	0.45 (P1)

Tabla T9.198: Resultados análisis interlaminar alas palmejares $L < 0.7$. Elaboración propia en Compose IT.

Flange results:

	Layer	$\sigma 1$	$\sigma 2$	$\tau 12$	Combined
1	Mat450 @50%(M) E Glass Polyester	0.45 (P1)	0.13 (P1)	0.00 (P1)	0.42 (P1)



2	Mat600 @50%(M) E Glass Vinylester	0.45 (P1)	0.13 (P1)	0.00 (P1)	0.42 (P1)
3	Mat600 @50%(M) E Glass Vinylester	0.45 (P1)	0.13 (P1)	0.00 (P1)	0.42 (P1)
4	Mat600 @50%(M) E Glass Vinylester	0.45 (P1)	0.13 (P1)	0.00 (P1)	0.42 (P1)

Tabla T9.199:Resultados análisis interlaminar cabeza palmejares L<0.7. Elaboración propia en Compose IT.

Buckling results:

Critical column buckling stress:	207.0 0
Critical web buckling stress:	39.06
Analysis safety factor:	2.40

Tabla T9.200:Resultados análisis pandeo palmejares L<0.7. Elaboración propia en Compose IT.

Refuerzos verticales superestructura

Parameters:

Profile type:	Omega	Element type:	Standard
Attached plating:	Laminado exterior superestructura (sandwich)	Web on:	Layer N
Web laminate:	Laminado refuerzos M450+2M600		
Flange laminate:	Laminado refuerzos M450+2M600+UD1200+M600	Web on:	Layer 1
Stiffener orientation:	Parallel to axis x of Attached plating	Stiffener position:	Horizontal
End conditions:	Fixed	Attached plating width (bplat, m):	0.250
Web height (hWeb, mm):	130.00	Flange width (bfl, mm):	100.00
Spacing (m):	1.260	Span (m):	2.130

Tabla T9.201:Definición refuerzos verticales superestructura. Elaboración propia en Compose IT.

Stiffness:

Neutral Axis (mm):	75.025		
[ExAx] (N):	2.675E+7	[GxIx] (N.mm ²):	1.125E+10
[GyAy] (N):	2.953E+6	[ExIy] (N.mm ²):	1.077E+11
[GzAz] (N):	3.696E+6	[ExIz] (N.mm ²):	8.253E+10

Tabla T9.202:Propiedades mecánicas globales refuerzos verticales superestructura. Elaboración propia en Compose IT.

Stiffener element: External skin

Neutral Axis (mm):	-73.97		
Section (mm ²):	5.031E+2	Inertia mm ⁴ :	2.753E+6
Bending rigidity [EI] (N.mm ²):	3.661E+10	Shear rigidity [GS] (N.mm ²):	1.539E+6



Tabla T9.203: Propiedades mecánicas chapa añadida refuerzos verticales superestructura. Elaboración propia en Compose IT.

Stiffener element: Web

Neutral Axis (mm):	13.03		
Section (mm ²):	7.594E+2	Inertia mm ⁴ :	1.198E+6
Bending rigidity [EI] (N.mm ²):	1.444E+10	Shear rigidity [GS] (N.mm ²):	3.519E+6

Tabla T9.204: Propiedades mecánicas alas refuerzos verticales superestructura. Elaboración propia en Compose IT.

Stiffener element: Flange

Neutral Axis (mm):	80.44		
Section (mm ²):	4.479E+2	Inertia mm ⁴ :	2.899E+6
Bending rigidity [EI] (N.mm ²):	4.619E+10	Shear rigidity [GS] (N.mm ²):	1.676E+6

Tabla T9.205: Propiedades mecánicas cabeza refuerzos verticales superestructura. Elaboración propia en Compose IT.

Pressures:

ID	Load case name	Type	Pressure (kN/m ²)	Pressed layer
P1	Pressure 1 (15.32 kN/m ²)	Hydrostatic	15.32	Layer 1
P2	Pressure 2 (30.00 kN/m ²)	Side shell impact (Pssmin)	30.00	Layer 1

Tabla T9.206: Presiones aplicadas refuerzos verticales superestructura. Elaboración propia en Compose IT.

Attached plating results:

	Layer	σ 1	σ 2	τ 12	Combined
1	Mat300 @50%(M) E Glass Vinylester	0.87 (P1)	0.26 (P1)	0.00 (P1)	0.81 (P1)
2	Mat450 @50%(M) E Glass Polyester	0.87 (P1)	0.26 (P1)	0.00 (P1)	0.81 (P1)
3	Roving800 @50%(M) balance 50% E Glass Vinylester	0.82 (P1)	0.06 (P1)	0.00 (P1)	0.69 (P1)
4	Foam PET, 100 kg/m ³ , 20mm	N/A	N/A	N/A	N/A
5	Roving800 @50%(M) balance 50% E Glass Vinylester	0.58 (P1)	0.04 (P1)	0.00 (P1)	0.49 (P1)

Tabla T9.207: Resultados análisis interlaminar chapa añadida refuerzos verticales superestructura. Elaboración propia en Compose IT.

Web results:

	Layer	σ 1	σ 2	τ 12	Combined
1	Mat450 @50%(M) E Glass Polyester	0.00 (P1)	0.00 (P1)	0.69 (P1)	0.66 (P1)
2	Mat600 @50%(M) E Glass Vinylester	0.00 (P1)	0.00 (P1)	0.69 (P1)	0.66 (P1)
3	Mat600 @50%(M) E Glass Vinylester	0.00 (P1)	0.00 (P1)	0.69 (P1)	0.66 (P1)



	Layer	$\sigma 1$	$\sigma 2$	$\tau 12$	Combined
4	Mat600 @50%(M) E Glass Vinylester	0.00 (P1)	0.00 (P1)	0.69 (P1)	0.66 (P1)
5	Mat600 @50%(M) E Glass Vinylester	0.00 (P1)	0.00 (P1)	0.69 (P1)	0.66 (P1)
6	Mat600 @50%(M) E Glass Vinylester	0.00 (P1)	0.00 (P1)	0.69 (P1)	0.66 (P1)
7	Mat600 @50%(M) E Glass Vinylester	0.00 (P1)	0.00 (P1)	0.69 (P1)	0.66 (P1)
8	Mat450 @50%(M) E Glass Polyester	0.00 (P1)	0.00 (P1)	0.69 (P1)	0.66 (P1)

Tabla T9.208: Resultados análisis interlaminar alas refuerzos verticales superestructura. Elaboración propia en Compose IT.

Flange results:

	Layer	$\sigma 1$	$\sigma 2$	$\tau 12$	Combined
1	Mat450 @50%(M) E Glass Polyester	0.94 (P1)	0.28 (P1)	0.00 (P1)	0.88 (P1)
2	Mat600 @50%(M) E Glass Vinylester	0.94 (P1)	0.28 (P1)	0.00 (P1)	0.88 (P1)
3	Mat600 @50%(M) E Glass Vinylester	0.94 (P1)	0.28 (P1)	0.00 (P1)	0.88 (P1)
4	UD1200 @50%(M) E Glass Vinylester	0.78 (P1)	0.12 (P1)	0.00 (P1)	0.53 (P1)
5	Mat600 @50%(M) E Glass Vinylester	0.94 (P1)	0.28 (P1)	0.00 (P1)	0.88 (P1)

Tabla T9.209: Resultados análisis interlaminar cabeza refuerzos verticales superestructura. Elaboración propia en Compose IT.

Buckling results:

Critical column buckling stress:	118.8 8
Critical web buckling stress:	23.11
Analysis safety factor:	2.40

Tabla T9.210: Resultados análisis pandeo refuerzos verticales superestructura. Elaboración propia en Compose IT.

Refuerzos horizontales superestructura

Parameters:

Profile type:	Omega	Element type:	Standard
Attached plating:	Laminado exterior superestructura (sandwich)	Web on:	Layer N
Web laminate:	Laminado refuerzos M450+2M600		
Flange laminate:	Laminado refuerzos M450+2M600	Web on:	Layer 1
Stiffener orientation:	Parallel to axis x of Attached plating	Stiffener position:	Horizontal
End conditions:	Fixed	Attached plating width (bplat, m):	0.250
Web height (hWeb, mm):		80.00	Flange width (bfl, mm): 50.00
Spacing (m):		1.065	Span (m): 1.260

Tabla T9.211: Definición refuerzos horizontales superestructura. Elaboración propia en Compose IT.

Stiffness:

Neutral Axis (mm):	35.336		
[ExAx] (N):	1.786E+7	[GxIx] (N.mm ²):	3.358E+8
[GyAy] (N):	2.12E+6	[ExIy] (N.mm ²):	2.423E+10
[GzAz] (N):	2.317E+6	[ExIz] (N.mm ²):	5.852E+10

Tabla T9.212: Propiedades mecánicas globales refuerzos horizontales superestructura. Elaboración propia en Compose IT.

Stiffener element: External skin

Neutral Axis (mm):	-34.28		
Section (mm ²):	5.031E+2	Inertia mm ⁴ :	5.914E+5
Bending rigidity [EI] (N.mm ²):	7.865E+9	Shear rigidity [GS] (N.mm ²):	1.539E+6

Tabla T9.213: Propiedades mecánicas chapa añadida refuerzos horizontales superestructura. Elaboración propia en Compose IT.

Stiffener element: Web

Neutral Axis (mm):	27.72		
Section (mm ²):	4.674E+2	Inertia mm ⁴ :	6.082E+5
Bending rigidity [EI] (N.mm ²):	7.327E+9	Shear rigidity [GS] (N.mm ²):	2.165E+6

Tabla T9.214: Propiedades mecánicas alas refuerzos horizontales superestructura. Elaboración propia en Compose IT.

Stiffener element: Flange

Neutral Axis (mm):	69.18		
Section (mm ²):	1.46E+2	Inertia mm ⁴ :	6.99E+5
Bending rigidity [EI] (N.mm ²):	8.42E+9	Shear rigidity [GS] (N.mm ²):	6.767E+5

Tabla T9.215: Propiedades mecánicas cabeza refuerzos horizontales superestructura. Elaboración propia en Compose IT.

Pressures:

ID	Load case name	Type	Pressure (kN/m ²)	Pressed layer
P1	Pressure 1 (15.32 kN/m ²)	Hydrostatic	15.32	Layer 1
P2	Pressure 2 (30.00 kN/m ²)	Side shell impact (Pssmin)	30.00	Layer 1

Tabla T9.216: Presiones aplicadas refuerzos horizontales superestructura. Elaboración propia en Compose IT.

Attached plating results:

	Layer	σ 1	σ 2	τ 12	Combined
1	Mat300 @50%(M) E Glass Vinylester	0.43 (P1)	0.13 (P1)	0.00 (P1)	0.40 (P1)



	Layer	$\sigma 1$	$\sigma 2$	$\tau 12$	Combined
2	Mat450 @50%(M) E Glass Polyester	0.43 (P1)	0.13 (P1)	0.00 (P1)	0.40 (P1)
3	Roving800 @50%(M) balance 50% E Glass Vinylester	0.41 (P1)	0.03 (P1)	0.00 (P1)	0.35 (P1)
4	Foam PET, 100 kg/m ³ , 20mm	N/A	N/A	N/A	N/A
5	Roving800 @50%(M) balance 50% E Glass Vinylester	0.15 (P1)	0.01 (P1)	0.00 (P1)	0.13 (P1)

Tabla T9.217: Resultados análisis interlaminar chapa añadida refuerzos horizontales superestructura. Elaboración propia en Compose IT.

Web results:

	Layer	$\sigma 1$	$\sigma 2$	$\tau 12$	Combined
1	Mat450 @50%(M) E Glass Polyester	0.00 (P1)	0.00 (P1)	0.46 (P1)	0.44 (P1)
2	Mat600 @50%(M) E Glass Vinylester	0.00 (P1)	0.00 (P1)	0.46 (P1)	0.44 (P1)
3	Mat600 @50%(M) E Glass Vinylester	0.00 (P1)	0.00 (P1)	0.46 (P1)	0.44 (P1)
4	Mat600 @50%(M) E Glass Vinylester	0.00 (P1)	0.00 (P1)	0.46 (P1)	0.44 (P1)
5	Mat600 @50%(M) E Glass Vinylester	0.00 (P1)	0.00 (P1)	0.46 (P1)	0.44 (P1)
6	Mat600 @50%(M) E Glass Vinylester	0.00 (P1)	0.00 (P1)	0.46 (P1)	0.44 (P1)
7	Mat600 @50%(M) E Glass Vinylester	0.00 (P1)	0.00 (P1)	0.46 (P1)	0.44 (P1)
8	Mat450 @50%(M) E Glass Polyester	0.00 (P1)	0.00 (P1)	0.46 (P1)	0.44 (P1)

Tabla T9.218: Resultados análisis interlaminar alas refuerzos horizontales superestructura. Elaboración propia en Compose IT.

Flange results:

	Layer	$\sigma 1$	$\sigma 2$	$\tau 12$	Combined
1	Mat450 @50%(M) E Glass Polyester	0.87 (P1)	0.26 (P1)	0.00 (P1)	0.82 (P1)
2	Mat600 @50%(M) E Glass Vinylester	0.87 (P1)	0.26 (P1)	0.00 (P1)	0.82 (P1)
3	Mat600 @50%(M) E Glass Vinylester	0.87 (P1)	0.26 (P1)	0.00 (P1)	0.82 (P1)
4	Mat600 @50%(M) E Glass Vinylester	0.87 (P1)	0.26 (P1)	0.00 (P1)	0.82 (P1)

Tabla T9.219: Resultados análisis interlaminar cabeza refuerzos horizontales superestructura. Elaboración propia en Compose IT.

Buckling results:

Critical column buckling stress:	109.4 7
Critical web buckling stress:	61.03



Analysis safety factor:	2.40
-------------------------	------

Tabla T9.220: Resultados análisis pandeo refuerzos horizontales superestructura. Elaboración propia en Compose IT.

Deck

Baos entre patines

Parameters:

Profile type:	Omega	Element type:	Standard
Attached plating:	Laminado cubierta principal zona carga (sandwich)	Web on:	Layer N
Web laminate:	Laminado baos entre patines		
Flange laminate:	Laminado baos entre patines	Web on:	Layer 1
Stiffener orientation:	Parallel to axis x of Attached plating	Stiffener position:	Horizontal
End conditions:	Simply supported	Attached plating width (bplat, m):	1.500
Web height (hWeb, mm):	330.00	Flange width (bfl, mm):	200.00
Spacing (m):	1.260	Span (m):	7.500

Tabla T9.221: Definición refuerzos cubierta. Elaboración propia en Compose IT.

Stiffness:

Neutral Axis (mm):	160.010		
[ExAx] (N):	4.139E+ 8	[GxIx] (N.mm ²):	1.709E+1 1
[GyAy] (N):	3.831E+ 7	[ExIy] (N.mm ²):	8.374E+1 2
[GzAz] (N):	3.472E+ 7	[ExIz] (N.mm ²):	3.559E+1 3

Tabla T9.222: Propiedades mecánicas globales refuerzos cubierta. Elaboración propia en Compose IT.

Stiffener element: External skin

Neutral Axis (mm):	-157.90		
Section (mm ²):	6.134E+3	Inertia mm ⁴ :	1.529E+ 8
Bending rigidity [EI] (N.mm ²):	2.138E+1 2	Shear rigidity [GS] (N.mm ²):	1.598E+ 7

Tabla T9.223: Propiedades mecánicas chapa añadida refuerzos cubierta. Elaboración propia en Compose IT.

Stiffener element: Web

Neutral Axis (mm):	52.97		
Section (mm ²):	1.067E+4	Inertia mm ⁴ :	1.267E+ 8
Bending rigidity [EI] (N.mm ²):	2.242E+1 2	Shear rigidity [GS] (N.mm ²):	3.628E+ 7

Tabla T9.224: Propiedades mecánicas alas refuerzos cubierta. Elaboración propia en Compose IT.

Stiffener element: Flange

Neutral Axis (mm):	226.04		
Section (mm ²):	3.233E+3	Inertia mm ⁴ :	1.652E+ 8



Bending rigidity [EI] (N.mm ²):	2.923E+1 2	Shear rigidity [GS] (N.mm ²):	1.099E+ 7
---	---------------	---	--------------

Tabla T9.225: Propiedades mecánicas cabeza refuerzos cubierta. Elaboración propia en Compose IT.

Forces:

ID	Load case name	Type	Nx (kN/m)	Mx (kN.m/m)	Tyz (kN/m)
DF 1	Momento flector	Hydrostatic	0.000	92.160	0.00

Tabla T9.226: Fuerzas aplicadas refuerzos cubierta. Elaboración propia en Compose IT.

Attached plating results:

	Layer	σ 1	σ 2	τ 12	Combined
1	Mat300 @50%(M) E Glass Vinylester	0.38 (DF1)	0.11 (DF1)	0.00 (DF1)	0.35 (DF1)
2	Mat450 @50%(M) E Glass Polyester	0.38 (DF1)	0.11 (DF1)	0.00 (DF1)	0.35 (DF1)
3	Roving800 @50%(M) balance 50% E Glass Vinylester	0.36 (DF1)	0.03 (DF1)	0.00 (DF1)	0.30 (DF1)
4	Roving800 @50%(M) balance 50% E Glass Vinylester	0.36 (DF1)	0.03 (DF1)	0.00 (DF1)	0.30 (DF1)
5	Roving800 @50%(M) balance 50% E Glass Vinylester	0.36 (DF1)	0.03 (DF1)	0.00 (DF1)	0.30 (DF1)
6	Foam PET, 150 kg/m ³ , 40mm	N/A	N/A	N/A	N/A
7	Roving800 @50%(M) balance 50% E Glass Vinylester	0.26 (DF1)	0.02 (DF1)	0.00 (DF1)	0.22 (DF1)
8	Roving800 @50%(M) balance 50% E Glass Vinylester	0.26 (DF1)	0.02 (DF1)	0.00 (DF1)	0.22 (DF1)
9	Roving800 @50%(M) balance 50% E Glass Vinylester	0.26 (DF1)	0.02 (DF1)	0.00 (DF1)	0.22 (DF1)
10	Mat600 @50%(M) E Glass Vinylester	0.27 (DF1)	0.08 (DF1)	0.00 (DF1)	0.25 (DF1)

Tabla T9.227: Resultados análisis interlaminar chapa añadida refuerzos cubierta. Elaboración propia en Compose IT.

Web results:

	Layer	σ 1	σ 2	τ 12	Combined
1	Mat450 @50%(M) E Glass Polyester	0.00 (DF1)	0.00 (DF1)	0.00 (DF1)	0.00 (DF1)
2	Mat600 @50%(M) E Glass Vinylester	0.00 (DF1)	0.00 (DF1)	0.00 (DF1)	0.00 (DF1)
3	Roving800 @50%(M) balance 50% E Glass Vinylester	0.00 (DF1)	0.00 (DF1)	0.00 (DF1)	0.00 (DF1)
4	UD1200 @50%(M) E Glass Vinylester	0.00 (DF1)	0.00 (DF1)	0.00 (DF1)	0.00 (DF1)
5	Roving800 @50%(M) balance 50% E Glass Vinylester	0.00 (DF1)	0.00 (DF1)	0.00 (DF1)	0.00 (DF1)
6	UD1200 @50%(M) E Glass Vinylester	0.00 (DF1)	0.00 (DF1)	0.00 (DF1)	0.00 (DF1)
7	Roving800 @50%(M) balance 50% E Glass Vinylester	0.00 (DF1)	0.00 (DF1)	0.00 (DF1)	0.00 (DF1)
8	UD1200 @50%(M) E Glass Vinylester	0.00 (DF1)	0.00 (DF1)	0.00 (DF1)	0.00 (DF1)
9	Roving800 @50%(M) balance 50% E Glass Vinylester	0.00 (DF1)	0.00 (DF1)	0.00 (DF1)	0.00 (DF1)
10	UD1200 @50%(M) E Glass Vinylester	0.00 (DF1)	0.00 (DF1)	0.00 (DF1)	0.00 (DF1)
11	Roving800 @50%(M) balance 50% E Glass Vinylester	0.00 (DF1)	0.00 (DF1)	0.00 (DF1)	0.00 (DF1)
12	UD1200 @50%(M) E Glass Vinylester	0.00 (DF1)	0.00 (DF1)	0.00 (DF1)	0.00 (DF1)
13	Roving800 @50%(M) balance 50% E Glass Vinylester	0.00 (DF1)	0.00 (DF1)	0.00 (DF1)	0.00 (DF1)
14	Mat600 @50%(M) E Glass Vinylester	0.00 (DF1)	0.00 (DF1)	0.00 (DF1)	0.00 (DF1)
15	Mat600 @50%(M) E Glass Vinylester	0.00 (DF1)	0.00 (DF1)	0.00 (DF1)	0.00 (DF1)
16	Roving800 @50%(M) balance 50% E Glass Vinylester	0.00 (DF1)	0.00 (DF1)	0.00 (DF1)	0.00 (DF1)
17	UD1200 @50%(M) E Glass Vinylester	0.00 (DF1)	0.00 (DF1)	0.00 (DF1)	0.00 (DF1)
18	Roving800 @50%(M) balance 50% E Glass Vinylester	0.00 (DF1)	0.00 (DF1)	0.00 (DF1)	0.00 (DF1)



	Layer	$\sigma 1$	$\sigma 2$	$\tau 12$	Combined
19	UD1200 @50%(M) E Glass Vinylester	0.00 (DF1)	0.00 (DF1)	0.00 (DF1)	0.00 (DF1)
20	Roving800 @50%(M) balance 50% E Glass Vinylester	0.00 (DF1)	0.00 (DF1)	0.00 (DF1)	0.00 (DF1)
21	UD1200 @50%(M) E Glass Vinylester	0.00 (DF1)	0.00 (DF1)	0.00 (DF1)	0.00 (DF1)
22	Roving800 @50%(M) balance 50% E Glass Vinylester	0.00 (DF1)	0.00 (DF1)	0.00 (DF1)	0.00 (DF1)
23	UD1200 @50%(M) E Glass Vinylester	0.00 (DF1)	0.00 (DF1)	0.00 (DF1)	0.00 (DF1)
24	Roving800 @50%(M) balance 50% E Glass Vinylester	0.00 (DF1)	0.00 (DF1)	0.00 (DF1)	0.00 (DF1)
25	UD1200 @50%(M) E Glass Vinylester	0.00 (DF1)	0.00 (DF1)	0.00 (DF1)	0.00 (DF1)
26	Roving800 @50%(M) balance 50% E Glass Vinylester	0.00 (DF1)	0.00 (DF1)	0.00 (DF1)	0.00 (DF1)
27	Mat600 @50%(M) E Glass Vinylester	0.00 (DF1)	0.00 (DF1)	0.00 (DF1)	0.00 (DF1)
28	Mat450 @50%(M) E Glass Polyester	0.00 (DF1)	0.00 (DF1)	0.00 (DF1)	0.00 (DF1)

Tabla T9.228: Resultados análisis interlaminar alas refuerzos cubierta. Elaboración propia en Compose IT.

Flange results:

	Layer	$\sigma 1$	$\sigma 2$	$\tau 12$	Combined
1	Mat450 @50%(M) E Glass Polyester	0.54 (DF1)	0.16 (DF1)	0.00 (DF1)	0.50 (DF1)
2	Mat600 @50%(M) E Glass Vinylester	0.54 (DF1)	0.16 (DF1)	0.00 (DF1)	0.50 (DF1)
3	Roving800 @50%(M) balance 50% E Glass Vinylester	0.51 (DF1)	0.04 (DF1)	0.00 (DF1)	0.43 (DF1)
4	UD1200 @50%(M) E Glass Vinylester	0.30 (DF1)	0.21 (DF1)	0.00 (DF1)	0.37 (DF1)
5	Roving800 @50%(M) balance 50% E Glass Vinylester	0.27 (DF1)	0.27 (DF1)	0.46 (DF1)	0.59 (DF1)
6	UD1200 @50%(M) E Glass Vinylester	0.30 (DF1)	0.21 (DF1)	0.00 (DF1)	0.37 (DF1)
7	Roving800 @50%(M) balance 50% E Glass Vinylester	0.51 (DF1)	0.04 (DF1)	0.00 (DF1)	0.43 (DF1)
8	UD1200 @50%(M) E Glass Vinylester	0.30 (DF1)	0.21 (DF1)	0.00 (DF1)	0.37 (DF1)
9	Roving800 @50%(M) balance 50% E Glass Vinylester	0.27 (DF1)	0.27 (DF1)	0.46 (DF1)	0.59 (DF1)
10	UD1200 @50%(M) E Glass Vinylester	0.30 (DF1)	0.21 (DF1)	0.00 (DF1)	0.37 (DF1)
11	Roving800 @50%(M) balance 50% E Glass Vinylester	0.51 (DF1)	0.04 (DF1)	0.00 (DF1)	0.43 (DF1)
12	UD1200 @50%(M) E Glass Vinylester	0.30 (DF1)	0.21 (DF1)	0.00 (DF1)	0.37 (DF1)
13	Roving800 @50%(M) balance 50% E Glass Vinylester	0.27 (DF1)	0.27 (DF1)	0.46 (DF1)	0.59 (DF1)
14	Mat600 @50%(M) E Glass Vinylester	0.54 (DF1)	0.16 (DF1)	0.00 (DF1)	0.50 (DF1)

Tabla T9.229: Resultados análisis interlaminar cabeza refuerzos cubierta. Elaboración propia en Compose IT.

Buckling results:

Critical column buckling stress:	56.78
Critical web buckling stress:	161.2 6
Analysis safety factor:	2.40

Tabla T9.230: Resultados análisis pandeo refuerzos cubierta. Elaboración propia en Compose IT.

Baos entre patines (presiones tunel)

Parameters:

Profile type:	Omega	Element type:	Standard
Attached plating:	Laminado cubierta principal zona carga (sandwich)	Web on:	Layer N
Web laminate:	Laminado baos entre patines		
Flange laminate:	Laminado baos entre patines	Web on:	Layer 1
Stiffener orientation:	Parallel to axis x of Attached plating	Stiffener position:	Horizontal



Profile type:	Omega	Element type:	Standard
End conditions:	Fixed	Attached plating width (bplat, m):	0.200
Web height (hWeb, mm):	330.00	Flange width (bfl, mm):	200.00
Spacing (m):	1.260	Span (m):	0.880

Tabla T9.231: Definición baos entre patines. Elaboración propia en Compose IT.

Stiffness:

Neutral Axis (mm):	234.055		
[ExAx] (N):	2.683E+8	[GxIx] (N.mm ²):	4.508E+11
[GyAy] (N):	1.305E+7	[ExIy] (N.mm ²):	4.122E+12
[GzAz] (N):	3.101E+7	[ExIz] (N.mm ²):	1.869E+12

Tabla T9.232: Propiedades mecánicas globales baos entre patines. Elaboración propia en Compose IT.

Stiffener element: External skin

Neutral Axis (mm):	-231.94		
Section (mm ²):	8.179E+2	Inertia mm ⁴ :	4.4E+7
Bending rigidity [EI] (N.mm ²):	6.151E+11	Shear rigidity [GS] (N.mm ²):	2.131E+6

Tabla T9.233: Propiedades mecánicas chapa añadida baos entre patines. Elaboración propia en Compose IT.

Stiffener element: Web

Neutral Axis (mm):	-21.07		
Section (mm ²):	1.067E+4	Inertia mm ⁴ :	1.015E+8
Bending rigidity [EI] (N.mm ²):	1.796E+12	Shear rigidity [GS] (N.mm ²):	3.628E+7

Tabla T9.234: Propiedades mecánicas alas baos entre patines. Elaboración propia en Compose IT.

Stiffener element: Flange

Neutral Axis (mm):	151.99		
Section (mm ²):	3.233E+3	Inertia mm ⁴ :	7.474E+7
Bending rigidity [EI] (N.mm ²):	1.322E+12	Shear rigidity [GS] (N.mm ²):	1.099E+7

Tabla T9.235: Propiedades mecánicas cabeza baos entre patines. Elaboración propia en Compose IT.

Pressures:

ID	Load case name	Type	Pressure (kN/m ²)	Pressed layer
P1	Pressure 1 (54.95 kN/m ²)	Hydrostatic	54.95	Layer 1
P2	Pressure 2 (80.00 kN/m ²)	Hydrostatic	80.00	Layer 1

Tabla T9.236: Presiones aplicadas baos entre patines. Elaboración propia en Compose IT.

Attached plating results:

	Layer	σ 1	σ 2	τ 12	Combined
1	Mat300 @50%(M) E Glass Vinylester	0.02 (P2)	0.00 (P2)	0.00 (P1)	0.01 (P2)
2	Mat450 @50%(M) E Glass Polyester	0.02 (P2)	0.00 (P2)	0.00 (P1)	0.01 (P2)
3	Roving800 @50%(M) balance 50% E Glass Vinylester	0.02 (P2)	0.00 (P2)	0.00 (P1)	0.01 (P2)
4	Roving800 @50%(M) balance 50% E Glass Vinylester	0.02 (P2)	0.00 (P2)	0.00 (P1)	0.01 (P2)
5	Roving800 @50%(M) balance 50% E Glass Vinylester	0.02 (P2)	0.00 (P2)	0.00 (P1)	0.01 (P2)
6	Foam PET, 150 kg/m3, 40mm	N/A	N/A	N/A	N/A
7	Roving800 @50%(M) balance 50% E Glass Vinylester	0.01 (P2)	0.00 (P2)	0.00 (P1)	0.01 (P2)
8	Roving800 @50%(M) balance 50% E Glass Vinylester	0.01 (P2)	0.00 (P2)	0.00 (P1)	0.01 (P2)
9	Roving800 @50%(M) balance 50% E Glass Vinylester	0.01 (P2)	0.00 (P2)	0.00 (P1)	0.01 (P2)
10	Mat600 @50%(M) E Glass Vinylester	0.01 (P2)	0.00 (P2)	0.00 (P1)	0.01 (P2)

Tabla T9.237: Resultado análisis interlaminar chapa añadida baos entre patines. Elaboración propia en Compose IT.

Web results:

	Layer	σ 1	σ 2	τ 12	Combined
1	Mat450 @50%(M) E Glass Polyester	0.00 (P1)	0.00 (P1)	0.06 (P2)	0.06 (P2)
2	Mat600 @50%(M) E Glass Vinylester	0.00 (P1)	0.00 (P1)	0.06 (P2)	0.06 (P2)
3	Roving800 @50%(M) balance 50% E Glass Vinylester	0.00 (P1)	0.00 (P1)	0.06 (P2)	0.07 (P2)
4	UD1200 @50%(M) E Glass Vinylester	0.00 (P1)	0.00 (P1)	0.05 (P2)	0.05 (P2)
5	Roving800 @50%(M) balance 50% E Glass Vinylester	0.03 (P2)	0.03 (P2)	0.00 (P2)	0.05 (P2)
6	UD1200 @50%(M) E Glass Vinylester	0.00 (P1)	0.00 (P1)	0.05 (P2)	0.05 (P2)
7	Roving800 @50%(M) balance 50% E Glass Vinylester	0.00 (P1)	0.00 (P1)	0.06 (P2)	0.07 (P2)
8	UD1200 @50%(M) E Glass Vinylester	0.00 (P1)	0.00 (P1)	0.05 (P2)	0.05 (P2)
9	Roving800 @50%(M) balance 50% E Glass Vinylester	0.03 (P2)	0.03 (P2)	0.00 (P2)	0.05 (P2)
10	UD1200 @50%(M) E Glass Vinylester	0.00 (P1)	0.00 (P1)	0.05 (P2)	0.05 (P2)



	Layer	$\sigma 1$	$\sigma 2$	$\tau 12$	Combined
11	Roving800 @50%(M) balance 50% E Glass Vinylester	0.00 (P1)	0.00 (P1)	0.06 (P2)	0.07 (P2)
12	UD1200 @50%(M) E Glass Vinylester	0.00 (P1)	0.00 (P1)	0.05 (P2)	0.05 (P2)
13	Roving800 @50%(M) balance 50% E Glass Vinylester	0.03 (P2)	0.03 (P2)	0.00 (P2)	0.05 (P2)
14	Mat600 @50%(M) E Glass Vinylester	0.00 (P1)	0.00 (P1)	0.06 (P2)	0.06 (P2)
15	Mat600 @50%(M) E Glass Vinylester	0.00 (P1)	0.00 (P1)	0.06 (P2)	0.06 (P2)
16	Roving800 @50%(M) balance 50% E Glass Vinylester	0.03 (P2)	0.03 (P2)	0.00 (P2)	0.05 (P2)
17	UD1200 @50%(M) E Glass Vinylester	0.00 (P1)	0.00 (P1)	0.05 (P2)	0.05 (P2)
18	Roving800 @50%(M) balance 50% E Glass Vinylester	0.00 (P1)	0.00 (P1)	0.06 (P2)	0.07 (P2)
19	UD1200 @50%(M) E Glass Vinylester	0.00 (P1)	0.00 (P1)	0.05 (P2)	0.05 (P2)
20	Roving800 @50%(M) balance 50% E Glass Vinylester	0.03 (P2)	0.03 (P2)	0.00 (P2)	0.05 (P2)
21	UD1200 @50%(M) E Glass Vinylester	0.00 (P1)	0.00 (P1)	0.05 (P2)	0.05 (P2)
22	Roving800 @50%(M) balance 50% E Glass Vinylester	0.00 (P1)	0.00 (P1)	0.06 (P2)	0.07 (P2)
23	UD1200 @50%(M) E Glass Vinylester	0.00 (P1)	0.00 (P1)	0.05 (P2)	0.05 (P2)
24	Roving800 @50%(M) balance 50% E Glass Vinylester	0.03 (P2)	0.03 (P2)	0.00 (P2)	0.05 (P2)
25	UD1200 @50%(M) E Glass Vinylester	0.00 (P1)	0.00 (P1)	0.05 (P2)	0.05 (P2)
26	Roving800 @50%(M) balance 50% E Glass Vinylester	0.00 (P1)	0.00 (P1)	0.06 (P2)	0.07 (P2)
27	Mat600 @50%(M) E Glass Vinylester	0.00 (P1)	0.00 (P1)	0.06 (P2)	0.06 (P2)
28	Mat450 @50%(M) E Glass Polyester	0.00 (P1)	0.00 (P1)	0.06 (P2)	0.06 (P2)

Tabla T9.238: Resultado análisis interlaminar alas baos entre patines. Elaboración propia en Compose IT.

Flange results:

	Layer	$\sigma 1$	$\sigma 2$	$\tau 12$	Combined
1	Mat450 @50%(M) E Glass Polyester	0.01 (P2)	0.00 (P2)	0.00 (P1)	0.01 (P2)
2	Mat600 @50%(M) E Glass Vinylester	0.01 (P2)	0.00 (P2)	0.00 (P1)	0.01 (P2)
3	Roving800 @50%(M) balance 50% E Glass Vinylester	0.01 (P2)	0.00 (P2)	0.00 (P1)	0.01 (P2)



	Layer	$\sigma 1$	$\sigma 2$	$\tau 12$	Combined
4	UD1200 @50%(M) E Glass Vinylester	0.01 (P2)	0.00 (P2)	0.00 (P1)	0.01 (P2)
5	Roving800 @50%(M) balance 50% E Glass Vinylester	0.01 (P2)	0.01 (P2)	0.01 (P2)	0.01 (P2)
6	UD1200 @50%(M) E Glass Vinylester	0.01 (P2)	0.00 (P2)	0.00 (P1)	0.01 (P2)
7	Roving800 @50%(M) balance 50% E Glass Vinylester	0.01 (P2)	0.00 (P2)	0.00 (P1)	0.01 (P2)
8	UD1200 @50%(M) E Glass Vinylester	0.01 (P2)	0.00 (P2)	0.00 (P1)	0.01 (P2)
9	Roving800 @50%(M) balance 50% E Glass Vinylester	0.01 (P2)	0.01 (P2)	0.01 (P2)	0.01 (P2)
10	UD1200 @50%(M) E Glass Vinylester	0.01 (P2)	0.00 (P2)	0.00 (P1)	0.01 (P2)
11	Roving800 @50%(M) balance 50% E Glass Vinylester	0.01 (P2)	0.00 (P2)	0.00 (P1)	0.01 (P2)
12	UD1200 @50%(M) E Glass Vinylester	0.01 (P2)	0.00 (P2)	0.00 (P1)	0.01 (P2)
13	Roving800 @50%(M) balance 50% E Glass Vinylester	0.01 (P2)	0.01 (P2)	0.01 (P2)	0.01 (P2)
14	Mat600 @50%(M) E Glass Vinylester	0.01 (P2)	0.00 (P2)	0.00 (P1)	0.01 (P2)

Tabla T9.239: Resultado análisis interlaminar cabeza baos entre patines. Elaboración propia en Compose IT.

Buckling results:

Critical column buckling stress:	3 390.06
Critical web buckling stress:	161.26
Analysis safety factor:	2.40

Tabla T9.240: Resultado análisis pandeo baos entre patines. Elaboración propia en Compose IT.

Longitudinales cubierta

Parameters:

Profile type:	Omega	Element type:	Standard
Attached plating:	Laminado cubierta principal zona carga (sandwich)	Web on:	Layer N
Web laminate:	Laminado refuerzos M450+3M600		
Flange laminate:	Laminado refuerzos M450+3M600	Web on:	Layer 1
Stiffener orientation:	Parallel to axis x of Attached plating	Stiffener position:	Horizontal
End conditions:	Fixed	Attached plating width (bplat, m):	0.240
Web height (hWeb, mm):		330.00	Flange width (bfl, mm): 100.00
Spacing (m):		0.880	Span (m): 1.260

Tabla T9.241: Definición refuerzos longitudinales cubierta. Elaboración propia en Compose IT.

Stiffness:

Neutral Axis (mm):	128.956		
[ExAx] (N):	5.363E+7	[GxIx] (N.mm ²):	4.69E+10



[GyAy] (N):	5.791E+ 6	[Exly] (N.mm ²):	9.07E+11
[GzAz] (N):	8.013E+ 6	[Exlz] (N.mm ²):	1.961E+1 1

Tabla T9.242: Propiedades mecánicas globales refuerzos longitudinales cubierta. Elaboración propia en Compose IT.

Stiffener element: External skin

Neutral Axis (mm):	-126.84		
Section (mm ²):	9.814E+2	Inertia mm ⁴ :	1.579E+ 7
Bending rigidity [EI] (N.mm ²):	2.208E+1 1	Shear rigidity [GS] (N.mm ²):	2.557E+ 6

Tabla T9.243: Propiedades mecánicas chapa añadida refuerzos longitudinales cubierta. Elaboración propia en Compose IT.

Stiffener element: Web

Neutral Axis (mm):	84.03		
Section (mm ²):	1.928E+3	Inertia mm ⁴ :	3.111E+ 7
Bending rigidity [EI] (N.mm ²):	3.747E+1 1	Shear rigidity [GS] (N.mm ²):	8.932E+ 6

Tabla T9.244: Propiedades mecánicas alas refuerzos longitudinales cubierta. Elaboración propia en Compose IT.

Stiffener element: Flange

Neutral Axis (mm):	250.49		
Section (mm ²):	2.921E+2	Inertia mm ⁴ :	1.833E+ 7
Bending rigidity [EI] (N.mm ²):	2.208E+1 1	Shear rigidity [GS] (N.mm ²):	1.353E+ 6

Tabla T9.245: Propiedades mecánicas cabeza refuerzos longitudinales cubierta. Elaboración propia en Compose IT.

Pressures:

ID	Load case name	Type	Pressure (kN/m ²)	Pressed layer
P1	Pressure 1 (54.95 kN/m ²)	Hydrostatic	54.95	Layer 1
P2	Pressure 2 (80.00 kN/m ²)	Hydrostatic	80.00	Layer 1

Tabla T9.246: Presiones aplicadas refuerzos longitudinales cubierta. Elaboración propia en Compose IT.

Attached plating results:

	Layer	σ 1	σ 2	τ 12	Combined
1	Mat300 @50%(M) E Glass Vinylester	0.21 (P2)	0.06 (P2)	0.00 (P1)	0.20 (P2)
2	Mat450 @50%(M) E Glass Polyester	0.21 (P2)	0.06 (P2)	0.00 (P1)	0.20 (P2)
3	Roving800 @50%(M) balance 50% E Glass Vinylester	0.20 (P2)	0.01 (P2)	0.00 (P1)	0.17 (P2)



	Layer	σ 1	σ 2	τ 12	Combined
4	Roving800 @50%(M) balance 50% E Glass Vinylester	0.20 (P2)	0.01 (P2)	0.00 (P1)	0.17 (P2)
5	Roving800 @50%(M) balance 50% E Glass Vinylester	0.20 (P2)	0.01 (P2)	0.00 (P1)	0.17 (P2)
6	Foam PET, 150 kg/m ³ , 40mm	N/A	N/A	N/A	N/A
7	Roving800 @50%(M) balance 50% E Glass Vinylester	0.13 (P2)	0.01 (P2)	0.00 (P1)	0.11 (P2)
8	Roving800 @50%(M) balance 50% E Glass Vinylester	0.13 (P2)	0.01 (P2)	0.00 (P1)	0.11 (P2)
9	Roving800 @50%(M) balance 50% E Glass Vinylester	0.13 (P2)	0.01 (P2)	0.00 (P1)	0.11 (P2)
10	Mat600 @50%(M) E Glass Vinylester	0.14 (P2)	0.04 (P2)	0.00 (P1)	0.13 (P2)

Tabla T9.247: Resultados análisis interlaminar chapa añadida refuerzos longitudinales cubierta. Elaboración propia en Compose IT.

Web results:

	Layer	σ 1	σ 2	τ 12	Combined
1	Mat450 @50%(M) E Glass Polyester	0.00 (P1)	0.00 (P1)	0.55 (P2)	0.52 (P2)
2	Mat600 @50%(M) E Glass Vinylester	0.00 (P1)	0.00 (P1)	0.55 (P2)	0.52 (P2)
3	Mat600 @50%(M) E Glass Vinylester	0.00 (P1)	0.00 (P1)	0.55 (P2)	0.52 (P2)
4	Mat600 @50%(M) E Glass Vinylester	0.00 (P1)	0.00 (P1)	0.55 (P2)	0.52 (P2)
5	Mat600 @50%(M) E Glass Vinylester	0.00 (P1)	0.00 (P1)	0.55 (P2)	0.52 (P2)
6	Mat600 @50%(M) E Glass Vinylester	0.00 (P1)	0.00 (P1)	0.55 (P2)	0.52 (P2)
7	Mat600 @50%(M) E Glass Vinylester	0.00 (P1)	0.00 (P1)	0.55 (P2)	0.52 (P2)
8	Mat450 @50%(M) E Glass Polyester	0.00 (P1)	0.00 (P1)	0.55 (P2)	0.52 (P2)

Tabla T9.248: Resultados análisis interlaminar alas refuerzos longitudinales cubierta. Elaboración propia en Compose IT.

Flange results:

	Layer	σ 1	σ 2	τ 12	Combined
1	Mat450 @50%(M) E Glass Polyester	0.41 (P2)	0.12 (P2)	0.00 (P1)	0.39 (P2)
2	Mat600 @50%(M) E Glass Vinylester	0.41 (P2)	0.12 (P2)	0.00 (P1)	0.39 (P2)
3	Mat600 @50%(M) E Glass Vinylester	0.41 (P2)	0.12 (P2)	0.00 (P1)	0.39 (P2)
4	Mat600 @50%(M) E Glass Vinylester	0.41 (P2)	0.12 (P2)	0.00 (P1)	0.39 (P2)



Tabla T9.249: Resultados análisis interlaminar cabeza refuerzos longitudinales cubierta. Elaboración propia en Compose IT.

Buckling results:

Critical column buckling stress:	1 363.20
Critical web buckling stress:	3.59
Analysis safety factor:	2.40

Tabla T9.250: Resultados análisis pandeo refuerzos longitudinales cubierta. Elaboración propia en Compose IT.

Baos cubierta superior

Parameters:

Profile type:	Omega	Element type:	Standard
Attached plating:	Laminado exterior superestructura (sandwich)	Web on:	Layer N
Web laminate:	Laminado refuerzos M450+3M600		
Flange laminate:	Laminado refuerzos M450+2M600+UD1200+M600	Web on:	Layer 1
Stiffener orientation:	Parallel to axis x of Attached plating	Stiffener position:	Horizontal
End conditions:	Fixed	Attached plating width (bplat, m):	0.250
Web height (hWeb, mm):	130.00	Flange width (bfl, mm):	100.00
Spacing (m):	1.260	Span (m):	1.650

Tabla T9.251: Definición baos cubierta superior. Elaboración propia en Compose IT.

Stiffness:

Neutral Axis (mm):	75.025		
[ExAx] (N):	2.675E+7	[GxIx] (N.mm ²):	1.125E+10
[GyAy] (N):	2.953E+6	[ExIy] (N.mm ²):	1.077E+11
[GzAz] (N):	3.696E+6	[ExIz] (N.mm ²):	8.253E+10

Tabla T9.252: Propiedades mecánicas globales baos cubierta superior. Elaboración propia en Compose IT.

Stiffener element: External skin

Neutral Axis (mm):	-73.97		
Section (mm ²):	5.031E+2	Inertia mm ⁴ :	2.753E+6
Bending rigidity [EI] (N.mm ²):	3.661E+10	Shear rigidity [GS] (N.mm ²):	1.539E+6

Tabla T9.253: Propiedades mecánicas chapa añadida baos cubierta superior. Elaboración propia en Compose IT.

Stiffener element: Web

Neutral Axis (mm):	13.03		
Section (mm ²):	7.594E+2	Inertia mm ⁴ :	1.198E+6
Bending rigidity [EI] (N.mm ²):	1.444E+10	Shear rigidity [GS] (N.mm ²):	3.519E+6



Tabla T9.254: Propiedades mecánicas alas baos cubierta superior. Elaboración propia en Compose IT.

Stiffener element: Flange

Neutral Axis (mm):	80.44		
Section (mm ²):	4.479E+2	Inertia mm ⁴ :	2.899E+6
Bending rigidity [EI] (N.mm ²):	4.619E+10	Shear rigidity [GS] (N.mm ²):	1.676E+6

Tabla T9.255: Propiedades mecánicas cabeza baos cubierta superior. Elaboración propia en Compose IT.

Pressures:

ID	Load case name	Type	Pressure (kN/m ²)	Pressed layer
P1	Pressure 1 (8.23 kN/m ²)	Hydrostatic	8.23	Layer 1

Tabla T9.256: Presiones aplicadas baos cubierta superior. Elaboración propia en Compose IT.

Attached plating results:

	Layer	σ 1	σ 2	τ 12	Combined
1	Mat300 @50%(M) E Glass Vinylester	0.25 (P1)	0.07 (P1)	0.00 (P1)	0.23 (P1)
2	Mat450 @50%(M) E Glass Polyester	0.25 (P1)	0.07 (P1)	0.00 (P1)	0.23 (P1)
3	Roving800 @50%(M) balance 50% E Glass Vinylester	0.23 (P1)	0.02 (P1)	0.00 (P1)	0.20 (P1)
4	Foam PET, 100 kg/m ³ , 20mm	N/A	N/A	N/A	N/A
5	Roving800 @50%(M) balance 50% E Glass Vinylester	0.17 (P1)	0.01 (P1)	0.00 (P1)	0.14 (P1)

Tabla T9.257: Análisis interlaminar chapa añadida baos cubierta superior. Elaboración propia en Compose IT.

Web results:

	Layer	σ 1	σ 2	τ 12	Combined
1	Mat450 @50%(M) E Glass Polyester	0.00 (P1)	0.00 (P1)	0.25 (P1)	0.24 (P1)
2	Mat600 @50%(M) E Glass Vinylester	0.00 (P1)	0.00 (P1)	0.25 (P1)	0.24 (P1)
3	Mat600 @50%(M) E Glass Vinylester	0.00 (P1)	0.00 (P1)	0.25 (P1)	0.24 (P1)
4	Mat600 @50%(M) E Glass Vinylester	0.00 (P1)	0.00 (P1)	0.25 (P1)	0.24 (P1)
5	Mat600 @50%(M) E Glass Vinylester	0.00 (P1)	0.00 (P1)	0.25 (P1)	0.24 (P1)
6	Mat600 @50%(M) E Glass Vinylester	0.00 (P1)	0.00 (P1)	0.25 (P1)	0.24 (P1)
7	Mat600 @50%(M) E Glass Vinylester	0.00 (P1)	0.00 (P1)	0.25 (P1)	0.24 (P1)
8	Mat450 @50%(M) E Glass Polyester	0.00 (P1)	0.00 (P1)	0.25 (P1)	0.24 (P1)



Tabla T9.258: Análisis interlaminar alas baos cubierta superior. Elaboración propia en Compose IT.

Flange results:

	Layer	$\sigma 1$	$\sigma 2$	$\tau 12$	Combined
1	Mat450 @50%(M) E Glass Polyester	0.27 (P1)	0.08 (P1)	0.00 (P1)	0.25 (P1)
2	Mat600 @50%(M) E Glass Vinylester	0.27 (P1)	0.08 (P1)	0.00 (P1)	0.25 (P1)
3	Mat600 @50%(M) E Glass Vinylester	0.27 (P1)	0.08 (P1)	0.00 (P1)	0.25 (P1)
4	UD1200 @50%(M) E Glass Vinylester	0.22 (P1)	0.04 (P1)	0.00 (P1)	0.15 (P1)
5	Mat600 @50%(M) E Glass Vinylester	0.27 (P1)	0.08 (P1)	0.00 (P1)	0.25 (P1)

Tabla T9.259: Análisis interlaminar cabeza baos cubierta superior. Elaboración propia en Compose IT.

Buckling results:

Critical column buckling stress:	198.10
Critical web buckling stress:	23.11
Analysis safety factor:	2.40

Tabla T9.260: Análisis pandeo baos cubierta superior. Elaboración propia en Compose IT.

Bulkhead

Refuerzos mamparos

Parameters:

Profile type:	Omega	Element type:	Standard
Attached plating:	Laminado mamparos (sandwich)	Web on:	Layer N
Web laminate:	Laminado refuerzos M450+3M600		
Flange laminate:	Laminado refuerzos M450+2M600+UD1200+M600	Web on:	Layer 1
Stiffener orientation:	Parallel to axis x of Attached plating	Stiffener position:	Horizontal
End conditions:	Fixed	Attached plating width (bplat, m):	0.300
Web height (hWeb, mm):	130.00	Flange width (bfl, mm):	100.00
Spacing (m):	0.550	Span (m):	1.100

Tabla T9.261: Definición refuerzos mamparos. Elaboración propia en Compose IT.

Stiffness:

Neutral Axis (mm):	85.651		
[ExAx] (N):	3.025E+7	[GxIx] (N.mm ²):	1.837E+10
[GyAy] (N):	8.443E+6	[ExIy] (N.mm ²):	1.392E+11
[GzAz] (N):	4.037E+6	[ExIz] (N.mm ²):	1.528E+11



Tabla T9.262: Propiedades mecánicas globales refuerzos mamparos. Elaboración propia en Compose IT.

Stiffener element: External skin

Neutral Axis (mm):	-84.60		
Section (mm ²):	7.205E+2	Inertia mm ⁴ :	5.158E+6
Bending rigidity [EI] (N.mm ²):	4.838E+10	Shear rigidity [GS] (N.mm ²):	3.901E+6

Tabla T9.263: Propiedades mecánicas chapa añadida refuerzos mamparos. Elaboración propia en Compose IT.

Stiffener element: Web

Neutral Axis (mm):	24.15		
Section (mm ²):	7.594E+2	Inertia mm ⁴ :	1.513E+6
Bending rigidity [EI] (N.mm ²):	1.822E+10	Shear rigidity [GS] (N.mm ²):	3.519E+6

Tabla T9.264: Propiedades mecánicas alas refuerzos mamparos. Elaboración propia en Compose IT.

Stiffener element: Flange

Neutral Axis (mm):	91.57		
Section (mm ²):	4.479E+2	Inertia mm ⁴ :	3.756E+6
Bending rigidity [EI] (N.mm ²):	5.985E+10	Shear rigidity [GS] (N.mm ²):	1.676E+6

Tabla T9.265: Propiedades mecánicas cabeza refuerzos mamparos. Elaboración propia en Compose IT.

Pressures:

ID	Load case name	Type	Pressure (kN/m ²)	Pressed layer
P1	Pressure 1 (86.93 kN/m ²)	Hydrostatic	86.93	Layer 1

Tabla T9.266: Presiones aplicadas refuerzos mamparos. Elaboración propia en Compose IT.

Attached plating results:

	Layer	σ 1	σ 2	τ 12	Combined
1	Mat600 @50%(M) E Glass Vinylester	0.53 (P1)	0.16 (P1)	0.00 (P1)	0.50 (P1)
2	Mat450 @50%(M) E Glass Polyester	0.53 (P1)	0.16 (P1)	0.00 (P1)	0.50 (P1)
3	Roving800 @50%(M) balance 50% E Glass Vinylester	0.27 (P1)	0.27 (P1)	0.45 (P1)	0.58 (P1)
4	Foam PET, 150 kg/m ³ , 40mm	N/A	N/A	N/A	N/A
5	Mat450 @50%(M) E Glass Polyester	0.27 (P1)	0.08 (P1)	0.00 (P1)	0.25 (P1)
6	Roving800 @50%(M) balance 50% E Glass Vinylester	0.13 (P1)	0.13 (P1)	0.22 (P1)	0.29 (P1)
7	Mat600 @50%(M) E Glass Vinylester	0.27 (P1)	0.08 (P1)	0.00 (P1)	0.25 (P1)



Tabla T9.267: Resultados análisis interlaminar chapa añadida refuerzos mamparos. Elaboración propia en Compose IT.

Web results:

	Layer	$\sigma 1$	$\sigma 2$	$\tau 12$	Combined
1	Mat450 @50%(M) E Glass Polyester	0.00 (P1)	0.00 (P1)	0.95 (P1)	0.90 (P1)
2	Mat600 @50%(M) E Glass Vinylester	0.00 (P1)	0.00 (P1)	0.95 (P1)	0.90 (P1)
3	Mat600 @50%(M) E Glass Vinylester	0.00 (P1)	0.00 (P1)	0.95 (P1)	0.90 (P1)
4	Mat600 @50%(M) E Glass Vinylester	0.00 (P1)	0.00 (P1)	0.95 (P1)	0.90 (P1)
5	Mat600 @50%(M) E Glass Vinylester	0.00 (P1)	0.00 (P1)	0.95 (P1)	0.90 (P1)
6	Mat600 @50%(M) E Glass Vinylester	0.00 (P1)	0.00 (P1)	0.95 (P1)	0.90 (P1)
7	Mat600 @50%(M) E Glass Vinylester	0.00 (P1)	0.00 (P1)	0.95 (P1)	0.90 (P1)
8	Mat450 @50%(M) E Glass Polyester	0.00 (P1)	0.00 (P1)	0.95 (P1)	0.90 (P1)

Tabla T9.268: Resultados análisis interlaminar alas refuerzos mamparos. Elaboración propia en Compose IT.

Flange results:

	Layer	$\sigma 1$	$\sigma 2$	$\tau 12$	Combined
1	Mat450 @50%(M) E Glass Polyester	0.58 (P1)	0.17 (P1)	0.00 (P1)	0.54 (P1)
2	Mat600 @50%(M) E Glass Vinylester	0.58 (P1)	0.17 (P1)	0.00 (P1)	0.54 (P1)
3	Mat600 @50%(M) E Glass Vinylester	0.58 (P1)	0.17 (P1)	0.00 (P1)	0.54 (P1)
4	UD1200 @50%(M) E Glass Vinylester	0.48 (P1)	0.08 (P1)	0.00 (P1)	0.32 (P1)
5	Mat600 @50%(M) E Glass Vinylester	0.58 (P1)	0.17 (P1)	0.00 (P1)	0.54 (P1)

Tabla T9.269: Resultados análisis interlaminar cabeza refuerzos mamparos. Elaboración propia en Compose IT.

Buckling results:

Critical column buckling stress:	428.6 5
Critical web buckling stress:	23.11
Analysis safety factor:	2.40

Tabla T9.270: Resultados análisis pandeo refuerzos mamparos. Elaboración propia en Compose IT.

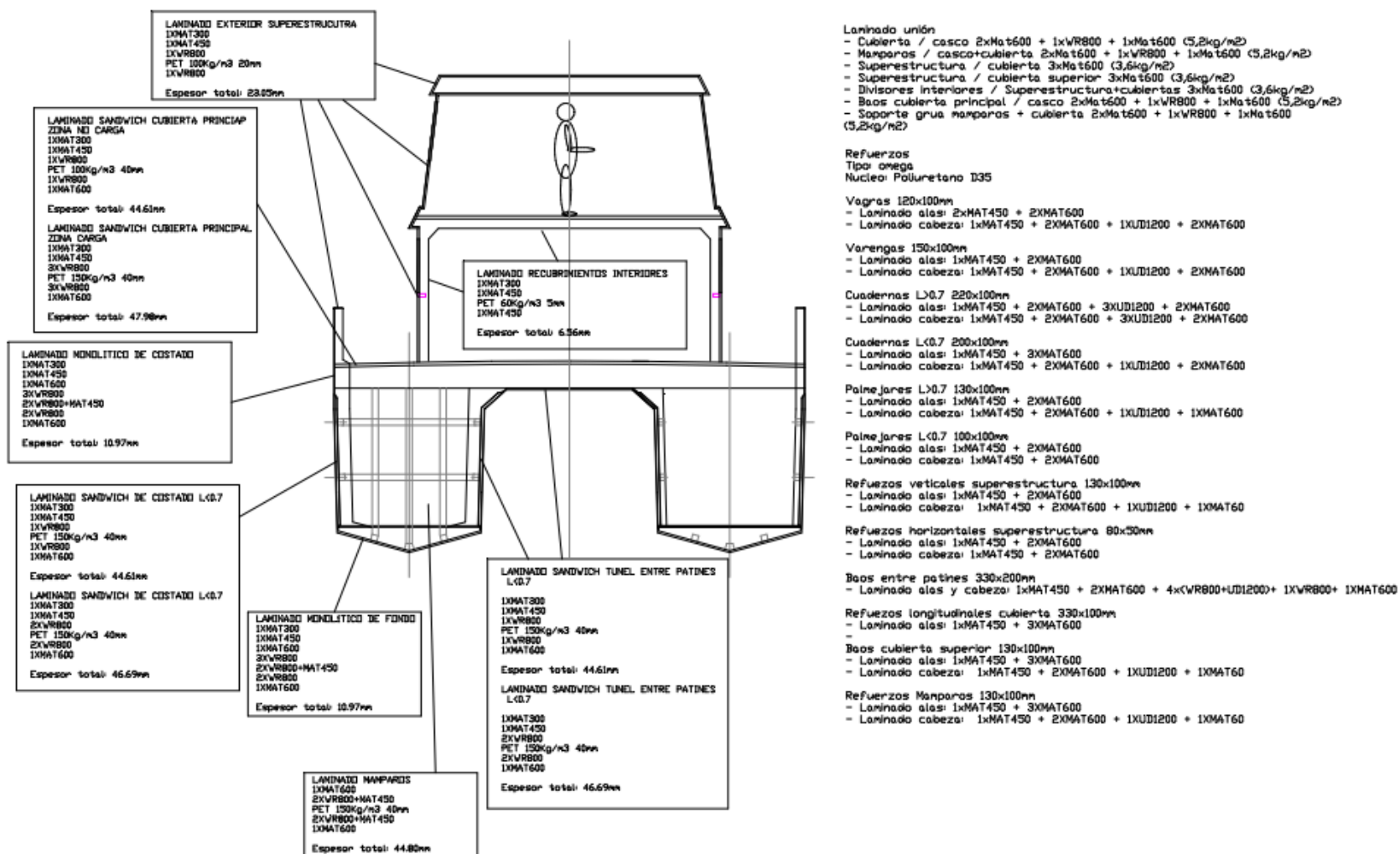


Figura F9.8: Esquema laminados y cuaderna maestra. Elaboración propia.



CUADERNILLO 10: PESOS Y CENTRO DE GRAVEDAD



CONTENIDO:

- 10.1 INTRODUCCIÓN
- 10.2 ESTIMACIÓN DEL PESO EN ROSCA DE PANELES DE ESTRUCTURA
- 10.3 ESTIMACIÓN DEL PESO EN ROSCA DE REFUERZOS DE ESTRUCTURA
- 10.4 ESTIMACIÓN DEL PESO EN ROSCA DE LAMINADOS DE UNIÓN DE ESTRUCTURA
- 10.5 ESTIMACIÓN DEL PESO EN ROSCA DE PINTURAS Y RECUBRIMIENTOS
- 10.6 ESTIMACIÓN DEL PESO EN ROSCA DE COMPONENTES Y EQUIPOS
- 10.7 PESO EN ROSCA TOTAL
- 10.8 PESO MUERTO Y DESPLAZAMIENTO A PLENA CARGA

LISTA DE TABLAS:

- Tabla T10.1: Estimación de pesos de paneles de estructura.*
Tabla T10.2: Estimación de pesos de refuerzos de estructura.
Tabla T10.3: Estimación de pesos de laminados de unión.
Tabla T10.4: Estimación de pesos de recubrimientos.
Tabla T10.5: Estimación de pesos de componentes y equipos.
Tabla T10.5: Tabla resumen de desglose de pesos en rosca.
Tabla T10.6: Desglose de peso muerto.

LISTA DE FIGURAS:

- Figura F10.1: Expresiones cálculo posición centro gravedad.*
Figura F10.2: Gráfico de distribución de desglose pesos rosca.

10.1 INTRODUCCIÓN:

En este cuadernillo se muestra el proceso seguido para el cálculo del peso y la posición del centro de gravedad de la embarcación en rosca.

Cómo entradas para la estimación del peso en rosca se utiliza el escantillonado obtenido en el cálculo de estructura así como los pesos de los componentes y equipos descritos en los cuadernillos anteriores de forma que la estimación del peso en rosca termina una vuelta del espiral de diseño en lo que se refiere a la flotabilidad del buque que finalmente validará en el cuadernillo de condiciones de carga.

Se estimará el desplazamiento total del buque como la suma del peso en rosca y el peso muerto, definiendo el peso muerto como los pesos variables a transportar por el buque ajenos al mismo como son los líquidos, pasajeros, tripulantes, carga, víveres y pertrechos.

El peso en rosca por su parte engloba todos los pesos fijos propios del buque como son la estructura, equipos, maquinaria, sistemas y servicios.

Finalmente se determina la posición del centro de gravedad del buque a partir de la suma de los momentos verticales, transversales y longitudinales de cada uno de los pesos considerados



Una vez determinado el centro de gravedad en rosca del buque, en el cuadernillo de condiciones de carga se procederá a estimar el centro de gravedad del buque en las diferentes condiciones de carga obteniendo cómo salda las posiciones de equilibrio y pudiendo verificar la estabilidad en cada caso.

Cómo referencia para la estimación del peso en rosca y peso muerto se utilizarán las siguientes:

- Referencia longitudinal: Perpendicular de popa (en la mecha del timón). Positivo hacia proa.
- Referencia transversal: Línea de crujía. Positivo hacia el estribor.
- Referencia vertical: Línea base. Positivo hacia arriba.

Se utilizarán las siguientes expresiones para estimar la posición del centro de gravedad de la embarcación:

$$X_g = \frac{\sum_i x_i \cdot p_i}{\sum_i p_i}$$

$$Y_g = \frac{\sum_i y_i \cdot p_i}{\sum_i p_i}$$

$$Z_g = \frac{\sum_i z_i \cdot p_i}{\sum_i p_i}$$

Figura F10.1: Expresiones cálculo posición centro gravedad. Fuente: El proyecto del buque mercante.



10.2 ESTIMACIÓN DEL PESO EN ROSCA DE PANELES DE ESTRUCTURA:

Tomando como referencia los escantillones obtenidos en el cálculo de estructura anterior y obteniendo las superficies y centros de áreas del modelo 3D de de la embarcación se calculan el siguiente desglose de pesos con su posición unitaria del centro de gravedad:

Estimación peso estructura (paneles)				Momentos					
Descripción	Peso específico (kg/m ²)	Superficie (m ²)	Peso (kg)	XG (m)	YG (m)	ZG (m)	MXg (kgm)	MYg (kgm)	MZg (kgm)
Laminado de fondo monolítico	16,90	96,93	1638,12	9,63	0,00	0,36	15777	0	590
Laminado costado exterior sándwich L<0.7	13,10	83,04	1087,82	5,87	0,00	1,77	6386	0	1927
Laminado costado exterior sándwich L>0.7	16,30	32,78	534,31	16,91	0,00	1,83	9035	0	977
Laminado costado interior y túnel entre patines sándwich L<0.7	13,10	93,16	1220,40	6,82	0,00	1,88	8324	0	2294
Laminado costado interior y túnel entre patines sándwich L>0.7	16,30	50,12	816,96	17,31	0,00	2,11	14140	0	1722
Superestructura	6,70	281,14	1883,64	8,63	0,00	5,05	16261	0	9505
Cubierta principal zona de carga	18,30	90,15	1649,75	11,02	0,00	3,35	18175	0	5533
Cubierta principal zona no carga	9,90	69,93	692,31	8,61	0,00	3,04	5958	0	2101
Mamparos	13,40	58,13	778,94	11,14	0,00	1,99	8680	0	1549
Divisores interiores	14,20	39,58	561,97	8,10	0,00	5,66	4554	0	3182
TOTAL PESO PANELES ESTRUCTURA			10864,20	9,88	0,00	2,70	107290	0	29380

Tabla T10.1: Estimación de pesos de paneles de estructura. Elaboración propia.

10.3 ESTIMACIÓN DEL PESO EN ROSCA DE REFUERZOS DE ESTRUCTURA:

Tomando como referencia los escantillones obtenidos en el cálculo de estructura anterior y obteniendo las superficies y centros de áreas del modelo 3D de de la embarcación se calculan el siguiente desglose de pesos con su posición unitaria del centro de gravedad:

Estimación peso estructura (refuerzos)									
Descripción	Peso específico alas (kg/m ²)	Peso específico cabeza (kg/m ²)	Densidad núcleo (kg/m ³)	Tipo	Altura (mm)	Anchura (mm)	Solape omega (mm)	Longitud (m)	Cantidad
Vagras	4,5	8,1	35	Omega	120	100	150	22,77	6
Varengas	4,5	8,1	35	Omega	150	100	150	2,36	32
Cuadernas L>0.7	12,9	12,9	35	Omega	220	100	200	4,60	10



Cuadernas L<0.7	4,5	8,1	35	Omega	200	100	150	4,60	22
Palmejares L>0.7	4,5	6,9	35	Omega	130	100	150	6,14	8
Palmejares L<0.7	4,5	4,5	35	Omega	100	100	150	16,20	8
Baos cubierta principal	24,9	24,9	35	Omega	330	200	300	7,45	18
Longitudinales cubierta	4,5	4,5	35	Omega	330	100	150	21,40	6
Longitudinales cubierta proa	4,5	4,5	35	Omega	330	100	150	2,00	4
Refuerzos mamparos	4,5	6,9	35	Omega	130	100	150	11,68	8
Refuerzos verticales superestructura	4,5	6,9	35	Omega	130	100	100	2,30	21
Refuerzos verticales amurada	4,5	6,9	35	Omega	130	100	100	0,90	44
Refuerzos horizontales superestructura	4,5	4,5	35	Omega	80	50	100	18,30	2
Soporte grúa	49,8	49,8	35	Cilindro	600	600	0	3,55	1
Baos cubierta superior	4,5	6,9	35	Omega	130	100	150	4,80	12

Superficie alas (m2)	Peso alas (kg)	Superficie cabeza (m2)	Peso cabeza (kg)	Volumen nucleo (m3)
73,76	331,91	13,66	110,64	1,64
45,31	203,90	7,55	61,17	1,13
38,64	498,46	4,60	59,34	1,01
70,84	318,78	10,12	81,97	2,02
27,51	123,78	4,91	33,89	0,64
64,80	291,60	12,96	58,32	1,30
168,97	4207,25	26,82	667,82	8,85
123,26	554,69	12,84	57,78	4,24
7,68	34,56	0,80	3,60	0,26
52,33	235,47	9,34	64,47	1,21
22,22	99,98	4,83	33,33	0,63
18,22	81,97	3,96	27,32	0,51
13,18	59,29	1,83	8,24	0,15
4,26	212,15	2,13	106,07	1,28
32,26	145,15	5,76	39,74	0,75

Peso núcleo (kg)	Peso (kg)	XG (m)	YG (m)	ZG (m)	Momentos		
					MXg (kgm)	MYg (kgm)	MZg (kgm)
57,37	499,92	9,17	0,00	0,45	4583	0	225
39,65	304,72	9,50	0,00	0,32	2894	0	98
35,42	593,22	17,05	0,00	1,48	10117	0	876
70,84	471,59	6,98	0,00	1,48	3290	0	696
22,35	180,02	17,48	0,00	1,64	3147	0	294
45,36	395,28	6,90	0,00	1,64	2727	0	648



309,77	5184,84	9,50	0,00	2,90	49235	0	15036
148,30	760,77	10,12	0,00	2,90	7695	0	2206
9,24	47,40	19,80	0,00	3,25	939	0	154
42,52	342,46	11,14	0,00	1,99	3816	0	681
21,98	155,28	8,62	0,00	5,50	1339	0	854
18,02	127,31	9,50	0,00	3,45	1209	0	439
5,12	72,65	8,62	0,00	5,50	626	0	400
44,73	362,95	14,53	-2,55	2,46	5274	-926	893
26,21	211,10	8,73	0,00	6,13	1843	0	1294
TOTAL PESO REFUERZOS ESTRUCTURA	9709,53	10,17	-0,10	2,55	98734	-926	24794

Tabla T10.2: Estimación de pesos de refuerzos de estructura. Elaboración propia.

10.4 ESTIMACIÓN DEL PESO EN ROSCA DE LAMINADOS DE UNIÓN DE ESTRUCTURA:

Tomando como referencia los escantillones obtenidos en el cálculo de estructura anterior y la posición de los laminados de unión se obtiene el siguiente desglose de pesos con su posición unitaria del centro de gravedad:

Estimación peso estructura (uniones laminado)							Momentos		
Descripción	Peso específico (kg/m ²)	Superficie (m ²)	Peso (kg)	XG (m)	YG (m)	ZG (m)	MXg (kgm)	MYg (kgm)	MZg (kgm)
Laminado unión cubierta - casco - ambos lados	5,20	69,36	360,67	9,50	0,00	2,95	3426	0	1064
Laminado unión mamparos - (casco+cubierta) - ambos lados	5,20	93,12	484,22	11,14	0,00	1,99	5396	0	963
Laminado unión superestructura - cubierta - ambos lados	3,60	13,65	49,15	8,23	0,00	3,05	405	0	150
Laminado unión superestructura - cubierta superior - ambos lados	3,60	8,08	29,08	7,85	0,00	5,36	228	0	156
Laminado unión Baos cubierta principal - casco	5,20	55,73	289,79	9,50	0,00	2,90	2752	0	840
Laminado unión Divisores interiores (cubierta+superestructura)	3,60	9,00	32,40	8,10	0,00	5,66	263	0	183
Laminado unión polines motores	5,20	4,60	23,92	5,49	0,00	0,68	131	0	16
Laminado unión polines baterías	5,20	17,00	88,40	11,39	0,00	0,75	1007	0	66
Laminado unión soporte grúa	5,20	8,52	44,30	14,53	-2,55	2,46	644	-113	109
TOTAL PESO LAMINADOS DE UNIÓN			1401,94	10,17	-0,08	2,53	14251	-113	3548

Tabla T10.3: Estimación de pesos de laminados de unión. Elaboración propia



10.5 ESTIMACIÓN DEL PESO EN ROSCA DE PINTURAS Y RECUBRIMIENTOS:

Tomando como referencia el esquema de pintado y recubrimientos y obteniendo las superficies y centros de áreas del modelo 3D de de la embarcación se calculan el siguiente desglose de pesos con su posición unitaria del centro de gravedad:

Estimación peso pinturas y recubrimientos				Momentos					
Descripción	Peso específico (kg/m ²)	Superficie (m ²)	Peso (kg)	XG (m)	YG (m)	ZG (m)	MXg (kgm)	MYg (kgm)	MZg (kgm)
Gelcoat	1,45	894,96	1297,68	9,88	0,00	2,70	12815	0	3509
Topcoat interior bajo-cubierta	1,45	538,41	780,69	8,75	0,00	1,43	6831	0	1116
Pintura obra viva (epoxy+antifouling)	1,47	146,14	214,83	9,66	0,00	0,50	2075	0	107
Recubrimientos interiores superestructura (PVC 2mm)	2,84	320,72	910,83	8,63	0,00	5,05	7863	0	4596
Pintura antideslizante cubiertas	1,83	160,08	292,95	10,02	0,00	3,21	2935	0	940
TOTAL PESO PINTURAS Y RECUBRIMIENTOS			3496,98	9,30	0,00	2,94	32520	0	10269

Tabla T10.4: Estimación de pesos de recubrimientos. Elaboración propia.

10.6 ESTIMACIÓN DEL PESO EN ROSCA DE COMPONENTES Y EQUIPOS:

Tomando como referencia los equipos, sistemas y componentes descritos anteriormente y obteniendo su posición de la disposición general se estima el siguiente desglose de pesos y posición de centro de gravedad unitario:

Estimación peso componentes				Momentos					
Descripción	Peso específico (kg/u)	Unidades (u/m ² /ml...)	Peso (kg)	XG (m)	YG (m)	ZG (m)	MXg (kgm)	MYg (kgm)	MZg (kgm)
Motores propulsores	1820,00	2,00	3640,00	5,51	0,00	0,99	20064	0	3585
Línea ejes propulsores	253,00	2,00	506,00	1,86	0,00	0,23	942	0	116
Timones (Radice 38/35P)	150,00	2,00	300,00	0,00	0,00	0,42	0	0	126
Polines motor (aluminio)	45,00	2,00	90,00	5,51	0,00	0,35	496	0	32
Baterías propulsión Litio	4473,00	2,00	8946,00	11,39	0,00	1,63	101859	0	14555
Baterías servicios GEL (2x260 Ah)	74,00	2,00	148,00	10,22	2,20	5,69	1513	326	842
Baterías emergencia GEL	48,00	2,00	96,00	10,22	1,80	5,69	982	173	546
Grúa Cafran GIA 65/1	2080,00	1,00	1240,00	14,53	-2,55	4,52	18022	-3162	5610
Balsas salvavidas	220,00	2,00	440,00	5,08	0,00	5,81	2236	0	2556
Mastil luces	130,00	1,00	130,00	6,58	0,00	9,07	855	0	1179
Defensa perimetral Compuesta	15,60	29,70	463,32	12,56	0,00	3,25	5819	0	1506



Fittings containers	18,00	8,00	144,00	9,35	0,00	2,95	1346	0	425
Anclajes cubierta	5,00	40,00	200,00	11,02	0,00	3,35	2203	0	671
Instalación eléctrica	1000,00	1,00	1000,00	7,80	0,00	3,20	7800	0	3200
Instalación hidráulica	400,00	1,00	400,00	15,16	3,00	0,70	6064	1200	280
Instalación agua sanitaria	150,00	1,00	150,00	5,69	0,50	3,00	854	75	450
Instalación achique / contra incendios	250,00	1,00	250,00	5,70	0,00	3,20	1425	0	800
Asientos (Ej. Modell Mobler Bahama)	25,00	12,00	300,00	10,63	0,20	3,55	3188	60	1065
Cocina	148,00	1,00	148,00	5,64	-1,55	3,65	835	-229	540
Sofás + mesa cubierta principal	83,50	1,00	83,50	9,14	1,33	3,55	764	111	296
Asientos piloto	35,00	2,00	70,00	8,46	0,63	6,01	592	44	421
Panel de mandos	40,00	1,00	40,00	9,41	0,00	6,26	376	0	250
Escaleras aluminio	28,00	5,00	140,00	8,50	0,20	2,50	1190	28	350
Ventilación máquinas y baterías	25,00	4,00	100,00	4,30	0,00	2,80	430	0	280
Barandillas	124,00	1,00	124,00	10,30	0,00	3,90	1277	0	484
Puntales	4,50	4,00	18,00	11,50	0,00	4,10	207	0	74
Ventanas	18,00	19,00	342,00	9,20	0,00	4,50	3146	0	1539
Puertas interiores	20,00	3,00	60,00	6,98	0,50	4,50	419	30	270
Puertas weathertight	50,00	2,00	100,00	5,38	0,45	5,36	538	45	536
Puertas watertight	150,00	6,00	900,00	8,20	0,00	1,50	7380	0	1350
Equipos electrónicos	3,00	20,00	60,00	9,86	0,00	6,26	592	0	376
Tanque agua dulce	130,00	1,00	130,00	2,61	1,75	1,50	339	228	195
Tanque aguas negras / grises	130,00	1,00	130,00	3,80	1,75	1,50	494	228	195
Tanque aceite hidráulico + bombas servicio hidráulico	250,00	1,00	250,00	15,12	1,75	1,50	3780	438	375
Tanque aguas aceitosas	30,00	1,00	30,00	16,42	0,00	1,00	493	0	30
TOTAL PESO COMPONENTES			21168,82	9,38	-0,02	2,13	198518	-408	45103

Tabla T10.5: Estimación de pesos de componentes y equipos. Elaboración propia.

10.7 PESO EN ROSCA TOTAL:

Tomando como referencia las estimaciones de peso en rosca anteriores se obtiene el siguiente cálculo, distribución del peso en rosca así como la posición del centro de gravedad.

RESUMEN PESO EN ROSCA					Momentos		
Descripción	Peso (kg)	XG (m)	YG (m)	ZG (m)	MXg (kgm)	MYg (kgm)	MZg (kgm)
Estimación peso estructura (paneles)	10864,20	9,88	0,00	2,70	107290	0	29380
Estimación peso estructura (refuerzos)	9709,53	10,17	-0,10	2,55	98734	-926	24794
Estimación peso estructura	1401,94	10,17	-0,08	2,53	14251	-113	3548

(uniones laminado)							
Estimación peso pinturas y recubrimientos	3496,98	9,30	0,00	2,94	32520	0	10269
Estimación peso componentes	21168,82	9,38	-0,02	2,13	198518	-408	45103
TOTAL PESO EN ROSCA	46641,47	9,68	-0,03	2,42	451313	-1446	113095

Tabla T10.5: Tabla resumen de desglose de pesos en rosca. Elaboración propia.

Siendo por lo tanto el peso en rosca (Δ_{light})= 46641.47kg.

DISTRIBUCIÓN PESO EN ROSCA

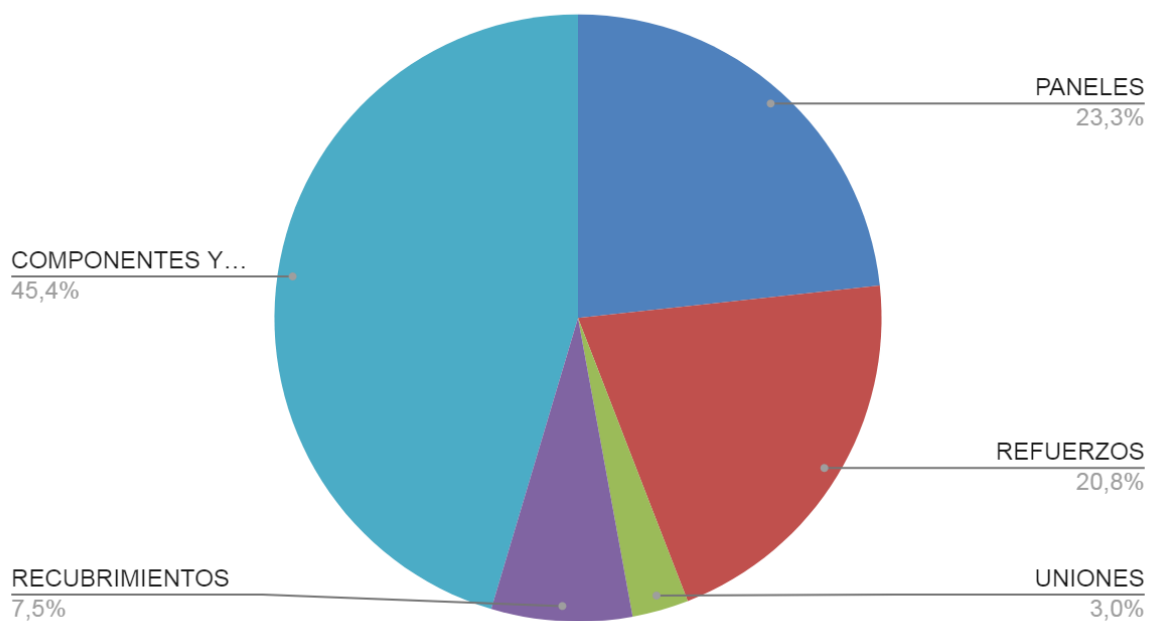


Figura F10.2: Gráfico de distribución de desglose pesos rosca. Elaboración propia.

10.8 PESO MUERTO Y DESPLAZAMIENTO A PLENA CARGA:

De acuerdo a las capacidades establecidas anteriormente y al modelo de tanques realizado se estima el siguiente desglose y suma total de peso muerto:

Descripción	Cantidad	Peso unitario	Total (kg)
Tanque aguas aceitosas	138 l	920 kg/m ³	127
Tanque agua dulce	283 l	1000 kg/m ³	283
Tanque aguas grises y negras	283 l	1025 kg/m ³	290
Tanque aceite hidraulico	138 l	920 kg/m ³	127
Tripulación	3	75 kg	225
Pasajeros	12	75 kg	900
Equipaje	15	25 kg	375



Víveres	1	200 kg	200
Pertrechos	1	1.000 kg	1.000
Carga	1	10.000 kg	10.000

Tabla T10.6: Desglose de peso muerto. Elaboración propia.

El peso muerto total (D_w) estimado es: 13527 kg.

El desplazamiento a plena carga será:

$$\Delta = \Delta_{\text{light}} + D_w = 60168.47 \text{ kg.}$$



CUADERNILLO 11: CONDICIONES DE CARGA Y RESISTENCIA LONGITUDINAL



CONTENIDO:

- 11.1 INTRODUCCIÓN
- 11.2 CRITERIOS DE ESTABILIDAD
- 11.3 CONDICIÓN DE CARGA BUQUE EN ROSCA
- 11.4 CONDICIÓN DE CARGA SALIDA PUERTO CON PASAJEROS Y 10TM EN PROA
- 11.5 CONDICIÓN DE CARGA SALIDA PUERTO CON PASAJEROS Y 6TM EN PROA Y 4TM EN POPA
- 11.6 CONDICIÓN DE CARGA SALIDA PUERTO CON PASAJEROS Y 5TM EN POPA
- 11.7 CONDICIÓN DE CARGA SALIDA PUERTO CON PASAJEROS SIN CARGA
- 11.8 CONDICIÓN DE CARGA LLEGADA PUERTO CON PASAJEROS SIN CARGA
- 11.9 CONDICIÓN DE CARGA BUQUE EN ROSCA CON CARGA MÁXIMA DE GRÚA HACIA BABOR

LISTA DE TABLAS:

Tabla T11.1: Tabla condición de carga rosca.

Tabla T11.2: Tabla resultados hidrostáticos flotación en rosca.

Tabla T11.3: Tabla francobordos puntos de inundación flotación en rosca.

Tabla T11.4: Tabla ángulos puntos de inundación flotación en rosca.

Tabla T11.5: Tabla cumplimiento criterios de estabilidad flotación en rosca.

Tabla T11.6: Tabla condición de carga 10tm en proa.

Tabla T11.7: Tabla resultados hidrostáticos flotación con 10tm en proa.

Tabla T11.8: Tabla francobordos puntos de inundación con 10tm en proa.

Tabla T11.9: Tabla ángulos puntos de inundación con 10tm en proa.

Tabla T11.10: Tabla comprobación cumplimiento criterios de estabilidad con 10tm en proa.

Tabla T11.11: Condición de carga con 6tm en proa y 4tm en popa.

Tabla T11.12: Tabla resultados hidrostáticos flotación con 6tm en proa y 4tm en popa.

Tabla T11.13: Tabla francobordos puntos de inundación flotación con 6tm en proa y 4tm en popa.

Tabla T11.14: Tabla ángulos puntos de inundación flotación con 6tm en proa y 4tm en popa.

Tabla T11.15: Tabla cumplimiento de criterios estabilidad flotación con 6tm en proa y 4tm en popa.

Tabla T11.16: Tabla condición de carga 5tm en popa.

Tabla T11.17: Tabla resultados hidrostáticos flotación con carga 5tm en popa.

Tabla T11.18: Tabla francobordos puntos de inundación flotación con carga 5tm en popa.

Tabla T11.19: Tabla ángulos puntos de inundación flotación con carga 5tm en popa.

Tabla T11.20: Tabla cumplimiento criterios estabilidad flotación con carga 5tm en popa.

Tabla T11.21: Tabla condición de carga salida puerto con pasajeros sin carga.

Tabla T11.22: Tabla resultados hidrostáticos condición de carga salida puerto con pasajeros sin carga.

Tabla T11.23: Tabla francobordos puntos de inundación condición de carga salida puerto sin carga.

Tabla T11.24: Tabla ángulos puntos de inundación condición de carga salida puerto sin carga.

Tabla T11.25: Tabla cumplimiento criterios estabilidad condición de carga salida puerto sin carga.

Tabla T11.26: Tabla condición de carga llegada puerto con pasajeros sin carga.

Tabla T11.27: Tabla resultados hidrostáticos condición de carga llegada puerto sin carga.

Tabla T11.28: Tabla francobordos puntos de inundación condición de carga llegada puerto sin carga.

Tabla T11.29: Tabla ángulos puntos de inundación condición de carga llegada puerto sin carga.

Tabla T11.30: Tabla cumplimiento criterios de estabilidad condición de carga llegada puerto sin carga.

Tabla T11.31: Tabla condición de carga grúa en babor en rosca.

Tabla T11.32: Tabla resultados hidrostáticos flotación con carga grúa en babor en rosca.



Tabla T11.33: Tabla francobordos puntos de inundación flotación con carga grúa en babor en rosca.

Tabla T11.34: Tabla ángulos puntos de inundación flotación con carga grúa en babor en rosca.

Tabla T11.35: Tabla cumplimiento criterios de estabilidad con carga grúa en babor en rosca.

LISTA DE FIGURAS:

Figura F11.1: Vista longitudinal flotación en rosca en software Stability.

Figura F11.2: Vista de popa en rosca en software Stability.

Figura F11.3: Curva GZ en rosca.

Figura F11.4: Vista longitudinal con flotación a plena carga 10tm proa.

Figura F11.5: Vista de popa con flotación a plena carga 10tm proa.

Figura F11.6: Curva GZ con flotación a plena carga 10tm proa.

Figura F11.7: Vista longitudinal con flotación 6tm proa y 4tm en popa.

Figura F11.8: Vista de popa con flotación a plena carga 6tm proa y 4tm en popa.

Figura F11.9: Curva GZ con flotación a plena carga 6tm proa y 4tm en popa.

Figura F11.10: Vista longitudinal con flotación con 5tm de carga en popa.

Figura F11.11: Vista de popa con flotación con 5tm de carga en popa.

Figura F11.12: Curva GZ con flotación con 5tm de carga en popa.

Figura F11.13: Vista longitudinal con flotación con pasajeros y sin carga.

Figura F11.14: Vista de popa con flotación con pasajeros y sin carga.

Figura F11.15: Curva GZ con flotación con pasajeros y sin carga.

Figura F11.16: Vista longitudinal con flotación en llegada a puerto sin carga.

Figura F11.17: Vista de popa con flotación en llegada a puerto sin carga.

Figura F11.18: Curva GZ con flotación en llegada a puerto sin carga.

Figura F11.19: Vista longitudinal con flotación en maniobra grúa con carga.

Figura F11.20: Vista de popa con flotación en maniobra grúa con carga.

Figura F11.21: Curva GZ con flotación en maniobra con grúa con carga en babor.

11.1 INTRODUCCIÓN:

Al tratarse de una embarcación de apoyo a aerogeneradores con capacidad de transportar pasajeros y carga, se analizan las siguientes condiciones de carga:

- Buque en Rosca
- Salida de puerto a plena carga con pasajeros y 10Tm de carga en proa.
- Salida de puerto a plena carga con pasajeros, 6Tm de carga en proa y 4Tm de carga en popa.
- Salida puerto con pasajeros y 6Tm de carga en popa.
- Salida de puerto con pasajeros y sin carga.
- Llegada a puerto con pasajeros y sin carga
- Operación de la grúa con carga hacia babor en condición de buque en rosca..

Para cada una de ellas se comprueba la flotación en equilibrio y el cumplimiento de los criterios de estabilidad.



11.2 CRITERIOS DE ESTABILIDAD:

Se analizan el cumplimiento de los criterios de estabilidad generales de acuerdo al código IMO MSC 267(85) Ch2:

- 2.3: IMO roll back angle
- 2.2.1: Area 0 to 30
- 2.2.1: Area 0 to 40
- 2.2.1: Area 30 to 40
- 2.2.2: Max GZ at 30 or greater (No se analiza por tratarse de una embarcación tipo catamarán)
- 2.2.3: Angle of maximum GZ
- 2.2.4: Initial GMt
- 2.3: Severe wind and rolling
 - Angle of steady heel
 - Angle of steady heel / Deck edge immersion angle
 - Area 1 / Area 2

Y a las recomendaciones específicas para embarcaciones offshore supply:

- 2.4.5.2.1: GZ area between 0 and angle of maximum GZ
- 2.4.5.2.2: Area 30 to 40
- 2.4.5.2.3: Maximum GZ at 30 or greater
- 2.4.5.2.4: Angle of maximum GZ
- 2.4.5.2.5: Initial GMt

Dichas condiciones se analizan para los siguientes estados de carga:

- Embarcación en rosca.
- Salida de puerto a plena carga con 10tm en la proa.
- Salida de puerto a plena carga con 6tm en la proa y 4tm en la popa
- Salida de puerto con carga en popa 5tm.
- Salida de puerto con pasajeros y sin carga.
- Llegada a puerto con pasajeros y sin carga.
- Embarcación en rosca con carga máxima grúa a babor.



11.3 CONDICIÓN DE CARGA BUQUE EN ROSCA

Condición de carga:

Item Name	Quantity	Unit Mass tonne	Total Mass tonne	Unit Volume m ³	Total Volume m ³	Long. Arm m	Trans. Arm m	Vert. Arm m
Lightship	1	46.641	46.641			9.680	-30	2.420
Tanque aguas aceitosas	0%	0.127	0	138	0	16.419	3.294	713
Tanque agua dulce	0%	0.283	0	283	0	3.804	1.740	2.020
Tanque aguas grises y negras	0%	0.290	0	283	0	2.601	1.740	2.020
Tanque aceite hidraulico	0%	0.128	0	140	0	15.115	1.740	713
Tripulación	0	0.075	0			7.900	0	4.600
Pasajeros	0	0.075	0			10.626	200	4.100
Equipaje	0	0.025	0			8.618	-1.710	4.000
Víveres	0	0.200	0			5.830	-1.500	4.000
Pertrechos	0	1.000	0			9.100	0	3.500
Carga en proa	0	10.000	0			17.128	0	4.840
Carga en popa	0	0	0			1.570	0	4.150
Total Loadcase			46.641	844	0	9.680	-0.030	2.420
FS correction								0
VCG fluid								2.420

Tabla T11.1: Tabla condición de carga rosca, elaboración propia.

Flotación en equilibrio:

Draft Amidships m	0.831
Displacement t	46.64
Heel deg	-0.2
Draft at FP m	0.681
Draft at AP m	0.980
Draft at LCF m	0.853
Trim (+ve by stern) m	0.299
WL Length m	20.812
Beam max extents on WL m	7.420
Wetted Area m ²	121.261
Waterpl. Area m ²	86.771

Prismatic coeff. (Cp)	0.663
Block coeff. (Cb)	0.535
Max Sect. area coeff. (Cm)	0.809
Waterpl. area coeff. (Cwp)	0.896
LCB from zero pt. (+ve fwd) m	9.653
LCF from zero pt. (+ve fwd) m	8.841
KB m	0.536
KG fluid m	2.420
BMt m	13.187
BML m	57.249
GMt corrected m	11.303
GML m	55.364
KMt m	13.722
KML m	57.778
Immersion (TPc) tonne/cm	0.889
MTc tonne.m	1.240
RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) tonne.m	9.201
Max deck inclination deg	0.8366
Trim angle (+ve by stern) deg	0.8217

Tabla T11.2: Tabla resultados hidrostáticos flotación en rosca , elaboración propia.

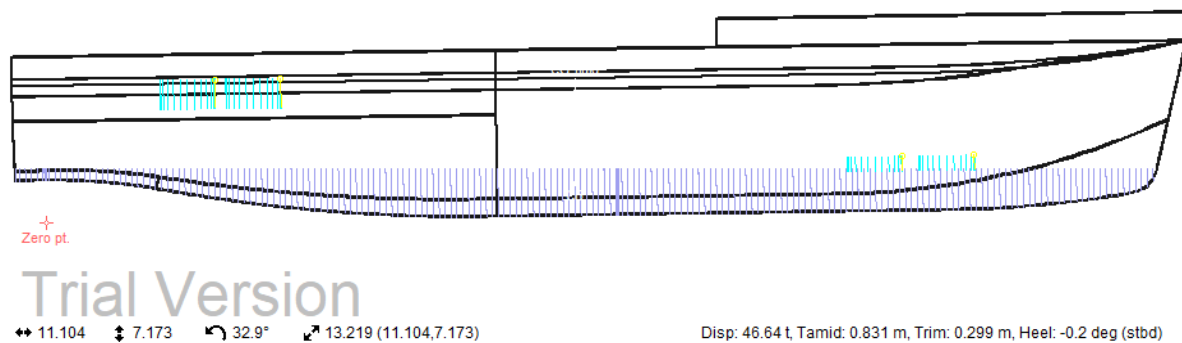


Figura F11.1 Vista longitudinal flotación en rosca en software Stability, elaboración propia.

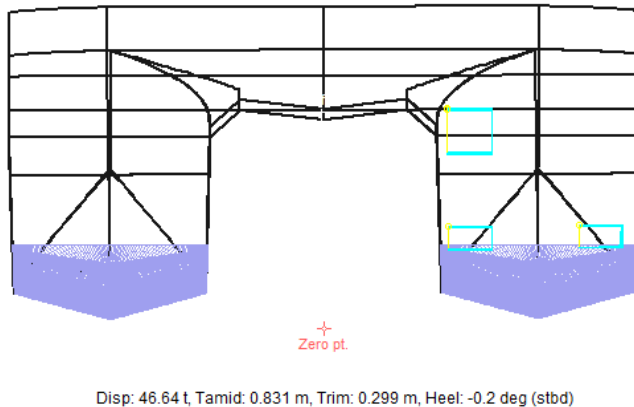


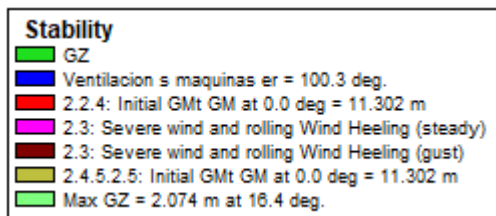
Figura F11.2: Vista de popa en rosca en software Stability, elaboración propia.

Francobordo de puntos de inundación:

Key point	Type	Freeboard m
Margin Line (freeboard pos = -0.585 m)		1.174
Deck Edge (freeboard pos = -0.585 m)		1.251
Ventilación s máquinas br	Downflooding point	3.289
Ventilacion s maquinas er	Downflooding point	3.303
Entrada superestructura popa	Downflooding point	2.308
Escotilla acceso pique proa br	Potential downflooding point	3.69
Escotilla acceso pique proa er	Potential downflooding point	3.705
Salida emergencia bajo cubierta	Potential downflooding point	2.779
Salida emergencia bajo cubierta	Potential downflooding point	2.795

Tabla T11.3: Tabla francobordos puntos de inundación flotación en rosca, elaboración propia.

Curva de GZ:



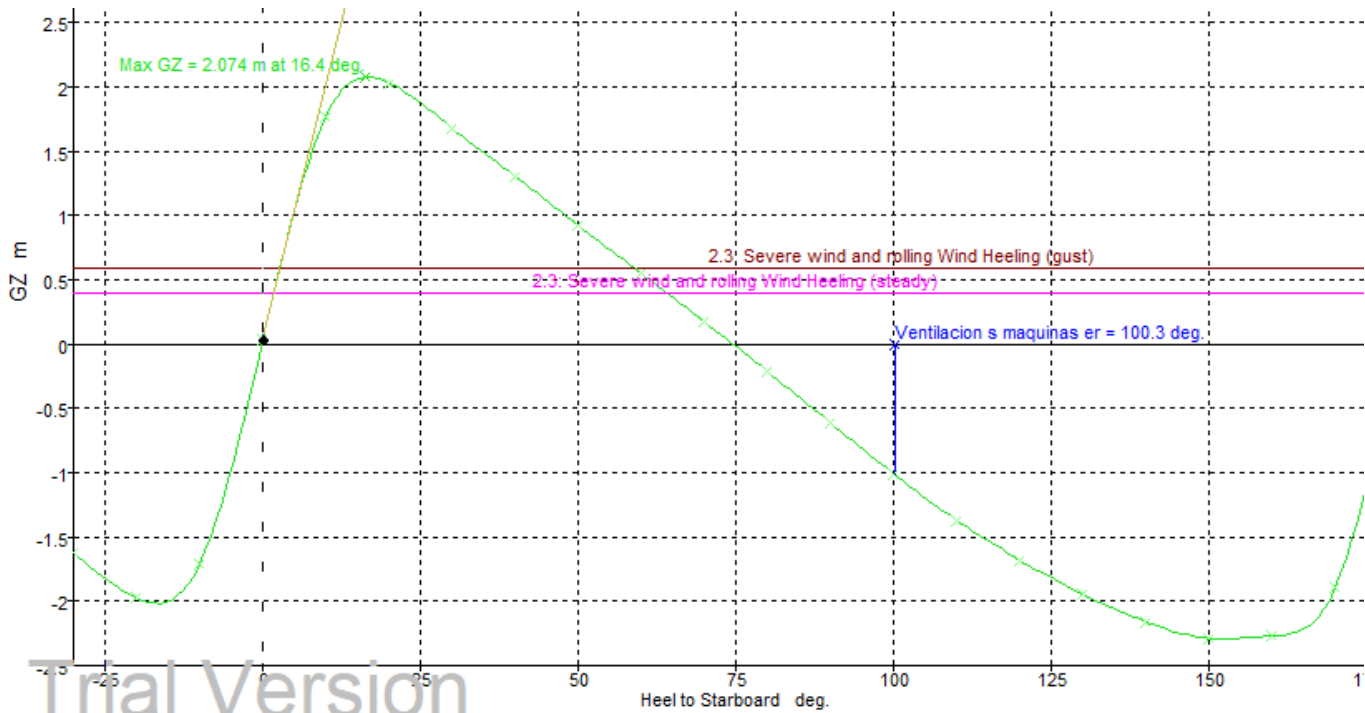


Figura F11.3: Curva GZ en rosca, elaboración propia.

Ángulos de escora de puntos de inundación:

Key point	Type	Immersion angle deg
Margin Line (immersion pos = 12.219 m)		54.3
Deck Edge (immersion pos = 12.219 m)		55.8
Ventilación s máquinas br	Downflooding point	157.2
Ventilacion s maquinas er	Downflooding point	100.3
Entrada superestructura popa	Downflooding point	155.2
Escotilla acceso pique proa br	Potential downflooding point	162.3
Escotilla acceso pique proa er	Potential downflooding point	94.7
Salida emergencia bajo cubierta	Potential downflooding point	174.6
Salida emergencia bajo cubierta	Potential downflooding point	84.9

Tabla T11.4: Tabla ángulos puntos de inundación flotación en rosca, elaboración propia.

Comprobación de cumplimiento de criterios de estabilidad:



Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status
267(85) Ch2 - General Criteria	2.3: IMO roll back angle	23.1	deg		
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.1: Area 0 to 30	3.1513	m.deg	486.361	Pass
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.1: Area 0 to 40	5.1566	m.deg	635.295	Pass
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.1: Area 30 to 40	1.7189	m.deg	148.933	Pass
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.2: Max GZ at 30 or greater	0.200	m	1.679	Pass
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.3: Angle of maximum GZ	25.0	deg	16.4	Fail
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.4: Initial GMt	0.150	m	11.302	Pass
267(85) Ch2 - General Criteria	2.3: Severe wind and rolling				Pass
	Angle of steady heel shall not be greater than (\leq)	16.0	deg	1.7	Pass
	Angle of steady heel / Deck edge immersion angle shall not be greater than (\leq)	80.00	%	3.12	Pass
	Area1 / Area2 shall not be less than (\geq)	100.00	%	102.40	Pass
2.4 Offshore supply vessels	2.4.5.2.1: GZ area between 0 and angle of maximum GZ	3.9326	m.deg	224.654	Pass
2.4 Offshore supply vessels	2.4.5.2.2: Area 30 to 40	1.7189	m.deg	148.933	Pass
2.4 Offshore supply vessels	2.4.5.2.3: Maximum GZ at 30 or greater	0.200	m	1.679	Pass
2.4 Offshore supply vessels	2.4.5.2.4: Angle of maximum GZ	15.0	deg	16.4	Pass
2.4 Offshore supply vessels	2.4.5.2.5: Initial GMt	0.150	m	11.302	Pass

Tabla T11.5: Tabla cumplimiento criterios de estabilidad flotación en rosca, elaboración propia.

Se comprueba que se cumplen todos los criterios de estabilidad excepto el "2.2.2: Max GZ at 30 or greater", dicho criterio no se aplica a embarcaciones de tipo catamarán con pequeñas relaciones eslora / manga debido a su imposible cumplimiento y a la gran estabilidad ofrecida por este tipo de embarcaciones.



11.4 CONDICIÓN DE CARGA SALIDA PUERTO CON PASAJEROS Y 10TM EN PROA

Condición de carga:

Item Name	Quantity	Unit Mass tonne	Total Mass tonne	Unit Volume m ³	Total Volume m ³	Long. Arm m	Trans. Arm m	Vert. Arm m
Lightship	1	46.641	46.641			9.680	-0.030	2.420
Tanque aguas aceitosas	100%	0.127	0.127	0.138	0.138	16.421	3.296	844
Tanque agua dulce	100%	0.283	0.283	0.283	0.283	3.804	1.740	2.285
Tanque aguas grises y negras	100%	0.290	0.290	0.283	0.283	2.601	1.740	2.285
Tanque aceite hidraulico	100%	0.128	0.128	0.140	0.140	15.115	1.740	844
Tripulación	3	0.075	0.225			7.900	0	4.600
Pasajeros	12	0.075	0.900			10.626	0.200	4.100
Equipaje	15	0.025	0.375			8.618	-1.710	4.000
Víveres	1	0.200	0.200			5.830	-1.500	4.000
Pertrechos	1	1.000	1.000			9.100	0	3.500
Carga en proa	1	10.000	10.000			17.128	0	4.840
Carga en popa	0	0	0			1.570	0	4.150
Total Loadcase			60.170	0.844	0.844	10.860	-0.009	2.881
FS correction								0
VCG fluid								2.881

Tabla T11.6: Tabla condición de carga 10tm en proa, elaboración propia.

Flotación en equilibrio:

Draft Amidships m	1.024
Displacement t	60.16
Heel deg	-0.1
Draft at FP m	1.196
Draft at AP m	0.852
Draft at LCF m	1.008
Trim (+ve by stern) m	-343
WL Length m	20.935
Beam max extents on WL m	7.420
Wetted Area m ²	132.862

Waterpl. Area m ²	85.249
Prismatic coeff. (Cp)	0.654
Block coeff. (Cb)	0.534
Max Sect. area coeff. (Cm)	0.846
Waterpl. area coeff. (Cwp)	0.875
LCB from zero pt. (+ve fwd) m	10.898
LCF from zero pt. (+ve fwd) m	9.408
KB m	0.625
KG fluid m	2.881
BMt m	10.021
BML m	42.456
GMt corrected m	7.765
GML m	40.200
KMt m	10.645
KML m	43.075
Immersion (TPc) tonne/cm	0.874
MTc tonne.m	1.161
RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) tonne.m	8.154
Max deck inclination deg	0.9465
Trim angle (+ve by stern) deg	-0.9445

Tabla T11.7: Tabla resultados hidrostáticos flotación con 10tm en proa, elaboración propia.

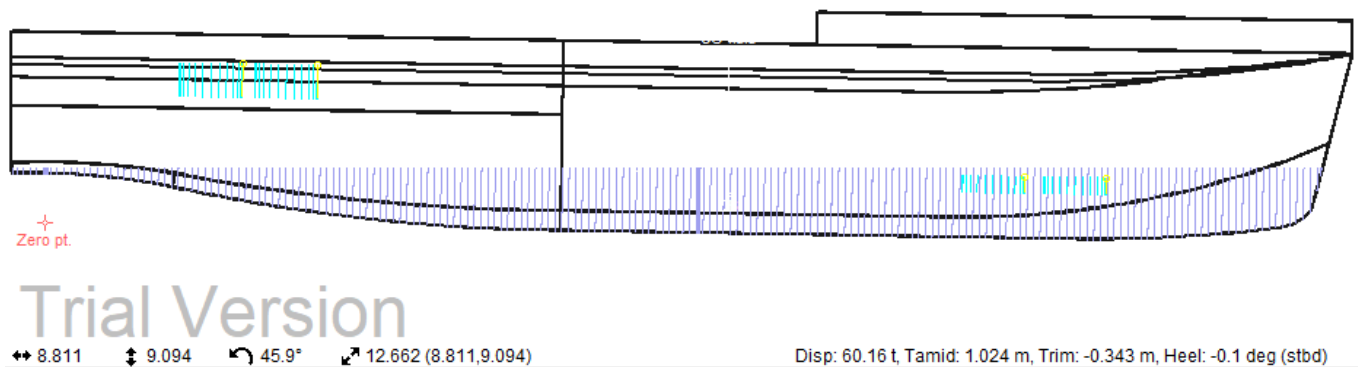
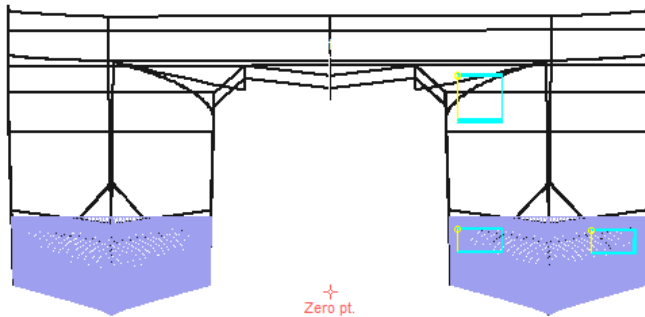


Figura F11.4: Vista longitudinal con flotación a plena carga 10tm proa, elaboración propia



Disp: 60.16 t, Tamid: 1.024 m, Trim: -0.343 m, Heel: -0.1 deg (stbd)

Figura F11.5: Vista de popa con flotación a plena carga 10tm proa, elaboración propia

Francobordo de puntos de inundación:

Key point	Type	Freeboard m
Margin Line (freeboard pos = -0.585 m)		1.323
Deck Edge (freeboard pos = -0.585 m)		1.399
Ventilación s máquinas br	Downflooding point	3.3
Ventilacion s maquinas er	Downflooding point	3.305
Entrada superestructura popa	Downflooding point	2.298
Escotilla acceso pique proa br	Potential downflooding point	3.225
Escotilla acceso pique proa er	Potential downflooding point	3.23
Salida emergencia bajo cubierta	Potential downflooding point	2.369
Salida emergencia bajo cubierta	Potential downflooding point	2.375

Tabla T11.8: Tabla francobordos puntos de inundación con 10tm en proa, elaboración propia.

Curva de GZ:

Stability	
■	GZ
■	Ventilacion s maquinas er = 99.9 deg.
■	2.2.4: Initial GMt GM at 0.0 deg = 7.765 m
■	2.3: Severe wind and rolling Wind Heeling (steady)
■	2.3: Severe wind and rolling Wind Heeling (gust)
■	2.4.5.2.5: Initial GMt GM at 0.0 deg = 7.765 m
■	Max GZ = 1.835 m at 20 deg.

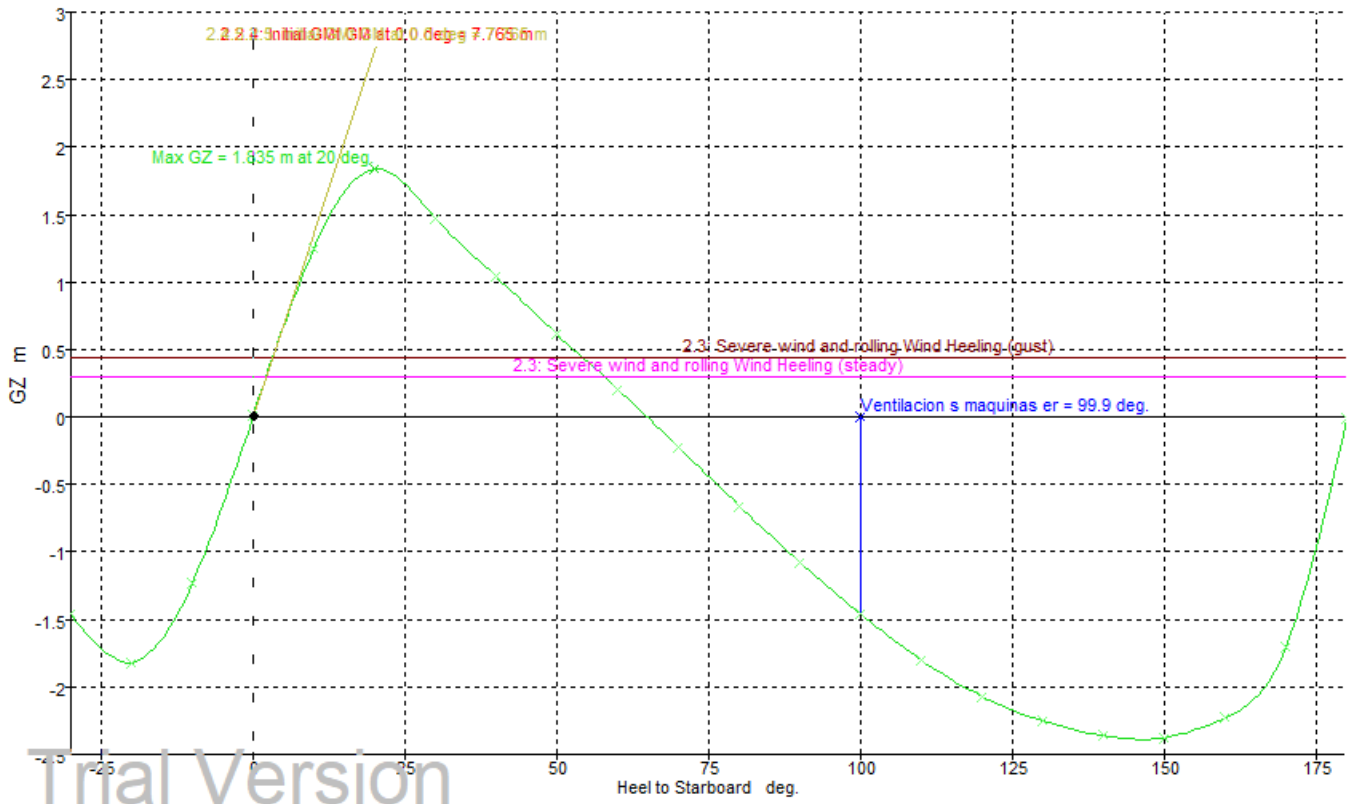


Figura F11.6: Curva GZ con flotación a plena carga 10tm proa, elaboración propia

Ángulos de escora puntos de inundación:

Key point	Type	Immersion angle deg
Margin Line (immersion pos = 12.219 m)		43.2
Deck Edge (immersion pos = 12.219 m)		45.2
Ventilación s máquinas br	Downflooding point	156.9
Ventilacion s maquinas er	Downflooding point	99.9
Entrada superestructura popa	Downflooding point	154.1
Escotilla acceso pique proa br	Potential downflooding point	157.6
Escotilla acceso pique proa er	Potential downflooding point	83.7
Salida emergencia bajo cubierta	Potential downflooding point	170.9
Salida emergencia bajo cubierta	Potential downflooding point	70.1

Tabla T11.9: Tabla ángulos puntos de inundación con 10tm en proa, elaboración propia.

Comprobación de cumplimiento de criterios de estabilidad:

Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status
267(85) Ch2 - General Criteria	2.3: IMO roll back angle	22.6	deg		
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.1: Area 0 to 30	3.1513	m.deg	398.018	Pass
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.1: Area 0 to 40	5.1566	m.deg	522.999	Pass
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.1: Area 30 to 40	1.7189	m.deg	12.4981	Pass
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.2: Max GZ at 30 or greater	0.200	m	1.475	Pass
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.3: Angle of maximum GZ	25.0	deg	20.0	Fail
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.4: Initial GMt	0.150	m	7.765	Pass
267(85) Ch2 - General Criteria	2.3: Severe wind and rolling				Pass
	Angle of steady heel shall not be greater than (\leq)	16.0	deg	2.1	Pass
	Angle of steady heel / Deck edge immersion angle shall not be greater than (\leq)	80.00	%	4.70	Pass
	Area1 / Area2 shall not be less than (\geq)	100.00	%	118.35	Pass
2.4 Offshore supply vessels	2.4.5.2.1: GZ area between 0 and angle of maximum GZ	3.7242	m.deg	228.023	Pass
2.4 Offshore supply vessels	2.4.5.2.2: Area 30 to 40	1.7189	m.deg	12.4981	Pass
2.4 Offshore supply vessels	2.4.5.2.3: Maximum GZ at 30 or greater	0.200	m	1.475	Pass
2.4 Offshore supply vessels	2.4.5.2.4: Angle of maximum GZ	15.0	deg	20.0	Pass
2.4 Offshore supply vessels	2.4.5.2.5: Initial GMt	0.150	m	7.765	Pass

Tabla T11.10: Tabla comprobación cumplimiento criterios de estabilidad con 10tm en proa, elaboración propia.

Se comprueba que se cumplen todos los criterios de estabilidad excepto el “2.2.2: Max GZ at 30 or greater”, dicho criterio no se aplica a embarcaciones de tipo catamarán con pequeñas relaciones eslora / manga debido a su imposible cumplimiento y a la gran estabilidad ofrecida por este tipo de embarcaciones.



11.5 CONDICIÓN DE CARGA SALIDA PUERTO CON PASAJEROS Y 6TM EN PROA Y 4TM EN POPA

Condición de carga:

Item Name	Quantity	Unit Mass tonne	Total Mass tonne	Unit Volume m ³	Total Volume m ³	Long. Arm m	Trans. Arm m	Vert. Arm m
Lightship	1	46.641	46.641			9.680	-0.030	2.420
Tanque aguas aceitosas	100%	0.127	0.127	0.138	0.138	16.421	3.296	0.844
Tanque agua dulce	100%	0.283	0.283	283	283	3.804	1.740	2.285
Tanque aguas grises y negras	100%	0.290	0.290	283	283	2.601	1.740	2.285
Tanque aceite hidraulico	100%	0.128	0.128	140	140	15.115	1.740	0.844
Tripulación	3	0.075	0.225			7.900	0	4.600
Pasajeros	12	0.075	0.900			10.626	0.200	4.100
Equipaje	15	0.025	0.375			8.618	-1.710	4.000
Víveres	1	0.200	0.200			5.830	-1.500	4.000
Pertrechos	1	1.000	1.000			9.100	0	3.500
Carga en proa	1	6.000	6.000			17.128	0	4.840
Carga en popa	1	4.000	4.000			1.570	0	4.150
Total Loadcase			60.170	0.844	0.844	9.826	-0.009	2.835
FS correction								0
VCG fluid								2.835

Tabla T11.10: Condición de carga con 6tm en proa y 4tm en popa, elaboración propia.

Flotación en equilibrio:

Draft Amidships m	0.992
Displacement t	60.17
Heel deg	-0.1
Draft at FP m	0.918
Draft at AP m	1.067



Draft at LCF m	1.003
Trim (+ve by stern) m	0.150
WL Length m	20.875
Beam max extents on WL m	7.424
Wetted Area m ²	135.080
Waterpl. Area m ²	88.118
Prismatic coeff. (Cp)	0.712
Block coeff. (Cb)	0.594
Max Sect. area coeff. (Cm)	0.836
Waterpl. area coeff. (Cwp)	0.906
LCB from zero pt. (+ve fwd) m	9.810
LCF from zero pt. (+ve fwd) m	8.959
KB m	0.620
KG fluid m	2.835
BMt m	10.384
BML m	46.234
GMt corrected m	8.170
GML m	44.020
KMt m	11.004
KML m	46.854
Immersion (TPc) tonne/cm	0.903
MTc tonne.m	1.271
RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) tonne.m	8.579
Max deck inclination deg	0.4156
Trim angle (+ve by stern) deg	0.4112

Tabla T11.11: Tabla resultados hidrostáticos flotación con 6tm en proa y 4tm en popa, elaboración propia.

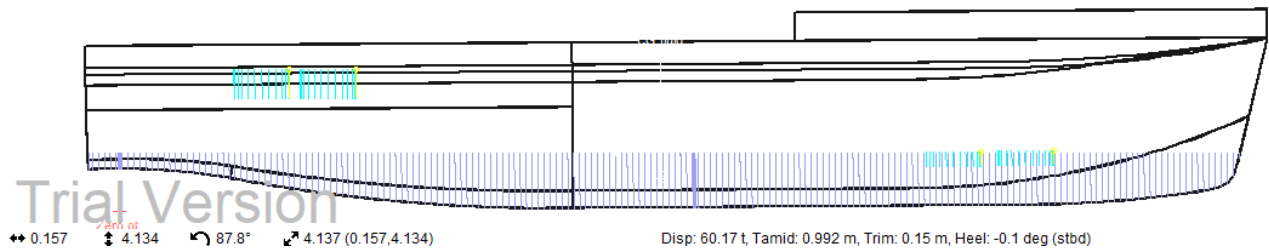


Figura F11.7: Vista longitudinal con flotación a plena carga 6tm proa y 4tm en popa, elaboración propia

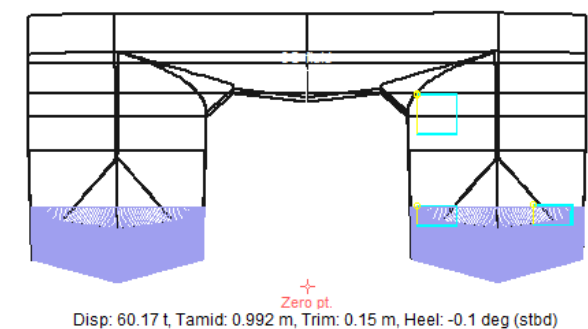


Figura F11.8: Vista de popa con flotación a plena carga 6tm proa y 4tm en popa, elaboración propia

Francobordo de puntos de inundación:

Key point	Type	Freeboard m
Margin Line (freeboard pos = -0.585 m)		1.094
Deck Edge (freeboard pos = -0.585 m)		1.171
Ventilación s máquinas br	Downflooding point	3.178
Ventilacion s maquinas er	Downflooding point	3.184
Entrada superestructura popa	Downflooding point	2.189
Escotilla acceso pique proa br	Potential downflooding point	3.469
Escotilla acceso pique proa er	Potential downflooding point	3.475
Salida emergencia bajo cubierta	Potential downflooding point	2.571
Salida emergencia bajo cubierta	Potential downflooding point	2.577

Tabla T11.12: Tabla francobordos puntos de inundación flotación con 6tm en proa y 4tm en popa, elaboración propia.

Curva de GZ:



Stability	
█	GZ
█	Ventilacion s maquinas er = 95.4 deg.
█	2.2.4: Initial GMt GM at 0.0 deg = 8.189 m
█	2.3: Severe wind and rolling Wind Heeling (steady)
█	2.3: Severe wind and rolling Wind Heeling (gust)
█	2.4.5.2.5: Initial GMt GM at 0.0 deg = 8.189 m
█	Max GZ = 1.891 m at 20 deg.

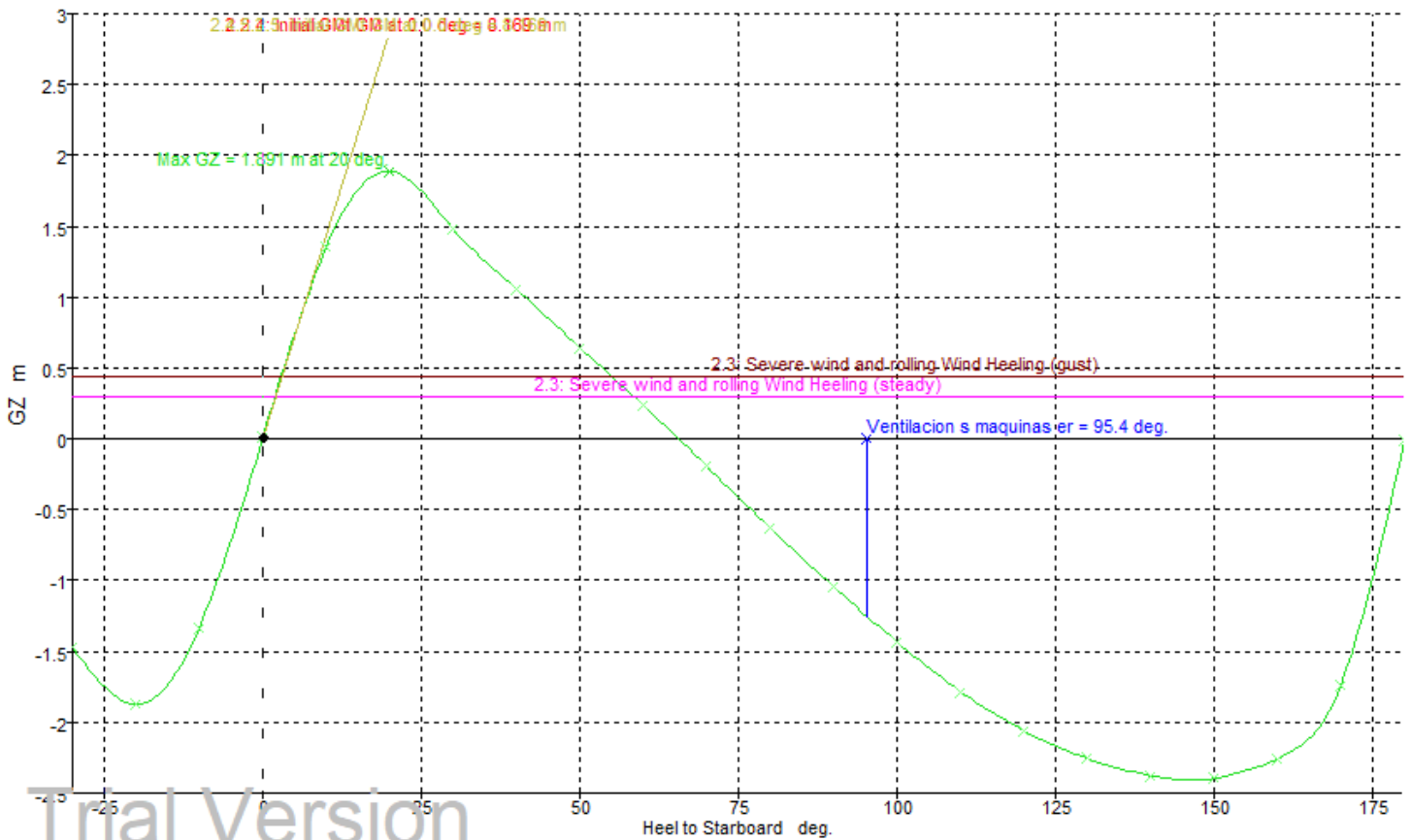


Figura F11.9: Curva GZ con flotación a plena carga 6tm proa y 4tm en popa, elaboración propia

Ángulos de escora de los puntos de inundación:

Key point	Type	Immersion angle deg
Margin Line (immersion pos = 12.219 m)		46.5
Deck Edge (immersion pos = 12.219 m)		48.2
Ventilación s máquinas br	Downflooding point	155.4
Ventilacion s maquinas er	Downflooding point	95.4
Entrada superestructura popa	Downflooding point	150.7



Escotilla acceso pique proa br	Potential downflooding point	159.9
Escotilla acceso pique proa er	Potential downflooding point	89.8
Salida emergencia bajo cubierta	Potential downflooding point	172.7
Salida emergencia bajo cubierta	Potential downflooding point	78

Tabla T11.13: Tabla ángulos puntos de inundación flotación con 6tm en proa y 4tm en popa, elaboración propia.

Comprobación de cumplimiento de criterios de estabilidad:

Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status
267(85) Ch2 - General Criteria	2.3: IMO roll back angle	8.2022	deg		
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.1: Area 0 to 30	3.1513	m.deg	415.368	Pass
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.1: Area 0 to 40	5.1566	m.deg	541.289	Pass
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.1: Area 30 to 40	1.7189	m.deg	12.5921	Pass
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.2: Max GZ at 30 or greater	0.200	m	1.483	Pass
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.3: Angle of maximum GZ	25.0	deg	20.0	Fail
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.4: Initial GMT	0.150	m	8.169	Pass
267(85) Ch2 - General Criteria	2.3: Severe wind and rolling				Pass
	Angle of steady heel shall not be greater than (\leq)	16.0	deg	01.09	Pass
	Angle of steady heel / Deck edge immersion angle shall not be greater than (\leq)	80.00	%	04.01	Pass
	Area1 / Area2 shall not be less than (\geq)	100.00	%	102.86	Pass
2.4 Offshore supply vessels	2.4.5.2.1: GZ area between 0 and angle of maximum GZ	3.7242	m.deg	242.636	Pass
2.4 Offshore supply vessels	2.4.5.2.2: Area 30 to 40	1.7189	m.deg	12.5921	Pass
2.4 Offshore supply vessels	2.4.5.2.3: Maximum GZ at 30 or greater	0.200	m	1.483	Pass
2.4 Offshore supply vessels	2.4.5.2.4: Angle of maximum GZ	15.0	deg	20.0	Pass
2.4 Offshore supply vessels	2.4.5.2.5: Initial GMT	0.150	m	8.169	Pass

Tabla T11.14: Tabla cumplimiento de criterios estabilidad flotación con 6tm en proa y 4tm en popa, elaboración propia.



Se comprueba que se cumplen todos los criterios de estabilidad excepto el “2.2.2: Max GZ at 30 or greater”, dicho criterio no se aplica a embarcaciones de tipo catamarán con pequeñas relaciones eslora / manga debido a su imposible cumplimiento y a la gran estabilidad ofrecida por este tipo de embarcaciones.

11.6 CONDICIÓN DE CARGA SALIDA PUERTO CON PASAJEROS Y 5TM EN POPA

Condición de carga:

Item Name	Quantity	Unit Mass tonne	Total Mass tonne	Unit Volume m ³	Total Volume m ³	Long. Arm m	Trans. Arm m	Vert. Arm m
Lightship	1	46.641	46.641			9.680	-0.030	2.420
Tanque aguas aceitosas	100%	0.127	0.127	0.138	0.138	16.421	3.296	0.844
Tanque agua dulce	100%	0.283	0.283	0.283	0.283	3.804	1.740	2.285
Tanque aguas grises y negras	100%	0.290	0.290	0.283	0.283	2.601	1.740	2.285
Tanque aceite hidraulico	100%	0.128	0.128	0.140	0.140	15.115	1.740	0.844
Tripulación	3	0.075	0.225			7.900	0	4.600
Pasajeros	12	0.075	0.900			10.626	0.200	4.100
Equipaje	15	0.025	0.375			8.618	-1.710	4.000
Viveres	1	.	0.200			5.830	-1.500	4.000
Pertrechos	1	1.000	1.000			9.100	0	3.500
Carga en proa	0	0	0			17.128	0	4.840
Carga en popa	1	5.000	5.000			1.570	0	4.150
Total Loadcase			55.170	0.844	0.844	8.882	-0.09	2.640
FS correction								0
VCG fluid								2.640

Tabla T11.15: Tabla condición de carga 5tm en popa, elaboración propia.

Flotación en equilibrio:

Draft Amidships m	0.903
Displacement t	55.17
Heel deg	-0.1
Draft at FP m	0.602
Draft at AP m	1.204
Draft at LCF m	0.950

Trim (+ve by stern) m	0.602
WL Length m	20.806
Beam max extents on WL m	7.433
Wetted Area m ²	127.290
Waterpl. Area m ²	86.765
Prismatic coeff. (Cp)	0.672
Block coeff. (Cb)	0.558
Max Sect. area coeff. (Cm)	0.834
Waterpl. area coeff. (Cwp)	0.891
LCB from zero pt. (+ve fwd) m	8.824
LCF from zero pt. (+ve fwd) m	8.793
KB m	0.607
KG fluid m	2.640
BMt m	11.153
BML m	48.110
GMt corrected m	9.119
GML m	46.077
KMt m	11.755
KML m	48.698
Immersion (TPc) tonne/cm	0.889
MTc tonne.m	1.220
RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) tonne.m	0.8780
Max deck inclination deg	1.6560
Trim angle (+ve by stern) deg	1.6549

Tabla T11.16: Tabla resultados hidrostáticos flotación con carga 5tm en popa, elaboración propia.

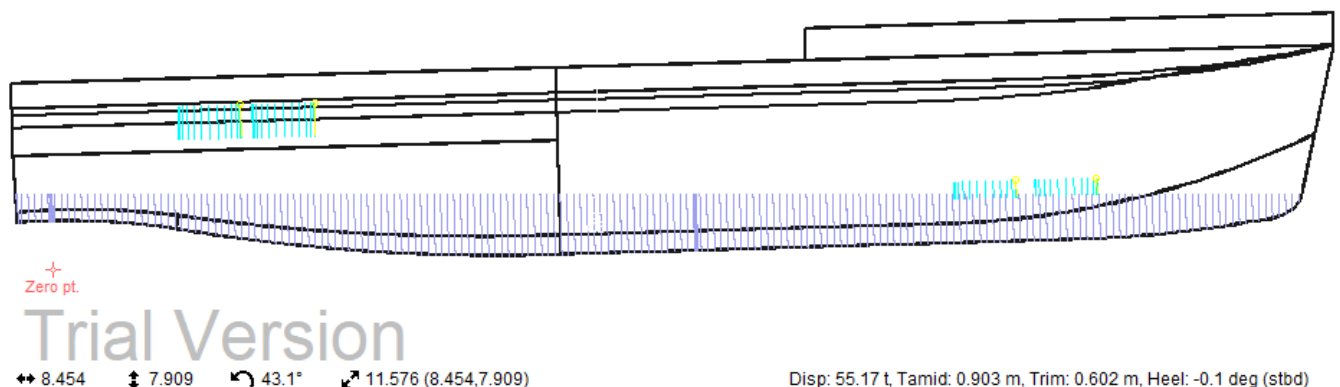
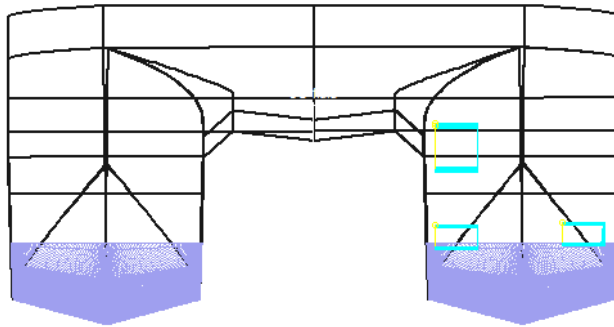


Figura F11.10: Vista longitudinal con flotación con 5tm de carga en popa, elaboración propia



Zero pt.

Disp: 55.17 t, Tamid: 0.903 m, Trim: 0.602 m, Heel: -0.1 deg (stbd)

Figura F11.11: Vista de popa con flotación con 5tm de carga en popa, elaboración propia

Francobordo de puntos de inundación:

Key point	Type	Freeboard m
Margin Line (freeboard pos = -0.585 m)		0.944
Deck Edge (freeboard pos = -0.585 m)		1.02
Ventilación s máquinas br	Downflooding point	3.125
Ventilacion s maquinas er	Downflooding point	3.13
Entrada superestructura popa	Downflooding point	2.148
Escotilla acceso pique proa br	Potential downflooding point	3.751
Escotilla acceso pique proa er	Potential downflooding point	3.757
Salida emergencia bajo cubierta	Potential downflooding point	2.815
Salida emergencia bajo cubierta	Potential downflooding point	2.821

Tabla T11.17: Tabla francobordos puntos de inundación flotación con carga 5tm en popa, elaboración propia.

Curva de GZ:

Stability	
■	GZ
■	Ventilacion s maquinas er = 93.4 deg.
■	2.2.4: Initial GMt GM at 0.0 deg = 9.119 m
■	2.3: Severe wind and rolling Wind Heeling (steady)
■	2.3: Severe wind and rolling Wind Heeling (gust)
■	2.4.5.2.5: Initial GMt GM at 0.0 deg = 9.119 m
■	Max GZ = 1.959 m at 19.1 deg.

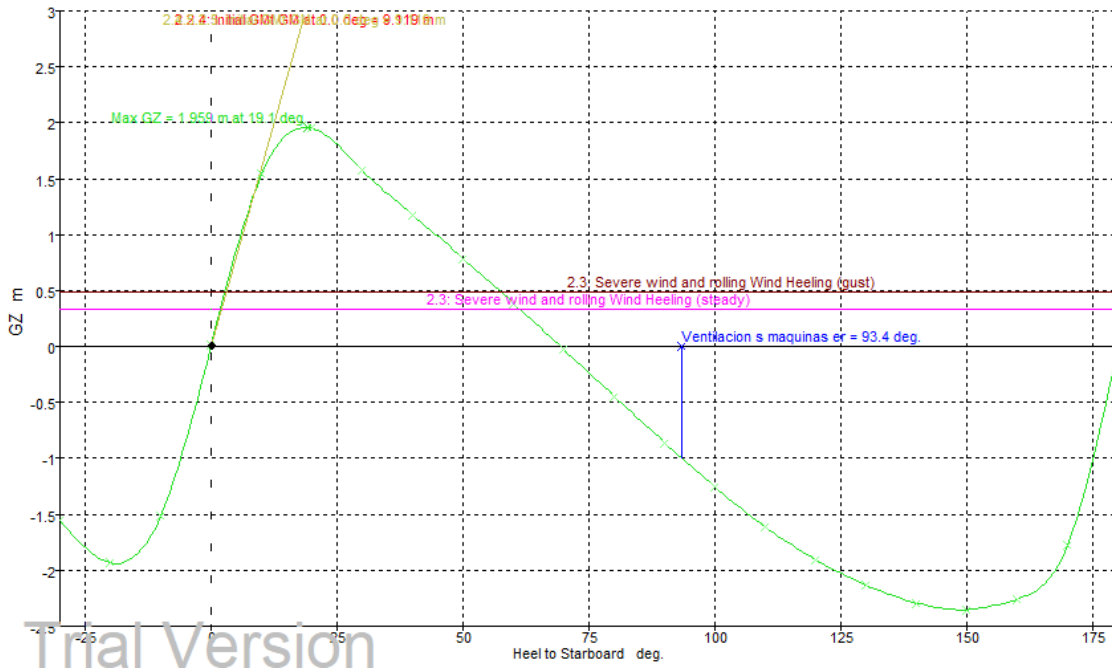


Figura F11.12: Curva GZ con flotación con 5tm de carga en popa, elaboración propia

Ángulos de escora puntos de inundación:

Key point	Type	Immersion angle deg
Margin Line (immersion pos = -0.582 m)		41.9
Deck Edge (immersion pos = -0.582 m)		44
Ventilación s máquinas br	Downflooding point	154.8
Ventilacion s maquinas er	Downflooding point	93.4
Entrada superestructura popa	Downflooding point	149.7
Escotilla acceso pique proa br	Potential downflooding point	162.8
Escotilla acceso pique proa er	Potential downflooding point	97.1
Salida emergencia bajo cubierta	Potential downflooding point	174.7
Salida emergencia bajo cubierta	Potential downflooding point	86.9

Tabla T11.18: Tabla ángulos puntos de inundación flotación con carga 5tm en popa, elaboración propia.

Comprobación de cumplimiento de criterios de estabilidad:

Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status
267(85) Ch2 - General Criteria	2.3: IMO roll back angle	23.9	deg		



267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.1: Area 0 to 30	3.1513	m.deg	446.313	Pass
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.1: Area 0 to 40	5.1566	m.deg	583.071	Pass
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.1: Area 30 to 40	1.7189	m.deg	136.758	Pass
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.2: Max GZ at 30 or greater	0.200	m	1.573	Pass
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.3: Angle of maximum GZ	25.0	deg	19.1	Fail
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.4: Initial GMt	0.150	m	9.119	Pass
267(85) Ch2 - General Criteria	2.3: Severe wind and rolling				Pass
	Angle of steady heel shall not be greater than (\leq)	16.0	deg	1.8	Pass
	Angle of steady heel / Deck edge immersion angle shall not be greater than (\leq)	80.00	%	4.11	Pass
	Area1 / Area2 shall not be less than (\geq)	100.00	%	105.75	Pass
2.4 Offshore supply vessels	2.4.5.2.1: GZ area between 0 and angle of maximum GZ	3.7763	m.deg	249.500	Pass
2.4 Offshore supply vessels	2.4.5.2.2: Area 30 to 40	1.7189	m.deg	136.758	Pass
2.4 Offshore supply vessels	2.4.5.2.3: Maximum GZ at 30 or greater	0.200	m	1.573	Pass
2.4 Offshore supply vessels	2.4.5.2.4: Angle of maximum GZ	15.0	deg	19.1	Pass
2.4 Offshore supply vessels	2.4.5.2.5: Initial GMt	0.150	m	9.119	Pass

Tabla T11.19: Tabla cumplimiento criterios estabilidad flotación con carga 5tm en popa, elaboración propia.

Se comprueba que se cumplen todos los criterios de estabilidad excepto el "2.2.2: Max GZ at 30 or greater", dicho criterio no se aplica a embarcaciones de tipo catamarán con pequeñas relaciones eslora / manga debido a su imposible cumplimiento y a la gran estabilidad ofrecida por este tipo de embarcaciones.



11.7 CONDICIÓN DE CARGA SALIDA PUERTO CON PASAJEROS SIN CARGA

Condición de carga:

Item Name	Quantity	Unit Mass tonne	Total Mass tonne	Unit Volume m ³	Total Volume m ³	Long. Arm m	Trans. Arm m	Vert. Arm m
Lightship	1	46.641	46.641			9.680	-0.030	2.420
Tanque aguas aceitosas	100%	0.127	0.127	0.138	0.138	16.421	3.296	0.844
Tanque agua dulce	100%	0.283	0.283	0.283	0.283	3.804	1.740	2.285
Tanque aguas grises y negras	100%	0.290	0.290	0.283	0.283	2.601	1.740	2.285
Tanque aceite hidráulico	100%	0.128	0.128	0.140	0.140	15.115	1.740	844
Tripulación	3	0.075	0.225			7.900	0	4.600
Pasajeros	12	0.075	0.900			10.626	0.200	4.100
Equipaje	15	0.025	0.375			8.618	-1.710	4.000
Víveres	1	0.200	0.200			5.830	-1.500	4.000
Pertrechos	1	1.000	1.000			9.100	0	3.500
Carga en proa	0	6.000	0			17.128	0	4.840
Carga en popa	0	4.000	0			1.570	0	4.150
Total Loadcase			50.170	0.844	0.844	9.611	-0.010	2.490
FS correction								0
VCG fluid								2.490

Tabla T11.20: Tabla condición de carga salida puerto con pasajeros sin carga, elaboración propia.

Flotación en equilibrio:

Draft Amidships m	0.870
Displacement t	50.17
Heel deg	-0.1
Draft at FP m	0.718
Draft at AP m	1.022
Draft at LCF m	0.892
Trim (+ve by stern) m	0.304
WL Length m	20.828
Beam max extents on WL m	7.422
Wetted Area m ²	124.815
Waterpl. Area m ²	87.079

Prismatic coeff. (Cp)	0.674
Block coeff. (Cb)	0.551
Max Sect. area coeff. (Cm)	0.820
Waterpl. area coeff. (Cwp)	0.898
LCB from zero pt. (+ve fwd) m	9.584
LCF from zero pt. (+ve fwd) m	8.864
KB m	0.560
KG fluid m	2.490
BMt m	12.305
BML m	53.707
GMt corrected m	10.374
GML m	51.777
KMt m	12.863
KML m	54.261
Immersion (TPc) tonne/cm	0.893
MTc tonne.m	1.247
RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) tonne.m	9.083
Max deck inclination deg	0.8383
Trim angle (+ve by stern) deg	0.8357

Tabla T11.21: Tabla resultados hidrostáticos condición de carga salida puerto con pasajeros sin carga, elaboración propia.

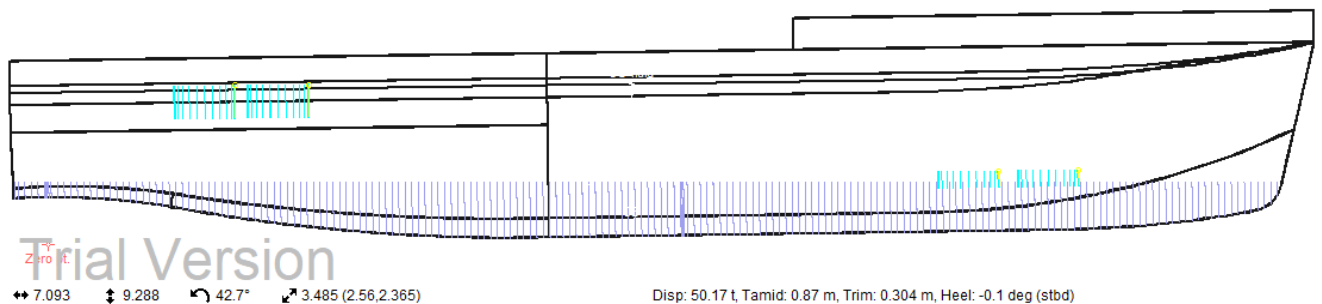
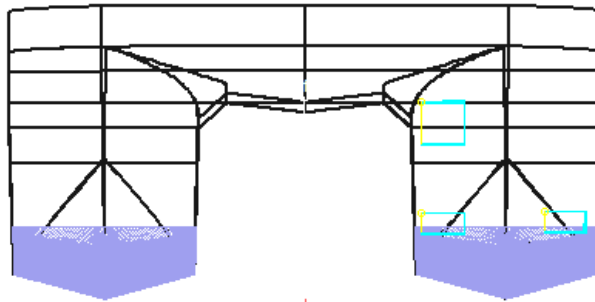


Figura F11.13: Vista longitudinal con flotación con pasajeros y sin carga, elaboración propia



Disp: 50.17 t, Tamid: 0.87 m, Trim: 0.304 m, Heel: -0.1 deg (stbd)

Figura F11.14: Vista de popa con flotación con pasajeros y sin carga, elaboración propia

Francobordo de puntos de inundación:

Key point	Type	Freeboard m
Margin Line (freeboard pos = -0.585 m)		1.135
Deck Edge (freeboard pos = -0.585 m)		1.211
Ventilación s máquinas br	Downflooding point	3.252
Ventilacion s maquinas er	Downflooding point	3.258
Entrada superestructura popa	Downflooding point	2.267
Escotilla acceso pique proa br	Potential downflooding point	3.657
Escotilla acceso pique proa er	Potential downflooding point	3.664
Salida emergencia bajo cubierta	Potential downflooding point	2.746
Salida emergencia bajo cubierta	Potential downflooding point	2.753

Tabla T11.22: Tabla francobordos puntos de inundación condición de carga salida puerto con pasajeros sin carga, elaboración propia.

Curva de GZ:

Stability	
■	GZ
■	Ventilacion s maquinas er = 98.5 deg.
■	2.2.4: Initial GMt GM at 0.0 deg = 10.374 m
■	2.3: Severe wind and rolling Wind Heeling (steady)
■	2.3: Severe wind and rolling Wind Heeling (gust)
■	2.4.5.2.5: Initial GMt GM at 0.0 deg = 10.374 m
■	Max GZ = 2.012 m at 18.2 deg.

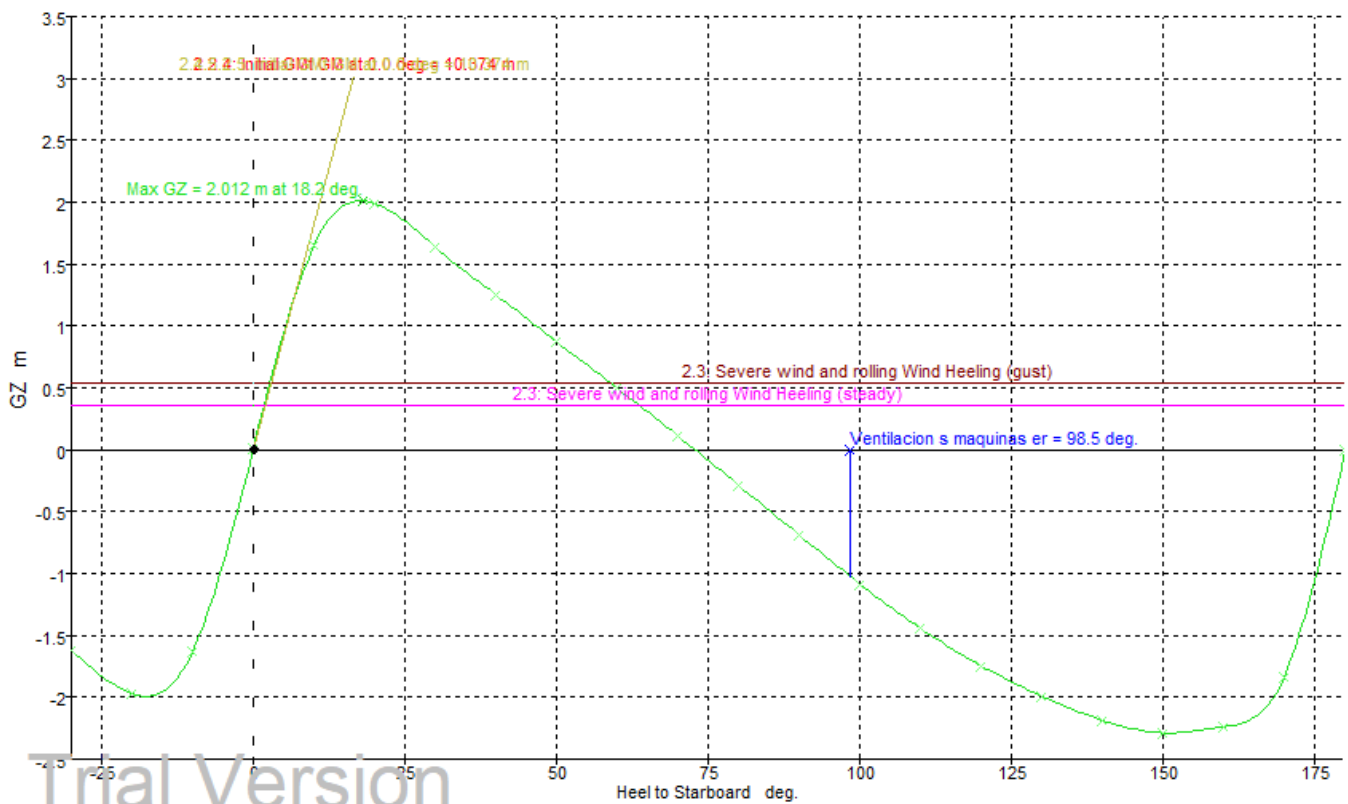


Figura F11.15: Curva GZ con flotación con pasajeros y sin carga, elaboración propia.

Ángulos de escora puntos de inundación:

Key point	Type	Immersion angle deg
Margin Line (immersion pos = 12.219 m)		52.5
Deck Edge (immersion pos = 12.219 m)		54.1
Ventilación s máquinas br	Downflooding point	156.6
Ventilacion s maquinas er	Downflooding point	98.5
Entrada superestructura popa	Downflooding point	153.7
Escotilla acceso pique proa br	Potential downflooding point	161.9
Escotilla acceso pique proa er	Potential downflooding point	94
Salida emergencia bajo cubierta	Potential downflooding point	174.3
Salida emergencia bajo cubierta	Potential downflooding point	83.8

Tabla T11.23: Tabla ángulos puntos de inundación condición de carga salida puerto con pasajeros sin carga, elaboración propia.

Comprobación de cumplimiento de criterios de estabilidad:



Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status
267(85) Ch2 - General Criteria	2.3: IMO roll back angle	23.5	deg		
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.1: Area 0 to 30	3.1513	m.deg	466.456	Pass
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.1: Area 0 to 40	5.1566	m.deg	610.242	Pass
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.1: Area 30 to 40	1.7189	m.deg	143.786	Pass
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.2: Max GZ at 30 or greater	0.200	m	1.633	Pass
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.3: Angle of maximum GZ	25.0	deg	18.2	Fail
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.4: Initial GMt	0.150	m	10.374	Pass
267(85) Ch2 - General Criteria	2.3: Severe wind and rolling				Pass
	Angle of steady heel shall not be greater than (\leq)	16.0	deg	1.8	Pass
	Angle of steady heel / Deck edge immersion angle shall not be greater than (\leq)	80.00	%	3.37	Pass
	Area1 / Area2 shall not be less than (\geq)	100.00	%	103.59	Pass
2.4 Offshore supply vessels	2.4.5.2.1: GZ area between 0 and angle of maximum GZ	3.8284	m.deg	246.718	Pass
2.4 Offshore supply vessels	2.4.5.2.2: Area 30 to 40	1.7189	m.deg	143.786	Pass
2.4 Offshore supply vessels	2.4.5.2.3: Maximum GZ at 30 or greater	0.200	m	1.633	Pass
2.4 Offshore supply vessels	2.4.5.2.4: Angle of maximum GZ	15.0	deg	18.2	Pass
2.4 Offshore supply vessels	2.4.5.2.5: Initial GMt	0.150	m	10.374	Pass

Tabla T11.24: Tabla cumplimiento criterios estabilidad condición de carga salida puerto con pasajeros sin carga, elaboración propia.

Se comprueba que se cumplen todos los criterios de estabilidad excepto el "2.2.2: Max GZ at 30 or greater", dicho criterio no se aplica a embarcaciones de tipo catamarán con pequeñas relaciones eslora / manga debido a su imposible cumplimiento y a la gran estabilidad ofrecida por este tipo de embarcaciones.



11.8 CONDICIÓN DE CARGA LLEGADA PUERTO CON PASAJEROS SIN CARGA

Condición de carga:

Item Name	Quantity	Unit Mass tonne	Total Mass tonne	Unit Volume m ³	Total Volume m ³	Long. Arm m	Trans. Arm m	Vert. Arm m
Lightship	1	46.641	46.641			9.680	-0.030	2.420
Tanque aguas aceitosas	10%	0.127	0.013	0.138	0.014	16.419	3.294	726
Tanque agua dulce	10%	0.283	0.028	0.283	0.028	3.804	1.740	2.046
Tanque aguas grises y negras	100%	0.290	0.290	0.283	0.283	2.601	1.740	2.285
Tanque aceite hidráulico	100%	0.128	0.128	0.140	0.140	15.115	1.740	844
Tripulación	3	0.075	0.225			7.900	0	4.600
Pasajeros	12	0.075	0.900			10.626	0.200	4.100
Equipaje	15	0.025	0.375			8.618	-1.710	4.000
Víveres	0.1	0.200	0.020			5.830	-1.500	4.000
Pertrechos	0.1	1.000	0.100			9.100	0	3.500
Carga en proa	0	6.000	0			17.128	0	4.840
Carga en popa	0	4.000	0			1.570	0	4.150
Total Loadcase			48.721	0.844	0.465	9.649	-0.022	2.471
FS correction								0
VCG fluid								2.471

Tabla T11.25: Tabla condición de carga llegada puerto con pasajeros sin carga, elaboración propia.

Flotación en equilibrio:

Draft Amidships m	0.854
Displacement t	48.72
Heel deg	-0.1
Draft at FP m	0.705
Draft at AP m	1.003
Draft at LCF m	0.876
Trim (+ve by stern) m	0.298
WL Length m	20.824
Beam max extents on WL m	7.421
Wetted Area m ²	123.369
Waterpl. Area m ²	86.966

Prismatic coeff. (Cp)	0.670
Block coeff. (Cb)	0.544
Max Sect. area coeff. (Cm)	0.815
Waterpl. area coeff. (Cwp)	0.897
LCB from zero pt. (+ve fwd) m	9.622
LCF from zero pt. (+ve fwd) m	8.857
KB m	0.550
KG fluid m	2.471
BMt m	12.654
BML m	55.126
GMt corrected m	10.732
GML m	53.204
KMt m	13.202
KML m	55.670
Immersion (TPc) tonne/cm	0.891
MTc tonne.m	1.244
RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) tonne.m	9.125
Max deck inclination deg	0.8274
Trim angle (+ve by stern) deg	0.8184

Tabla T11.26: Tabla resultados hidrostáticos condición de carga llegada puerto con pasajeros sin carga, elaboración propia.

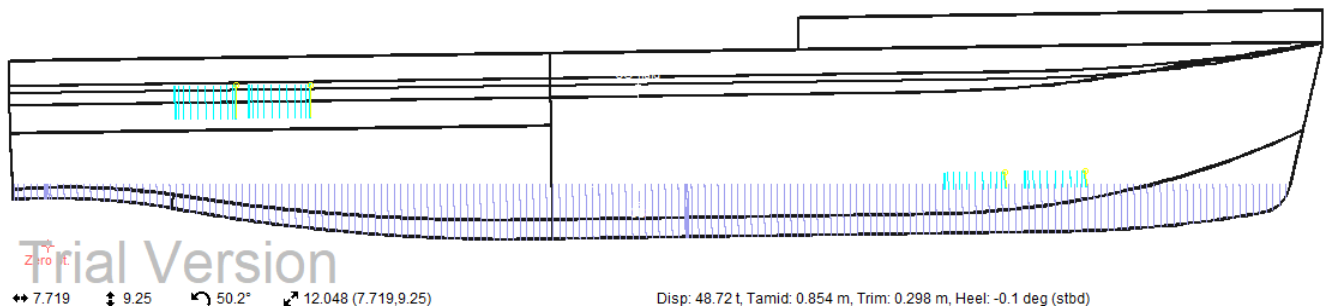
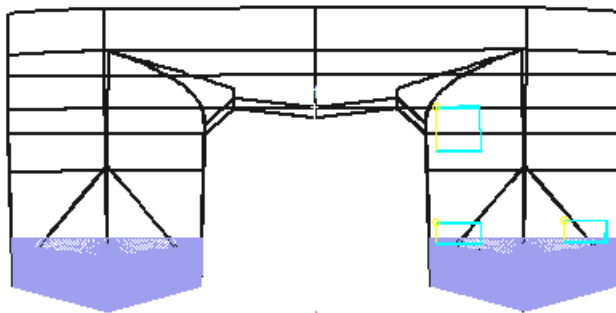


Figura F11.16: Vista longitudinal con flotación en llegada a puerto con pasajeros y sin carga, elaboración propia.



Disp: 48.72 t, Tamid: 0.854 m, Trim: 0.298 m, Heel: -0.1 deg (stbd)

Figura F11.17: Vista de popa con flotación en llegada a puerto con pasajeros y sin carga, elaboración propia.

Francobordo de puntos de inundación:

Key point	Type	Freeboard m
Margin Line (freeboard pos = -0.585 m)		1.153
Deck Edge (freeboard pos = -0.585 m)		1.229
Ventilación s máquinas br	Downflooding point	3.268
Ventilacion s maquinas er	Downflooding point	3.278
Entrada superestructura popa	Downflooding point	2.285
Escotilla acceso pique proa br	Potential downflooding point	3.668
Escotilla acceso pique proa er	Potential downflooding point	3.679
Salida emergencia bajo cubierta	Potential downflooding point	2.757
Salida emergencia bajo cubierta	Potential downflooding point	2.77

Tabla T11.27: Tabla francobordos puntos de inundación condición de carga llegada puerto con pasajeros sin carga, elaboración propia.

Curva de GZ:

Stability	
■	GZ
■	Ventilacion s maquinas er = 99.3 deg.
■	2.2.4: Initial GMt GM at 0.0 deg = 10.732 m
■	2.3: Severe wind and rolling Wind Heeling (steady)
■	2.3: Severe wind and rolling Wind Heeling (gust)
■	2.4.5.2.5: Initial GMt GM at 0.0 deg = 10.732 m
■	Max GZ = 2.037 m at 17.3 deg.

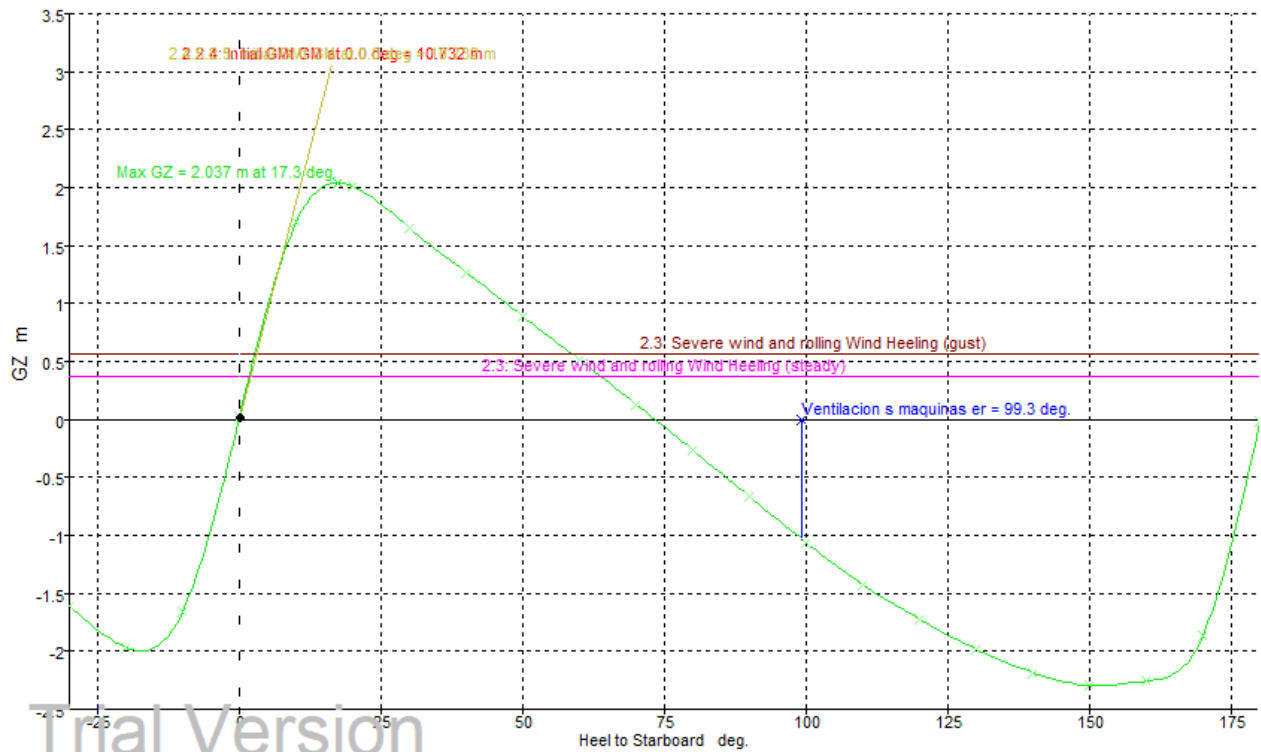


Figura F11.18: Curva GZ con flotación en llegada a puerto con pasajeros y sin carga, elaboración propia.

Ángulos de escora puntos de inundación:

Key point	Type	Immersion angle deg
Margin Line (immersion pos = 12.219 m)		53.2
Deck Edge (immersion pos = 12.219 m)		54.8
Ventilación s máquinas br	Downflooding point	156.9
Ventilacion s maquinas er	Downflooding point	99.3
Entrada superestructura popa	Downflooding point	154.3
Escotilla acceso pique proa br	Potential downflooding point	162.1
Escotilla acceso pique proa er	Potential downflooding point	94.2
Salida emergencia bajo cubierta	Potential downflooding point	174.4
Salida emergencia bajo cubierta	Potential downflooding point	84.2

Tabla T11.28: Tabla ángulos puntos de inundación condición de carga llegada puerto con pasajeros sin carga, elaboración propia.

Comprobación de cumplimiento de criterios de estabilidad:

Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status
------	----------	-------	-------	--------	--------



267(85) Ch2 - General Criteria	2.3: IMO roll back angle	23.4	deg		
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.1: Area 0 to 30	3.1513	m.deg	474.732	Pass
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.1: Area 0 to 40	5.1566	m.deg	620.335	Pass
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.1: Area 30 to 40	1.7189	m.deg	145.604	Pass
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.2: Max GZ at 30 or greater	0.200	m	1.650	Pass
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.3: Angle of maximum GZ	25.0	deg	17.3	Fail
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.4: Initial GMt	0.150	m	10.732	Pass
267(85) Ch2 - General Criteria	2.3: Severe wind and rolling				Pass
	Angle of steady heel shall not be greater than (\leq)	16.0	deg	1.8	Pass
	Angle of steady heel / Deck edge immersion angle shall not be greater than (\leq)	80.00	%	3.23	Pass
	Area1 / Area2 shall not be less than (\geq)	100.00	%	102.89	Pass
2.4 Offshore supply vessels	2.4.5.2.1: GZ area between 0 and angle of maximum GZ	3.8805	m.deg	234.818	Pass
2.4 Offshore supply vessels	2.4.5.2.2: Area 30 to 40	1.7189	m.deg	145.604	Pass
2.4 Offshore supply vessels	2.4.5.2.3: Maximum GZ at 30 or greater	0.200	m	1.650	Pass
2.4 Offshore supply vessels	2.4.5.2.4: Angle of maximum GZ	15.0	deg	17.3	Pass
2.4 Offshore supply vessels	2.4.5.2.5: Initial GMt	0.150	m	10.732	Pass

Tabla T11.29: Tabla cumplimiento criterios de estabilidad condición de carga llegada puerto con pasajeros sin carga, elaboración propia.

Se comprueba que se cumplen todos los criterios de estabilidad excepto el “2.2.2: Max GZ at 30 or greater”, dicho criterio no se aplica a embarcaciones de tipo catamarán con pequeñas relaciones eslora / manga debido a su imposible cumplimiento y a la gran estabilidad ofrecida por este tipo de embarcaciones.



11.9 CONDICIÓN DE CARGA BUQUE EN ROSCA CON CARGA MÁXIMA DE GRÚA HACIA BABOR

Condición de carga:

Item Name	Quantity	Unit Mass tonne	Total Mass tonne	Unit Volume m ³	Total Volume m ³	Long. Arm m	Trans. Arm m	Vert. Arm m
Lightship	1	46.641	46.641			9.680	-0.030	2.420
Tanque aguas aceitosas	0%	0.127	0	0.138	0	16.419	3.294	713
Tanque agua dulce	0%	0.283	0	0.283	0	3.804	1.740	2.020
Tanque aguas grises y negras	0%	0.290	0	0.283	0	2.601	1.740	2.020
Tanque aceite hidráulico	100%	0.128	0.128	0.140	0.140	15.115	1.740	0.844
Tripulación	0	0.075	0			7.900	0	4.600
Pasajeros	0	0.075	0			10.626	0.200	4.100
Equipaje	0	0.025	0			8.618	-1.710	4.000
Víveres	0	0.200	0			5.830	-1.500	4.000
Pertrechos	0	1.000	0			9.100	0	3.500
Carga en proa	0	6.000	0			17.128	0	4.840
Carga en popa	0	4.000	0			1.570	0	4.150
Carga máxima grúa a babor	1	1.150	1.150			14.534	-8.550	5.150
Total Loadcase			47.919	0.844	0.140	9.811	-0.230	2.481
FS correction								0
VCG fluid								2.481

Tabla T11.30: Tabla condición de carga grúa en babor en rosca, elaboración propia.

Flotación en equilibrio:

Draft Amidships m	0.849
Displacement t	47.92
Heel deg	-1.2
Draft at FP m	0.729
Draft at AP m	0.969
Draft at LCF m	0.866
Trim (+ve by stern) m	0.240
WL Length m	20.842
Beam max extents on WL m	7.419

Wetted Area m ²	122.309
Waterpl. Area m ²	86.573
Prismatic coeff. (Cp)	0.670
Block coeff. (Cb)	0.515
Max Sect. area coeff. (Cm)	0.770
Waterpl. area coeff. (Cwp)	0.894
LCB from zero pt. (+ve fwd) m	9.789
LCF from zero pt. (+ve fwd) m	8.913
KB m	0.545
KG fluid m	2.481
BMt m	12.754
BML m	55.477
GMt corrected m	10.818
GML m	53.540
KMt m	13.296
KML m	56.006
Immersion (TPc) tonne/cm	0.887
MTc tonne.m	1.232
RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) tonne.m	9.047
Max deck inclination deg	1.3851
Trim angle (+ve by stern) deg	0.6608

Tabla T11.31: Tabla resultados hidrostáticos flotación con carga grúa en babor en rosca, elaboración propia.

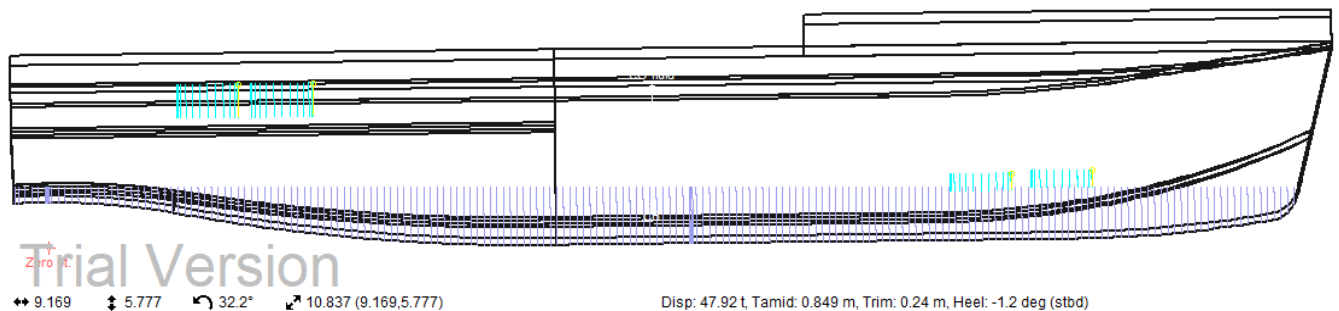
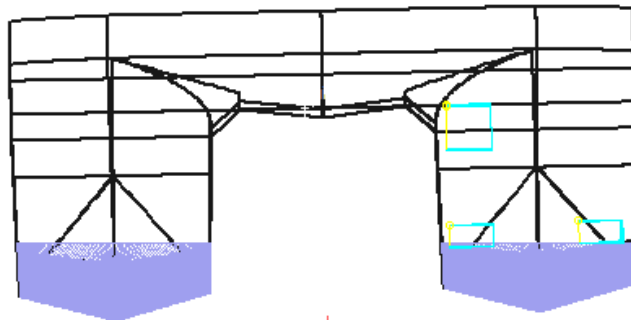


Figura F11.19: Vista longitudinal con flotación en maniobra con grúa con carga en babor en condición rosca, elaboración propia.



Disp: 47.92 t, Tamid: 0.849 m, Trim: 0.24 m, Heel: -1.2 deg (stbd)

Figura F11.21: Vista de popa con flotación en maniobra con grúa con carga en babor en condición rosca, elaboración propia.

Francobordo de puntos de inundación:

Key point	Type	Freeboard m
Margin Line (freeboard pos = -0.585 m)		1.154
Deck Edge (freeboard pos = -0.585 m)		1.235
Ventilación s máquinas br	Downflooding point	3.244
Ventilacion s maquinas er	Downflooding point	3.346
Entrada superestructura popa	Downflooding point	2.31
Escotilla acceso pique proa br	Potential downflooding point	3.597
Escotilla acceso pique proa er	Potential downflooding point	3.709
Salida emergencia bajo cubierta	Potential downflooding point	2.684
Salida emergencia bajo cubierta	Potential downflooding point	2.812

Tabla T11.32: Tabla francobordos puntos de inundación flotación con carga grúa en babor en rosca, elaboración propia.

Curva de GZ:

Stability	
■	GZ
■	Ventilacion s maquinas er = 100.2 deg.
■	2.2.4: Initial GMT GM at 0.0 deg = 10.935 m
■	2.3: Severe wind and rolling Wind Heeling (steady)
■	2.3: Severe wind and rolling Wind Heeling (gust)
■	2.4.5.2.5: Initial GMT GM at 0.0 deg = 10.935 m
■	Max GZ = 2.234 m at 17.3 deg.

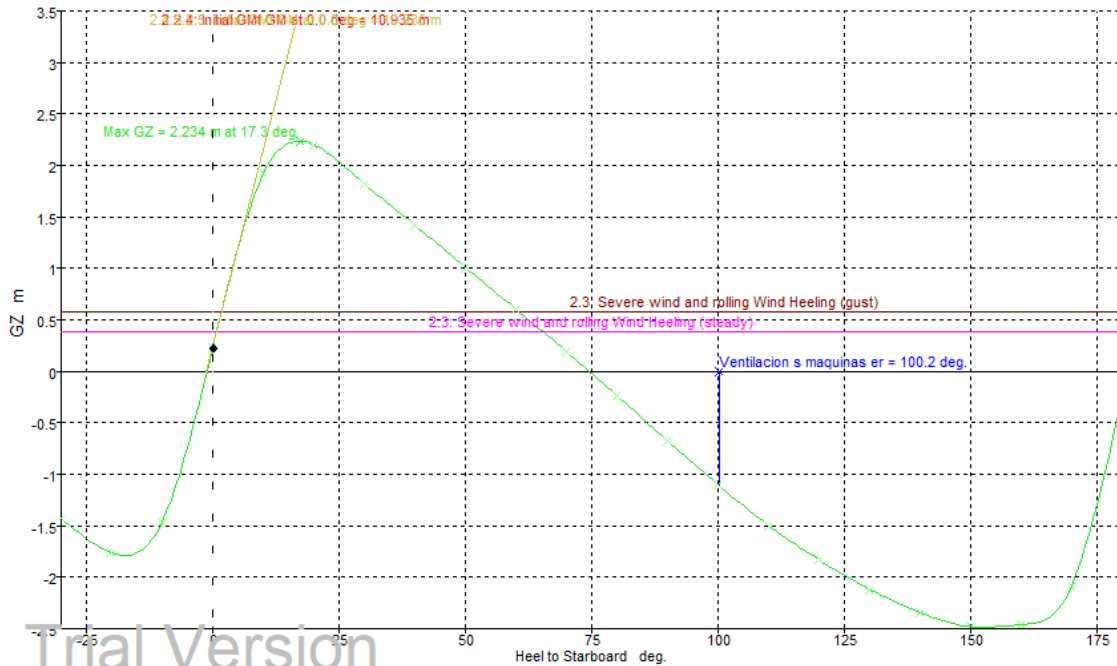


Figura F11.22: Curva GZ con flotación en maniobra con grúa con carga en babor en condición rosca, elaboración propia.

Ángulos de escora puntos de inundación:

Key point	Type	Immersion angle deg
Margin Line (immersion pos = 12.219 m)		53.3
Deck Edge (immersion pos = 12.219 m)		54.8
Ventilación s máquinas br	Downflooding point	157.2
Ventilacion s maquinas er	Downflooding point	100.2
Entrada superestructura popa	Downflooding point	155
Escotilla acceso pique proa br	Potential downflooding point	161.9
Escotilla acceso pique proa er	Potential downflooding point	93.6
Salida emergencia bajo cubierta	Potential downflooding point	174.3
Salida emergencia bajo cubierta	Potential downflooding point	83.6

Tabla T11.33: Tabla ángulos puntos de inundación flotación con carga grúa en babor en rosca, elaboración propia.

Comprobación de cumplimiento de criterios de estabilidad:

Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status
267(85) Ch2 - General Criteria	2.3: IMO roll back angle	23.5	deg		
267(85) Ch2 - General	2.2.1: Area 0 to 30	3.1513	m.deg	534.333	Pass



Criteria					
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.1: Area 0 to 40	5.1566	m.deg	696.099	Pass
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.1: Area 30 to 40	1.7189	m.deg	161.766	Pass
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.2: Max GZ at 30 or greater	0.200	m	1.822	Pass
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.3: Angle of maximum GZ	25.0	deg	17.3	Fail
267(85) Ch2 - General Criteria	2.2.4: Initial GMt	0.150	m	10.935	Pass
267(85) Ch2 - General Criteria	2.3: Severe wind and rolling				Pass
	Angle of steady heel shall not be greater than (\leq)	16.0	deg	0.8	Pass
	Angle of steady heel / Deck edge immersion angle shall not be greater than (\leq)	80.00	%	1.37	Pass
	Area1 / Area2 shall not be less than (\geq)	100.00	%	126.91	Pass
2.4 Offshore supply vessels	2.4.5.2.1: GZ area between 0 and angle of maximum GZ	3.8805	m.deg	270.970	Pass
2.4 Offshore supply vessels	2.4.5.2.2: Area 30 to 40	1.7189	m.deg	161.766	Pass
2.4 Offshore supply vessels	2.4.5.2.3: Maximum GZ at 30 or greater	0.200	m	1.822	Pass
2.4 Offshore supply vessels	2.4.5.2.4: Angle of maximum GZ	15.0	deg	17.3	Pass
2.4 Offshore supply vessels	2.4.5.2.5: Initial GMt	0.150	m	10.935	Pass

Tabla T11.34: Tabla cumplimiento criterios de estabilidad con carga grúa en babor en rosca, elaboración propia.

Se comprueba que se cumplen todos los criterios de estabilidad excepto el “2.2.2: Max GZ at 30 or greater”, dicho criterio no se aplica a embarcaciones de tipo catamarán con pequeñas relaciones eslora / manga debido a su imposible cumplimiento y a la gran estabilidad ofrecida por este tipo de embarcaciones.



CUADERNILLO 12: PRESUPUESTO



CONTENIDO:

- 12.1 INTRODUCCIÓN
- 12.2 COSTE DE CONSTRUCCIÓN
- 12.3 COSTE DE ADQUISICIÓN PARA EL ARMADOR
- 12.4 ESTIMACIÓN DE COSTES ANUALES DE OPERACIÓN

LISTA DE TABLAS:

Tabla T12.1: Estimación de costes de mano de obra.

Tabla T12.2: Estimación de costes de materiales.

Tabla T12.3: Estimación de costes administrativos y pruebas.

Tabla T12.4: Estimación de coste anual de amortización inversión anual.

Tabla T12.5: Estimación de costes anuales operativos.

LISTA DE FIGURAS:

Figura F12.1: Email proveedor baterías con coste. Fuente: Yangtze solar.

12.1 INTRODUCCIÓN:

En el presente cuadernillo se realiza una estimación de presupuesto de la embarcación, considerando estimaciones del coste de construcción de la misma, el coste de adquisición por parte del astillero y los costes operativos.

Se calculan los costes operativos teniendo en cuenta una amortización a 10 años, momento en el que se prevé que será necesario sustituir sus baterías. Considerando la experiencia de otras embarcaciones de fibra de vidrio de características similares se estima una vida útil de la estructura superior a los 30 años.

12.2 COSTE DE CONSTRUCCIÓN:

A continuación se estima el coste de construcción de la embarcación separando el coste de los equipos del coste de mano de obra necesaria.

Estimación de horas de fabricación necesarias:

A continuación se estiman las horas de mano de obra necesarias para construir la embarcación a partir de ratios dimensionales.

Se estima también el coste de la mano de obra asumiendo un coste medio de 50€/h incluyendo estos los costes estructurales del astillero dentro coste por hora de la mano de obra.

ESTIMACIÓN DEL COSTE DE MANO DE OBRA		
Eslora total	21,413	m
Manga total	7,5	m
Puntal	2,95	m



Pais de construcció	España	
Certificación / clasificación	DGMM / BV	
Coste mano de obra*	50	€/h
* Incluye gastos fijos astillero		
Cantidad de cubiertas	2	
Cantidad de camarotes / Espacios pasajeros tripulación.	3	
Tipo de embarcación	Apoyo	
Ratio estimación horas estructura	15	h*L*B*D
Ratio estimación horas instalaciones	5	h*L*B*D
Ratio estimación horas maquinaria	2	h*L*B*D
Estimación horas trabajo estructura	7106,4	horas
Estimación horas trabajo instalaciones	2368,8	horas
Estimación horas trabajo maquinaria	947,5	horas
Total horas estimadas	10422,8	horas
Coste total mano de obra	521138,89	€

Tabla T12.1: Estimación de costes de mano de obra. Elaboración propia.

Estimación del coste de materiales y equipos:

A continuación se estiman aproximadamente los costes de materiales o equipos, dado al elevado importe de las baterías, se pide al fabricante de la misma una estimación de coste quien indica un precio orientativo de 465000 USD, (unos 480000€ al cambio actual).

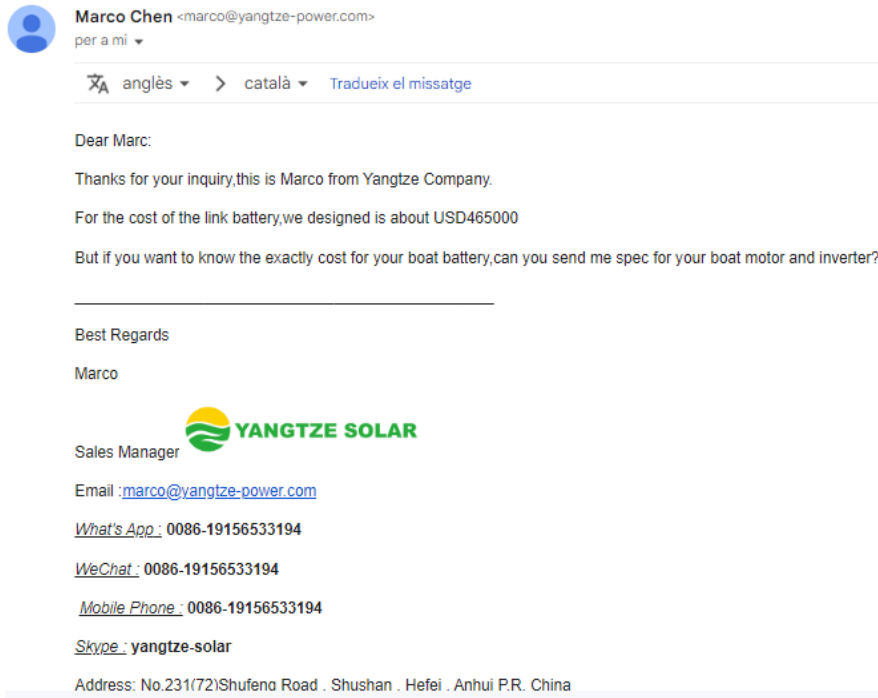


Figura F12.1: Email proveedor baterías con coste. Fuente: Yangtze solar.

Se estiman los siguientes costes de materiales:

ESTIMACIÓN COSTES MATERIALES		
Ratio coste materiales estructura	350,00	€*L*B*D
Material estructura	165816,92	€
Ratio coste material acero inox	70,00	€*L*B*D
Material material inox	33163,38	€
Ratio coste tuberías	80,00	€*L*B*D
Materiales tuberías / bombas	37901,01	€
Ratio coste componentes eléctricos	250,00	€*L*B*D
Materiales eléctricos	118440,66	€
Ratio coste material habilitacion	150,00	€*L*B*D
Materiales tuberías / bombas	71064,39	€
Ratio coste material salvamento	40,00	€*L*B*D
Materiales tuberías / bombas	18950,51	€
Motor principal (2 unid) y variadores	100000,00	€
Coste baterías principales	465000	€
Líneas ejes principal	23280	€
Helices transversales (4 und)	80000	€



Gruas (1 unid)	250000	€
Fittings / material fijación	10000,00	€
Material aislamiento	15000	€
Equipo climatización	20000	€
Material electrónico navegación	25000	€
Material hidráulico	15000	€
Aceites y líquidos	2500	€
Coste total materiales	1332676,21	€

Tabla T12.2: Estimación de costes de materiales. Elaboración propia.

Estimación del coste de materiales y equipos:

A continuación se estiman los gastos administrativos, maniobras, seguros, clasificación y proyecto de ingeniería:

ESTIMACIÓN GASTOS ADMINISTRATIVOS / PRUEBAS		
Gastos administrativos / proyecto	50000,00	€
Gastos pruebas de mar / ensayos / clasificación	50000,00	€
Gastos botadura / amarres	10000,00	€
Seguros de construcción	30000,00	€
Coste gastos administrativos	140000,00	€

Tabla T12.3: Estimación de costes administrativos y pruebas. Elaboración propia.

Coste total de construcción:

Se estima el coste total de construcción como la suma de los costes desglosados anteriormente:

- Coste de mano de obra: 521138,89 €
- Coste de materiales / equipos: 1332676,21 €
- Coste de gastos administrativos: 140000,00 €

Obteniendo una estimación del coste total de construcción de 1993815,10€ .

12.3 COSTE DE ADQUISICIÓN PARA EL ARMADOR:

El coste de adquisición de la embarcación para el armador incluirá el coste de construcción, el beneficio industrial del astillero, el coste de registro de la embarcación y el coste de transporte a la zona de operación.

Se obtiene por lo tanto el siguiente presupuesto del astillero considerando un beneficio industrial aproximado del 8%:



- Coste total de construcción: 1993815,10 € .
- Beneficio industrial (8% coste total de construcción): 159505,21 €

Presupuesto total del astillero: 2153320,31 €

Se estiman los siguientes costes:

- Coste de registro cómo el 2% del presupuesto total del astillero: 43066,41€
- Coste de transporte a la zona de operación: 15000,00€

Se estima un coste de adquisición para el armador de 2211386,71€

12.4 ESTIMACIÓN DE COSTES ANUALES DE OPERACIÓN:

A continuación se estiman los costes anuales de operación y la de la inversión inicial a 10 años, momento en el que se prevé que será necesario sustituir las baterías y por lo tanto volver a hacer una inversión de gran calado.

ESTIMACIÓN AMORTIZACIÓN ANUAL		
Presupuesto total embarcación	2211386,71	€
Intereses bancarios (estimado 20% del total)	442277,34	€
Años amortización inversión	10	años
Amortización anual	265366,41	€

Tabla T12.4: Estimación de coste anual de amortización inversión anual. Elaboración propia.

Se considera una operación 300 días anuales:

ESTIMACIÓN GASTOS OPERATIVOS ANUALES		
Tripulación (3 Tripulantes coste medio 30000€/año)	90000	€
Coste electricidad	200	€/MWh
Consumo diario de la embarcación	1	MWh
Estimación energía anual anual	60000	€
Gastos administrativos / Seguros / licencias	10000	€
Mantenimiento (2% coste embarcación)	44227,73	€
Amarres / puertos (500€/mes)	6000,00	€
Estimación gastos operativos anuales	210227,73	€
COSTES ANUALES ESTIMADOS	637594,14	€

Tabla T12.5: Estimación de costes anuales operativos. Elaboración propia.

Por lo que sumando los gastos operativos y la amortización de la inversión anual se estiman unos costes anuales de operación de 637594,14€.



BIBLIOGRAFIA



Para la realización del presente trabajo de final de máster se ha utilizado la siguiente Bibliografía:

Normativas y regulaciones:

- Real Decreto 1837/2000, de 10 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de inspección y certificación de buques civiles.
- Real decreto 1661/1982 de 25 de junio, por el que se declaran de aplicación a todos los buques y embarcaciones mercantes nacionales los preceptos del Convenio Internacional para la Seguridad de la Vida Humana en el Mar, 1974 y su protocolo de 1978 (nuevo texto) desarrollada por la Orden del Ministerio de Transporte, Turismo y Comunicaciones de 10 de junio de 1983 sobre normas complementarias de aplicación al Convenio Internacional para la Seguridad de la Vida Humana en el Mar, 1974, y su protocolo de 1978, a los buques y embarcaciones mercantes nacionales modificada por la Orden del Ministerio de Transporte, Turismo y Comunicaciones de 31 de enero de 1986 (SEVIMAR).
- Convenio internacional para prevenir la contaminación por los buques, 1973 (Convenio MARPOL) modificado por su Protocolo 1978 y Enmiendas posteriores. Anexos 1, V y VI.
- Convenio Internacional por el que se aprueba el reglamento Internacional para prevenir los abordajes, hecho en Londres el 20 de octubre de 1972, y sus enmiendas posteriores (COLREG 72).
- Reglamento Bureau Veritas NR 600 (*"Hull Structure and Arrangement for the Classification of Cargo Ships less than 65 m and Non Cargo Ships less than 90m"*), Edición Junio 2021.
- Código IMO MSC 267(85)
- *Real Decreto 1185/2006, de 16 de octubre, por el que se aprueba el Reglamento por el que se regulan las radiocomunicaciones marítimas a bordo de los buques civiles españoles.*
- Convenio Internacional por el que se aprueba el reglamento Internacional para prevenir los abordajes, hecho en Londres el 20 de octubre de 1972, y sus enmiendas posteriores (COLREG 72).
- Convenio internacional de 23 de junio de 1969, sobre Arqueo de Buques, hecho en Londres.
- Convenio SOLAS Edición consolidada 1997.



Bibliografia general:

- El proyecto básico del buque mercante: Ricardo Alvariño Castro; Juan José Azpíroz Azpíroz; Manuel Meizoso Fernández, edición 2007.
- PROYECTO “PARQUE EÓLICO MARINO FLOTANTE TRAMUNTANA, CATALUÑA” Documento Inicial de Proyecto. Autor: Parc Tramuntana SL Febrero 2021
- El proyecto del buque (I) y (II). Autor: Julio Garcia Espinosa. Facultad de Náutica de Barcelona 2007.
- Apuntes dinámica del buque Facultad de Náutica Barcelona 2017. Autor.
- Apuntes Economía y negocio marítimo 2020. Autor: Miguel Pardo Gil Alberdi
- Apuntes Explotación de recursos marítimos 2021. Autor: Julián Sánchez Sánchez
- Apuntes Aerogeneradores Marinos 2020. Autor: Pablo Casals Torrents.
- Apuntes Diseño y análisis de estructuras navales 2018. Autor: Javier Martinez Garcia.
- Apuntes de ampliación del proyecto del buque 2021. Autor: Rafael Pacheco Blazquez
- Apuntes de aerodinámica avanzada 2018. Autor: Julio Garcia Espinosa

Revistas y publicaciones náuticas:

- Ingeniería Naval,
- Rotación
- Ruta pesquera.

Páginas web:

- <https://marinelink.com>
- <https://parctramuntana.com/>
- <https://ocean3.fr>
- <https://www.yangtze-solar.com/>
- <https://www.proton-motor.de/>
- <https://www.bmt.org/>
- <https://www.alicatworkboats.com/>
- <https://www.astillerosdalmau.com/>



- <https://www.elicheradice.it/>
- <http://www.cempumps.com/>
- <https://new.abb.com/es>
- <https://www.sleipnergroup.com/>
- <https://haes-tech.com/>
- <https://www.salvadorescoda.com/>
- <https://www.nauticapedrofranco.com/>
- <https://www.pyiinc.com/>
- <https://isoflextech.com/>
- <https://www.ls-france.com/en/>
- <https://www.alicatworkboats.com/>