



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

Trabajo Fin de Grado
CURSO 2020/21

CUADERNO 11

Grado en Ingeniería Naval y Oceánica

ALUMNA

Carla Fuentes Lorenzo

TUTOR

Marcos Míguez González

FECHA

Septiembre 2021

1 REQUISITOS PREVIOS DE ACTIVIDAD



GRADO EN INGENIERÍA NAVAL Y OCEÁNICA TRABAJO FIN DE GRADO

CURSO 2.020-2021

PROYECTO NÚMERO 2021-GENO-25

TIPO DE BUQUE: Buque arrastrero congelador 1500m3.

CLASIFICACIÓN, COTA Y REGLAMENTOS DE APLICACIÓN: Bureau Veritas NR600 Noviembre 2018. Torremolinos, MARPOL.PARA ZONAS POLARES.

CARACTERÍSTICAS DE LA CARGA: Volumen de bodega de 1500 m^3 . Bodegas y entrepuentes de carga.

VELOCIDAD Y AUTONOMÍA: 12 nudos en condiciones de servicio, 85% MCR Y 10 % margen de mar. 40 días de autonomía.

SISTEMAS Y EQUIPOS DE CARGA / DESCARGA: Los propios de este tipo de buques.

PROPULSIÓN: Motor diésel acoplado a hélice de paso fijo.

TRIPULACIÓN Y PASAJE: 32 tripulantes.

OTROS EQUIPOS E INSTALACIONES: Hélice transversal de proa y los habituales en este tipo de buques.

Ferrol, 02 Febrero 2021

ALUMNA: **D^a Carla Fuentes Lorenzo**



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

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

BUQUE ARRASTRERO CONGELADOR DE 1500m3

Grado en Ingeniería Naval y Oceánica

CUADERNO 11

DEFINICIÓN DE LA PLANTA ELÉCTRICA

CONTENIDOS

1 REQUISITOS PREVIOS DE ACTIVIDAD.....	3
2 INTRODUCCIÓN.....	8
3 DEFINICIÓN DE LA PLANTA ELÉCTRICA.....	9
3.1 Parámetros de la tensión, frecuencia y THD	9
3.2 Alumbrado	10
4 DESGLOSE Y CARACTERÍSTICAS DE LOS CONSUMIDORES	15
4.1 Servicios de gobierno del buque.....	15
4.2 Sistema de combustible.....	15
4.3 Sistema de lubricación.....	16
4.4 Sistema de aire.....	17
4.5 Sistema de refrigeración motores.....	17
4.6 Sistema de achique de sentinas /lastre	18
4.7 Sistema CI	18
4.8 Sistema de ventilación.....	19
4.9 Auxiliares de cubierta	19
4.10 Sistema de agua.....	20
4.11 Sistema de congelación y conservación.....	21
4.12 Sistema auxiliar de pesca.....	21
4.13 Servicios de habilitación	22
4.14 Planta de procesado del pescado.....	22
4.15 Iluminación.....	23
4.16 Equipos de navegación y comunicación.....	23
4.17 Generador de emergencia.....	24
5 BALANCE ELÉCTRICO	26
5.1 Generalidades	26
5.2 Justificación de los coeficientes.....	26
5.3 Tabla del balance eléctrico	28
5.3.1 Condición de navegación con conservación.....	29
5.3.2 Condición de navegación arrastrando, procesando, congelando y conservando.....	35
5.3.3 Condición de puerto.....	41
5.3.4 Condición de emergencia	47
5.3.5 Resultados del balance eléctrico	53

6 SELECCIÓN DE LOS GENERADORES	55
6.1 Generadores principales.....	55
6.1.1 Opción de dos generadores de 1480 KW	56
6.1.2 Opción de 2 generadores de 900KW y un generador de cola PTI/PTO de 900KW	57
6.1.3 Resultados.....	59
6.2 Generador de emergencia.....	61
7 DIAGRAMA UNIFILAR Y CONFIGURACIÓN DE LA PLANTA ELÉCTRICA ..	62
8 CABLES	64
8.1 Cables del sistema de gobierno.....	66
8.2 Cables del sistema de combustible	66
8.3 Cables del sistema de lubricación	67
8.4 Cables del compresor de aire	67
8.5 Cables de refrigeración del motor.....	68
8.6 Cables de bombas de sentinas.....	68
8.7 Cables de CI.....	69
8.8 Cables de la ventilación.....	69
8.9 Cables auxiliares de cubierta.....	70
8.10 Cables de equipos de agua	70
8.1 Cables de refrigeración y congelado	71
8.2 Cables de equipos auxiliares de pesca	72
8.3 Cables de habilitación.....	72
8.4 Cables de equipos de procesado de pescado	73
8.5 Cables de iluminación.....	74
8.6 Cables de equipos de navegación y comunicación	74
9 Otros componentes del sistema eléctrico	76
9.1 Elementos de protección del sistema eléctrico	76
9.1.1 Interruptores	76
9.1.2 Fusibles	76
9.2 Cuadros de distribución	76
9.2.1 Cuadro principal.....	76
9.2.2 Cuadro de emergencia	77
9.3 Transformadores	77
10 BIBLIOGRAFÍA.....	78
11 Anexo I ficha técnica MMAA.....	79

12 Anexo II ficha técnica MAE 81

2 INTRODUCCIÓN

En este cuaderno se realizarán todos los cálculos relativos al dimensionamiento de la planta eléctrica del buque.

Empezaremos por definir nuestros consumidores, introduciendo los datos obtenidos en cuadernos anteriores. Todos los equipos auxiliares del sistema de propulsión, por ejemplo, se han calculado en el cuaderno 10, y ahora tomamos los valores de los consumos de esos equipos. En función a estos consumos, y estableciendo un número de horas de funcionamiento según la condición, obtenemos el balance eléctrico. Se realiza este balance eléctrico para los 4 casos más representativos de este buque: condición de navegación, navegación en arrastre mientras procesa y congela, condición de atraque en puerto y situación de emergencia. Se obtienen los valores de consumo energético para cada condición, y a partir de la más desfavorable se dimensionan los generadores.

Se estudia la posibilidad de instalar, o bien 2 grandes generadores, o bien 2 generadores más pequeños +1 PTO para nuestra planta eléctrica. Se escoge también el generador de emergencia en función al consumo obtenido en la condición de emergencia en el balance eléctrico.

Se calculan los cables de todos los consumidores de la planta eléctrica.

Se diseña el esquema del diagrama unifilar de la planta eléctrica y se explican otros elementos de la planta eléctrica.

3 DEFINICIÓN DE LA PLANTA ELÉCTRICA

En el buque proyecto la planta eléctrica es totalmente independiente de la planta propulsora, por lo que dispondremos de dos grupos generadores que abastezcan nuestras necesidades eléctricas, las cuales se calculan a continuación.

Se dispone también de un grupo generador de emergencia, el cual escogeremos en el apartado del balance eléctrico en función a las necesidades de electricidad en la condición de emergencia.

El buque contará con dos tipos de tensión:

Por un lado, se trabajará con una red trifásica de corriente alterna de 400V, que alimente motores, bombas, compresores y demás equipos.

Y por dispondremos también de una red de corriente monofásica de 230V, destinada a alimentar pequeños consumidores y las necesidades de iluminación.

Para transformar esta tensión para los diferentes consumidores del buque, se emplearán transformadores, que explicaremos en otro apartado del cuaderno.

3.1 Parámetros de la tensión, frecuencia y THD

Los requisitos que debemos cumplir según la norma IEC 60092-101:2002 son los siguientes:

Parámetros de la tensión

- Tolerancia de la tensión permanente: +6 % -10 %
- Tolerancia de la tensión desequilibrada: 7 % (incluyendo desequilibrio de fase)
- Desequilibrio de la tensión entre fases (Permanente): 3 %
- Desviación de la variación cíclica de la tensión (Permanente): 2 %
- Transitorios de tensión: +20 % - 20 %
- Tiempo de recuperación de los transitorios de tensión: máximo 1,5s.

Parámetros de la frecuencia

1. Tolerancia de la frecuencia (Permanente): +5 % - 5 %
2. Desviación de la variación cíclica de la frecuencia (Permanente): 0,5 %
3. Tolerancia de los transitorios de frecuencia: +10 % - 10 %
4. Tiempo de recuperación de los transitorios: máximo 5 %

La distorsión armónica total (THD) sirve como medida del contenido total de armónicos en una señal. El contenido máximo de armónicos en la instalación no debe de superar el 10%.

3.2 Alumbrado

Dentro del alumbrado de nuestro buque tenemos que diferenciar entre alumbrado general, alumbrado exterior y alumbrado de emergencia:

-El alumbrado general se refiere a la iluminación de los diferentes locales del buque, tanto espacios de maquinaria como zonas de trabajo o habilitación. Este alumbrado depende de la generación de los motores auxiliares, por lo que, ante un fallo en los grupos generadores, el alumbrado general dejará de estar alimentado, y por lo tanto nos quedaremos sin iluminación en estos espacios.

-El alumbrado exterior engloba toda la iluminación de las cubiertas, como pueden ser las luces de la cubierta de trabajo donde están todos los aparejos de pesca.

-El alumbrado de emergencia es aquel que funciona aún cuando fallen los grupos generadores. Las zonas de evacuación, de botes de rescate, los puestos de maniobra en el puente del buque, local de control de máquinas, alumbrado de socorro, etc.

Alumbrado general

Para el cálculo del alumbrado general nos apoyaremos en la formulación propuesta por Manuel Baquerizo Pardo "*Electricidad aplicada al buque*".

$$L = \frac{E * S * F_d}{F_u}$$

Donde:

L es el flujo luminoso, en lúmenes, lm

E es la iluminación, en luxes, lx

S es la superficie en m²

F_d es el factor de suciedad, entre 1,25 y 2,5, que aceptamos como 2

F_u es el factor de utilización, que tomamos como 0,5

En la siguiente tabla se proponen valores de iluminación según el tipo de local:

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 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

Calcularemos entonces la iluminación según el tipo de espacio, clasificándolos de la siguiente manera:

CÁLCULO ILUMINACIÓN INTERIOR				
Espacio	Superficie (m2)	Iluminancia (lx)	Lúmenes (lm)	KW
Camarotes oficiales	115,00	250,00	115000,00	0,77
Camarotes tripulación	135,00	200,00	108000,00	0,72
Comedores y salones	165,00	150,00	99000,00	0,66
Cocina	28,00	250,00	28000,00	0,19
Gambuzas	65,00	200,00	52000,00	0,35
Enfermería	26,00	800,00	83200,00	0,55
Pasillos	48,00	150,00	28800,00	0,19
Aseos	75,00	250,00	75000,00	0,50
Parque de pesca	520,00	500,00	1040000,00	6,93
Cámara de máquinas	185,00	300,00	222000,00	1,48
Bodegas	629,00	250,00	629000,00	4,19
Puente	80,00	500,00	160000,00	1,07
Talleres	36,00	500,00	72000,00	0,48
Locales de servicios	68,00	300,00	81600,00	0,54
			TOTAL	18,62kW

Los cálculos de superficie se han realizado en base al plano de disposición general que se anexa al final del cuaderno.

Cabe mencionar que la equivalencia entre lúmenes y W es de 150lm=1W.

Alumbrado exterior

Dispondremos de proyectores ubicados en lugares clave como el palo de luces o el p \acute{o} rtico de popa para que iluminen la cubierta de trabajo.


Los proyectores a instalar para la iluminaci \acute{o} n exterior son los siguientes:

ILUMINACI \acute{O} N EXTERIOR			
Lugar	Cantidad	Consumo unitario(KW)	Consumo total (KW)
Focos en popa para cubierta de trabajo	2,00	1,00	2,00
Focos en el p \acute{o} rtico de popa	2,00	1,00	2,00
Focos a proa del puente	2,00	1,00	2,00
Focos en el palo para cubierta de trabajo	4,00	0,06	0,22
Total			6,22 KW

Como en este caso no se dispon \acute{i} a de formulaci \acute{o} n para estimar la potencia necesaria, nos hemos apoyado en el n \acute{u} mero de focos que presentan buques similares. Los datos de consumos se han obtenido del cat \acute{a} logo del proveedor (Baitra)

Los proyectores m \acute{a} s potentes, de 1KW, se corresponden con el siguiente modelo:

FICHA T \acute{E} CNICA	
Material	acero inox
Color	blanco
W	1000 W
Protecci \acute{o} n	IP56
Candelas	1.25.000
Alcance	1.125 m
Movimiento vertical	45 $^{\circ}$
∅ interior	400
∅ exterior	472



PROYECTOR CON BASE
1000W - 220V




Referencia: 035004

Estado: Nuevo

[Tweet](#) [Compartir](#)

[Enviar a un amigo](#)

[Imprimir](#)

Los proyectores que se ubicar \acute{a} n en el palo de luces ser \acute{a} n los siguientes:



FOCO CUBIERTA GREEN BAY 12V-55W

Referencia: 214017

Estado: Nuevo

Foco de cubierta:

[Tweet](#) [Compartir](#)

[Enviar a un amigo](#)

[Imprimir](#)

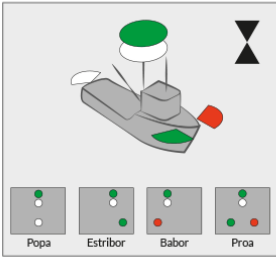
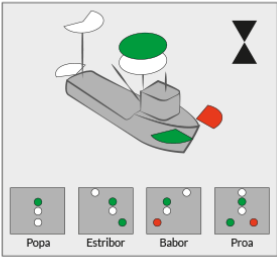
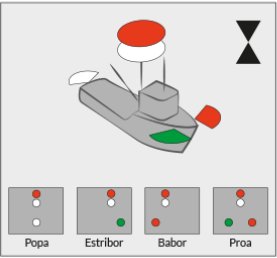
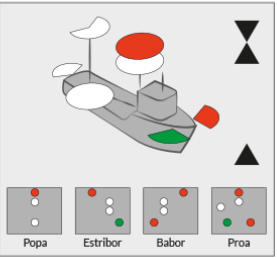
Luces de navegación

Además del alumbrado interior y exterior del buque, necesario para trabajar, nuestro buque debe ir equipado con las pertinentes luces de navegación, necesarias para hacerse ver en el mar.

Por ser un buque arrastrero de más de 50m de eslora, las luces a instalar son las siguientes:

- 1 luz todo horizonte blanca 360°
- 1 luz todo horizonte verde 360°
- 1 luz todo horizonte roja 360°
- 1 luz de fondeo blanca 360°
- 1 luz de remolque amarilla 360°
- 1 luz de alcance blanca 135°
- 2 luces de tope blancas 225°
- 1 luz de costado verde 112,5°
- 1 luz de costado roja 112,5°

En la siguiente imagen se esquematiza el sistema de luces de navegación del que dispondremos, en este caso, arrastre mayor de 50m:

Arrastre menor de 50 m	Arrastre mayor de 50 m	No arrastre menor de 50 m	Mayor de 50 m y aparejo a más de 150 m
			
<ul style="list-style-type: none"> • Luces todo horizonte verde y blanca. • Dos conos superpuestos por sus vertices. 	<ul style="list-style-type: none"> • Luces todo horizonte verde y blanca. • Tope elevado sobre luz verde. • Dos conos superpuestos por sus vertices. 	<ul style="list-style-type: none"> • Luces todo horizonte roja y blanca. 	<ul style="list-style-type: none"> • Luces todo horizonte roja y blanca. • Luz todo horizonte blanca a banda del aparejo. • Un cono con vertice hacia arriba del lado del aparejo.

Calculamos ahora el consumo de estas luces de navegación:

LUCES DE NAVEGACIÓN			
Descripción	Cantidad	Consumo unitario (W)	Consumo total (W)
luz todo horizonte blanca 360°	1,00	6,00	6,00
luz todo horizonte verde 360°	1,00	6,00	6,00
luz todo horizonte roja 360°	1,00	8,00	8,00
luz de fondeo blanca 360°	1,00	6,00	6,00
luz de remolque amarilla 360°	1,00	8,00	8,00
luz de alcance blanca 135°	1,00	6,00	6,00
2 luces de tope blancas 225°	2,00	35,00	70,00
luz de costado verde 112,5°	1,00	6,00	6,00
luz de costado roja 112,5°	1,00	8,00	8,00
TOTAL			0,12 KW

Concluimos pues, que el alumbrado general consumirá 18,62kW, el alumbrado exterior consumirá 6,22kW, y las luces de navegación 0,12kW, obteniendo una potencia requerida total de **24,96KW** para la iluminación.

4 DESGLOSE Y CARACTERÍSTICAS DE LOS CONSUMIDORES

Los consumos de potencia de los diferentes equipos se han, o bien extraído de los cálculos en sus respectivos cuadernos (del cuaderno 10 para sistemas auxiliares de la propulsión y del cuaderno 12 para sistemas auxiliares), o bien se han estimado en base a los consumos de buques similares.

4.1 Servicios de gobierno del buque

Como ya hemos dicho antes, el sistema de propulsión de nuestro buque está desvinculado a la planta eléctrica, ya que tenemos una propulsión diésel totalmente mecánica, por lo que en este apartado solamente se incluirán los equipos de gobierno y maniobra del buque, que vienen siendo el servotimón (que serán 2, por exigencia de seguridad) y la hélice transversal de proa, cuya potencia conocemos tras el cuaderno 12.

		Características				
			Potencia unitaria			
Sistema	Nombre del equipo	Nº equipos instalados	Pu abs (kW)	η_E	P util (kW)	P total (N*Putil) (KW)
Gobierno del buque	Hélice proa	1,000	450,000	0,940	478,723	478,723
	Servotimón	2,000	15,000	0,880	17,045	34,091
					TOTAL	512,814

4.2 Sistema de combustible

El sistema de combustible se ha calculado en el cuaderno 10, y los equipos necesarios son los siguientes:

		Características				
			Potencia unitaria			
Sistema	Nombre del equipo	Nº equipos instalados	Pu abs (kW)	η_E	P util (kW)	P total (N*Putil) (KW)
Alimentación de combustible	Bomba alimentación tanques sedimentación	4,000	2,100	0,830	2,530	10,120

	Bombas alimentación separador centrífugo	4,000	0,242	0,830	0,292	1,166
	Pre calentador del separador	1,000	1,830	0,900	2,033	2,033
	Bomba de stand-by	1,000	13,230	0,750	17,640	17,640
					TOTAL	30,960

4.3 Sistema de lubricación

También justificado y dimensionado en el cuaderno 10, este sistema está formado por una bomba de prelubricación, una bomba de lubricación, un enfriador de aceite y una purificadora de aceite, cuyas potencias se exponen en la siguiente tabla:

		Características				
			Potencia unitaria			
Sistema	Nombre del equipo	Nº equipos instalados	Pu abs (kW)	η_E	P util (kW)	P total (N*Putil) (KW)
Sistema de lubricación	Separadora de aceite	1,000	1,400	0,720	1,944	1,944
	Bomba de stand-by	1,000	4,230	0,840	5,036	5,036
	Bomba alimentación separador	2,000	0,270	0,750	0,360	0,720
					TOTAL	7,700

4.4 Sistema de aire

Al tratarse de un buque pequeño, no tiene grandes necesidades en lo que al sistema de aire comprimido se refiere, por lo que solamente dispondremos de 2 compresores a bordo, con una potencia de 7,5kW cada uno:

		Características				
			Potencia unitaria			
Sistema	Nombre del equipo	Nº equipos instalados	Pu útil (kW)	η_E	Pa Absorbida (kW)	P total (N*Abs) (KW)
Siste de aire comprimido	Compresor	2,000	7,500	0,860	8,721	17,442

4.5 Sistema de refrigeración motores

El sistema de refrigeración de los motores se compone de dos bombas de refrigeración de agua dulce de alta temperatura, dos bombas de agua dulce de baja temperatura y dos bombas de agua salada para la refrigeración externa:

		Características				
			Potencia unitaria			
Sistema	Nombre del equipo	Nº equipos instalados	Pu abs (kW)	η_E	P util (kW)	P total (N*Putil) (KW)
Sistema de refrigeración	Bomba stand-by	2,000	7,500	0,860	8,721	17,442
	Bomba refrigeración agua salada	2,000	3,000	0,860	3,488	6,977
	Bomba agua dulce	2,000	4,000	0,860	4,651	9,302
	Bomba agua salada	2,000	7,500	0,860	8,721	17,442
	Bomba circulación ciruito HT	2,000	7,500	0,860	8,721	17,442
					TOTAL	68,605

4.6 Sistema de achique de sentinas /lastre

Para el achique de sentinas tendremos una bomba de achique y un separador de sentinas, ambos recogidos en la siguiente tabla según cálculos realizados en el cuaderno 12:

		Características				
			Potencia unitaria			
Sistema	Nombre del equipo	Nº equipos instalados	Pu abs (kW)	η_E	P util (kW)	P total (N*Putil) (KW)
Sentinas	Bomba de sentinas/lastre	2,000	6,600	0,800	8,250	16,500
	Separador de sentinas	1,000	6,000	0,800	7,500	7,500
					TOTAL	24,000

4.7 Sistema CI

Como hemos explicado en el cuaderno 12, de equipos auxiliares, tendremos un sistema fijo de extinción de incendios por agua nebulizada, y una motobomba CI de emergencia que exige el reglamento:

		Características				
			Potencia unitaria			
Sistema	Nombre del equipo	Nº equipos instalados	Pu abs (kW)	η_E	P util (kW)	P total (N*Putil) (KW)
CI	Bomba CI emergencia	2,000	6,600	0,850	7,765	15,529
	Equipo extincion incendios	1,000	67,900	0,800	84,875	84,875
					TOTAL	100,404

4.8 Sistema de ventilación

El sistema de ventilación, calculado en detalle en el cuaderno 12, se recoge también en este balance eléctrico, por ser uno de los sistemas de mayor consumo eléctrico en los buques.

		Características				
			Potencia unitaria			
Sistema	Nombre del equipo	Nº equipos instalados	Pu abs (kW)	η_E	P util (kW)	P total (N*Putil) (KW)
Ventilación	Ventilador CM	2,000	11,000	0,800	13,750	27,500
	Ventilación cocina	4,000	0,300	0,800	0,375	1,500
	Ventilación aseos	21,000	0,450	0,800	0,563	11,813
	Ventilación parque de pesca	4,000	4,450	0,800	5,563	22,250
	Ventilación local MAE	3,000	1,200	0,800	1,500	4,500
	Ventilación local lavandería	3,000	1,200	0,800	1,500	4,500
	Ventilación local AACC	2,000	1,200	0,800	1,500	3,000
	Climatización habitación	1,000	28,960	0,800	36,200	36,200
						TOTAL

4.9 Auxiliares de cubierta

Los equipos de cubierta a considerar en cuanto a consumo eléctrico son el molinete para el izado del ancla y la cadena, el cabrestante del sistema de amarre y una grúa que se encuentra en la zona de popa de la cubierta, que se emplea para cargar víveres en el buque y para desalojar repuestos de los equipos de cámara de máquinas cuando sea necesario.

		Características				
			Potencia unitaria			
Sistema	Nombre del equipo	Nº equipos instalados	Pu abs (kW)	η_E	P util (kW)	P total (N*Putil) (KW)
Auxiliares de cubierta	Molinete	2,000	68,000	0,900	75,556	151,111
	Cabrestante	1,000	22,000	0,900	24,444	24,444
					TOTAL	175,556

4.10 Sistema de agua

El sistema de agua sanitaria se incluye también en el balance eléctrico por tener una demanda de energía eléctrica considerable. Está formado por los equipos citados a continuación:

			Potencia unitaria			
Sistema	Nombre del equipo	Nº equipos instalados	Pu abs (kW)	η_E	P util (kW)	P total (N*Putil) (KW)
Agua sanitaria	Planta TAR	1,000	9,000	0,900	10,000	10,000
	Generador agua dulce	2,000	0,750	0,850	0,882	1,765
	Bomba agua dulce fría	1,000	1,850	0,800	2,313	2,313
	Bomba agua dulce caliente	1,000	1,850	0,800	2,313	2,313
	Bomba recirculación agua caliente	1,000	0,150	0,900	0,167	0,167
	Bomba recirculación agua fría	1,000	0,080	0,900	0,089	0,089
	Planta de ósmosis	1,000	25,000	0,800	31,250	31,250
	Calentador	1,000	25,000	0,800	31,250	31,250
					TOTAL	79,145

4.11 Sistema de congelación y conservación

Para el túnel de congelado y los equipos de refrigeración de bodegas tenemos:

		Características				
			Potencia unitaria			
Sistema	Nombre del equipo	Nº equipos instalados	Pu útil (kW)	η_E	Pa Absorbida (kW)	P total (N*Abs) (KW)
Congelación y conservación	Tunel congelado	1,000	312,000	0,940	331,915	331,915
	Refrigeración bodegas	1,000	128,000	0,930	137,634	137,634
					TOTAL	469,549

4.12 Sistema auxiliar de pesca

Como veremos a continuación el sistema de pesca es uno de los mayores consumidores de energía eléctrica en el buque. Aún así, cabe destacar que los equipos siguientes no trabajan simultáneamente, como veremos en las diferentes condiciones de trabajo del buque

		Características				
			Potencia unitaria			
Sistema	Nombre del equipo	Nº equipos instalados	Pu abs (kW)	η_E	P util (kW)	P total (N*Putil) (KW)
Sistemas auxiliares de pesca	Maquinillas arraste	1,000	250,000	0,940	265,957	265,957
	Carretel red	1,000	180,000	0,950	189,474	189,474
	Maquinillas lanteon	1,000	135,000	0,940	143,617	143,617
	Maquinillas de malleta	1,000	130,000	0,940	138,298	138,298
	Maquinilla de copo	1,000	120,000	0,910	131,868	131,868
	Maquinillas auxiliares	1,000	11,000	0,910	12,088	12,088
	Tambor de red	1,000	110,000	0,910	120,879	120,879
	Maquinilla largado de copo	1,000	30,000	0,940	31,915	31,915
					TOTAL	1034,096

4.13 Servicios de habilitación

En lo que a habilitación se refiere hemos agrupado todos los equipos de cocina en un único concepto, además tenemos las lavadoras, secadoras y planchas de la lavandería, y las gambuzas de fresco y de congelado donde almacenamos los víveres:

		Características				
			Potencia unitaria			
Sistema	Nombre del equipo	Nº equipos instalados	Pu útil (kW)	η_E	Pa Absorbida (kW)	P total (N*Abs) (KW)
Habilitación	Cocina, horno, amasadora, peladora, microondas, etc	1,000	28,000	0,850	32,941	32,941
	Lavandería	1,000	11,000	0,860	12,791	12,791
	Gambuza refrigerada	1,000	21,000	0,870	24,138	24,138
					TOTAL	69,870

4.14 Planta de procesamiento del pescado

Una de las características más importantes de nuestro buque es que además de ser un buque pesquero, en su interior dispone de una factoría para el procesamiento del pescado, de manera que, conforme se reciben las capturas se limpian, descabezan, filetean y envasan, así se empaquetan y empaletizan tal y como las va a recibir el cliente final. Dentro de esta planta de procesamiento podemos distinguir los siguientes equipos:

		Características				
			Potencia unitaria			
Sistema	Nombre del equipo	Nº equipos instalados	Pu útil (kW)	η_E	Pa Absorbida (kW)	P total (N*Abs) (KW)
Planta de procesamiento de pescado	Fileteadora	2,000	1,200	0,900	1,333	2,667
	Evacuador desperdicios	1,000	2,000	0,900	2,222	2,222
	Motor lavadora pescado	2,000	0,800	0,850	0,941	1,882
	Descabezadora	2,000	4,500	0,900	5,000	10,000
	Peladora	2,000	5,000	0,900	5,556	11,111

	Cinta transportadora	4,000	1,800	0,900	2,000	8,000
	Empaquetadora de bloques	1,000	3,100	0,900	3,444	3,444
	Compesor	2,000	4,000	0,850	4,706	9,412
	Evaporador	2,000	3,000	0,900	3,333	6,667
	Bomba de condensador	2,000	6,000	0,800	7,500	15,000
					TOTAL	70,405

4.15 Iluminación

El cálculo de iluminación ya se ha realizado en el apartado 4.2 de este cuaderno, por lo que ahora solamente debemos incluirlo en el balance eléctrico completo del buque:

		Características				
			Potencia unitaria			
Sistema	Nombre del equipo	Nº equipos instalados	Pu útil (kW)	η_E	Pa Absorbida (kW)	P total (N*Abs) (KW)
Iluminación	Iluminación interior	1,000	18,620	1,000	18,620	18,620
	Iluminación exterior	1,000	6,220	1,000	6,220	6,220
	Luces de navegación	1,000	0,120	1,000	0,120	0,120
					TOTAL	24,960

4.16 Equipos de navegación y comunicación

Por último, pese a ser poco su consumo en relación con el total, consideramos también los equipos de navegación y comunicación del buque:

		Características				
			Potencia unitaria			
Sistema	Nombre del equipo	Nº equipos instalados	Pu útil (kW)	η_E	Pa Absorbida (kW)	P total (N*Abs) (KW)
Equipos de navegación y comunicación	Giroscopio	2,000	0,500	1,000	0,500	1,000
	Piloto autonámico	1,000	0,100	1,000	0,100	0,100
	Radar	1,000	1,500	1,000	1,500	1,500
	Sonda	1,000	0,150	1,000	0,150	0,150
	GMDSS	1,000	3,200	1,000	3,200	3,200
	Navtex	1,000	0,100	1,000	0,100	0,100
	Radioteléfono	1,000	0,350	1,000	0,350	0,350
	Sonar	1,000	0,850	1,000	0,850	0,850
	GPS	2,000	0,320	1,000	0,320	0,640
					TOTAL	7,890

4.17 Generador de emergencia

La normativa de aplicación a nuestro buque es el Convenio de Torremolinos, pero en este apartado nos vamos a apoyar en el Convenio para la Seguridad de la Vida Humana en el Mar (SOLAS), que índice que nuestro buque proyecto, debe disponer de un generador de emergencia, que se utilice en caso de fallo de los grupos generadores principales y que pueda alimentar la planta eléctrica del buque cuando este esté en puerto y no se pueda conectar a la red.

En la *Parte D, Regla 43 del SOLAS*, se establece lo siguiente:

- Se proveerá una fuente autónoma de energía eléctrica de emergencia.
- La fuente de energía eléctrica de emergencia, deberá estar situada por encima de la cubierta corrida más alta y tendrán acceso fácil desde la cubierta expuesta. No estará dispuesta a proa del mamparo de colisión.
- La energía eléctrica disponible, será suficiente para alimentar todos los servicios que sean esenciales para la seguridad en caso de emergencia.
- La fuente de energía eléctrica de emergencia tendrá capacidad para alimentar simultáneamente como mínimo y durante los períodos que se especifican, los servicios siguientes:
 - Durante un periodo de 18 horas:
 - Alumbrado de emergencia.
 - Luces de navegación.
 - La instalación radioeléctrica de ondas métricas.
 - Equipos de comunicaciones.
 - Sistema de detección de incendios.

- Bomba de contraincendios de emergencia.
- Bomba de achique de sentinas.

La fuente de energía podrá ser un generador o una batería de acumuladores, los cuales deben cumplir lo siguiente:

- Si la fuente de energía eléctrica de emergencia, es un generador, este estará accionado por un motor con alimentación independiente de combustible.
- Arrancará automáticamente, dado que falle el suministro de electricidad de la fuente de energía principal y quedará conectado al cuadro de distribución de emergencia. Entonces los servicios se transferirán al grupo de emergencia automáticamente en un tiempo menor a 45 segundos. A menos que el grupo electrógeno de emergencia tenga un segundo dispositivo de arranque independiente, la fuente de energía estará protegida para que no se pueda agotar en el sistema automático de arranque
- Doble alimentación: Cuadro principal o cuadro de socorro.
- Podrá ser utilizado como generador de puerto.
- El factor de utilización en el balance eléctrico será igual a 1.

El generador de emergencia lo calcularemos en el apartado de selección de los generadores, en función a la potencia requerida para abastecer estos servicios.

Además de los servicios mínimos imprescindibles que establece el SOLAS, en caso de emergencia, también daremos cobertura a los equipos de gobierno, dada la peligrosidad que conlleva dejar al buque sin servotimón o sin hélice de maniobra en caso de estar entrando a puerto sin remolcadores.

Llevamos también operativos, pero bajo mínimos, los sistemas auxiliares de la maquinaria propulsora, ya que en caso de emergencia quizá sea necesario mover el buque. Se ha considerado un coeficiente de servicio muy bajo, porque en caso de emergencia el buque no va a navegar con normalidad, pero sí queremos garantizar que pueda autopropulsarse aunque sea durante un corto período de tiempo.

Tenemos en funcionamiento, además de la motobomba CI, el sistema fijo de extinción de incendios (equipo agua nebulizada), ya que es muy probable que sea necesario en una situación de emergencia; y no es muy lógico dotar al buque de un sistema contraincendios y que después no pueda utilizarlo cuando lo necesite, por llevar un generador de emergencia demasiado pequeño. En lo que se refiere a materia de seguridad es preferible disponer un MAE que entregue una potencia suficiente como para mantener al buque a flote y garantizar la seguridad de la tripulación, aunque el coste sea un poco más elevado y tengamos que disponer de un local más grande.

Veremos en el balance eléctrico de esta condición que tendremos operativos también el molinete, por si se diese el caso de que el buque tuviese que largar el ancla para fondear en una zona que garantice su estabilidad, y el cabrestante, para largar estachas que faciliten el remolque

5 BALANCE ELÉCTRICO

5.1 Generalidades

Se realiza el balance eléctrico del buque en las 4 situaciones más representativas, que son:

-Navegando y conservando

El buque navega a 12 nudos, podría ser, o bien dirigiéndose al caladero, o bien volviendo, por lo que consideramos la condición de vuelta a puerto con las bodegas llenas y refrigerando.

-Arrastrando, procesando, congelando y conservando

En este caso el buque navega a 4kn, que es la velocidad de arrastre, mientras va arrastrando la red de pesca. Se considera que no es la primera vez que larga la red, por lo que ya hay capturas a bordo que están siendo procesadas, mientras otras capturas anteriores ya están siendo congeladas y las primeras ya están en las bodegas y solamente hay que conservarlas

-Atracando en puerto

En esta condición el buque navega a baja velocidad, la hélice de proa está en funcionamiento y el sistema de conservación de la carga mantiene las capturas refrigeradas hasta el momento de la descarga en puerto.

-Emergencia

En la situación de emergencia solamente se requiere que estén en funcionamiento los siguientes equipos:

Bomba contraincendios

Bomba de achique de sentinas

Iluminación de emergencia y 50% de la iluminación total

Sistema de comunicaciones

Sistema de fondeo

5.2 Justificación de los coeficientes

En el balance eléctrico se utilizan tres coeficientes, los cuales se explican a continuación:

- K_n Es el llamado factor de simultaneidad. Viene determinado, por la relación de los equipos que haya en funcionamiento, dividido entre los equipos instalados. Por ejemplo, si disponemos de dos unidades y solo una está en

funcionamiento el coeficiente $K_n = 0,5$, si se encuentran los 2 en funcionamiento, entonces $K_n = 1$. $K_n = \frac{\text{Equipos funcionando}}{\text{Equipos instalados}}$

- K_s Es el denominado factor de servicio. Indica la relación entre las horas de funcionamiento de un equipo durante un día, dividido entre 24 horas. Por ejemplo, el motor principal tiene un $K_s = 1$ durante la navegación, porque trabajaría las 24 horas del día. En cambio, un equipo que trabajase una única hora al día el $K_s = \frac{1}{24} = 0.0416$, es decir tendría un K_s bajo. $K_s = \frac{N_{\text{horas funcionando}}}{24}$

Las horas de funcionamiento de los equipos se estiman en función a otros proyectos de buques similares, y basándonos en las indicaciones del fabricante si disponemos de ella. Para algunos sistemas auxiliares de la propulsión, por ejemplo, el fabricante nos da una estimación del coeficiente de servicio de los equipos.

El sistema de refrigeración, siempre que el buque esté navegando, funcionará 22 de 24 horas. También tendrá un elevado coeficiente de funcionamiento el sistema de ventilación, que está siempre en funcionamiento.

Para otros sistemas como la bomba de sentinas, el tiempo de servicio se calcula en función al tiempo que tarde el achicar el volumen máximo que se estima en sentinas.

Para el sistema de agua sanitaria las horas de funcionamiento de los equipos se calculan también teniendo en cuenta el tiempo estimado que tardan en cargarse/descargarse los equipos como planta de ósmosis o calentador. Por ejemplo, si tenemos que dar un volumen estimado de 100L/hora y nuestro calentador tiene una capacidad de 200L, tardará en descargarse 2 horas, y en cargar otras 2, por lo que de las 24h que tiene el día, estará 12 en funcionamiento, por lo que el $K_s=0,5$.

- K_r Conocido como factor de régimen. Indica la relación entre la potencia a entregar por el equipo, la cual se calcula en el cuaderno 10 y 12, entre la potencia máxima de ese equipo, la cual se corresponde con el equipo que finalmente se monta, siendo superior a la anterior. $K_r = \frac{Pot_{necesaria}}{Pot_{instalada}}$
- K_u Es el factor de utilización. Se obtiene de la multiplicación de los 3 factores anteriores. $K_u = K_n * K_s * K_r$

5.3 Tabla del balance eléctrico

Se adjunta la tabla correspondiente a cada apartado según las condiciones anteriormente explicadas.

5.3.1 Condición de navegación con conservación

Sistema	Nombre del equipo	Características				
		Nº equipos instalados	Potencia unitaria Pu abs (kW)	η_E	P util (kW)	P total (N*Putil) (KW)
Gobierno del buque	Hélice proa	1,000	450,000	0,940	478,723	478,723
	Servotimón	2,000	15,000	0,880	17,045	34,091
					TOTAL	512,814
Alimentación de combustible	Bomba alimentación tanques sedimentación	4,000	2,100	0,830	2,530	10,120
	Bombas alimentación separador centrífugo	4,000	0,242	0,830	0,292	1,166
	Pre calentador del separador	1,000	1,830	0,900	2,033	2,033
	Bomba de stand-by	1,000	13,230	0,750	17,640	17,640
					TOTAL	30,960
Sistema de lubricación	Separadora de aceite	1,000	1,400	0,720	1,944	1,944

Caso1: Navegación y conservación						
Nº ON	Nº horas funcionamiento	Coeficientes				Pnecesaria Ku*Ptotal
		Kn	Ks	Kr	Ku	
0,000	0,000	0,00	0,000	0,800	0,000	0,000
1,000	8,000	0,50	0,333	0,750	0,125	4,261
						4,261
1,000	4,000	0,25	0,167	0,900	0,038	0,380
1,000	4,000	0,25	0,167	0,890	0,037	0,043
1,000	4,000	1,00	0,167	0,780	0,130	0,264
1,000	4,000	1,00	0,167	0,900	0,150	2,646
						0,687
1,000	4,000	1,00	0,167	0,900	0,150	0,292

	Bomba de stand-by	1,000	4,230	0,840	5,036	5,036	1,000	4,000	1,00	0,167	0,850	0,142	0,713
	Bomba alimentación separador	2,000	0,270	0,750	0,360	0,720	1,000	4,000	0,50	0,167	0,710	0,059	0,043
					TOTAL	7,700							1,048
Siste de aire comprimido	Compresores	2,000	7,500	0,860	8,721	17,442	1,000	6,000	0,50	0,250	0,850	0,106	1,853
					TOTAL	17,442							1,853
Sistema de refrigeración	Bomba stand-by	2,000	7,500	0,860	8,721	17,442	2,000	22,000	1,00	0,917	0,900	0,825	14,390
	Bomba refrigeración agua salada	2,000	3,000	0,860	3,488	6,977	2,000	22,000	1,00	0,917	0,900	0,825	5,756
	Bomba agua dulce	2,000	4,000	0,860	4,651	9,302	2,000	22,000	1,00	0,917	0,950	0,871	8,101
	Bomba agua salada	2,000	7,500	0,860	8,721	17,442	2,000	22,000	1,00	0,917	0,920	0,843	14,709
	Bomba circulación ciruito HT	2,000	7,500	0,860	8,721	17,442	2,000	22,000	1,00	0,917	0,920	0,843	14,709
					TOTAL	68,605							57,665
Sentinas	Bomba de sentinas/lastre	2,000	6,600	0,800	8,250	16,500	1,000	4,000	0,50	0,167	0,900	0,075	1,238
	Separador de sentinas	1,000	6,000	0,800	7,500	7,500	1,000	2,000	1,00	0,083	0,750	0,063	0,469
					TOTAL	24,000							1,706

CI	Bomba CI emergencia	2,000	6,600	0,850	7,765	15,529	0,000	0,000	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000
	Equipo extincion incendios	1,000	67,900	0,800	84,875	84,875	0,000	0,000	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000
					TOTAL	100,404							0,000
Ventilación	Ventilador CM	2,000	11,000	0,800	13,750	27,500	2,000	24,000	1,00	1,000	0,920	0,920	25,300
	Ventilación cocina	4,000	0,300	0,800	0,375	1,500	4,000	12,000	1,00	0,500	0,780	0,390	0,585
	Ventilación aseos	21,000	0,450	0,800	0,563	11,813	1,000	24,000	0,05	1,000	0,900	0,043	0,506
	Ventilación parque de pesca	4,000	4,450	0,800	5,563	22,250	6,000	24,000	1,50	1,000	0,860	1,290	28,703
	Ventilación local MAE	3,000	1,200	0,800	1,500	4,500	6,000	24,000	2,00	1,000	1,860	3,720	16,740
	Ventilación local lavandería	3,000	1,200	0,800	1,500	4,500	6,000	24,000	2,00	1,000	2,860	5,720	25,740
	Ventilación local AACC	2,000	1,200	0,800	1,500	3,000	6,000	24,000	3,00	1,000	3,860	11,580	34,740
	Climatización habitación	1,000	28,960	0,800	36,200	36,200	1,000	24,000	1,00	1,000	0,890	0,890	32,218
					TOTAL	111,263							164,532
Auxiliares de cubierta	Molinete	2,000	68,000	0,900	75,556	151,111	0,000	0,000	0,00	0,000	0,710	0,000	0,000
	Cabrestante	1,000	22,000	0,900	24,444	24,444	0,000	0,000	0,00	0,000	0,850	0,000	0,000
					TOTAL	175,556							0,000
	Planta TAR	1,000	9,000	0,900	10,000	10,000	1,000	6,000	1,00	0,250	0,740	0,185	1,850

Agua sanitaria	Generador agua dulce	2,000	0,750	0,850	0,882	1,765	2,000	10,000	1,00	0,417	0,900	0,375	0,662
	Bomba agua dulce fría	1,000	1,850	0,800	2,313	2,313	1,000	20,000	1,00	0,833	0,900	0,750	1,734
	Bomba agua dulce caliente	1,000	1,850	0,800	2,313	2,313	1,000	18,000	1,00	0,750	0,910	0,683	1,578
	Bomba recirculación agua caliente	1,000	0,150	0,900	0,167	0,167	1,000	18,000	1,00	0,750	1,910	1,433	0,239
	Bomba recirculación agua fría	1,000	0,080	0,900	0,089	0,089	1,000	18,000	1,00	0,750	2,910	2,183	0,194
	Planta de ósmosis	1,000	25,000	0,800	31,250	31,250	1,000	18,000	1,00	0,750	0,720	0,540	16,875
	Calentador	1,000	25,000	0,800	31,250	31,250	1,000	12,000	1,00	0,500	0,860	0,430	13,438
						TOTAL	79,145						
Congelación y conservación	Tunel congelado	1,000	312,000	0,940	331,915	331,915	0,000	0,000	0,00	0,000	1,000	0,000	0,000
	Refrigeración bodegas	1,000	128,000	0,930	137,634	137,634	1,000	24,000	1,00	1,000	1,000	1,000	137,634
					TOTAL	469,549							137,634
Sistemas auxiliares de pesca	Maquinillas arraste	1,000	250,000	0,940	265,957	265,957	0,000	0,000	0,00	0,000	0,840	0,000	0,000
	Carretel red	1,000	180,000	0,950	189,474	189,474	0,000	0,000	0,00	0,000	0,920	0,000	0,000
	Maquinillas lanteon	1,000	135,000	0,940	143,617	143,617	0,000	0,000	0,00	0,000	0,760	0,000	0,000
	Maquinillas de malleta	1,000	130,000	0,940	138,298	138,298	0,000	0,000	0,00	0,000	1,760	0,000	0,000

	Maquinilla de copo	1,000	120,000	0,910	131,868	131,868	0,000	0,000	0,00	0,000	2,760	0,000	0,000
	Maquinillas auxiliares	1,000	11,000	0,910	12,088	12,088	0,000	0,000	0,00	0,000	3,760	0,000	0,000
	Tambor de red	1,000	110,000	0,910	120,879	120,879	0,000	0,000	0,00	0,000	4,760	0,000	0,000
	Maquinilla largado de copo	1,000	30,000	0,940	31,915	31,915	0,000	0,000	0,00	0,000	0,970	0,000	0,000
					TOTAL	1034,096							0,000
Habilitación	Cocina, horno, amasadora, peladora, microondas, etc	1,000	28,000	0,850	32,941	32,941	1,000	10,000	1,00	0,417	1,000	0,417	13,725
	Lavandería	1,000	11,000	0,860	12,791	12,791	1,000	12,000	1,00	0,500	1,000	0,500	6,395
	Gambuza refrigerada	1,000	21,000	0,870	24,138	24,138	1,000	24,000	1,00	1,000	1,000	1,000	24,138
					TOTAL	69,870							44,259
Planta de procesado de pescado	Fileteadora	2,000	1,200	0,900	1,333	2,667	0,000	0,000	0,00	0,000	1,000	0,000	0,000
	Evacuador desperdicios	1,000	2,000	0,900	2,222	2,222	0,000	0,000	0,00	0,000	1,000	0,000	0,000
	Motor lavadora pescado	2,000	0,800	0,850	0,941	1,882	0,000	0,000	0,00	0,000	1,000	0,000	0,000
	Descabezadora	2,000	4,500	0,900	5,000	10,000	0,000	0,000	0,00	0,000	1,000	0,000	0,000
	Peladora	2,000	5,000	0,900	5,556	11,111	0,000	0,000	0,00	0,000	1,000	0,000	0,000

	Cinta transportadora	4,000	1,800	0,900	2,000	8,000	0,000	0,000	0,00	0,000	1,000	0,000	0,000
	Empaquetadora de bloques	1,000	3,100	0,900	3,444	3,444	0,000	0,000	0,00	0,000	1,000	0,000	0,000
	Compesor	2,000	4,000	0,850	4,706	9,412	0,000	0,000	0,00	0,000	1,000	0,000	0,000
	Evaporador	2,000	3,000	0,900	3,333	6,667	0,000	0,000	0,00	0,000	1,000	0,000	0,000
	Bomba de condensador	2,000	6,000	0,800	7,500	15,000	0,000	0,000	0,00	0,000	1,000	0,000	0,000
					TOTAL	70,405							0,000
Iluminación	Iluminación interior	1,000	18,620	1,000	18,620	18,620	1,000	24,000	1,00	1,000	1,000	1,000	18,620
	Iluminación exterior	1,000	6,220	1,000	6,220	6,220	1,000	24,000	1,00	1,000	1,000	1,000	6,220
	Luces de navegación	1,000	0,120	1,000	0,120	0,120	1,000	24,000	1,00	1,000	1,000	1,000	0,120
					TOTAL	24,960							24,960
Equipos de navegación y comunicación	Giroscopio	2,000	0,500	1,000	0,500	1,000	1,000	24,000	0,50	1,000	1,000	0,500	0,500
	Piloto autonámico	1,000	0,100	1,000	0,100	0,100	1,000	24,000	1,00	1,000	1,000	1,000	0,100
	Radar	1,000	1,500	1,000	1,500	1,500	1,000	24,000	1,00	1,000	1,000	1,000	1,500
	Sonda	1,000	0,150	1,000	0,150	0,150	1,000	24,000	1,00	1,000	1,000	1,000	0,150
	GMDSS	1,000	3,200	1,000	3,200	3,200	1,000	24,000	1,00	1,000	1,000	1,000	3,200
	Navtex	1,000	0,100	1,000	0,100	0,100	1,000	24,000	1,00	1,000	1,000	1,000	0,100
	Radioteléfono	1,000	0,350	1,000	0,350	0,350	1,000	24,000	1,00	1,000	1,000	1,000	0,350
	Sonar	1,000	0,850	1,000	0,850	0,850	1,000	24,000	1,00	1,000	1,000	1,000	0,850
	GPS	2,000	0,320	1,000	0,320	0,640	1,000	24,000	0,50	1,000	1,000	0,500	0,320
					TOTAL	7,890							7,070

5.3.2 Condición de navegación arrastrando, procesando, congelando y conservando

Sistema	Nombre del equipo	Características				
		Nº equipos instalados	Potencia unitaria Pu abs (kW)	ηE	P util (kW)	P total (N*Putil) (KW)
Gobierno del buque	Hélice proa	1,000	450,000	0,940	478,723	478,723
	Servotimón	2,000	15,000	0,880	17,045	34,091
					TOTAL	512,814
Alimentación de combustible	Bomba alimentación tanques sedimentación	4,000	2,100	0,830	2,530	10,120
	Bombas alimentación separador centrífugo	4,000	0,242	0,830	0,292	1,166
	Precalentador del separador	1,000	1,830	0,900	2,033	2,033
	Bomba de stand-by	1,000	13,230	0,750	17,640	17,640
					TOTAL	30,960

Caso 2: Arrastrando, procesando, congelando y conservando						
Nº ON	Nº horas funcionamiento	Coeficientes				Pnecesaria Ku*Ptotal
		Kn	Ks	Kr	Ku	
0,000	0,000	0,000	0,000	0,800	0,000	0,000
1,000	8,000	0,500	0,333	0,750	0,125	4,261
					0,000	4,261
1,000	4,000	0,250	0,167	0,900	0,038	0,380
1,000	4,000	0,250	0,167	0,890	0,037	0,043
1,000	4,000	1,000	0,167	0,780	0,130	0,264
1,000	4,000	1,000	0,167	0,900	0,150	2,646
					0,000	3,333

Sistema de lubricación	Separadora de aceite	1,000	1,400	0,720	1,944	1,944	1,000	4,000	1,000	0,167	0,900	0,150	0,292
	Bomba de stand-by	1,000	4,230	0,840	5,036	5,036	1,000	4,000	1,000	0,167	0,850	0,142	0,713
	Bomba alimentación separador	2,000	0,270	0,750	0,360	0,720	1,000	4,000	0,500	0,167	0,710	0,059	0,043
					TOTAL	7,700						0,000	1,048
Siste de aire comprimido	Compresores	2,000	7,500	0,860	8,721	17,442	1,000	6,000	0,500	0,250	0,850	0,106	1,853
					TOTAL	17,442						0,000	1,853
Sistema de refrigeración	Bomba stand-by	2,000	7,500	0,860	8,721	17,442	1,000	2,000	0,500	0,083	0,900	0,038	0,654
	Bomba refrigeración agua salada	2,000	3,000	0,860	3,488	6,977	1,000	2,000	0,500	0,083	0,900	0,038	0,262
	Bomba agua dulce	2,000	4,000	0,860	4,651	9,302	1,000	2,000	0,500	0,083	0,950	0,040	0,368
	Bomba agua salada	2,000	7,500	0,860	8,721	17,442	1,000	2,000	0,500	0,083	0,920	0,038	0,669
	Bomba circulación ciruito HT	2,000	7,500	0,860	8,721	17,442	1,000	2,000	0,500	0,083	0,920	0,038	0,669
					TOTAL	68,605						0,000	2,621
Sentinas	Bomba de sentinas/lastre	2,000	6,600	0,800	8,250	16,500	1,000	4,000	2,000	0,167	0,900	0,300	0,371
	Separador de sentinas	1,000	6,000	0,800	7,500	7,500	1,000	2,000	1,000	0,083	0,750	0,063	0,029

					TOTAL	24,000					0,000	0,401	
CI	Bomba CI emergencia	2,000	6,600	0,850	7,765	15,529	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
	Equipo extincion incendios	1,000	67,900	0,800	84,875	84,875	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
					TOTAL	100,404					0,000	0,000	
Ventilación	Ventilador CM	2,000	11,000	0,800	13,750	27,500	1,000	22,000	0,500	0,917	0,920	0,422	11,596
	Ventilación cocina	4,000	0,300	0,800	0,375	1,500	1,000	8,000	0,250	0,333	0,780	0,065	0,098
	Ventilación aseos	21,000	0,450	0,800	0,563	11,813	1,000	8,000	0,048	0,333	0,900	0,014	0,169
	Ventilación parque de pesca	4,000	4,450	0,800	5,563	22,250	1,000	24,000	0,250	1,000	0,860	0,215	4,784
	Ventilación local MAE	3,000	1,200	0,800	1,500	4,500	1,000	24,000	0,333	1,000	1,860	0,620	2,790
	Ventilación local lavandería	3,000	1,200	0,800	1,500	4,500	1,000	24,000	0,333	1,000	2,860	0,953	4,290
	Ventilación local AACC	2,000	1,200	0,800	1,500	3,000	1,000	24,000	0,500	1,000	3,860	1,930	5,790
	Climatización habitación	1,000	28,960	0,800	36,200	36,200	1,000	24,000	1,000	1,000	0,890	0,890	32,218
						TOTAL	111,263					0,000	61,734
Auxiliares de cubierta	Molinete	2,000	68,000	0,900	75,556	151,111	1,000	0,000	0,500	0,000	0,710	0,000	0,000
	Cabrestante	1,000	22,000	0,900	24,444	24,444	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
					TOTAL	175,556				0,000	0,000	0,000	
	Planta TAR	1,000	9,000	0,900	10,000	10,000	1,000	6,000	1,000	0,250	0,740	0,185	0,342

Agua sanitaria	Generador agua dulce	2,000	0,750	0,850	0,882	1,765	2,000	10,000	2,000	0,417	0,900	0,750	0,496
	Bomba agua dulce fría	1,000	1,850	0,800	2,313	2,313	1,000	20,000	1,000	0,833	0,900	0,750	1,301
	Bomba agua dulce caliente	1,000	1,850	0,800	2,313	2,313	1,000	18,000	1,000	0,750	0,910	0,683	1,077
	Bomba recirculación agua caliente	1,000	0,150	0,900	0,167	0,167	1,000	18,000	1,000	0,750	1,910	1,433	0,342
	Bomba recirculación agua fría	1,000	0,080	0,900	0,089	0,089	1,000	18,000	1,000	0,750	2,910	2,183	0,423
	Planta de ósmosis	1,000	25,000	0,800	31,250	31,250	1,000	18,000	1,000	0,750	0,720	0,540	9,113
	Calentador	1,000	25,000	0,800	31,250	31,250	1,000	12,000	1,000	0,500	0,860	0,430	5,778
						TOTAL	79,145				0,000		0,000
Congelación y conservación	Tunel congelado	1,000	312,000	0,940	331,915	331,915	1,000	12,000	1,000	0,500	1,000	0,500	165,957
	Refrigeración bodegas	1,000	128,000	0,930	137,634	137,634	1,000	24,000	1,000	1,000	1,000	1,000	137,634
					TOTAL	469,549						0,000	303,592
Sistemas auxiliares de pesca	Maquinillas arraste	1,000	250,000	0,940	265,957	265,957	1,000	12,000	1,000	0,500	0,840	0,420	111,702
	Carretel red	1,000	180,000	0,950	189,474	189,474	1,000	12,000	1,000	0,500	0,920	0,460	87,158
	Maquinillas lanteon	1,000	135,000	0,940	143,617	143,617	1,000	12,000	1,000	0,500	0,760	0,380	54,574
	Maquinillas de malleta	1,000	130,000	0,940	138,298	138,298	1,000	12,000	1,000	0,500	1,760	0,880	121,702

	Maquinilla de copo	1,000	120,000	0,910	131,868	131,868	1,000	12,000	1,000	0,500	2,760	1,380	181,978
	Maquinillas auxiliares	1,000	11,000	0,910	12,088	12,088	1,000	12,000	1,000	0,500	3,760	1,880	22,725
	Tambor de red	1,000	110,000	0,910	120,879	120,879	1,000	12,000	1,000	0,500	4,760	2,380	287,692
	Maquinilla largado de copo	1,000	30,000	0,940	31,915	31,915	1,000	8,000	1,000	0,333	0,970	0,323	10,319
					TOTAL	1034,096						0,000	877,851
Habilitación	Cocina, horno, amasadora, peladora, microondas, etc	1,000	28,000	0,850	32,941	32,941	1,000	8,000	1,000	0,333	1,000	0,333	10,980
	Lavandería	1,000	11,000	0,860	12,791	12,791	1,000	8,000	1,000	0,333	1,000	0,333	4,264
	Gambuza refrigerada	1,000	21,000	0,870	24,138	24,138	1,000	24,000	1,000	1,000	1,000	1,000	24,138
					TOTAL	69,870						0,000	39,382
Planta de procesado de pescado	Fileteadora	2,000	1,200	0,900	1,333	2,667	2,000	20,000	1,000	0,833	1,000	0,833	2,222
	Evacuador desperdicios	1,000	2,000	0,900	2,222	2,222	1,000	20,000	1,000	0,833	1,000	0,833	1,852
	Motor lavadora pescado	2,000	0,800	0,850	0,941	1,882	2,000	20,000	1,000	0,833	1,000	0,833	1,569
	Descabezadora	2,000	4,500	0,900	5,000	10,000	2,000	18,000	1,000	0,750	1,000	0,750	7,500
	Peladora	2,000	5,000	0,900	5,556	11,111	2,000	16,000	1,000	0,667	1,000	0,667	7,407

	Cinta transportadora	4,000	1,800	0,900	2,000	8,000	2,000	20,000	0,500	0,833	1,000	0,417	3,333
	Empaquetadora de bloques	1,000	3,100	0,900	3,444	3,444	1,000	12,000	1,000	0,500	1,000	0,500	1,722
	Compesor	2,000	4,000	0,850	4,706	9,412	2,000	20,000	1,000	0,833	1,000	0,833	7,843
	Evaporador	2,000	3,000	0,900	3,333	6,667	2,000	20,000	1,000	0,833	1,000	0,833	5,556
	Bomba de condensador	2,000	6,000	0,800	7,500	15,000	2,000	20,000	1,000	0,833	1,000	0,833	12,500
					TOTAL	70,405				0,000		0,000	51,504
Iluminación	Iluminación interior	1,000	18,620	1,000	18,620	18,620	1,000	24,000	1,000	1,000	1,000	1,000	18,620
	Iluminación exterior	1,000	6,220	1,000	6,220	6,220	1,000	24,000	1,000	1,000	1,000	1,000	6,220
	Luces de navegación	1,000	0,120	1,000	0,120	0,120	1,000	24,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,120
					TOTAL	24,960	24,960						
Equipos de navegación y comunicación	Giroscopio	2,000	0,500	1,000	0,500	1,000	1,000	24,000	0,500	1,000	1,000	0,500	0,500
	Piloto autonámico	1,000	0,100	1,000	0,100	0,100	1,000	24,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,100
	Radar	1,000	1,500	1,000	1,500	1,500	1,000	24,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,500
	Sonda	1,000	0,150	1,000	0,150	0,150	1,000	24,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,150
	GMDSS	1,000	3,200	1,000	3,200	3,200	1,000	24,000	1,000	1,000	1,000	1,000	3,200
	Navtex	1,000	0,100	1,000	0,100	0,100	1,000	24,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,100
	Radioteléfono	1,000	0,350	1,000	0,350	0,350	1,000	24,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,350
	Sonar	1,000	0,850	1,000	0,850	0,850	1,000	24,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,850
	GPS	2,000	0,320	1,000	0,320	0,640	1,000	24,000	0,500	1,000	1,000	0,500	0,320
					TOTAL	7,890							7,070

5.3.3 Condición de puerto

Sistema	Nombre del equipo	Características				
		Nº equipos instalados	Potencia unitaria Pu abs (kW)	ηE	P util (kW)	P total (N*Putil) (KW)
Gobierno del buque	Hélice proa	1,000	450,000	0,940	478,723	478,723
	Servotimón	2,000	15,000	0,880	17,045	34,091
					TOTAL	512,814
Alimentación de combustible	Bomba alimentación tanques sedimentación	4,000	2,100	0,830	2,530	10,120
	Bombas alimentación separador centrífugo	4,000	0,242	0,830	0,292	1,166
	Precalentador del separador	1,000	1,830	0,900	2,033	2,033
	Bomba de stand-by	1,000	13,230	0,750	17,640	17,640
					TOTAL	30,960
Sistema de lubricación	Separadora de aceite	1,000	1,400	0,720	1,944	1,944

Caso 3: atracando en puerto						
Nº ON	Nº horas funcinamiento	Coeficientes				Pnecesaria
		Kn	Ks	Kr	Ku	Ku*Ptotal
1,000	18,000	1,000	0,750	0,800	0,600	287,234
2,000	24,000	1,000	1,000	0,750	0,750	25,568
						312,802
1,000	4,000	0,250	0,167	0,900	0,038	0,380
1,000	4,000	0,250	0,167	0,890	0,037	0,043
1,000	4,000	1,000	0,167	0,780	0,130	0,264
1,000	4,000	1,000	0,167	0,900	0,150	2,646
						2,646
1,000	4,000	1,000	0,167	0,900	0,150	0,292

	Bomba de stand-by	1,000	4,230	0,840	5,036	5,036	1,000	4,000	1,000	0,167	0,850	0,142	0,713
	Bomba alimentación separador	2,000	0,270	0,750	0,360	0,720	1,000	4,000	0,500	0,167	0,710	0,059	0,043
					TOTAL	7,700							1,048
Siste de aire comprimido	Compresores	2,000	7,500	0,860	8,721	17,442	1,000	6,000	0,500	0,250	0,850	0,106	1,853
					TOTAL	17,442							1,853
Sistema de refrigeración	Bomba stand-by	2,000	7,500	0,860	8,721	17,442	2,000	22,000	1,000	0,917	0,900	0,825	14,390
	Bomba refrigeración agua salada	2,000	3,000	0,860	3,488	6,977	2,000	22,000	1,000	0,917	0,900	0,825	5,756
	Bomba agua dulce	2,000	4,000	0,860	4,651	9,302	2,000	22,000	1,000	0,917	0,950	0,871	8,101
	Bomba agua salada	2,000	7,500	0,860	8,721	17,442	2,000	22,000	1,000	0,917	0,920	0,843	14,709
	Bomba circulación ciruito HT	2,000	7,500	0,860	8,721	17,442	2,000	22,000	1,000	0,917	0,920	0,843	14,709
					TOTAL	68,605							57,665
Sentinas	Bomba de sentinas/lastre	2,000	6,600	0,800	8,250	16,500	1,000	4,000	1,000	0,167	0,900	0,150	2,475
	Separador de sentinas	1,000	6,000	0,800	7,500	7,500	1,000	2,000	1,000	0,083	0,750	0,063	0,469
					TOTAL	24,000							2,944

CI	Bomba CI emergencia	2,000	6,600	0,850	7,765	15,529	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	Equipo extincion incendios	1,000	67,900	0,800	84,875	84,875	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
					TOTAL	100,404							0,000
Ventilación	Ventilador CM	2,000	11,000	0,800	13,750	27,500	3,000	24,000	1,500	1,000	0,920	1,380	37,950
	Ventilación cocina	4,000	0,300	0,800	0,375	1,500	2,000	12,000	0,500	0,500	0,780	0,195	0,293
	Ventilación aseos	21,000	0,450	0,800	0,563	11,813	1,000	24,000	0,048	1,000	0,900	0,043	0,506
	Ventilación parque de pesca	4,000	4,450	0,800	5,563	22,250	6,000	24,000	1,500	1,000	0,860	1,290	28,703
	Ventilación local MAE	3,000	1,200	0,800	1,500	4,500	6,000	24,000	2,000	1,000	1,860	3,720	16,740
	Ventilación local lavandería	3,000	1,200	0,800	1,500	4,500	6,000	24,000	2,000	1,000	2,860	5,720	25,740
	Ventilación local AACC	2,000	1,200	0,800	1,500	3,000	6,000	24,000	3,000	1,000	3,860	11,580	34,740
	Climatización habitación	1,000	28,960	0,800	36,200	36,200	1,000	24,000	1,000	1,000	0,890	0,890	32,218
					TOTAL	111,263							176,889
Auxiliares de cubierta	Molinete	2,000	68,000	0,900	75,556	151,111	1,000	8,000	0,500	0,333	0,710	0,118	17,881
	Cabrestante	1,000	22,000	0,900	24,444	24,444	1,000	12,000	1,000	0,500	0,850	0,425	10,389
					TOTAL	175,556							28,270
	Planta TAR	1,000	9,000	0,900	10,000	10,000	1,000	6,000	1,000	0,250	0,740	0,185	1,850

Agua sanitaria	Generador agua dulce	2,000	0,750	0,850	0,882	1,765	2,000	10,000	1,000	0,417	0,900	0,375	0,662
	Bomba agua dulce fría	1,000	1,850	0,800	2,313	2,313	1,000	20,000	1,000	0,833	0,900	0,750	1,734
	Bomba agua dulce caliente	1,000	1,850	0,800	2,313	2,313	1,000	18,000	1,000	0,750	0,910	0,683	1,578
	Bomba recirculación agua caliente	1,000	0,150	0,900	0,167	0,167	1,000	18,000	1,000	0,750	1,910	1,433	0,239
	Bomba recirculación agua fría	1,000	0,080	0,900	0,089	0,089	1,000	18,000	1,000	0,750	2,910	2,183	0,194
	Planta de ósmosis	1,000	25,000	0,800	31,250	31,250	1,000	18,000	1,000	0,750	0,720	0,540	16,875
	Calentador	1,000	25,000	0,800	31,250	31,250	1,000	12,000	1,000	0,500	0,860	0,430	13,438
						TOTAL	79,145						
Congelación y conservación	Tunel congelado	1,000	312,000	0,940	331,915	331,915	0,000	0,000	0,000	0,000	1,000	0,000	0,000
	Refrigeración bodegas	1,000	128,000	0,930	137,634	137,634	1,000	24,000	1,000	1,000	1,000	1,000	137,634
					TOTAL	469,549							137,634
Sistemas auxiliares de pesca	Maquinillas arraste	1,000	250,000	0,940	265,957	265,957	0,000	0,000	0,000	0,000	0,840	0,000	0,000
	Carretel red	1,000	180,000	0,950	189,474	189,474	0,000	0,000	0,000	0,000	0,920	0,000	0,000
	Maquinillas lanteon	1,000	135,000	0,940	143,617	143,617	0,000	0,000	0,000	0,000	0,760	0,000	0,000
	Maquinillas de malleta	1,000	130,000	0,940	138,298	138,298	0,000	0,000	0,000	0,000	1,760	0,000	0,000

	Maquinilla de copo	1,000	120,000	0,910	131,868	131,868	0,000	0,000	0,000	0,000	2,760	0,000	0,000
	Maquinillas auxiliares	1,000	11,000	0,910	12,088	12,088	0,000	0,000	0,000	0,000	3,760	0,000	0,000
	Tambor de red	1,000	110,000	0,910	120,879	120,879	0,000	0,000	0,000	0,000	4,760	0,000	0,000
	Maquinilla largado de copo	1,000	30,000	0,940	31,915	31,915	0,000	0,000	0,000	0,000	0,970	0,000	0,000
					TOTAL	1034,096							0,000
Habilitación	Cocina, horno, amasadora, peladora, microondas, etc	1,000	28,000	0,850	32,941	32,941	0,000	0,000	0,000	0,000	1,000	0,000	0,000
	Lavandería	1,000	11,000	0,860	12,791	12,791	0,000	0,000	0,000	0,000	1,000	0,000	0,000
	Gambuza refrigerada	1,000	21,000	0,870	24,138	24,138	1,000	24,000	1,000	1,000	1,000	1,000	24,138
					TOTAL	69,870							24,138
Planta de procesado de pescado	Fileteadora	2,000	1,200	0,900	1,333	2,667	0,000	0,000	0,000	0,000	1,000	0,000	0,000
	Evacuador desperdicios	1,000	2,000	0,900	2,222	2,222	0,000	0,000	0,000	0,000	1,000	0,000	0,000
	Motor lavadora pescado	2,000	0,800	0,850	0,941	1,882	0,000	0,000	0,000	0,000	1,000	0,000	0,000
	Descabezadora	2,000	4,500	0,900	5,000	10,000	0,000	0,000	0,000	0,000	1,000	0,000	0,000
	Peladora	2,000	5,000	0,900	5,556	11,111	0,000	0,000	0,000	0,000	1,000	0,000	0,000

	Cinta transportadora	4,000	1,800	0,900	2,000	8,000	0,000	0,000	0,000	0,000	1,000	0,000	0,000
	Empaquetadora de bloques	1,000	3,100	0,900	3,444	3,444	0,000	0,000	0,000	0,000	1,000	0,000	0,000
	Compesor	2,000	4,000	0,850	4,706	9,412	0,000	0,000	0,000	0,000	1,000	0,000	0,000
	Evaporador	2,000	3,000	0,900	3,333	6,667	0,000	0,000	0,000	0,000	1,000	0,000	0,000
	Bomba de condensador	2,000	6,000	0,800	7,500	15,000	0,000	0,000	0,000	0,000	1,000	0,000	0,000
					TOTAL	70,405							0,000
Iluminación	Iluminación interior	1,000	18,620	1,000	18,620	18,620	1,000	24,000	1,000	1,000	1,000	1,000	18,620
	Iluminación exterior	1,000	6,220	1,000	6,220	6,220	1,000	24,000	1,000	1,000	1,000	1,000	6,220
	Luces de navegación	1,000	0,120	1,000	0,120	0,120	1,000	24,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,120
					TOTAL	24,960							24,960
Equipos de navegación y comunicación	Giroscopio	2,000	0,500	1,000	0,500	1,000	1,000	24,000	0,500	1,000	1,000	0,500	0,500
	Piloto autonámico	1,000	0,100	1,000	0,100	0,100	1,000	24,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,100
	Radar	1,000	1,500	1,000	1,500	1,500	1,000	24,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,500
	Sonda	1,000	0,150	1,000	0,150	0,150	1,000	24,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,150
	GMDSS	1,000	3,200	1,000	3,200	3,200	1,000	24,000	1,000	1,000	1,000	1,000	3,200
	Navtex	1,000	0,100	1,000	0,100	0,100	1,000	24,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,100
	Radioteléfono	1,000	0,350	1,000	0,350	0,350	1,000	24,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,350
	Sonar	1,000	0,850	1,000	0,850	0,850	1,000	24,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,850
	GPS	2,000	0,320	1,000	0,320	0,640	1,000	24,000	0,500	1,000	1,000	0,500	0,320
					TOTAL	7,890							7,070

5.3.4 Condición de emergencia

		Características				
			Potencia unitaria			
Sistema	Nombre del equipo	Nº equipos instalados	Pu abs (kW)	ηE	P util (kW)	P total (N*Putil) (KW)
Gobierno del buque	Hélice proa	1,000	450,000	0,940	478,723	478,723
	Servotimón	2,000	15,000	0,880	17,045	34,091
					TOTAL	512,814
Alimentación de combustible	Bomba alimentación tanques sedimentación	4,000	2,100	0,830	2,530	10,120
	Bombas alimentación separador centrífugo	4,000	0,242	0,830	0,292	1,166
	Precalentador del separador	1,000	1,830	0,900	2,033	2,033
	Bomba de stand-by	1,000	13,230	0,750	17,640	17,640
					TOTAL	30,960

Caso 4: emergencia						
		Coeficientes				Pnecesaria
Nº ON	Nº horas funcionamiento	Kn	Ks	Kr	Ku	Ku*Ptotal
0,000	0,000	0,000	0,000	0,800	0,000	0,000
1,000	24,000	0,500	1,000	0,750	0,375	12,784
						12,784
1,000	4,000	0,250	0,167	0,900	0,038	0,380
1,000	4,000	0,250	0,167	0,890	0,037	0,043
1,000	4,000	1,000	0,167	0,780	0,130	0,264
1,000	4,000	1,000	0,167	0,900	0,150	2,646
						3,333

Sistema de lubricación	Separadora de aceite	1,000	1,400	0,720	1,944	1,944	1,000	4,000	1,000	0,167	0,900	0,150	0,292
	Bomba de stand-by	1,000	4,230	0,840	5,036	5,036	1,000	4,000	1,000	0,167	0,850	0,142	0,713
	Bomba alimentación separador	2,000	0,270	0,750	0,360	0,720	1,000	4,000	0,500	0,167	0,710	0,059	0,043
					TOTAL	7,700							1,048
Siste de aire comprimido	Compresores	2,000	7,500	0,860	8,721	17,442	1,000	6,000	0,500	0,250	0,850	0,106	1,853
					TOTAL	17,442							1,853
Sistema de refrigeración	Bomba stand-by	2,000	7,500	0,860	8,721	17,442	2,000	22,000	1,000	0,917	0,900	0,825	14,390
	Bomba refrigeración agua salada	2,000	3,000	0,860	3,488	6,977	2,000	22,000	1,000	0,917	0,900	0,825	5,756
	Bomba agua dulce	2,000	4,000	0,860	4,651	9,302	2,000	22,000	1,000	0,917	0,950	0,871	8,101
	Bomba agua salada	2,000	7,500	0,860	8,721	17,442	2,000	22,000	1,000	0,917	0,920	0,843	14,709
	Bomba circulación circuito HT	2,000	7,500	0,860	8,721	17,442	2,000	22,000	1,000	0,917	0,920	0,843	14,709
					TOTAL	68,605							57,665
Sentinas	Bomba de sentinas/lastre	2,000	6,600	0,800	8,250	16,500	0,000	0,000	0,000	0,000	0,900	0,000	0,000
	Separador de sentinas	1,000	6,000	0,800	7,500	7,500	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

					TOTAL	24,000							0,000
CI	Bomba CI emergencia	2,000	6,600	0,850	7,765	15,529	1,000	24,000	1,000	1,000	0,900	0,900	13,976
	Equipo extincion incendios	1,000	67,900	0,800	84,875	84,875	1,000	12,000	1,000	0,500	0,900	0,450	38,194
					TOTAL	100,404							52,170
Ventilación	Ventilador CM	2,000	11,000	0,800	13,750	27,500	2,000	24,000	1,000	1,000	0,920	0,920	25,300
	Ventilación cocina	4,000	0,300	0,800	0,375	1,500	0,000	0,000	0,000	0,000	0,780	0,000	0,000
	Ventilación aseos	21,000	0,450	0,800	0,563	11,813	0,000	0,000	0,000	0,000	0,900	0,000	0,000
	Ventilación parque de pesca	4,000	4,450	0,800	5,563	22,250	0,000	0,000	0,000	0,000	0,860	0,000	0,000
	Ventilación local MAE	3,000	1,200	0,800	1,500	4,500	3,000	24,000	1,000	1,000	1,860	1,860	8,370
	Ventilación local lavandería	3,000	1,200	0,800	1,500	4,500	0,000	0,000	0,000	0,000	2,860	0,000	0,000
	Ventilación local AACC	2,000	1,200	0,800	1,500	3,000	0,000	0,000	0,000	0,000	3,860	0,000	0,000
	Climatización habitación	1,000	28,960	0,800	36,200	36,200	0,000	0,000	0,000	0,000	0,890	0,000	0,000
						TOTAL	111,263						
Auxiliares de cubierta	Molinete	2,000	68,000	0,900	75,556	151,111	2,000	8,000	1,000	0,333	0,710	0,237	35,763
	Cabrestante	1,000	22,000	0,900	24,444	24,444	1,000	12,000	1,000	0,500	0,850	0,425	10,389
					TOTAL	175,556							46,152
	Planta TAR	1,000	9,000	0,900	10,000	10,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

Agua sanitaria	Generador agua dulce	2,000	0,750	0,850	0,882	1,765	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	Bomba agua dulce fría	1,000	1,850	0,800	2,313	2,313	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	Bomba agua dulce caliente	1,000	1,850	0,800	2,313	2,313	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	Bomba recirculación agua caliente	1,000	0,150	0,900	0,167	0,167	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	Bomba recirculación agua fría	1,000	0,080	0,900	0,089	0,089	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	Planta de ósmosis	1,000	25,000	0,800	31,250	31,250	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	Calentador	1,000	25,000	0,800	31,250	31,250	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
						TOTAL	79,145						
Congelación y conservación	Tunel congelado	1,000	312,000	0,940	331,915	331,915	0,000	0,000	0,000	0,000	1,000	0,000	0,000
	Refrigeración bodegas	1,000	128,000	0,930	137,634	137,634	0,000	24,000	0,000	1,000	1,000	0,000	0,000
					TOTAL	469,549							
Sistemas auxiliares de pesca	Maquinillas arraste	1,000	250,000	0,940	265,957	265,957	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	Carretel red	1,000	180,000	0,950	189,474	189,474	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	Maquinillas lanteon	1,000	135,000	0,940	143,617	143,617	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	Maquinillas de malleta	1,000	130,000	0,940	138,298	138,298	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

	Maquinilla de copo	1,000	120,000	0,910	131,868	131,868	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	Maquinillas auxiliares	1,000	11,000	0,910	12,088	12,088	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	Tambor de red	1,000	110,000	0,910	120,879	120,879	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	Maquinilla largado de copo	1,000	30,000	0,940	31,915	31,915	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
					TOTAL	1034,096							0,000
Habilitación	Cocina, horno, amasadora, peladora, microondas, etc	1,000	28,000	0,850	32,941	32,941	0,000	0,000	0,000	0,000	1,000	0,000	0,000
	Lavandería	1,000	11,000	0,860	12,791	12,791	0,000	0,000	0,000	0,000	1,000	0,000	0,000
	Gambuza refrigerada	1,000	21,000	0,870	24,138	24,138	0,000	0,000	0,000	0,000	1,000	0,000	0,000
					TOTAL	69,870							0,000
Planta de procesado de pescado	Fileteadora	2,000	1,200	0,900	1,333	2,667	0,000	0,000	0,000	0,000	1,000	0,000	0,000
	Evacuador desperdicios	1,000	2,000	0,900	2,222	2,222	0,000	0,000	0,000	0,000	1,000	0,000	0,000
	Motor lavadora pescado	2,000	0,800	0,850	0,941	1,882	0,000	0,000	0,000	0,000	1,000	0,000	0,000
	Descabezadora	2,000	4,500	0,900	5,000	10,000	0,000	0,000	0,000	0,000	1,000	0,000	0,000
	Peladora	2,000	5,000	0,900	5,556	11,111	0,000	0,000	0,000	0,000	1,000	0,000	0,000

	Cinta transportadora	4,000	1,800	0,900	2,000	8,000	0,000	0,000	0,000	0,000	1,000	0,000	0,000
	Empaquetadora de bloques	1,000	3,100	0,900	3,444	3,444	0,000	0,000	0,000	0,000	1,000	0,000	0,000
	Compesor	2,000	4,000	0,850	4,706	9,412	0,000	0,000	0,000	0,000	1,000	0,000	0,000
	Evaporador	2,000	3,000	0,900	3,333	6,667	0,000	0,000	0,000	0,000	1,000	0,000	0,000
	Bomba de condensador	2,000	6,000	0,800	7,500	15,000	0,000	0,000	0,000	0,000	1,000	0,000	0,000
					TOTAL	70,405							0,000
Iluminación	Iluminación interior	1,000	18,620	1,000	18,620	18,620	0,500	24,000	0,500	1,000	1,000	0,500	9,310
	Iluminación exterior	1,000	6,220	1,000	6,220	6,220	0,500	24,000	0,500	1,000	1,000	0,500	3,110
	Luces de navegación	1,000	0,120	1,000	0,120	0,120	1,000	24,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,120
					TOTAL	24,960							12,540
Equipos de navegación y comunicación	Giroscopio	2,000	0,500	1,000	0,500	1,000	1,000	24,000	0,500	1,000	1,000	0,500	0,500
	Piloto autonámico	1,000	0,100	1,000	0,100	0,100	1,000	24,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,100
	Radar	1,000	1,500	1,000	1,500	1,500	1,000	24,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,500
	Sonda	1,000	0,150	1,000	0,150	0,150	1,000	24,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,150
	GMDSS	1,000	3,200	1,000	3,200	3,200	1,000	24,000	1,000	1,000	1,000	1,000	3,200
	Navtex	1,000	0,100	1,000	0,100	0,100	1,000	24,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,100
	Radioteléfono	1,000	0,350	1,000	0,350	0,350	1,000	24,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,350
	Sonar	1,000	0,850	1,000	0,850	0,850	1,000	24,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,850
	GPS	2,000	0,320	1,000	0,320	0,640	1,000	24,000	0,500	1,000	1,000	0,500	0,320
					TOTAL	7,890							7,070

5.3.5 Resultados del balance eléctrico

Se adjunta una tabla a modo de resumen de los resultados obtenidos:

SISTEMA	CONSUMO CASO 1 (KW)	CONSUMO CASO 2 (KW)	CONSUMO CASO 3 (KW)	CONSUMO CASO 4 (KW)
Gobierno del buque	4,261	4,261	312,802	12,784
Alimentación de combustible	0,687	3,333	2,646	3,333
Sistema de lubricación	1,048	1,048	1,048	1,048
Siste de aire comprimido	1,853	1,853	1,853	1,853
Sistema de refrigeración	57,665	2,621	57,665	57,665
Sentinas	1,706	0,401	2,944	0,000
CI	0,000	0,000	0,000	52,170
Sistema ventilación	164,532	61,734	176,889	33,670
Auxiliares de cubierta	0,000	0,000	28,270	46,152
Agua sanitaria	36,570	18,873	36,570	0,000

Congelación y conservación	137,634	303,592	137,634	0,000
Sistemas auxiliares de pesca	0,000	877,851	0,000	0,000
Habilitación	44,259	39,382	24,138	0,000
Planta de procesado de pescado	0,000	51,504	0,000	0,000
Iluminación	24,960	24,960	24,960	12,540
Equipos de navegación y comunicación	7,070	7,070	7,070	7,070
CONSUMO TOTAL CADA CASO	482,245	1394,517	841,498	228,285

Como podemos ver, la situación en la que mayor demanda de energía eléctrica hay es el caso 2, en el que el buque se encuentra navegando y arrastrando la red, mientras se procesan, congelan y conservan capturas en sus bodegas. La situación más desfavorable es entonces **P máximo consumo =1394,5KW.**

Además, de esta tabla también obtenemos el valor de la potencia requerida en la condición de emergencia, que será aquella que deba suministrar el motor auxiliar de emergencia, que es **P emergencia= 228,285W**

6 SELECCIÓN DE LOS GENERADORES

Con los resultados obtenidos en el balance eléctrico, conocemos las necesidades de nuestra planta, por lo que ya podemos buscar generadores que satisfagan estas necesidades mínimas.

6.1 Generadores principales

Según la normativa de diseño de la planta eléctrica, esta tiene que ser capaz de generar la potencia eléctrica en la condición más desfavorable con n-1 generadores, siendo n el número de generadores de nuestra planta. Esto quiere decir que, si tenemos 2 motores auxiliares, 1 solo tendrá que ser capaz de entregar 1394,5KW; y si tenemos una planta con 2 generadores y una PTO, 2 de estos tienen que ser capaces de entregar los 1394,5KW, o sea que 697KW cada uno.

Entonces tenemos la opción de instalar 2 generadores con una potencia mínima cada uno de 1394,5KW, o dos generadores + 1PTO con una potencia mínima cada uno de 697,25KW, opción con la que cumpliríamos el requisito de que n-1 generadores sean capaces de entregar la potencia eléctrica en la condición más desfavorable.

Se contempla la opción de instalar 3 generadores y que cada uno entregue 697.25KW, pero ya se descarta en primera instancia, primero por ser una opción más cara que la de 2 generadores +PTO, y segundo por el espacio en cámara de máquinas. Ninguno de nuestros buques de la base de datos tiene 3 generadores, si no que, o bien tienen 2 generadores, o bien tienen 2 generadores y un generador de cola. La razón por la que los arrastreros de este tamaño no tienen 3 generadores, es que al ser un buque de carga, el volumen de bodega prevalece sobre muchas otras cuestiones, entre ellas, las dimensiones de cámara de máquinas: cuanto más grande sea nuestra cámara de máquinas, menos espacio de bodega tendremos.

Para la planta eléctrica se decide escoger motores de la marca Wärtsilä, al igual que el motor propulsor y la reductora. En el buscador de la página del proveedor introducimos el tipo de motor que necesitamos (generador), el combustible (diesel-oil) y el rango de potencias entre los que nos moveremos, obteniendo los siguientes resultados:

	Wärtsilä 12V14	Wärtsilä 12V14	Wärtsilä 16V14	Wärtsilä 16V14	Wärtsilä 4L20	Wärtsilä 6L20	Wärtsilä 8L20
Application	Generating set auxiliary	Generating set auxiliary	Generating set auxiliary	Generating set auxiliary	Generating set auxiliary	Generating set auxiliary	Generating set auxiliary
Fuel type	Marine diesel oil	Marine diesel oil	Marine diesel oil	Marine diesel oil	Marine diesel oil	Marine diesel oil	Marine diesel oil
Power	710 kW	790 kW	945 kW	1055 kW	800 kW	1200 kW	1600 kW
Frequency	50 Hz	50 Hz	50 Hz	50 Hz	50 Hz	50 Hz	50 Hz
Emission	IMO Tier 2	IMO Tier 2	IMO Tier 2	IMO Tier 2	IMO Tier 2	IMO Tier 2	IMO Tier 2
Speed	1500 rpm	1500 rpm	1500 rpm	1500 rpm	1000 rpm	1000 rpm	1000 rpm

6.1.1 Opción de dos generadores de 1480 KW

En este caso, se escogen 2 generadores de 1480KW cada uno, modelo Wärtsilä 8L20, por lo que un solo generador cubriría todas las necesidades

2 GENERADORES 8L20					
CONDICIÓN	POTENCIA NECESARIA	GENERADORES 2X1480 KW	GENERADORES ENCENDIDOS	POTENCIA DISPONIBLE	MCR%
CASO 1	464,900	1480,000	1,000	1480,000	31,41%
CASO 2	1394,539	1480,000	1,000	1480,000	94,23%
CASO 3	886,744	1480,000	1,000	1480,000	59,92%
CASO 4	276,276	1480,000	1,000	1480,000	18,67%
% RESERVA (PICK-UP)					5,77%

Con esta opción, en el caso 2 en el que la demanda de energía eléctrica es de 1394,5KW, el generador estaría trabajando al 94% de su régimen nominal, y el porcentaje de reserva pick-up sería de tan solo un 5,7%.

Estudiamos las otras opciones planteadas porque esta no parece ser la más favorable.

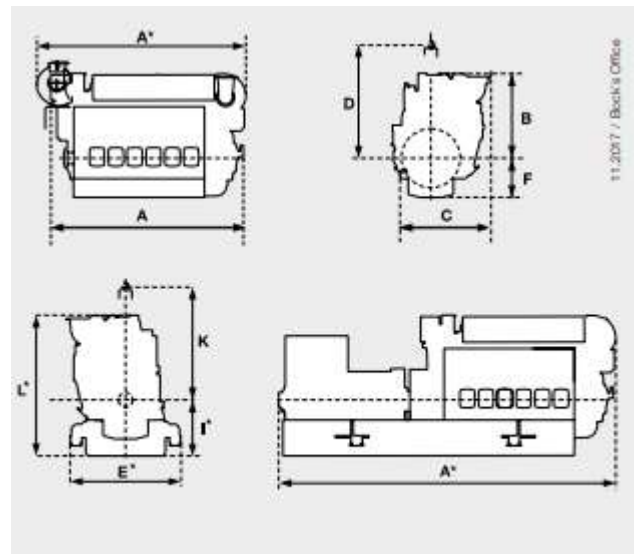
Main technical data

Wärtsilä 20		IMO Tier II or III
Cylinder bore	200 mm	Fuel specification: Fuel oil
Piston stroke	280 mm	700 cSt/50°C 7200 sR1/100°F
Cylinder output	185/200/220 kW/cyl	ISO 8217, category ISO-F-RMK 700
Speed	900/1000/1200 rpm	SFOC 190 g/kWh at ISO condition
Mean effective pressure	28/27.3/25 bar	
Piston speed	8.4/9.3/11.2 m/s	

Rated power			
Engine type	kW/900 rpm	kW/1000 rpm	kW/1200 rpm
4L20	740	800	-
6L20	1 110	1 200	1320
8L20	1 480	1 600	1760
9L20	1 665	1 800	1980

Dimensions (mm) and weights (tonnes)									
Engine type	A*	A	B*	B	C*	C	D	F	Weight
4L20	-	2 510	-	1 348	-	1 483	1 800	725	7.2
6L20	3 254	3 108	1 528	1 348	1 580	1 579	1 800	624	9.3
8L20	3 973	3 783	1 614	1 465	1 756	1 713	1 800	624	11.0
9L20	4 261	4 076	1 614	1 449	1 756	1 713	1 800	624	11.6

*Turbocharger at flywheel end.



6.1.2 Opción de 2 generadores de 900KW y un generador de cola PTI/PTO de 900KW

En este caso los generadores serían, el modelo Wärstila 16V14, y el generador de cola, en su modo de funcionamiento PTO, entregaría 900KW.

2 GENERADORES 16V14 +PTO 900KW					
CONDICIÓN	POTENCIA NECESARIA	GENERADORES 2x900 KW +PTI/PTO	GENERADORES ENCENDIDOS	POTENCIA DISPONIBLE	MCR%
CASO 1	464,900	2700,000	1,000	900,000	51,66%
CASO 2	1394,539	2700,000	1 gen+PTO	1800,000	77,47%
CASO 3	841,500	2700,000	1,000	900,000	93,50%
CASO 4	276,276	2700,000	1,000	900,000	30,70%
% RESERVA (PICK-UP)					45,05%

Main data

Wärtsilä 14		IMO Tier II or III
Cylinder bore	135 mm	Fuel specification: Light fuel oil, maximum sulphur content 0.5% ISO 8217, category ISO-F-DMX, DMA, DMZ SFOC 205.0 g/kWh at ISO condition
Piston stroke	157 mm	
Cylinder configuration		12V 16V
Nominal power (kW/m)		749-1005 1005-1340
Nominal power (kW)		675-865 900-1155
Nominal speed (rpm)		1500-1900 1500-1900

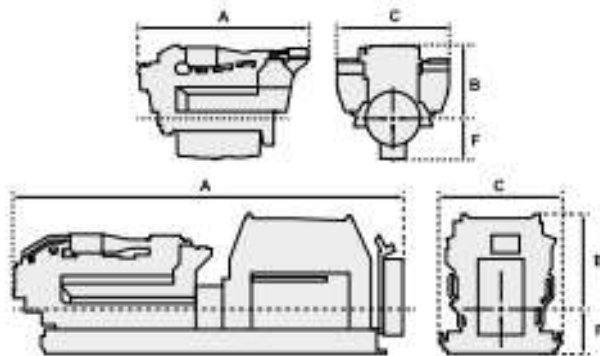
Engine dimensions (mm) and weights (tonnes)					
Engine type	A	C	B	F	Weight
12V14	2 342	1 470	926	542	2.8
16V14	2 801	1 451	1 019	525	3.8

Without air filter, engine dry weight

Genset dimensions (mm) and weights (tonnes)*					
Engine type	A	C	B	F	Weight
12V14	4 577	1 487	1 163	598	7.8
16V14	5 061	1 461	1 163	598	9.1

Without air filter, engine dry weight

* Dependent on generator type and size



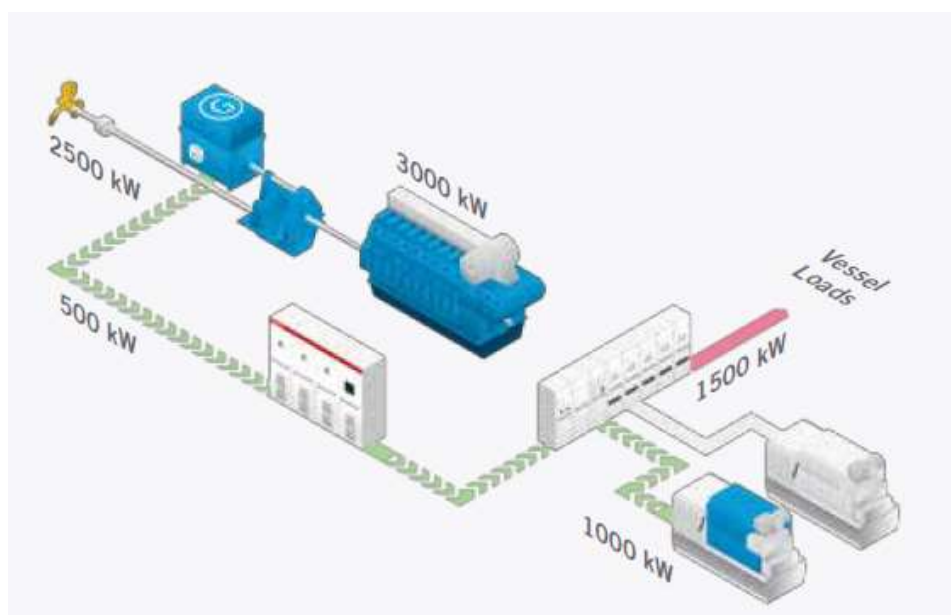
Explicamos brevemente el funcionamiento del generador de cola en este caso que se plantea:¹

PTO modo paralelo

Se adjunta un esquema para representar el funcionamiento del generador de cola en la situación de navegación a 4 nudos y arrastre (única situación en la que se necesitarán 1394,5KW, en el resto de situaciones 1 solo generador podrá suplir toda la demanda).

En nuestro caso el motor principal produciendo 2973,28KW al 85% MCR, destinaría 1914,4KW a la propulsión, y 900KW al consumo eléctrico.

Entonces, tendremos 1914,14KW en la hélice propulsora, 900KW del PTO que, tras pasar por la reductora y el transformador acaban en el cuadro principal, y dos generadores de 900KW cada uno, de los cuales uno está apagado y es redundante.



¹ El generador de cola y sus modos de funcionamiento se explican en detalle en el cuaderno 10

6.1.3 Resultados

Comparamos los resultados de MCR y pick-up de las dos opciones:

CONDICIÓN	POTENCIA NECESARIA	GENERADORES 2X1480 KW	GENERADORES 2x900 KW +PTO 900KW
CASO 1	482,245	32,58%	51,66%
CASO 2	1394,500	94,22%	77,47%
CASO 3	841,500	56,86%	93,50%
CASO 4	228,285	15,42%	30,70%
% RESERVA (PICK-UP)		5,78%	45,05%

En la condición más desfavorable, que es el caso 2, en el que está arrastrando la red, procesando, congelando y conservando las capturas, obtenemos un régimen de trabajo del 94% en el caso de instalar 2 generadores, que es muy elevado. En la otra alternativa, sin embargo, funcionarían al 77% de su MCR, lo cual es bastante realista, ya que es una condición que se da en un momento puntual.

Cabe destacar que, aún siendo esta la condición más desfavorable de nuestro buque, no es la más representativa, ya que de los 40 días de autonomía que tiene, 25 los pasa navegando (caso 1) y 15 faenando (caso 2). En este caso 1 de navegación, con la opción de 1 generador, este estaría funcionando al 31% de su MCR, un porcentaje muy bajo que hace que el consumo de combustible y el rendimiento se vean afectados. En el caso de disponer 2 generadores y un PTO, en el caso de navegación, los motores funcionarían al 51% de su régimen.

Comparamos ahora el % de reserva Pick-Up de ambas opciones: para la opción de 2x1600KW el % de reserva es muy bajo, de tan solo el 5,7%, mientras que en la otra opción el pick-up es del 45%, mucho más favorable, tenemos una mayor reserva de potencia.

En términos de eficiencia energética y régimen de funcionamiento de los generadores, la mejor opción es el caso de 2 generadores de 900KW y un generador de cola funcionando en modo PTO que entregue otros 900KW.

Mencionar también que, en la toma de esta decisión, es muy importante el criterio económico, y la adquisición de 2 generadores + PTI/PTO de 900KW abarataría los costes de adquisición en relación con la opción de 2 equipos generadores de 1600KW.

Se decide entonces, ya que el % de reserva de pick-up y los régimen de funcionamiento muy similares, instalar 2 generadores de 900KW y un generador de cola que pueda funcionar en modo PTI y PTO, de manera que en modo PTO la energía mecánica de la reductora se transmita al cuadro principal en forma de energía eléctrica; y que también se pueda dar el caso de que del cuadro principal se distribuya energía eléctrica para este consumidor que es la PTI en caso de avería

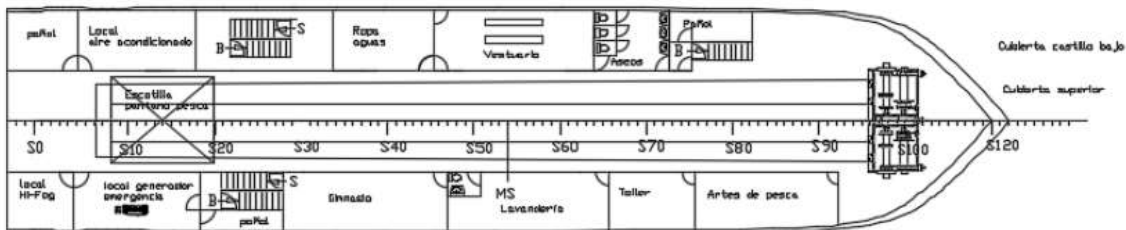
del motor principal, y que así pudiésemos garantizar una vuelta a casa segura, aunque fuese a una velocidad inferior a la de servicio del buque.

Se instalan entonces 2 generadores de la marca Wärtsila, modelo 16V14, de 900KW cada uno a 50Hz y 1500rpms, y un generador de cola que entregue 900KW en modo PTO.

6.2 Generador de emergencia

A la hora de escoger un generador de emergencia tenemos que apoyarnos en el dato de que la potencia mínima a suministrar es de 228,28KW.

Este generador, siguiendo la normativa se ubicará en un local de la cubierta superior, con sus debidas ventilaciones y el espacio necesario para realizarle el mantenimiento. El tanque de este generador de emergencia se ubicará en el mismo local, y tendrá un volumen suficiente como para suministrar combustible durante 18



horas.

Se escoge un generador Volvo Penta D13-MG capaz de entregar 300KW, potencia suficiente para cumplir las necesidades del buque en caso de emergencia:

D13-MG

12.78 liter, in-line 6 cylinder

Technical Data

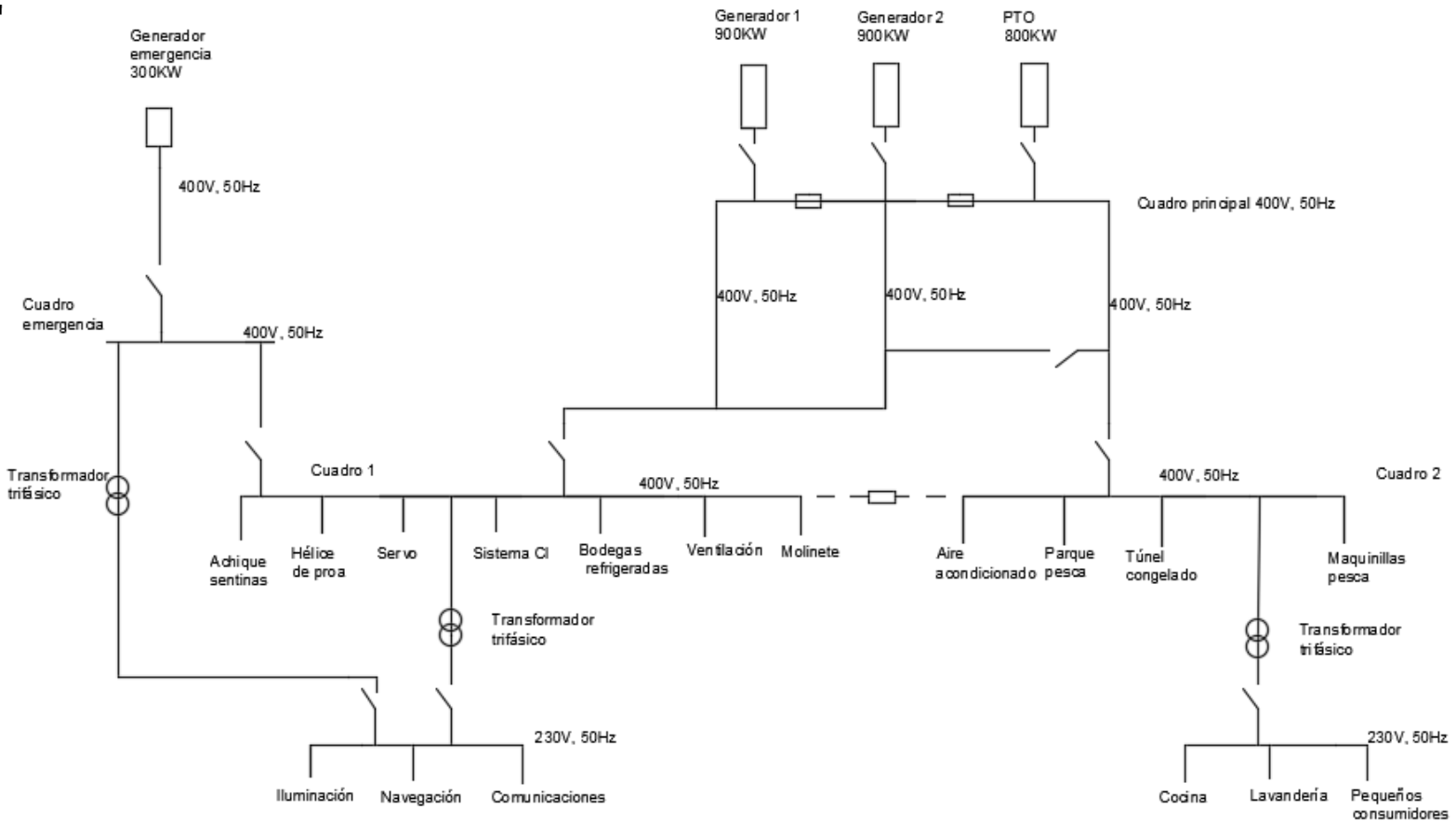
General

Engine designation	D13-MG
Configuration	in-line 6
Method of operation	4-stroke, direct-injected, turbocharged diesel engine with charge air cooler
Bore/stroke, mm)	131
Displacement, liter	12.78
Compression ratio	18.5:1

Performance & fuel consumption

Engine speed	1500 rpm	1800 rpm	1500 rpm	1800 rpm
Crankshaft power HE, kW	300	360	360	400
Crankshaft power KC, kW	300	360	360	400
Crankshaft power RC, kW	289	341	349	381
Spec. fuel consumption HE/KC, g/kWh				
at 50% load	209	214	204	212
at 75% load	204	212	202	212
at 100% load	203	216	202	209
Recommended fuel to conform to	ASTM-D975 1-D and 2-D, EN 590 or JIS KK 2204			

7 DIAGRAMA UNIFILAR Y CONFIGURACIÓN DE LA PLANTA ELÉCTRICA



Se adjunta esquema unifilar de nuestra planta eléctrica, donde tenemos los 2 generadores de 900KW más el generador de cola funcionando en modo PTO, conectados al cuadro principal, cada uno de los cuales cuenta con un interruptor de corte automático. Se ha diseñado la planta eléctrica para que, ante un fallo de 1 de los 3 generadores, se pueda operar igualmente, dando corriente a todos los consumidores.

Del cuadro principal tenemos tensión a 400V y 50Hz, la cual se transmite al cuadro secundario de la izquierda, que a su vez está conectado al generador de emergencia, ya que en este cuadro secundario se encuentran los equipos que deben funcionar aún en situación de emergencia (bomba CI, bomba sentinas, servo, etc). En el cuadro secundario de la derecha, también alimentado con 400V, se encuentra equipos como las maquinillas de pesca o los equipos de procesado de pescado, que se alimentan de los generadores del buque, pero que no serían alimentados en caso de emergencia.

Del cuadro secundario de la izquierda sale una línea de tensión que se transforma en 230V y 50Hz para alimentar a los pequeños consumidores que tienen que ser funcionales aún en situación de emergencia, como podrían ser los equipos de comunicación y navegación.

Del cuadro secundario de la izquierda sale una línea también en la que transformamos estos 400V del cuadro al 230V para pequeños consumidores que no son imprescindibles, como pueden ser los equipos de fonda y hotel.

De esta manera, el cuadro 1, tiene doble alimentación, que viene tanto del cuadro principal como del cuadro de emergencia.

Tenemos también un banco de transformadores trifásicos, en lugar de la opción de instalar 3 transformadores monofásicos.

8 CABLES

Para el calcular los cables de nuestra planta eléctrica empleamos la siguiente formulación, propuesta en la asignatura de sistemas eléctricos del buque:

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

$$I_{adm} = \frac{1,25 * I_{abs}}{0,7}$$

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

Consideramos una variación de tensión del 2,5%, por lo tanto, para 400V, $\Delta V_{400}=10V$, y para 230V, $\Delta V_{230}=5,75V$.

El proceso para la elección del cable es el siguiente:

Una vez conocemos la Potencia absorbida por los consumidores, calculamos la intensidad absorbida. Con el dato de I_{abs} , calculamos la intensidad admisible, la cual dividimos entre 0,7 por tratarse de cables tripolares.

Como conocemos la longitud del cable, la I_{abs} y la variación de tensión, podemos obtener, de la fórmula propuesta, la sección del cable. En función a esta sección se escoge un cable, que tenemos que comprobar que soporte la I_{adm} anteriormente calculada.

Los cables los escogeremos apoyándonos en la siguiente tabla propuesta por la sociedad clasificadora. Se escogerán cables tripolares con una protección XLPE.

Table 5 Rating of cables with copper conductors and 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	
	DC	AC	DC	AC	DC	AC
400	590	670	587	570	483	469
500	780	720	663	612	546	504
600	890	780	757	663	623	546

8.1 Cables del sistema de gobierno

		Características								
		Potencia unitaria					Cálculo de cables			
Sistema	Nombre del equipo	Nº equipos instalados	Pu abs (kW)	ηE	P util (kW)	P total (N*Putil) (KW)	Tensión (V)	cos fi	Iabs (A)	Cable XLPE
Gobierno del buque	Hélice proa	1,000	450,000	0,940	478,723	478,723	400,000	0,900	767,7755	4/3x95mm2
	Servotimón	2,000	15,000	0,880	17,045	34,091	400,000	0,900	54,67492	2/3x4 mm2

8.2 Cables del sistema de combustible

		Características								
		Potencia unitaria					Cálculo de cables			
Sistema	Nombre del equipo	Nº equipos instalados	Pu abs (kW)	ηE	P util (kW)	P total (N*Putil) (KW)	Tensión (V)	cos fi	Iabs (A)	Cable XLPE
Alimentación de combustible	Bomba trasiego diesel-oil	2,000	1,400	0,830	1,687	3,373	400,000	0,900	5,410402	1/3x2,5 mm2
	Bomba purificadora diesel-oil	1,000	1,500	0,830	1,807	1,807	400,000	0,900	2,89843	1/3x2,5 mm2
	Purificadores diesel-oil	1,000	3,400	0,900	3,778	3,778	400,000	0,900	6,058792	1/3x2,5 mm2
	Bomba alimentación diesel-oil	2,000	0,800	0,750	1,067	2,133	400,000	0,900	3,421435	1/3x2,5 mm2

8.3 Cables del sistema de lubricación

		Características								
		Potencia unitaria					Cálculo de cables			
Sistema	Nombre del equipo	Nº equipos instalados	Pu abs (kW)	ηE	P util (kW)	P total (N*Putil) (KW)	Tensión (V)	cos fi	Iabs (A)	Cable XLPE
Sistema de lubricación	Bomba prelubricación	2,000	0,750	0,720	1,042	2,083	400,000	0,900	3,341245	1/3x2,5 mm2
	Bomba lubricación	2,000	3,000	0,840	3,571	7,143	400,000	0,900	11,4557	1/3x2,5 mm2
	Purificadora aceite	2,000	1,600	0,750	2,133	4,267	400,000	0,900	6,842871	1/3x2,5 mm2

8.4 Cables del compresor de aire

		Características								
		Potencia unitaria					Cálculo de cables			
Sistema	Nombre del equipo	Nº equipos instalados	Pu abs (kW)	ηE	P util (kW)	P total (N*Putil) (KW)	Tensión (V)	cos fi	Iabs (A)	Cable XLPE
Siste de aire comprimido	Compresores	2,000	7,500	0,860	8,721	17,442	400,000	0,900	27,97322	1/3x4 mm2

8.5 Cables de refrigeración del motor

		Características								
		Potencia unitaria					Cálculo de cables			
Sistema	Nombre del equipo	Nº equipos instalados	Pu abs (kW)	ηE	P util (kW)	P total (N*Putil) (KW)	Tensión (V)	cos fi	Iabs (A)	Cable XLPE
Sistema de refrigeración	Bomba agua salada	2,000	5,000	0,860	5,814	11,628	400,000	0,900	18,64881	1/3x2,5 mm2
	Bomba refrigeración agua dulce HT	2,000	4,000	0,860	4,651	9,302	400,000	0,900	14,91905	1/3x2,5 mm2
	Bomba refrigeración agua dulce LT	2,000	7,000	0,860	8,140	16,279	400,000	0,900	26,10834	1/3x4 mm2

8.6 Cables de bombas de sentinas

		Características								
		Potencia unitaria					Cálculo de cables			
Sistema	Nombre del equipo	Nº equipos instalados	Pu abs (kW)	ηE	P util (kW)	P total (N*Putil) (KW)	Tensión (V)	cos fi	Iabs (A)	Cable XLPE
Sentinas	Bomba de sentinas/lastr	2,000	6,600	0,800	8,250	16,500	400,000	0,900	26,46266	1/3x4 mm2
	Separador de sentinas	1,000	6,000	0,800	7,500	7,500	400,000	0,900	12,02848	1/3x2,5 mm2

8.7 Cables de CI

		Características								
		Potencia unitaria					Cálculo de cables			
Sistema	Nombre del equipo	Nº equipos instalados	Pu abs (kW)	ηE	P util (kW)	P total (N*Putil) (KW)	Tensión (V)	cos fi	Iabs (A)	Cable XLPE
CI	Bomba CI emergencia	2,000	6,600	0,850	7,765	15,529	400,000	0,900	24,90604	1/3x4mm2
	Equipo extinción incendios	1,000	67,900	0,800	84,875	84,875	400,000	0,900	136,1223	1/3x70mm2

8.8 Cables de la ventilación

		Características								
		Potencia unitaria					Cálculo de cables			
Sistema	Nombre del equipo	Nº equipos instalados	Pu abs (kW)	ηE	P util (kW)	P total (N*Putil) (KW)	Tensión (V)	cos fi	Iabs (A)	Cable XLPE
Ventilación	Ventilador CM	2,000	8,850	0,870	10,172	20,345	400,000	0,900	32,62899	1/3x6mm2
	Ventilación cocina	4,000	0,300	0,700	0,429	1,714	400,000	0,900	2,749368	1/3x2,5mm2
	Ventilación aseos	21,000	0,450	0,700	0,643	13,500	400,000	0,900	21,65127	1/3x4mm2
	Ventilación parque de pesca	4,000	4,450	0,700	6,357	25,429	400,000	0,900	40,78229	1/3x10mm2
	Ventilación local MAE	3,000	1,200	0,700	1,714	5,143	400,000	0,900	8,248103	1/3x2,5mm2
	Ventilación local lavandería	3,000	1,200	0,700	1,714	5,143	400,000	0,900	8,248103	3/3x35mm2
	Ventilación local AACC	2,000	1,200	0,700	1,714	3,429	400,000	0,900	5,498735	3/3x35mm3

	Climatización habilitación	1,000	28,960	0,800	36,200	36,200	400,000	0,900	58,05748	1/3x16m m2
--	-------------------------------	-------	--------	-------	--------	--------	---------	-------	----------	---------------

8.9 Cables auxiliares de cubierta

		Características								
		Potencia unitaria					Cálculo de cables			
Sistema	Nombre del equipo	Nº equipos instalados	Pu abs (kW)	ηE	P util (kW)	P total (N*Puti l) (KW)	Tensión (V)	cos fi	Iabs (A)	Cable XLPE
Auxiliares de cubierta	Molinete	2,000	68,000	0,900	75,556	151,111	400,000	0,900	242,3517	2/3x50m m2
	Cabrestante	1,000	22,000	0,900	24,444	24,444	400,000	0,900	39,20395	1/3x50m m2

8.10 Cables de equipos de agua

		Características								
		Potencia unitaria					Cálculo de cables			
Sistema	Nombre del equipo	Nº equipos instalados	Pu abs (kW)	ηE	P util (kW)	P total (N*Puti l) (KW)	Tensión (V)	cos fi	Iabs (A)	Cable XLPE
Agua sanitaria	Planta TAR	1,000	9,000	0,900	10,000	10,000	400,000	0,900	16,03798	1/3x2,5 mm2
	Generador agua dulce	2,000	0,750	0,850	0,882	1,765	400,000	0,900	2,830231	1/3x2,5 mm2
	Bomba agua dulce fría	1,000	1,850	0,800	2,313	2,313	400,000	0,900	3,708782	1/3x2,5 mm2
	Bomba agua dulce caliente	1,000	1,850	0,800	2,313	2,313	400,000	0,900	3,708782	1/3x2,5 mm2

Bomba recirculación agua caliente	1,000	0,150	0,900	0,167	0,167	400,000	0,900	0,2673	1/3x2,5 mm2
Bomba recirculación agua fría	1,000	0,080	0,900	0,089	0,089	400,000	0,900	0,14256	1/3x2,5 mm2
Planta de ósmosis	1,000	25,000	0,800	31,250	31,250	400,000	0,900	50,11868	1/3x10m m3
Calentador	1,000	25,000	0,800	31,250	31,250	400,000	0,900	50,11868	1/3x10m m3

8.1 Cables de refrigeración y congelado

		Características								
		Potencia unitaria					Cálculo de cables			
Sistema	Nombre del equipo	Nº equipos instalados	Pu abs (kW)	ηE	P util (kW)	P total (N*Put il) (KW)	Tensión (V)	cos fi	Iabs (A)	Cable XLPE
Congelación y conservación	Tunel congelado	1,000	312,000	0,940	331,915	331,915	400,000	0,900	532,3244	3/3x95m m2
	Refrigeración bodegas	1,000	128,000	0,930	137,634	137,634	400,000	0,900	220,7378	2/3x50m m2

8.2 Cables de equipos auxiliares de pesca

		Características								
			Potencia unitaria				Cálculo de cables			
Sistema	Nombre del equipo	Nº equipos instalados	Pu abs (kW)	ηE	P util (kW)	P total (N*Puti l) (KW)	Tensión (V)	cos fi	Iabs (A)	Cable XLPE
Sistemas auxiliares de pesca	Maquinillas arrastre	1,000	250,000	0,940	265,957	265,957	400,000	0,900	426,542	3/3x95m m2
	Carretel red	1,000	180,000	0,950	189,474	189,474	400,000	0,900	303,8775	2/3x95m m2
	Maquinillas lanteon	1,000	135,000	0,940	143,617	143,617	400,000	0,900	230,3327	2/3x95m m2
	Maquinillas de malleta	1,000	130,000	0,940	138,298	138,298	400,000	0,900	221,8018	2/3x95m m2
	Maquinilla de copo	1,000	120,000	0,910	131,868	131,868	400,000	0,900	211,4898	2/3x95m m2
	Maquinillas auxiliares	1,000	11,000	0,910	12,088	12,088	400,000	0,900	19,38657	1/3x4mm 2
	Tambor de red	1,000	110,000	0,910	120,879	120,879	400,000	0,900	193,8657	1/3x95m m4
	Maquinilla largado de copo	1,000	30,000	0,940	31,915	31,915	400,000	0,900	51,18504	1/3x70m m2

8.3 Cables de habilitación

		Características								
			Potencia unitaria				Cálculo de cables			
Sistema	Nombre del equipo	Nº equipos instalados	Pu abs (kW)	ηE	P util (kW)	P total (N*Puti l) (KW)	Tensión (V)	cos fi	Iabs (A)	Cable XLPE
Habilitación	Cocina, horno, amasadora, peladora,	1,000	28,000	0,850	32,941	32,941	230,000	0,900	91,87998	1/3x35m m2

	microondas, etc									
	Lavandería	1,000	11,000	0,860	12,791	12,791	230,000	0,900	35,67599	1/3x10m m2
	Gambuza refrigerada	1,000	21,000	0,870	24,138	24,138	230,000	0,900	67,32584	1/3x25m m2

8.4 Cables de equipos de procesamiento de pescado

		Características								
		Potencia unitaria				Cálculo de cables				
Sistema	Nombre del equipo	Nº equipos instalados	Pu abs (kW)	ηE	P util (kW)	P total (N*Putil) (KW)	Tensión (V)	cos fi	Iabs (A)	Cable XLPE
Planta de procesamiento de pescado	Fileteadora	2,000	1,200	0,900	1,333	2,667	400,000	0,900	4,276794	1/3x2,5 mm2
	Evacuador desperdicios	1,000	2,000	0,900	2,222	2,222	400,000	0,900	3,563995	1/3x2,5 mm2
	Motor lavadora pescado	2,000	0,800	0,850	0,941	1,882	400,000	0,900	3,018913	1/3x2,5 mm2
	Descabezadora	2,000	4,500	0,900	5,000	10,000	400,000	0,900	16,03798	1/3x2,5 mm2
	Peladora	2,000	5,000	0,900	5,556	11,111	400,000	0,900	17,81998	1/3x2,5 mm2
	Cinta transportadora	4,000	1,800	0,900	2,000	8,000	400,000	0,900	12,83038	1/3x2,5 mm2
	Empaquetadora de bloques	1,000	3,100	0,900	3,444	3,444	400,000	0,900	5,524192	1/3x2,5 mm2
	Compesor	2,000	4,000	0,850	4,706	9,412	400,000	0,900	15,09457	1/3x2,5 mm2

	Evaporador	2,000	3,00 0	0,90 0	3,33 3	6,667	400,00 0	0,90 0	10,6919 9	1/3x2, 5 mm2
	Bomba de condensador	2,000	6,00 0	0,80 0	7,50 0	15,000	400,00 0	0,90 0	24,0569 7	1/3x4 mm2

8.5 Cables de iluminación

		Características								
		Potencia unitaria					Cálculo de cables			
Sistema	Nombre del equipo	Nº equipos instalados	Pu abs (kW)	ηE	P util (kW)	P total (N*Puti l) (KW)	Tensión (V)	cos fi	Iabs (A)	Cable XLPE
Iluminación	Iluminación interior	1,000	18,62 0	1,00 0	18,62 0	18,620	230,00 0	0,90 0	51,9351 6	1/3x16m m2
	Iluminación exterior	1,000	6,220	1,00 0	6,220	6,220	230,00 0	0,90 0	17,3489 1	1/3x2,5 mm2
	Luces de navegación	1,000	0,120	1,00 0	0,120	0,120	230,00 0	0,90 0	0,33470 6	1/3x2,5 mm2

8.6 Cables de equipos de navegación y comunicación

		Características								
		Potencia unitaria					Cálculo de cables			
Sistema	Nombre del equipo	Nº equipos instalados	Pu abs (kW)	ηE	P util (kW)	P total (N*Puti l) (KW)	Tensión (V)	cos fi	Iabs (A)	Cable XLPE
Equipos de navegación y	Giroscopio	2,000	0,50 0	1,00 0	0,50 0	1,000	230,00 0	0,90 0	2,78921 4	1/3x2, 5 mm2

comunicación	Piloto autónámico	1,000	0,10 0	1,00 0	0,10 0	0,100	230,00 0	0,90 0	0,27892 1	1/3x2, 5 mm2
	Radar	1,000	1,50 0	1,00 0	1,50 0	1,500	230,00 0	0,90 0	4,18382	1/3x2, 5 mm2
	Sonda	1,000	0,15 0	1,00 0	0,15 0	0,150	230,00 0	0,90 0	0,41838 2	1/3x2, 5 mm2
	GMDSS	1,000	3,20 0	1,00 0	3,20 0	3,200	230,00 0	0,90 0	8,92548 3	1/3x2, 5 mm2
	Navtex	1,000	0,10 0	1,00 0	0,10 0	0,100	230,00 0	0,90 0	0,27892 1	1/3x2, 5 mm2
	Radioteléfono	1,000	0,35 0	1,00 0	0,35 0	0,350	230,00 0	0,90 0	0,97622 5	1/3x2, 5 mm2
	Sonar	1,000	0,85 0	1,00 0	0,85 0	0,850	230,00 0	0,90 0	2,37083 2	1/3x2, 5 mm2
	GPS	2,000	0,32 0	1,00 0	0,32 0	0,640	230,00 0	0,90 0	1,78509 7	1/3x2, 5 mm2

9 OTROS COMPONENTES DEL SISTEMA ELÉCTRICO

En apartados anteriores hemos elegido los 3 generadores de nuestra planta eléctrica, el generador de emergencia, y hemos dimensionado los cables de nuestros equipos. Ahora definiremos los transformadores, los cuadros de control y los sistemas de protección de la planta eléctrica.

9.1 Elementos de protección del sistema eléctrico

9.1.1 Interruptores

Son mecanismos de apertura y cierre de un circuito, basados en un elemento móvil capaz de hacer un número elevado de maniobras. A continuación se disponen los diferentes tipos de interruptores que nos encontraremos en el buque:

- Interruptores manuales o automáticos.
- Guardamotores
- Interruptores de potencia
- Interruptores limitadores
- Contactores
- Disyuntores

9.1.2 Fusibles

Son elementos que forman parte del sistema de protección eléctrica, contienen en su interior un conductor el cual permite el paso de corrientes en órdenes de magnitud próximas a la intensidad nominal. Si esta corriente es muy elevada, el conductor se funde, produciéndose una interrupción del circuito.

Según lo estipulado por la norma, se instalarán a bordo fusibles de alta capacidad de ruptura (HRC). Estos elementos de protección son capaces de cortar intensidades de hasta 10KA.

9.2 Cuadros de distribución

Distinguimos entre el cuadro principal, al que se conectan tanto los generadores como los diferentes equipos eléctricos consumidores de energía; y el cuadro de emergencia, que se encuentra en el local del generador de emergencia, y se encarga del accionamiento del mismo.

9.2.1 Cuadro principal

El cuadro principal se ubicará dentro de cámara de máquinas, próximo a la zona donde ubicamos los generadores.

El cuadro está formado por tres paneles de control, uno para cada generador, un panel para el sincronismo de estos, un panel para las salidas de 400V y un panel para las salidas de 230V.

9.2.2 Cuadro de emergencia

En el cuadro de emergencia se conecta el grupo generador de emergencia, los servicios de emergencia (navegación y comunicaciones), el alumbrado de emergencia y se conecta también al cuadro principal.

9.3 Transformadores

Los emplearemos para transformar la tensión de 400V a 230V.

Tanto en el dimensionamiento de cables como en el diagrama unifilar podemos ver cuales de nuestros consumidores se alimentan de tensión de 400V y cuales de 230V.

Dispondremos pues los transformadores necesarios para convertir esta tensión de 400V en 230V, a 50Hz.

Asimismo, se instalarán rectificadores que conviertan la corriente alterna en continua y convertidores que transformen la corriente continua el alterna, según las necesidades de consumo de cada equipo.

Estos transformadores serán marinos, con ventilación natural.

10 BIBLIOGRAFÍA

Apuntes de la asignatura “Sistemas eléctricos del buque” de Javier Bouza Fernández.

Wartsila online engine configurator

11 ANEXO I FICHA TÉCNICA MMAA



WÄRTSILÄ 14 LIGHTER, SMARTER, GREENER

The Wärtsilä 14 is the most compact engine in its power range in the marine market, and serves propulsion, auxiliary and emergency genset applications in the global marine and offshore markets. The engine is an integral element within Wärtsilä's Smart Marine vision for the future of shipping, whereby optimal efficiency, safety, and environmental sustainability will be the key pillars in achieving and maintaining profitable operations for ship owners and operators around the world.

The Wärtsilä 14 high-speed engine is produced in 12- and 16-cylinder configurations, having a power output between 749 and 1340 kWm in mechanical propulsion, and between 875 and 1155 kW in auxiliary generating set and diesel-electric propulsion applications.

The compact package of the Wärtsilä 14 meets the customer, segment and vessel requirements where operating power, fuel type and power to weight ratio are critical.

The Wärtsilä 14 is equipped with UNIC automation modules for monitoring and safety purposes.

Propulsion packages

Together with the Wärtsilä 14 engine, Wärtsilä offers a broad range of products, systems and integrated solutions, including ship machinery, propulsion equipment – gears, propellers, thrusters and waterjets – and control systems for different types of marine vessel applications.

The benefits of integrated packages include:

- In-house design, manufacturing, and project management
- Matching components and an integrated design to ensure functionality and efficiency
- Easy installation and commissioning
- Simple mechanical and automation interfaces to shipyard systems.



IMO Tier III certification

The Wärtsilä 14 is supplied with the Wärtsilä NO_x reducer (Wärtsilä NOR[®]), an emissions after-treatment system based on selective catalytic reduction (SCR) technology for reducing nitrogen oxide (NO_x) emissions.

The Wärtsilä NOR:

- is optimised for the Wärtsilä 14 engine in terms of reliability, flexibility, and size while supporting easy installation and maintenance.
- maximises overall performance of the engine and exhaust gas cleaning system in terms of emissions reduction, noise abatement, and engine efficiency.
- is provided together with IMO Tier III EIAPP certificates for a complete engine and SCR package.

The Wärtsilä – Liebherr relationship

The engine has been developed in collaboration with Liebherr, a leading global manufacturer of machinery and components. Liebherr engines have been developed for heavy duty applications and for operation under harsh environmental conditions. They are, therefore, a perfect fit for marine and offshore applications.



2 X Wärtsilä 12V14 gensets are scheduled for delivery in June 2022 for the new Pelagic Trawler newbuilding "Arlamis" by Karstenen Shipyard.

wartsila.com

© 2021 Wärtsilä Corporation – All rights reserved.
No part of this publication may be reproduced or copied in any form or by any means (electronic, mechanical, graphic, photocopying, recording, taping or other information retrieval systems) without the prior written permission of the copyright holder. Neither Wärtsilä Finland Oy, nor any other Wärtsilä Group Company, makes any representation or warranty (express or implied) in this publication and neither Wärtsilä Finland Oy, nor any other Wärtsilä Group Company, assumes any responsibility for the correctness, errors or omissions of information contained herein. Information in this publication is subject to change without notice. No liability, whether direct, indirect, special, incidental or consequential, is assumed with respect to the information contained herein. This publication is intended for information purposes only.

Lifecycle support

Wärtsilä Services will support you throughout the lifecycle of your high-speed engine installation. We offer:

- A global network of approximately 11,000 professionals in 160 locations delivering services to more than 12,000 customers every year.
- The broadest portfolio of solutions and services in the industry, ranging from supplying spare parts to optimising customer operations and providing performance guarantees.
- A commitment to provide high quality, expert support, and to make our services available in the most environmentally sound way possible, whenever and wherever needed.

Main data

Wärtsilä 14		IMO Tier II or III	
Cylinder bore	135 mm	Fuel specification: Light fuel oil, maximum sulphur content 0.5%, ISO 8217, category ISO-F-DMX, DMA, DM2, SFOC 205,0 g/kWh at ISO condition	
Piston stroke	157 mm		
Cylinder configuration		12V	16V
Nominal power (kWm)		749–1005	1005–1340
Nominal power (kWg)		675–865	900–1155
Nominal speed (rpm)		1500–1900	1500–1900

Engine dimensions (mm) and weights (tonnes)

Engine type	A	C	B	F	Weight
12V14	2 342	1 470	926	542	2,8
16V14	2 601	1 451	1 019	525	3,8

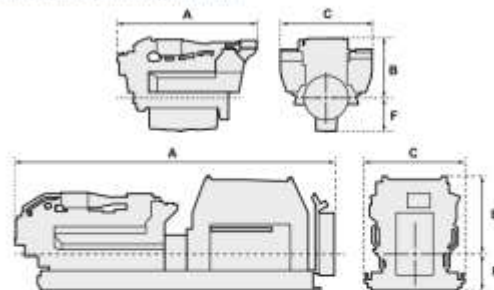
Without air filter, engine dry weight

Genset dimensions (mm) and weights (tonnes)*

Engine type	A	C	B	F	Weight
12V14	4 577	1 487	1 163	598	7,8
16V14	5 061	1 461	1 163	598	9,1

Without air filter, engine dry weight

* Dependent on generator type and size



A newly developed configurator for selecting the right engine is available on Wärtsilä's webpages. This will help customers to find the product they need, while at the same time making it easy to be in direct contact with Wärtsilä's sales organisation through the tool.



12 ANEXO II FICHA TÉCNICA MAE

**VOLVO
PENTA**

VOLVO PENTA MARINE GENSET

D13-MG

12.78 liter, in-line 6 cylinder
310–415 kVA (248–332 kW) at 1500rpm 50Hz/400V, 375–475 kVA (300–380 kW) at 1800rpm 60Hz/440V



Volvo Penta Genset system

The Volvo Penta Genset systems are the complete solution for a ship's onboard power requirements. You will not only get reliable marine diesels, well-matched generators and a monitoring system, but also a wide range of products and services to optimize your investment.

The basis for the Volvo Penta Gensets is the smooth running and reliable marine diesel engines. Compact in design, they occupy less space in the engine room, and their good accessibility makes service and maintenance easy. Auto-start and synchronizing is rapid and reliable, meeting all standards with a comfortable margin. Volvo's basic engine design in combination with a highly efficient speed control system gives superior load taking capability.

Complete and classified

Each Volvo Penta Genset is built in the Volvo factory fully adapted to the customer's requirements and comes complete and tested, ready for installation onboard.

All the Volvo Penta Gensets are type approved by the major classification societies, and can be delivered under complete certification.

Clean engine

The Volvo Penta engines are well balanced and have excellent emission performance. No visible smoke can be recognized. With growing care for the environment all over the world, emission regulations are becoming increasingly stricter.

The D13 MG is certified for the comprehensive emission requirements according to EPA Tier 2 and EU IWW for diesel electric propulsion.

Engines are ready for EPA Tier 3 emission legislation, in force from 2014.

Standard generator

All the standard Gensets are equipped with a generator built by Newage Stamford. Stamford is the market leader in this power range and provides for worldwide service coverage. These generators are of a long proven design, based on years of experience of power generation for land-based and marine applications.

Reduced noise

The noise level on the D13 MG has been further reduced due to variable injector pressure and a new efficient cooling system. The harbor and emergency gensets with radiator cooling system can offer even lower sound pressure with an optional visco fan.

Marine control unit

Each complete genset is delivered with Volvo Penta MCU (Marine Control Unit) alarm and monitoring system with interface for connections to the switchboard and bridge. For all classed gensets SDU (Shut down unit) will give full redundancy and safety according to SOLAS & class requirements.

Trouble free service

Scheduled maintenance and preventive repairs will keep you from unnecessary and expensive downtime. For each genset application Volvo Penta dealers can offer extensive life cycle cost analysis including fuel and maintenance cost. Qualified Volvo Penta dealers stand by for service and support in more than 100 countries all over the world. A complete set of documentation will be delivered with the set according to Volvo's high quality publication standard. The optional extended coverage (CXC) will give protection for one or two additional years.

D13-MG

12.78 liter, in-line 6 cylinder

Technical Data

General

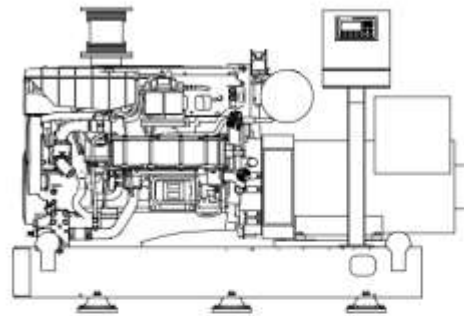
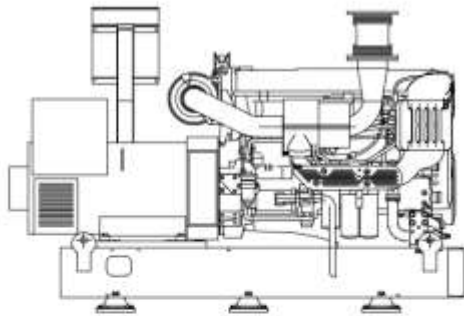
Engine designation	D13-MG
Configuration	In-line 6
Method of operation	4-stroke, direct-injected, turbocharged diesel engine with charge air cooler
Bore/stroke, (mm)	131
Displacement, liter	12.78
Compression ratio	18.5:1

Performance & fuel consumption

Engine speed	1500 rpm	1800 rpm	1500 rpm	1800 rpm
Crankshaft power HE, kW	300	360	360	400
Crankshaft power KC, kW	300	360	360	400
Crankshaft power RC, kW	289	341	349	381
Spec. fuel consumption HE/KC, g/kWh				
at 50% load	209	214	204	212
at 75% load	204	212	202	212
at 100% load	203	216	202	209
Recommended fuel to conform to	ASTM-D975 1-D and 2-D, EN 590 or JIS KK 2204			

10% overload available acc. to class requirements. Fuel temperature 40°C (104°F). Technical data according to ISO 3046 Fuel Stop Power with a tolerance $\pm 4\%$. Fuel with a lower calorific value of 42700 kJ/kg and density of 840 g/liter at 15°C (60°F). Merchant fuel may differ from this specification which will influence engine power output and fuel consumption. The engine is certified according to EPA Tier 2, EU /RVV for diesel electric propulsion.

¹ Heat Exchanger cooled system (HE), ² Radiator Cooled system (RC), ³ Keel Cooled system (KC)



Technical Data HE Genset

Power output at 1500 rpm 50Hz/400V

Engine / Generator	kWm	kWe	kVA
D13 MG / S4L1MF41	300	248	310
D13 MG / S5L1MC41	300	284	355
D13 MG / S5L1MD41	360	332	415

Power output at 1800 rpm 60Hz/440V

Engine / Generator	kWm	kWe	kVA
D13 MG / S4L1MF41	360	300	375
D13 MG / S5L1MC41	360	341	426
D13 MG / S5L1MD41	400	380	475

10% overload available according to class requirements. Fuel temperature 40°C (104°F). Technical data according to ISO 3046 Fuel Stop Power and ISO 8069. Fuel with a lower calorific value of 42700 kJ/kg and density of 840 g/liter at 15°C (60°F). Merchant fuel may differ from this specification which will influence engine power output and fuel consumption.

Dimensions L x W x H₁/H₂ (mm), not for installation

D13 MG / S4L1MF41	2739 x 1174 x 1814/1814
D13 MG / S5L1MC41	2817 x 1174 x 1814/1814
D13 MG / S5L1MD41	2817 x 1174 x 1814/1814

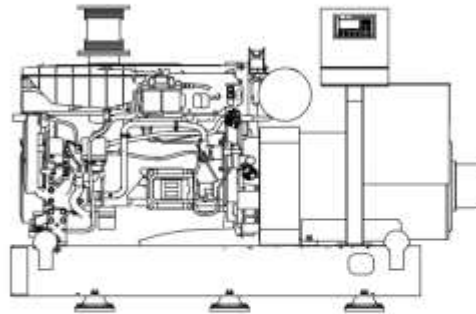
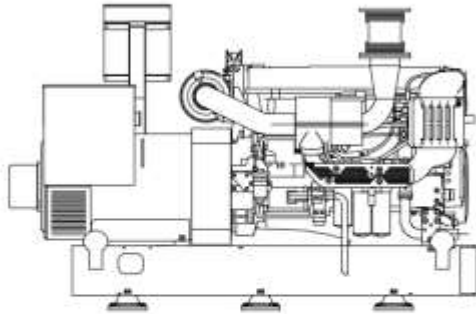
Weight, kg

D13 MG / S4L1MF41	3070
D13 MG / S5L1MC41	3175
D13 MG / S5L1MD41	3305

H₁ = Height including exhaust compensator
 H₂ = Total genset height including control box

D13-MG

12.78 liter, in-line 6 cylinder



Technical Data KC Genset

Power output at 1500 rpm 50Hz/400V

Engine / Generator	kWm	kWe	kVA
D13 MG / S4L1MF41	300	248	310
D13 MG / S5L1MC41	300	284	355
D13 MG / S5L1MD41	360	332	415

Power output at 1800 rpm 60Hz/440V

Engine / Generator	kWm	kWe	kVA
D13 MG / S4L1MF41	360	300	375
D13 MG / S5L1MC41	360	341	426
D13 MG / S5L1MD41	400	380	475

10% overload available according to class requirements.
 Fuel temperature 40°C (104°F). Technical data according to ISO 3046 Fuel Stop Power and ISO 8865. Fuel with a lower calorific value of 42700 kJ/kg and density of 840 g/liter at 15°C (60°F). Merchant fuel may differ from this specification which will influence engine power output and fuel consumption.

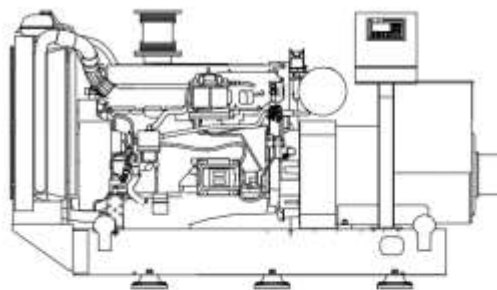
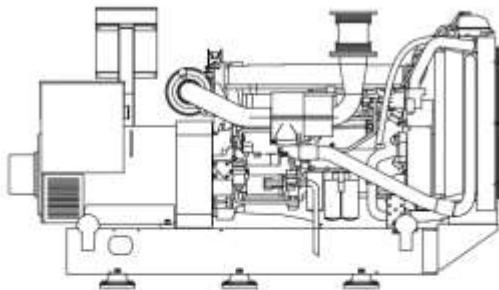
Dimensions L x W x H₁/H₂ (mm), not for installation

D13 MG / S4L1MF41	2739 x 1174 x 1814/1814
D13 MG / S5L1MC41	2811 x 1174 x 1814/1814
D13 MG / S5L1MD41	2811 x 1174 x 1814/1814

Weight, kg

D13 MG / S4L1MF41	3030
D13 MG / S5L1MC41	3135
D13 MG / S5L1MD41	3265

H₁ = Height including exhaust compensator
 H₂ = Total genset height including control box



Technical Data RC Genset

Power output at 1500 rpm 50Hz/400V

Engine / Generator	kWm	kWe	kVA
D13 MG / S4L1MF41	289	248	310
D13 MG / S5L1MC41	289	275	344
D13 MG / S5L1MD41	349	332	415

Power output at 1800 rpm 60Hz/440V

Engine / Generator	kWm	kWe	kVA
D13 MG / S4L1MF41	341	300	375
D13 MG / S5L1MC41	341	322	402
D13 MG / S5L1MD41	381	360	450

10% overload available according to class requirements.
 Fuel temperature 40°C (104°F). Technical data according to ISO 3046 Fuel Stop Power and ISO 8865. Fuel with a lower calorific value of 42700 kJ/kg and density of 840 g/liter at 15°C (60°F). Merchant fuel may differ from this specification which will influence engine power output and fuel consumption.

Dimensions L x W x H₁/H₂ (mm), not for installation

D13 MG / S4L1MF41	3147 x 1165 x 1811/1811
D13 MG / S5L1MC41	3219 x 1165 x 1811/1811
D13 MG / S5L1MD41	3219 x 1165 x 1811/1811

Weight, kg

D13 MG / S4L1MF41	3080
D13 MG / S5L1MC41	3185
D13 MG / S5L1MD41	3315

H₁ = Height including exhaust compensator
 H₂ = Total genset height including expansion tank

D13-MG

12.78 liter, in-line 6 cylinder

Technical description

Complete Genset

- High system efficiency as a result of system optimization of the complete Genset
- All used components of highest quality from well reputed suppliers
- Reinforced set dimensioned for high output and low sound level
- Mono-block engine/generator rigidly mounted on a common bed frame
- Engine directly coupled to generator via a flexplate
- Flexible mountings including welding plates mounted under the frame

Engine and block

- Cylinder block and cylinder head made of cast iron
- One piece cylinder head
- Replaceable wet cylinder liners and valve seats/guides
- Drop forged crankshaft with induction hardened bearing surfaces and fillets with seven main bearings
- Four valve per cylinder layout with overhead camshaft
- Each cylinder features cross-flow inlet and exhaust ducts
- Gallery oil cooled forged aluminium pistons, three piston rings (keystone top ring)
- Senders for oil pressure (after filter), oil temp, oil pressure, oil level, fuel pressure, freshwater pressure, exhaust temp, crankcase pressure, speed crank and cam, boost pressure/temp, seawater pressure (not KC or RC cool.), coolant level, coolant temp
- Exhaust temperature indication

Lubrication system

- Freshwater-cooled oil cooler integrated in cylinder block
- Twin full flow oil filter of spin-on type and single by-pass filter

Fuel system

- Electronic Unit Injectors
- Gear-driven fuel pump, driven by timing gear
- Electronically controlled injection timing
- 5-hole high pressure injector nozzles
- Twin engine-mounted spin-on fine fuel filters with change over valve

Turbocharger

- Dry twin entry turbocharger

Heat Exchanger cooled system (HE)

- For seawater- and central-cooled Gensets
- Engine-mounted plate heat exchanger with expansion tank
- Belt-driven centrifugal freshwater pump
- Belt-driven rubber impeller raw water pump

Keel cooled system (KC)

- 2-circuit cooling system
- Belt-driven centrifugal cooling water pump in HT circuit
- Engine mounted expansion tank in HT circuit
- Gear driven rubber impeller cooling water pump in CAC LT circuit

Radiator cooled system (RC)

- For aircooled Gensets
- Polygroove belt-driven radiator fan
- Belt-driven centrifugal cooling water pump
- Air to air CAC (Charge Air Cooler)

Generator

- 4-pole, brushless, AC marine generator
- Temperature rise class F
- Tropical Insulation class H
- Stator winding as standard with short 2/3 pitch winding, ideal for non-linear load (thyristor load)
- Automatic Voltage Regulator (AVR) for accurate voltage regulation
- Permanent magnet mounted on generator for Independent power supply to AVR
- Single bearing generator as standard
- Voltage available range up to 690V
- IP23 enclosure as standard
- Anti condensation heating

Control System

- MCC a flexible and expandable control and monitoring system for classified installations. Incl. separate safety shutdown system
- Meets classification requirements of separate shutdown and monitoring system
- Easy to interface with leading suppliers of ship control systems
- Possibility to connect relays for remote control functions (potential free contacts)
- Classifiable by all major classification societies

Optional equipment

Engine

- Twin fuel pre-filters/water separator with change over valve
- Flexible exhaust compensator
- Cooling water connection bellows
- Electrical and air starting systems available individually or in parallel.
- Raw water pressure indication (only in combination with raw water pump)
- Engine heater 2000W
- Visco fan (only for RC gensets)

Generator

- Air inlet filters according to IP23
- Air inlet louvres/filters according to IP44
- Parallel equipment mounted in generator
- Thermistors (1 or 2 per phase) mounted in generator for temperature measurement of windings in generator
- PT100 elements (1 or 2 per phase) mounted in generator for temperature measurement of windings in generator
- Double bearing generator (on request)
- PT100 elements mounted in generator bearings for temperature measurement

Miscellaneous

- Dry exhaust silencer with or without spark arrestor
- 110A alternator with integrated charging sensor
- Basic toolkit
- Spare parts according to classification recommendations

Contact your local Volvo Penta dealer for further information. Not all models, standard equipment and accessories are available in all countries. All specifications are subject to change without notice. The Genset illustrated may not be entirely identical to production standard Gensets.

Not all models, standard equipment and accessories are available in all countries. All specifications are subject to change without notice. The Genset illustrated may not be entirely identical to production standard Gensets.

Contact your local Volvo Penta dealer for more information regarding Volvo Penta engines and optional equipment/ accessories or visit www.volvopenta.com

**VOLVO
PENTA**

AB Volvo Penta
SE-405 08 Göteborg, Sweden
www.volvopenta.com



Download the Volvo Penta dealer locator App for your iPhone or Android

English 11-2020 © 2020 AB Volvo Penta.