



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

Trabajo Fin de Grado

CURSO 2021/22

***BUQUE TANKER LNG 140000 m³ Y DISEÑO DE UNA
PLANTA GENERADORA DE POTENCIA CON
TURBINA DE GAS Y CICLO REGENERATIVO***

Número 2122-TFG-73

**Programa de simultaneidad de ingeniería naval y oceánica e
ingeniería mecánica**

ALUMNA/O

Marina de la Peña Herrero

TUTORAS/ES

Pablo Fariñas Alvariño

Alberto Arce Ceinos

FECHA

2022

BUQUE TANKER LNG 140000 M3 Y DISEÑO DE UNA PLANTA GENERADORA DE POTENCIA CON TURBINA DE GAS Y CICLO REGENERATIVO. RESUMEN

En primer lugar, se desarrollará el proyecto de un buque tanker LNG. La particularidad de este buque es su carga, ya que requieren unas características muy concretas, debido a su temperatura, presión y flash point.

Una vez completado el proyecto de diseño del tanker de LNG, se desarrollará el diseño de una planta de potencia para la propulsión del buque, que se estima en un mínimo de 25 MW, basada en turbina de gas regenerativa empleando el propio LNG transportado como combustible. Esta turbina de gas regenerativa operará con dos compresores con una etapa de enfriamiento entre ambas compresiones y los gases de escape calientes se emplearán para precalentar el aire comprimido antes de entrar en la cámara de combustión.

En el diseño de esta planta de potencia se dimensionarán tanto en enfriador con agua de mar como del intercambiador gases-aire. Se compararán los resultados obtenidos en función de cómo los parámetros de diseño (relación de compresión, temperatura máxima, caudal de aire...) afecten a la eficiencia térmica de la planta. La comparación con turbina de gas simple y motor diésel se llevará a cabo en términos de eficiencia, coste y emisiones, estableciéndose las posibles ventajas e inconvenientes



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

**TRABAJO FIN DE GRADO
CURSO 2021/22**

***BUQUE TANKER LNG 140000 m³ Y DISEÑO DE UNA
PLANTA GENERADORA DE POTENCIA CON
TURBINA DE GAS Y CICLO REGENERATIVO***

Número 2122-TFG-73

**Programa de simultaneidad de ingeniería naval y oceánica e
ingeniería mecánica**

Documento

CUADERNO 7: DISPOSICIÓN GENERAL

CONTENIDO

Buque tanker LNG 140000 m3 y diseño de una planta generadora de potencia con turbina de gas y ciclo regenerativo. Resumen	2
REQUISITOS PREVIOS DE OPERACIÓN. RPA.....	5
PARÁMETROS DE FORMA DEL BUQUE	6
INTRODUCCIÓN	7
1 COMPARTIMENTADO Y CUBIERTAS.....	8
1.1 Características principales	8
1.2 Descripción de cubiertas.....	8
1.2.1 Doble fondo. Cubierta nº1.....	9
1.2.2 Cubierta -3. Cubierta nº2	9
1.2.3 Cubierta -2. Cubierta nº3	9
1.2.4 Cubierta -1. Cubierta nº4	9
1.2.5 Cubierta principal. Cubierta nº5	9
1.2.6 Cubierta 1º superestructura. Cubierta nº6.....	11
1.2.7 Cubierta 2º superestructura. Cubierta nº7.....	12
1.2.8 Cubierta 3º superestructura. Cubierta nº8.....	14
1.2.9 Cubierta 4º superestructura. Cubierta nº9.....	15
1.2.10 Cubierta puente de gobierno. Cubierta nº10	16
1.2.11 Techo del puente de gobierno	16
2 JUSTIFICACIÓN DE SUPERFICIES DE ESPACIOS.....	18
2.1 Espacios de carga y consumibles	18
2.2 Espacios de máquinas	20
2.3 Espacios de habilitación.....	23
ANEXO I : Plano de disposición general	26

REQUISITOS PREVIOS DE OPERACIÓN. RPA

A continuación, se presentarán los requisitos previos iniciales en los que se basará el diseño del buque:

Tipo de buque

Buque Transporte de LNG - 140000 m³

Clasificación y cotas

SOLAS, CIG, Bureau Veritas, MARPOL

Características de la carga

Tanques membrana

Velocidad y autonomía

Velocidad servicio de 17,2 nudos, 85% MCR 10 MM. Autonomía 10.000 millas

Propulsión

Diesel eléctrico

Tripulación y pasaje

28 tripulantes

PARÁMETROS DE FORMA DEL BUQUE

A continuación, se muestra una tabla con los datos del buque que se han ido obteniendo en los cuadernos anteriores:

	Lpp	B	D	T	CB	CM	CP	LBD	Desplazamiento
Inicial	285.45	46.6	27	12	0.81	0.998	0.849	359153.2	132854.8
Final	255.1	41,9	30	12,2	0.81	0.998	0.811	359153.2	109400

INTRODUCCIÓN

En el siguiente documento se pretende definir de forma más detallada la disposición general del buque proyectado, en especial la zona de habilitación, pero también la zona de carga y la cámara de máquinas.

Para ello, se tendrán en cuenta los tripulantes a bordo y sus funciones. Según lo estipulado en los requisitos previos, habrá 28 personas a bordo:

- Capitán
- Jefe de máquinas
- 1º oficial de puente
- 2º oficial de puente
- 1º oficial de máquinas
- 2º oficial de máquinas
- 22 marineros que se distribuyen todas las funciones del buque (Cocina, lavandería, etc)

La normativa de uso para los siguientes apartados es SOLAS, IACS y MLC, se detallará en cada caso cual es la normativa de referencia. Siendo útil para este cuaderno, se recuerda del cuaderno 4 los siguientes valores:

ZONA	SEPARACIÓN ENTRE CUADERNAS DE TRAZADO
Pique popa	500 mm
Cámara de máquinas	500 mm
Zona de carga	2000 mm
Pañol	2000 mm
Pique proa	500 mm

1 COMPARTIMENTADO Y CUBIERTAS

1.1 Características principales

Será para tener en cuenta el compartimentado realizado en el cuaderno 4 del proyecto. Por tanto, a continuación, se recuerda cómo se dividieron las distintas zonas del buque:

➤ Zona de carga:

Comprende 4 filas de tanques con 36 o 38 metros de eslora (dependiendo del tanque), divididos por un mamparo en crujía que los separa en tanque de babor y de estribor, resultando 8 tanques de carga. En total se extenderá desde los 42 metros hasta los 208 metros de la perpendicular de popa. La zona de carga está delimitada por la cuaderna 84 hasta la cuaderna 167. No existirán separaciones horizontales. Entre tanques existirá un cofferdam de 4 metros, que siguiendo la normativa no podrá ser usado como tanque de lastre.

➤ Zona de máquinas:

La zona de máquinas se delimita por el mamparo que delimita el pique de popa, en la cuaderna 28, hasta el primer mamparo de la zona de carga, en la cuaderna 84, comprendiendo una longitud total de 28 metros. En este espacio se situarán la cámara de bombas, motor principal, servomotor, tanques de combustible, agua técnica, lodos y aguas grises y negras.

➤ Zona de habilitación:

Es una superestructura sobre la zona de máquinas. En la parte más a proa del área se sitúa el puente de gobierno, oficinas, camarotes, talleres, almacenes. En la zona más a popa se localiza el grupo de emergencia, la depuradora o equipos semejantes.

➤ Otras zonas:

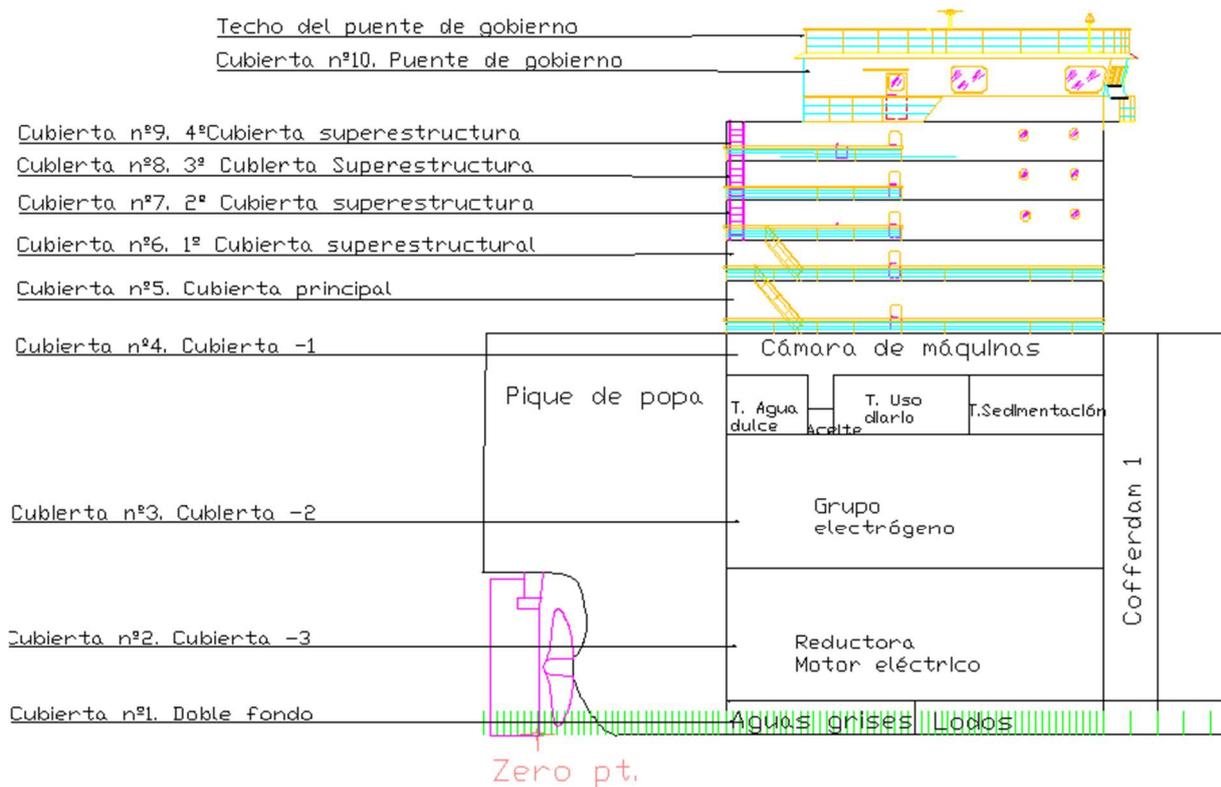
En las que se incluyen los tanques de lastre, de consumos, etc, como, por ejemplo, los piques de proa y popa y los dobles fondo y casco. Esta parte se tratará en menos medida ya que en el cuaderno cuatro ya se justificó el tamaño de los tanques y su disposición.

Respecto a las divisiones verticales del buque que se definieron en el cuaderno 4, se indica que existe un doble fondo con una altura de 2,5 metros que se extiende desde el mamparo del pique de popa hasta el mamparo de colisión del pique de proa, cumpliendo así con la normativa definida.

Además, existe un doble casco con el mismo espesor de 2 metros que se extiende por las mismas cuadernas, cumpliendo con la normativa Marpol y la reglamentación especial para este tipo de buque, el código internacional del gasero.

1.2 Descripción de cubiertas

A continuación, se muestra un primer esquema en el que se pueden observar las distintas cubiertas del buque:



1.2.1 Doble fondo. Cubierta n°1

El doble fondo tiene una altura de 2,5 metros sobre la línea base y se dispone debajo de la cámara de máquinas, la zona de carga y el almacén. En esta zona se localizarán los tanques aguas grises y negras, tanques de lastre de la zona de carga y tanques de lodos.

1.2.2 Cubierta -3. Cubierta n°2

Se sitúa desde los 2 metros a los 12,5 metros de altura. Es la parte de la cámara de máquinas, en ella se localizan el motor propulsor y la reductora, a proa de la cámara de máquinas se encontrarán los tanques de carga. También se situará aquí la cámara de bombas.

1.2.3 Cubierta -2. Cubierta n°3

Se sitúa desde los 12,5 metros hasta los 22,5 metros de altura. Es la segunda altura de la cámara de máquinas, aquí estarán situados las máquinas principales generadoras de electricidad, además es el lugar donde se encuentran algunos de los equipos auxiliares de estas máquinas, como, por ejemplo, la refrigeración, lubricación, etc.

1.2.4 Cubierta -1. Cubierta n°4

Se sitúa desde los 22,5 metros hasta los 30 metros de altura. Es la tercera altura de la cámara de máquinas. Aquí se encontrarán los tanques de combustible de uso diario, aceite y generación de agua dulce.

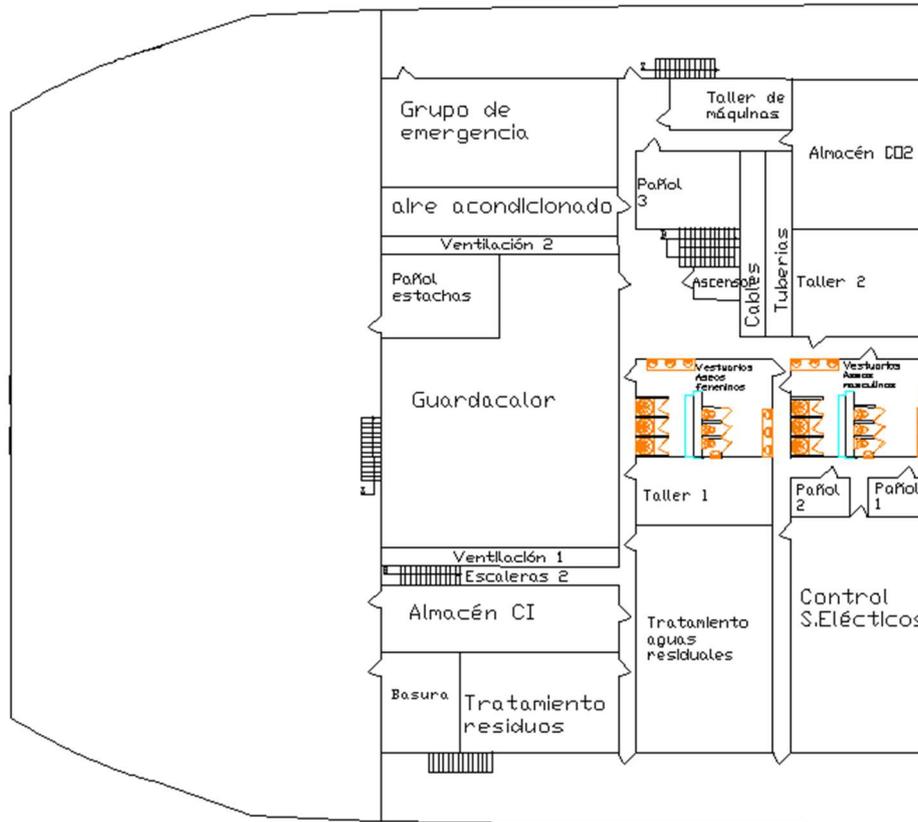
1.2.5 Cubierta principal. Cubierta n°5

Se extiende desde la altura de 30 metros a los 34 metros sobre la línea base.

En la zona de carga, se encontrarán los equipos necesarios para la carga y descarga del buque, aire acondicionado y equipo contra incendios.

En la zona de proa, se encontrarán los equipos de amarre y fondeo pertinentes, además como es obvio, el espacio ha de quedar libre para las tareas de amarre y fondeo.

En la zona de la superestructura se localizará la habitación que estará dividida a su vez en dos zonas diferenciadas, la zona de popa y de proa, a continuación, se muestra un plano básico de la distribución de y de las zonas:



En la siguiente tabla se muestra el área ocupada por cada espacio de esta cubierta:

ESPACIO	ÁREA [m2]
Grupo de emergencia	66.9
Aire acondicionado	30.6
Ventilación 1	10.8
Pañol estachas	25.6
Guardacolor	154.4
Ventilación 2	10.8
Almacén CI	41.3
Tronco tubería	12.5
Tronco Cables	12.5
Almacén basuras	20.4
Tratamiento de residuos	40.8
Tratamiento aguas residuales	79.9
Taller 1	24
Control S.Eléctricos	83.2
Pañol 1	6
Pañol 2	6

Vestuario/Aseo femenino	34.4
Vestuario/Aseo masculino	34.3
Taller 2	38
Taller máquinas	16.1
Pañol 3	20.9
Almacén CO2	52.1
Ascensor	3.8

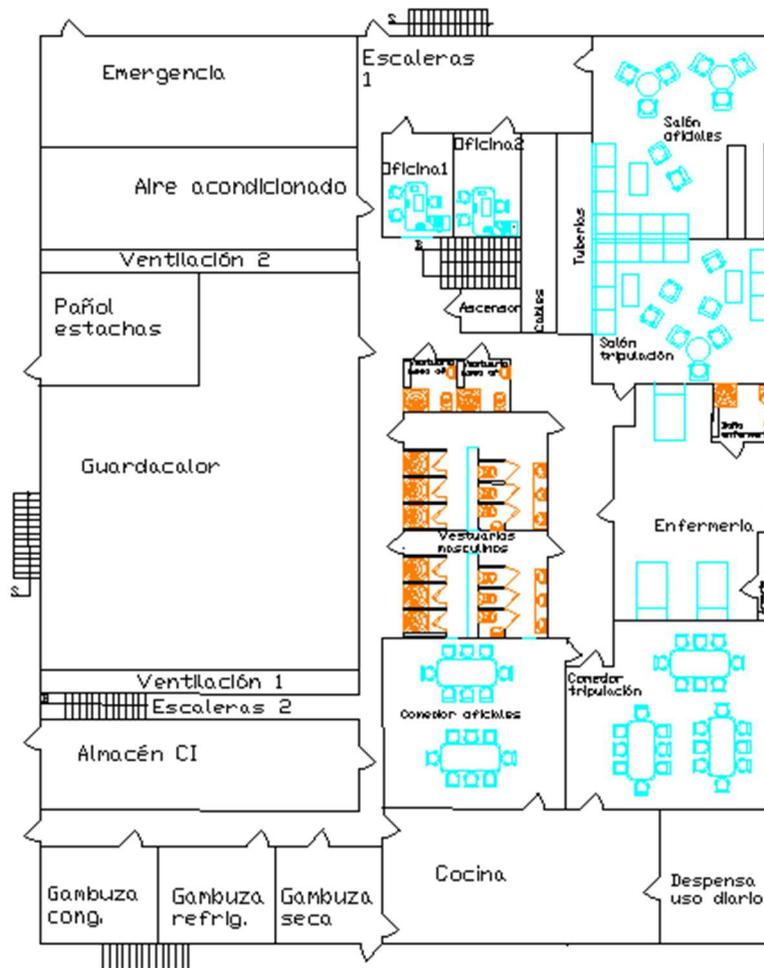
1.2.6 Cubierta 1º superestructura. Cubierta nº6

Colocada desde la altura 34 metros a 37 metros. En esta cubierta se localizarán los espacios comunes necesarios durante el trabajo de la tripulación, de esta forma queda explicado que se localizan en la cubierta siguiente a la cubierta de máquinas, talleres y otros espacios de trabajo.

En la tabla que se muestra a continuación, se pueden observar los distintos espacios y el área ocupada por ellos:

ESPACIO	ÁREA [m2]
Grupo de emergencia	66.9
Aire acondicionado	30.6
Ventilación 1	10.8
Pañol estachas	25.6
Guardacalor	154.4
Ventilación 2	10.8
Almacén CI	41.3
Tronco tubería	12.5
Tronco Cables	12.5
Gambuza congelados	16.5
Gambuza refrigerados	16
Gambuza seca	15
Cocina	53.6
Dispensa uso diario	21.9
Comedor oficiales	44
Comedor tripulación	52.5
Vestuario/Aseo femenino	21.8
Vestuario/Aseo masculino	21.8
Vestuario/Aseo oficiales 1	4
Vestuario/Aseo oficiales 2	4
Enfermería	53
Almacén CO2	52.1
Ascensor	3.8
Salón tripulación	37.5
Salón oficiales	52.5
Oficina 1	10.4
Oficina 2	10.4

A continuación, se puede observar un plano básico de la repartición de espacios:



1.2.7 Cubierta 2º superestructura. Cubierta nº7

Desde la altura 37 a la altura 40 metros. En esta cubierta se localizan los espacios comunes para tiempo libre de la tripulación y oficiales, estos espacios han de ser amplios. La autonomía del buque explica estos lugares de ocio en el buque, ya que las personas embarcadas pasan muchos días en él.

Estos espacios comunes, han de tener una capacidad para el 1/3 de la tripulación, en este buque estos espacios son amplios y cumplen con estos mínimos.

Además, nos servirán para separar zonas de trabajo como talleres y cocinas de la zona de camarotes donde la tripulación descansa.

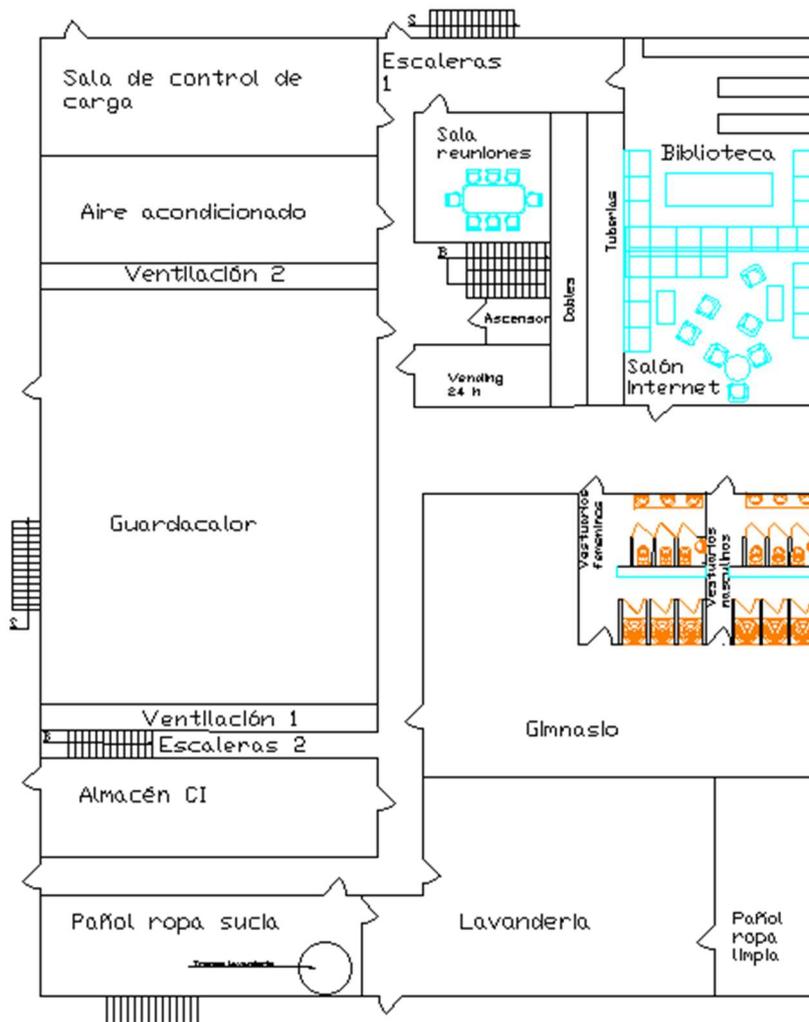
Se incluye en la zona de lavandería de la cubierta un tronco de ropa sucia, para facilitar las labores de los trabajadores.

En la siguiente tabla se muestran las distintas estancias y los metros cuadrados dedicados a ellas:

ESPACIO	ÁREA [m2]
Sala control carga	49.7
Aire acondicionado	30.6
Ventilación 1	10.8

Pañol estachas	25.6
Guardacalor	179
Ventilación 2	10.8
Almacén CI	41.3
Tronco tubería	12.5
Lavandería	89.2
Pañol ropa limpia	27.8
Gimnasio	98
Vending 24 h	10.8
Salón internet	37.9
Biblioteca	52
Vestuario/Aseo femenino	21.8
Vestuario/Aseo masculino	21.8
Vestuario/Aseo femenino	21.8
Vestuario/Aseo masculino	21.8
Ascensor	3.8

A continuación, se muestra el plano de esta cubierta:



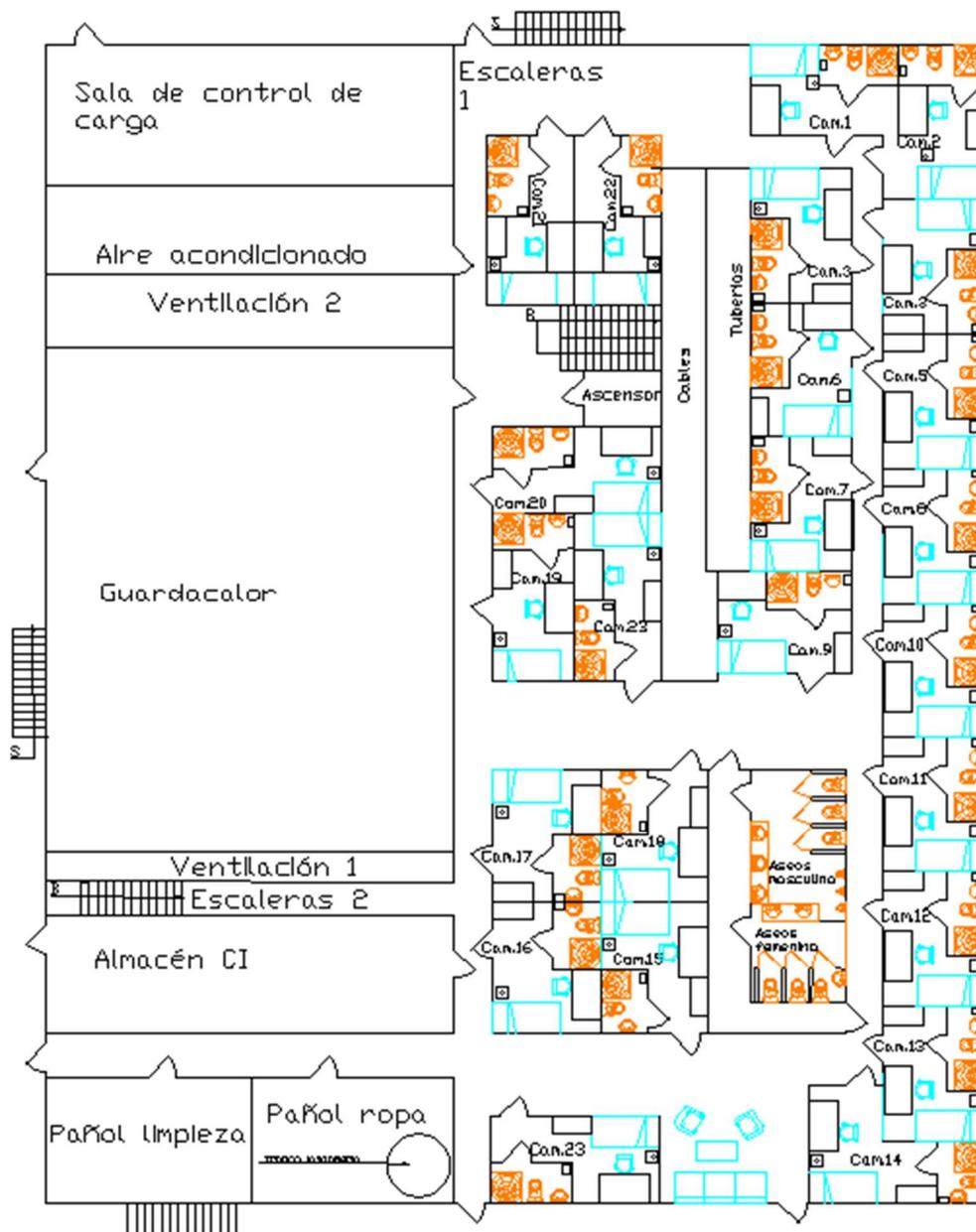
1.2.8 Cubierta 3º superestructura. Cubierta nº8

De la altura 40 metros a los 43 metros. Estos espacios se dedican al descanso de marineros. Se colocarán 23 camarotes individuales (Para los 22 marineros, más uno extra), que cumplen con el área mínimo de 7 metros cuadrados ya que tendrán aproximadamente 12 metros cuadrados en los que habrá:

- Cama 90*200 centímetros
- Escritorio y silla
- Armario con cajón de más de 500 litros
- Mesita de noche
- Baño completo de aproximadamente 2.5 metros cuadrados

Además, está cubierta contará con pañol contraincendios, pañol de ropa comunicado con la lavandería por medio del tronco, además de sala de control de carga, aseos segregados.

A continuación, se muestra un plano básico de esta cubierta:



1.2.9 Cubierta 4º superestructura. Cubierta nº9

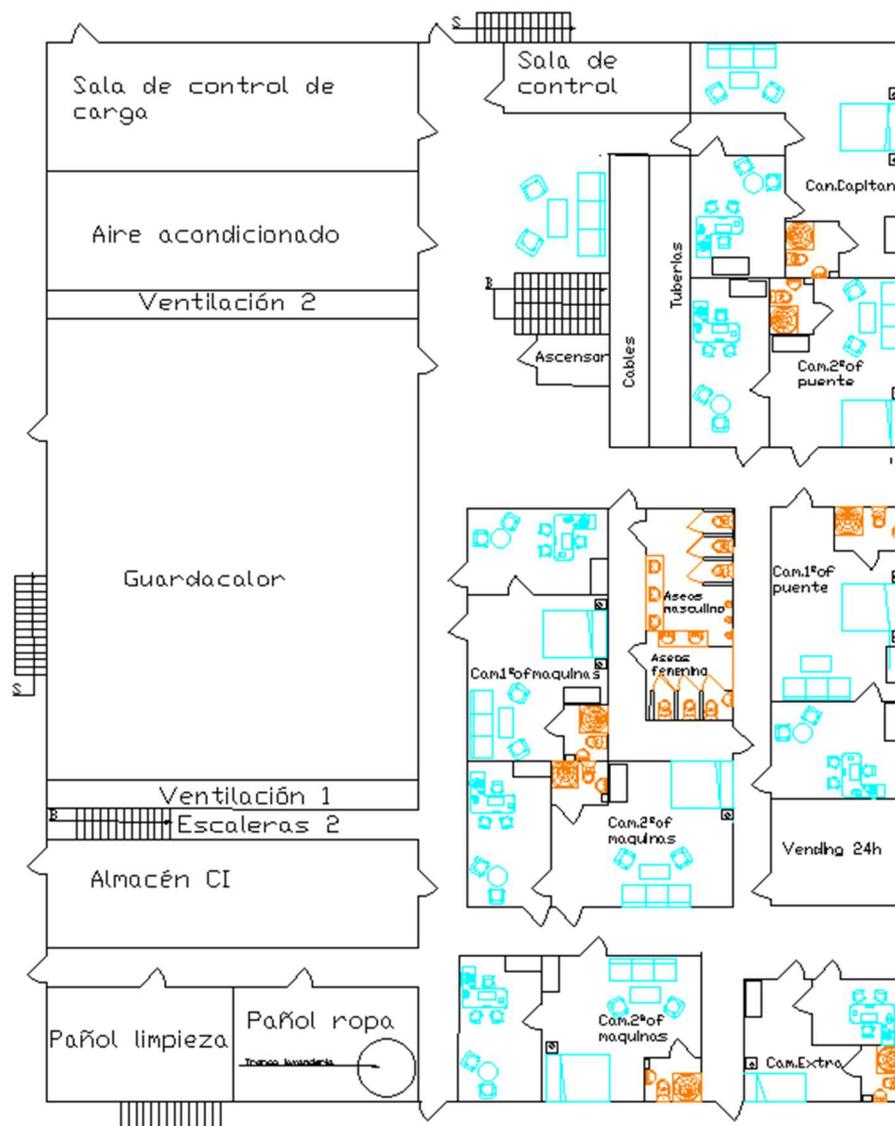
De la altura 43 m a la altura 46 m. esta cubierta estará destinada al descanso de los oficiales, capitán y jefe de máquinas, por esta razón, los camarotes son más grandes y tienen una oficina contigua al camarote, a la cual se puede acceder también desde espacios comunes. Se contará con 7 camarotes de estas características (un camarote extra)

Estos camarotes han de tener un área mínima de 10 metros cuadrados. Estos camarotes cumplirán con ese mínimo, tendrán entre 35 y 45 metros cuadrados:

- Baño completo de aproximadamente 2.5 metros cuadrados (Con lavabo, ducha, WC y armario)
- Cama de 150*200 centímetros
- Mesa de noche
- Armario con cajón de más de 500 litros
- Área de descanso con sofá, sillón y mesa baja
- Oficina con armario, escritorio y sillas.

Además, está cubierta contará con pañol contraincendios, pañol de ropa comunicado con la lavandería por medio del tronco, además de sala de control de carga, aseos segregados.

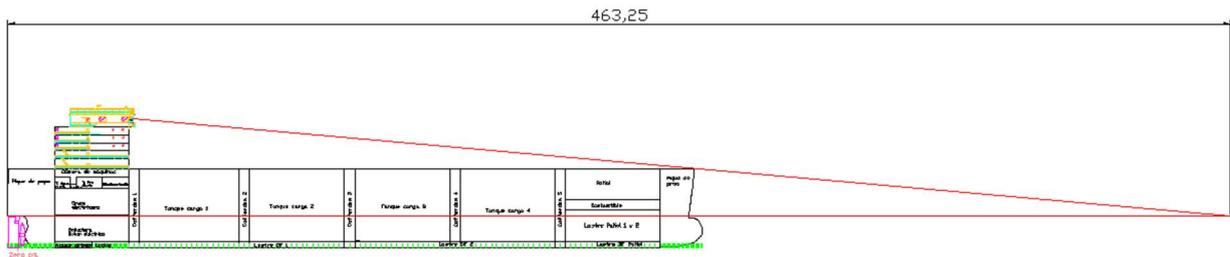
A continuación, se muestra un plano básico de esta cubierta:



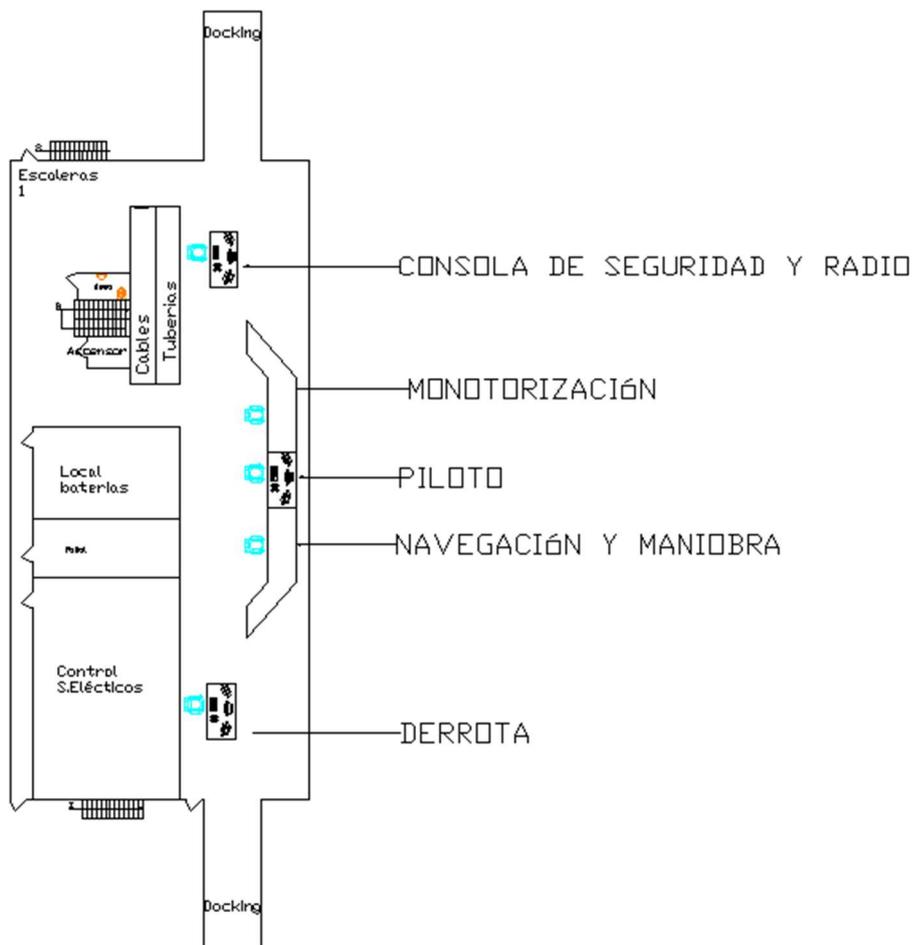
1.2.10 Cubierta puente de gobierno. Cubierta nº10

Se extiende desde los 46 metros a los 51 metros sobre la línea de base. El reglamento SOLAS indica una altura mínima del puente de gobierno para buques de eslora superior a 45 metros. La norma indica que se debe cumplir que la vista de la superficie desde el puesto de ordenes no deberá quedar oculta en más del doble de la eslora o de 500 metros (la menos entre ambas), a proa de las amuras y a 10° en cada banda en todas las condiciones.

En el caso del buque proyectado se toma 500 metros como valor restrictivo. En la siguiente imagen se puede comprobar que los valores establecidos en el diseño cumplen con la normal:

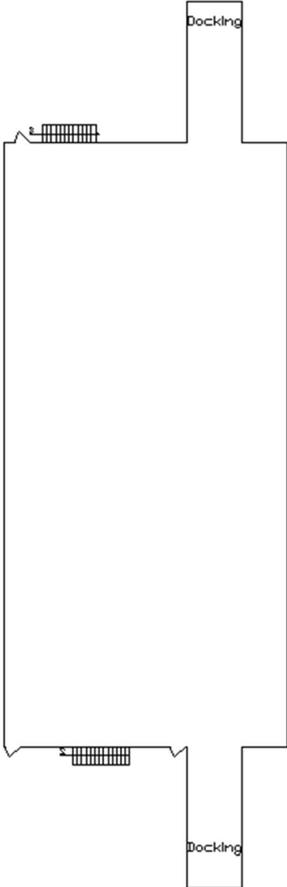


A continuación, se muestra el esquema de esta cubierta:



1.2.11 Techo del puente de gobierno

Situado a 51 metros de altura sobre la línea base. En esta altura se encontrarán las antenas de comunicación, radares, luces, etcétera.



TECHO DE PUENTE DE GOBIERNO

2 JUSTIFICACIÓN DE SUPERFICIES DE ESPACIOS

2.1 Espacios de carga y consumibles

Siguiendo las RPA del proyecto el buque debe ser capaz de transportar 140000 metros cúbicos de gas natural licuado. En el cuaderno se realizó un primer compartimentado, del que se comprobaba con ayuda del software Maxsurf la capacidad de los tanques de carga. En la siguiente tabla se muestra la capacidad de cada tanque de carga, y de cada tanque de consumibles como combustible, aceite, etc cuyo mínimo se calculó en cuadernos previos.

Item name	Specific gravity	Total mass [Tonne]	Total volume [m3]	Long. Arm [m]	Trans. Arm [m]	Vert. Arm [m]	Total FSM [tonne.m]
Lightship		36219,9		116,8	0	16,5	0
Pique proa	1,025	6792,571	6626,899	249,051	0	16,692	26357,312
Pique popa	1,025	11501,797	11221,266	6,126	0	20,485	90066,908
Comb (Uso Diario)	0,9	396,9	441	27	0	24,75	750
Comb Sedimentacion	0,9	396,9	441	37	0	24,75	750
Aceite Lub	0,9	28,224	31,36	21	0	23,5	76,8
Agua dulce	1	211,68	211,68	17	0	24,75	256
AGrises CM	1,025	273,738	267,061	21,065	0	1,282	612,267
Lodos CM	1	264,962	264,962	35,007	0	1,255	597,333
CombAlm 1	0,9	2298,918	2554,353	224,337	-9,633	18,009	19172,511
CombAlm2	0,9	2298,918	2554,353	224,337	9,633	18,009	19172,511
LastreAlm 1	1,025	6542,62	6383,044	224,508	-9,086	9,046	16261,594
LastreAlm 2	1,025	6542,62	6383,044	224,508	9,086	9,046	16261,594
Doble fondo Alm 1	1,025	1044,099	1018,633	224,986	-7,551	1,345	12058,135
Doble fondo Alm 2	1,025	1044,099	1018,633	224,986	7,551	1,345	12058,136
Doble fondo Carga 1	1,025	3265,976	3186,319	86,596	-8,337	1,321	43113,061

Cuaderno 7: Disposición General
Marina de la Peña Herrero

Doble fondo Carga 2	1,025	3265,976	3186,319	86,596	8,337	1,321	43113,061
Doble fondo Carga 3	1,025	3647,143	3558,188	164,874	-9,359	1,297	53020,427
Doble fondo Carga 4	1,025	3647,143	3558,188	164,874	9,359	1,297	53020,427
Doble casco 1	1,025	3526,947	3440,924	130,549	-20,464	17,708	13,125
Doble casco 1	1,025	3599,887	3512,085	130,352	20,465	18	13,145
Tanque 1A	0,46	8777,984	19082,573	65,099	-9,427	16,497	9991,277
Tanque 1B	0,46	8777,984	19082,573	65,099	9,427	16,497	9991,277
Tanque 2A	0,46	8387,044	18232,704	106	-9,5	16,4	9465,42
Tanque 2B	0,46	8387,044	18232,704	106	9,5	16,4	9465,42
Tanque 3A	0,46	8387,044	18232,704	146	-9,5	16,4	9465,42
Tanque 3B	0,46	8387,044	18232,704	146	9,5	16,4	9465,42
Tanque 4A	0,46	8387,044	18232,704	186	-9,5	16,4	9465,42
Tanque 4B	0,46	8387,044	18232,704	186	9,5	16,4	9465,42
Total Loadcase		128469,351	207420,683	135,703	0,012	14,318	483519,421
FS correction						3,764	
VCG fluid						18,082	

Con el objetivo de comprobar si los tanques establecidos satisfacen los mínimos establecidos a lo largo de documentos previos, se muestra a continuación una tabla comparativa con las capacidades mínimas agrupadas:

TANQUE	MÍNIMO [m3]	C4 [m3]
Combustible almacén 1	2042	2554.35
Combustible almacén 2	2042	2554.35
Combustible uso diario	370	441
Combustible sedimentación	370	441
Aceite cámara de máquinas	10,33	31.36
Aguas grises y negras	126,5	267.1
Lodos	46,25	264.9
Agua dulce	122,5	211.7
LASTRE TOTAL	41000	53152.6
Pique proa		6626.9
Pique popa		11221.3
Doble fondo		15526.3
Almacén		12766.1
Doble casco		7012
CARGA TOTAL	140000	147561.4
Carga 1A		19273.8
Carga 1B		19307.5
Carga 2A		18433.8
Carga 2B		18433.8
Carga 3A		18433.8
Carga 3B		18433.8
Carga 4A		18433.8
Carga 4B		18433.8

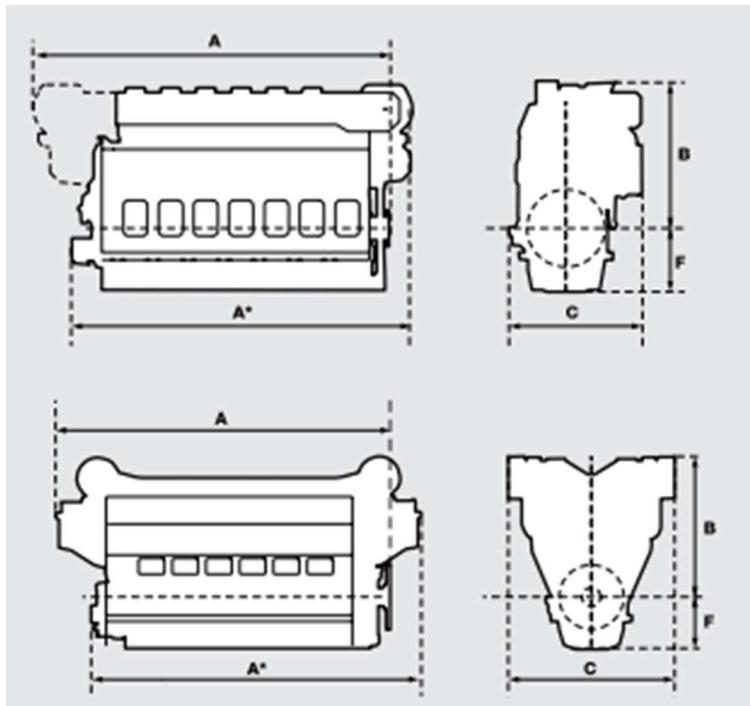
2.2 Espacios de máquinas

Para justificar la superficie dedicada al espacio de máquinas del buque se han de observar los datos obtenidos en otros cuadernos sobre los motores y la maquinaria a instalar, para así comparar el espacio que ocupan estos y el espacio dedicado en el buque.

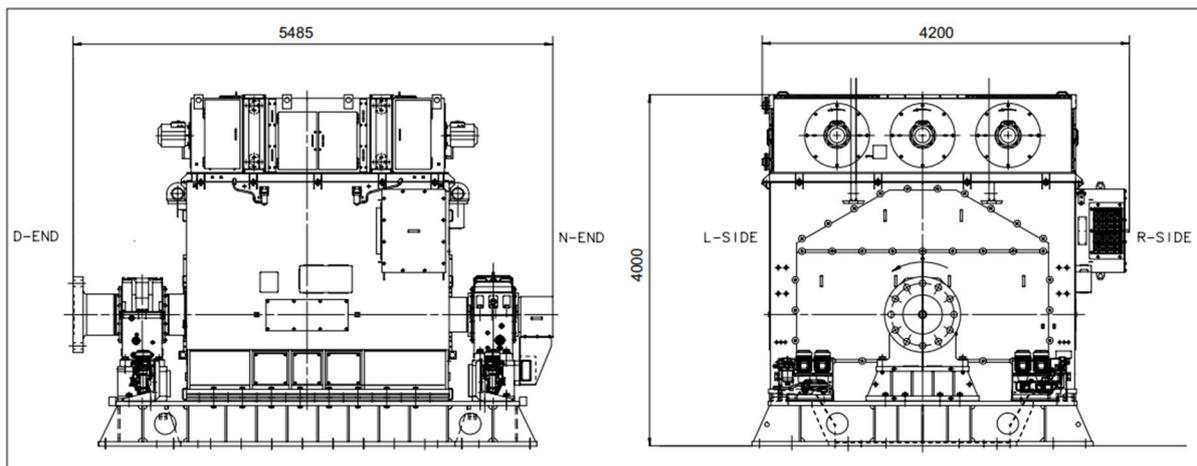
La maquinaria principal que genera la energía eléctrica necesaria para la propulsión y otros equipos, el espacio ocupado por ellos se realiza a partir de una primera estimación del cuaderno 11, 4 Wärtsilä 12V46F que proporcionan una potencia de 14400 kW cada uno, por tanto, dejando uno de respeto ya que según la normativa todos los sistemas han de estar alimentados con n-1 máquinas, siendo n el número de máquinas instaladas, tenemos disponible a bordo 43200 kW, lo cual cumple con la potencia necesaria estimada a partir del cuaderno 11. Estos generadores tienen el siguiente tamaño:

Dimensions (mm) and weights (tonnes)						
Engine type	A*	A	B	C	F	Weight
6L46F	8 470	8 620	3 500	2 905	1 480	97
7L46F	9 435	9 440	3 800	3 130	1 480	113
8L46F	10 255	10 260	3 800	3 130	1 480	124
9L46F	11 075	11 080	3 800	3 130	1 480	140
12V46F	10 950	10 280	3 770	4 050	1 820	177
14V46F	11 650	11 729	4 243	4 678	1 820	216
16V46F	12 700	12 880	4 243	4 678	1 820	233

Siendo:

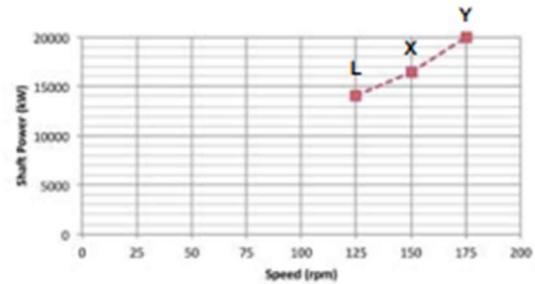
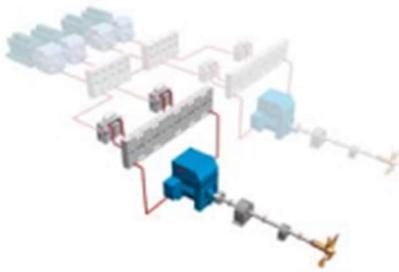


Estos equipos alimentarán a los dos motores eléctricos dedicados a la propulsión al resto de consumidores indicados en el cuaderno 11. A continuación, se muestran las dimensiones de estos motores eléctricos:



Example of the main dimensions of a synchronous propulsion motor, type AMZ 1600.

9AKK105829 EN 03-2013



Direct Drive 1600 - Single Drive (twin in/out)						
	Drive Step	S	M	L	X	Y
Main Connection	Propeller Speed (rpm)	-	-	≥125	≥150	≥175
	Maximum Power (kW)	-	-	14000	16500	20000
	Maximum Torque (kNm)	-	-	1070,0	1050,0	1091,0
	Drive (kVA)	-	-	18000	22000	22000
	Transformer (kVA)	-	-	2 x 9000	2 x 10000	2 x 12000
	Braking Capacity (MJ)	-	-	60	100	100
	Drive/Train Efficiency (%)	Motor	-	-	96,5	97,04
Frequency Converter		-	-	98,5	98,5	98,5
Transformer		-	-	99	99	99
Total Electrical Efficiency		-	-	94,1	94,6	95,1
Main Connection	Input Voltage (VAC)	-	-	6600 / 11000	11000	11000
	Frequency (Hz)	-	-	50/60	50/60	50/60
	Power factor	-	-	0,95	0,95	0,95
	Input power (kVA)	-	-	15661	18354	22145
	Input Current (A)	-	-	2 x 685 / 2 x 411	2 x 482	2 x 582
	Footprint (m²)	Motor	-	-	29,1	29,1
Frequency Converter		-	-	16,0	17,0	17,0
Braking Resistor		-	-	2,0	2,6	2,6
Transformer		-	-	2 x 11,7	2 x 11,9	2 x 12,5
Excitation Transformer		-	-	1,5	1,5	1,5
Harmonic Filter		-	-	-	-	-
Total		-	-	71,9	73,9	75,1
Dimensions (L x W x H)	Motor	-	-	6150 x 4724 x 4145	6150 x 4724 x 4145	6150 x 4724 x 4145
	Frequency Converter	-	-	13630 x 1176 x 2475	14430 x 1176 x 2475	14430 x 1176 x 2475
	Braking Resistor	-	-	2200 x 900 x 2000	2200 x 1200 x 2200	2200 x 1200 x 2200
	Transformer	-	-	2 x (4500 x 2400 x 3100)	2 x (4750 x 2500 x 3300)	2 x (5000 x 2500 x 3300)
	Excitation Transformer	-	-	1240 x 1170 x 1555	1240 x 1170 x 1555	1240 x 1170 x 1555
	Harmonic Filter	-	-	-	-	-
	Weight (kg)	Motor	-	-	119105	119105
Frequency Converter		-	-	11400	11800	11800
Braking Resistor		-	-	860	1200	1200
Transformer		-	-	2 x 13200	2 x 15800	2 x 17200
Excitation Transformer		-	-	1720	1720	1720
Harmonic Filter		-	-	-	-	-
Total		-	-	159485	165425	171375

Por tanto, en la parte de debajo de la cámara de máquinas está situado un motor eléctrico que alimentará el movimiento del propulsor, además de la cámara de bombas. El motor ocupa un espacio aproximado de 30 metros cuadrados y la superficie de esta altura de la cámara de máquinas, es decir, justo encima del doble fondo de la cámara de máquinas asciende a 450 metros cuadrados. Se concluye que hay espacio suficiente para el motor eléctrico y los equipos necesarios, como la reductora, la cámara de bombas, etcétera. La altura de este motor es de 4,2 metros. Siendo la altura de esta cubierta 10 metros, queda comprobado que existe espacio suficiente en esta cubierta.

En el siguiente nivel de la cámara de máquinas se encuentran las maquinas principales, las cuales proporcionar la electricidad a todos los consumidores del barco, además existirán equipos auxiliares de estas máquinas que sean necesarios para su correcto funcionamiento. El área necesaria para estas máquinas es de 177.4 metros cuadrados, en el buque se dispone de aproximadamente 1000 metros cuadrados. La altura mínima necesaria es de 5 metros también, teniendo en cuenta la altura de la maquinaria y un extra, en esta cubierta

existen 10 metros de altura, siendo totalmente apta para albergar estas máquinas y equipos adicionales necesarios.

La siguiente altura se dedica a los tanques de consumibles como combustible, aceite y agua dulce. La capacidad de estos tanques se comprobó en el apartado anterior. La altura de los tanques es de máximo 4,5 metros, siendo la altura de esta cubierta 7,5 metros, se concluye que puede albergar esos tanques.

En un primer momento, puede parecer excesivo el espacio, pero hemos de reservar espacio también para las plantas de tratamiento de aguas residuales y otros equipos, además de para accesos y escaleras que sean necesarias para las tareas a realizar en este espacio.

2.3 Espacios de habilitación

El cumplimiento del área de los espacios dedicados a la habilitación se define por medio de distintas normativas, por tanto, se muestran ahora las que se apliquen en el caso del buque proyectado. Se establece:

- Altura mínima de 2.1 metros en espacios de habilitación y 2.7 en el entrepuente. En el caso de proyecto la altura de todas ellas es de 3 metros o más, ya que se cuenta con un margen por si fuera necesario para paso de cables o tuberías. (SOLAS)
- Los espacios dedicados a aire acondicionado han de estar localizados en cubiertas altas, en este caso, tal y como se puede observar en los planos del anexo, también se cumple. (SOLAS)
- Los comedores tienen acceso desde cocina y desde el exterior, de esta forma se facilitan las tareas de cocina y comedor, además de evitar que el olor a comida llegue a otros espacios. (SOLAS)
- Además, sobre los comedores se indica el área mínima de 1.5 m² por persona definidos por Watson:

- o Comedor para oficiales

$$1.5 \frac{m^2}{persona} \times 6 = 9 m^2 (\text{Mínimo}) < 44 m^2 (\text{proyectados})$$

- o Comedor para marineros

$$1.5 \frac{m^2}{Persona} \times 22 personas = 33 m^2 (\text{Mínimo}) < 51,5 m^2 (\text{Proyectados})$$

- El área mínima de la cocina se define por Watson:

$$0.65 \frac{m^2}{persona} \times 28 personas = 18.2 m^2 (\text{mínimo}) < 53 m^2 (\text{Proyectados})$$

- Gambuza seca, que se empleará para almacenar alimentos como legumbres, harina, pasta, etc. Watson establece:

$$1.5 \frac{kg}{persona. día} \times 28 personas \times 25 días = 1050 kg$$

$$\frac{1050 kg}{120 kg/m^2} = 8.75 m^2 (\text{mínimo}) < 15 m^2 (\text{Proyectados})$$

- Gambuza refrigerada

$$0.6 \frac{kg}{persona. día} \times 28 personas \times 25 días = 420 kg$$

$$\frac{420 kg}{100 \frac{kg}{m^2}} = 4.2 m^2 (\text{Mínimo}) < 16.7 m^2 (\text{Proyectados})$$

- Gambuza congelada

$$\frac{0.5 \text{ kg}}{\text{persona. día}} \times 28 \text{ personas} \times 25 \text{ días} = 350 \text{ kg}$$

$$\frac{350 \text{ kg}}{130 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}} = 2.7 \text{ m}^2 (\text{mínimo}) < 16.5 \text{ m}^2 (\text{Proyectados})$$

- Además, las gambuzas se localizarán cerca de la cocina, y la cocina estará comunicada dado que las gambuzas no están comunicadas directamente con la cocina, si no que existe un pasillo entre ellos, se dedicara un espacio de la cocina a una despensa de uso diario, donde almacenar la comida de este día para facilitar las tareas y reducir el número de personas transitando por el buque.
- La enfermería es obligatoria según indica el código ILO MLC 2006, con un mínimo de 3 camas y un baño completo, dicho baño hay que tener en cuenta que sea amplio y permita movilidad por los posibles accidentes que puedan ocurrir. (ILO 2006)
- En el diseño de la lavandería se ha de tener en cuenta el área mínima del espacio, el cual se define como:

$$50 \text{ m}^2 + 0.7 \frac{\text{m}^2}{\text{Persona}} \times 28 \text{ persona} = 69.6 \text{ m}^2 (\text{Mínimo}) < 89.2 \text{ m}^2 (\text{Proyectado})$$

- Capacidad de espacios públicos, como, por ejemplo, salones, gimnasio o biblioteca han de tener capacidad para más de 1/3 de la tripulación.
- En todas las cubiertas existen pañoles de limpieza y contraincendios, de control, además de un espacio dedicado a la ropa (Por ejemplo, buzos o ropa de cama, dependiendo de la cubierta)
- Aseos y vestuarios están segregados en masculinos y femeninos. En todas las cubiertas existen aseos comunes. En cada camarote existe un aseo completo. (ILO 2006)
- Los camarotes son individuales. El área mínima para los camarotes de buques con estas características y que sean individuales es de 7 m² para marineros y 10 m² para oficiales. La cama ha de tener unas dimensiones mínimo de 80*198. Han de contar con Escritorio, armario+cajón de más de 500 litros y cama, además del lavabo que en este caso será un baño completo. En el caso de los camarotes para oficiales han de tener además una oficina contigua a su camarote. (ILO 2006)
- Se localizan por encima de la cubierta continua más alta Grupo de emergencia con acceso desde el exterior (SOLAS)
- Escaleras y pasillos mínimo 900 milímetros
- Respecto al puente de gobierno, el SOLAS indica que debe tener buena visibilidad, para eso se muestra en el apartado de la cubierta del puente de gobierno cual ha de ser su altura mínima para garantizar esa visibilidad.
- VENTANAS Y PORTILLOS: Según ILLC-IACS LL62.
 - o Portillos con área máxima 0,16 m² (450 mm diámetro) en espacios por debajo de la cubierta de francobordo o superestructura cerrada (sólo en la primera altura) o en casetas que den acceso a espacios inferiores o que aporten a la zona estanca. La parte baja no puede estar a menos del 2.5% de B o 500 mm de la flotación (se escoge el mayor de estos)
 - o Ventanas con área mayor a 0.16 m² rectangulares y esquinas redondeadas no se pueden colocar por debajo de la cubierta de francobordo ó en superestructuras cerradas (1st Tier) ó en casetas que den acceso a espacios inferiores ó que aporten a la zona estanca
- MEDIOS DE EVACUACIÓN: (SOLAS) Existen por lo menos dos medios de escape sin contar con el ascensor. Se comentan en el apartado correspondiente a cada cubierta sus medios.
- PUERTAS Y ABERTURAS: Según el SOLAS las aberturas en divisiones principales en buques de carga han de cumplir igual que los mamparos sobre los que se sitúan. Según la ILLS, las puertas por debajo de la cubierta de francobordo y que den al

exterior deben ser estancas al agua y por encima deben ser estancas a la intemperie deben abrir hacia fuera y en el sentido con bisagras a proa. Según la IACS:

IACS SC 156

SC156
(cont)

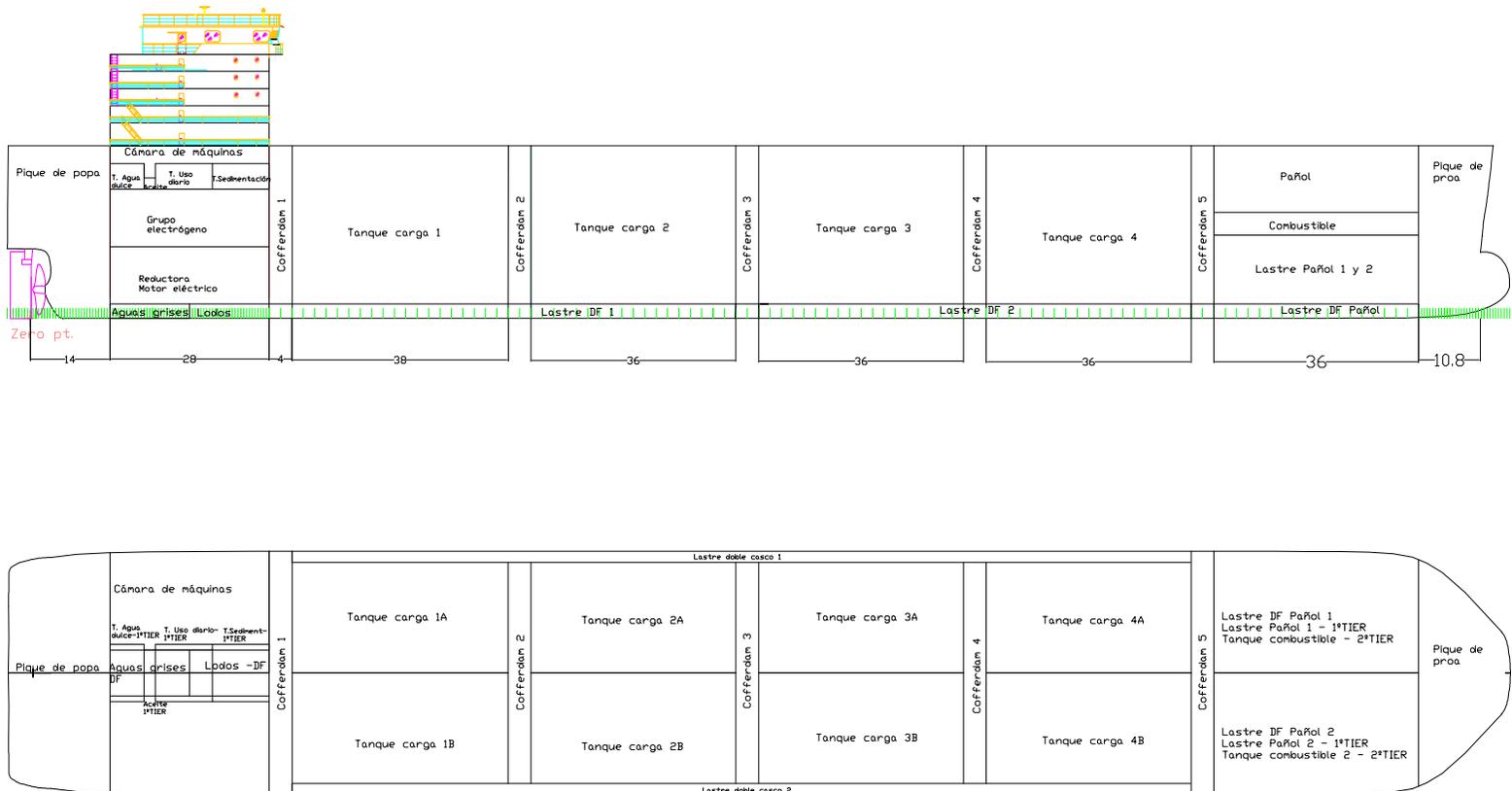
Position relative to bulkhead or freeboard deck	1. Regulation	2. Frequency of Use while at sea	3. Type	4. Remote Closure	5. Remote Indication	6. Audible or Visual Alarm	7. Notice	8. Comments
II. Cargo Ships								
(1)Below	SOLAS II-1/13-1.2 and 22.3 MARPOL I/28.3 ICLL66+A.320 1988 Protocol to ICLL66 IBC, and IGC	Used	POS	Yes	Yes	Yes (local)	No	
	SOLAS II-1/13-1.3, 22.3 and 24.4	Norm. Closed	S, H	No	Yes	No	Yes	See Note 1
	SOLAS II-1/13-1.4, 24.3, and 24.4	Perm. Closed	S, H	No	No	No	Yes	See Notes 3 + 4
(2)At or above	SOLAS II-1/13-1.2 and 22.3 MARPOL I/28.3 ICLL66+A.320 1988 Protocol to ICLL66 IBC, and IGC	Used	POS	Yes	Yes	Yes (local)	No	See Notes 2 + 5
	SOLAS II-1/13-1.3, 22.3 and 24.4	Norm. Closed	S, H	No	Yes	No	Yes	See Note 1
	SOLAS II-1/13-1.4, 13-1.5, 24.3 and 24.4	Perm. Closed	S, H	No	No	No	Yes	See Notes 3 + 4

Fdo: Marina de la Peña Herrero



Ferrol, 15 de Septiembre de 2022

ANEXO I : PLANO DE DISPOSICIÓN GENERAL



BUQUE TANKER LNG 140000 m3



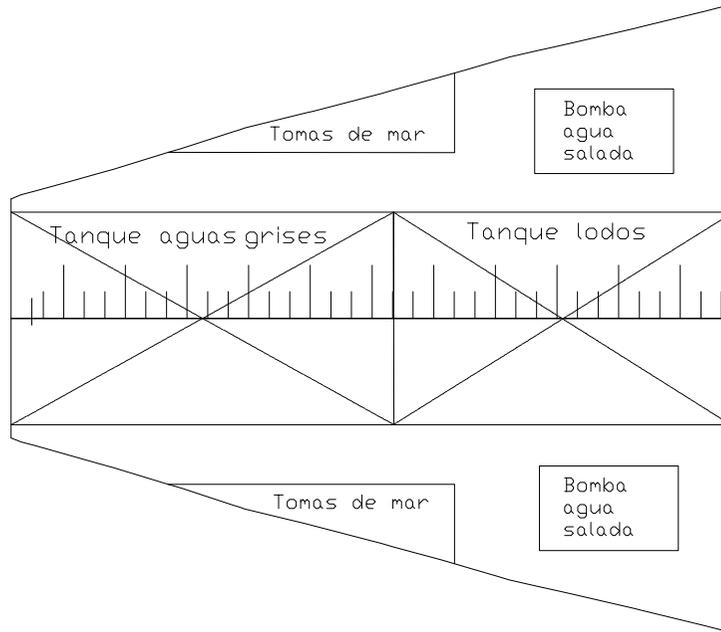
PROFESOR:
PABLO FARIÑAS ALVARIÑO
ALBERTO ARCE CEINOS

FECHA: JULIO 2022

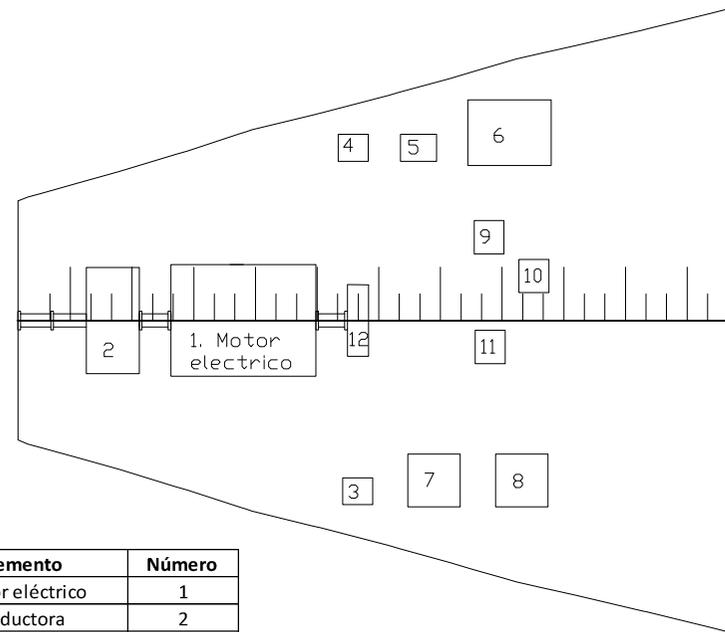
ALUMNO/A:
MARINA DE LA PEÑA HERRERO

NOMBRE DEL DOCUMENTO:
COMPARTIMENTADO BÁSICO

Número 2122-TFG-73



ESPACIO DEL DOBLE FONDO DE LA CÁMARA DE MÁQUINAS



PRIMERA CUBIERTA DE LA CÁMARA DE MÁQUINAS

Elemento	Número
Motor eléctrico	1
Reductora	2
Bomba sentinas	3
Bomba sentinas	4
Planta TAR	5
Separadora sentinas	6
Bomba lastre	7
Bomba lastre	8
Bomba CI	9
Bomba CI	10
Bomba CI	11
Convertidor frecuencia	12



BUQUE TANKER LNG 140000 m3



PROFESOR:
PABLO FARIÑAS ALVARIÑO
ALBERTO ARCE CEINOS

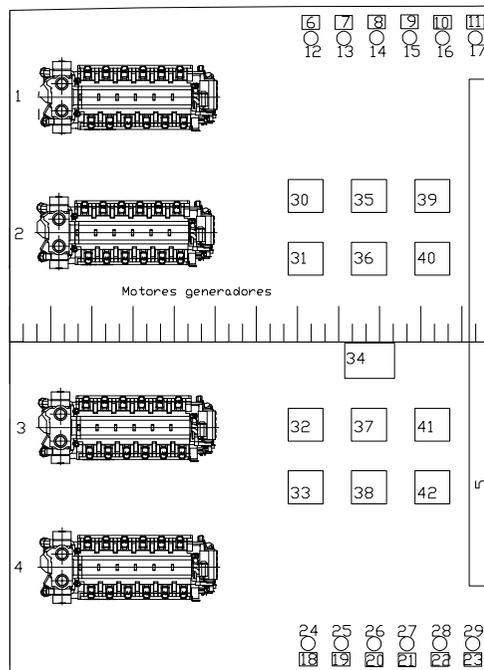
FECHA: MAYO 2022

ALUMNO/A:
MARINA DE LA PEÑA HERRERO

NOMBRE DEL DOCUMENTO:
PLANO DISPOSICIÓN DE CÁMARA
DE MÁQUINAS

Número 2122-TFG-73

Elemento	Número
Wärtsilä 12V46F	1
Wärtsilä 12V46F	2
Wärtsilä 12V46F	3
Wärtsilä 12V46F	4
Cuadro principal	5
Compresor	6
Compresor	7
Compresor	8
Compresor	9
Compresor	10
Compresor	11
Botella aire comprimido	12
Botella aire comprimido	13
Botella aire comprimido	14
Botella aire comprimido	15
Botella aire comprimido	16
Botella aire comprimido	17
Compresor	18
Compresor	19
Compresor	20
Compresor	21
Compresor	22
Compresor	23
Botella aire comprimido	24
Botella aire comprimido	25
Botella aire comprimido	26
Botella aire comprimido	27
Botella aire comprimido	28
Botella aire comprimido	29
Bomba Aceite	30
Bomba Aceite	31
Bomba Aceite	32
Bomba Aceite	33
Separadora	34
Bomba AD LT	35
Bomba AD LT	36
Bomba AD LT	37
Bomba AD LT	38
Bomba AD HT	39
Bomba AD HT	40
Bomba AD HT	41
Bomba AD HT	42



SEGUNDA CUBIERTA DE LA CÁMARA DE MÁQUINAS



BUQUE TANKER LNG 140000 m3



PROFESOR:
PABLO FARIÑAS ALVARIÑO
ALBERTO ARCE CEINDS

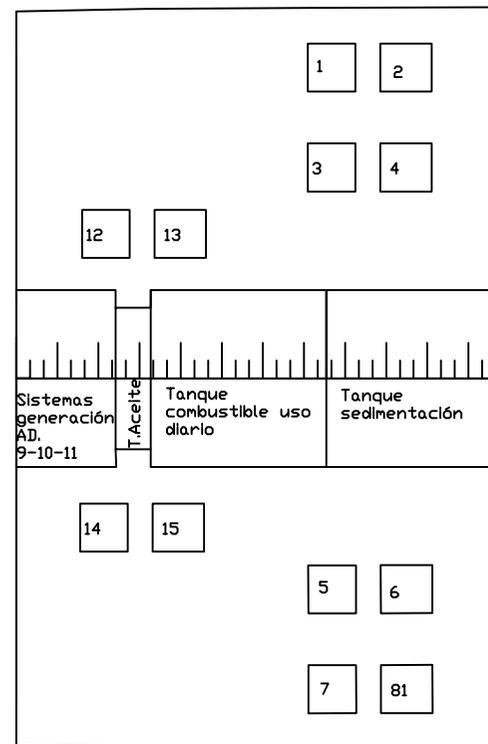
FECHA: MAYO 2022

ALUMNO/A:
MARINA DE LA PEÑA HERRERO

NOMBRE DEL DOCUMENTO:
PLANO DISPOSICIÓN DE CÁMARA DE MÁQUINAS

Número 2122-TFG-73

Elemento	Número
Bomba suministro	1
Bomba Booster	2
Bomba trasiego HFO	3
Bomba trasiego HFO	4
Bomba trasiego HFO	5
Bomba trasiego HFO	6
Bomba suministro	7
Bomba alimentacion purificadora	8
Generador agua dulce	9
Calentador	10
Tanque hidróforo	11
Bomba suministro AD	12
Bomba circulación AD	13
Bomba suministro AD	14
Bomba circulación AD	15



TERCERA CUBIERTA DE LA CÁMARA DE MÁQUINAS



BUQUE TANKER LNG 140000 m3



PROFESOR:
PABLO FARÍAS ALVARINO
ALBERTO ARCE CEINDS

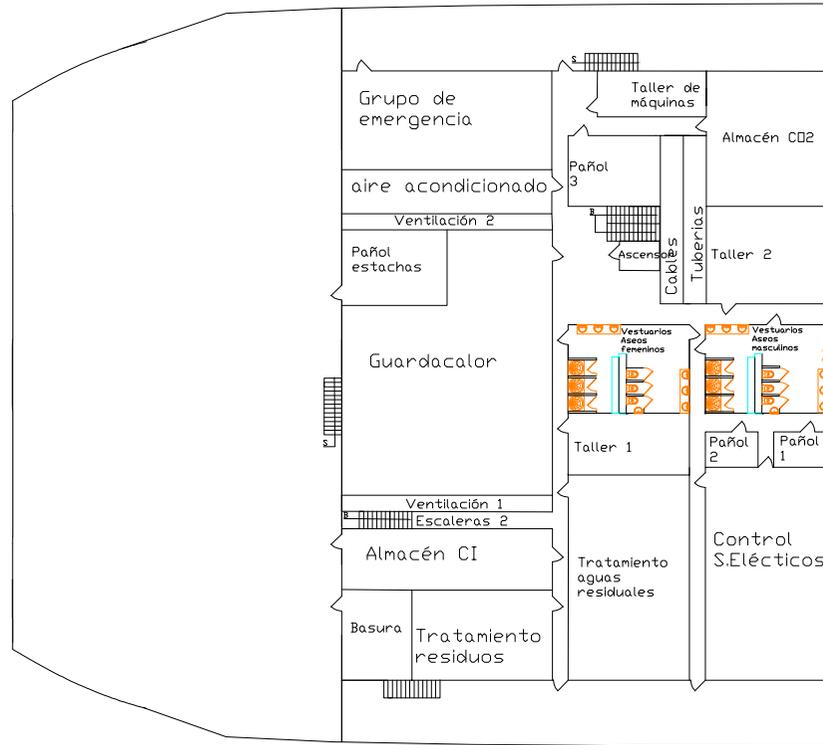
FECHA: MAYO 2022

ALUMNO/A:
MARINA DE LA PEÑA HERRERO

NOMBRE DEL DOCUMENTO:
PLANO DISPOSICIÓN DE CÁMARA
DE MÁQUINAS

Número 2122-TFG-73

CUBIERTA PRINCIPAL



ESPACIO	ÁREA [m2]
Grupo de emergencia	66.9
Aire acondicionado	30.6
Ventilación 1	10.8
Pañol estachas	25.6
Guardacalor	154.4
Ventilación 2	10.8
Almacén CI	41.3
Tronco tubería	12.5
Tronco Cables	12.5
Almacén basuras	20.4
Tratamiento de residuos	40.8
Tratamiento aguas residuales	79.9
Taller 1	24
Control S.Eléctricos	83.2
Pañol 1	6
Pañol 2	6
Vestuario/Aseo femenino	34.4
Vestuario/Aseo masculino	34.3
Taller 2	38
Taller máquinas	16.1
Pañol 3	20.9
Almacén CO2	52.1
Ascensor	3.8



BUQUE TANKER LNG 140000 m3



PROFESOR:
PABLO FARIÑAS ALVARIÑO
ALBERTO ARCE CEINOS

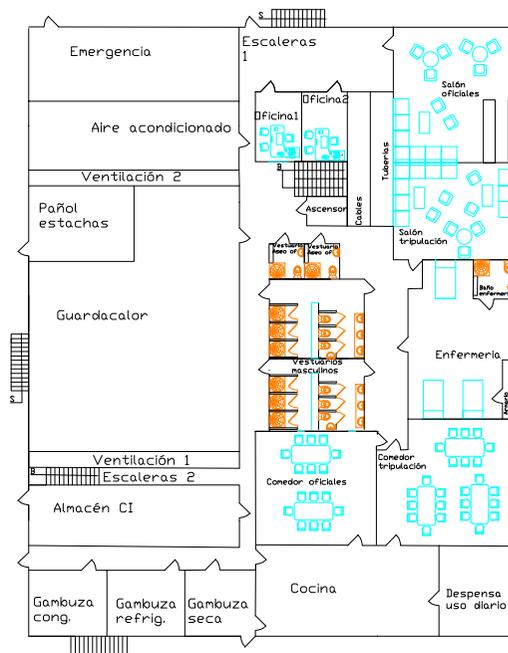
FECHA: MAYO 2022

ALUMNO/A:
MARINA DE LA PEÑA HERRERO

NOMBRE DEL DOCUMENTO:
PLANO CUBIERTA
PRINCIPAL

Número 2122-TFG-73

CUBIERTA 1º SUPERESTRUCTURA



ESPACIO	ÁREA [m2]
Grupo de emergencia	66.9
Aire acondicionado	30.6
Ventilación 1	10.8
Pañol estachas	25.6
Guardacalor	154.4
Ventilación 2	10.8
Almacén CI	41.3
Tronco tubería	12.5
Tronco Cables	12.5
Gambuza congelados	16.5
Gambuza refrigerados	16
Gambuza seca	15
Cocina	31.2
Despensa uso diario	21.9
Comedor oficiales	44
Comedor tripulación	52.5
Vestuario/Aseo femenino	21.8
Vestuario/Aseo masculino	21.8
Vestuario/Aseo oficiales 1	4
Vestuario/Aseo oficiales 2	4
Enfermería	44.5
Almacén CO2	52.1
Ascensor	3.8
Salón tripulación	37.5
Salón oficiales	52.5
Oficina 1	10.4
Oficina 2	10.4



BUQUE TANKER LNG 140000 m3



PROFESOR:
PABLO FARIÑAS ALVARIÑO
ALBERTO ARCE CEINOS

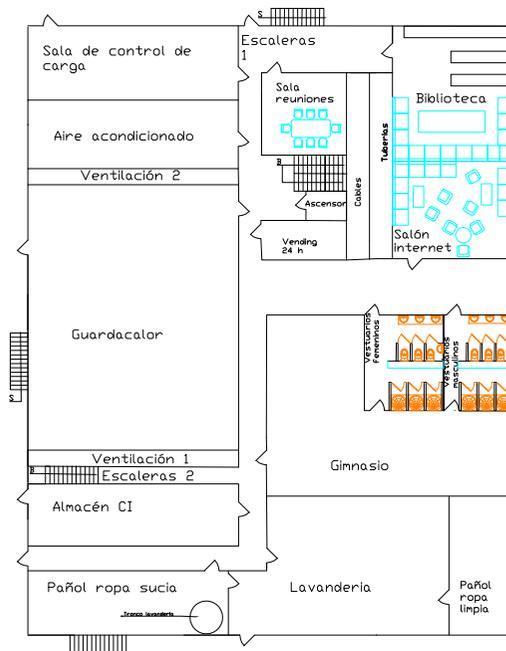
FECHA: MAYO 2022

ALUMNO/A:
MARINA DE LA PEÑA HERRERO

NOMBRE DEL DOCUMENTO:
PLANO CUBIERTA 1º
SUPERESTRUCTURA

Número 2122-TFG-73

CUBIERTA 2º SUPERESTRUCTURA



ESPACIO	ÁREA [m2]
Sala control carga	49.7
Aire acondicionado	30.6
Ventilación 1	10.8
Pañol estachas	25.6
Guardacalor	179
Ventilación 2	10.8
Almacén CI	41.3
Tronco tubería	12.5
Lavandería	89.2
Pañol ropa limpia	27.8
Gimnasio	98
Vending 24 h	10.8
Salón internet	37.9
Biblioteca	52
Vestuario/Aseo femenino	21.8
Vestuario/Aseo masculino	21.8
Vestuario/Aseo femenino	21.8
Vestuario/Aseo masculino	21.8
Ascensor	3.8



BUQUE TANKER LNG 140000 m3



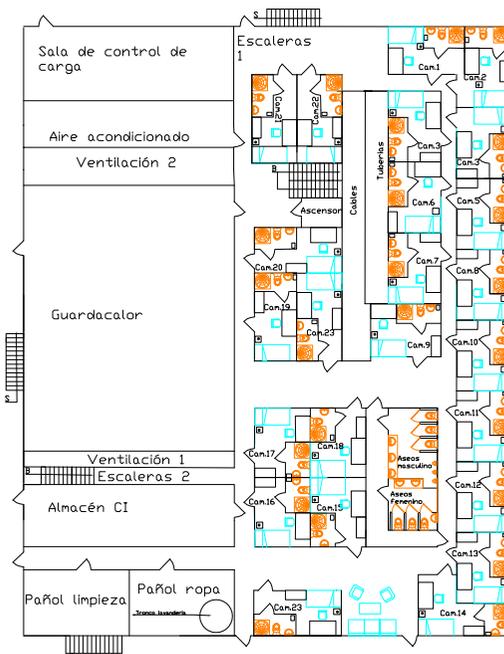
PROFESOR:
PABLO FARIÑAS ALVARIÑO
ALBERTO ARCE CEINOS

FECHA: MAYO 2022

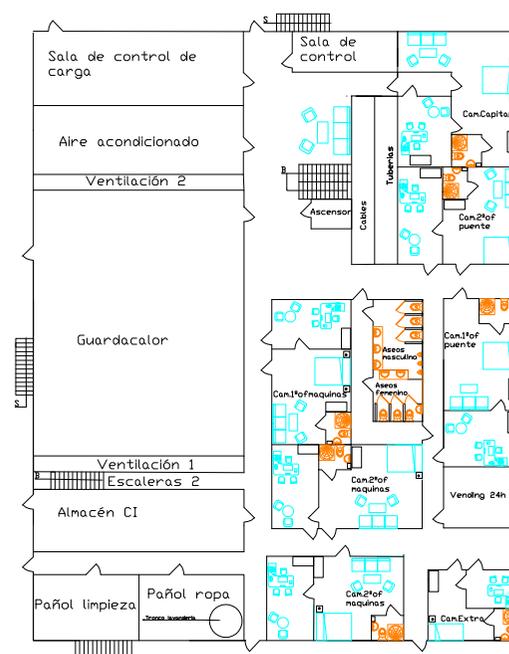
ALUMNO/A:
MARINA DE LA PEÑA HERRERO

NOMBRE DEL DOCUMENTO:
PLANO CUBIERTA 2º
SUPERESTRUCTURA

Número 2122-TFG-73



3º CUBIERTA DE LA SUPERESTRUCTURA



4º CUBIERTA DE LA SUPERESTRUCTURA



BUQUE TANKER LNG 140000 m3



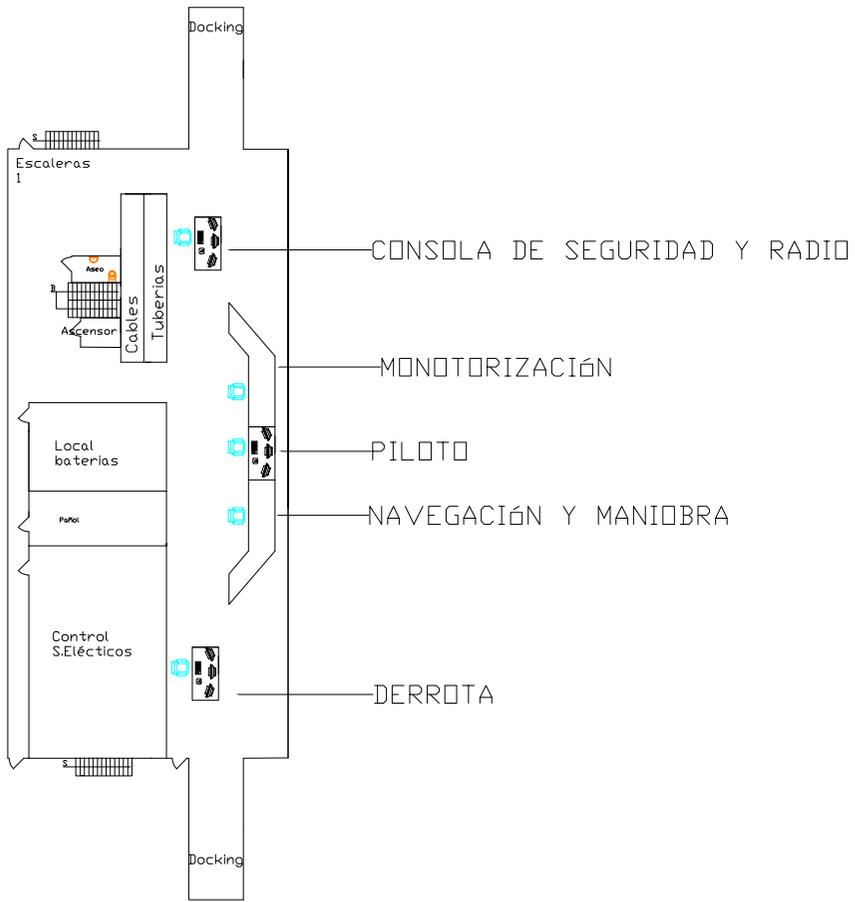
PROFESOR:
PABLO FARIÑAS ALVARIÑO
ALBERTO ARCE CEINOS

FECHA: MAYO 2022

ALUMNO/A:
MARINA DE LA PEÑA HERRERO

NOMBRE DEL DOCUMENTO:
PLANO CUBIERTA 3º Y 4º
DE LA SUPERESTRUCTURA

Número 2122-TFG-73



BUQUE TANKER LNG 140000 m3



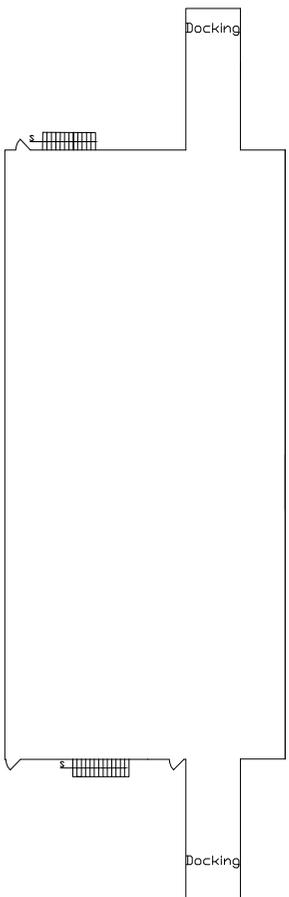
PROFESOR:
PABLO FARIÑAS ALVARIÑO
ALBERTO ARCE CEINOS

FECHA: MAYO 2022

ALUMNO/A:
MARINA DE LA PEÑA HERRERO

NOMBRE DEL DOCUMENTO:
PLANO CUBIERTA PUENTE
DE GOBIERNO

Número 2122-TFG-73



TECHO PUENTE DE GOBIERNO



BUQUE TANKER LNG 140000 m3



PROFESOR:
PABLO FARIÑAS ALVARINO
ALBERTO ARCE CEINDS

FECHA: MAYO 2022

ALUMNO/A:
MARINA DE LA PEÑA HERRERO

NOMBRE DEL DOCUMENTO:
PLANO TECHO PUENTE DE
GOBIERNO

Número 2122-TFG-73