



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

Trabajo Fin de Grado
CURSO 2020/2021

BULKCARRIER 100 000 TPM

Grado en Ingeniería Naval y Oceánica

ALUMNA

Sofia Fraga Ludeiro

TUTOR

Marcos Míguez González

FECHA

Julio 2021



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

TRABAJO FIN DE GRADO

CURSO 2020/2021

BULKCARRIER 100 000 TPM

Grado en Ingeniería Naval y Oceánica

CUADERNO 11

**BALANCE ELÉCTRICO Y SELECCIÓN DE PLANTA
GENERADORA**



GRADO EN INGENIERÍA NAVAL Y OCEÁNICA
TRABAJO FIN DE GRADO

CURSO 2020-2021

PROYECTO NÚMERO

TIPO DE BUQUE: Bulkcarrier

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

CARACTERÍSTICAS DE LA CARGA: 100 000 T.P.M Grano/ mineral

VELOCIDAD Y AUTONOMÍA: 15 nudos en servicio al 85% MCR +15% y 15.000 millas a la velocidad de servicio

SISTEMAS Y EQUIPOS DE CARGA / DESCARGA: Escotillas de accionamiento hidráulico

PROPULSIÓN: Motor dual diésel y gas con hélice de paso fijo

TRIPULACIÓN Y PASAJE: 13 tripulantes

OTROS EQUIPOS E INSTALACIONES:

Lo habitual en este tipo de buques

Ferrol, 2 Octubre 2020

ALUMNO/A: **D^a SOFÍA FRAGA LUDEIRO**

Índice

1	Introducción	6
1.1	Antecedentes del buque a proyectar	6
1.2	Normativa	7
2	Definición de la planta eléctrica.....	8
2.1	Frecuencia y tensión.....	8
3	Desglose y características de los consumidores	10
3.1	Sistemas de Cámara de Máquinas	11
3.2	Equipos y Servicios varios	12
3.3	Iluminación	14
3.3.1	Alumbrado habitación.....	15
3.3.2	Alumbrado cámara de máquinas	15
3.3.3	Alumbrado exterior	15
4	Balance eléctrico.....	18
4.1	Justificación de los coeficientes	18
4.1.1	Sistema de cámara de máquinas.....	19
4.1.2	Equipos y servicios	19
4.1.3	Alumbrado	20
5	Cálculo de Balance para las diversas condiciones.....	21
5.1	Condición de Navegación normal	21
5.2	Condición de Emergencia	25
5.3	Condición de Maniobra	29
5.4	Condición en Puerto	33
5.5	Resultados del balance eléctrico.....	37
6	Planta Generadora.....	39
6.1	Planta generadora principal	39
6.1.1	Pick up y Energía de reserva	39
6.2	Planta generadora de emergencia	41
7	Dimensionamiento del sistema de cableado	42
7.1	Interruptores automáticos	48
8	Diagrama Unifilar	50
8.1	Descripción del unifilar	50
9	Anexos.....	51
9.1	Generador principal	51
9.2	Generador de emergencia	52

10 Anexo II: Diagrama Unifilar	53
--------------------------------------	----

1 INTRODUCCIÓN

En este cuaderno se procede a realizar el balance eléctrico del buque proyecto, es decir se determinará qué cantidad de energía eléctrica consumirán los equipos del barco y en función de este resultado se definirá cuantos generadores de energía serán necesarios.

Mediante el método de balance eléctrico se estudia las diferentes condiciones y situaciones a las que se va a enfrentar el buque para así diseñar la planta eléctrica en función de la condición más desfavorable, es decir aquella que demande un consumo mayor de potencia.

Durante este cuaderno se realizarán los desgloses de los consumidores del buque, para ello se tomarán en consideración los resultados obtenidos en el Cuaderno 6, Cuaderno 10 y Cuaderno 12. Además, se definirá la tensión y la frecuencia del buque.

1.1 Antecedentes del buque a proyectar

Las dimensiones y coeficientes que se muestran en la tabla a continuación se han obtenido del “Cuaderno 3: Coeficientes y formas”.

Parámetros de forma del buque	
Eslora entre Perpendiculares	241 m
Manga	38 m
Calado	15,15 m
Puntal	21 m
Desplazamiento (Δ)	119786 t
Superficie Mojada	14483,269 m ²
Coeficiente de Bloque	0,838
Coeficiente Prismático	0,845
Coeficiente de la Maestra	0,996
Coeficiente de Flotación	0,908
Velocidad	15 nudos
Semi ángulo de entrada	36°
Potencia al 85 % MCR	20291,8 Kw
RPM	87 rpm

Adicionalmente a los datos obtenidos en el cuaderno - también se tendrá en consideración las diferentes condiciones que se han establecido previa al proyecto en la RPA. Estas condiciones son las siguientes:

- El buque navegará a 15 nudos de servicio al 85% del MCR (Maximum continuous rating of engine).

- Tendrá una propulsión diésel- LNG, pero la propulsión a gas se utilizará principalmente para maniobras en puerto o en zonas condicionadas por límite de emisiones.

El proceso a seguir será el siguiente:

- Definición de la planta eléctrica
- Desglose y características de los consumidores
- Cálculo del alumbrado
- Balance eléctrico para las siguientes condiciones
 - Emergencia
 - Navegación, buque navegando en situación de plena carga con el motor dando el 85% del MCR
 - Carga/descarga
 - En puerto
- Análisis de los resultados y cálculo de los generadores
- Diseño del unifilar y configuración de la planta eléctrica
- Cálculo de cables y otros componentes

1.2 Normativa

Existen una serie de normativas que van a condicionar las características de la planta eléctrica que se pretende diseñar, son las siguientes:

1. Normas UNE-CEI 21135-XXX
2. Norma UNE-CEI 20324
3. SOLAS
4. Lo especificado en la Sociedad de Clasificación escogida para el buque a proyectar, en este caso DNV.
5. Falta resumen de las condiciones que exige el DNV , condiciones ambientales y grado de protección.

2 DEFINICIÓN DE LA PLANTA ELÉCTRICA

En este apartado se realiza a la descripción de los diferentes factores que influirán a la hora de diseñar y caracterizar la planta eléctrica, como pueden ser la frecuencia y la tensión.

2.1 Frecuencia y tensión

La generación eléctrica a bordo será generada mediante alternadores que estarán accionados por motores auxiliares, en este punto del cuaderno el número de generadores es desconocido pero debido a la normativa existente hoy en día, el SOLAS, se conoce que al menos estos tendrán que ser dos debido a la necesidad de una redundancia.

Las combinaciones más comunes de la distribución eléctrica según los tipos de consumidores vienen reflejadas en la UNE 21-135-93/201

Tabla 2
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

UNE 21-135-93/201

1) En el futuro, solamente 230 V

2) En el futuro, solamente 400 V

3) En el futuro, solamente 690 V

*Solamente para fuerza motriz

En este caso se va a escoger :

- una red eléctrica trifásica con **una tensión de 400V para los equipos generales**
- **una red trifásica de 230 V para fondo y hotel y alumbrado de emergencia**
- **una frecuencia de 50 Hz**

Esto es debido a que su recorrido principal será en zonas donde estos valores son comunes, esto facilitará mantenimientos y posible problema en amarre a puerto.

3 DESGLOSE Y CARACTERÍSTICAS DE LOS CONSUMIDORES

En este apartado se obtendrán la potencia de los consumidores, esto se realiza mediante la ayuda de los cuadernos realizados hasta el momento, más concretamente el Cuaderno 10 y el Cuaderno 12.

En este apartado se procede a realizar el desglose de cada consumidor dividido en función del tipo de equipo. Para los coeficientes de las bombas que son accionadas por motores eléctricos se han empleado eficiencias y potencias normalizadas de la siguiente tabla de ABB.

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

Se escogerán tanto las potencias y eficiencias normalizadas de motores de 4 polos, trabajando a la frecuencia de 50 Hz, y se seguirá el siguiente criterio:

- P>20 kW: IE-1 Estándar efficiency

- P<20 kW: IE-2 High efficiency

A demás para los equipos que ya han sido escogidos de forma previa en cuadernos anteriores, se consultará su catálogo de ser necesario para obtener su potencia útil.

Para el desglose de consumidores, se pueden considerar tres bloques principales en buque a proyectar:

1. SISTEMAS DE CÁMARA DE MÁQUINAS
 - a. Sistemas auxiliares del motor principal (Cuaderno10)
2. EQUIPOS Y SERVICIOS
 - a. Servicio de sentinas
 - b. Servicio de lastre
 - c. Servicio de contraincendios
 - d. Ventilación y A/C
 - e. Equipos de mantenimiento
 - f. Equipos de cubierta y servo
 - g. Fonda y hotel
 - h. Equipos de navegación, comunicación y electrónica
3. ILUMINACIÓN
 - a. Iluminación de acomodación
 - b. Iluminación exterior
 - c. Iluminación de cámara de máquinas
 - d. Iluminación de emergencia

3.1 Sistemas de Cámara de Máquinas

En este apartado se tendrá en cuenta aquellos elementos dentro de la cámara de máquinas que necesiten de una fuente eléctrica para su alimentación. Además, también se incluirán aquellos elementos auxiliares como los sistemas de refrigeración o de lubricación y sus respectivos consumos.

En el sistema de cámara de máquinas se encuentran:

- Servicio propulsión: Que se encargará de arrancar el motor
- Servicio de refrigeración: En este apartado se han añadido todas las bombas necesarias para tal función y sus enfriadores correspondientes.
- Servicio de lubricación
- Servicio de combustible
- Servicio de aire

Propulsión	1. SERVICIO DE PROPULSIÓN						
	Compresor de arranque	2	1,1	-	-	-	2,2
	Total						2,2
Sis. necesarios motor generador principal	2. SERVICIO DE REFRIGERACIÓN						
	Bomba agua salada	2	61,82	75	0,94	70,5	141,0
	Bomba agua dulce HT	2	22,61	30	0,923	27,69	55,4
	Bomba agua dulce LT	2	58,53	75	0,94	70,5	141,0
	Enfriador central	1	158	-	-	-	158,0
	Enfriador camisas AD	1	148	-	-	-	148,0
	Enfriador de barrido	1	158	-	-	-	158,0
	TOTAL						801,4
3. SERVICIO DE LUBRICACIÓN							

	Bomba circulación aceite	2	83,7	90	0,942	84,78	169,56
	Enfriador aceite	1	158	-	-	-	158
	TOTAL						327,56
	4. SERVICIO DE COMBUSTIBLE						
	Bomba de suministro	4	1,39	1,5	0,772	1,158	4,6
	Bomba circulación diesel	2	2,3	3	0,815	2,445	4,9
	Pre calentador	1	205	250	0,951	237,75	237,8
	Centrifugadoras fuel	2	2,58	3	0,815	2,445	4,9
	Bomba suministro LNG	2	1,39	1,5	0,772	1,158	2,3
	TOTAL						254,5
	5.SISTEMA DE SELLADO DE GAS						
	Bomba de sellado hidraulico	1	7,4	7,5	0,887	6,6525	6,7
	TOTAL						6,7
	5. SERVICIO DE AIRE						
	Caldera Exh	1	204	250	0,951	237,75	237,8
	TOTAL						237,8

3.2 Equipos y Servicios varios

En este apartado se incluyen diferentes equipos y sistemas instalados a lo largo del buque proyecto.

sentinas	6. SERVICIO DE SENTINAS						
	Bomba de sentinas	2	18,5	18,5	0,893	16,5205	33,0
	TOTAL						33,0
lastre	7. SERVICIO DE LASTRE						
	Bomba de agotamiento	1	4,1	5,5	0,847	4,6585	4,7
	Bombas de lastre	2	4	4	0,831	3,324	6,6
	TOTAL						11,3
agua sanitaria	9. SERVICIO DE AGUA SANITARIA						
	Bomba sum a. fría	4	7,5	7,5	0,887	6,6525	26,6
	Bomba sum. A caliente	2	11	11	0,898	9,878	19,8
	Generador de agua dulce	1	110	-	-	-	110,0
	Bomba recirculacion caliente	2	11	11	0,898	9,878	19,8
	Bomba recirculación fría	4	7,5	7,5	0,887	6,6525	26,6
	Calentadores	1	45	45	0,917	41,265	41,3
	Planta de aguas residuales	1	35	-	-	-	35,0
TOTAL						279,0	
Generales	11. GENERALES PARA EL TIPO DE BUQUE						
	Chigre	2	129,96	-	-	-	259,9
	TOTAL						259,9
ACy ventilación	10. AIRE ACONDICIONADO Y VENTILACIÓN						
	Compresor	1	76,788	90	0,941	84,69	84,7
	AACC	1	223,488	250	0,951	237,75	237,8

Cuaderno 11: Balance Eléctrico y elección de Planta Generadora
Sofía Fraga Ludeiro Bulkcarrier 100 000 TPM

	Ventilación CM	9	5	-	-	-	45,0
	TOTAL						367,4
	8. SERVICIO CONTRAINCENDIOS						
	Bombas contra incendios	3	15	15	0,906	13,59	40,8
	Bomba agua nebulizada	3	75	75	0,927	69,525	208,6
contra incendios	TOTAL						249,3
	12. FONDA Y HOTEL						
Fonda y hotel	exprimidor	1	0,4	-	-	0,4	0,4
	frigorífico	2	11	-	-	11	22
	Congelador	2	11	-	-	11	22
	batidora	1	0,2	-	-	0,2	0,2
	Microondas	4	3,5	-	-	3,5	14
	Cafetera	3	3	-	-	3	9
	Lavaplatos	1	2,2	-	-	2,2	2,2
	Televisores	5	0,4	-	-	0,4	2
	Incineradora	1	190	-	-	190	190
	Horno industrial	1	4	-	-	4	4
	Cocina	1	15	-	-	15	15
	Freidora	1	1	-	-	1	1
	Ascensor	2	6	-	-	6	12
	Montacargas	1	6	-	-	6	6
	Plancha	2	0,4	-	-	0,4	0,8
	Secadora	2	2	-	-	2	4
	Trituradora basuras	1	3,6	-	-	3,6	3,6
Lavadora	2	2	-	-	2	4	
Equipos varios	1	4	-	-	4	4	
	TOTAL						316,2
	13. EQUIPOS DE MANTENIMIENTO						
Mantenimiento	Torno	1	1,5	-	-	1,5	1,5
	Equipo de soldadura	1	1	-	-	1	1
	Rectificadora	1	2	-	-	2	2
	Taladro	1	2	-	-	2	2
	TOTAL						6,5
	14. EQUIPOS DE CUBIERTA Y SERVO						
E. cubierta	molinete	2	143,7	-	-	-	287,4
	Servo	2	126	-	-	-	252
	TOTAL						539,4
	15. EQUIPOS DE NAVEGACIÓN, COMUNICACIONES Y ELECTRÓNICA						
E. Navegación	Equipo de radio	1	5	-	-	-	5
	radiogoniómetro	1	3,5	-	-	-	3,5
	Equipo de navegación	1	6	-	-	-	6
	Protección catódica	1	24	-	-	-	24
	TOTAL						38,5

3.3 Iluminación

Para el cálculo de alumbrado se ha distinguido entre tres zonas:

- Alumbrado general: En esta categoría entra el alumbrado de los distintos compartimentos del buque, así como la acomodación. Los diferentes focos lumínicos deberán estar repartidos de modo que proporcionen la luz suficiente para cada local.
- Alumbrado exterior: Consiste en todas las luces necesarias para la iluminación de la cubierta principal.
- Alumbrado de emergencia: Este alumbrado solo se utilizará en caso de fallo de la fuente de energía principal. En esta categoría también se engloba el alumbrado de socorro, que abarcará iluminación de cámara de máquinas y de maniobra, así como local de aparatos de gobierno, los puntos necesarios en caso de evacuación y proyectores de botes

A la hora de realizar los cálculos pertinentes para este apartado se tomará de referencia el libro de "Electricidad aplicada al buque" de Mario Baquerizo

La expresión que se indica en este libro es la siguiente:

$$L = \eta * E * S * \left(\frac{F_d}{F_u}\right)$$

Siendo,

- P, la potencia en KW, se utilizará la equivalencia de 150 lúmenes =1 W debido a que toda la iluminación será tipo led
- L: Flujo luminoso en lúmenes (lm).
- η : Rendimiento de la lámpara, en lm/W
- E: Iluminación en luxes (lx). Viene dado según la zona del buque, y viene referenciada en el libro anteriormente mencionado.

Iluminaciones aconsejadas

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 compartimentos < 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

- F_d es el factor de suciedad (puede valer entre 1.25 y 2.5), en este caso se tomará un valor medio 1.9
- F_u es el factor de utilización estimado como 0.5.

3.3.1 Alumbrado habitación

Obteniéndose en la parte de la habitación los siguientes resultados.

ALUMBRADO ACOMODACIÓN				
Espacio	Superficie (m ²)	Iluminancia (lx)	Lúmenes (lm)	Potencia (1KW=0,150lm)
Cubierta principal	422,88	800	1285555,2	8,570 KW
Cubierta 1	422,88	200	321388,8	2,143 KW
Cubierta 2	326,2	200	247912	1,653 KW
Cubierta 3	326,2	250	309890	2,066 KW
P. Gobierno	326,2	300	371868	2,479 KW
Total				16.91 KW

Se ha escogido el factor de iluminancia teniendo en consideración lo siguiente:

- Cubierta principal: El valor de luminancia es 800 debido a que aparte del local de servicios se aloja en esta cubierta también la enfermería.
- Cubierta 1 y 2 en ellas se reparten diferentes salones y cocinas para la tripulación y oficiales por tanto tendrá un valor medio de 200 lx
- Cubierta 3 en ellas se encuentran la mayor parte de los camarotes por tanto tendrá un valor de 250 lx
- Puente de Gobierno: Debido a que se encuentra todo lo necesario para la navegabilidad del buque se establece un valor de 250 lx.

3.3.2 Alumbrado cámara de máquinas

A continuación, se calcula por el mismo método el alumbrado:

ALUMBRADO CÁMARA DE MÁQUINAS				
Espacio	Superficie (m ²)	Iluminancia (lx)	Lúmenes (lm)	Potencia (1KW=0,150lm)
Cubierta 2,25 m	555	400	843600	5,624 KW
Cubierta 7 m	632,36	400	961187,2	6,408 KW
Cubierta 12 m	760	400	1155200	7,701 KW
Total				19,733 KW

Se ha escogido el factor de iluminancia teniendo en consideración lo siguiente:

- Se escoge un valor medio de 400 lx, ya que la recomendación de la bibliografía que se está siguiendo oscila entre 350-450 lx.

3.3.3 Alumbrado exterior

Para el alumbrado exterior se establece un valor medio aproximado de **11 KW**, se instalarán luces de proyección, para amarre, accesos, cubiertas de botes y las luces de navegación y fondeo.

ALUMBRADO EXTERIOR

Situación	Zona a iluminar	Potencia unitaria (W)	Número	Potencia (KW)
Proa	Maniobras de amarre y puerta	1000	4	4
Chimena	Cubierta de carga	1000		2
Popa	Maniobras de amarre	500	4	2
Real, a cada banda	Accesos al buque	200	4	0.8
En las bandas	Cubiertas de botes y balsas	200	10	2
Total				10.8 KW

Estos valores se han obtenido de catálogos de focos convencionales.

Se redondean los valores obtenidos 17 KW, 20 KW y 11 KW respectivamente:

$$P_{\text{alumbrado general}} = 11 + 20 + 17 = 38 \text{ Kw} \approx 40 \text{ Kw}$$

Para el alumbrado se utiliza una fuente de alimentación externa, este grupo de alimentación externa se activará de manera automática cuando se detecte una caída de potencia en los equipos principales. Este equipo de emergencia alimentará a la cámara de máquinas del buque, puente de gobierno, pasillos y accesos y la cubierta donde se alojan los botes.

ALUMBRADO EMERGENCIA				
Espacio	Superficie (m ²)	Iluminancia (lx)	Lúmenes (lm)	Potencia (1KW=0,150lm)
CM+Bote	-	-	-	20,00 KW
Cubierta principal	29,86	150	17020,2	0,113 KW
Cubierta 1	29,86	150	17020,2	0,113 KW
Cubierta 2	15,66	150	8926,2	0,060 KW
Cubierta 3	15,66	150	8926,2	0,060 KW
P.Gobierno	326,2	250	309890	2,066 KW
Total				22,412 KW

Por tanto, se establece la potencia de alumbrado de emergencia en un valor de:

$$P_{\text{alumbrado emergencia}} \approx 23 \text{ Kw}$$

Por tanto se obtiene lo siguiente:

Cuaderno 11: Balance Eléctrico y elección de Planta Generadora
 Sofía Fraga Ludeiro Bulkcarrier 100 000 TPM

Alumbrado	16. ILUMINACIÓN						
	alumbrado exterior	1	11	11	0,876	9,636	9,6
	alumbrado CM	1	20	22	0,909	19,998	20,0
	Alumbrado acomodación	1	17	18,5	0,893	16,5205	16,5
	Alumbrado emergencia	1	23	30	0,923	27,69	27,7
TOTAL							73,8

4 BALANCE ELÉCTRICO

Como ya se ha mencionado con anterioridad el balance eléctrico es el estudio de las necesidades energéticas de las distintas situaciones de carga. Es un cálculo probabilístico y se incluirán todos aquellos aparatos del buque que requieran energía eléctrica para su funcionamiento, así como consumos.

Para este análisis se realiza un estudio de 4 situaciones, estas situaciones se describen a continuación:

- **NAVEGACIÓN NORMAL:** Las características más destacadas de esta situación son las siguientes:
 - Se considera el buque navegando a la velocidad de servicio que se ha establecido previamente en la RPA, es decir 15 nudos. El motor propulsor a su vez trabajará a un MCR 85%.
- **CONDICIÓN DE MANIOBRA DE ATRANQUE/DESTAQUE**
 - Velocidad muy reducida
- **CONDICIÓN EN PUERTO**
 - El motor principal estará apagado
 - Funcionarán los equipos auxiliares necesarios para la tripulación, como pueden ser las bombas de agua, bomba de aguas negras y grises, desalinizadora, sentinas, etc.
- **CONDICIÓN DE EMERGENCIA**
 - Se corresponde con la situación de emergencia, en los cuales los equipos que se encuentra en funcionamiento son:
 - Bombas Contraincendios
 - Bombas de Achique
 - Iluminación de emergencia (descrita en el apartado de alumbrado)
 - Sistema de comunicaciones

4.1 Justificación de los coeficientes

En el siguiente apartado se describe de manera breve los diferentes coeficientes que se van a tener en cuenta a la hora de realizar el balance eléctrico:

- **Factor de utilización, K_u ,** este factor es combinación de dos factores que se describen a lo largo de este apartado y es necesario debido a que para obtener la potencia demandada hay que multiplicar la potencia total por el coeficiente de utilización.

$$K_u = K_n * K_{sr}$$

-**Factor de simultaneidad, K_n .** Determina la relación entre los equipos que se encuentran en funcionamiento con respecto del número total de equipos disponibles.

$$Kn = \frac{\text{Número de aparatos en servicio}}{\text{Número de aparatos instalados}}$$

-Factor de servicio, K_s , Este coeficiente depende del tiempo de funcionamiento de los aparatos.

$$K_s = \frac{\text{Nº de horas en servicio}}{24}$$

-Factor de régimen, K_r , depende del régimen al que trabaje cada máquina.

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

$$K_r = \frac{\text{Potencia absorbida}}{\text{Potencia útil}} * \eta$$

El rendimiento será aquel de la máquina eléctrica.

-Factor de servicio y régimen, K_{sr} , es el producto del factor de régimen y el factor de servicio.

$$K_{sr} = K_r * K_s$$

4.1.1 Sistema de cámara de máquinas

El factor de K_{sr} se ha obtenido directamente del programa NavCad, este coeficiente equivale al "LoadEng" con un valor de 79,1%.

Este será el coeficiente de servicio que utilizemos para los alternadores y para el compresor de aire para una condición de navegación normal.

4.1.2 Equipos y servicios

En este apartado se engloban los siguientes sistemas: Servicio de sentinas

- Servicio de lastre
- Servicio contra incendios
- AC y ventilación
- Servicio de agua sanitaria
- Servicios generales
- Servicio contra incendios
- Fonda y hotel
- Servicios de mantenimiento
- Equipos de cubierta y servo
- Equipos de navegación y comunicaciones
- Alumbrado

Dentro de estos servicios es necesario hacer algunas diferencias entre ellas las siguientes:

1. El servicio de lastre trabajará solo en condición de navegación.
2. Los equipos de cubierta solo funcionarán en maniobra o en puerto
3. Los equipos contra incendio solo trabajarán en situación de emergencia
4. El sistema de LNG solo funcionará en la condición de puerto
5. Los coeficientes de régimen oscilan entre 0,7 y 0,9 dependiendo del equipo al que se refiera.

4.1.3 Alumbrado

En cuanto a la iluminación se seguirán las directrices establecidas por el SOLAS y se tendrán en cuenta sus horas de funcionamiento en emergencia.

5 CÁLCULO DE BALANCE PARA LAS DIVERSAS CONDICIONES

En este apartado se muestran los diferentes cálculos y resultados obtenidos en función de las diferentes condiciones que se han establecido para dicho estudio. Durante este apartado además se establecerá la condición más desfavorable para la cual se hará el dimensionamiento de la planta eléctrica del buque proyecto.

5.1 Condición de Navegación normal

Equipo	Características		Características				Maniobra atraque						
	Nº inst.	P. Ca. (KW)	P. Unitaria (Kw)			P.Total	nº ON	Coeficientes				P necesaria	
			UTIL	ne	Abs	N*Abs		Kn	Ks	Kr	Ku	Ku* Ptotal	
Propulsión	1. SERVICIO DE PROPULSIÓN												
	Compresor de arranque	2	1,1	-	-	-	2,2	0	1	0,25	0,7	0,175	0
	Total						2,2	Total				0	
Sis. necesarios motor generador principal	2. SERVICIO DE REFRIGERACIÓN												
	Bomba agua salada	2	61,82	75	0,94	70,5	141,0	2	1	1	0,8	0,8	112,8
	Bomba agua dulce HT	2	22,61	30	0,923	27,69	55,4	1	0,5	1	0,8	0,4	22,152
	Bomba agua dulce LT	2	58,53	75	0,94	70,5	141,0	1	0,5	1	0,8	0,4	56,4
	Enfriador central	1	158	-	-	-	158,0	1	1	1	0,8	0,8	126,4
	Enfriador camisas AD	1	148	-	-	-	148,0	1	1	1	0,8	0,8	118,4
	Enfriador de barrido	1	158	-	-	-	158,0	1	1	1	0,8	0,8	126,4
	TOTAL						801,4	TOTAL				562,6	
	3. SERVICIO DE LUBRICACIÓN												
	Bomba circulación aceite	2	83,7	90	0,942	84,78	169,56	1	0,5	1	0,8	0,4	67,8
	Enfriador aceite	1	158	-	-	-	158	1	1	1	0,8	0,8	126,4
TOTAL						327,56	TOTAL				194,2		
4. SERVICIO DE COMBUSTIBLE													

Cuaderno 11: Balance Eléctrico y elección de Planta Generadora
Sofía Fraga Ludeiro Bulkcarrier 100 000 TPM

	Bomba de suministro	4	1,39	1,5	0,772	1,158	4,6	1	0,25	1	0,8	0,2	0,9	
	Bomba circulación diesel	2	2,3	3	0,815	2,445	4,9	0	0	1	0,8	0	0,0	
	Pre calentador	1	205	250	0,951	237,75	237,8	0	0	1	0,8	0	0,0	
	Centrifugadoras fuel	2	2,58	3	0,815	2,445	4,9	1	0,5	1	0,8	0,4	2,0	
	Bomba suministro LNG	2	1,39	1,5	0,772	1,158	2,3	1	0,5	1	0,8	0,4	0,9	
	TOTAL							254,5						389,4
	5.SISTEMA DE SELLADO DE GAS													
	Bomba de sellado hidraulico	1	7,4	7,5	0,887	6,6525	6,7	0	1	1	0,8	0,8	0,0	
	TOTAL							6,7						0,0
	5. SERVICIO DE AIRE													
Caldera Exh	1	204	250	0,951	237,75	237,8	1	1	1	0,75	0,75	178,3		
TOTAL							237,8	TOTAL					178,3	
sentinas	6. SERVICIO DE SENTINAS													
	Bomba de sentinas	2	18,5	18,5	0,893	16,5205	33,0	1	0,5	0,25	0,85	0,10625	3,5	
	TOTAL							33,0	TOTAL					3,5
lastre	7. SERVICIO DE LASTRE													
	Bomba de agotamiento	1	4,1	5,5	0,847	4,6585	4,7	0	0	0,25	0,7	0	0	
	Bombas de lastre	2	4	4	0,831	3,324	6,6	0	0	0,25	0,7	0	0	
	TOTAL							11,3	TOTAL					0
agua sanitaria	9. SERVICIO DE AGUA SANITARIA													
	Bomba sum a. fria	4	7,5	7,5	0,887	6,6525	26,6	1	0,25	1	0,8	0,2	5,3	
	Bomba sum. A caliente	2	11	11	0,898	9,878	19,8	1	0,5	1	0,8	0,4	7,9	
	Generador de agua dulce	1	110	-	-	-	110,0	1	1	0,25	0,7	0,175	19,3	
	Bomba recirculacion caliente	2	11	11	0,898	9,878	19,8	1	0,5	1	0,8	0,4	7,9	
	Bomba recirculación fría	4	7,5	7,5	0,887	6,6525	26,6	1	0,25	1	0,8	0,2	5,3	
	Calentadores	1	45	45	0,917	41,265	41,3	1	1	1	0,75	0,75	30,9	
	Planta de aguas residuales	1	35	-	-	-	35,0	1	1	0,25	0,9	0,225	7,9	
TOTAL							279,0	TOTAL					84,5	
General es	11. GENERALES PARA EL TIPO DE BUQUE													
	Chigre	2	129,96	-	-	-	259,9	2	1	0,5	0,85	0,425	110,5	

Cuaderno 11: Balance Eléctrico y elección de Planta Generadora
Sofía Fraga Ludeiro Bulkcarrier 100 000 TPM

	TOTAL						259,9	TOTAL					110,5
AC y ventilación	10. AIRE ACONDICIONADO Y VENTILACIÓN												
	Compresor	1	76,788	90	0,941	84,69	84,7	1	1	1	0,85	0,85	72,0
	AACC	1	223,488	250	0,951	237,75	237,8	1	1	1	0,9	0,9	214,0
	Ventilación CM	9	5	-	-	-	45,0	5	0,555555556	1	0,9	0,5	22,5
	TOTAL						367,4	TOTAL					308,5
contraincendios	8. SERVICIO CONTRAINCENDIOS												
	Bombas contraincendios	3	15	15	0,906	13,59	40,8	0	0	0	0	0	0
	Bomba agua nebulizada	3	75	75	0,927	69,525	208,6	0	0	0	0	0	0
	TOTAL						249,3	TOTAL					0
Fonda y hotel	12. FONDA Y HOTEL												
	exprimidor	1	0,4	-	-	0,4	0,4	1	1	0,5	0,75	0,375	0,2
	frigorífico	2	11	-	-	11	22	1	0,5	1	0,8	0,4	8,8
	Congelador	2	11	-	-	11	22	1	0,5	1	0,85	0,425	9,4
	batidora	1	0,2	-	-	0,2	0,2	1	1	0,5	0,8	0,4	0,1
	Microondas	4	3,5	-	-	3,5	14	4	1	0,25	0,7	0,175	2,5
	Cafetera	3	3	-	-	3	9	3	1	0,25	0,8	0,2	1,8
	Lavaplatos	1	2,2	-	-	2,2	2,2	1	1	0,5	0,8	0,4	0,9
	Televisores	5	0,4	-	-	0,4	2	5	1	0,5	0,8	0,4	0,8
	Incineradora	1	190	-	-	190	190	1	1	0,25	0,9	0,225	42,8
	Horno industrial	1	4	-	-	4	4	1	1	0,5	0,85	0,425	1,7
	Cocina	1	15	-	-	15	15	1	1	1	0,9	0,9	13,5
	Freidora	1	1	-	-	1	1	1	1	0,5	0,7	0,35	0,4
	Ascensor	2	6	-	-	6	12	2	1	1	0,9	0,9	10,8
	Montacargas	1	6	-	-	6	6	1	1	1	0,9	0,9	5,4
	Plancha	2	0,4	-	-	0,4	0,8	2	1	0,25	0,85	0,2125	0,2
	Secadora	2	2	-	-	2	4	2	1	0,25	0,85	0,2125	0,9
Trituradora basuras	1	3,6	-	-	3,6	3,6	1	1	0,5	0,9	0,45	1,6	
Lavadora	2	2	-	-	2	4	2	1	0,25	0,85	0,2125	0,9	
Equipos varios	1	4	-	-	4	4	1	1	0,25	0,8	0,2	0,8	

Cuaderno 11: Balance Eléctrico y elección de Planta Generadora
Sofía Fraga Ludeiro Bulkcarrier 100 000 TPM

	TOTAL						316,2	TOTAL					103,1
Mantenimiento	13. EQUIPOS DE MANTENIMIENTO												
	Torno	1	1,5	-	-	1,5	1,5	1	1	0,25	0,8	0,2	0,3
	Equipo de soldadura	1	1	-	-	1	1	1	1	0,25	0,8	0,2	0,2
	Rectificadora	1	2	-	-	2	2	1	1	0,25	0,8	0,2	0,4
	Taladro	1	2	-	-	2	2	1	1	0,25	0,8	0,2	0,4
	TOTAL						6,5	TOTAL					1,3
E. cubierta	14. EQUIPOS DE CUBIERTA Y SERVO												
	molinete	2	143,7	-	-	-	287,4	1	0,5	0,25	0,8	0,1	28,7
	Servo	2	126	-	-	-	252	1	0,5	0,25	0,9	0,1125	28,4
	TOTAL						539,4	TOTAL					57,1
E.Navegación	15. EQUIPOS DE NAVEGACIÓN, COMUNICACIONES Y ELECTRÓNICA												
	Equipo de radio	1	5	-	-	-	5	1	1	1	0,75	0,75	3,8
	radiogoniómetro	1	3,5	-	-	-	3,5	1	1	1	0,8	0,8	2,8
	Equipo de navegación	1	6	-	-	-	6	1	1	1	0,8	0,8	4,8
	Protección catódica	1	24	-	-	-	24	1	1	1	0,8	0,8	19,2
TOTAL						38,5	TOTAL					30,6	
Alumbrado	16. ILUMINACIÓN												
	alumbrado exterior	1	11	11	0,876	9,636	9,6	1	1	0,5	0,85	0,425	4,1
	alumbrado CM	1	20	22	0,909	19,998	20,0	1	1	1	0,9	0,9	18,0
	Alumbrado acomodación	1	17	18,5	0,893	16,5205	16,5	1	1	1	0,85	0,85	14,0
	Alumbrado emergencia	1	23	30	0,923	27,69	27,7	0	0	1	0,9	0	0,0
TOTAL						73,8	TOTAL					36,1	
TOTAL BALANCE ELÉCTRICO						3550,0	TOTAL BALANCE MANIOBRA					2059,6	

5.2 Condición de Emergencia

En la situación de emergencia solo estarán trabajando los equipos estrictamente necesarios. Es decir se cumplirá lo establecido en el SOLAS, PARTE D, Regla 42.

Dicha regla remarca lo siguiente:

“La fuente de energía eléctrica de emergencia tendrá capacidad para alimentar simultáneamente como mínimo y durante los periodos que se especifican los servicios siguientes,

- *Mantener una alimentación durante un periodo de 36 horas:*
 - *Alumbrado de emergencia*
 - *Luces de navegación*
 - *Equipos de navegación*
 - *Sistemas contra incendio y alarma*
 - *Bombas de emergencia de sentinas*
- *Durante un periodo de media hora:*
 - *Ascensores que se impulse hasta la cubierta*
 - *Toda puerta estanca “*

Equipo	Características		Características				Maniobra atraque						
	Nº inst.	P. Ca. (KW)	P. Unitaria (Kw)			P.Total	nº ON	Coeficientes				P necesaria	
			UTIL	ne	Abs	N*Abs		Kn	Ks	Kr	Ku	Ku* Ptotal	
Propulsión	1. SERVICIO DE PROPULSIÓN												
	Compresor de arranque	2	1,1	-	-	-	2,2	0	0	0		0	0
	Total						2,2	Total				0	
Sis. necesarios motor generador principal	2. SERVICIO DE REFRIGERACIÓN												
	Bomba agua salada	2	61,82	75	0,94	70,5	141,0	0	0	1	0,8	0	0
	Bomba agua dulce HT	2	22,61	30	0,923	27,69	55,4	0	0	1	0,8	0	0
	Bomba agua dulce LT	2	58,53	75	0,94	70,5	141,0	0	0	1	0,8	0	0
	Enfriador central	1	158	-	-	-	158,0	0	0	1	0,8	0	0
	Enfriador camisas AD	1	148	-	-	-	148,0	0	0	1	0,8	0	0
	Enfriador de barrido	1	158	-	-	-	158,0	0	0	1	0,8	0	0
	TOTAL						801,4	TOTAL				0,0	

Cuaderno 11: Balance Eléctrico y elección de Planta Generadora
Sofía Fraga Ludeiro Bulkcarrier 100 000 TPM

	3. SERVICIO DE LUBRICACIÓN													
	Bomba circulación aceite	2	83,7	90	0,942	84,78	169,56	0	0	1	0,8	0	0,0	
	Enfriador aceite	1	158	-	-	-	158	0	0	1	0,8	0	0,0	
	TOTAL						327,56	TOTAL				0,0		
	4. SERVICIO DE COMBUSTIBLE													
	Bomba de suministro	4	1,39	1,5	0,772	1,158	4,6	0	0	1	0,8	0	0,0	
	Bomba circulación diesel	2	2,3	3	0,815	2,445	4,9	0	0	1	0,8	0	0,0	
	Pre calentador	1	205	250	0,951	237,75	237,8	0	0	1	0,8	0	0,0	
	Centrifugadoras fuel	2	2,58	3	0,815	2,445	4,9	0	0	1	0,8	0	0,0	
	Bomba suministro LNG	2	1,39	1,5	0,772	1,158	2,3	0	0	1	0,8	0	0,0	
	TOTAL						254,5	TOTAL				0,0		
	5.SISTEMA DE SELLADO DE GAS													
	Bomba de sellado hidraulico	1	7,4	7,5	0,887	6,6525	6,7	0	1	1	0,8	0,8	0,0	
	TOTAL						6,7	TOTAL				0,0		
	5. SERVICIO DE AIRE													
	Caldera Exh	1	204	250	0,951	237,75	237,8	0	0	1	0,75	0	0,0	
	TOTAL						237,8	TOTAL				0,0		
sentinas	6. SERVICIO DE SENTINAS													
	Bomba de sentinas	2	18,5	18,5	0,893	16,5205	33,0	1	0,5	0,25	0,85	0,10625	3,5	
	TOTAL						33,0	TOTAL				3,5		
lastre	7. SERVICIO DE LASTRE													
	Bomba de agotamiento	1	4,1	5,5	0,847	4,6585	4,7	0	0	0,25	0,7	0	0	
	Bombas de lastre	2	4	4	0,831	3,324	6,6	1	0,5	0,25	0,7	0,0875	0,5817	
	TOTAL						11,3	TOTAL				0,5817		
agua sanitaria	9. SERVICIO DE AGUA SANITARIA													
	Bomba sum a. fria	4	7,5	7,5	0,887	6,6525	26,6	0	0	1	0,8	0	0,0	
	Bomba sum. A caliente	2	11	11	0,898	9,878	19,8	0	0	1	0,8	0	0,0	
	Generador de agua dulce	1	110	-	-	-	110,0	0	0	0,25	0,7	0	0,0	
	Bomba recirculacion caliente	2	11	11	0,898	9,878	19,8	0	0,5	1	0,8	0,4	0,0	
	Bomba recirculación fría	4	7,5	7,5	0,887	6,6525	26,6	0	0	1	0,8	0	0,0	

Cuaderno 11: Balance Eléctrico y elección de Planta Generadora
Sofía Fraga Ludeiro Bulkcarrier 100 000 TPM

	Calentadores	1	45	45	0,917	41,265	41,3	0	1	1	0,75	0,75	0	
	Planta de aguas residuales	1	35	-	-	-	35,0	0	1	0,25	0,9	0,225	0	
	TOTAL						279,0	TOTAL						0
Generales	11. GENERALES PARA EL TIPO DE BUQUE													
	Chigre	2	129,96	-	-	-	259,9	0	0	0,5	0,85	0	0,0	
	TOTAL						259,9	TOTAL						0,0
AC y ventilación	10. AIRE ACONDICIONADO Y VENTILACIÓN													
	Compresor	1	76,788	90	0,941	84,69	84,7	0	0	1	0,85	0	0,0	
	AACC	1	223,488	250	0,951	237,75	237,8	1	1	1	0,9	0,9	214,0	
	Ventilación CM	9	5	-	-	-	45,0	5	0,555555556	1	0,9	0,5	22,5	
	TOTAL						367,4	TOTAL						236,5
contraincendios	8. SERVICIO CONTRA INCENDIOS													
	Bombas contraincendios	3	15	15	0,906	13,59	40,8	3	1	1	0,9	0,9	36,69	
	Bomba agua nebulizada	3	75	75	0,927	69,525	208,6	3	1	1	0,9	0,9	187,71	
	TOTAL						249,3	TOTAL						224,41
Fonda y hotel	12. FONDA Y HOTEL													
	exprimidor	1	0,4	-	-	0,4	0,4	0	0	0,5	0,75	0	0,0	
	frigorífico	2	11	-	-	11	22	0	0	1	0,8	0	0,0	
	Congelador	2	11	-	-	11	22	0	0	1	0,85	0	0,0	
	batidora	1	0,2	-	-	0,2	0,2	0	0	0,5	0,8	0	0,0	
	Microondas	4	3,5	-	-	3,5	14	0	0	0,25	0,7	0	0,0	
	Cafetera	3	3	-	-	3	9	0	0	0,25	0,8	0	0,0	
	Lavaplatos	1	2,2	-	-	2,2	2,2	0	0	0,5	0,8	0	0,0	
	Televisores	5	0,4	-	-	0,4	2	0	0	0,5	0,8	0	0,0	
	Incineradora	1	190	-	-	190	190	0	0	0,25	0,9	0	0,0	
	Horno industrial	1	4	-	-	4	4	0	0	0,5	0,85	0	0,0	
	Cocina	1	15	-	-	15	15	0	0	1	0,9	0	0,0	
	Freidora	1	1	-	-	1	1	0	0	0,5	0,7	0	0,0	
	Ascensor	2	6	-	-	6	12	0	0	1	0,9	0	0,0	
	Montacargas	1	6	-	-	6	6	0	0	1	0,9	0	0,0	

Cuaderno 11: Balance Eléctrico y elección de Planta Generadora
Sofía Fraga Ludeiro Bulkcarrier 100 000 TPM

	Plancha	2	0,4	-	-	0,4	0,8	0	0	0,25	0,85	0	0,0	
	Secadora	2	2	-	-	2	4	0	0	0,25	0,85	0	0,0	
	Trituradora basuras	1	3,6	-	-	3,6	3,6	0	0	0,5	0,9	0	0,0	
	Lavadora	2	2	-	-	2	4	0	0	0,25	0,85	0	0,0	
	Equipos varios	1	4	-	-	4	4	0	0	0,25	0,8	0	0,0	
	TOTAL						316,2	TOTAL						0
Mantenimiento	13. EQUIPOS DE MANTENIMIENTO													
	Torno	1	1,5	-	-	1,5	1,5	0	0	0,25	0,8	0	0	
	Equipo de soldadura	1	1	-	-	1	1	0	0	0,25	0,8	0	0	
	Rectificadora	1	2	-	-	2	2	0	0	0,25	0,8	0	0	
	Taladro	1	2	-	-	2	2	0	0	0,25	0,8	0	0	
	TOTAL						6,5	TOTAL						0
E. cubierta	14. EQUIPOS DE CUBIERTA Y SERVO													
	molinete	2	143,7	-	-	-	287,4	0	0	0,25	0,8	0	0,0	
	Servo	2	126	-	-	-	252	1	0,5	0,25	0,9	0,1125	28,4	
	TOTAL						539,4	TOTAL						28,4
E. Navegación	15. EQUIPOS DE NAVEGACIÓN, COMUNICACIONES Y ELECTRÓNICA													
	Equipo de radio	1	5	-	-	-	5	1	1	1	0,75	0,75	3,8	
	radiogoniómetro	1	3,5	-	-	-	3,5	1	1	1	0,8	0,8	2,8	
	Equipo de navegación	1	6	-	-	-	6	1	1	1	0,8	0,8	4,8	
	Protección catódica	1	24	-	-	-	24	1	1	1	0,8	0,8	19,2	
	TOTAL						38,5	TOTAL						30,6
Alumbrado	16. ILUMINACIÓN													
	alumbrado exterior	1	11	11	0,876	9,636	9,6	1	1	0,5	0,85	0,425	4,1	
	alumbrado CM	1	20	22	0,909	19,998	20,0	0	0	1	0,9	0	0,0	
	Alumbrado acomodación	1	17	18,5	0,893	16,5205	16,5	0	0	1	0,85	0	0,0	
	Alumbrado emergencia	1	23	30	0,923	27,69	27,7	1	1	1	0,9	0,9	24,9	
	TOTAL						73,8	TOTAL						29,0
TOTAL BALANCE ELÉCTRICO							3550,0	TOTAL BALANCE MANIOBRA					591,7	

5.3 Condición de Maniobra

En la condición de maniobra se utilizará como combustible el LNG, por tanto, las bombas de diésel estarán apagadas.

Equipo	Características		Características				Maniobra atraque						
	Nº inst.	P. Ca. (KW)	P. Unitaria (Kw)			P.Total	nº ON	Coeficientes				P necesaria	
			UTIL	ne	Abs	N*Abs		Kn	Ks	Kr	Ku	Ku* Ptotal	
Propulsión	1. SERVICIO DE PROPULSIÓN												
	Compresor de arranque	2	1,1	-	-	-	2,2	0	0	0		0	
	Total						2,2	Total				0	
Sis. necesarios motor generador principal	2. SERVICIO DE REFRIGERACIÓN												
	Bomba agua salada	2	61,82	75	0,94	70,5	141,0	2	1	1	0,8	0,8	112,8
	Bomba agua dulce HT	2	22,61	30	0,923	27,69	55,4	1	0,5	1	0,8	0,4	22,2
	Bomba agua dulce LT	2	58,53	75	0,94	70,5	141,0	1	0,5	1	0,8	0,4	56,4
	Enfriador central	1	158	-	-	-	158,0	1	1	1	0,8	0,8	126,4
	Enfriador camisas AD	1	148	-	-	-	148,0	1	1	1	0,8	0,8	118,4
	Enfriador de barrido	1	158	-	-	-	158,0	1	1	1	0,8	0,8	126,4
	TOTAL						801,4	TOTAL				562,6	
	3. SERVICIO DE LUBRICACIÓN												
	Bomba circulación aceite	2	83,7	90	0,942	84,78	169,56	1	0,5	1	0,8	0,4	67,8
	Enfriador aceite	1	158	-	-	-	158	1	1	1	0,8	0,8	126,4
	TOTAL						327,56	TOTAL				194,2	
	4. SERVICIO DE COMBUSTIBLE												
	Bomba de suministro	4	1,39	1,5	0,772	1,158	4,6	1	0,25	1	0,8	0,2	0,9
Bomba circulación diesel	2	2,3	3	0,815	2,445	4,9	0	0	1	0,8	0	0,0	
Pre calentador	1	205	250	0,951	237,75	237,8	0	0	1	0,8	0	0,0	
Centrifugadoras fuel	2	2,58	3	0,815	2,445	4,9	1	0,5	1	0,8	0,4	2,0	

Cuaderno 11: Balance Eléctrico y elección de Planta Generadora
Sofía Fraga Ludeiro Bulkcarrier 100 000 TPM

	Bomba suministro LNG	2	1,39	1,5	0,772	1,158	2,3	1	0,5	1	0,8	0,4	0,9	
	TOTAL						254,5	TOTAL						389,4
	5.SISTEMA DE SELLADO DE GAS													
	Bomba de sellado hidraulico	1	7,4	7,5	0,887	6,6525	6,7	0						
	TOTAL						6,7	TOTAL						0
	5. SERVICIO DE AIRE													
	Caldera Exh	1	204	250	0,951	237,75	237,8	1	1	1	0,75	0,75	178,3	
	TOTAL						237,8	TOTAL						178,3
sentinas	6. SERVICIO DE SENTINAS													
	Bomba de sentinas	2	18,5	18,5	0,893	16,5205	33,0	1	0,5	0,25	0,85	0,10625	3,5	
	TOTAL						33,0	TOTAL						3,5
lastre	7. SERVICIO DE LASTRE													
	Bomba de agotamiento	1	4,1	5,5	0,847	4,6585	4,7	0	0	0,25	0,7	0	0	
	Bombas de lastre	2	4	4	0,831	3,324	6,6	0	0	0,25	0,7	0	0	
	TOTAL						11,3	TOTAL						0
agua sanitaria	9. SERVICIO DE AGUA SANITARIA													
	Bomba sum a. fria	4	7,5	7,5	0,887	6,6525	26,6	1	0,25	1	0,8	0,2	5,3	
	Bomba sum. A caliente	2	11	11	0,898	9,878	19,8	1	0,5	1	0,8	0,4	7,9	
	Generador de agua dulce	1	110	-	-	-	110,0	1	1	0,25	0,7	0,175	19,3	
	Bomba recirculacion caliente	2	11	11	0,898	9,878	19,8							
	Bomba recirculación fría	4	7,5	7,5	0,887	6,6525	26,6	1	0,25	1	0,8	0,2	5,3	
	Calentadores	1	45	45	0,917	41,265	41,3	1	1	1	0,75	0,75	30,9	
	Planta de aguas residuales	1	35	-	-	-	35,0	1	1	0,25	0,9	0,225	7,9	
TOTAL						279,0	TOTAL						76,6	
Generales	11. GENERALES PARA EL TIPO DE BUQUE													
	Chigre	2	129,96	-	-	-	259,9	2	1	0,5	0,85	0,425	110,5	
	TOTAL						259,9	TOTAL						110,5
AC Y ventilación	10. AIRE ACONDICIONADO Y VENTILACIÓN													
	Compresor	1	76,788	90	0,941	84,69	84,7	1	1	1	0,85	0,85	72,0	
	AACC	1	223,488	250	0,951	237,75	237,8	1	1	1	0,9	0,9	214,0	

Cuaderno 11: Balance Eléctrico y elección de Planta Generadora
Sofía Fraga Ludeiro Bulkcarrier 100 000 TPM

	Ventilación CM	9	5	-	-	-	45,0	5	0,555555556	1	0,9	0,5	22,5	
	TOTAL						367,4	TOTAL						308,5
	8. SERVICIO CONTRAINCENDIOS													
	Bombas contraincendios	3	15	15	0,906	13,59	40,8	0	0	0	0	0	0	
	Bomba agua nebulizada	3	75	75	0,927	69,525	208,6	0	0	0	0	0	0	
contraincendios	TOTAL						249,3	TOTAL						0
	12. FONDA Y HOTEL													
	exprimidor	1	0,4	-	-	0,4	0,4	1	1	0,5	0,75	0,375	0,2	
	frigorífico	2	11	-	-	11	22	1	0,5	1	0,8	0,4	8,8	
	Congelador	2	11	-	-	11	22	1	0,5	1	0,85	0,425	9,4	
	batidora	1	0,2	-	-	0,2	0,2	1	1	0,5	0,8	0,4	0,1	
	Microondas	4	3,5	-	-	3,5	14	4	1	0,25	0,7	0,175	2,5	
	Cafetera	3	3	-	-	3	9	3	1	0,25	0,8	0,2	1,8	
	Lavaplatos	1	2,2	-	-	2,2	2,2	1	1	0,5	0,8	0,4	0,9	
	Televisores	5	0,4	-	-	0,4	2	5	1	0,5	0,8	0,4	0,8	
	Incineradora	1	190	-	-	190	190	1	1	0,25	0,9	0,225	42,8	
	Horno industrial	1	4	-	-	4	4	1	1	0,5	0,85	0,425	1,7	
	Cocina	1	15	-	-	15	15	1	1	1	0,9	0,9	13,5	
	Freidora	1	1	-	-	1	1	1	1	0,5	0,7	0,35	0,4	
	Ascensor	2	6	-	-	6	12	2	1	1	0,9	0,9	10,8	
	Montacargas	1	6	-	-	6	6	1	1	1	0,9	0,9	5,4	
	Plancha	2	0,4	-	-	0,4	0,8	2	1	0,25	0,85	0,2125	0,2	
	Secadora	2	2	-	-	2	4	2	1	0,25	0,85	0,2125	0,9	
	Trituradora basuras	1	3,6	-	-	3,6	3,6	1	1	0,5	0,9	0,45	1,6	
	Lavadora	2	2	-	-	2	4	2	1	0,25	0,85	0,2125	0,9	
	Equipos varios	1	4	-	-	4	4	1	1	0,25	0,8	0,2	0,8	
	TOTAL						316,2	TOTAL						103,1
	13. EQUIPOS DE MANTENIMIENTO													
	Torno	1	1,5	-	-	1,5	1,5	1	1	0,25	0,8	0,2	0,3	
Mantenimien to	Equipo de soldadura	1	1	-	-	1	1	1	1	0,25	0,8	0,2	0,2	

Cuaderno 11: Balance Eléctrico y elección de Planta Generadora
Sofía Fraga Ludeiro Bulkcarrier 100 000 TPM

	Rectificadora	1	2	-	-	2	2	1	1	0,25	0,8	0,2	0,4	
	Taladro	1	2	-	-	2	2	1	1	0,25	0,8	0,2	0,4	
	TOTAL						6,5	TOTAL						1,3
E. cubierta	14. EQUIPOS DE CUBIERTA Y SERVO													
	molinete	2	143,7	-	-	-	287,4	1	0,5	0,25	0,8	0,1	28,7	
	Servo	2	126	-	-	-	252	1	0,5	0,25	0,9	0,1125	28,4	
	TOTAL						539,4	TOTAL						57,1
E.Navegación	15. EQUIPOS DE NAVEGACIÓN, COMUNICACIONES Y ELECTRÓNICA													
	Equipo de radio	1	5	-	-	-	5	1	1	1	0,75	0,75	3,8	
	radiogoniómetro	1	3,5	-	-	-	3,5	1	1	1	0,8	0,8	2,8	
	Equipo de navegación	1	6	-	-	-	6	1	1	1	0,8	0,8	4,8	
	Protección catódica	1	24	-	-	-	24	1	1	1	0,8	0,8	19,2	
TOTAL						38,5	TOTAL						30,6	
Alumbrado	16. ILUMINACIÓN													
	alumbrado exterior	1	11	11	0,876	9,636	9,6	1	1	0,5	0,85	0,425	4,1	
	alumbrado CM	1	20	22	0,909	19,998	20,0	1	1	1	0,9	0,9	18,0	
	Alumbrado acomodación	1	17	18,5	0,893	16,5205	16,5	1	1	1	0,85	0,85	14,0	
	Alumbrado emergencia	1	23	30	0,923	27,69	27,7	0	0	1	0,9	0	0,0	
TOTAL						73,8	TOTAL						36,1	
TOTAL BALANCE ELÉCTRICO						3550,0	TOTAL BALANCE MANIOBRA						1666,1	

5.4 Condición en Puerto

En esta condición el motor principal estará apagado.

Equipo	Características		Características				Maniobra atraque						
	Nº inst.	P. Ca. (KW)	P. Unitaria (Kw)			P.Total	nº ON	Coeficientes				P necesaria	
			UTIL	ne	Abs	N*Abs		Kn	Ks	Kr	Ku	Ku* Ptotal	
Propulsión	1. SERVICIO DE PROPULSIÓN												
	Compresor de arranque	2	1,1	-	-	-	2,2	0	0	0		0	0
	Total						2,2	Total				0	
Sis. necesarios motor generador principal	2. SERVICIO DE REFRIGERACIÓN												
	Bomba agua salada	2	61,82	75	0,94	70,5	141,0	0	0	1	0,8	0	0,0
	Bomba agua dulce HT	2	22,61	30	0,923	27,69	55,4	0	0	1	0,8	0	0,0
	Bomba agua dulce LT	2	58,53	75	0,94	70,5	141,0	0	0	1	0,8	0	0,0
	Enfriador central	1	158	-	-	-	158,0	0	0	1	0,8	0	0,0
	Enfriador camisas AD	1	148	-	-	-	148,0	0	0	1	0,8	0	0,0
	Enfriador de barrido	1	158	-	-	-	158,0	0	0	1	0,8	0	0,0
	TOTAL						801,4	TOTAL				0,0	
	3. SERVICIO DE LUBRICACIÓN												
	Bomba circulación aceite	2	83,7	90	0,942	84,78	169,56	0	0	1	0,8	0	0,0
	Enfriador aceite	1	158	-	-	-	158	0	0	1	0,8	0	0,0
	TOTAL						327,56	TOTAL				0,0	
	4. SERVICIO DE COMBUSTIBLE												
	Bomba de suministro	4	1,39	1,5	0,772	1,158	4,6	0	0	1	0,8	0	0,0
	Bomba circulación diesel	2	2,3	3	0,815	2,445	4,9	0	0	1	0,8	0	0,0
	Pre calentador	1	205	250	0,951	237,75	237,8	0	0	1	0,8	0	0,0
Centrifugadoras fuel	2	2,58	3	0,815	2,445	4,9	0	0	1	0,8	0	0,0	
Bomba suministro LNG	2	1,39	1,5	0,772	1,158	2,3	0	0	1	0,8	0	0,0	
TOTAL						254,5	TOTAL				0,0		

Cuaderno 11: Balance Eléctrico y elección de Planta Generadora
Sofía Fraga Ludeiro Bulkcarrier 100 000 TPM

	5.SISTEMA DE SELLADO DE GAS													
	Bomba de sellado hidraulico	1	7,4	7,5	0,887	6,6525	6,7	0						
	TOTAL							6,7						0,0
	5. SERVICIO DE AIRE													
	Caldera Exh	1	204	250	0,951	237,75	237,8	0	0	1	0,75	0	0,0	
TOTAL							237,8	TOTAL					0,0	
sentinas	6. SERVICIO DE SENTINAS													
	Bomba de sentinas	2	18,5	18,5	0,893	16,5205	33,0	1	0,5	0,25	0,85	0,10625	3,5	
	TOTAL							33,0	TOTAL					3,5
lastre	7. SERVICIO DE LASTRE													
	Bomba de agotamiento	1	4,1	5,5	0,847	4,6585	4,7	1	1	0,25	0,7	0,175	0,8152375	
	Bombas de lastre	2	4	4	0,831	3,324	6,6	1	0,5	0,25	0,7	0,0875	0,5817	
	TOTAL							11,3	TOTAL					1,3969375
agua sanitaria	9. SERVICIO DE AGUA SANITARIA													
	Bomba sum a. fria	4	7,5	7,5	0,887	6,6525	26,6	1	0,25	1	0,8	0,2	5,3	
	Bomba sum. A caliente	2	11	11	0,898	9,878	19,8	1	0,5	1	0,8	0,4	7,9	
	Generador de agua dulce	1	110	-	-	-	110,0	1	1	0,25	0,7	0,175	19,3	
	Bomba recirculacion caliente	2	11	11	0,898	9,878	19,8							
	Bomba recirculación fría	4	7,5	7,5	0,887	6,6525	26,6	1	0,25	1	0,8	0,2	5,3	
	Calentadores	1	45	45	0,917	41,265	41,3	1	1	0,75	0,75	0,75	30,9	
	Planta de aguas residuales	1	35	-	-	-	35,0	1	1	0,25	0,9	0,225	7,9	
TOTAL							279,0	TOTAL					76,6	
Generales	11. GENERALES PARA EL TIPO DE BUQUE													
	Chigre	2	129,96	-	-	-	259,9	0	0	0,5	0,85	0	0,0	
	TOTAL							259,9	TOTAL					0,0
AC y ventilación	10. AIRE ACONDICIONADO Y VENTILACIÓN													
	Compresor	1	76,788	90	0,941	84,69	84,7	0	0	1	0,85	0	0,0	
	AACC	1	223,488	250	0,951	237,75	237,8	1	1	1	0,9	0,9	214,0	
	Ventilación CM	9	5	-	-	-	45,0	5	0,555555556	1	0,9	0,5	22,5	
	TOTAL							367,4	TOTAL					236,5

Cuaderno 11: Balance Eléctrico y elección de Planta Generadora
Sofía Fraga Ludeiro Bulkcarrier 100 000 TPM

contraincendios	8. SERVICIO CONTRAINCENDIOS												
	Bombas contraincendios	3	15	15	0,906	13,59	40,8	0	0	0	0	0	0
	Bomba agua nebulizada	3	75	75	0,927	69,525	208,6	0	0	0	0	0	0
	TOTAL							249,3	TOTAL				0
Fonda y hotel	12. FONDA Y HOTEL												
	exprimidor	1	0,4	-	-	0,4	0,4	1	1	0,5	0,75	0,375	0,2
	frigorífico	2	11	-	-	11	22	1	0,5	1	0,8	0,4	8,8
	Congelador	2	11	-	-	11	22	1	0,5	1	0,85	0,425	9,4
	batidora	1	0,2	-	-	0,2	0,2	1	1	0,5	0,8	0,4	0,1
	Microondas	4	3,5	-	-	3,5	14	4	1	0,25	0,7	0,175	2,5
	Cafetera	3	3	-	-	3	9	3	1	0,25	0,8	0,2	1,8
	Lavaplatos	1	2,2	-	-	2,2	2,2	1	1	0,5	0,8	0,4	0,9
	Televisores	5	0,4	-	-	0,4	2	5	1	0,5	0,8	0,4	0,8
	Incineradora	1	190	-	-	190	190	1	1	0,25	0,9	0,225	42,8
	Horno industrial	1	4	-	-	4	4	1	1	0,5	0,85	0,425	1,7
	Cocina	1	15	-	-	15	15	1	1	1	0,9	0,9	13,5
	Freidora	1	1	-	-	1	1	1	1	0,5	0,7	0,35	0,4
	Ascensor	2	6	-	-	6	12	2	1	1	0,9	0,9	10,8
	Montacargas	1	6	-	-	6	6	1	1	1	0,9	0,9	5,4
	Plancha	2	0,4	-	-	0,4	0,8	2	1	0,25	0,85	0,2125	0,2
	Secadora	2	2	-	-	2	4	2	1	0,25	0,85	0,2125	0,9
	Trituradora basuras	1	3,6	-	-	3,6	3,6	1	1	0,5	0,9	0,45	1,6
	Lavadora	2	2	-	-	2	4	2	1	0,25	0,85	0,2125	0,9
	Equipos varios	1	4	-	-	4	4	1	1	0,25	0,8	0,2	0,8
TOTAL							316,2	TOTAL				103,1	
Mantenimiento	13. EQUIPOS DE MANTENIMIENTO												
	Torno	1	1,5	-	-	1,5	1,5	1	1	0,25	0,8	0,2	0,3
	Equipo de soldadura	1	1	-	-	1	1	1	1	0,25	0,8	0,2	0,2
	Rectificadora	1	2	-	-	2	2	1	1	0,25	0,8	0,2	0,4
	Taladro	1	2	-	-	2	2	1	1	0,25	0,8	0,2	0,4

Cuaderno 11: Balance Eléctrico y elección de Planta Generadora
Sofía Fraga Ludeiro Bulkcarrier 100 000 TPM

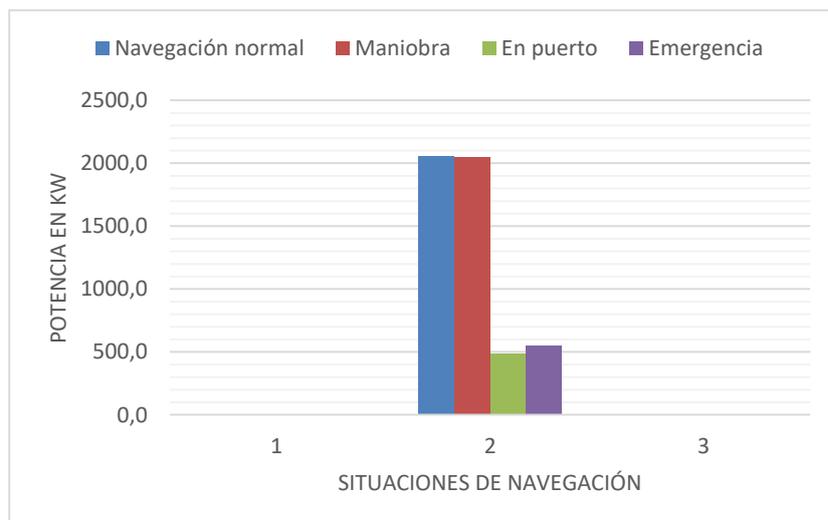
	TOTAL						6,5	TOTAL					1,3
E. cubierta	14. EQUIPOS DE CUBIERTA Y SERVO												
	molinete	2	143,7	-	-	-	287,4	0	0	0,25	0,8	0	0,0
	Servo	2	126	-	-	-	252	0	0	0,25	0,9	0	0,0
	TOTAL						539,4	TOTAL					0,0
E.Navegación	15. EQUIPOS DE NAVEGACIÓN, COMUNICACIONES Y ELECTRÓNICA												
	Equipo de radio	1	5	-	-	-	5	1	1	1	0,75	0,75	3,8
	radiogoniómetro	1	3,5	-	-	-	3,5	1	1	1	0,8	0,8	2,8
	Equipo de navegación	1	6	-	-	-	6	1	1	1	0,8	0,8	4,8
	Protección catódica	1	24	-	-	-	24	1	1	1	0,8	0,8	19,2
TOTAL						38,5	TOTAL					30,6	
Alumbrado	16. ILUMINACIÓN												
	alumbrado exterior	1	11	11	0,876	9,636	9,6	1	1	0,5	0,85	0,425	4,1
	alumbrado CM	1	20	22	0,909	19,998	20,0	1	1	1	0,9	0,9	18,0
	Alumbrado acomodación	1	17	18,5	0,893	16,5205	16,5	1	1	1	0,85	0,85	14,0
	Alumbrado emergencia	1	23	30	0,923	27,69	27,7	0	0	1	0,9	0	0,0
TOTAL						73,8	TOTAL					36,1	
TOTAL BALANCE ELÉCTRICO						3550,0	TOTAL BALANCE MANIOBRA					489,1	

5.5 Resultados del balance eléctrico

En este apartado se muestran a modo de visión global los resultados obtenidos del estudio de las diferentes condiciones dentro del balance eléctrico.

Sistema	Navegación normal	Emergencia	Maniobra	En puerto
Propulsión	0,0	0,0	0,0	0,0
Refrigeración	562,0	0,0	562,6	0,0
Lubricación	194,2	0,0	194,2	0,0
Combustible	389,4	0,0	389,4	0,0
Aire	178,3	0,0	178,3	0,0
Sentinas	3,5	3,5	3,5	3,5
Lastre	1,4	0,6	0,0	1,4
Agua Sanitaria	84,5	0,0	76,6	76,6
Generales	110,5	0,0	110,5	0,0
AC y ventilación	308,5	236,5	308,5	236,5
Contraincendios	0,0	224,4	0,0	0,0
Fonda y hotel	103,1	0,0	103,1	103,1
Mantenimiento	1,3	0,0	1,3	1,3
Cubierta y servo	57,1	28,4	57,1	0,0
E. Navegación	30,6	30,6	30,6	30,6
Iluminación	36,1	29,0	36,1	36,1
Sistema sellado	0	0	0	
Total	2057,0	553,0	2051,7	489,1

Se observa que la situación de mayor potencia requerida es con el buque en **navegación normal**.



Tras analizar los resultados se comprueba que la situación más desfavorable se encontrará en la condición de **navegación normal** y por tanto se dimensionará la planta eléctrica con la idea de cubrir las necesidades de dicha condición.

6 PLANTA GENERADORA

6.1 Planta generadora principal

En este apartado se escogerá la planta generadora necesaria para abastecer al buque proyecto en la condición más desfavorable que como se ha estudiado en apartados anteriores es la condición de navegación normal.

Como se establece en el Convenio SOLAS en todo buque es necesario instalar al menos dos grupos generadores de energía eléctrica de forma que se pueda asegurar el funcionamiento de los equipos auxiliares del buque aún en caso de avería de uno de ellos.

A razón de abaratar los costes de mantenimiento y piezas a bordo se ha optado por utilizar generadores diesel del mismo fabricante que para el motor principal. Se presenta a continuación la tabla resumen del balance eléctrico, con el añadido de un sobredimensionamiento del 20 % por motivos de seguridad.

Sistema	Navegación normal	Emergencia	Maniobra	En puerto
Propulsión	0,0	0,0	0,0	0,0
Refrigeración	562,0	0,0	562,6	0,0
Lubricación	194,2	0,0	194,2	0,0
Combustible	389,4	0,0	389,4	0,0
Aire	178,3	0,0	178,3	0,0
Sentinas	3,5	3,5	3,5	3,5
Lastre	1,4	0,6	0,0	1,4
Agua Sanitaria	84,5	0,0	76,6	76,6
Generales	110,5	0,0	110,5	0,0
AC y ventilación	308,5	236,5	308,5	236,5
Contraincendios	0,0	224,4	0,0	0,0
Fonda y hotel	103,1	0,0	103,1	103,1
Mantenimiento	1,3	0,0	1,3	1,3
Cubierta y servo	57,1	28,4	57,1	0,0
E. Navegación	30,6	30,6	30,6	30,6
Iluminación	36,1	29,0	36,1	36,1
Sistema sellado	0	0	0	
Total	2057,0	553,0	2051,7	489,1
Potencia 20%	2468,4	663,6	2462,1	586,9

La situación más desfavorable es, como ya se ha mencionado a lo largo del apartado anterior la navegación normal y por tanto se diseñará para esa potencia la planta generadora principal.

6.1.1 Pick up y Energía de reserva

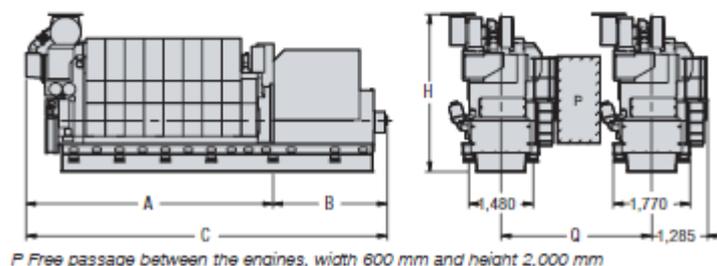
Grupo de generadores			
Situación	n= 2 (1 on)	n=3 (2 on)	n=4 (3 on)
2468,4	2510,00	1520,00	950,00
S usada ud.	49,17	81,20	86,61
S disponible ud.	50,83	18,80	13,39
Pick up	50,83	37,60	40,17
S respeto	100,00	100,00	100,00
Potencia de reserva KW	37857,9434	41831,7735	39947,6603
% Reserva total	150,83	137,60	140,17

Se observa en la tabla anterior que la situación más razonable es aquella de n=3 porque con n=2 generador no se llega al límite de uso que se recomienda para obtener una larga vida del motor diésel, la cual se estima entre el 75%- 90% y con n=4 estamos el límite mínimo, por tanto n=3 sería la decisión más óptima.

Por tanto, se escoge el modelo de **MAN 8L28/32DF**, se instalarán 3 generadores para abastecer al completo la planta eléctrica principal, de unas dimensiones como las que se indican a continuación.

Dimensions						
Cyl. No.		5	6	7	8	9
	r/min	720/750	720/750	720/750	720/750	720/750
A	mm	4,346	4,791	5,236	5,681	6,126
B	mm	2,486	2,766	2,766	2,986	2,986
C	mm	6,832	7,557	8,002	8,667	9,112
H	mm	3,712	3,712	3,899	3,899	3,899
Dry Mass	t	40.0	44.5	50.4	58.2	64.7

* Based on nominal generator efficiencies of 96%
** MDO viscosity must not exceed 8 mm²/s = cSt @ 40 °C



A continuación, se presenta una tabla comparativa para las diferentes condiciones de navegación establecidas, presentando el MCR para cada una de ellas:

Situación	Potencia requerida	Potencia instalada	3x8L28/32DF
	Kw	Kw	MCR %
Navegación	2468,4	3040	81,2
Maniobra	2462,1	3040	81,0
Emergencia	663,6	3040	21,8
Puerto	586,9	3040	19,3

Al principio del apartado se explicó que para que un generador tenga una vida larga, su régimen debe oscilar entre el 75% y el 90%. Después de observar la tabla anterior se presenta una serie de soluciones puesto que el MCR para la situación de emergencia y para puerto son demasiado bajas.

Por tanto, se exponen las diferentes razones por las que aun obteniendo un régimen de MCR muy bajo y desfavorable en las condiciones de puerto y emergencia se ha decidió instalar dichos generadores.

- Debido a la baja potencia eléctrica que se necesita en dichas condiciones estas podrían utilizar simplemente la energía suministrada por el alternador de cola sin requerir la utilización de los generadores de la planta eléctrica.
- Otra solución podría ser la utilización del generador de emergencia.

Cada generador está formado por un motor diesel generador de MAN, de modelo anteriormente indicado, este motor diésel de 8 cilindros de 4 tiempos de 1520 KW a 750 rpm tendrá las características que se detallan en el Anexo I de este mismo documento.

6.2 Planta generadora de emergencia

Como establece el SOLAS regla 44 capítulo II-1, se necesitará que grupo electrógeno de emergencia sea autónomo y que pueda arrancar fácilmente en frío, a una Tª de 0°C.

La fuente de energía de emergencia debe cumplir:

- Estar accionado por un motor primario apropiado, con alimentación independiente de combustible, cuyo punto de inflamación no sea inferior a 43°.
- Arrancar automáticamente cuando falle el suministro de la fuente de energía principal
- Si el generador de emergencia arranca automáticamente, quedará conectado directamente al cuadro de emergencia, y los servicios correspondientes se transferirán automáticamente a dicho generador.
- Este equipo deberá estar situado por encima de la cubierta corrida más alta y tener acceso fácil desde la cubierta expuesta.

Como ya se ha comentado en apartados anteriores la potencia necesaria para la condición de emergencia tiene un valor de 663,6 KW. Como se recogen en el SOLAS, para buques de carga es preciso dotar de grupo de emergencia para saciar las necesidades de esta condición. Además de cumplir los requisitos de la regla 42 parte D que ya se han comentado en puntos anteriores.

Por tanto, se escoge un generador de Potencia unitaria 840 KW, modelo **MAN 5L23/30DF Mk3 de cinco cilindros** para cubrir el valor de la condición de emergencia, se obtiene así los siguientes resultados que se recogen en la siguiente tabla:

Situación	Motores (Ud.)	Pot necesaria (KW)	Pot unitaria (KW)	Load%
Emergencia	1	663,6	840	79

7 DIMENSIONAMIENTO DEL SISTEMA DE CABLEADO

En este apartado se seleccionarán los cables necesarios para cada uno de los consumidores, para ello se aplicarán las siguientes fórmulas:

$$I_{abs} = \frac{P_{abs} * 1000}{\sqrt{3} * V * \cos\varphi}$$

$$I_{adm} = \frac{1,25 * I_{abs}}{0,7} * n^{\circ} \text{ cables}$$

$$\Delta V = \frac{0,023 * \sqrt{3} * L * I_{abs} * 1,25 * \cos\varphi}{S}$$

Se supone que la variación máxima es de un 2,5%, lo cual para la tensión de 400 V seleccionada equivale a un ΔV máximo de 10 V y para 230 V será de ΔV de 5,75 V.

Para la selección de la sección nominal de los cables se seguirá la tabla que recoge la UNE 21-135-83 que se adjunta a continuación. Como se ha enseñado en la asignatura Sistemas Eléctricos, se intentará no instalar cables de un diámetro mayor a 120 mm.

1	2	3	4	5	6
Sección nominal	PVC para uso general	PVC resistente al calor	Caucho butílico	EPR y polietileno reticulado	Caucho de silicona con aislamiento mineral
mm ²	60°C*	75°C*	80°C*	85°C*	95°C*
1	8	13	15	16	20
1,5	12	17	19	20	24
2,5	17	24	26	28	32
4	22	32	35	38	42
6	29	41	45	48	55
10	40	57	63	67	75
16	54	76	84	90	100
25	71	100	110	120	135
35	87	125	140	145	165
50	105	150	165	180	200
70	135	190	215	225	255
95	165	230	260	275	310
120	190	270	300	320	360
150	220	310	340	365	410
185	250	350	390	415	470
240	290	415	460	490	—
300	335	475	530	560	—

* Temperatura máxima admisible en el conductor.

UNE 21-135-83 (3)

Los resultados obtenidos de los cables por tanto son los siguientes:

Además, se calcula la caída de tensión por cada 100 m de cable para todos los consumidores, los valores obtenidos de ΔV no deberán ser superiores 10 V para 400 V y 5.75 para 230V.

CABLEADO DEL SISTEMA ELÉCTRICO (230-400 V)								
Sistema	Ptotal	cos fi	labs	ladm uni	nº cables	S (mm ²)	Cable XLP	ΔV cada 100 m
2. SERVICIO DE REFRIGERACIÓN								
Bomba agua salada	141	0,9	226,13	134,60	3	50	2//3x50	6,75625
Bomba agua dulce HT	55,38	0,9	88,82	158,60	1	70	1/3x70	5,68633929
Bomba agua dulce LT	141	0,9	226,13	201,90	2	70	2/3x70	7,23883929
Enfriador central	158	0,9	253,39	113,12	4	35	4/3x25	8,11160714
Enfriador camisas AD	148	0,9	237,36	141,28	3	50	3/3x35	7,09166667
Enfriador de barrido	158	0,9	253,39	226,24	2	95	2/3x95	5,97697368
3. SERVICIO DE LUBRICACIÓN								
Bomba circulación aceite	169,56	0,9	271,93	242,80	2	95	2/3x95	6,41427632
Enfriador aceite	158	0,9	253,39	226,24	2	95	2/3x95	5,97697368
4. SERVICIO DE COMBUSTIBLE								
Bomba de suministro	2,316	0,9	3,71	6,63	1	2,5	1/3x2,5	6,6585
Bomba circulación diesel	4,89	0,9	7,84	14,00	1	4	1/3x4	8,78671875
Pre calentador	237,75	0,9	381,29	226,96	3	95	3/3x95	5,99588816
Centrifugadoras fuel	4,89	0,9	7,84	14,00	1	4	1/3x4	8,78671875
Bomba suministro LNG	2,316	0,9	3,71	6,63	1	2,5	1/3x2,5	6,6585
5. SERVICIO DE AIRE								
Caldera Exh	237,75	0,9	381,29	226,96	3	95	3/3x95	5,99588816
6. SERVICIO DE SENTINAS								
Bomba de sentinas	33,041	0,9	52,99	94,62	1	35	1/3x25	6,78520536
7. SERVICIO DE LASTRE								
Bomba de agotamiento	4,6585	0,9	7,47	13,34	1	4	1/3x4	8,37074219

Cuaderno 11: Balance Eléctrico y elección de Planta Generadora
Sofía Fraga Ludeiro Bulkcarrier 100 000 TPM

Bombas de lastre	6,648	0,9	10,66	19,04	1	6	1/3x6	7,96375
9. SERVICIO DE AGUA SANITARIA								
Bomba sum a. fria	26,61	0,9	42,68	76,21	1	1	1/3x1	191,259375
Bomba sum. A caliente	19,756	0,9	31,68	56,58	1	1	1/3x1	141,99625
Generador de agua dulce	110	0,9	176,41	157,51	2	50	2/3x50	7,90625
Bomba recirculacion caliente	19,756	0,9	31,68	56,58	1	1	1/3x1	141,99625
Bomba recirculación fría	26,61	0,9	42,68	76,21	1	35	1/3x35	5,4645357
Calentadores	41,265	0,9	66,18	118,18	1	35	1/3x35	8,4740625
Planta de aguas residuales	35	0,9	56,13	100,23	1			
11. GENERALES PARA EL TIPO DE BUQUE								
Chigre	259,92	0,9	416,85	248,12	3	95	3/3x95	6,555
10. AIRE ACONDICIONADO Y VENTILACIÓN								
Compresor	84,69	0,9	135,82	242,54	1	95	1/3x95	6,40746711
AACC	237,75	0,9	381,29	226,96	3	95	3/3x95	5,99588816
Ventilación CM	45	0,9	72,17	128,87	1	50	1/3x50	6,46875
8. SERVICIO CONTRAINCENDIOS								
Bombas contraincendios	40,77	0,9	65,38	116,76	1	50	1/3x50	5,8606875
Bomba agua nebulizada	208,575	0,9	334,50	199,11	3	70	3/3x70	7,13872768
12. FONDA Y HOTEL (230V)								
exprimidor	0,4	0,9	0,64	1,15	1	1	1/3x1	2,875
frigorifico	22	0,9	35,28	63,00	1	35	1/3x35	4,51785714
Congelador	22	0,9	35,28	63,00	1	35	1/3x35	4,51785714
batidora	0,2	0,9	0,32	0,57	1	1	1/3x1	1,4375
Microondas	14	0,9	22,45	40,09	1	25	1/3x25	4,025
Cafetera	9	0,9	14,43	25,77	1	16	1/3x16	4,04296875

Cuaderno 11: Balance Eléctrico y elección de Planta Generadora
Sofía Fraga Ludeiro Bulkcarrier 100 000 TPM

Lavaplatos	2,2	0,9	3,53	6,30	1	4	1/3x2,5	3,953125
Televisores	2	0,9	3,21	5,73	1	4	1/3x2,5	3,59375
Incineradora	190	0,9	304,71	181,38	3	95	3/3x95	4,79166667
Horno industrial	4	0,9	6,42	11,46	1	6	1/3x6	4,79166667
Cocina	15	0,9	24,06	42,96	1	25	1/3x25	4,3125
Freidora	1	0,9	1,60	2,86	1	2,5	1/3x205	2,875
Ascensor	12	0,9	19,25	34,37	1	16	1/3x16	5,390625
Montacargas	6	0,9	9,62	17,18	1	10	1/3x10	4,3125
Plancha	0,8	0,9	1,28	2,29	1	1	1/3x1	5,75
Secadora	4	0,9	6,42	11,46	1	6	1/3x6	4,79166667
Trituradora basuras	3,6	0,9	5,77	10,31	1	6	1/3x6	4,3125
Lavadora	4	0,9	6,42	11,46	1	6	1/3x6	4,79166667
Equipos varios	4	0,9	6,42	11,46	1	6	1/3x6	4,79166667
13. EQUIPOS DE MANTENIMIENTO								
Torno	1,5	0,9	2,41	4,30	1	1,5	1/3x1,5	7,1875
Equipo de soldadura	1	0,9	1,60	2,86	1	1	1/3x1	7,1875
Rectificadora	2	0,9	3,21	5,73	1	2,5	1/3x2,5	5,75
Taladro	2	0,9	3,21	5,73	1	2,5	1/3x2,5	5,75
14. EQUIPOS DE CUBIERTA Y SERVO								
molinete	287,4	0,9	460,92	205,77	4	70	4/3x70	7,37745536
Servo	252	0,9	404,15	240,56	3	95	3/3x95	6,35526316
15. EQUIPOS DE NAVEGACIÓN, COMUNICACIONES Y ELECTRÓNICA (230V)								
Equipo de radio	5	0,9	8,02	14,32	1	10	1/3x10	3,59375
radiogoniómetro	3,5	0,9	5,61	10,02	1	6	1/3x6	4,19270833
Equipo de navegación	6	0,9	9,62	17,18	1	10	1/3x10	4,3125
Protección catódica	24	0,9	38,49	68,73	1	35	1/3x35	4,92857143

16. ILUMINACIÓN (230V)								
alumbrado exterior	9,636	0,9	15,45	27,60	1	16	1/3x16	4,32867188
alumbrado CM	19,998	0,9	32,07	57,27	1	25	1/3x25	5,749425
Alumbrado acomodación	16,5205	0,9	26,49	47,31	1	25	1/3x25	4,74964375
Alumbrado emergencia	27,69	0,9	44,41	79,30	1	35	1/3x35	5,68633929

7.1 Interruptores automáticos

Los interruptores automáticos son aparatos mecánicos de conexión capaces de establecer, soportar e interrumpir corrientes en las condiciones normales de circuito, así como establecer, soportar durante un tiempo determinado e interrumpir intensidades de sobrecarga o establecer la corriente eléctrica.

En este apartado se calcula el poder del corte de los interruptores automáticos necesarios en el buque a proyectar. Antes de nada denotar que el poder de corte de un aparato de protección es 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.

$$I_{kg} = \frac{I_{rg} * 100}{X_d \%}$$

Donde,

- I_{kg} : Valor máximo de la corriente de cortocircuito en el punto de instalación.
- I_{rg} : Es la corriente asignada del generador

$$I_{rg} = \frac{S_{rg}}{\sqrt{3} * U_r}$$

- X_d : Es la reactancia transitoria, que tomará un valor del 16%.
- U_r : tensión de servicio, en este caso 400 V.

El interruptor automático de protección del generador debe elegirse en base a los siguientes criterios:

- Corriente regulada superior a la corriente asignada del generador $I_1 > I_{rg}$
- Poder de corte I_{cu} o I_{cs} superior al valor máximo de la corriente de cortocircuito en el punto de instalación:
 - En caso de presencia de un generador único: $I_{cu} \geq I_{kg}$
 - En caso de n generadores en paralelo: $I_{cu} \geq I_{kg} * (n - 1)$

Valor de $I_{cu} \geq I_{Kg}$	
Generador en KW	1255,00
I_{rg}	2,01
S_{rg}	1394,44
Tensión (V)	400,00
X_d	16,00
cos fi	0,90
$I_{kg} (n - 1)$	25,16

Adicionalmente se establece la clase de interruptor automático que se va a utilizar los cuales son dispositivos diseñados de forma que, al detectar cierto tipo de anomalía en el circuito, ordena su disparo, dejando el circuito abierto.

Se escogerá por tanto un contactor de clase AC3, K12 que proporcionará alrededor de 2.8 millones de maniobras.

$(U_c \leq 440 \text{ V})$	$I_e \text{ (AC1) (A)}$		$I_e \text{ (AC3)}$ $T \leq 55^\circ\text{C}$
	$t \leq 55^\circ\text{C}$	$t \leq 70^\circ\text{C}$	
K9	25	17	9
K12	25	17	12
K18	32	22	18
K25	40	28	25
K32	50	35	32
K40	80	42	40
K50	80	56	50
K65	80	56	65
K80	125	80	80
K95	125	80	95

8 DIAGRAMA UNIFILAR

8.1 Descripción del unifilar

Se muestra **como anexo II** el diagrama unifilar de la planta eléctrica del buque de estudio. En él se mostrará la distribución escogida para un reparto de cargas equilibrado.

El sistema constará de 3 diésel generadores que alimentan un cuadro principal y que constan de sus correspondientes interruptores, adicionalmente y por motivos de seguridad y normativa se dispone de un generador diésel de menor potencia que los generales que formará parte del cuadro de emergencia.

Todos los cuadros presentes en el unifilar son de 400 V, como se puede observar el unifilar tiene 3 partes diferenciadas que podemos denotar:

- **Servicios esenciales:** Aquellos con los cuales el barco no podría navegar.
- **Servicios no esenciales:** Se trata de servicios cuyo funcionamiento no compromete el funcionamiento del equipo propulsor, por tanto, no afectarían a la navegación en caso de fallo de algún de estos sistemas.
- **Servicios de emergencia:** Son aquellos servicios indispensables para la navegación, vienen regidos por el SOLAS, y estos servicios pueden estar alimentados tanto por el generador de emergencia como por el cuadro principal.

9 ANEXOS

9.1 Generador principal

MAN Diesel & Turbo

MAN L28/32DF

Tier II Tier III

Tier III in gas mode

Bore: 280 mm, Stroke: 320 mm

Speed	r/min	720		750	
Frequency	Hz	60		50	
		Eng. kW	Gen. kW*	Eng. kW	Gen. kW*
5L28/32DF		1,000	950	1,000	950
6L28/32DF		1,200	1,140	1,200	1,140
7L28/32DF		1,400	1,330	1,400	1,330
8L28/32DF		1,600	1,520	1,600	1,520
9L28/32DF		1,800	1,710	1,800	1,710

Dimensions

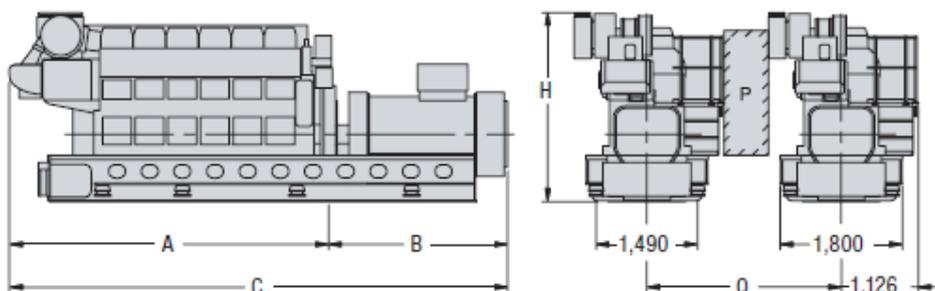
Cyl. No.		5	6	7	8	9
	r/min	720/750	720/750	720/750	720/750	720/750
A	mm	4,321	4,801	5,281	5,761	6,241
B	mm	2,400	2,510	2,680	2,770	2,690
C	mm	6,721	7,311	7,961	8,531	8,931
H	mm	2,835	3,009	3,009	3,009	3,009
Dry Mass	t	32.6	36.3	39.4	40.7	47.1

* Based on nominal generator efficiencies of 95%

Gas / fuel ratio:

- at load: 20-100% 93 / 7 (Tier II)
- at load: 20-100% 99 / 1 (Tier III)

Gas methane number ≥ 80



P Free passage between the engines, width 600 mm and height 2,000 mm

Q ~Min. distance between centre of engines: 2,655 mm (without gallery) ~2,850 mm (with gallery)

9.2 Generador de emergencia

Tier II Tier III

MAN L23/30H Mk 3

Tier III with SCR

Bore: 225 mm, Stroke: 300 mm

	Speed r/min	750		720		900	
		50		60		60	
Frequency	Hz	50		60		60	
		Eng. kW	Gen. kW ¹⁾	Eng. kW	Gen. kW ¹⁾	Eng. kW	Gen. kW ¹⁾
5L23/30H Mk 3 ECR		-	-	500	475	-	-
5L23/30H Mk 3		885	840	850	810	-	-
6L23/30H Mk 3		1,062	1,010	1,020	970	1,200	1,140
7L23/30H Mk 3		1,239	1,180	1,190	1,130	1,400	1,330
8L23/30H Mk 3		1,416	1,345	1,360	1,290	1,600	1,520
9L23/30H Mk 3		1,593	1,515	1,530	1,455	1,800	1,710

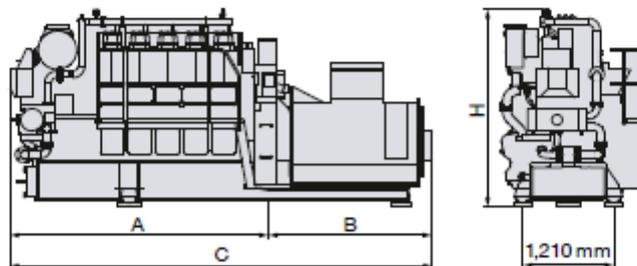
Dimensions (5-7 cylinder)

Cyl. no.	r/min	5		6		7	
		720 ECR	720/750	720/750	900	720/750	900
A	mm	3,379	3,379	3,749	3,749	4,119	4,276
B	mm	2,202	2,202	2,252	2,252	2,302	2,302
C	mm	5,581	5,581	6,001	6,001	6,421	6,578
H	mm	2,621	2,621	2,621	2,621	2,621	2,621
Dry mass	t	16.8	16.8	18.4	18.6	20.7	20.7

Dimensions (8-9 cylinder)

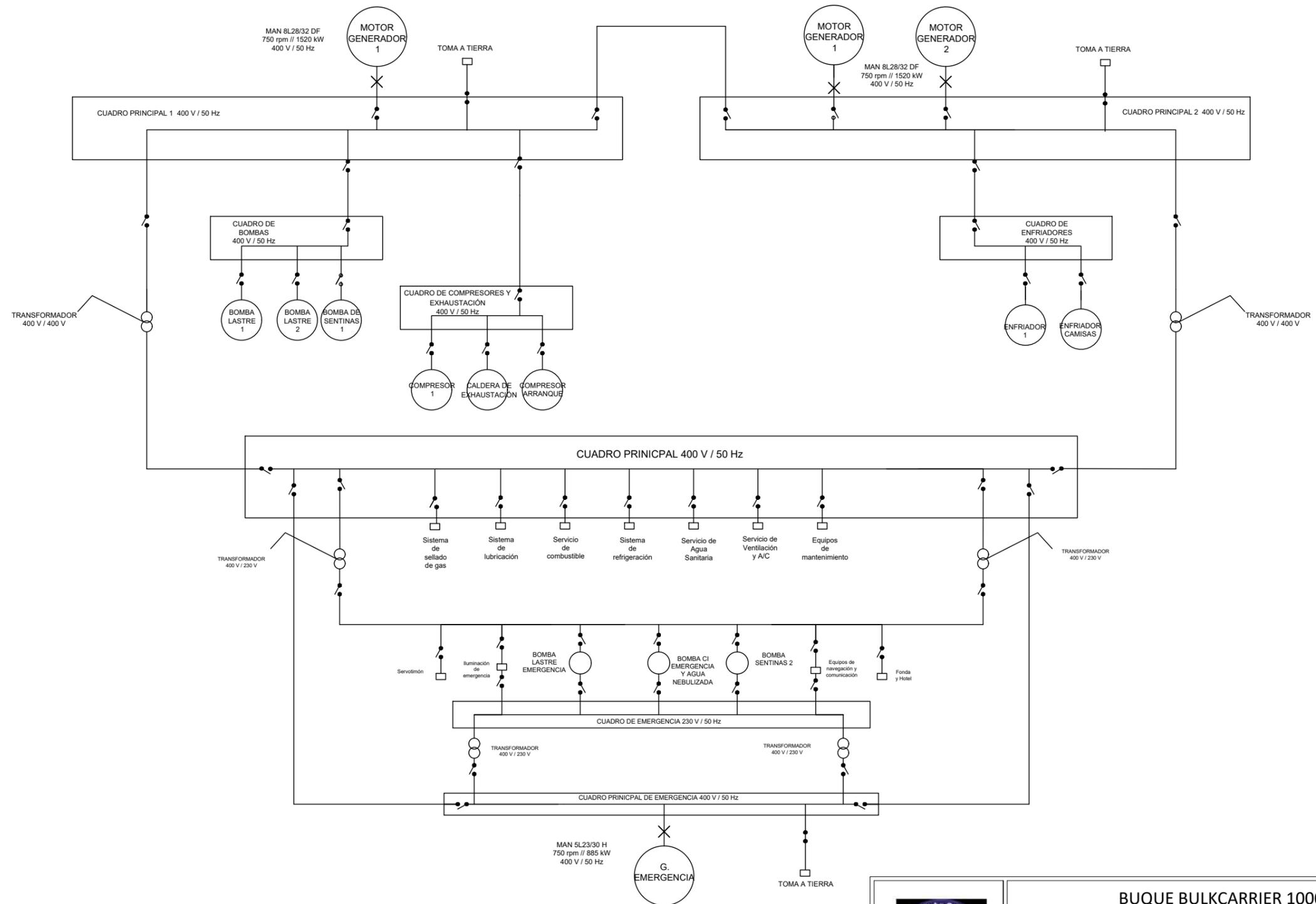
Cyl. no.	r/min	8		9	
		720/750	900	720/750	900
A	mm	4,489	4,896	4,859	5,266
B	mm	2,352	2,352	2,402	2,402
C	mm	6,841	7,248	7,261	7,668
H	mm	2,621	2,621	2,621	2,621
Dry mass	t	22.5	22.6	24.5	24.5

¹⁾ Based on nominal generator efficiencies of 95%



Free passage between the engines, width 600 mm and height 2,000 mm
 Minimum distance between centre of engines: ~2,250 mm (without gallery) ~2,600 mm (with gallery)

10 ANEXO II: DIAGRAMA UNIFILAR



GRADO EN INGENIERÍA
NAVAL Y OCEÁNICA

BUQUE BULKARRIER 100000 D.W.T			
ESCALA: --	Nº PROYECTO:	Nº PLANO:	FECHA: JULIO 2021
TÍTULO: UNIFILAR			
AUTOR: SOFÍA FRAGA LUDEIRO			FIRMA:
ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE FERROL			