



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

Trabajo Fin de Grado
CURSO 2021/22

BUQUE PORTACONTENEDORES
16000 TEUs

Grado en Ingeniería Naval y Oceánica

ALUMNA/O

Javier García Ávila

TUTORAS/ES

Alicia Munín Doce

FECHA

Septiembre 2022



Escola Politécnica Superior

**TRABAJO FIN DE GRADO
CURSO 2020/21**

*BUQUE PORTACONTENEDORES
16000 TEUs*

Grado en Ingeniería Naval y Oceánica

**CUADERNO 11.
DEFINICIÓN DE LA PLANTA ELÉCTRICA**



TIPO DE BUQUE: Portacontenedores

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

CARACTERÍSTICAS DE LA CARGA: 16000 TEUS

VELOCIDAD Y AUTONOMÍA: 22 nudos de velocidad de servicio con una autonomía de 20000 millas.

SISTEMAS Y EQUIPOS DE CARGA / DESCARGA: Sin grúas

PROPULSIÓN: Motor Diesel acoplado a línea de ejes

TRIPULACIÓN Y PASAJE: 30

OTROS EQUIPOS E INSTALACIONES:

ALUMNO: D. Javier García Ávila

ÍNDICE

Índice	4
Tablas	5
Ilustraciones.....	5
Gráficos	6
Acrónimos usados	7
1. Introducción	8
2. Definición de la planta eléctrica	9
2.1 Frecuencia y tensión.....	9
2.2 Características	10
3. Desglose y características de los consumidores	11
3.1 Servicio de cámara de máquinas	12
3.2 Servicios de Cubierta y servicios auxiliares.....	14
3.3 Equipos de cubierta y servo	16
3.4 Iluminación.....	17
4. Balance eléctrico del buque.....	22
4.1 Justificación de los coeficientes.....	24
4.2 Cálculo del balance eléctrico	25
4.2.1 Navegación a plena carga	26
4.2.2 Condición de navegación en lastre.....	33
4.2.3 Condición de puerto.....	40
4.2.4 Condición de atraque y desatraque	47
4.2.4 Condición de emergencia	54
4.3 Resultados del balance eléctrico	61
5. Planta generadora	62
5.1 Planta principal	62
5.2 Generador de emergencia.....	64
5.3 <i>Pick Up</i> y reserva de energía	64
6. Definición y caracterización del sistema de cableado	65
7. Otros componentes	71
7.1 Transformadores	71
7.2 Cuadros de distribución	72
7.3 Tomas de tierra.....	72
7.4 Protecciones de la planta eléctrica	72
8. Esquema unifilar	73
Bibliografía.....	76

Anexo 1. Catálogo generador Wärtsilä	77
Anexo 2. Generador de emergencia.....	78
Anexo 3. Hélice de proa	79

TABLAS

Tabla 1. Tensiones y frecuencias de corriente alterna por consumidores	9
Tabla 2. Rendimientos normalizados de motores eléctricos.	11
Tabla 3. Consumidores del servicio de cámara de máquinas	13
Tabla 4. Consumidores de equipos y servicios auxiliares	16
Tabla 5. Consumidores de equipos de cubierta y servo.....	16
Tabla 6. Iluminación requerida por locales	18
Tabla 7. Valores escogidos de E.	19
Tabla 8. Potencia por iluminación en cubiertas de habitación.	20
Tabla 9. Potencia por iluminación en espacios de maquinarias	20
Tabla 10. Potencia de iluminación de emergencia.	21
Tabla 11. Potencia alumbrado navegación	21
Tabla 11. Balance en condición de navegación a plena carga	32
Tabla 12. Balance en condición de lastre	39
Tabla 13. Balance en puerto.....	46
Tabla 14. Balance en condición de atraque	53
Tabla 15. Balance en condición de emergencia.....	60
Tabla 16. Resumen del balance eléctrico.....	61
Tabla 17. Comparativa de generadores	62
Tabla 18. Generadores en situación de navegación	63
Tabla 19. Carga del generador en las distintas condiciones	63
Tabla 20. Generador de emergencia.....	64
Tabla 21. Pick-up.....	64
Tabla 22. Fórmulas para el cálculo del cableado	65
Tabla 23. Secciones de los conductores	66
Tabla 24. Secciones obtenidas.....	71
Tabla 25. Poder de corte de los interruptores automáticos	73

ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Dimensiones principales	8
Ilustración 2. Factores de utilización.....	17

GRÁFICOS

Gráfica 1. Vida útil de las distintas alternativas de iluminación	18
---	----

ACRÓNIMOS USADOS

SÍMBOLO	SIGNIFICADO	UNIDADES
Δ	Desplazamiento	Tn
B	Manga del buque	m
Cb	Coeficiente de bloque	-
Cf	Coeficiente de la flotación	-
Cm	Coeficiente de la maestra	-
Cp	Coeficiente prismático	-
D	Puntal	m
Dp	Diámetro Hélice	m
Fb	Francobordo	m
Fn	Número de Fraude	-
g	Gravedad	m/s^2
GM	Radio metacéntrico	m
KB	Posición vertical del centro de carena	-
KG	Posición vertical del centro de gravedad	-
KM	Posición vertical del metacentro	-
Lpp	Longitud entre perpendiculares del buque	-
Loa	Longitud total del buque	-
P	Potencia	KW
PM	Peso muerto	Tn
PR	Peso en Rosca	Tn
T	Calado	m
Vmx	Velocidad máxima	m/s o Kn
Vsv	Velocidad servicio	m/s o Kn
XB, XC	Posición longitudinal del centro de carena	m
XG	Posición longitudinal del centro de gravedad	m

1. INTRODUCCIÓN

En el presente cuaderno se procederá a realizar el dimensionamiento y diseño de la planta eléctrica del buque proyecto.

Para el diseño de la planta se partirán de las distintas situaciones de carga y operación en las que se encontrará el buque, realizando un balance eléctrico para cada una de ellas, y realizando el diseño de la planta para la situación más demandante.

Es necesario destacar que los consumidores que se establecerán en el buque serán los establecidos en los cuadernos 10 y 12 del presente trabajo.

Adicionalmente se realizará un esquema general de la planta eléctrica diseñada.

Se parte de las características y dimensiones del buque proyecto:

TEUs Totales	16000 TEUs	Cb	0,7 [-]
TEUs Bodega	6963 TEUs	Cm	0,998[-]
Lpp	356 [m]	Cp	0,7 [-]
Loa	377 [m]	V	22 [Kn]
B	53 [m]	Fn	0.192 [-]
D	31 [m]	Δ	210413 [t]
T	15,5 [m]		

Ilustración 1. Dimensiones principales

Para el diseño de la planta eléctrica se cumplirá la normativa establecida en convenio SOLAS, se aplicarán las normas UNE-CEI 21135-XX y el diseño se realizará conforme al reglamento proporcionado por la sociedad de clasificación DNV-GL, dispuesta en el DNV-GL Part 4 Chapter 8 “*Electrical Instalations*”.

2. DEFINICIÓN DE LA PLANTA ELÉCTRICA

Es necesario en primer lugar realizar una definición preliminar de la planta eléctrica que sirva como base en el diseño y desarrollo del proyecto.

2.1 Frecuencia y tensión

La selección de la tensión y frecuencia de la planta resulta el parámetro crucial en lo referente al dimensionamiento de la planta.

Parece inmediato seleccionar la corriente trifásica como la corriente óptima al permitir un uso de tensiones elevadas, disminuyendo las corrientes y con ello las secciones de los conductores y al ser el tipo de tensión habitual suministrada en puertos.

A partir de la siguiente tabla Norma UNE 21-135-93/201:

Tensiones y frecuencias en corriente alterna en función de los tipos de consumidores				
Utilización	Tensiones nominales (V)	Frecuencias nominales (Hz)		Tensiones máximas (V)
1 Motores, calefacción y cocina. Equipos fijos y permanentemente conectados. Tomas de corriente alimentando a aparatos puestos a masa, sea de forma permanente por fijación o por una conexión específica que incorpore un conductor de masa dimensionado conforme a la tabla 1 de la norma CEI 92-401: Instalación y Pruebas de recepción.	Trifásica	Trifásica	Trifásica	Trifásica
	120	50	60	1 000
	220 ¹⁾	50	60	1 000
	240 ¹⁾	50	-	1 000
	380 ²⁾	50	-	1 000
	415 ²⁾	50	-	1 000
	440	-	60	1 000
	660 ³⁾ *	50	60	1 000
	3 000*/3 300*	50	60	11 000
	6 000*/6 600*	50	60	11 000
10 000*/11 000*	50	60		
Monofásica	Monofásica	Monofásica	Monofásica	
120	50	60	500	
220 ¹⁾	50	60	500	
240 ¹⁾	50	-	500	
2 Alumbrado fijo incluyendo tomas de corriente para fines no mencionados en los puntos 1 y 3, pero destinados a aparatos con aislamiento reforzado o doble aislamiento, o conectados con un cable flexible que incluya un conductor de masa de dimensiones conforme a la tabla 1, norma CEI 92-401.	Monofásica	Monofásica	Monofásica	Monofásica
	120	50	60	250
	220 ¹⁾	50	60	250
240 ¹⁾	50	-	250	
3 Tomas de corriente para usos que precisen de precauciones especiales contra el choque eléctrico: a) Alimentación con o sin transformador de aislamiento. b) En caso de empleo de un transformador de aislamiento alimentando a un solo consumidor. Ambos conductores de tales sistemas deberán estar aislados de masa.	Monofásico	Monofásico	Monofásico	Monofásico
	24	50	60	55
	120	50	60	250
	220 ¹⁾	50	60	250
	240 ¹⁾	50	-	250

Tabla 1. Tensiones y frecuencias de corriente alterna por consumidores

En relación con los puertos, el buque navegará por aguas asiáticas donde la frecuencia habitual es de 60 (Hz), al tiempo que también navegará por aguas europeas donde la frecuencia es de 50 (Hz).

Al no estar establecido en el RPA la frecuencia necesaria, se opta por escoger una frecuencia de 60Hz. En los puertos con frecuencia de 50 Hz, las conexiones a puerto se harán a través de convertidores 50/60 Hz.

Debido a la necesidad de una hélice en proa movida por un motor eléctrico de gran potencia será necesario disponer de una tensión 6600 V siendo el resto de las tensiones de 480V y 240V, al no tener otros requerimientos de grandes consumidores. Si indicar que se utilizaran transformadores para la conversión en las dos tensiones menores y que se dispondrá de redundancia en los mismos.

2.2 Características

La propulsión del buque establecida en el Cuaderno 6 es mediante una hélice acoplada directamente a la línea de ejes.

Se requiere por tanto de motores diésel generadores adicionales, que puedan funcionar con combustibles pesados, para alimentar la red.

La instalación contará con los elementos que a continuación se muestran:

- Generadores diésel. Tal y como se describió anteriormente se procurará que tengan capacidad de funcionar con combustibles pesados al tiempo que procurará sea dual fuel para que el buque pueda en un futuro funcionar con LNG, en caso de que el mercado lo requiera, minimizando la inversión de la transformación.
- Cuadro eléctrico de distribución: El buque contará con un cuadro principal, junto con un cuadro de emergencia. Estos cuadros recibirán la potencia suministrada por los generadores y albergarán los dispositivos de protección y distribución al resto de sistemas del buque.
- Transformadores: se estudiará la necesidad de emplear transformadores para regular la tensión a la entrada de los consumidores.
- Variadores de frecuencia: en función de los equipos, puede resultar necesario emplear variadores de frecuencia que permitan trabajar a los equipos con el mayor rendimiento y par posible.
- Motores eléctricos, encargados de mover ciertos equipos como pueden ser las bombas o los elementos de elevación en el sistema de amarre y fondeo.

3. DESGLOSE Y CARACTERÍSTICAS DE LOS CONSUMIDORES

Es necesario a continuación establecer los consumidores del buque, con sus respectivas potencias.

Estos consumidores se han obtenido, como se mencionó anteriormente, de los cuadernos 10 y 12.

La potencia de los motores eléctricos necesarios para accionar las bombas se ha calculado a partir de la potencia de estas y el rendimiento obtenido de la siguiente tabla normalizada:

Nominal efficiency limits defined in IEC 60034-30-1:2014 (reference values at 50 Hz, based on test methods specified in IEC 60034-2-1:2014).

Out-put kW	IE1 Standard efficiency				IE2 High efficiency				IE3 Premium efficiency				IE4 Super Premium efficiency			
	2 pole	4 pole	6 pole	8 pole	2 pole	4 pole	6 pole	8 pole	2 pole	4 pole	6 pole	8 pole	2 pole	4 pole	6 pole	8 pole
0.12	45.0	50.0	38.3	31.0	53.6	59.1	50.6	39.8	60.8	64.8	57.7	50.7	66.5	69.8	64.9	62.3
0.18	52.8	57.0	45.5	38.0	60.4	64.7	56.6	45.9	65.9	69.9	63.9	58.7	70.8	74.7	70.1	67.2
0.20	54.6	58.5	47.6	39.7	61.9	65.9	58.2	47.4	67.2	71.1	65.4	60.6	71.9	75.8	71.4	68.4
0.25	58.2	61.5	52.1	43.4	64.8	68.5	61.6	50.6	69.7	73.5	68.6	64.1	74.3	77.9	74.1	70.8
0.37	63.9	66.0	59.7	49.7	69.5	72.7	67.6	56.1	73.8	77.3	73.5	69.3	78.1	81.1	78.0	74.3
0.40	64.9	66.8	61.1	50.9	70.4	73.5	68.8	57.2	74.6	78.0	74.4	70.1	78.9	81.7	78.7	74.9
0.55	69.0	70.0	65.8	56.1	74.1	77.1	73.1	61.7	77.8	80.8	77.2	73.0	81.5	83.9	80.9	77.0
0.75	72.1	72.1	70.0	61.2	77.4	79.6	75.9	66.2	80.7	82.5	78.9	75.0	83.5	85.7	82.7	78.4
1.1	75.0	75.0	72.9	66.5	79.6	81.4	78.1	70.8	82.7	84.1	81.0	77.7	85.2	87.2	84.5	80.8
1.5	77.2	77.2	75.2	70.2	81.3	82.8	79.8	74.1	84.2	85.3	82.5	79.7	86.5	88.2	85.9	82.6
2.2	79.7	79.7	77.7	74.2	83.2	84.3	81.8	77.6	85.9	86.7	84.3	81.9	88.0	89.5	87.4	84.5
3	81.5	81.5	79.7	77.0	84.6	85.5	83.3	80.0	87.1	87.7	85.6	83.5	89.1	90.4	88.6	85.9
4	83.1	83.1	81.4	79.2	85.8	86.6	84.6	81.9	88.1	88.6	86.8	84.8	90.0	91.1	89.5	87.1
5.5	84.7	84.7	83.1	81.4	87.0	87.7	86.0	83.8	89.2	89.6	88.0	86.2	90.9	91.9	90.5	88.3
7.5	86.0	86.0	84.7	83.1	88.1	88.7	87.2	85.3	90.1	90.4	89.1	87.3	91.7	92.6	91.3	89.3
11	87.6	87.6	86.4	85.0	89.4	89.8	88.7	86.9	91.2	91.4	90.3	88.6	92.6	93.3	92.3	90.4
15	88.7	88.7	87.7	86.2	90.3	90.6	89.7	88.0	91.9	92.1	91.2	89.6	93.3	93.9	92.9	91.2
18.5	89.3	89.3	88.6	86.9	90.9	91.2	90.4	88.6	92.4	92.6	91.7	90.1	93.7	94.2	93.4	91.7
22	89.9	89.9	89.2	87.4	91.3	91.6	90.9	89.1	92.7	93.0	92.2	90.6	94.0	94.5	93.7	92.1
30	90.7	90.7	90.2	88.3	92.0	92.3	91.7	89.8	93.3	93.6	92.9	91.3	94.5	94.9	94.2	92.7
37	91.2	91.2	90.8	88.8	92.5	92.7	92.2	90.3	93.7	93.9	93.3	91.8	94.8	95.2	94.5	93.1
45	91.7	91.7	91.4	89.2	92.9	93.1	92.7	90.7	94.0	94.2	93.7	92.2	95.0	95.4	94.8	93.4
55	92.1	92.1	91.9	89.7	93.2	93.5	93.1	91.0	94.3	94.6	94.1	92.5	95.3	95.7	95.1	93.7
75	92.7	92.7	92.6	90.3	93.8	94.0	93.7	91.6	94.7	95.0	94.6	93.1	95.6	96.0	95.4	94.2
90	93.0	93.0	92.9	90.7	94.1	94.2	94.0	91.9	95.0	95.2	94.9	93.4	95.8	96.1	95.6	94.4
110	93.3	93.3	93.3	91.1	94.3	94.5	94.3	92.3	95.2	95.4	95.1	93.7	96.0	96.3	95.8	94.7
132	93.5	93.5	93.5	91.5	94.6	94.7	94.6	92.6	95.4	95.6	95.4	94.0	96.2	96.4	96.0	94.9
160	93.8	93.8	93.8	91.9	94.8	94.9	94.8	93.0	95.6	95.8	95.6	94.3	96.3	96.6	96.2	95.1
200	94.0	94.0	94.0	92.5	95.0	95.1	95.0	93.5	95.8	96.0	95.8	94.6	96.5	96.7	96.3	95.4
250	94.0	94.0	94.0	92.5	95.0	95.1	95.0	93.5	95.8	96.0	95.8	94.6	96.5	96.7	96.5	95.4
315	94.0	94.0	94.0	92.5	95.0	95.1	95.0	93.5	95.8	96.0	95.8	94.6	96.5	96.7	96.6	95.4
355	94.0	94.0	94.0	92.5	95.0	95.1	95.0	93.5	95.8	96.0	95.8	94.6	96.5	96.7	96.6	95.4
400	94.0	94.0	94.0	92.5	95.0	95.1	95.0	93.5	95.8	96.0	95.8	94.6	96.5	96.7	96.6	95.4
450	94.0	94.0	94.0	92.5	95.0	95.1	95.0	93.5	95.8	96.0	95.8	94.6	96.5	96.7	96.6	95.4
500-1000	94.0	94.0	94.0	92.5	95.0	95.1	95.0	93.5	95.8	96.0	95.8	94.6	96.5	96.7	96.6	95.4

Tabla 2. Rendimientos normalizados de motores eléctricos.

Se obtendrán los datos de la tabla 2 considerando motores de 4 polos trabajando a la frecuencia nominal del buque, 60 [Hz].

Para los motores de potencias bajas, menores a 20 [kW], se considerará una eficiencia estándar, IE-1. Para motores de potencias superiores se emplearán motores de alta eficiencia, IE-2.

Se tendrán en cuenta los siguientes consumidores, clasificados por tipos de servicios:

- Servicio de máquinas:
 - Sistemas auxiliares al motor principal.

- Equipos y servicios auxiliares:
 - Sentinas.
 - Lastre.
 - Contraincendios.
 - Ventilación y A/C.
 - Mantenimiento.
 - Fonda y flotel.
 - Navegación y puente.

- Equipos de cubierta y servo:
 - Servo del motor
 - Amarre y fondeo

- Iluminación:
 - Principal.
 - Emergencia.

3.1 Servicio de cámara de máquinas

En el caso del buque proyecto, al ser un motor de combustión lento acoplado a línea de ejes, los equipos alimentados mediante corriente eléctrica en la cámara de máquinas serán únicamente los auxiliares del motor principal.

Así mismo, al existir un circuito de vapor que abastece los calentadores y un sistema de refrigeración mediante agua salada que abastece los enfriadores los únicos sistemas que se incluirán en este cuaderno serán las bombas alimentadas por un motor eléctrico, los sistemas de purificación y el sistema de compresores para el arranque de la planta propulsora.

Los equipos mostrados en este apartado han sido previamente calculados y seleccionados en el Cuaderno 10, estando sus correspondientes hojas de datos o catálogos adjuntos en éste.

Se muestran a continuación las distintas potencias totales de los consumidores anteriormente nombrados:

Sistemas del motor propulsor principal					
Servicio Refrigeración					
	Unidades	Potencia unitaria			
		Útil	R	Absorbida	Total
Circulación agua salada	1	485,5	0,951	510,52	510,52
Circulación agua dulce	1	173,9	0,949	183,25	183,25
Bomba HT	1	56,2	0,935	60,11	60,11
Total					753,87
Servicio Combustible					
	Unidades	Potencia unitaria			
		Útil	R	Absorbida	Total
Purificadora FO	2	24	-	-	48,00
Bomba alimentación	1	3	0,815	3,68	3,68
Bomba Refuerzo	1	6,5	0,847	7,67	7,67
Bomba ECA	1	3	0,815	3,68	3,68
Total					63,04
Servicio lubricación					
	Unidades	Potencia unitaria			
		útil	R	Absorbida	Total
Bomba lubricación	1	166	0,94	176,60	176,60
Bomba de refuerzo	1	37,7	0,936	40,28	40,28
Bomba filtrado	1	2,2	0,797	2,76	2,76
Purificadora aceite	2	3	-	-	6,00
Total					225,63
Servicio aire comprimido					
	Unidades	Potencia unitaria			
		útil	R	Absorbida	Total
Compresores	2	90	-	-	180,00
Total					180,00

Tabla 3. Consumidores del servicio de cámara de máquinas

3.2 Servicios de Cubierta y servicios auxiliares

A continuación, se mostrarán los consumidores del resto de equipos del buque, estos sistemas han sido calculados y seleccionados en el Cuaderno 12, donde se pueden encontrar los catálogos y documentación asociada a cada uno de estos consumidores.

Se muestra a continuación una tabla resumen de las potencias de los distintos consumidores:

Servicio lastre					
	Unidades	Potencia unitaria			
		útil	R	Absorbida	Total
Bomba lastre	3	315	0,942	334,39	1003,18
Bomba agotamiento	1	15	0,936	16,03	16,03
Sistema tratamiento	1	3	-	-	3,00
Total					1022,21

Servicio contraincendios					
	Unidades	Potencia unitaria			
		útil	R	Absorbida	Total
Bomba CI	1	45	0,931	48,34	48,34
Bomba CI secundaria	1	45	0,931	48,34	48,34
Total					96,67

Servicio de sentinas					
	Unidades	Potencia unitaria			
		útil	R	Absorbida	Total
Bomba Sentinas	3	55	0,935	58,82	176,47
Separador sentinas	1	3	-	-	3,00
Total					179,47

Servicio de agua sanitaria					
	Unidades	Potencia unitaria			
		útil	R	Absorbida	Total
Bombas de suministro	1	1,5	0,772	1,94	1,94
Bomba circulación	1	1,5	0,772	1,94	1,94
Calentador de agua	1	40	-	-	40,00
Planta generadora AD	1	3,4	-	-	3,40
Planta tratamiento aguas residuales	1	3,3	-	-	3,30
Planta tratamiento de basuras	1	9	-	-	9,00
Total					59,59

Ventilación y A/C					
	Unidades	Potencia unitaria			
		útil	R	Absorbida	Total
Ventiladores CM	20	15	-	-	300,00
Extractores CM	6	22	-	-	132,00
Bodega 1	2	22	-	-	44,00
Bodega 2	2	22	-	-	44,00
Bodega 3	4	22	-	-	88,00
Bodega 4	4	22	-	-	88,00
Bodega 5	4	22	-	-	88,00
Bodega 6	4	22	-	-	88,00
Bodega 7	4	22	-	-	88,00
Bodega 8	4	22	-	-	88,00
Bodega 9	3	22	-	-	66,00
Bodega 10	3	30	-	-	90,00
C-1	-	4,64			6,71
C,ppal	-	4,04	-	-	4,77
C1	-	3,82	-	-	3,82
C2	-	1,01	-	-	1,01
C3	-	1,01	-	-	1,01
C4	-	1,16	-	-	1,16
Puente	-	1,79	-	-	1,79
Aire acondicionado	-	220			220,00
Total					1444,27

Elevación					
	Unidades	Potencia unitaria			
		útil	R	Absorbida	Total
Ascensor	1	20	-	-	20,00
Total					30,00

Fonda y hotel					
	Unidades	Potencia unitaria			
		útil	R	Absorbida	Total
Cocina	-	72	-	-	72,00
Gambuzas Frigoríficas	1	15	-	-	15,00
Incineradora	1	14,71	-	-	14,71
Compactadora	1	3,6	-	-	3,60
Ocio	-	6	-	-	6,00
Lavandería	-	20	-	-	20,00
Total					131,31

Equipos de mantenimiento					
	Unidades	Potencia unitaria			
		útil	R	Absorbida	Total
Rectificadora	1	8,5	-	-	8,50
Herramientas varias	-	6	-	-	6,00
Total					14,50

Hélice de proa					
	Unidades	Potencia unitaria			
		útil	R	Absorbida	Total
Hélice de proa	1	3000	-	-	3000,00
Total					3000,00

Servicios de puente					
	Unidades	Potencia unitaria			
		útil	R	Absorbida	Total
Radio	-	5	-	-	5,00
Navegación	-	6	-	-	6,00
Automatización	-	5	-	-	5,00
TYFON	-	5	-	-	5,00
Total					21,00

Tabla 4. Consumidores de equipos y servicios auxiliares

3.3 Equipos de cubierta y servo

Equipos de cubierta					
	Unidades	Potencia unitaria			
		útil	R	Absorbida	Total
Molinetes	4	610	-	-	2440,00
Chigres	12	60	-	-	720,00
Protección catódica	-	24	-	-	24,00
Total					3184,00

Servomotor					
	Unidades	Potencia unitaria			
		útil	R	Absorbida	Total
Servomotor timón	2	225	-	-	450,00
Total					450,00

Tabla 5. Consumidores de equipos de cubierta y servo

3.4 Iluminación

Se procede a continuación a calcular el sistema de iluminación para ello se calculará la potencia eléctrica requerida a partir de la siguiente expresión, obtenida en el libro “*Electricidad aplicada al buque*” de M. Baquerizo:

$$P = \frac{L}{n} \text{ [kW]}$$

Siendo L el flujo luminoso:

$$L = E \cdot S \cdot \left(\frac{F_d}{F_u}\right) \text{ [lm]}$$

Con:

- E, iluminación [lx], según la tabla 5.
- S, superficie a iluminar en [m²].
- F_d , factor de suciedad, entre 1,25 y 2,5. Se tomará 2 como valor medio.
- F_u , factor de utilización, valor entre 0 y 1 que establece el tiempo de utilización de la iluminación, se empleará un factor de luz directa, correspondiente a 0,5, tal y como se muestra en la ilustración 2.

CLASIFICACIÓN CIE SEGÚN LA DISTRIBUCIÓN DE LA LUZ		
<p>0-10% 90-100%</p> <p>Directa</p>	<p>10-40% 60-90%</p> <p>Semi-directa</p>	<p>60-90% 10-40%</p> <p>Semi-directa</p>
<p>40-60% 40-60%</p> <p>General difusa</p>	<p>40-60% 40-60%</p> <p>Directa-indirecta</p>	<p>90-100% 0-10%</p> <p>Indirecta</p>

Ilustración 2. Factores de utilización

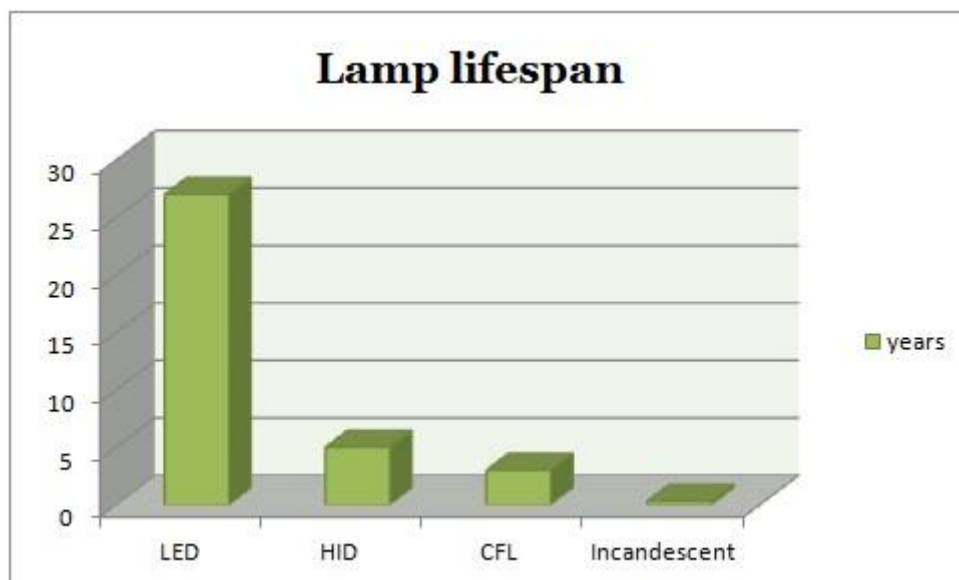
Y n, el rendimiento de la lámpara [lm/W], considerándose 150 [lm/W] para las luces Led.

Locales	Iluminancias (lx)
Camarotes de pasajeros y oficialidad	200-250
Camarotes de tripulación	150-200
Camarotes de lujo	250-300
Pasillos del pasaje	100-150
Pasillos de la tripulación	100-150
Locales de reunión	100-150
Locales de reunión:	
Pasaje	200-400
Tripulación	120-250
Locales sanitarios	200-250
Locales de servicios	250-300
Enfermería	500-1000
Puentes de paseo y puentes descubiertos	20-40
Puentes de botes	10-20
Salas de máquinas	300-450
Puestos de maniobra	500-750
Salas de calderas	250-350
Bocas de calderas	500-750
Túneles y compartimientos < 200 m ³	100-150
Talleres de montaje y precisión	1000-2000
Talleres de maquinaria	500-1000
Salas de dibujo	750-1500
Oficinas normales	400-750
Salas de espera, archivos, etc...	75-150

Tabla 6. Iluminación requerida por locales

Se opta por escoger una iluminación LED en el buque proyecto debido a la disminución de calor generado que estas ofrecen en comparación con los tubos fluorescentes y a las lámparas incandescentes, minimizando consumos a igualdad de iluminación, aumentando la eficiencia energética general del buque. También cabe destacar que el rendimiento de esta iluminación es muy superior al de las otras alternativas anteriormente nombradas.

Así mismo las luces LED requieren de un mantenimiento mucho menor, ofreciendo vidas útiles de entre 50.000 y 100.000 [h], siendo esta cifra mucho mayor que las otras alternativas de iluminación, tal y como se muestra en la siguiente gráfica:



Gráfica 1. Vida útil de las distintas alternativas de iluminación

Se muestran a continuación los valores de coeficiente E escogidos para las distintas estancias:

Local	E [lx]
Talleres	750
Cámara de máquinas	750
Pañoles	200
Cocina	200
Gambuzas	200
Enfermería	300
Aseos	200
Vestuarios	300
Pasillos	150
Comedores	200
Camarotes	150
Oficinas	400
Salas reunión	250
Otros espacios comunes	200
Puente	500

Tabla 7. Valores escogidos de E.

Se distinguen tres tipos de iluminaciones según el destino de esta:

- Alumbrado general, se corresponde con el alumbrado común de los distintos compartimentos distribuidos a lo largo del buque, estos puntos de iluminación estarán repartidos de manera adecuada para que la iluminación sea la necesaria en cada zona del buque. Así mismo, se incluyen en este apartado las luces de navegación y señales que deba llevar el buque para realizar su navegación habitual, tanto diurna como nocturna.
- Alumbrado exterior, será la el que permita realizar trabajos y tránsitos en las zonas exteriores del buque, como la cubierta principal.
- Alumbrado de emergencia, será encargado de mantener las condiciones mínimas de seguridad en caso de fallo de la fuente de alimentación principal. Dentro de este alumbrado se incluirá el alumbrado de socorro. De igual manera será el alumbrado de emergencia el que proveerá la iluminación requerida al puente, puesto de gobierno, puestos de maniobra, puntos de evacuación, proyectores de botes y cámara de máquinas. Cabe destacar que el alumbrado de emergencia deberá activarse de manera automática cuando caiga la fuente de energía principal.

Se procede a continuación a calcular la iluminación requerida por cada una de las distintas cubiertas del buque proyecto.

Las áreas y los distintos locales que se encuentran en cada una de las cubiertas han sido obtenidos de la disposición general realizada en el Cuaderno 7.

Calculando en primer lugar la potencia requerida por la iluminación de las distintas cubiertas de habitación:

	$\sum E \cdot S$ [lx · m ²]	L [lm]	P [kW]
C-1	274236	1096944	7,3
C. Ppal.	131214,5	524858	3,5
C1	95622	382488	2,5
C2	38860	155440	1,0
C3	81822	327288	2,2
C4	87862	351448	2,3
Puente	174096	696384	4,6
TOTAL			23,26

Tabla 8. Potencia por iluminación en cubiertas de habitación.

Análogamente se calcula la potencia requerida por la iluminación en las zonas de maquinaria, tanto de proa como de popa, así mismo, se incluye en la cubierta inferior 7 el área correspondiente al local del servo:

	A [m ²]	L [lm]	P [kW]
Cubierta inferior 1 Proa	1102	3306000	22,04
Cubierta inferior 1	749,7	2249100	14,99
Cubierta inferior 2	1034	3102000	20,68
Cubierta inferior 3	1163,75	3491250	23,28
Cubierta inferior 4	867,56	2602680	17,35
TOTAL			98,34

Tabla 9. Potencia por iluminación en espacios de maquinarias

Sumando el alumbrado de la cámara de máquinas y el alumbrado de la habitación, se obtiene la potencia total del alumbrado general:

$$P_{\text{Alumbrado General}} = 98,34 \text{ [kW]}$$

A continuación, se calculará el alumbrado de emergencia, este alumbrado estará formado por los pasillos de acceso de las cubiertas de habilitación, el puente de gobierno, la cubierta de botes y los espacios de maquinaria:

	E [lx]	A [m ²]	L lm	P kW
C-1	150	35,24	5286	0,03524
C. Ppal.	150	74,38	11157	0,07438
C1	150	76,98	11547	0,07698
C2	150	74,38	11157	0,07438
C3	150	74,38	11157	0,07438
C4	150	74,38	11157	0,07438
Puente	300	580,32	174096	1,16064
CM +Cubierta botes	-	-	-	54
Total				55,57

Tabla 10. Potencia de iluminación de emergencia.

Se obtiene una potencia total del alumbrado de emergencia de:

$$P_{\text{Alumbrado emergencia}} = 55,57 \text{ [kW]}$$

El alumbrado exterior se calcula de manera aproximada, tomando un valor de E=30 [lux].

$$P_{\text{Exterior}} = \left(30 \cdot 1598 \cdot \frac{2}{0.5} \right) \cdot \frac{1}{150} \cdot 10^{-3} = 1,28 \text{ [kW]}$$

Finalmente se calcula el alumbrado correspondiente a las luces de navegación, cuyo catálogo se encuentra en el anexo:

	Color	Visibilidad	Potencia [W]
Tope doble	Blanca	225° a 6 millas	40
Estribor	Verde	115,5° a 3 millas	40
Babor	Roja	115,5° a 3 millas	40
Alcance	Blanca	135° a 3 millas	40
Todo horizonte	Blanca	360° a 3 millas	40
Remolque	Naranja	135° a 3 millas	40

Tabla 11. Potencia alumbrado navegación

$$P_{\text{Navegación}} = 0,24 \text{ [kW]}$$

4. BALANCE ELÉCTRICO DEL BUQUE

Se realizará a continuación el balance eléctrico del buque, donde se estudiarán las distintas necesidades energéticas del buque dependiendo de la situación de operación en la que éste se encuentre.

El balance eléctrico se basa en la realización de un cálculo estadístico, basado en la probabilidad, que marca el consumo promedio de cada uno de los distintos consumidores. De esta manera se permite conocer un valor del consumo total de la instalación para cada condición de operación del buque.

El grado de precisión con el que se realice este estudio dependerá del desarrollo del proyecto del buque, ya que se podrán hacer estimaciones más próximas a la casuística final en la que el buque operará, proporcionando resultados de consumos más correctos.

El balance eléctrico se puede realizar aplicando distintos métodos, entre los que destacan:

- Estimación mediante fórmulas: otorga una estimación simple y preliminar del consumo, permitiendo la realización de un diseño preliminar de los grupos generadores.
- Estimación a partir de un buque referencia: se realiza la estimación de la potencia de los grupos generadores a partir de una proporción dada por los grupos generadores de distintos buques similares al proyectado.
- Estimación clásica detallada: se realizan totales de cada una de las potencias activas de los consumidores del buque proyecto en las distintas condiciones de operación.
- Cálculo avanzado: se realiza el cálculo de las potencias activa, reactiva y aparente, teniendo en cuenta el factor de potencia de cada consumidor.

Se opta en el presente cuaderno por realizar una estimación clásica detallada, considerando cada uno de los consumidores calculados hasta el momento, procurando un cálculo lo más próximo a la operación final del buque.

Se muestran a continuación las distintas situaciones de carga con las que se realizarán los cálculos relativos a la potencia requerida por los grupos generadores:

- Navegación a plena carga en consumo de Fuel Oil. Se considerará una condición con el buque navegando a plena carga, con los sistemas necesarios para navegar esta condición.
- Navegación en situación de lastre. Considerando la situación del buque en lastre se tendrán en cuenta las bombas de lastre en funcionamiento, al tiempo que los ventiladores de las bodegas estarán desactivados, al no existir carga en ellas.

- Condición de carga y descarga. Se tomará el buque detenido, sin los motores principales activados. Al no existir medios de carga y descarga propios a bordo, en el caso del buque proyecto solo se tendrá en cuenta el equipamiento de amarre y fondeo.
- Condición de maniobra de atraque. Se estudiará la potencia necesaria para que todos los sistemas del buque necesarios para las maniobras de atraque y desatraque en puerto sean ejecutadas, con un tiempo estimado de 4h.
- Condición de emergencia. Será la condición donde estén activados los consumidores mínimos que deberán estar activos durante una emergencia. Estos consumidores están marcados y regulados por el SOLAS, parte D regla 43. En el caso de ser el buque proyecto un buque destinado a carga, el grupo electrógeno de emergencia habrá de tener la capacidad mínima de alimentar simultáneamente y durante los periodos establecidos, los siguientes que se detallan a continuación:
 - Durante un periodo de 18h:
 - Alumbrado de emergencia.
 - Luces de navegación.
 - Instalación radioeléctrica de ondas métricas.
 - Equipos de comunicaciones interiores.
 - Aparatos náuticos a bordo.
 - Sistema de detección de incendios y alarmas.
 - Lámpara de señales diurnas, bocina, avisadores de accionamiento manual y señales interiores.
 - Bombas contraincendios.
 - Bomba de emergencia de achique de sentinas.
 - Durante un periodo de 30 minutos:
 - Puertas estancas.
 - Dispositivos de emergencia que impulsan el ascensor hasta la cubierta.

Se procede a continuación a detallar el funcionamiento del buque en cada una de las condiciones de carga y se procederá a realizar el balance eléctrico de estas condiciones.

Para el balance eléctrico se tomará la potencia absorbida de cada consumidor como la siguiente expresión:

$$P_{Absorbida} = \frac{P_{\acute{u}til}}{\eta_e}$$

Con:

- $P_{\acute{u}til}$, la potencia calculada o seleccionada de los consumidores.
- η_e , el rendimiento efectivo de cada consumidor.

A continuación, se calculará la potencia total que resultará de multiplicar la potencia absorbida por el número de equipos:

$$P_{Total} = P_{Absorbida} \cdot N^{\circ}_{equipos}$$

Finalmente se calculará la potencia necesaria, resultando de la siguiente expresión:

$$P_{Necesaria} = K_u \cdot P_{Total}$$

Donde:

- K_u , es el factor de utilización, que se calculará para los distintos consumidores y situaciones.

4.1 Justificación de los coeficientes

A partir de los apuntes de la asignatura Sistemas Eléctricos del Buque se calcularán los siguientes factores:

$$K_u = K_n \cdot K_{sr}$$

Donde:

- K_n , el coeficiente de servicio y régimen, se obtiene a partir de la siguiente expresión:

$$K_n = \frac{n^{\circ} \text{ de equipos en servicio}}{n^{\circ} \text{ de equipos instalados}}$$

- K_{sr} , el coeficiente de servicio y régimen, calculado a partir de la siguiente expresión, formada a su vez por otros dos coeficientes:

$$K_{sr} = K_s \cdot K_r$$

- K_s , el coeficiente de servicio, el cual depende del número de horas que el equipo se encuentre funcionando.

$$K_s = \frac{n^\circ \text{ de horas en servicio}}{24 \text{ horas}}$$

- K_r , el coeficiente de régimen, que depende del régimen al que trabaje el equipo:

$$K_r = \frac{\text{Potencia absorbida del motor en servicio}}{\text{Potencia absorbida en régimen nominal}}$$

$$K_r = \frac{\text{Potencia absorbida}}{\text{Potencia útil}} \cdot n$$

Se procurará calcular todos los coeficientes de manera individual, en caso de que no se tengan datos suficientes, se emplearán cálculos procedentes del libro “Lecciones de Electricidad Aplicada al Buque”, del profesor M. Baquerizo.

4.2 Cálculo del balance eléctrico

Se procede a continuación a calcular el balance eléctrico de las distintas situaciones en las que se encontrará el buque en operación, siendo estas:

- Navegación a plena carga.
- Navegación en lastre.
- Puerto
- Maniobra de atraque y desatraque
- Condición de emergencia

4.2.1 Navegación a plena carga

Sistemas del motor propulsor principal

Servicio Refrigeración

	Unidades	Potencia unitaria				Navegación FO					
		útil	R	Absorbida	Total	N.º ON	Kn	Ksr	Ku	P necesaria	
Circulación agua salada	1	485,5	0,951	510,52	510,52	1	1	0,675	0,675	344,60	
Circulación agua dulce	1	173,9	0,949	183,25	183,25	1	1	0,675	0,675	123,69	
Bomba HT	1	56,2	0,935	60,11	60,11	1	1	0,675	0,675	40,57	
Total					753,87	Total					508,86

Servicio Combustible

	Unidades	Potencia unitaria				Navegación FO					
		útil	R	Absorbida	Total	Nº ON	Kn	Ksr	Ku	P necesaria	
Purificadora FO	2	24	-	-	48,00	1	0,5	0,96	0,48	23,04	
Bomba alimentación	1	3	0,815	3,68	3,68	1	1	0,5	0,5	1,84	
Bomba Refuerzo	1	6,5	0,847	7,67	7,67	1	1	0,5	0,5	3,84	
Bomba ECA	1	3	0,815	3,68	3,68	1	1	0,75	0,75	2,76	
Total					63,04	Total					31,48

Servicio lubricación

	Unidades	Potencia unitaria				Navegación FO					
		útil	R	Absorbida	Total	Nº ON	Kn	Ksr	Ku	P necesaria	
Bomba lubricación	1	166	0,94	176,60	176,60	1	1	0,675	0,675	119,20	
Bomba de refuerzo	1	37,7	0,936	40,28	40,28	1	1	0,675	0,675	27,19	
Bomba filtrado	1	2,2	0,797	2,76	2,76	1	1	0,675	0,675	1,86	
Purificadora aceite	2	3	-	-	6,00	1	0,5	0,675	0,3375	2,03	
Total					225,63	Total					150,28

Servicio aire comprimido

	Unidades	Potencia unitaria				Navegación FO					
		útil	R	Absorbida	Total	Nº ON	Kn	Ksr	Ku	P necesaria	
Compresores	2	90	-	-	180,00	2	1	0,5	0,5	90,00	
Total					180,00	Total					90,00

Otros sistemas

Servicio lastre

	Unidades	Potencia unitaria				Navegación FO					
		útil	R	Absorbida	Total	Nº ON	Kn	Ksr	Ku	P necesaria	
Bomba lastre	3	315	0,942	334,39	1003,18	0	0	-	-	-	
Bomba agotamiento	1	15	0,936	16,03	16,03	0	0	-	-	-	
Sistema tratamiento	1	3	-	-	3,00	0	0	-	-	-	
Total					393,18	Total					0

Servicio contraincendios

	Unidades	Potencia unitaria				Navegación FO					
		útil	R	Absorbida	Total	Nº ON	Kn	Ksr	Ku	P necesaria	
Bomba CI	1	45	0,931	48,34	48,34	0	0	-	-	-	
Bomba CI secundaria	1	45	0,931	48,34	48,34	0	0	-	-	-	
Total					146,00	Total					0

Servicio de sentinas

	Unidades	Potencia unitaria				Navegación FO					
		útil	R	Absorbida	Total	Nº ON	Kn	Ksr	Ku	P necesaria	
Bomba Sentinas	3	55	0,935	58,82	176,47	1	0,33333333	0,4	0,13333333	23,53	
Separador sentinas	1	3	-	-	3,00	1	1	0,4	0,4	1,20	
Total					179,47	Total					24,73

Servicio de agua sanitaria

	Unidades	Potencia unitaria				Navegación FO					
		útil	R	Absorbida	Total	Nº ON	Kn	Ksr	Ku	P necesaria	
Bombas de suministro	1	1,5	0,772	1,94	1,94	1	1	0,9	0,9	1,75	
Bomba circulación	1	1,5	0,772	1,94	1,94	1	1	0,9			
Calentador de agua	1	40	-	-	40,00	1	1	0,675	0,675	27,00	
Planta generadora AD	1	3,4	-	-	3,40	1	1	0,45	0,45	1,53	
Planta tratamiento aguas residuales	1	3,3	-	-	3,30	1	1	0,45	0,45	1,49	
Planta tratamiento de basuras	1	9			9,00	1	1				
Total					364,19	Total					31,76

Ventilación y A/C										
	Unidades	Potencia unitaria				Navegación FO				
		útil	R	Absorbida	Total	Nº ON	Kn	Ksr	Ku	P necesaria
Ventiladores CM	20	15	-	-	300,00	19	0,95	0,675	0,64125	192,38
Extractores CM	6	22	-	-	132,00	5	0,83333333	0,675	0,5625	74,25
Bodega 1	2	22	-	-	44,00	2	1	0,85	0,85	37,40
Bodega 2	2	22	-	-	44,00	2	1	0,85	0,85	37,40
Bodega 3	4	22	-	-	88,00	4	1	0,85	0,85	74,80
Bodega 4	4	22	-	-	88,00	4	1	0,85	0,85	74,80
Bodega 5	4	22	-	-	88,00	4	1	0,85	0,85	74,80
Bodega 6	4	22	-	-	88,00	4	1	0,85	0,85	74,80
Bodega 7	4	22	-	-	88,00	4	1	0,85	0,85	74,80
Bodega 8	4	22	-	-	88,00	4	1	0,85	0,85	74,80
Bodega 9	3	22	-	-	66,00	3	1	0,85	0,85	56,10
Bodega 10	3	30	-	-	90,00	3	1	0,85	0,85	76,50
C-1	-	4,64			6,71	1	1	0,6	0,6	4,03
C,ppal	-	4,04	-	-	4,77	1	1	0,85	0,85	4,05
C2	-	3,82	-	-	3,82	1	1	0,85	0,85	3,25
C3	-	1,01	-	-	1,01	1	1	0,85	0,85	0,86
C4	-	1,01	-	-	1,01	1	1	0,85	0,85	0,86
C5	-	1,16	-	-	1,16	1	1	0,85	0,85	0,99
C6	-	1,79	-	-	1,79	1	1	0,85	0,85	1,52
Puente	-	220			220,00	1	1	0,85	0,85	187,00
Total					1375,42	Total				1029,35

Elevación

	Unidades	Potencia unitaria								
		útil	R	Absorbida	Total					
Ascensor	1	20	-	-	20,00	1	1	0,225	0,225	4,50
Total					20,00	Total				4,50

Fonda y hotel

	Unidades	Potencia unitaria				Navegación FO				
		útil	R	Absorbida	Total	Nº ON	Kn	Ksr	Ku	P necesaria
Cocina	-	72	-	-	72,00	1	1	0,68	0,68	48,96
Gambuzas Frigoríficas	1	15	-	-	60,00	1	1	0,68	0,68	10,20
Incineradora	1	14,71	-	-	14,71	1	1	0,9	0,9	13,24
Compactadora	1	3,6	-	-	3,60	1	1	0,7	0,7	2,52
Ocio	-	6	-	-	6,00	1	1	0,3	0,3	1,80
Lavandería	-	20	-	-	20,00	1	1	0,225	0,225	4,50
Total					131,31	Total				81,22

Servomotor

	Unidades	Potencia unitaria				Navegación FO				
		útil	R	Absorbida	Total	Nº ON	Kn	Ksr	Ku	P necesaria
Servomotor timón	2	225	-	-	450,00	1	0,5	0,9	0,45	202,50
Total					450,00	Total				202,50

Equipos de cubierta

	Unidades	Potencia unitaria				Navegación FO					
		útil	R	Absorbida	Total	Nº ON	Kn	Ksr	Ku	P necesaria	
Molinetes	4	610	-	-	2440,00	-	-	-	-	-	
Chigres	12	60	-	-	720,00	-	-	-	-	-	
Protección catódica	-	24	-	-	24,00	1	1	0,9	0,9	13,24	
Total					3184,00	Total					13,24

Equipos de mantenimiento

	Unidades	Potencia unitaria				Navegación FO					
		útil	R	Absorbida	Total	Nº ON	Kn	Ksr	Ku	P necesaria	
Rectificadora	1	8,5	-	-	8,50	1	1	0,08	0,08	0,68	
Herramientas varias	-	6	-	-	6,00	1	1	0,08	0,08	0,48	
Total					14,50	Total					1,16

Hélice de proa

	Unidades	Potencia unitaria				Navegación FO					
		útil	R	Absorbida	Total	Nº ON	Kn	Ksr	Ku	P necesaria	
Hélice de proa	1	3000	-	-	3000,00	-	-	-	-	-	
Total					3000,00	Total					0,00

Servicios de puente

	Unidades	Potencia unitaria				Navegación FO				
		útil	R	Absorbida	Total	Nº ON	Kn	Ksr	Ku	P necesaria
Radio	-	5	-	-	5,00	1	1	0,788	0,788	4,73
Navegación	-	6	-	-	6,00	1	1	0,788	0,788	3,94
Automatización	-	5	-	-	5,00	1	1	0,45	0,45	2,25
TYFON	-	5	-	-	5,00	1	1	0,225	0,225	4,73
Total					21,00	Total				15,64

Servicio de iluminación

	Unidades	Potencia unitaria				Navegación FO				
		útil	R	Absorbida	Total	Nº ON	Kn	Ksr	Ku	P necesaria
Alumbrado general	-	98,34	-	-	98,34	1	1	0,9	0,9	88,51
Luces navegación	-	0,24	-	-	0,24	1	1	0,9	0,9	0,22
Alumbrado exterior	-	1,28	-	-	1,28	1	1	0,9	0,9	1,15
Alumbrado emergencia	-	55,57	-	-	55,57	-	-	-	-	-
Total					155,43	Total				89,87

Total	2274,59
--------------	----------------

Tabla 11. Balance en condición de navegación a plena carga

4.2.2 Condición de navegación en lastre

Sistemas del motor propulsor principal

Servicio Refrigeración

	Unidades	Potencia unitaria				Lastre				
		útil	R	Absorbida	Total	Nº ON	Kn	Ksr	Ku	P necesaria
Circulación agua salada	1	485,5	0,951	510,52	510,52	1	1	0,675	0,675	344,60
Circulación agua dulce	1	173,9	0,949	183,25	183,25	1	1	0,675	0,675	123,69
Bomba HT	1	56,2	0,935	60,11	60,11	1	1	0,675	0,675	40,57
Total					753,87	Total				508,86

Servicio Combustible

	Unidades	Potencia unitaria				Lastre				
		útil	R	Absorbida	Total	Nº ON	Kn	Ksr	Ku	P necesaria
Purificadora FO	2	24	-	-	48,00	1	0,5	0,96	0,48	23,04
Bomba alimentación	1	3	0,815	3,68	3,68	1	1	0,5	0,5	1,84
Bomba Refuerzo	1	6,5	0,847	7,67	7,67	1	1	0,5	0,5	3,84
Bomba ECA	1	3	0,815	3,68	3,68	1	1	0,75	0,75	2,76
Total					63,04	Total				31,48

Servicio lubricación

	Unidades	Potencia unitaria				Lastre				
		útil	R	Absorbida	Total	Nº ON	Kn	Ksr	Ku	P necesaria
Bomba lubricación	1	166	0,94	176,60	176,60	1	1	0,675	0,675	119,20
Bomba de refuerzo	1	37,7	0,936	40,28	40,28	1	1	0,675	0,675	27,19
Bomba filtrado	1	2,2	0,797	2,76	2,76	1	1	0,675	0,675	1,86
Purificadora aceite	2	3	-	-	6,00	1	0,5	0,675	0,3375	2,03
Total					225,63	Total				150,28

Servicio aire comprimido

	Unidades	Potencia unitaria				Lastre				
		útil	R	Absorbida	Total	Nº ON	Kn	Ksr	Ku	P necesaria
Compresores	2	90	-	-	180,00	2	1	0,5	0,5	90
Total					180,00	Total				90,00

Otros sistemas

Servicio lastre

	Unidades	Potencia unitaria				Lastre				
		útil	R	Absorbida	Total	Nº ON	Kn	Ksr	Ku	P necesaria
Bomba lastre	3	315	0,942	334,39	1003,18	3	1	0,6	0,6	601,91
Bomba agotamiento	1	15	0,936	16,03	16,03	1	1	0,6	0,6	9,62
Sistema tratamiento	1	3	-	-	3,00	1	1	0,6	0,6	1,8
Total					1022,21	Total				613,33

Servicio contraincendios

	Unidades	Potencia unitaria				Lastre				
		útil	R	Absorbida	Total	Nº ON	Kn	Ksr	Ku	P necesaria
Bomba CI	1	45	0,931	48,34	48,34	0	0	-	-	-
Bomba CI secundaria	1	45	0,931	48,34	48,34	0	0	-	-	-
Total					96,67	Total				0

Servicio de sentinas

	Unidades	Potencia unitaria				Lastre				
		útil	R	Absorbida	Total	Nº ON	Kn	Ksr	Ku	P necesaria
Bomba Sentinas	3	55	0,935	58,82	176,47	2	0,67	0,4	0,27	47,65
Separador sentinas	1	3	-	-	3,00	1	1	0,4	0,4	1,20
Total					179,47	Total				48,85

Servicio de agua sanitaria

	Unidades	Potencia unitaria				Lastre				
		útil	R	Absorbida	Total	Nº ON	Kn	Ksr	Ku	P necesaria
Bombas de suministro	1	1,5	0,772	1,94	1,94	1	1	0,9	0,9	1,75
Bomba circulación	1	1,5	0,772	1,94	1,94	1	1	0,9	0,9	1,75
Calentador de agua	1	40	-	-	40,00	1	1	0,675	0,675	27,00
Planta generadora AD	1	3,4	-	-	3,40	1	1	0,45	0,45	1,53
Planta tratamiento aguas residuales	1	3,3	-	-	3,30	1	1	0,45	0,45	1,49
Planta tratamiento de basuras	1	9			9,00	1	1	0,45	0,45	4,05
Total					59,59	Total				37,56

Ventilación y A/C										
	Unidades	Potencia unitaria				Lastre				
		útil	R	Absorbida	Total	Nº ON	Kn	Ksr	Ku	P necesaria
Ventiladores CM	20	15	-	-	300,00	19	0,95	0,675	0,64125	192,38
Extractores CM	6	22	-	-	132,00	5	0,83	0,675	0,56025	73,95
Bodega 1	2	22	-	-	44,00	2	1	0,85	0,85	37,40
Bodega 2	2	22	-	-	44,00	2	1	0,85	0,85	37,40
Bodega 3	4	22	-	-	88,00	4	1	0,85	0,85	74,80
Bodega 4	4	22	-	-	88,00	4	1	0,85	0,85	74,80
Bodega 5	4	22	-	-	88,00	4	1	0,85	0,85	74,80
Bodega 6	4	22	-	-	88,00	4	1	0,85	0,85	74,80
Bodega 7	4	22	-	-	88,00	4	1	0,85	0,85	74,80
Bodega 8	4	22	-	-	88,00	4	1	0,85	0,85	74,80
Bodega 9	3	22	-	-	66,00	3	1	0,85	0,85	56,10
Bodega 10	3	30	-	-	90,00	3	1	0,85	0,85	76,50
C-1	-	4,64			6,71	1	1	0,6	0,85	5,70
C,ppal	-	4,04	-	-	4,77	1	1	0,85	0,85	4,05
C1	-	3,82	-	-	3,82	1	1	0,85	0,85	3,25
C2	-	1,01	-	-	1,01	1	1	0,85	0,85	0,86
C3	-	1,01	-	-	1,01	1	1	0,85	0,85	0,86
C4	-	1,16	-	-	1,16	1	1	0,85	0,85	0,99
Puente	-	1,79	-	-	1,79	1	1	0,85	0,85	1,52
Aire acondicionado	-	220			220,00	1	1	0,6	0,6	132,00
Total					1444,27	Total				1071,76

Elevación										
-----------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

	Unidades	Potencia unitaria				Lastre				
		útil	R	Absorbida	Total	Nº ON	Kn	Ksr	Ku	P necesaria
Ascensor	1	20	-	-	20,00	1	1	0,225	0,225	4,50
Total					20,00	Total				4,50

Fonda y hotel

	Unidades	Potencia unitaria				Lastre				
		útil	R	Absorbida	Total	Nº ON	Kn	Ksr	Ku	P necesaria
Cocina	-	72	-	-	72,00	1	1	0,9	0,9	64,80
Gambuzas Frigoríficas	1	15	-	-	15,00	1	1	0,68	0,68	10,20
Incineradora	1	14,71	-	-	14,71	1	1	0	0	0,00
Compactadora	1	3,6	-	-	3,60	1	1	0	0	0,00
Ocio	-	6	-	-	6,00	1	1	0,3	0,3	1,80
Lavandería	-	20	-	-	20,00	1	1	0,225	0,225	4,50
Total					131,31	Total				81,30

Servomotor

	Unidades	Potencia unitaria				Lastre				
		útil	R	Absorbida	Total	Nº ON	Kn	Ksr	Ku	P necesaria
Servomotor timón	2	225	-	-	450,00	1	0,5	0,9	0,45	202,50
Total					450,00	Total				202,50

Equipos de cubierta

	Unidades	Potencia unitaria				Lastre				
		útil	R	Absorbida	Total	Nº ON	Kn	Ksr	Ku	P necesaria
Molinetes	4	610	-	-	2440,00	-	-	-	-	-
Chigres	12	60	-	-	720,00	-	-	-	-	-
Protección catódica	-	24	-	-	24,00	1	1	0,9	0,9	13,24
Total					3184,00	Total				13,24

Equipos de mantenimiento

	Unidades	Potencia unitaria				Lastre				
		útil	R	Absorbida	Total	Nº ON	Kn	Ksr	Ku	P necesaria
Rectificadora	1	8,5	-	-	8,50	1	1	0,08	0,08	0,68
Herramientas varias	-	6	-	-	6,00	1	1	0,08	0,08	0,48
Total					14,50	Total				1,16

Hélice de proa

	Unidades	Potencia unitaria				Lastre				
		útil	R	Absorbida	Total	Nº ON	Kn	Ksr	Ku	P necesaria
Hélice de proa	1	3000	-	-	3000,00	-	-	-	-	-
Total					3000,00	Total				0,00

Servicios de puente										
	Unidades	Potencia unitaria				Lastre				
		útil	R	Absorbida	Total	Nº ON	Kn	Ksr	Ku	P necesaria
Radio	-	5	-	-	5,00	1	1	0,788	0,788	4,73
Navegación	-	6	-	-	6,00	1	1	0,788	0,788	3,94
Automatización	-	5	-	-	5,00	1	1	0,45	0,45	2,25
TYFON	-	5	-	-	5,00	1	1	0,225	0,225	4,73
Total					21,00	Total				15,64

Servicio de iluminación										
	Unidades	Potencia unitaria				Lastre				
		útil	R	Absorbida	Total	Nº ON	Kn	Ksr	Ku	P necesaria
Alumbrado general	-	98,34	-	-	98,34	1	1	0,9	0,9	88,51
Luces navegación	-	0,24	-	-	0,24	1	1	0,9	0,9	0,22
Alumbrado exterior	-	1,28	-	-	1,28	1	1	0,9	0,9	1,15
Alumbrado emergencia	-	55,57	-	-	55,57	-	-	-	-	-
Total					155,43	Total				89,87

Total							2960,33			
-------	--	--	--	--	--	--	---------	--	--	--

Tabla 12. Balance en condición de lastre

4.2.3 Condición de puerto

Sistemas del motor propulsor principal

Servicio Refrigeración

	Unidades	Potencia unitaria				Lastre				
		útil	R	Absorbida	Total	Nº ON	Kn	Ksr	Ku	P necesaria
Circulación agua salada	1	485,5	0,951	510,52	510,52	-	-	-	-	-
Circulación agua dulce	1	173,9	0,949	183,25	183,25	-	-	-	-	-
Bomba HT	1	56,2	0,935	60,11	60,11	-	-	-	-	-
Total					753,87	Total				0,00

Servicio Combustible

	Unidades	Potencia unitaria				Lastre				
		útil	R	Absorbida	Total	Nº ON	Kn	Ksr	Ku	P necesaria
Purificadora FO	2	24	-	-	48,00	-	-	-	-	-
Bomba alimentación	1	3	0,815	3,68	3,68	-	-	-	-	-
Bomba Refuerzo	1	6,5	0,847	7,67	7,67	-	-	-	-	-
Bomba ECA	1	3	0,815	3,68	3,68	-	-	-	-	-
Total					63,04	Total				0,00

Servicio lubricación

	Unidades	Potencia unitaria				Lastre				
		útil	R	Absorbida	Total	Nº ON	Kn	Ksr	Ku	P necesaria
Bomba lubricación	1	166	0,94	176,60	176,60	-	-	-	-	-
Bomba de refuerzo	1	37,7	0,936	40,28	40,28	-	-	-	-	-
Bomba filtrado	1	2,2	0,797	2,76	2,76	-	-	-	-	-
Purificadora aceite	2	3	-	-	6,00	-	-	-	-	-
Total					225,63	Total				0,00

Servicio aire comprimido

	Unidades	Potencia unitaria				Lastre				
		útil	R	Absorbida	Total	Nº ON	Kn	Ksr	Ku	P necesaria
Compresores	2	90	-	-	180,00	2	1	0,5	0,5	90
Total					180,00	Total				90,00

Otros sistemas

Servicio lastre

	Unidades	Potencia unitaria				Lastre				
		útil	R	Absorbida	Total	Nº ON	Kn	Ksr	Ku	P necesaria
Bomba lastre	3	315	0,942	334,39	1003,18	-	-	-	-	-
Bomba agotamiento	1	15	0,936	16,03	16,03	-	-	-	-	-
Sistema tratamiento	1	3	-	-	3,00	-	-	-	-	-
Total					1022,21	Total				0

Servicio contraincendios

	Unidades	Potencia unitaria				Lastre				
		útil	R	Absorbida	Total	Nº ON	Kn	Ksr	Ku	P necesaria
Bomba CI	1	45	0,931	48,34	48,34	0	0	-	-	-
Bomba CI secundaria	1	45	0,931	48,34	48,34	0	0	-	-	-
Total					96,67	Total				0

Servicio de sentinas

	Unidades	Potencia unitaria				Lastre				
		útil	R	Absorbida	Total	Nº ON	Kn	Ksr	Ku	P necesaria
Bomba Sentinas	3	55	0,935	58,82	176,47	2	0,67	0,4	0,27	47,65
Separador sentinas	1	3	-	-	3,00	1	1	0,4	0,4	1,20
Total					179,47	Total				48,85

Servicio de agua sanitaria

	Unidades	Potencia unitaria				Lastre				
		útil	R	Absorbida	Total	Nº ON	Kn	Ksr	Ku	P necesaria
Bombas de suministro	1	1,5	0,772	1,94	1,94	1	1	0,9	0,9	1,75
Bomba circulación	1	1,5	0,772	1,94	1,94	1	1	0,9	0,9	1,75
Calentador de agua	1	40	-	-	40,00	1	1	0,675	0,675	27,00
Planta generadora AD	1	3,4	-	-	3,40	1	1	0,45	0,45	1,53
Planta tratamiento aguas residuales	1	3,3	-	-	3,30	1	1	0,45	0,45	1,49
Planta tratamiento de basuras	1	9			9,00	1	1	0,45	0,45	4,05
Total					59,59	Total				37,56

Ventilación y A/C										
	Unidades	Potencia unitaria				Lastre				
		útil	R	Absorbida	Total	Nº ON	Kn	Ksr	Ku	P necesaria
Ventiladores CM	20	15	-	-	300,00	19	0,95	0,675	0,64125	192,38
Extractores CM	6	22	-	-	132,00	5	0,83	0,675	0,56025	73,95
Bodega 1	2	22	-	-	44,00	2	1	0,85	0,85	37,40
Bodega 2	2	22	-	-	44,00	2	1	0,85	0,85	37,40
Bodega 3	4	22	-	-	88,00	4	1	0,85	0,85	74,80
Bodega 4	4	22	-	-	88,00	4	1	0,85	0,85	74,80
Bodega 5	4	22	-	-	88,00	4	1	0,85	0,85	74,80
Bodega 6	4	22	-	-	88,00	4	1	0,85	0,85	74,80
Bodega 7	4	22	-	-	88,00	4	1	0,85	0,85	74,80
Bodega 8	4	22	-	-	88,00	4	1	0,85	0,85	74,80
Bodega 9	3	22	-	-	66,00	3	1	0,85	0,85	56,10
Bodega 10	3	30	-	-	90,00	3	1	0,85	0,85	76,50
C-1	-	6,71			6,71	1	1	0,6	0,85	5,70
C,ppal	-	4,77	-	-	4,77	1	1	0,85	0,85	4,05
C2	-	1,34	-	-	3,82	1	1	0,85	0,85	3,25
C3	-	0,92	-	-	1,01	1	1	0,85	0,85	0,86
C4	-	2,35	-	-	1,01	1	1	0,85	0,85	0,86
C5	-	1,43	-	-	1,16	1	1	0,85	0,85	0,99
C6	-	1,66	-	-	1,79	1	1	0,85	0,85	1,52
Puente	-	2,24	-	-	220,00	1	1	0,85	0,85	132,00
Aire acondicionado	1	150			300,00	1	1	0,6	0,6	192,38
Total					1444,27	Total				1071,76

Elevación

	Unidades	Potencia unitaria				Lastre				
		útil	R	Absorbida	Total	Nº ON	Kn	Ksr	Ku	P necesaria
Ascensor	1	20	-	-	20,00	1	1	0,225	0,225	4,50
Total					20,00	Total				4,50

Fonda y hotel

	Unidades	Potencia unitaria				Lastre				
		útil	R	Absorbida	Total	Nº ON	Kn	Ksr	Ku	P necesaria
Cocina	-	72	-	-	72,00	1	1	0,9	0,9	64,80
Gambuzas Frigoríficas	1	15	-	-	15,00	3	1	0,68	0,68	10,20
Incineradora	1	14,71	-	-	14,71	1	1	0	0	0,00
Compactadora	1	3,6	-	-	3,60	1	1	0	0	0,00
Ocio	-	6	-	-	6,00	1	1	0,3	0,3	1,80
Lavandería	-	20	-	-	20,00	1	1	0,225	0,225	4,50
Total					131,31	Total				81,30

Servomotor

	Unidades	Potencia unitaria				Lastre				
		útil	R	Absorbida	Total	Nº ON	Kn	Ksr	Ku	P necesaria
Servomotor timón	2	225	-	-	450,00	0	0	0	0	0,00
Total					450,00	Total				0,00

Equipos de cubierta

	Unidades	Potencia unitaria				Lastre				
		útil	R	Absorbida	Total	Nº ON	Kn	Ksr	Ku	P necesaria
Molinetes	4	610	-	-	2440,00	-	-	-	-	-
Chigres	12	60	-	-	720,00	-	-	-	-	-
Protección catódica	-	24	-	-	24,00	1	1	0,9	0,9	13,24
Total					3184,00	Total				13,24

Equipos de mantenimiento

	Unidades	Potencia unitaria				Lastre				
		útil	R	Absorbida	Total	Nº ON	Kn	Ksr	Ku	P necesaria
Rectificadora	1	8,5	-	-	8,50	1	1	0,08	0,08	0,68
Herramientas varias	-	6	-	-	6,00	1	1	0,08	0,08	0,48
Total					14,50	Total				1,16

hélice de proa

	Unidades	Potencia unitaria				Lastre				
		útil	R	Absorbida	Total	Nº ON	Kn	Ksr	Ku	P necesaria
Hélice de proa	1	3000	-	-	3000,00	-	-	-	-	-
Total					3000,00	Total				0,00

Servicios de puente

	Unidades	Potencia unitaria				Lastre				
		útil	R	Absorbida	Total	Nº ON	Kn	Ksr	Ku	P necesaria
Radio	-	5	-	-	5,00	1	1	0,788	0,788	4,73
Navegación	-	6	-	-	6,00	-	-	-	-	-
Automatización	-	5	-	-	5,00	1	1	0,45	0,45	2,25
TYFON	-	5	-	-	5,00	1	1	0,225	0,225	4,73
Total					21,00	Total				11,70

Servicio de iluminación

	Unidades	Potencia unitaria				Lastre				
		útil	R	Absorbida	Total	Nº ON	Kn	Ksr	Ku	P necesaria
Alumbrado general	-	98,34	-	-	98,34	1	1	0,9	0,9	159,53
Luces navegación	-	0,24	-	-	0,24	-	-	-	-	-
Alumbrado exterior	-	1,28	-	-	1,28	1	1	0,9	0,9	1,15
Alumbrado emergencia	-	55,57	-	-	55,57	-	-	-	-	-
Total					155,43	Total				89,66

Total [kW]	1449,73
-------------------	----------------

Tabla 13. Balance en puerto

4.2.4 Condición de atraque y desatraque

Sistemas del motor propulsor principal

Servicio Refrigeración

	Unidades	Potencia unitaria				Navegación FO				
		útil	R	Absorbida	Total	Nº ON	Kn	Ksr	Ku	P necesaria
Circulación agua salada	1	485,5	0,951	510,52	510,52	1	1	0,675	0,675	344,60
Circulación agua dulce	1	173,9	0,949	183,25	183,25	1	1	0,675	0,675	123,69
Bomba HT	1	56,2	0,935	60,11	60,11	1	1	0,675	0,675	40,57
Total					753,87	Total				508,86

Servicio Combustible

	Unidades	Potencia unitaria				Navegación FO				
		útil	R	Absorbida	Total	Nº ON	Kn	Ksr	Ku	P necesaria
Purificadora FO	2	24	-	-	48,00	1	0,5	0,96	0,48	23,04
Bomba alimentación	1	3	0,815	3,68	3,68	1	1	0,5	0,5	1,84
Bomba Refuerzo	1	6,5	0,847	7,67	7,67	1	1	0,5	0,5	3,84
Bomba ECA	1	3	0,815	3,68	3,68	1	1	0,75	0,75	2,76
Total					63,04	Total				31,48

Servicio lubricación

	Unidades	Potencia unitaria				Navegación FO				
		útil	R	Absorbida	Total	Nº ON	Kn	Ksr	Ku	P necesaria
Bomba lubricación	1	166	0,94	176,60	176,60	1	1	0,675	0,675	119,20
Bomba de refuerzo	1	37,7	0,936	40,28	40,28	1	1	0,675	0,675	27,19
Bomba filtrado	1	2,2	0,797	2,76	2,76	1	1	0,675	0,675	1,86
Purificadora aceite	2	3	-	-	6,00	1	0,5	0,675	0,3375	2,03
Total					225,63	Total				150,28

Servicio aire comprimido

	Unidades	Potencia unitaria				Navegación FO				
		útil	R	Absorbida	Total	Nº ON	Kn	Ksr	Ku	P necesaria
Compresores	2	90	-	-	180,00	2	1	0,5	0,5	90,00
Total					180,00	Total				90,00

Otros sistemas

Servicio lastre

	Unidades	Potencia unitaria				Navegación FO				
		útil	R	Absorbida	Total	Nº ON	Kn	Ksr	Ku	P necesaria
Bomba lastre	3	315	0,942	334,39	1003,18	0	0	-	-	-
Bomba agotamiento	1	15	0,936	16,03	16,03	0	0	-	-	-
Sistema tratamiento	1	3	-	-	3,00	0	0	-	-	-
Total					1022,21	Total				0

Servicio contraincendios

	Unidades	Potencia unitaria				Navegación FO				
		útil	R	Absorbida	Total	Nº ON	Kn	Ksr	Ku	P necesaria
Bomba CI	1	45	0,931	48,34	48,34	0	0	-	-	-
Bomba CI secundaria	1	45	0,931	48,34	48,34	0	0	-	-	-
Total					179,47	Total				0

Servicio de sentinas

	Unidades	Potencia unitaria				Navegación FO				
		útil	R	Absorbida	Total	Nº ON	Kn	Ksr	Ku	P necesaria
Bomba Sentinas	3	55	0,935	58,82	176,47	2	0,6667	0,4	0,267	47,06
Separador sentinas	1	3	-	-	3,00	1	1	0,4	0,4	1,20
Total					179,47	Total				48,26

Servicio de agua sanitaria

	Unidades	Potencia unitaria				Navegación FO				
		útil	R	Absorbida	Total	Nº ON	Kn	Ksr	Ku	P necesaria
Bombas de suministro	1	1,5	0,772	1,94	1,94	1	1	0,9	0,9	1,75
Bomba circulación	1	1,5	0,772	1,94	1,94	1	1	0,9		
Calentador de agua	1	40	-	-	40,00	1	1	0,675	0,675	27,00
Planta generadora AD	1	3,4	-	-	3,40	1	1	0,45	0,45	1,53
Planta tratamiento aguas residuales	1	3,3	-	-	3,30	1	1	0,45	0,45	1,49
Planta tratamiento de basuras	1	9			9,00	1	1			
Total					59,59	Total				31,76

Ventilación y A/C										
	Unidades	Potencia unitaria				Navegación FO				
		útil	R	Absorbida	Total	Nº ON	Kn	Ksr	Ku	P necesaria
Ventiladores CM	20	15	-	-	300,00	19	0,95	0,675	0,64125	192,38
Extractores CM	6	22	-	-	132,00	5	0,83	0,675	0,56025	73,95
Bodega 1	2	22	-	-	44,00	2	1	0,85	0,85	37,40
Bodega 2	2	22	-	-	44,00	2	1	0,85	0,85	37,40
Bodega 3	4	22	-	-	88,00	4	1	0,85	0,85	74,80
Bodega 4	4	22	-	-	88,00	4	1	0,85	0,85	74,80
Bodega 5	4	22	-	-	88,00	4	1	0,85	0,85	74,80
Bodega 6	4	22	-	-	88,00	4	1	0,85	0,85	74,80
Bodega 7	4	22	-	-	88,00	4	1	0,85	0,85	74,80
Bodega 8	4	22	-	-	88,00	4	1	0,85	0,85	74,80
Bodega 9	3	22	-	-	66,00	3	1	0,85	0,85	56,10
Bodega 10	3	30	-	-	90,00	3	1	0,85	0,85	76,50
C-1	-	4,64			6,71	1	1	0,6	0,6	4,03
C,ppal	-	4,04	-	-	4,77	1	1	0,85	0,85	4,05
C2	-	3,82	-	-	3,82	1	1	0,85	0,85	3,25
C3	-	1,01	-	-	1,01	1	1	0,85	0,85	0,86
C4	-	1,01	-	-	1,01	1	1	0,85	0,85	0,86
C6	-	1,16	-	-	1,16	1	1	0,85	0,85	0,99
Puente	-	1,79	-	-	1,79	1	1	0,85	0,85	1,52
Aire acondicionado	-	220			220,00	1	1	0,6	0,6	132,00
Total					1444,27	Total				1070,08

Elevación

	Unidades	Potencia unitaria								
		útil	R	Absorbida	Total					
Ascensor	1	20	-	-	20,00	1	1	0,225	0,225	4,50
Total					20,00	Total				4,50

Fonda y hotel

	Unidades	Potencia unitaria				Navegación FO				
		útil	R	Absorbida	Total	Nº ON	Kn	Ksr	Ku	P necesaria
Cocina	-	72	-	-	72,00	1	1	0,68	0,68	48,96
Gambuzas Frigoríficas	1	15	-	-	15,00	1	1	0,68	0,68	10,20
Incineradora	1	14,71	-	-	14,71	1	1	0,9	0,9	13,24
Compactadora	1	3,6	-	-	3,60	1	1	0,7	0,7	2,52
Ocio	-	6	-	-	6,00	1	1	0,3	0,3	1,80
Lavandería	-	20	-	-	20,00	1	1	0,225	0,225	4,50
Total					131,31	Total				81,22

Servomotor

	Unidades	Potencia unitaria				Navegación FO				
		útil	R	Absorbida	Total	Nº ON	Kn	Ksr	Ku	P necesaria
Servomotor timón	2	225	-	-	450,00	1	1	0,9	0,45	202,50
Total					450,00	Total				202,50

Equipos de cubierta

	Unidades	Potencia unitaria				Navegación FO				
		útil	R	Absorbida	Total	Nº ON	Kn	Ksr	Ku	P necesaria
Molinetes	4	610	-	-	2440,00	2	0,5	0,15	0,075	183,00
Chigres	12	60	-	-	720,00	6	0,5	0,15	0,075	54,00
Protección catódica	-	24	-	-	24,00	1	1	0,9	0,9	13,24
Total					3184,00	Total				250,24

Equipos de mantenimiento

	Unidades	Potencia unitaria				Navegación FO				
		útil	R	Absorbida	Total	Nº ON	Kn	Ksr	Ku	P necesaria
Rectificadora	1	8,5	-	-	8,50	1	1	0,08	0,08	0,68
Herramientas varias	-	6	-	-	6,00	1	1	0,08	0,08	0,48
Total					14,50	Total				1,16

Hélice de proa

	Unidades	Potencia unitaria				Navegación FO				
		útil	R	Absorbida	Total	Nº ON	Kn	Ksr	Ku	P necesaria
Hélice de proa	1	3000	-	-	3000,00	1	1	0,9	0,9	2700,00
Total					3000,00	Total				2700,00

Servicios de puente

	Unidades	Potencia unitaria				Navegación FO				
		útil	R	Absorbida	Total	Nº ON	Kn	Ksr	Ku	P necesaria
Radio	-	5	-	-	5,00	1	1	0,788	0,788	4,73
Navegación	-	6	-	-	6,00	1	1	0,788	0,788	3,94
Automatización	-	5	-	-	5,00	1	1	0,45	0,45	2,25
TYFON	-	5	-	-	5,00	1	1	0,225	0,225	4,73
Total					21,00					15,64

Servicio de iluminación

	Unidades	Potencia unitaria				Navegación FO				
		útil	R	Absorbida	Total	Nº ON	Kn	Ksr	Ku	P necesaria
Alumbrado general	-	98,34	-	-	98,34	1	1	0,9	0,9	159,53
Luces navegación	-	0,24	-	-	0,24	1	1	0,9	0,9	0,22
Alumbrado exterior	-	1,28	-	-	1,28	1	1	0,9	0,9	1,15
Alumbrado emergencia	-	55,57	-	-	55,57	-	-	-	-	-
Total					155,43					89,87

Total	5275,85
--------------	----------------

Tabla 14. Balance en condición de ataque

4.2.4 Condición de emergencia

Sistemas del motor propulsor principal

Servicio Refrigeración

	Unidades	Potencia unitaria				Navegación FO				
		útil	R	Absorbida	Total	Nº ON	Kn	Ksr	Ku	P necesaria
Circulación agua salada	1	485,5	0,951	510,52	510,52	-	-	-	-	-
Circulación agua dulce	1	173,9	0,949	183,25	183,25	-	-	-	-	-
Bomba HT	1	56,2	0,935	60,11	60,11	-	-	-	-	-
Total					753,87	Total				0,00

Servicio Combustible

	Unidades	Potencia unitaria				Navegación FO				
		útil	R	Absorbida	Total	Nº ON	Kn	Ksr	Ku	P necesaria
Purificadora FO	2	24	-	-	48,00	-	-	-	-	-
Bomba alimentación	1	3	0,815	3,68	3,68	-	-	-	-	-
Bomba Refuerzo	1	6,5	0,847	7,67	7,67	-	-	-	-	-
Bomba ECA	1	3	0,815	3,68	3,68	-	-	-	-	-
Total					63,04	Total				0,00

Servicio lubricación

	Unidades	Potencia unitaria				Navegación FO				
		útil	R	Absorbida	Total	Nº ON	Kn	Ksr	Ku	P necesaria
Bomba lubricación	1	166	0,94	176,60	176,60	-	-	-	-	-
Bomba de refuerzo	1	37,7	0,936	40,28	40,28	-	-	-	-	-
Bomba filtrado	1	2,2	0,797	2,76	2,76	-	-	-	-	-
Purificadora aceite	2	3	-	-	6,00	-	-	-	-	-
Total					225,63	Total				0,00

Servicio aire comprimido

	Unidades	Potencia unitaria				Navegación FO				
		útil	R	Absorbida	Total	Nº ON	Kn	Ksr	Ku	P necesaria
Compresores	2	90	-	-	180,00	-	-	-	-	-
Total					180,00	Total				0,00

Otros sistemas

Servicio lastre

	Unidades	Potencia unitaria				Navegación FO				
		útil	R	Absorbida	Total	Nº ON	Kn	Ksr	Ku	P necesaria
Bomba lastre	3	315	0,942	334,39	1003,18	2	0,667	0,75	0,5	501,59
Bomba agotamiento	1	15	0,936	16,03	16,03	1	1	0,75	0,75	12,02
Sistema tratamiento	1	3	-	-	3,00	-	-	-	-	-
Total					1022,21	Total				513,61

Servicio contraincendios

	Unidades	Potencia unitaria				Navegación FO				
		útil	R	Absorbida	Total	Nº ON	Kn	Ksr	Ku	P necesaria
Bomba CI	1	45	0,931	48,34	48,34	1	1	0,675	0,675	32,63
Bomba CI secundaria	1	45	0,931	48,34	48,34	1	1	0,675	0,675	32,63
Total					96,67	Total				65,25

Servicio de sentinas

	Unidades	Potencia unitaria				Navegación FO				
		útil	R	Absorbida	Total	Nº ON	Kn	Ksr	Ku	P necesaria
Bomba Sentinas	3	55	0,935	58,82	176,47	1	0,33333333	0,4	0,13333333	23,53
Separador sentinas	1	3	-	-	3,00	-	-	-	-	-
Total					179,47	Total				23,53

Servicio de agua sanitaria

	Unidades	Potencia unitaria				Navegación FO				
		útil	R	Absorbida	Total	Nº ON	Kn	Ksr	Ku	P necesaria
Bombas de suministro	1	1,5	0,772	1,94	1,94	-	-	-	-	-
Bomba circulación	1	1,5	0,772	1,94	1,94	-	-	-	-	-
Calentador de agua	1	40	-	-	40,00	-	-	-	-	-
Planta generadora AD	1	3,4	-	-	3,40	-	-	-	-	-
Planta tratamiento aguas residuales	1	3,3	-	-	3,30	-	-	-	-	-
Planta tratamiento de basuras	1	9			9,00	-	-	-	-	-
Total					59,59	Total				0,00

Ventilación y A/C											
	Unidades	Potencia unitaria				Navegación FO					
		útil	R	Absorbida	Total	Nº ON	Kn	Ksr	Ku	P necesaria	
Ventiladores CM	20	15	-	-	300,00	-	-	-	-	-	
Extractores CM	6	22	-	-	132,00	-	-	-	-	-	
Bodega 1	2	22	-	-	44,00	-	-	-	-	-	
Bodega 2	2	22	-	-	44,00	-	-	-	-	-	
Bodega 3	4	22	-	-	88,00	-	-	-	-	-	
Bodega 4	4	22	-	-	88,00	-	-	-	-	-	
Bodega 5	4	22	-	-	88,00	-	-	-	-	-	
Bodega 6	4	22	-	-	88,00	-	-	-	-	-	
Bodega 7	4	22	-	-	88,00	-	-	-	-	-	
Bodega 8	4	22	-	-	88,00	-	-	-	-	-	
Bodega 9	3	22	-	-	66,00	-	-	-	-	-	
Bodega 10	3	30	-	-	90,00	-	-	-	-	-	
C-1	-	4,64			6,71	-	-	-	-	-	
C,ppal	-	4,04	-	-	4,77	-	-	-	-	-	
C1	-	3,82	-	-	3,82	-	-	-	-	-	
C2	-	1,01	-	-	1,01	-	-	-	-	-	
C3	-	1,01	-	-	1,01	-	-	-	-	-	
C4	-	1,16	-	-	1,16	-	-	-	-	-	
Puente	-	1,79	-	-	1,79	-	-	-	-	-	
Aire acondicionado	-	220			220,00	-	-	-	-	-	
Total					1444,27	Total					0,00

Elevación

	Unidades	Potencia unitaria				Navegación FO				
		útil	R	Absorbida	Total	Nº ON	Kn	Ksr	Ku	P necesaria
Ascensor	1	20	-	-	20,00	1	1	0,225	0,225	4,50
Total					20,00	Total				4,50

Fonda y hotel

	Unidades	Potencia unitaria				Navegación FO				
		útil	R	Absorbida	Total	Nº ON	Kn	Ksr	Ku	P necesaria
Cocina	-	72	-	-	72,00	-	-	-	-	-
Gambuzas Frigoríficas	1	15	-	-	15,00	-	-	-	-	-
Incineradora	1	14,71	-	-	14,71	-	-	-	-	-
Compactadora	1	3,6	-	-	3,60	-	-	-	-	-
Ocio	-	6	-	-	6,00	-	-	-	-	-
Lavandería	-	20	-	-	20,00	-	-	-	-	-
Total					131,31	Total				0,00

Servomotor

	Unidades	Potencia unitaria				Navegación FO				
		útil	R	Absorbida	Total	Nº ON	Kn	Ksr	Ku	P necesaria
Servomotor timón	2	225	-	-	450,00	1	1	0,45	0,225	101,25
Total					450,00	Total				101,25

Equipos de cubierta

	Unidades	Potencia unitaria				Navegación FO					
		útil	R	Absorbida	Total	Nº ON	Kn	Ksr	Ku	P necesaria	
Molinetes	4	610	-	-	2440,00	-	-	-	-	-	
Chigres	12	60	-	-	720,00	-	-	-	-	-	
Protección catódica	-	24	-	-	24,00	-	-	-	-	-	
Total					3184,00	Total					0,00

Equipos de mantenimiento

	Unidades	Potencia unitaria				Navegación FO					
		útil	R	Absorbida	Total	Nº ON	Kn	Ksr	Ku	P necesaria	
Rectificadora	1	8,5	-	-	8,50	-	-	-	-	-	
Herramientas varias	-	6	-	-	6,00	-	-	-	-	-	
Total					14,50	Total					0,00

Hélice de proa

	Unidades	Potencia unitaria				Navegación FO					
		útil	R	Absorbida	Total	Nº ON	Kn	Ksr	Ku	P necesaria	
Hélice de proa	1	3000	-	-	3000,00	-	-	-	-	-	
Total					3000,00	Total					0,00

Servicios de puente

	Unidades	Potencia unitaria				Navegación FO				
		útil	R	Absorbida	Total	Nº ON	Kn	Ksr	Ku	P necesaria
Radio	-	5	-	-	5,00	1	1	0,75	0,75	3,75
Navegación	-	6	-	-	6,00	1	1	0,75	0,75	4,50
Automatización	-	5	-	-	5,00	1	1	0,75	0,75	3,75
TYFON	-	5	-	-	5,00	1	1	0,75	0,75	3,75
Total					21,00					15,75

Servicio de iluminación

	Unidades	Potencia unitaria				Navegación FO				
		útil	R	Absorbida	Total	Nº ON	Kn	Ksr	Ku	P necesaria
Alumbrado general	-	98,34	-	-	98,34	-	-	-	-	-
Luces navegación	-	0,24	-	-	0,24	-	-	-	-	-
Alumbrado exterior	-	1,28	-	-	1,28	-	-	-	-	-
Alumbrado emergencia	-	55,57	-	-	55,57	1	1	0,75	0,75	113,03
Total					155,43					41,68

Total	765,57
--------------	---------------

Tabla 15. Balance en condición de emergencia

4.3 Resultados del balance eléctrico

Una vez realizado el balance eléctrico se procede a realizar un resumen de los resultados obtenidos, permitiendo de esta manera la comparación entre condiciones de operación.

Sistema	Navegación plena carga	Navegación en lastre	Puerto	Maniobra	Emergencia
Refrigeración	508,86	508,86	0,00	508,86	0,00
Combustible	31,48	31,48	0,00	31,48	0,00
Lubricación	150,28	150,28	0,00	150,28	0,00
Aire comprimido	90,00	90,00	90,00	90,00	0,00
Lastre	0	613,33	0,00	0	513,61
Contraincendios	0	0,00	0,00	0	65,25
Sentinas	24,73	48,85	48,85	48,26	23,53
Agua sanitaria	31,76	37,56	37,56	31,76	0,00
Ventilación y A/C	1029,35	1071,76	1071,76	1070,08	0,00
Elevación	4,50	4,50	4,50	4,50	4,50
Fonda y hotel	81,22	81,30	81,30	81,22	0,00
Servomotor	202,50	202,50	0,00	202,50	101,25
Equipos de cubierta	13,24	13,24	13,24	250,24	0,00
Mantenimiento	1,16	1,16	1,16	1,16	0,00
Hélice de proa	0,00	0,00	0,00	2700,00	0,00
Servicios de puente	15,64	15,64	11,70	15,64	15,75
Iluminación	89,87	89,87	89,66	89,87	41,68
TOTAL	2274,59	2960,33	1449,73	5275,85	765,57

Tabla 16. Resumen del balance eléctrico

Tras esta comparativa se observa que la situación con mayor demanda eléctrica es la correspondiente al buque en maniobra de atraque y desatraque.

Será por tanto el punto de diseño y dimensionamiento de la planta eléctrica del buque proyecto.

Se procede por tanto a realizar el diseño de la planta generadora que abastezca eléctricamente al buque.

5. PLANTA GENERADORA

La planta generadora del buque estará compuesta por partes diferenciadas, una planta generadora principal que abastezca al buque en condiciones normales de operación y una planta eléctrica de emergencia que actúe cuando la principal no esté disponible.

5.1 Planta principal

Una vez conocida la potencia requerida para las distintas condiciones de operación del buque se procede al diseño del generador principal del buque.

Al ser la propulsión del motor propulsor del buque un motor Dual Fuel capaz de trabajar tanto con Fuel Oil como con LNG, se establece el mismo criterio para la planta generadora, de manera que se pueda emplear el mismo suministro de combustible.

No se tendrán en cuenta márgenes de seguridad en este caso al ser la situación más demandante la correspondiente a las maniobras de atraque, debido a la hélice de proa, siendo este equipo no esencial para la operación del buque.

$$P_{Requerida} = 5275,85 [kW]$$

Por lo que la planta principal deberá ser capaz de otorgar la potencia anteriormente mostrada.

El siguiente paso es seleccionar el número de generadores en base a las especificaciones de fabricante. Se opta por escoger Wärtsilä como proveedor de las máquinas generadoras al coincidir con el motor principal. Accediendo al catálogo se obtienen las siguientes alternativas.

	Potencia unitaria	Potencia total	Potencia n-1	MCR
2x 14V34DF	5530	11060	5530	95,40%
3x 6L34DF	2770	8310	5540	95,23%
4x 9L20DF	1600	6400	4800	109,91%

Tabla 17. Comparativa de generadores

Se observa que en el caso de emplear 4 generadores el MCR resulta excesivo en la condición más demandante, incumpliendo el criterio de n-1.

Si bien es cierto que, tal y como se ha explicado anteriormente, la situación más demandante es la maniobra en puerto, la situación más habitual es la de navegación. Por tanto, se toma la navegación en lastre, al ser la más desfavorable de las situaciones de navegación, como punto de trabajo de la planta generadora.

Realizando a continuación en base a los generadores anteriormente mostrados un estudio en la condición de navegación en lastre se obtienen los siguientes puntos de trabajo:

	Potencia unitaria	Potencia total	Unidades en funcionamiento	Potencia	MCR
2x 14V34DF	5530	11060	1	5530	53,53%
3x 6L34DF	2770	8310	1	2770	106,87%
4x 9L20DF	1600	6400	2	3200	92,51%

Tabla 18. Generadores en situación de navegación

En la opción de los dos generadores éstos no trabajan a un punto óptimo, quedando esta opción descartada.

De igual manera, se descarta la opción de 3 generadores al estar el punto de funcionamiento demasiado alto en caso de emplear un único generador y demasiado bajo en caso de tener dos generadores funcionando.

Se decide por tanto escoger la situación de cuatro generadores al trabajar en un punto adecuado en la situación más habitual de operación del buque, que resulta la navegación en plena carga, con las bombas de lastre en funcionamiento.

Así mismo, al no ser el propulsor de proa un equipo esencial en la operación del buque, se considera que en caso de avería en uno de los generadores el buque no quedaría en una situación de riesgo. En caso de ser necesario se podría operar con los tres generadores a un MCR de un 110% durante un tiempo limitado si fuera imprescindible emplear este propulsor.

Con el generador seleccionado, cuyo catálogo se encuentra en el anexo, se procede ahora a calcular el porcentaje de utilización en cada una de las situaciones:

Situación	Potencia requerida	Número de generadores operativos	Potencia	Carga
Navegación	2274,59	2	3200	71,08%
Lastre	2960,33	2	3200	92,51%
Puerto	1449,73	2	3200	45,30%
Maniobra	5275,85	4	6400	82,44%

Tabla 19. Carga del generador en las distintas condiciones

En la tabla anterior se observa que con distintas combinaciones siempre se trabaja en puntos cercanos al punto óptimo, excepto en la situación de puerto. En la situación de puerto se entiende que el buque estará conectado a la terminal, por lo que la opción de 4 generadores se considera la más adecuada.

5.2 Generador de emergencia

El generador de emergencia ha de ser capaz de suministrar la potencia necesaria para todos los consumidores que se indican en el SOLAS Capítulo II-1 Regla 43.

Estos consumidores se tuvieron en cuenta al realizar el balance en la condición de emergencia, luego se considerará suficiente que el generador sea capaz de otorgar 836,92 [kW].

Así mismo se establece que ha de ser capaz de arrancar en frío a una temperatura de 0°C.

Al no requerir la hélice alimentación en emergencia se toma como corriente de generación 480 [V] y 60 [Hz].

Se escoge el generador de Wärtsilä, al igual que el generador principal 6L20DF, cuyo catálogo se anexiona, con una capacidad de generación de 1065 [kW], resultando:

Potencia requerida	Potencia ofrecida	Carga
765,57	1065	71,88%

Tabla 20. Generador de emergencia

Si bien el punto de trabajo no es el óptimo, se opta por dejar margen en el generador de emergencia ya que dado el caso de que se requiera su utilización no se considera problemático que los consumos no sean los mínimos.

5.3 Pick Up y reserva de energía

Se realiza a continuación el estudio de potencia pick up disponible para cada una de las situaciones:

	Navegación	Lastre	Puerto	Maniobra
Consumo total	2274,59	2960,33	1449,73	5275,85
Generadores				
Generador 1	71,08%	92,51%	45,30%	82,44%
Generador 2	71,08%	92,51%	45,30%	82,44%
Generador 3	STAND BY	STAND BY	STAND BY	82,44%
Generador 4	STAND BY	STAND BY	STAND BY	82,44%
Reserva				
Reserva [%]	257,84%	214,98%	309,39%	70,26%
Potencia Reserva [kW]	4125,41	3439,67	4950,27	1124,15

Tabla 21. Pick-up

Se observa que los generadores seleccionados son más que suficientes para atender cada una de las condiciones del viaje.

6. DEFINICIÓN Y CARACTERIZACIÓN DEL SISTEMA DE CABLEADO

Se realizará a continuación el diseño y caracterización del sistema de cableado que llevará el buque proyecto.

Los cables a instalar deberán tener las siguientes prescripciones técnicas:

- Conductor de cobre recocido Clase 2, IEEC 60228.
- Aislamiento de polietileno reticulado libre de alógenos (XPLE), IEC 60092-351
- Recubrimiento interno: Poliolefina termoplástica libre de alógenos (SHF1), IEC 60092-359.

El XLPE es un material termoestable que presenta una deformación baja con la temperatura. Sus propiedades mecánicas y eléctricas resultan óptimas permitiendo de esta manera reducir la sección en comparación con otros materiales.

El cálculo de los cables se realizará mediante las fórmulas aportadas en la tabla 21.

Type of switchboard cubicle	Rated current [kA]	Legend
Alternator incoming	$P_r / (\sqrt{3} * U_r * \cos \varphi_{Grid})$	P_r : Rated power of alternator [kWe] U_r : Rated voltage [V] $\cos \varphi$: Power factor of the network (typically = 0.9)
Transformer outgoing	$S_r / (\sqrt{3} * U_r)$	S_r : Apparent power of transformer [kVA] U_r : Rated voltage [V]
Motor outgoing (Induction motor controlled by a PWM-converter)	$P_r / (\sqrt{3} * U_r * \cos \varphi_{Converter} * \eta_{Motor} * \eta_{Converter})$	P_r : Rated power of motor [kWe] U_r : Rated voltage [V] $\cos \varphi$: Power factor converter (typically = 0.95) η_{Motor} : typically = 0.96 $\eta_{Converter}$: typically = 0.97
Motor outgoing (Induction motor started: DoL, Y/ Δ , Soft-Starter)	$P_r / (\sqrt{3} * U_r * \cos \varphi_{Motor} * \eta_{Motor})$	P_r : Rated power of motor [kWe] U_r : Rated voltage [V] $\cos \varphi$: Power factor motor (typically = 0.85...0.90) η_{Motor} : typically = 0.96

Tabla 22. Fórmulas para el cálculo del cableado

Así mismo, para el cálculo de la sección nominal se empleará la tabla proporcionada por el DNV-GL RU-Ship-PT4-Ch8-S2-10.8.1:

Table 5 Rating of cables with temperature class 90°C

Nominal cross-section (mm ²)	Current rating (A) (Based on ambient temperature 45°C)					
	Single-core		2-core		3 or 4-core	
1	18		15		13	
1.5	23		20		16	
2.5	30		26		21	
4	40		34		28	
6	52		44		36	
10	72		61		50	
16	96		82		67	
25	127		108		89	
35	157		133		110	
50	196		167		137	
70	242		206		169	
95	293		249		205	
120	339		288		237	
150	389		331		272	
185	444		377		311	
240	522		444		365	
300	601		511		421	
400	DC	AC	DC	AC	DC	AC
	690	670	587	570	483	469
	780	720	663	612	546	504
500	890	780	757	663	623	546
600						

Tabla 23. Secciones de los conductores

En relación con la sección de los cables, se procurará limitar la sección máxima a 120 [mm]. Si se agrupan 6 o más cables funcionando bajo la misma carga, de forma que el aire no corra a su alrededor se aplicará un factor corrector de 0,85 a los valores de la intensidad.

En primer lugar, se calcula la intensidad absorbida de la instalación de cálculo, teniendo en cuenta un coseno de phi normalizado en 0,80.

Se supone que la variación de tensión máxima es de un 2,5%. Lo cual es para 480 V un ΔV máximo de 12 V, para 240 V una variación máxima de 6 V y para 6600 V una caída de 165 V.

A continuación, se elige la sección nominal, en función de la intensidad normalizada de la tabla anteriormente mostrada. En función de las necesidades, se instalarán diversos números de cables.

Mostrando los resultados calculados:

Sistemas del motor propulsor principal

Servicio Refrigeración

TENSIÓN 480V

	Unidades	Potencia unitaria		
		Util	R	Absorbida
Circulación agua salada	1	485,5	0,951	510,52
Circulación agua dulce	1	173,9	0,949	183,25
Bomba HT	1	56,2	0,935	60,11

Cos fi	I abs [A]	Nº cables	S [mm]	Caidas tensión [V/100 m]	Cable XLPE
0,8	767,57	3	120	8,49	3//3X120 XLPE
0,8	275,51	2	50	10,98	2//3X50 XLPE
0,8	90,37	1	80	4,50	1//3X80 XLPE

Servicio Combustible

TENSIÓN 480V

	Unidades	Potencia unitaria		
		Util	R	Absorbida
Purificadora FO	2	24	-	24,00
Bomba alimentación	1	3	0,815	3,68
Bomba Refuerzo	1	6,5	0,847	7,67
Bomba ECA	1	3	0,815	3,68

Cos fi	I abs [A]	Nº cables	S [mm]	Caidas tensión [V/100 m]	Cable XLPE
0,8	36,08	1	16	8,98	1//3x16 XLPE
0,8	5,53	1	2,5	8,82	1//3x2,5 XLPE
0,8	11,54	1	4	11,49	1//3x4 XLPE
0,8	5,53	1	2,5	8,82	1//3x2,5 XLPE

Servicio lubricación

TENSIÓN 480V

	Unidades	Potencia unitaria		
		Util	R	Absorbida
Bomba lubricación	1	166	0,94	176,60
Bomba de refuerzo	1	37,7	0,936	40,28
Bomba filtrado	1	2,2	0,797	2,76
Purificadora aceite	2	3	-	3,00

Cos fi	I abs [A]	Nº cables	S [mm]	Caidas tensión [V/100 m]	Cable XLPE
0,8	265,51	2	50	10,58	2//3X50 XLPE
0,8	60,56	1	25	9,65	1//3x25 XLPE
0,8	4,15	1	2,5	6,61	1//3x2,5 XLPE
0,8	4,51	1	2,5	7,19	1//3x2,5 XLPE

Servicio aire comprimido

TENSIÓN 480V

	Unidades	Potencia unitaria		
		Util	R	Absorbida
Compresores	2	90	-	90,00

Cos fi	I abs [A]	Nº cables	S [mm]	Caidas tensión [V/100 m]	Cable XLPE
0,8	135,32	1	50	10,78	1//3X50 XLPE

Otros sistemas

Servicio lastre

	Unidades	Potencia unitaria		
		Util	R	Absorbida
Bomba lastre	3	315	0,942	334,39
Bomba agotamiento	1	15	0,936	16,03
Sistema tratamiento	1	3	-	3,00

TENSIÓN 480V

Cos fi	I abs [A]	Nº cables	S [mm]	68aída s tensión [V/100 m]	Cable XLPE
0,8	502,77	2	95	10,54	2//3x95 XLPE
0,8	24,09	1	10	9,60	1//3x10 XLPE
0,8	4,51	1	2,5	7,19	1//3x2,5 XLPE

Servicio contraincendios

	Unidades	Potencia unitaria		
		Util	R	Absorbida
Bomba CI	1	45	0,931	48,34
Bomba CI secundaria	1	45	0,931	48,34

TENSIÓN 480V

Cos fi	I abs [A]	Nº cables	S [mm]	68aída s tensión [V/100 m]	Cable XLPE
0,8	72,67	1	25	11,58	1//3x25 XLPE
0,8	72,67	1	25	11,58	1//3x25 XLPE

Servicio de sentinas

	Unidades	Potencia unitaria		
		Util	R	Absorbida
Bomba Sentinas	3	55	0,935	58,82
Separador sentinas	1	3	-	3,00

TENSIÓN 480V

Cos fi	I abs [A]	Nº cables	S [mm]	68aída s tensión [V/100 m]	Cable XLPE
0,8	88,44	1	35	10,07	1//3x35 XLPE
0,8	4,51	1	2,5	7,19	1//3x2,5 XLPE

Servicio de agua sanitaria

	Unidades	Potencia unitaria		
		Util	R	Absorbida
Bombas de suministro	1	1,5	0,772	1,50
Bomba circulación	1	1,5	0,772	1,50
Calentador de agua	1	40	-	40,00
Planta generadora AD	1	3,4	-	3,40
Planta tratamiento aguas residuales	1	3,3	-	3,30
Planta tratamiento de basuras	1	9		9,00

TENSIÓN 480V

Cos fi	I abs [A]	Nº cables	S [mm]	68aída s tensión [V/100 m]	Cable XLPE
0,8	2,26	1	1	8,98	1//3x1 XLPE
0,8	2,26	1	1	8,98	1//3x1 XLPE
0,8	60,14	1	25	9,58	1//3x25 XLPE
0,8	5,11	3	1	6,79	3//3x10 XLPE
0,8	4,96	1	2,5	7,91	1//3x2,5 XLPE
0,8	13,53	1	6	8,98	1//3x6 XLPE

Ventilación y A/C					TENSIÓN 480V					
	Unidades	Potencia unitaria			Cos fi	I abs [A]	Nº cables	S [mm]	Caidas tensión [V/100 m]	Cable XLPE
		Util	R	Absorbida						
Ventiladores CM	20	15	-	15,00	0,9	20,05	1	10	8,98	1//3x10 XLPE
Extractores CM	6	22	-	22,00	0,8	33,08	1	16	8,24	1//3x16 XLPE
Bodega 1	2	22	-	22,00	0,8	33,08	1	16	8,24	1//3x16 XLPE
Bodega 2	2	22	-	22,00	0,8	33,08	1	16	8,24	1//3x16 XLPE
Bodega 3	4	22	-	22,00	0,8	33,08	1	16	8,24	1//3x16 XLPE
Bodega 4	4	22	-	22,00	0,8	33,08	1	16	8,24	1//3x16 XLPE
Bodega 5	4	22	-	22,00	0,8	33,08	1	16	8,24	1//3x16 XLPE
Bodega 6	4	22	-	22,00	0,8	33,08	1	16	8,24	1//3x16 XLPE
Bodega 7	4	22	-	22,00	0,8	33,08	1	16	8,24	1//3x16 XLPE
Bodega 8	4	22	-	22,00	0,8	33,08	1	16	8,24	1//3x16 XLPE
Bodega 9	3	22	-	22,00	0,8	33,08	1	16	8,24	1//3x16 XLPE
Bodega 10	3	30	-	30,00	0,8	45,11	1	16	11,23	1//3x16 XLPE
C-1	-	4,64		4,64	0,8	6,98	1	4	6,95	1//3x4 XLPE
C,ppal	-	4,04	-	4,04	0,8	6,07	1	4	6,05	1//3x4 XLPE
C1	-	3,82	-	3,82	0,8	5,74	1	2,5	9,15	1//3x2,5 XLPE
C2	-	1,01	-	1,01	0,8	1,52	1	1	6,05	1//3x1 XLPE
C3	-	1,01	-	1,01	0,8	1,52	1	1,5	4,03	1//3x1,5 XLPE
C4	-	1,16	-	1,16	0,8	1,74	1	1	6,95	1//3x1 XLPE
Puente	-	1,79	-	1,79	0,8	2,69	1	1,5	7,15	1//3x1,5 XLPE
Aire acondicionado	-	220		220,00	0,8	330,77	2	70	9,41	2//3x70 XLPE

Elevación					TENSIÓN 480V					
	Unidades	Potencia unitaria			Cos fi	I abs [A]	Nº cables	S [mm]	Caidas tensión [V/100 m]	Cable XLPE
		Util	R	Absorbida						
Ascensor	1	20	-	20,00	0,8	30,07	1	16	7,49	1//3x16 XLPE

Fonda y hotel					TENSIÓN 480V					
	Unidades	Potencia unitaria			Cos fi	I abs [A]	Nº cables	S [mm]	Caidas tensión [V/100 m]	Cable XLPE
		Util	R	Absorbida						
Cocina	-	72	-	72,00	0,8	108,25	1	50	8,63	1//3x50 XLPE
Gambuzas Frigoríficas	1	15	-	15,00	0,8	22,55	1	16	5,62	1//3x16 XLPE
Incineradora	1	14,71	-	14,71	0,8	22,12	1	16	5,51	1//3x16 XLPE
Compactadora	1	3,6	-	3,60	0,8	5,41	1	2,5	8,63	1//3x2,5 XLPE

Ocio	-	6	-	6,00	0,8	9,02	1	4	8,98	1//3x4 XLPE
Lvandería	-	20	-	20,00	0,8	30,07	1	16	7,49	1//3x16 XLPE
Servomotor					TENSIÓN 480V					

	Unidades	Potencia unitaria			Cos fi	I abs [A]	Nº cables	S [mm]	Caidas tensión [V/100 m]	Cable XLPE
		Util	R	Absorbida						
Servomotor timón	2	225	-	225,00	0,8	338,29	3	50	8,98	3//3x50 XLPE

Equipos de cubierta					TENSIÓN 480V					
---------------------	--	--	--	--	--------------	--	--	--	--	--

	Unidades	Potencia unitaria			Cos fi	I abs [A]	Nº cables	S [mm]	Caidas tensión [V/100 m]	Cable XLPE
		Util	R	Absorbida						
Molinetes	4	610	-	610,00	0,8	917,14	4	120	7,61	4//3x120 XLPE
Chigres	12	60	-	60,00	0,8	90,21	1	35	10,27	1//3x35 XLPE
Protección catódica	-	24	-	24,00	0,8	36,08	1	16	8,98	1//3x16 XLPE

Equipos de mantenimiento					TENSIÓN 240V					
--------------------------	--	--	--	--	--------------	--	--	--	--	--

	Unidades	Potencia unitaria			Cos fi	I abs [A]	Nº cables	S [mm]	Caidas tensión [V/100 m]	Cable XLPE
		Util	R	Absorbida						
Rectificadora	1	8,5	-	8,50	0,8	25,56	2	10	5,09	2//3x10 XLPE
Herramientas varias	-	6	-	6,00	0,8	18,04	2	6	5,99	2//3x6 XLPE

Helice de proa					TENSIÓN 6600V					
----------------	--	--	--	--	---------------	--	--	--	--	--

	Unidades	Potencia unitaria			Cos fi	I abs [A]	Nº cables	S [mm]	Caidas tensión [V/100 m]	Cable XLPE
		Util	R	Absorbida						
Hélice de proa	1	3000	-	3000,00	0,8	385,93	1	10	153,74	1//3x10 XLPE

Servicios de puente					TENSIÓN 240 V					
---------------------	--	--	--	--	---------------	--	--	--	--	--

	Unidades	Potencia unitaria			Cos fi	I abs [A]	Nº cables	S [mm]	Caidas tensión [V/100 m]	Cable XLPE
		Util	R	Absorbida						
Radio	-	5	-	5,00	0,8	15,04	1	16	3,74	1//3x16 XLPE
Navegación	-	6	-	6,00	0,8	18,04	1	16	4,49	1//3x16 XLPE
Automatización	-	5	-	5,00	0,8	15,04	1	16	3,74	1//3x16 XLPE
TYFON	-	5	-	5,00	0,8	15,04	1	16	3,74	1//3x16 XLPE

Servicio de iluminación					TENSIÓN 240 V					
	Unidades	Potencia unitaria			Cos fi	I abs [A]	Nº cables	S [mm]	Caidas tensión [V/100 m]	Cable XLPE
		Util	R	Absorbida						
Alumbrado general	-	98,34	-	98,34	0,8	295,71	1	120	9,82	1//3x120 XLPE
Luces navegación	-	0,24	-	0,24	0,8	0,72	1	1,5	1,92	1//3x1,5 XLPE
Alumbrado exterior	-	1,28	-	1,28	0,8	3,85	1	4	3,83	1//3x4 XLPE
Alumbrado emergencia	-	55,57	-	55,57	0,8	167,10	1	120	5,55	1//3x120 XLPE

Tabla 24. Secciones obtenidas

Cabe destacar que ha habido ocasiones en las que se han empleado secciones superiores a las estrictamente requeridas para que sea posible cumplir los criterios de caída de tensión anteriormente nombrados.

7. OTROS COMPONENTES

A continuación, se establecen el resto de componentes necesarios para que la instalación resulte operativa y adecuada según las normas de diseño establecidas.

7.1 Transformadores

Los transformadores son elementos necesarios para adecuar la tensión suministrada por el buque a los distintos consumidores.

Al ser la tensión suministrada por los generadores 6600V, será necesario bajar esta tensión a los distintos equipos mediante transformadores 6600/480 [V] y 6600/240[V] a 60[Hz].

Por redundancia se instalarán dos transformadores de cada tipo de manera que en caso de fallo de uno de ellos los equipos esenciales puedan seguir funcionando normalmente.

Tal y como se mencionó anteriormente la frecuencia del buque será de 60 [Hz]. Al requerirse que el buque opere en puertos con distinta frecuencia se instalarán dos conexiones a puerto (una a cada banda), con un transformador de frecuencia en cada una de ellas, permitiendo así la operación del buque en puertos con frecuencias de 50 [Hz].

Los transformadores habrán de ser aprobados por DNV-GL, y estar protegidos contra goteo y salpicaduras, además de tener ventilación natural.

7.2 Cuadros de distribución

El buque proyecto tendrá dos cuadros, uno correspondiente al sistema principal y otro para el sistema de emergencia.

El cuadro principal recibirá la potencia de los generadores, pudiendo realizar la maniobra de acoplamiento en paralelo y distribuirá esta potencia a los distintos consumidores. Así mismo, se encontrarán los elementos de protección del buque.

El generador de emergencia esta situado en la cubierta principal. Y el accionamiento de los circuitos de emergencia se podrá realizar desde el cuadro principal, pero accionando anteriormente el cuadro de emergencia.

Los cables que vayan al generador de emergencia o equipos que deban trabajar en caso de emergencia fuera de espacios de maquinaria no podrán pasar por la cámara de máquinas.

7.3 Tomas de tierra

Se instalarán dos tomas de tierra, una por banda con un panel de emergencia para cada una, que permitan abastecer de electricidad al buque desde tierra en la situación de puerto.

7.4 Protecciones de la planta eléctrica

Será necesario emplear dispositivos de protección y relés con el objetivo de proteger la vida humana de una lesión, en caso de fallos de en el funcionamiento de la planta y equipos eléctricos empleados abordo.

Será necesario también evitar, en la medida de lo posible, los posibles daños que se puedan ocasionar en equipos el caso de fallo en la red.

El sistema de protección y sus parámetros dependen de la configuración de la planta y los requisitos operativos de la misma.

En particular se procede al cálculo del poder de corte de interruptores automáticos. Se define el poder de corte de un elemento de protección como el valor eficaz de la intensidad con un determinado coseno de φ y con una determinada tensión, que un interruptor o un fusible puede desconectar con servicio seguro. Calculado mediante la siguiente expresión:

$$I_{kg} = \frac{I_{rg} \cdot 100}{X_d''}$$

Donde:

- I_{kg} , el valor máximo de la corriente de cortocircuito en el punto de diseño de la instalación.
- X_d'' , la reactancia transitoria, se toma un valor del 15%.
- I_{rg} , la corriente asignada del generador, calculada mediante la siguiente expresión:

$$I_{rg} = \frac{S_{rg}}{\sqrt{3} \cdot U_T}$$

Calculando tanto para el generador de principal, como el de emergencia:

Generadores principales		Generador de emergencia	
Potencia [kW]	1600	Potencia [kW]	1065
U_T [V]	6600	U_T [V]	480
Cos fi	0,8	Cos fi	0,8
Srg	2000,00	Srg	1331,25
Irg	0,17	Irg	1,60
Ikg	1,17	Ikg	10,67

Tabla 25. Poder de corte de los interruptores automáticos

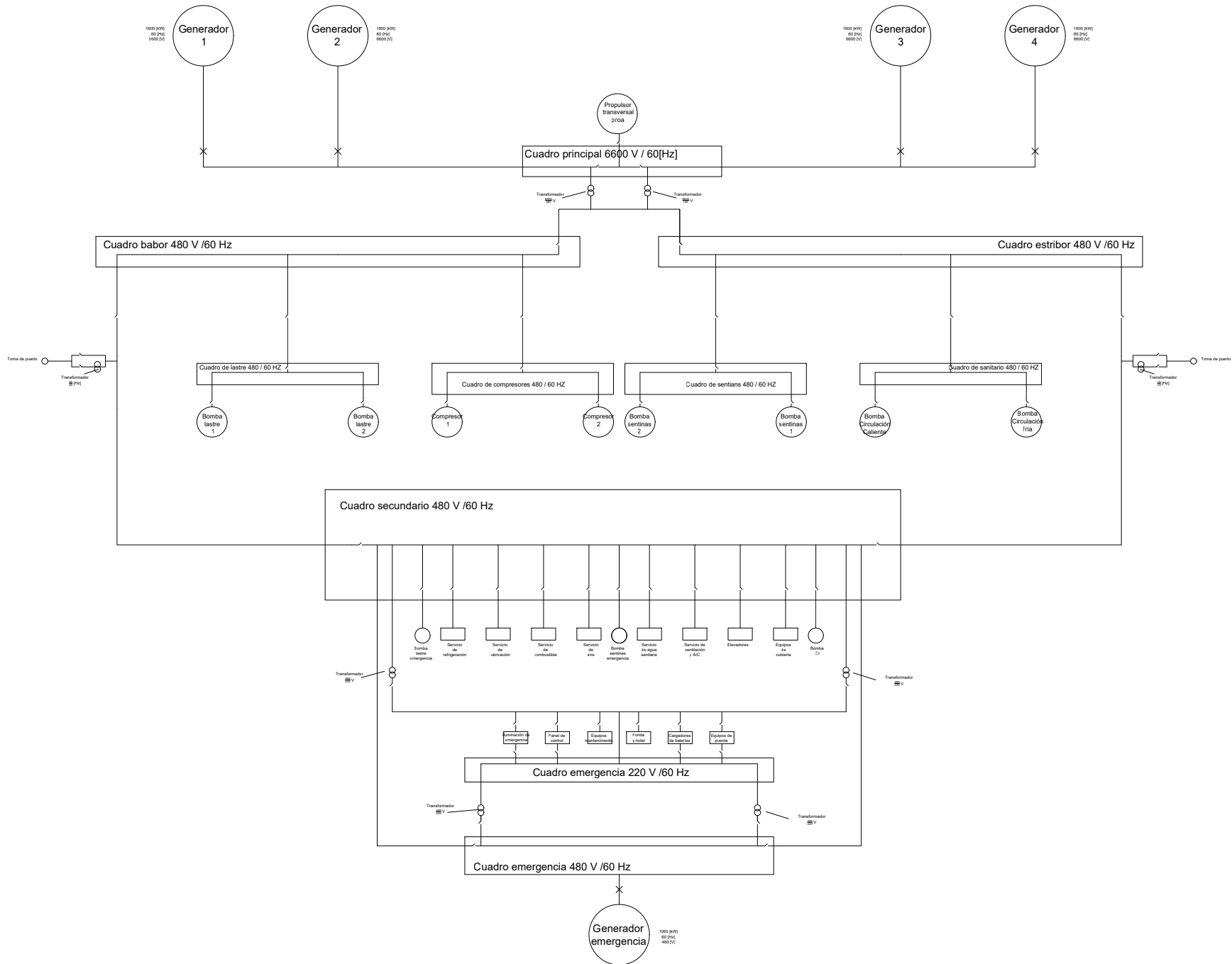
8. ESQUEMA UNIFILAR

Finalmente se realiza el esquema unifilar, donde se muestra la planta eléctrica del buque. Este unifilar está compuesto de los generadores y de los equipos que componen el buque, siendo estos clasificados en los siguientes servicios:

- Servicios esenciales, sin los cuales el buque no puede mantenerse auto propulsado, por tanto, tendrán mayor prioridad.
- Servicios no esenciales, los cuales en caso de no funcionar no afectan a la navegabilidad del buque.
- Servicios de emergencia, los que deberán estar operativos en caso de accidente. Serán accionados por el generador de emergencia.

En el esquema se observa que los sistemas pueden funcionar a 480V o a 240V, conectados en este último caso a su transformador correspondiente.

El esquema unifilar representa una distribución en la cual se garantiza la continuidad del servicio de manera que se establecen etapas de potencia segregadas. Los generadores están repartidos en secciones y cada sección dispone con un embarrado y la posibilidad de ser interconectadas ambas secciones si fuera necesario.



BIBLIOGRAFÍA

- [1] ABRAMOWSKI, Tomasz, Tomasz CEPOWSKI y Peter ZVOLENSKY. Determination Of Regression Formulas for key Design characteristics container ships at preliminary design stage. 2018.
- [2] BOUZA FERNANDEZ, Javier. *Apuntes de sistemas eléctricos del buque y proyectos de buques y artefactos II*. Ferrol: Universidade da Coruña, [sin fecha].
- [3] CONDE ALONSO, Nadia. *Buque portacontenedores post panamax 9000 TEU's* . Trabajo fin de máster, Universidade da Coruña, 2017.
- [4] PARSONS, M. G. *Parametric ship design*.
- [5] PUENTE VARELA, B. y DIAZ CASAS, V. *Apuntes de proyectos de buques y artefactos I*. Ferrol: Universidade da Coruña, 2021.
- [6] RODRÍGUEZ GONZÁLEZ, Miguel Ángel. *Buque portacontenedores de 20000 TEUS adaptado a ruta Asia-Europa*. Ferrol: Universidade da Coruña, 2021.
- [7] SCHNEEKLUTH, H. y V. BERTRAM. *Ship design for efficiency and economy*. Oxford: Butterworth-Heinemann, 1989.
- [8] VAN DOKKMUN, Klaas. *Ship Knowledge. Ship Design, construction and operation*. 5ª ed. Enkhuizen: Dokmar.
- [9] WATSON, D. G. M. Proyecto del buque mercante.

ANEXO 1. CATÁLOGO GENERADOR WÄRTSILÄ



All generating sets are designed for operating on standard marine fuel oils. The generating sets are resiliently mounted and the generator voltage can be selected. Larger diesel generators are delivered for separate mounting of the diesel engine and generator.

Access Marine 3D models & drawings

20DF Genset

31DF Genset

34DF Genset

14 Genset

20 Genset

26 Genset

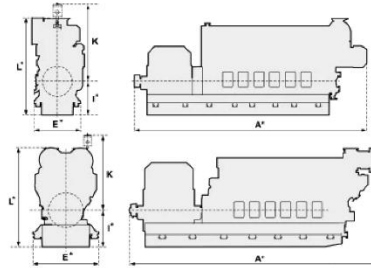
31 Genset

32 Genset

Wärtsilä 34DF generating set		IMO Tier III, EPA T3	
Cylinder bore	340 mm	Generator voltage	0.4 - 13.8 kV
Piston stroke	400 mm	Generator efficiency	0.95 - 0.97
Cylinder output	480, 500 kW/cyl	Fuel specification:	Fuel oil
Speed	720, 750 rpm	700 cSt/50°C	7200 sR1/100°C
Mean effective pressure	22.0, bar	ISO 8217, category ISO-F-DMX, DMA & DMB	
Piston speed	9.6, 10.0 m/s	BSEC 7590 kJ/kWh at ISO cond. BSGC 7490 kJ/kWh at ISO cond.	

34DF, Rated power

Engine type	60 Hz		50 Hz	
	480 kW/cyl, 720 rpm		500 kW/cyl, 750 rpm	
	Eng. kW	Gen. kW	Eng. kW	Gen. kW
6L34DF	2880	2770	3000	2890
8L34DF	3840	3490	4000	3840
9L34DF	4320	4150	4500	4320
12V34DF	5760	5530	6000	5770
16V34DF	7680	7370	8000	7680



34DF, Dimensions (mm) and weights (tonnes)

Engine type	A*	E*	I*	K	L*	Weight*
6L34DF	8700	2290	1450	2345	4000	57
8L34DF	10410	2690	1630	2345	4180	76
9L34DF	10475	2890	1630	2345	4180	87
12V34DF	10075	3060	1700	2120	4365	96
16V34DF	11175	3060	1850	2120	4515	121

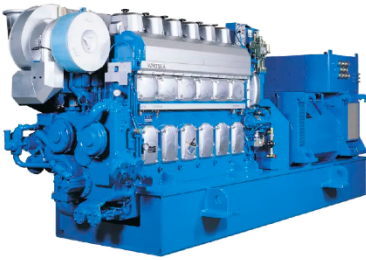
* Dependent on generator type and size.

Generator output based on a generator efficiency of 96%.

ANEXO 2. GENERADOR DE EMERGENCIA

Wärtsilä generating sets - Tailored to optimize performance

A wide range of generating sets, comprising generator and diesel engine mounted on a common baseframe, are available for both service power generation and for diesel-electric propulsion.



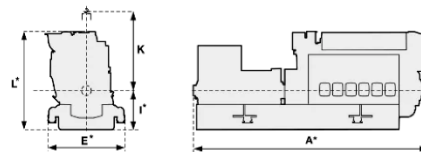
All generating sets are designed for operating on standard marine fuel oils. The generating sets are resiliently mounted and the generator voltage can be selected. Larger diesel generators are delivered for separate mounting of the diesel engine and generator.

[Access Marine 3D models & drawings](#)

20DF Genset 31DF Genset 34DF Genset 14 Genset 20 Genset 26 Genset 31 Genset 32 Genset

Wärtsilä 20DF generating set		IMO Tier III	
Cylinder bore	200 mm	Generator voltage	0,4 - 13,8 kV
Piston stroke	280 mm	Generator efficiency	0,95 - 0,96
Cylinder output	160, 185 kW/cyl	Fuel specification:	Fuel oil
Speed	1000, 1200 rpm	700 cSt/50°C	7200 sR1/100°C
Mean effective pressure	22,0, 21,0 bar	ISO 8217, category ISO-F-DMX, DMA & DMB	
Piston speed	9,3, 11,2 m/s	BSEC 8390 kJ/kWh at ISO cond. BSGC 8220 kJ/kWh at ISO cond.	

Engine type	60 Hz		50 Hz	
	185 kW/cyl, 1200 rpm		160 kW/cyl, 1000 rpm	
	Eng. kW	Gen. kW	Eng. kW	Gen. kW
6L20DF	1110	1065	960	920
8L20DF	1480	1420	1280	1230
9L20DF	1665	1600	1440	1380



Engine type	A*	E'	I'	K	L'	Weight*
6L20DF	5325	2070	895	1800	2731	16.7
			975			
			1025			
8L20DF	6030	2070	1025	1800	2791	20.8
			1075			
9L20DF	6535	2300	1075	1800	2831	23.7
			1125			

* Dependent on generator type and size.

ANEXO 3. HÉLICE DE PROA

<p>TECHNICAL SPECIFICATIONS and DRAWINGS</p> <hr/> <p>OF</p> <p>KAWASAKI SIDE THRUSTER</p> <hr/> <p>KT-255B5</p> <hr/> <p>FOR</p> <hr/> <p>9,400 TEU CONTAINER VESSEL</p> <hr/> <p>JIANGNAN SHIPYARD (GROUP) CO., LTD.</p> <p>S.No. H2552 / H2553</p> <p>SHANGHAI JIANGNAN-CHANGXING SHIPBUILDING CO., LTD. </p> <p>S.No. H3001 / H3002 / H3003 / H3004</p>																	
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">DELIVERY</td> <td style="text-align: center;">ORDER NO.</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">YARD</td> <td style="text-align: center;">31KC767768, 31K015266/011116</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">配管</td> <td rowspan="5" style="vertical-align: top;"> <p>NOTES</p> <p>For Approval, For Working</p> </td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">KPME 工事</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">KPME 工事</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">検査</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">仕建管理</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">控 1</td> <td style="vertical-align: top;"> <p>REVISION</p> <p>R1: Add drawings, etc. Sept. 11, 2013 Y.Z. J.G. OS</p> <p>R2: Add the support and stop rib. Jun. 23, 2014 I.F. H.J. AD</p> <p>R3: Add the height of gravity tank and draft line Nov. 28, 2014 I.F. J.L.V.</p> </td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">計</td> <td style="vertical-align: top;"> <p>APPROVED</p> <p style="text-align: center;"><i>A. J. W.</i></p> <p>CHECKED</p> <p style="text-align: center;"><i>S. Hayashi</i></p> <p>DRAWN</p> <p style="text-align: center;"><i>T. Yoshida</i></p> </td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">ISSUE</td> <td style="vertical-align: top;"> <p>DATE</p> <p style="text-align: center;">Aug. 21, 2013</p> <p>DRAWING NO.</p> <p style="text-align: center;">95001-07497R3</p> </td> </tr> </table>	DELIVERY	ORDER NO.	YARD	31KC767768, 31K015266/011116	配管	<p>NOTES</p> <p>For Approval, For Working</p>	KPME 工事	KPME 工事	検査	仕建管理	控 1	<p>REVISION</p> <p>R1: Add drawings, etc. Sept. 11, 2013 Y.Z. J.G. OS</p> <p>R2: Add the support and stop rib. Jun. 23, 2014 I.F. H.J. AD</p> <p>R3: Add the height of gravity tank and draft line Nov. 28, 2014 I.F. J.L.V.</p>	計	<p>APPROVED</p> <p style="text-align: center;"><i>A. J. W.</i></p> <p>CHECKED</p> <p style="text-align: center;"><i>S. Hayashi</i></p> <p>DRAWN</p> <p style="text-align: center;"><i>T. Yoshida</i></p>	ISSUE	<p>DATE</p> <p style="text-align: center;">Aug. 21, 2013</p> <p>DRAWING NO.</p> <p style="text-align: center;">95001-07497R3</p>	<div style="text-align: center;"> <p>Kawasaki</p> <p>KAWASAKI HEAVY INDUSTRIES, LTD. GAS TURBINE & MACHINERY COMPANY MACHINERY DIVISION MARINE PROPULSION SYSTEM DEPT PROPULSION MACHINERY ENG'NG SECT.</p> </div>
DELIVERY	ORDER NO.																
YARD	31KC767768, 31K015266/011116																
配管	<p>NOTES</p> <p>For Approval, For Working</p>																
KPME 工事																	
KPME 工事																	
検査																	
仕建管理																	
控 1	<p>REVISION</p> <p>R1: Add drawings, etc. Sept. 11, 2013 Y.Z. J.G. OS</p> <p>R2: Add the support and stop rib. Jun. 23, 2014 I.F. H.J. AD</p> <p>R3: Add the height of gravity tank and draft line Nov. 28, 2014 I.F. J.L.V.</p>																
計	<p>APPROVED</p> <p style="text-align: center;"><i>A. J. W.</i></p> <p>CHECKED</p> <p style="text-align: center;"><i>S. Hayashi</i></p> <p>DRAWN</p> <p style="text-align: center;"><i>T. Yoshida</i></p>																
ISSUE	<p>DATE</p> <p style="text-align: center;">Aug. 21, 2013</p> <p>DRAWING NO.</p> <p style="text-align: center;">95001-07497R3</p>																

(32 SHEETS COVER INC)



95001-07497

1

I GENERAL

01 Contractor	
02 Ship Owner	MSC
03 Shipyard and Ship No.	Jiangnan Shipyard (Group) Corporation, Ltd. H2552 / H2553 Shanghai Jiangnan-Changxing Shipbuilding Co., Ltd. H3001 / H3002 / H3003 / H3004
04 Kind of ship	9,400 TEU CONTAINER VESSEL
05 Hull dimensions	
Lpp x B x D x d	x x x m
06 Classification	GL
07 Location of thruster(s)	Bow x 1



II PARTICULARS

01 Thruster unit	
01) Model	KT-255B5
02) Number of units	1 unit / vessel
03) Type of propeller	4 bladed, Skewed type, Controllable Pitch type
04) Propeller diameter	2,850 mm
05) Thrust (per unit)	Approx. 427 kN (Approx. 43.6 metric tons)
06) Input shaft speed	880 min ⁻¹
07) Input power (per unit)	3,000 kW
08) Direction of input shaft rotation	Clockwise view from prime mover
09) Position of propeller blade	Starboard side
10) Anti-corrosive anodes	Aluminum, bolting type, lifetime 5 years
11) Lubrication method	Oil bath
12) Lubrication oil	Gear oil equivalent to ISO VG100

SIDE THRUSTER



95001-07497

2

02 Prime mover and control device

02-1 Main motor (Drive motor)

01) Type	Vertical type, squirrel cage, induction motor
02) Number	1 unit / thruster
03) Output	3,000 kW x 900 min ⁻¹ (synchronous speed)
04) Voltage x Frequency	AC3 ϕ 6,600V x 60Hz
05) Rating	60 minutes
06) Insulation	F class, F rise
07) Protection	IP 44
08) Space heater	Element type
09) Temperature sensor	PT 100 Ω x 3 phase PTC Thermistor x 3 for alarm, x 3 for trip (Total6)

02-2 Motor control device

01) Type	Self-standing type
02) Number	1 unit / thruster
03) Voltage x Frequency	AC3 ϕ 6,600V x 60Hz (Power source) AC1 ϕ 220V x 60Hz (Control source)
04) Protection	IP44
05) Starting method	Auto transformer starting, 65% Tap
06) Start interlock	The prime mover start function interlocks with the following conditions.
a)	Gravity tank oil level Normal close, open at low level
b)	Control oil pressure Normal close, open at low pressure
c)	Blade angle Close at pitch neutral zone (AB : +3 / -3 degrees)
d)	Fan run x 2 Close at No.1 and No.2 fan running *1
e)	Hydraulic pump run Close at hydraulic pump running
f)	Generators run Close at generators running *1
g)	Door for starter Close at door close
h)	Suction & Drain line valve open Close at valve full open
07) Door open interlock	The starter door open function interlocks with the following conditions.
a)	ACB open Close at ACB open (Interface with switch board) *1
	*1: Potential free signal should be supplied by shipyard.
08) Accessories	Earthing device

Note: Please prepare some protection by shipyard for safety of operators from internal arc, for instance to install the starter into an independent compartment.

Note: Emergency stop button and ammeter for bow thruster are provided in ECR, bridge wings, bridge console, and starter in bow thruster room.

SIDE THRUSTER

KAWASAKI HEAVY INDUSTRIES, LTD.

Page 3

2. OPERATION

2.1 Interlock for prime mover

- | | |
|----------------------------|--------------------------------------|
| (1) Gravity tank oil level | : Normal (checking by float switch) |
| (2) Control oil pressure | : Normal (checking by press. switch) |
| (3) Blade angle | : Neutral (AB = 0 degree) |
| Allowable range | : ± 3 degree |

2.2 Rated draft

The draft should be kept shown in "fig.- 1" at running.

Fore draft : $df \geq 6.4$ m

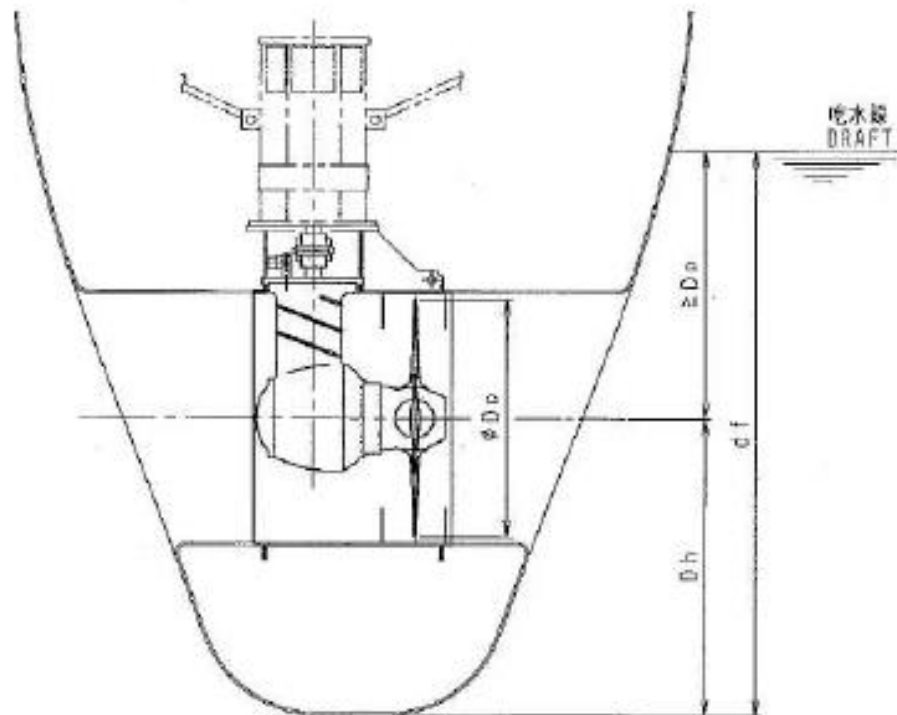


fig.- 1

2.3 Oil temperature of the thruster

The kinematic coefficient of viscosity for thruster should be kept the range of $40 \sim 500 \text{ mm}^2/\text{s}$ { cSt } at running.

The corresponding temperature to the fore mentioned viscosity is at about $10 \sim 60$ degrees C for the gear oil ISO VG 100.