



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

Trabajo Fin de Máster

CURSO 2017/2018

*BUQUE PORTACONTENEDORES POST PANAMAX
9000 TEU's*

9000 TEU POST PANAMAX CONTAINERSHIP

*BUQUE PORTACONTENEDORES POST PANAMAX
9000 TEU's*

Máster en Ingeniería Naval y Oceánica

ALUMNA

Nadia Conde Alonso

TUTOR

José Daniel Pena Agras

FECHA

FEBRERO 2018



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

**TRABAJO FIN DE MÁSTER
CURSO 2017/2018**

*BUQUE PORTACONTENEDORES POST PANAMAX
9000 TEU's*

Máster en Ingeniería Naval y Oceánica

Cuaderno 11

DEFINICIÓN DE LA PLANTA ELÉCTRICA



DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA NAVAL Y OCEÁNICA

TRABAJO FIN DE MÁSTER

CURSO 2017-2018

PROYECTO NÚMERO: 18-02

TIPO DE BUQUE: Buque Portacontenedores Post-panamax.

CLASIFICACIÓN, COTA Y REGLAMENTOS DE APLICACIÓN: Lloyd's Register. Marpol. Solas.

CARACTERÍSTICAS DE LA CARGA: 9000 TEUS.

VELOCIDAD Y AUTONOMÍA: Velocidad máxima de 25,5 nudos, al 85% de MCR y 10% de margen de mar.

SISTEMAS Y EQUIPOS DE CARGA / DESCARGA: Sin grúas.

PROPULSIÓN: Motor acoplado a la línea de ejes.

TRIPULACIÓN Y PASAJE: 15 camarotes oficiales, 13 camarotes tripulación.

OTROS EQUIPOS E INSTALACIONES: Los habituales en este tipo de buque.

Ferrol, Octubre de 2017

ALUMNO: D^a Nadia Conde Alonso.

ÍNDICE

1	Introducción	5
2	Tipo de Corriente	7
3	Tensiones y Frecuencias	8
3.1	Instalaciones de Fuerza y Calefacción.....	8
3.2	Instalaciones de Alumbrado.....	8
3.3	Instalaciones Especiales.....	8
4	Cálculo de potencias de los consumidores	9
4.1	Cálculo de los consumos de Alumbrado	9
4.1.1	Alumbrado Interior	9
4.1.2	Alumbrado Exterior	12
4.2	Cálculo de la potencia de las bombas.....	13
5	Cálculo de la Potencia de los Ventiladores	15
6	Balance Eléctrico	17
6.1	Estimación de la Potencia Consumida.....	17
6.2	Cálculo del Balance Eléctrico.....	18
7	Selección de los Grupos Generadores.....	20
7.1	Generador de Emergencia.....	22
8	Diagrama General de la Planta Eléctrica.....	24
Anexo I:	Balance Eléctrico	25
	Navegación.....	26
	Maniobra.....	28
	Puerto.....	30
	Emergencia	32
Anexo II:	Características Generadores	34
Anexo III:	Características Generador de Emergencia.....	36

1 INTRODUCCIÓN

La instalación eléctrica a bordo de un buque, tiene que disponer de todos aquellos elementos que la permitan ser segura y autónoma. Una instalación eléctrica debe estar compuesta por:

- Una planta generadora, donde se transforme la energía mecánica en energía eléctrica.
- Un cuadro principal de distribución que permita el accionamiento, acoplamiento y selección de los generadores correspondientes.
- Una red de distribución que permita el enlace del cuadro principal con las estaciones y subestaciones de distribución hasta que la energía eléctrica pueda llegar al último receptor.
- Los receptores.

Para que la instalación se segura, debemos disponer de:

- Una planta de emergencia, constituida por generadores o baterías.
- La disposición de conmutadores y disyuntores que protejan a los servicios esenciales, asegurándoles la continuidad en el suministro de energía.

Según esto, el objetivo de este cuaderno será el dimensionamiento de la instalación eléctrica del buque, es decir, determinar la cantidad de energía eléctrica que consumirán los equipos, utilizando para esto un balance eléctrico, método con el que podremos determinar el consumo de los diferentes equipos en diferentes situaciones. A partir de este balance podremos conocer cuál será la condición que nos demanda un mayor consumo de potencia y por tanto será la que utilizemos para dimensionar nuestra planta generadora.

Además, se mostrará un diagrama general de la planta eléctrica y su accionamiento.

Los datos que utilizaremos serán los obtenidos en cuadernos anteriores y que se muestran en la siguiente tabla:

TEU'S TOTALES	9000 TEU'S
TEU'S BODEGA	4256 TEU'S
TEU'S CUBIERTA	4744 TEU'S
ESLORA TOT (<i>LOA</i>)	333,37 m.
ESLORA PERPENDICULARES (<i>LPP</i>)	318,4 m.
MANGA (<i>B</i>)	44,23 m.
PUNTAL (<i>D</i>)	26,41 m.
CALADO (<i>T</i>)	14,73 m.
DESPLAZAMIENTO (Δ)	144.194 ton.
VELOCIDAD (<i>V</i>)	25,5 kn.

N FROUD	0,235
COEF BLOQUE	0,67
COEF MAESTRA	0,99
COEF PRISM	0,68

2 TIPO DE CORRIENTE

El tipo de corriente que utilizará el buque proyecto será trifásica, por lo que será esta la utilizada. Esto es debido a que presenta las siguientes ventajas:

- Menos coste, peso y empacho de los grupos generadores y los motores eléctricos.
- Menos mantenimiento de generadores y motores.
- Posibilidad de usar la red del puerto.
- Permite usar tensiones más elevadas a menor coste.

3 TENSIONES Y FRECUENCIAS

3.1 INSTALACIONES DE FUERZA Y CALEFACCIÓN

En este caso tenemos dos opciones: 440V/60Hz o 380V/50Hz. Se escogerá entre una y otra en función de la ruta prevista del buque.

En el caso de que se escogiese la opción de 440v/60z, usada solo en puertos americanos, supondría una mayor tensión y frecuencia y por tanto el peso de cobre será menor y los equipos resultaran más barato.

Aunque nuestro buque realizará rutas tanto en América como en Europa, elegiremos la opción de 380V/50Hz, ya que será mucho más fácil encontrar los equipos que trabajen a 50 Hz en Europa.

3.2 INSTALACIONES DE ALUMBRADO

El alumbrado se alimentará con 220V/50Hz mediante una distribución monofásica en paralelo, que dará servicio a los aparatos de navegación, comunicaciones, alumbrado, servicios domésticos y otros. La corriente se obtendrá mediante dos transformadores colocados en paralelo.

3.3 INSTALACIONES ESPECIALES

Para poder alimentar las luces de navegación, de señales, luces morse, aparatos de navegación y comunicaciones y el motor de arranque del motor de emergencia, se dispondrá de una red de corriente continua de 24 V. Esta corriente se obtiene a partir de baterías, cargadas en la red de 380 V mediante rectificadores.

4 CÁLCULO DE POTENCIAS DE LOS CONSUMIDORES

A continuación se realizará una estimación de la potencia requerida por los diferentes consumidores:

4.1 CÁLCULO DE LOS CONSUMOS DE ALUMBRADO

4.1.1 ALUMBRADO INTERIOR

Para el cálculo de la potencia requerida por el alumbrado interior, conociendo las superficies o volúmenes a iluminar y en función del flujo luminoso, seleccionaremos un tipo de lámpara con un rendimiento de lm/w. Para la cámara de máquinas y las bodegas lo estimaremos en función de su volumen, con los coeficientes proporcionados por el libro "Electricidad Aplicada al Buque" de Manuel Baquerizo Pardo.

Para la cámara de máquinas se necesitarán 3,5 W/m³, para las bodegas 1,5 W/m³, mientras que para el resto de espacios se calculará mediante la siguiente ecuación:

$$L = E \times S \times \frac{F_D}{F_U}$$

donde:

- L , es el flujo luminoso en lúmenes.
- E , la iluminancia en luxes.
- S , la superficie a iluminar en m².
- F_D , el Factor de suciedad.
- F_U , el Factor de utilización.

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

Buque portacontenedores 9000 TEU's. Cuaderno 11. Definición de la planta eléctrica
Nadia Conde Alonso

CUBIERTA -1	LOCAL	Área, m2	Iluminancias	Factor de utilización	Factor de Suciedad	Lúmenes	Rendimiento luminoso	Potencia, kW
	Pañol de Máquinas	100,83	500	0,5	2	201660	80	2,521
	Pañol Contra maestre	55,35	500	0,5	2	110700	80	1,384
	Pañol Blanco	46,17	500	0,5	2	92340	80	1,154
	Taller	91,64	500	0,5	2	183280	80	2,291
	Pañol 1	64,1	250	0,5	2	64100	80	0,801
	Pañol 2	64,1	250	0,5	2	64100	80	0,801
	Tronco escalera Cam. Máquinas	17,55	150	0,5	1,25	6581,25	80	0,082
	Pasillo	156,6	150	0,5	1,25	58725	80	0,734
Ascensor	1,48	150	0,5	1,25	555	80	0,007	

CUBIERTA PRINCIPAL	LOCAL	Área, m2	Iluminancias	Factor de utilización	Factor de Suciedad	Lúmenes	Rendimiento luminoso	Potencia, kW
	Vestuario masculino	23,89	250	0,5	1,25	14931,25	80	0,187
	Vestuario femenino	16,95	250	0,5	1,25	10593,75	80	0,132
	Ropa de aguas	6,93	250	0,5	1,25	4331,25	80	0,054
	Incinerador	9,07	275	0,5	2	9977	80	0,125
	Grupo de emergencia	15,75	350	0,5	1,75	19293,75	80	0,241
	Oficina buque	27,79	200	0,5	1,25	13895	80	0,174
	Aire acondicionado	15	250	0,5	1,75	13125	80	0,164
	Camarotes	47,04	175	0,5	1,25	20580	80	0,257
	Lavandería	5,41	250	0,5	1,75	4733,75	80	0,059
	Gambuza	61,51	150	0,5	1,75	32292,75	80	0,404
	Pasillo	105,1	150	0,5	1,25	39412,5	80	0,493
	Ascensor	1,48	150	0,5	1,25	555	80	0,007
Aseo	1,49	200	0,5	1,25	745	80	0,009	

CUBIERTA 1	LOCAL	Área, m2	Iluminancias	Factor de utilización	Factor de Suciedad	Lúmenes	Rendimiento luminoso	Potencia, kW
	Cocina	34,24	300	0,5	1,75	35952	80	0,449
	Comedor común – autoservicio	83,44	200	0,5	1,25	41720	80	0,522
	Sala de estar oficiales.	20	200	0,5	1,25	10000	80	0,125
	Sala de estar tripulación	20	200	0,5	1,25	10000	80	0,125
	Aseo	1,49	200	0,5	1,25	745	80	0,009
	Pasillo	5,99	150	0,5	1,25	2246,25	80	0,028
	Tronco de escalera	47,48	150	0,5	1,25	17805	80	0,223
Ascensor	1,48	150	0,5	1,25	555	80	0,007	

CUBIERTA 2	LOCAL	Área, m2	Iluminancias	Factor de utilización	Factor de Suciedad	Lúmenes	Rendimiento luminoso	Potencia, kW
	Gimnasio	47,42	200	0,5	1,5	28452	80	0,356
	Sauna	8,82	250	0,5	1,5	6615	80	0,083
	Vestuario	13,54	250	0,5	1,25	8462,5	80	0,106
	Sala de cine	41,39	200	0,5	1,25	20695	80	0,259
	Sala de ocio	53,69	200	0,5	1,25	26845	80	0,336
	Sala de fumadores	16,15	200	0,5	1,25	8075	80	0,101
	Aseo	1,49	200	0,5	1,25	745	80	0,009
	Tronco de escalera	44,96	150	0,5	1,25	16860	80	0,211
Ascensor	1,48	150	0,5	1,25	555	80	0,007	

CUBIERTA 3	LOCAL	Área, m2	Iluminancias	Factor de utilización	Factor de Suciedad	Lúmenes	Rendimiento luminoso	Potencia, kW
	Enfermería	89,67	250	0,5	1,5	67252,5	80	0,841
	Camarote Cocinero	15,46	175	0,5	1,25	6763,75	80	0,085
	Camarote Engrasador	15,46	175	0,5	1,25	6763,75	80	0,085
	Camarote Mozo 1	15,46	175	0,5	1,25	6763,75	80	0,085
	Camarote Mozo 2	15,46	175	0,5	1,25	6763,75	80	0,085
	Aseo	1,49	200	0,5	1,25	745	80	0,009
	Tronco de escalera	41,85	150	0,5	1,25	15693,75	80	0,196
	Ascensor	1,48	150	0,5	1,25	555	80	0,007
Pasillo	32,36	150	0,5	1,25	12135	80	0,152	

Buque portacontenedores 9000 TEU's. Cuaderno 11. Definición de la planta eléctrica
Nadia Conde Alonso

CUBIERTA 4	LOCAL	Área, m2	Iluminancias	Factor de utilización	Factor de Suciedad	Lúmenes	Rendimiento luminoso	Potencia, kW
	Camarote Marinería 1	15,46	175	0,5	1,25	6763,75	80	0,085
	Camarote Marinería 2	15,46	175	0,5	1,25	6763,75	80	0,085
	Camarote Marinería 3	15,46	175	0,5	1,25	6763,75	80	0,085
	Camarote Marinería 4	15,46	175	0,5	1,25	6763,75	80	0,085
	Camarote Marinería 5	15,46	175	0,5	1,25	6763,75	80	0,085
	Camarote Marinería 6	15,46	175	0,5	1,25	6763,75	80	0,085
	Camarote Marinería 7	15,46	175	0,5	1,25	6763,75	80	0,085
	Camarote Marinería 8	15,46	175	0,5	1,25	6763,75	80	0,085
	Sala de estar	19,22	200	0,5	1,25	9610	80	0,120
	Aseo	1,49	200	0,5	1,25	745	80	0,009
	Tronco de escalera	45,92	150	0,5	1,25	17220	80	0,215
	Ascensor	1,48	150	0,5	1,25	555	80	0,007
	Pasillo	37,89	150	0,5	1,25	14208,75	80	0,178

CUBIERTA 5	LOCAL	Área, m2	Iluminancias	Factor de utilización	Factor de Suciedad	Lúmenes	Rendimiento luminoso	Potencia, kW
	Camarote Marinería 9	15,46	175	0,5	1,25	6763,75	80	0,085
	Camarote Marinería 10	15,46	175	0,5	1,25	6763,75	80	0,085
	Camarote Marinería 11	15,46	175	0,5	1,25	6763,75	80	0,085
	Camarote Marinería 12	15,46	175	0,5	1,25	6763,75	80	0,085
	Camarote Marinería 13	15,46	175	0,5	1,25	6763,75	80	0,085
	Camarote Maestranza 1	15,46	175	0,5	1,25	6763,75	80	0,085
	Camarote Maestranza 2	15,46	175	0,5	1,25	6763,75	80	0,085
	Camarote Maestranza 3	15,46	175	0,5	1,25	6763,75	80	0,085
	Sala de estar	19,22	200	0,5	1,25	9610	80	0,120
	Aseo	1,49	200	0,5	1,25	745	80	0,009
	Tronco de escalera	45,92	150	0,5	1,25	17220	80	0,215
	Ascensor	1,48	150	0,5	1,25	555	80	0,007
	Pasillo	37,89	150	0,5	1,25	14208,75	80	0,178

CUBIERTA 6	LOCAL	Área, m2	Iluminancias	Factor de utilización	Factor de Suciedad	Lúmenes	Rendimiento luminoso	Potencia, kW
	Camarote 1º Oficial Puente	23,8	200	0,5	1,25	11900	80	0,149
	Camarote 1º Oficial Máquinas	23,8	200	0,5	1,25	11900	80	0,149
	Camarote 2º Oficial Puente	19,23	200	0,5	1,25	9615	80	0,120
	Camarote 2º Oficial Máquinas	19,23	200	0,5	1,25	9615	80	0,120
	Camarote 3º Oficial Puente	19,23	200	0,5	1,25	9615	80	0,120
	Camarote 3º Oficial Máquinas	19,23	200	0,5	1,25	9615	80	0,120
	Sala de estar	19,22	200	0,5	1,25	9610	80	0,120
	Aseo	1,49	200	0,5	1,25	745	80	0,009
	Tronco de escalera	38,04	150	0,5	1,25	14265	80	0,178
	Ascensor	1,48	150	0,5	1,25	555	80	0,007
	Pasillo	36,71	150	0,5	1,25	13766,25	80	0,172

CUBIERTA 7	LOCAL	Área, m2	Iluminancias	Factor de utilización	Factor de Suciedad	Lúmenes	Rendimiento luminoso	Potencia, kW
	Camarote Jefe de Máquinas	37,47	200	0,5	1,25	18735	80	0,234
	Camarote Capitán	37,47	200	0,5	1,25	18735	80	0,234
	Camarote Armador	36,77	200	0,5	1,25	18385	80	0,230
	Camarote Práctico	19,23	200	0,5	1,25	9615	80	0,120
	Sala de reuniones	29,91	200	0,5	1,25	14955	80	0,187
	Aseo	1,49	200	0,5	1,25	745	80	0,009
	Tronco de escalera	38,04	150	0,5	1,25	14265	80	0,178
	Ascensor	1,48	150	0,5	1,25	555	80	0,007
	Pasillo	26,82	150	0,5	1,25	10057,5	80	0,126

PUENTE	LOCAL	Área, m2	Iluminancias	Factor de utilización	Factor de Suciedad	Lúmenes	Rendimiento luminoso	Potencia, kW
	Puente	122,55	250	0,5	1,25	76593,75	80	0,957
	Derrota	14,37	250	0,5	1,25	8981,25	80	0,112
	Aseo	1,49	200	0,5	1,25	745	80	0,009
	Ascensor	1,48	150	0,5	1,25	555	80	0,007
Tronco de escalera	28,85	150	0,5	1,25	10818,75	80	0,135	

LOCAL	Volumen, m³	Potencia, W/m³	Potencia, kW
CÁMARA DE MÁQUINAS	20080	3,5	70,28
BODEGAS	186383	1,5	279,57

Se utilizarán lámparas fluorescentes, ya que su consumo es menor y tienen un mayor rendimiento, de 60 a 95 lm/W, tomando un valor de 80 lm/W.

De esta forma, la potencia eléctrica necesaria para el alumbrado interior será:

$$W = \sum \frac{L}{80}$$

$$W_{HAB} = 22,80 \text{ kW}$$

$$W_{CCMM} = 70,28 \text{ kW}$$

$$W_{BOD} = 279 \text{ kW}$$

4.1.2 ALUMBRADO EXTERIOR

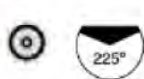
Además del alumbrado de habilitación, cámara de máquinas y bodegas tendremos el cálculo del alumbrado exterior, en concreto las luces de navegación:

Situación	Color	Arco de visibilidad	Millas	Potencia, W
De tope	Blanca	225°	6	13
De costado	Verde	112,5°	3	4,6
De costado	Roja	112,5°	3	2,9
De alcance	Blanca	135°	3	2,8
De remolque	Amarilla	135°	3	2
De todo horizonte	Branca	360°	3	4,8
				30,1

Las luces seleccionadas serán de la empresa Lopolight y son las que se muestran a continuación:

TOPE DOBLE

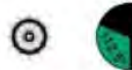
Montaje vertical



Medidas	Visibilidad	V	W	Aluminio	Ref.
92x74x132mm	6 nm	22-32	13	Silver	Ref.: 218037
92x74x132mm	6 nm	22-32	13	Black	Ref.: 218437

ESTRIBOR

Montaje vertical



Medidas	Visibilidad	V	W	Aluminio	Ref.
92x56x44mm	3 nm	10-32	4,6	Silver	Ref.: 218103
92x56x44mm	3 nm	10-32	4,6	Black	Ref.: 218453

BABOR

Montaje vertical



Medidas	Visibilidad	V	W	Aluminio	Ref.
92x56x44mm	3 nm	10-32	2,9	Silver	Ref.: 218104
92x56x44mm	3 nm	10-32	2,9	Black	Ref.: 218454

ALCANCE

Montaje horizontal



Medidas	Visibilidad	V	W	Aluminio	Ref.
Ø92x130mm	3 nm	10-32	2,8	Silver	Ref.: 218134
Ø92x130mm	3 nm	10-32	2,8	Black	Ref.: 218460

REMOLQUE
Montaje vertical



Medidas	Visibilidad	V	W	Aluminio	Ref.:
92x75x44mm	3 nm	10-32	2	Silver	218108

TODO HORIZONTE
Montaje horizontal



Medidas	Visibilidad	V	W	Aluminio	Ref.:
∅92x78mm	3 nm	10-32	4,8	Silver	218136
∅92x78mm	3 nm	10-32	4,8	Black	218462

En cuanto al alumbrado exterior del buque, tanto para las operaciones de fondeo y amarre, en escalas reales o para trabajos en la cubierta principal:

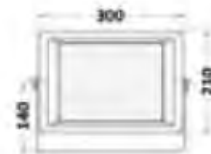
Situación	Color	Número	Potencia, W
Palo de proa	Blanca	1	65
Puente	Blanca	6	65
Banda babor	Blanca	3	65
Banda estribor	Blanca	3	65
Palo de popa	Blanca	1	65
			325

Escogeremos el siguiente foto de la marca Bplus.



MACAO

Proyector de LED de máxima calidad. Carcasa de fundición de aluminio con frontal y difusor de plástico, resistente a los rayos UV y a la intemperie. Soporte de acero inox. El diseño de las lentes ofrece mayor eficiencia que en ningún otro proyector. IP67



	Color emitido	Número LED	V	W	Ángulo
Ref.: 222106	Blanco frío	48	10-33	65	40°
Ref.: 222107	Blanco frío	48	10-33	65	80°

4.2 CÁLCULO DE LA POTENCIA DE LAS BOMBAS

Se podrá realizar una estimación de la potencia de las bombas relacionando los caudales y presiones necesarios e incluyendo los rendimientos para así obtener un valor de la potencia eléctrica:

$$P = \frac{Q \times \rho \times g \times h}{3600 \times 1000 \times \eta_b \times \eta_c} \text{ kW}$$

siendo,

- Q el caudal del fluido en el sistema correspondiente en m^3/h .
- ρ la densidad del fluido del sistema correspondiente en kg/m^3 .
- g la aceleración de la gravedad, m/s^2 .
- h la presión de la altura de columna de agua (1 bar = 10 m.c.a.).
- η_b el rendimiento de la bomba, dependiendo del caudal.
- η_c el rendimiento eléctrico. Si la potencia es mayor de 20 kW supondremos un 90%; si es menor, un 75%.

Dado que prácticamente la totalidad de las bombas a instalar serán bombas centrífugas o de tornillo sin fin, a continuación se muestran una serie de tablas donde se definen sus rendimientos mecánicos, en función del caudal de trabajo, así como los rendimientos eléctricos de sus motores de accionamiento, también en función del caudal antes citado.

Bombas centrífugas Q (m ³ /h)	%
500 -	77
300 - 500	75
100 - 300	71
30 - 100	65
3 - 30	60
0 - 2	40

Bombas tornillo / engranaje Q (m ³ /h)	%
250 -	50
200 - 250	49
125 - 200	48
60 - 125	47
30 - 60	46
10 - 30	45
0,3 - 10	44

Rendimiento eléctrico Q (m ³ /h)	%
60 -	92
35 - 60	91
20 - 35	90
10 - 20	88
7.5 - 10	86
5 - 7.5	83
2 - 5	80
0 - 2	73

Este cálculo se realizará solo para el cálculo de la potencia de las bombas en servicios de la cámara de máquinas, ya que las bombas de demás servicios serán las obtenidas en el Cuaderno 12.

BOMBA	Caudal, m ³ /h	Tipo	Nº	Presión, m.c.a.	η_B	η_C	Potencia, kW
Sistema agua salada	2140	Centrífuga	2	25	0,77	0,90	210,37
Refrigeración camisas	430	Centrífuga	1	20	0,75	0,90	34,72
Sistema agua camisas, agua dulce	430	Centrífuga	2	30	0,75	0,90	52,08
Suministro de combustible	17,3	de Engranajes	2	40	0,45	0,75	5,59
Circulación de combustible	28	de Engranajes	2	60	0,45	0,75	13,56
Aceite lubricación	1090	Centrífuga	2	46	0,50	0,90	303,63
Sistema aire de arranque	464	-	1	30	0,50	0,90	84,29

5 CÁLCULO DE LA POTENCIA DE LOS VENTILADORES

Para el cálculo de las necesidades de las bodegas se suponen 10 renovaciones por hora.

VENTILADOR	VOLUMEN, m ³	CAUDAL, m ³ /h	UNIDADES	MODELO	CAPACIDAD, m ³ /h	AMPERIOS	POTENCIA, kW
Bodega 1	5921	59214	1	AXITUB SOLID 4-900T 45-12	60820	37	18,5
Bodega 2	6886	68862	1	AXITUB SOLID 4-1000T 34-9	72000	22,6	11
Bodega 3	8186	81856	1	AXITUB SOLID 4-100T 45-4	83900	31	15
Bodega 4	9820	98197	1	AXITUB SOLID 4-1250T 30-12	104000	58	30
Bodega 5	12753	127533	1	AXITUB SOLID 4-1250T 34-12	130000	75	37
Bodega 6	13088	130880	1	AXITUB SOLID 4-1250T 34-9	131600	58	30
Bodega 7	13088	130880	1	AXITUB SOLID 4-1250T 34-9	131600	58	30
Bodega 8	13088	130880	1	AXITUB SOLID 4-1250T 34-9	131600	58	30
Bodega 9	13088	130880	1	AXITUB SOLID 4-1250T 34-9	131600	58	30
Bodega 10	13088	130880	1	AXITUB SOLID 4-1250T 34-9	131600	58	30
Bodega 11	13088	130880	1	AXITUB SOLID 4-1250T 34-9	131600	58	30
Bodega 12	12251	122513	1	AXITUB SOLID 4-1250T 34-4	127500	43	22
Bodega 13	11917	119167	1	AXITUB SOLID 4-1250T 34-4	127500	43	22
Bodega 14	10913	109127	1	AXITUB SOLID 4-1250T 30-6	115600	43	22
Bodega 15	9487	94869	1	AXITUB SOLID 4-1250T 30-12	104000	58	30
Bodega 16	7533	75326	1	AXITUB SOLID 4-1000T 40-9	76200	37	18,5
Bodega 17	5898	58978	1	AXITUB SOLID 4-1000T 34-12	59851	31	15
Bodega 18	3442	34417	1	AXITUB SOLID 4-900T 30-9	38600	16,9	7,5
Bodega 19	2849	28488	1	AXITUB SOLID 4-800T 34-9	30000	12,14	5,5

En el cuaderno 12 determinamos el caudal necesario en cámara de máquinas. Se muestra a continuación un resumen de los resultados obtenidos, potencia y número de ventiladores:

VENTILADOR	UNIDADES	MODELO	CAPACIDAD, m³/h	AMPERIOS	POTENCIA, kW
Impulsión CC.MM	10	AXITUB SOLID 4-1250T 24-9	88800	37	18,5
Extracción CC.MM	3	AXITUB SOLID 4-1000T 34-9	68500	22,6	11

6 BALANCE ELÉCTRICO

Será necesario calcular las potencias absorbidas por todos y cada uno de los elementos que consumen energía eléctrica en el buque.

Una vez calculadas estas potencias de los equipos tendremos que comprobar distintas situaciones del buque y así poder comprobar cuál de ellas es la más desfavorable y por tanto cual será la que utilizemos para dimensionar nuestra planta eléctrica. Las situaciones serán las siguientes:

- Navegación.
- Maniobra, atraque y zarpado.
- Estancia en puerto.
- Emergencia, con el consumo de energía de los equipos indispensables para la maniobrabilidad y servicios de seguridad.

Nos basaremos en el libro *“Electricidad aplicada al buque”* de Manuel Baquerizo Pardo para la realización del balance eléctrico.

6.1 ESTIMACIÓN DE LA POTENCIA CONSUMIDA

Para calcular a potencia consumida por cada equipo utilizaremos el coeficiente de utilización. Este coeficiente será el resultado de multiplicar los coeficientes de simultaneidad en marcha, de régimen y de servicio, esto es:

$$P_u = K_u \times P$$

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

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

siendo:

- P_u la potencia consumida por el equipo.
- K_u el coeficiente de utilización.
- P la potencia total instalada del equipo.

- K_n el coeficiente de simultaneidad en marcha. Este será la relación entre los aparatos instalados y los que están en funcionamiento.

$$K_n = \frac{\text{en funcionamiento}}{\text{instalados}}$$

Es decir, si sólo tuviéramos un equipo instalado su factor de simultaneidad será 1, mientras que si son 2 o más podría variar dependiendo de cuantos estuvieran en funcionamiento y cuantos fueran de respeto o estuvieran en stand by.

- K_{sr} el coeficiente de servicio y régimen.
- K_s el coeficiente de servicio. Representa el número de horas que está en marcha a lo largo del día. Cociente entre el número de horas, N, y 24.
- K_r el coeficiente de régimen. Será la relación entre la potencia consumida por el equipo y la potencia instalada.

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

El cálculo de los dos últimos coeficientes no será posible realizarlo muchas veces de forma exacta ya que no disponemos de los datos de funcionamiento del motor en servicio. Nos basaremos en estimaciones y para equipos auxiliares de la propulsión el coeficiente de servicio y régimen estará entre 0,8 y 0,9.

6.2 CÁLCULO DEL BALANCE ELÉCTRICO

Se realizará el balance eléctrico en una hoja de cálculo. Para realizar el balance se han agrupado los consumidores principales del buque en función de sus condiciones de alimentación:

- Equipos auxiliares del motor principal.
- Servicios varios.
- Equipos de acondicionamiento.
- Ventilación.
- Equipo de fonda y hotel.
- Equipo de gobierno y maniobra.
- Hélice de proa.

- Equipo de navegación, comunicaciones y alumbrado.

Se muestra a continuación una tabla resumen de los resultados:

	NAVEGACIÓN, kW	MANIOBRA, kW	PUERTO, kW	EMERGENCIA, kW
Equipos auxiliares del motor principal	526,95	526,95	2,99	0,00
Servicios varios	910,78	874,65	352,58	52,28
Equipos de acondicionamiento	4,68	4,68	4,68	0,00
Ventilación	538,48	538,48	476,99	0,00
Equipo de fonda y hotel	48,87	34,58	59,04	0,00
Equipo de gobierno y maniobra	225,59	567,08	11,48	267,92
Hélice de proa	0,00	2550,00	0,00	0,00
Equipo de navegación, comunicaciones y alumbrado	157,11	157,11	619,87	152,36
TOTAL	2412,44	5253,52	1527,61	472,56

En el Anexo I se muestran los cálculos realizados para cada una de las situaciones.

7 SELECCIÓN DE LOS GRUPOS GENERADORES

Una vez realizado el balance eléctrico, a los resultados obtenidos se les añadirá un margen de operación del 20% para así poder tener en cuenta posibles incrementos de potencia eléctrica:

	NAVEGACIÓN, kW	MANIOBRA, kW	PUERTO, kW	EMERGENCIA, kW
Equipos auxiliares del motor principal	526,95	526,95	2,99	0,00
Servicios varios	910,78	874,65	352,58	52,28
Equipos de acondicionamiento	4,68	4,68	4,68	0,00
Ventilación	538,48	538,48	476,99	0,00
Equipo de fonda y hotel	48,87	34,58	59,04	0,00
Equipo de gobierno y maniobra	225,59	567,08	11,48	267,92
Hélice de proa	0,00	2550,00	0,00	0,00
Equipo de navegación, comunicaciones y alumbrado	157,11	157,11	619,87	152,36
TOTAL	2412,44	5253,52	1527,61	472,56
POTENCIA + 20%	2894,93	6304,23	1833,14	567,07

Como se observa en la tabla anterior la condición que más consume es la de maniobra. Este resultado es admisible ya que es durante la maniobra cuando entran en funcionamiento los propulsores de proa.

Para la selección de los generadores se tendrá en cuenta la condición más desfavorable, es decir, la que consuma más potencia que en nuestro caso será la condición de maniobra.

El SOLAS, *Capítulo II-1, Regla 41 Fuente de energía eléctrica principal y red de alumbrado*, nos dice que la fuente eléctrica principal estará constituida por dos grupos como mínimo y su capacidad será tal que aunque uno de ellos se pare sea posible dar servicio en condiciones normales sin necesidad de recurrir a la fuente de energía eléctrica de emergencia.

La opción más habitual a bordo de buques es distribuir la potencia total necesaria en un número n de generadores de igual potencia, de manera que $n-1$ generadores puedan suministrar dicha potencia. Esta solución permite disponer de un generador de respeto aún en el caso más desfavorable de potencia exigida. Con el generador en reserva lo que se hará, será ir rotando su uso con el resto de generadores, permitiendo el reposo de la maquinaria además de sus revisiones periódicas.

Para la selección del número de generadores estudiaremos casos con 2, 3, 4 y 5 generadores para así comprobar cuál es el mejor caso para nuestro buque. Para cada uno de estos casos calcularemos la potencia que deberá dar cada uno de los $n-1$ generadores, es decir, en el primer caso, con 2 generadores, un solo generador debería dar toda la potencia máxima requerida, en el caso de 3 generadores, 2 de ellos deberían dar la potencia total, y así sucesivamente.

A continuación comprobaremos a que carga funcionarían para elegir la alternativa más conveniente. La carga óptima de los generadores eléctricos es entre 85% y 90% pero un valor entre el 70% y el 85% es admisible. Buscaremos generadores que nos den una potencia alrededor de 2000 kW.

Tras consultar la amplia oferta de casas como Wärtsilä y MAN, nos decantamos por la serie MAN L27/38, con el rango de frecuencias que se muestra a continuación:

L27/38 GenSet Data

Speed (r/min)	720/750	
Frequency (Hz)	60/50	
	Eng. kW	Gen. kW*
5 L27/38	1,500/1,600	1,440/1,536
6 L27/38	1,980	1,900
7 L27/38	2,310	2,218
8 L27/38	2,640	2,534
9 L27/38	2,970	2,851

MAN 6L27/38: 1900 kW					
Situación	Potencia, kW	Número de generadores			
		2 (1+1reserva)	3 (2+1reserva)	4 (3+1reserva)	5 (4+1reserva)
Navegación	2895	-	76%	51%	38%
Maniobra	6304	-	-	-	83%
Puerto	1833	96%	48%	32%	24%

MAN 7L27/38: 2218 kW					
Situación	Potencia, kW	Número de generadores			
		2 (1+1reserva)	3 (2+1reserva)	4 (3+1reserva)	5 (4+1reserva)
Navegación	2895	-	65%	65%	65%
Maniobra	6304	-	-	95%	71%
Puerto	1833	83%	41%	83%	83%

MAN 8L27/38: 2534 kW					
Situación	Potencia, kW	Número de generadores			
		2 (1+1reserva)	3 (2+1reserva)	4 (3+1reserva)	5 (4+1reserva)
Navegación	2895	-	57%	57%	57%
Maniobra	6304	-	-	83%	62%
Puerto	1833	72%	36%	72%	72%

MAN 9L27/38: 2851 kW					
Situación	Potencia, kW	Número de generadores			
		2 (1+1reserva)	3 (2+1reserva)	4 (3+1reserva)	5 (4+1reserva)
Navegación	2895	-	51%	51%	51%
Maniobra	6304	-	-	74%	55%
Puerto	1833	64%	32%	64%	64%

Atendiendo a la recomendación de *“Maritime Electrical Installations and Diesel Electrical Propulsion”* se selecciona un número par de generadores para lograr una planta simétrica, y a la configuración típica de los buques modelos, escogeremos 4 generadores.

Se observa que la opción de cuatro motores para el modelo 7L27/38 como el 8L27/38 son las que mejor se adaptan a los diferentes requisitos de potencia, sin embargo seleccionaremos el **modelo 8L27/38** ya que en el caso del 7 cilindros se supera el régimen del 90% de carga lo cual es desaconsejable:

Motor seleccionado: MAN 8L27/38				
Situación	Potencia, kW	Potencia unitaria, kW	Motores funcionando	Carga motor
Navegación	2895	2534	2	57%
Maniobra	6304	2534	3	83%
Puerto	1833	2534	1	72%

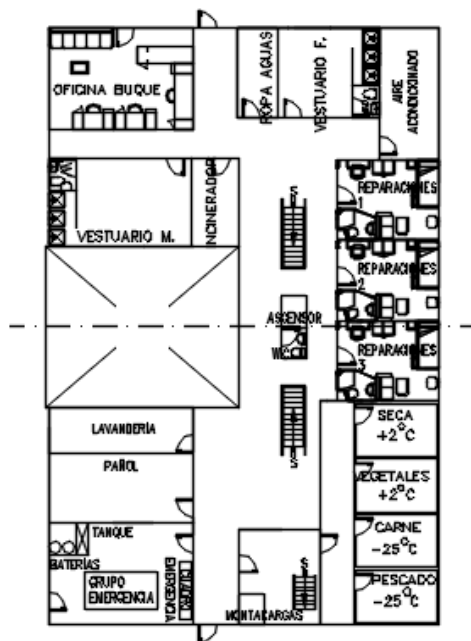
La especificación de estos se mostrará Anexo II.

7.1 GENERADOR DE EMERGENCIA

Requerimientos para el generador de emergencia:

- Debe situarse por encima de la cubierta superior y ser accesible desde la cubierta.
- No debe situarse a proa del mamparo de colisión.
- La fuente de energía eléctrica puede ser un generador o una batería.

- Debe conectarse automáticamente en caso de fallo de la fuente principal, en 45 segundos.
- El generador de emergencia no debe usarse para administrar potencia durante las operaciones normales del buque. De forma excepcional, y en cortos períodos de tiempo, para comprobar su funcionamiento y en paralelo con la fuente principal.
- Para asegurar la disponibilidad de la potencia proporcionada por el generador de emergencia, este debe estar desconectado del cuadro de elementos no esenciales, para estar disponible para el circuito de emergencia.



Se muestra a continuación un croquis del espacio destinado al grupo de emergencia:



Se realizará el mismo procedimiento para la selección del grupo de emergencia. En este caso nos decantamos por la marca Wärtsilä, en concreto el modelo **Wärtsilä Auxpac 635W7L16**:

Wärtsilä Auxpac		455W5L16 / 50 Hz	545W6L16 / 50 Hz	635W7L16 / 50 Hz
database id, temp info to be removed		2145	2089	2147
Engine speed	rpm	1000	1000	1000
Engine output	kW	475	570	665
Mean effective pressure	MPa	2.27	2.27	2.27
IMO compliance		IMO Tier 2	IMO Tier 2	IMO Tier 2

Generador de emergencia: Wärtsilä Auxpac 635W7L16				
Situación	Potencia, kW	Potencia unitaria, kW	Motores funcionando	Carga motor
Emergencia	567	665	1	85%

La especificación de estos se mostrará Anexo III.

8 DIAGRAMA GENERAL DE LA PLANTA ELÉCTRICA

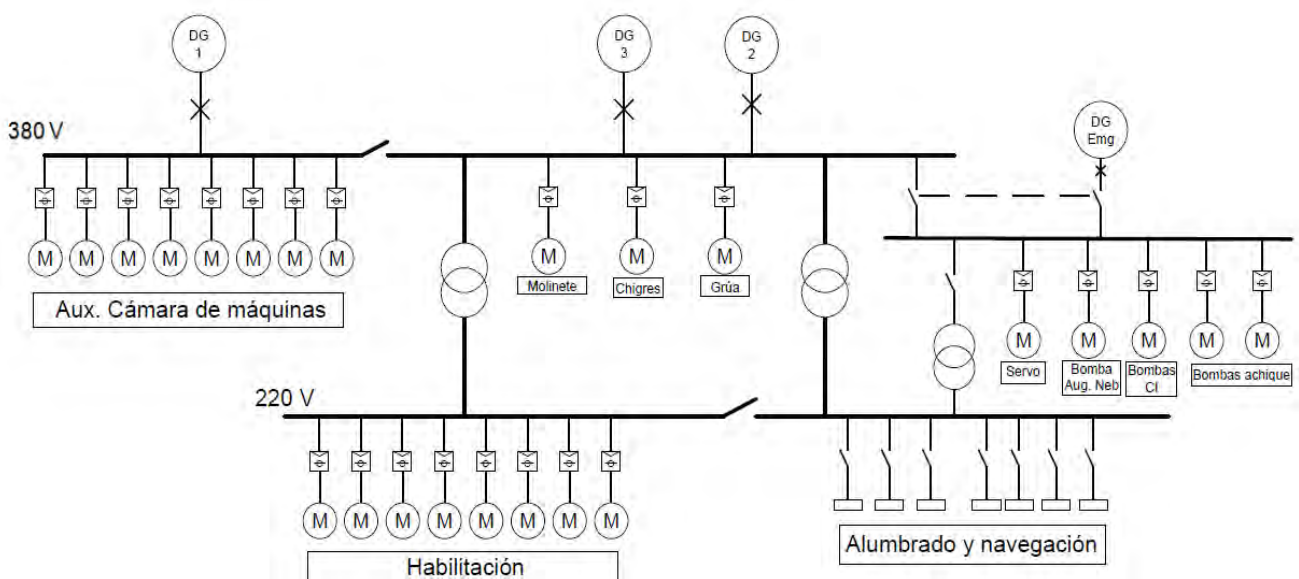
El tipo de red escogida será la distribución radial compuesta, dividiendo el cuadro principal en dos: una parte conectada directamente a un generador principal y otra conectada a otros dos, existiendo entre ambas un seccionador que permite abrir y cerrar el paso de la corriente de una rama a otra. Se selecciona una distribución radial compuesta debido a la necesidad de seguridad y disponibilidad. Dividir la planta en dos partes permite proteger una de las partes de fallos que se puedan producir en la otra y asegurarse de que así solo una de las ramas caería en caso de fallo eléctrico.

De la sección con dos generadores se alimentará una línea de 220V a través de dos transformadores en paralelo. Esta línea suministrará: los equipos de habilitación, alumbrado y navegación que trabajen a esta tensión.

Por otra parte existirá un cuadro específico de emergencia, al que se conectará la fuente de emergencia. Este cuadro estará en condiciones normales conectado al cuadro principal. Para poder alimentar los consumidores de navegación y alumbrado, que tendrán que estar disponibles en caso de situación de emergencia, se dispondrá de un trazado independiente que solo se empleará en este caso. Este trazo se conectará al cuadro de emergencia y estará, en condiciones normales, desconectado.

Se muestra a continuación la disposición esquemática que se ha descrito anteriormente. Observamos el cuadro principal de 380 V y el de 220 V del que cuelgan directamente los consumidores, ya que esta es una disposición simplificada.

En un esquema más completo los consumidores colgarían de cuadros secundarios. Estos cuadros secundarios se suelen dividir en dos tipos principales, los esenciales, que son los que pueden ser alimentados desde el cuadro de emergencia, y todos los demás.



ANEXO I: BALANCE ELÉCTRICO

NAVEGACIÓN

CONSUMIDORES	UNIDADES	POTENCIA UNITARIA, kW	POTENCIA TOTAL, kW	Nº SERVICIO	N	k _n	k _s	k _r	k _u	POTENCIA ABSORBIDA, kW
Equipos auxiliares del motor principal										
Bomba circulación de agua salada	2	210,37	420,74	1	24	0,50	1,00	0,85	0,43	178,82
Bomba circulación de agua dulce	2	52,08	104,16	1	24	0,50	1,00	0,85	0,43	44,27
Bomba refrigeración camisas	1	34,72	34,72	1	24	1,00	1,00	0,85	0,85	29,51
Bomba aceite lubricación	2	303,63	607,25	1	24	0,50	1,00	0,85	0,43	258,08
Suministro de combustible	2	5,59	11,17	1	24	0,50	1,00	0,85	0,43	4,75
Circulación de combustible	2	13,56	27,13	1	24	0,50	1,00	0,85	0,43	11,53
Sistema de aire de arranque	1	84,29	84,29	0	0	0,00	0,00	0,85	0,00	0,00
Servicios varios										
Bomba de lastre	5	53,00	265,00	3	6	0,60	0,25	0,85	0,13	33,79
Bomba de sentinas	2	5,50	11,00	2	6	1,00	0,25	0,85	0,21	2,34
Bomba agua nebulizada	2	37,00	74,00	0	0	0,00	0,00	0,85	0,00	0,00
Bomba bocas contra incendios	2	4,00	8,00	0	0	0,00	0,00	0,85	0,00	0,00
Generador agua dulce	1	308,00	308,00	1	24	1,00	1,00	0,85	0,85	261,80
Bomba agua dulce	1	0,55	0,55	1	24	1,00	1,00	0,85	0,85	0,47
Tratamiento aguas residuales	1	2,85	2,85	1	24	1,00	1,00	0,85	0,85	2,42
Trituradora	1	9	9	1	24	1,00	1,00	0,85	0,85	7,65
Compactadora	1	3,6	3,6	1	24	1,00	1,00	1,85	1,85	6,66
Incinerador	1	209	209	1	24	1,00	1,00	2,85	2,85	595,65
Equipos de acondicionamiento										
Aire Acondicionado	1	5,50	5,50	1	24	1,00	1,00	0,85	0,85	4,68
Ventilación										
Impulsión CC.MM.	10	18,50	185	9	24	0,90	1,00	0,85	0,77	141,53
Extracción CC.MM.	3	11,00	33	3	24	1,00	1,00	0,85	0,85	28,05
Bodega 1	1	18,50	18,5	1	24	1,00	1,00	0,85	0,85	15,73
Bodega 2	1	11,00	11	1	24	1,00	1,00	0,85	0,85	9,35
Bodega 3	1	15,00	15	1	24	1,00	1,00	0,85	0,85	12,75
Bodega 4	1	30,00	30	1	24	1,00	1,00	0,85	0,85	25,50
Bodega 5	1	37,00	37	1	24	1,00	1,00	0,85	0,85	31,45
Bodega 6	1	30,00	30	1	24	1,00	1,00	0,85	0,85	25,50
Bodega 7	1	30,00	30	1	24	1,00	1,00	0,85	0,85	25,50
Bodega 8	1	30,00	30	1	24	1,00	1,00	0,85	0,85	25,50
Bodega 9	1	30,00	30	1	24	1,00	1,00	0,85	0,85	25,50
Bodega 10	1	30,00	30	1	24	1,00	1,00	0,85	0,85	25,50
Bodega 11	1	30,00	30	1	24	1,00	1,00	0,85	0,85	25,50
Bodega 12	1	22,00	22	1	24	1,00	1,00	0,85	0,85	18,70
Bodega 13	1	22,00	22	1	24	1,00	1,00	0,85	0,85	18,70
Bodega 14	1	22,00	22	1	24	1,00	1,00	0,85	0,85	18,70
Bodega 15	1	30,00	30	1	24	1,00	1,00	0,85	0,85	25,50
Bodega 16	1	18,50	18,5	1	24	1,00	1,00	0,85	0,85	15,73
Bodega 17	1	15,00	15	1	24	1,00	1,00	0,85	0,85	12,75
Bodega 18	1	7,50	7,5	1	24	1,00	1,00	0,85	0,85	6,38
Bodega 19	1	5,50	5,5	1	24	1,00	1,00	0,85	0,85	4,68

Equipo de fonda y hotel										
Cocina 6 fuegos	6	6,00	36,00	1	8	0,17	0,33	0,85	0,05	1,70
Frigorífico	2	0,82	1,64	1	24	0,50	1,00	0,85	0,43	0,70
Horno	2	2,80	5,60	1	8	0,50	0,33	0,85	0,14	0,79
Microondas	4	0,70	2,80	1	8	0,25	0,33	0,85	0,07	0,20
Freidora	1	6,56	6,56	1	8	1,00	0,33	0,85	0,28	1,86
Lavaplatos	2	3,50	7,00	1	8	0,50	0,33	0,85	0,14	0,99
Cafetera	10	0,85	8,50	1	8	0,10	0,33	0,85	0,03	0,24
Gambuzas frigoríficas	1	15,00	15,00	1	24	1,00	1,00	0,85	0,85	12,75
Lavadoras	2	18,00	36,00	2	8	1,00	0,33	0,85	0,28	10,20
Secadoras	2	7,90	15,80	2	8	1,00	0,33	0,85	0,28	4,48
Plancha	2	2,80	5,60	1	8	0,50	0,33	0,85	0,14	0,79
Ascensor	1	20,00	20,00	1	20	1,00	0,83	0,85	0,71	14,17
Equipo de gobierno y maniobra										
Molinete	2	365,00	730,00	0	0	0,00	0,00	0,85	0,00	0,00
Chigres	4	147,00	588,00	0	0	0,00	0,00	0,85	0,00	0,00
Servomotor	2	265,4	530,8	1	24	0,5	1	0,85	0,43	225,59
Grúa de Servicio	2	18	36,00	0	0	0	0	0,85	0,00	0,00
Hélice de proa										
Propulsor de proa	2	3000,00	6000,00	0	0	0,00	0,00	0,85	0,00	0,00
Equipo de navegación, comunicaciones y alumbrado										
Alumbrado Interior (HAB+CC.MM.)	1	93,08	93,08	1	24	1,00	1,00	0,85	0,85	79,12
Alumbrado Bodegas	1	279,57	279,57	0	0	0,00	0,00	0,85	0,00	0,00
Luces de Navegación	1	30,10	30,10	1	24	1,00	1,00	0,85	0,85	25,59
Alumbrado Exterior	1	325,00	325,00	0	12	0,00	0,50	0,85	0,00	0,00
Equipo de navegación	1	52,65	52,65	1	24	1,00	1,00	0,85	0,85	44,75
Equipo de comunicaciones	1	9,00	9,00	1	24	1,00	1,00	0,85	0,85	7,65
POTENCIA TOTAL SITUACIÓN DE NAVEGACIÓN										2412,44

MANIOBRA

CONSUMIDORES	UNIDADES	POTENCIA UNITARIA, kW	POTENCIA TOTAL, kW	Nº SERVICIO	N	k _n	k _s	k _r	k _ε	POTENCIA ABSORBIDA, kW
Equipos auxiliares del motor principal										
Bomba circulación de agua salada	2	210,37	420,74	1	24	0,50	1,00	0,85	0,43	178,82
Bomba circulación de agua dulce	2	52,08	104,16	1	24	0,50	1,00	0,85	0,43	44,27
Bomba refrigeración camisas	1	34,72	34,72	1	24	1,00	1,00	0,85	0,85	29,51
Bomba aceite lubricación	2	303,63	607,25	1	24	0,50	1,00	0,85	0,43	258,08
Suministro de combustible	2	5,59	11,17	1	24	0,50	1,00	0,85	0,43	4,75
Circulación de combustible	2	13,56	27,13	1	24	0,50	1,00	0,85	0,43	11,53
Sistema de aire de arranque	1	84,29	84,29	0	0	0,00	0,00	0,85	0,00	0,00
Servicios varios										
Bomba de lastre	5	53,00	265,00	0	0	0,00	0,00	0,85	0,00	0,00
Bomba de sentinas	2	5,50	11,00	0	0	0,00	0,00	0,85	0,00	0,00
Bomba agua nebulizada	2	37,00	74,00	0	0	0,00	0,00	0,85	0,00	0,00
Bomba bocas contra incendios	2	4,00	8,00	0	0	0,00	0,00	0,85	0,00	0,00
Generador agua dulce	1	308,00	308,00	1	24	1,00	1,00	0,85	0,85	261,80
Bomba agua dulce	1	0,55	0,55	1	24	1,00	1,00	0,85	0,85	0,47
Tratamiento aguas residuales	1	2,85	2,85	1	24	1,00	1,00	0,85	0,85	2,42
Trituradora	1	9	9	1	24	1,00	1,00	0,85	0,85	7,65
Compactadora	1	3,6	3,6	1	24	1,00	1,00	1,85	1,85	6,66
Incinerador	1	209	209	1	24	1,00	1,00	2,85	2,85	595,65
Equipos de acondicionamiento										
Aire Acondicionado	1	5,50	5,50	1	24	1,00	1,00	0,85	0,85	4,68
Ventilación										
Impulsión CC.MM.	10	18,50	185	9	24	0,90	1,00	0,85	0,77	141,53
Extracción CC.MM.	3	11,00	33	3	24	1,00	1,00	0,85	0,85	28,05
Bodega 1	1	18,50	18,5	1	24	1,00	1,00	0,85	0,85	15,73
Bodega 2	1	11,00	11	1	24	1,00	1,00	0,85	0,85	9,35
Bodega 3	1	15,00	15	1	24	1,00	1,00	0,85	0,85	12,75
Bodega 4	1	30,00	30	1	24	1,00	1,00	0,85	0,85	25,50
Bodega 5	1	37,00	37	1	24	1,00	1,00	0,85	0,85	31,45
Bodega 6	1	30,00	30	1	24	1,00	1,00	0,85	0,85	25,50
Bodega 7	1	30,00	30	1	24	1,00	1,00	0,85	0,85	25,50
Bodega 8	1	30,00	30	1	24	1,00	1,00	0,85	0,85	25,50
Bodega 9	1	30,00	30	1	24	1,00	1,00	0,85	0,85	25,50
Bodega 10	1	30,00	30	1	24	1,00	1,00	0,85	0,85	25,50
Bodega 11	1	30,00	30	1	24	1,00	1,00	0,85	0,85	25,50
Bodega 12	1	22,00	22	1	24	1,00	1,00	0,85	0,85	18,70
Bodega 13	1	22,00	22	1	24	1,00	1,00	0,85	0,85	18,70
Bodega 14	1	22,00	22	1	24	1,00	1,00	0,85	0,85	18,70
Bodega 15	1	30,00	30	1	24	1,00	1,00	0,85	0,85	25,50
Bodega 16	1	18,50	18,5	1	24	1,00	1,00	0,85	0,85	15,73
Bodega 17	1	15,00	15	1	24	1,00	1,00	0,85	0,85	12,75
Bodega 18	1	7,50	7,5	1	24	1,00	1,00	0,85	0,85	6,38
Bodega 19	1	5,50	5,5	1	24	1,00	1,00	0,85	0,85	4,68

Equipo de fonda y hotel										
Cocina 6 fuegos	6	6,00	36,00	0	0	0,00	0,00	0,85	0,00	0,00
Frigorífico	2	0,82	1,64	1	24	0,50	1,00	0,85	0,43	0,70
Horno	2	2,80	5,60	0	0	0,00	0,00	0,85	0,00	0,00
Microondas	4	0,70	2,80	0	0	0,00	0,00	0,85	0,00	0,00
Freidora	1	6,56	6,56	0	0	0,00	0,00	0,85	0,00	0,00
Lavaplatos	2	3,50	7,00	0	0	0,00	0,00	0,85	0,00	0,00
Cafetera	10	0,85	8,50	0	0	0,00	0,00	0,85	0,00	0,00
Gambuzas frigoríficas	1	15,00	15,00	1	24	1,00	1,00	0,85	0,85	12,75
Lavadoras	2	18,00	36,00	2	8	1,00	0,33	0,85	0,28	10,20
Secadoras	2	7,90	15,80	2	8	1,00	0,33	0,85	0,28	4,48
Plancha	2	2,80	5,60	1	8	0,50	0,33	0,85	0,14	0,79
Ascensor	1	20,00	20,00	1	8	1,00	0,33	0,85	0,28	5,67
Equipo de gobierno y maniobra										
Molinete	2	365,00	730,00	1	24	0,50	1,00	0,85	0,43	310,25
Chigres	4	147,00	588,00	1	6	0,25	0,25	0,85	0,05	31,24
Servomotor	2	265,4	530,80	1	24	0,50	1,00	0,85	0,43	225,59
Grúa de Servicio	2	18	36,00	0	0	0,00	0,00	0,85	0,00	0,00
Hélice de proa										
Propulsor de proa	2	3000,00	6000,00	1	24	0,50	1,00	0,85	0,43	2550,00
Equipo de navegación, comunicaciones y alumbrado										
Alumbrado Interior (HAB+CC.MM.)	1	93,08	93,08	1	24	1,00	1,00	0,85	0,85	79,12
Alumbrado Bodegas	1	279,57	279,57	0	0	0,00	0,00	0,85	0,00	0,00
Luces de Navegación	1	30,10	30,10	1	24	1,00	1,00	0,85	0,85	25,59
Alumbrado Exterior	1	325,00	325,00	0		0,00	0,00	0,85	0,00	0,00
Equipo de navegación	1	52,65	52,65	1	24	1,00	1,00	0,85	0,85	44,75
Equipo de comunicaciones	1	9,00	9,00	1	24	1,00	1,00	0,85	0,85	7,65
POTENCIA TOTAL SITUACIÓN DE NAVEGACIÓN										5253,52

PUERTO

CONSUMIDORES	UNIDADES	POTENCIA UNITARIA, kW	POTENCIA TOTAL, kW	Nº SERVICIO	N	k _n	k _s	k _r	k _u	POTENCIA ABSORBIDA, kW
Equipos auxiliares del motor principal										
Bomba circulación de agua salada	2	210,37	420,74	0	0	0,00	0,00	0,85	0,00	0,00
Bomba circulación de agua dulce	2	52,08	104,16	0	0	0,00	0,00	0,85	0,00	0,00
Bomba refrigeración camisas	1	34,72	34,72	0	0	0,00	0,00	0,85	0,00	0,00
Bomba aceite lubricación	2	303,63	607,25	0	0	0,00	0,00	0,85	0,00	0,00
Suministro de combustible	2	5,59	11,17	0	0	0,00	0,00	0,85	0,00	0,00
Circulación de combustible	2	13,56	27,13	0	0	0,00	0,00	0,85	0,00	0,00
Sistema de aire de arranque	1	84,29	84,29	1	1	1,00	0,04	0,85	0,04	2,99
Servicios varios										
Bomba de lastre	5	53,00	265,00	3	15	0,60	0,63	0,85	0,32	84,47
Bomba de sentinas	2	5,50	11,00	2	15	1,00	0,63	0,85	0,53	5,84
Bomba agua nebulizada	2	37,00	74,00	0	0	0,00	0,00	0,85	0,00	0,00
Bomba bocas contra incendios	2	4,00	8,00	0	0	0,00	0,00	0,85	0,00	0,00
Generador agua dulce	1	308,00	308,00	1	24	1,00	1,00	0,85	0,85	261,80
Bomba agua dulce	1	0,55	0,55	1	24	1,00	1,00	0,85	0,85	0,47
Tratamiento aguas residuales	1	2,85	2,85	0	0	0,00	0,00	0,85	0,00	0,00
Trituradora	1	9	9	0	0	0,00	0,00	0,85	0,00	0,00
Compactadora	1	3,6	3,6	0	0	0,00	0,00	1,85	0,00	0,00
Incinerador	1	209	209	0	0	0,00	0,00	2,85	0,00	0,00
Equipos de acondicionamiento										
Aire Acondicionado	1	5,50	5,50	1	24	1,00	1,00	0,85	0,85	4,68
Ventilación										
Impulsión CC.MM.	10	18,50	185	9	24	0,90	1,00	0,85	0,77	141,53
Extracción CC.MM.	3	11,00	33	3	24	1,00	1,00	0,85	0,85	28,05
Bodega 1	1	18,50	18,5	1	20	1,00	0,83	0,85	0,71	13,10
Bodega 2	1	11,00	11	1	20	1,00	0,83	0,85	0,71	7,79
Bodega 3	1	15,00	15	1	20	1,00	0,83	0,85	0,71	10,63
Bodega 4	1	30,00	30	1	20	1,00	0,83	0,85	0,71	21,25
Bodega 5	1	37,00	37	1	20	1,00	0,83	0,85	0,71	26,21
Bodega 6	1	30,00	30	1	20	1,00	0,83	0,85	0,71	21,25
Bodega 7	1	30,00	30	1	20	1,00	0,83	0,85	0,71	21,25
Bodega 8	1	30,00	30	1	20	1,00	0,83	0,85	0,71	21,25
Bodega 9	1	30,00	30	1	20	1,00	0,83	0,85	0,71	21,25
Bodega 10	1	30,00	30	1	20	1,00	0,83	0,85	0,71	21,25
Bodega 11	1	30,00	30	1	20	1,00	0,83	0,85	0,71	21,25
Bodega 12	1	22,00	22	1	20	1,00	0,83	0,85	0,71	15,58
Bodega 13	1	22,00	22	1	20	1,00	0,83	0,85	0,71	15,58
Bodega 14	1	22,00	22	1	20	1,00	0,83	0,85	0,71	15,58
Bodega 15	1	30,00	30	1	20	1,00	0,83	0,85	0,71	21,25
Bodega 16	1	18,50	18,5	1	20	1,00	0,83	0,85	0,71	13,10
Bodega 17	1	15,00	15	1	20	1,00	0,83	0,85	0,71	10,63
Bodega 18	1	7,50	7,5	1	20	1,00	0,83	0,85	0,71	5,31
Bodega 19	1	5,50	5,5	1	20	1,00	0,83	0,85	0,71	3,90

Equipo de fonda y hotel										
Cocina 6 fuegos	6	6,00	36,00	1	8	0,17	0,33	0,85	0,05	1,70
Frigorífico	2	0,82	1,64	1	24	0,50	1,00	0,85	0,43	0,70
Horno	2	2,80	5,60	1	8	0,50	0,33	0,85	0,14	0,79
Microondas	4	0,70	2,80	1	8	0,25	0,33	0,85	0,07	0,20
Freidora	1	6,56	6,56	1	8	1,00	0,33	0,85	0,28	1,86
Lavaplatos	2	3,50	7,00	1	8	0,50	0,33	0,85	0,14	0,99
Cafetera	10	0,85	8,50	1	8	0,10	0,33	0,85	0,03	0,24
Gambuzas frigoríficas	1	15,00	15,00	1	24	1,00	1,00	0,85	0,85	12,75
Lavadoras	2	18,00	36,00	2	12	1,00	0,50	0,85	0,43	15,30
Secadoras	2	7,90	15,80	2	12	1,00	0,50	0,85	0,43	6,72
Plancha	2	2,80	5,60	1	8	0,50	0,33	0,85	0,14	0,79
Ascensor	1	20,00	20,00	1	24	1,00	1,00	0,85	0,85	17,00
Equipo de gobierno y maniobra										
Molinete	2	365,00	730,00	0	0	0,00	0,00	0,85	0,00	0,00
Chigres	4	147,00	588,00	0	0	0,00	0,00	0,85	0,00	0,00
Servomotor	2	265,4	530,80	0	0	0,00	0,00	0,85	0,00	0,00
Grúa de Servicio	2	18	36,00	1	18	0,50	0,75	0,85	0,32	11,48
Hélice de proa										
Propulsor de proa	2	3000,00	6000,00	0	0	0,00	0,00	0,85	0,00	0,00
Equipo de navegación, comunicaciones y alumbrado										
Alumbrado Interior (HAB+CC.MM.)	1	93,08	93,08	1	24	1,00	1,00	0,85	0,85	79,12
Alumbrado Bodegas	1	279,57	279,57	1	24	1,00	1,00	0,85	0,85	237,64
Luces de Navegación	1	30,10	30,10	1	24	1,00	1,00	0,85	0,85	25,59
Alumbrado Exterior	1	325,00	325,00	1	24	1,00	1,00	0,85	0,85	276,25
Equipo de navegación	1	52,65	52,65	0	0	0,00	0,00	0,85	0,00	0,00
Equipo de comunicaciones	1	9,00	9,00	1	4	1,00	0,17	0,85	0,14	1,28
POTENCIA TOTAL SITUACIÓN DE NAVEGACIÓN										1527,61

EMERGENCIA

CONSUMIDORES	UNIDADES	POTENCIA UNITARIA, kW	POTENCIA TOTAL, kW	N° SERVICIO	Z	k _n	k _s	k _r	k _u	POTENCIA ABSORBIDA, kW
Equipos auxiliares del motor principal										
Bomba circulación de agua salada	2	210,37	420,74	0	0	0,00	0,00	0,85	0,00	0,00
Bomba circulación de agua dulce	2	52,08	104,16	0	0	0,00	0,00	0,85	0,00	0,00
Bomba refrigeración camisas	1	34,72	34,72	0	0	0,00	0,00	0,85	0,00	0,00
Bomba aceite lubricación	2	303,63	607,25	0	0	0,00	0,00	0,85	0,00	0,00
Suministro de combustible	2	5,59	11,17	0	0	0,00	0,00	0,85	0,00	0,00
Circulación de combustible	2	13,56	27,13	0	0	0,00	0,00	0,85	0,00	0,00
Sistema de aire de arranque	1	84,29	84,29	0	0	0,00	0,00	0,85	0,00	0,00
Servicios varios										
Bomba de lastre	5	53,00	265,00	0	0	0,00	0,00	0,85	0,00	0,00
Bomba de sentinas	2	5,50	11,00	0	0	0,00	0,00	0,85	0,00	0,00
Bomba agua nebulizada	2	37,00	74,00	2	18	1,00	0,75	0,85	0,64	47,18
Bomba bocas contra incendios	2	4,00	8,00	2	18	1,00	0,75	0,85	0,64	5,10
Generador agua dulce	1	308,00	308,00	0	0	0,00	0,00	0,85	0,00	0,00
Bomba agua dulce	1	0,55	0,55	0	0	0,00	0,00	0,85	0,00	0,00
Tratamiento aguas residuales	1	2,85	2,85	0	0	0,00	0,00	0,85	0,00	0,00
Trituradora	1	9	9	0	0	0,00	0,00	0,85	0,00	0,00
Compactadora	1	3,6	3,6	0	0	0,00	0,00	1,85	0,00	0,00
Incinerador	1	209	209	0	0	0,00	0,00	2,85	0,00	0,00
Equipos de acondicionamiento										
Aire Acondicionado	1	5,50	5,50	0	0	0,00	0,00	0,85	0,00	0,00
Ventilación										
Impulsión CC.MM.	10	18,50	185	0	0	0,00	0,00	0,85	0,00	0,00
Extracción CC.MM.	3	11,00	33	0	0	0,00	0,00	0,85	0,00	0,00
Bodega 1	1	18,50	18,5	0	0	0,00	0,00	0,85	0,00	0,00
Bodega 2	1	11,00	11	0	0	0,00	0,00	0,85	0,00	0,00
Bodega 3	1	15,00	15	0	0	0,00	0,00	0,85	0,00	0,00
Bodega 4	1	30,00	30	0	0	0,00	0,00	0,85	0,00	0,00
Bodega 5	1	37,00	37	0	0	0,00	0,00	0,85	0,00	0,00
Bodega 6	1	30,00	30	0	0	0,00	0,00	0,85	0,00	0,00
Bodega 7	1	30,00	30	0	0	0,00	0,00	0,85	0,00	0,00
Bodega 8	1	30,00	30	0	0	0,00	0,00	0,85	0,00	0,00
Bodega 9	1	30,00	30	0	0	0,00	0,00	0,85	0,00	0,00
Bodega 10	1	30,00	30	0	0	0,00	0,00	0,85	0,00	0,00
Bodega 11	1	30,00	30	0	0	0,00	0,00	0,85	0,00	0,00
Bodega 12	1	22,00	22	0	0	0,00	0,00	0,85	0,00	0,00
Bodega 13	1	22,00	22	0	0	0,00	0,00	0,85	0,00	0,00
Bodega 14	1	22,00	22	0	0	0,00	0,00	0,85	0,00	0,00
Bodega 15	1	30,00	30	0	0	0,00	0,00	0,85	0,00	0,00
Bodega 16	1	18,50	18,5	0	0	0,00	0,00	0,85	0,00	0,00
Bodega 17	1	15,00	15	0	0	0,00	0,00	0,85	0,00	0,00
Bodega 18	1	7,50	7,5	0	0	0,00	0,00	0,85	0,00	0,00
Bodega 19	1	5,50	5,5	0	0	0,00	0,00	0,85	0,00	0,00

Equipo de fonda y hotel										
Cocina 6 fuegos	6	6,00	36,00	0	0	0,00	0,00	0,85	0,00	0,00
Frigorífico	2	0,82	1,64	0	0	0,00	0,00	0,85	0,00	0,00
Horno	2	2,80	5,60	0	0	0,00	0,00	0,85	0,00	0,00
Microondas	4	0,70	2,80	0	0	0,00	0,00	0,85	0,00	0,00
Freidora	1	6,56	6,56	0	0	0,00	0,00	0,85	0,00	0,00
Lavaplatos	2	3,50	7,00	0	0	0,00	0,00	0,85	0,00	0,00
Cafetera	10	0,85	8,50	0	0	0,00	0,00	0,85	0,00	0,00
Gambuzas frigoríficas	1	15,00	15,00	0	0	0,00	0,00	0,85	0,00	0,00
Lavadoras	2	18,00	36,00	0	0	0,00	0,00	0,85	0,00	0,00
Secadoras	2	7,90	15,80	0	0	0,00	0,00	0,85	0,00	0,00
Plancha	2	2,80	5,60	0	0	0,00	0,00	0,85	0,00	0,00
Ascensor	1	20,00	20,00	0	0	0,00	0,00	0,85	0,00	0,00
Equipo de gobierno y maniobra										
Molinete	2	365,00	730,00	1	12	0,50	0,50	0,85	0,21	155,13
Chigres	4	147,00	588,00	0	0	0,00	0,00	0,85	0,00	0,00
Servomotor	2	265,4	530,80	1	12	0,50	0,50	0,85	0,21	112,80
Grúa de Servicio	2	18	36,00	0	0	0,00	0,00	0,85	0,00	0,00
Hélice de proa										
Propulsor de proa	2	3000,00	6000,00	0	0	0,00	0,00	0,85	0,00	0,00
Equipo de navegación, comunicaciones y alumbrado										
Alumbrado Interior (HAB+CC.MM.)	1	93,08	93,08	1	18	1,00	0,75	0,85	0,64	59,34
Alumbrado Bodegas	1	279,57	279,57	0	0	0,00	0,00	0,85	0,00	0,00
Luces de Navegación	1	30,10	30,10	1	18	1,00	0,75	0,85	0,64	19,19
Alumbrado Exterior	1	325,00	325,00	1	3	1,00	0,13	0,85	0,11	34,53
Equipo de navegación	1	52,65	52,65	1	18	1,00	0,75	0,85	0,64	33,56
Equipo de comunicaciones	1	9,00	9,00	1	18	1,00	0,75	0,85	0,64	5,74
POTENCIA TOTAL SITUACIÓN DE NAVEGACIÓN										472,56

Se considerará la utilización del molinete en emergencia para contemplar el caso de que en emergencia extrema sea necesario fondear el buque.

ANEXO II: CARACTERÍSTICAS GENERADORES

L27/38 Main Data

Output and dimensions

Measures for reducing NO_x emissions

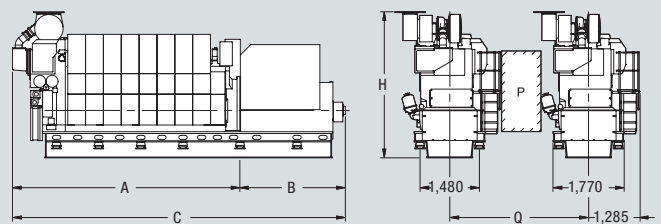
The latest step in the development of the MAN engine range is across-the-board compliance with the limits specified in Tier II of the emissions legislation of the International Maritime Organisation, IMO. Reduced emissions of NO_x while still maintaining optimum operating economy:

Improved charge air cooler. To avoid the formation of NO_x as a result of high combustion temperatures, a charge air cooler with improved sealing is employed. This prevents the heated air from the turbocharger by-passing the charge air cooler.

TCR with RCF33 wheel. The use of MAN type TCR radial turbochargers equipped with the RCF33 compressor wheel can alleviate the NO_x-SFOC trade off. The better pressure ratio of the turbocharger increases the efficiency of the engine and thus compensates the increase in SFOC normally associated with the lower NO_x emissions. The higher compressor pressure ratio also increases the scope for Miller valve timing.

Miller valve timing. To reduce the temperature peaks which favour the formation of NO_x, Miller valve timings are employed. This method denotes the early closure of the inlet valve which causes the charge air to expand and cool. The resulting reduction in combustion temperature reduces NO_x emissions.

Retarded injection. As a counter-measure to the formation of NO_x at high combustion temperatures, injection timing is retarded. Combustion heat release is thus delayed resulting in lower combustion chamber temperatures.



	720/750 (HFO)		720/750 (MGO)	
	Eng. kW	Gen. kW*	Eng. kW	Gen. kW*
Speed (r/min)	720/750 (HFO)		720/750 (MGO)	
Frequency (Hz)	60/50		60/50	
5L27/38	1,500/1,600	1,440/1,536	-	-
6L27/38	1,980	1,900	2,100	2,016
7L27/38	2,310	2,218	2,450	2,352
8L27/38	2,640	2,534	2,800	2,688
9L27/38	2,970	2,851	3,150	3,024

Cyl. No.	5	6	7	8	9
A (mm)	4,346	4,791	5,236	5,681	6,126
B (mm)	2,486	2,766	2,766	2,986	2,986
C (mm)	6,832	7,557	8,002	8,667	9,112
H (mm)	3,628	3,712	3,712	3,899	3,899
Dry Mass (t)	42.3	45.8	52.1	58.3	63.9

Bore	270 mm
Stroke	380 mm
Cycle	Four-stroke
Cyl. configuration	In-line
Power range	1,500-3,150 kW
Speed (60/50 Hz)	720/750 r/min
Mean piston speed	9.1/9.5 m/s
Mean effective pressure	23.0-26.8 bar
Power per cyl.	300-350 kW
Max combustion pressure	200 bar
Fuel acceptance HFO	HFO up to 700 cSt/50° C (ISO 8217 RMH55 and RMK55)
Fuel acceptance MGO	Disillate according to ISO 8217:DMA

* Based on nominal generator efficiencies of 96%

P: Free passage between the engines, width 600 mm and height 2,000 mm
Q: Min. distance between centre of engines: 2,900 mm without gallery and 3,100 mm with gallery

ANEXO III: CARACTERÍSTICAS GENERADOR DE EMERGENCIA

3. Technical Data

3.1 Wärtsilä Auxpac, 60 Hz

3.1.1 Wärtsilä Auxpac 16, 1200 rpm / 60 Hz

Wärtsilä Auxpac		525W5L16 / 60 Hz	630W6L16 / 60 Hz	735W7L16 / 60 Hz
Engine speed	rpm	1200	1200	1200
Engine output	kW	550	660	770
Mean effective pressure	MPa	2.19	2.19	2.19
IMO compliance		IMO Tier 2	IMO Tier 2	IMO Tier 2
Combustion air system				
Flow of air at 100% load	kg/s	1.15	1.38	1.61
Temperature at turbocharger intake, max	°C	45	45	45
Temperature after air cooler (TE 601)	°C	25...38	25...38	25...38
Exhaust gas system (Note 1)				
Flow at 100% load	kg/s	1.18	1.416	1.65
Flow at 85% load	kg/s	1.01	1.212	1.41
Temp. after turbocharger at 100% load (TE 517)	°C	345	345	345
Temp. after turbocharger at 85% load (TE 517)	°C	340	340	340
Backpressure, max.	kPa	4.0	4.0	4.0
Calculated exhaust diameter for 35 m/s	mm	273	299	323
Heat balance at 100% load (Note 2)				
Jacket water	kW	125	150	175
Charge air (LT-circuit)	kW	205	246	287
Lubricating oil	kW	80	96	112
Radiation, etc	kW	9	10	12
Fuel system (Note 3)				
Pressure before injection pumps (PT 101)	kPa	700±0	700±50	700±0
Pressure before injection pumps, unifuel system	kPa	1000±0	1000±50	1000±0
HFO viscosity before injection pumps	cSt	16...24	16...24	16...24
HFO viscosity before injection pumps, unifuel system	cSt	12...24	12...24	12...24
Max. HFO temperature before engine (TE 101)	°C	140	140	140
MDF viscosity, min.	cSt	1.8	1.8	1.8
Max. MDF temperature before engine (TE 101)	°C	60	60	60
Fuel consumption at 100% load	g/kWh	199.0	199.0	199.0
Fuel consumption at 85% load	g/kWh	200.0	200.0	200.0
Fuel consumption at 75% load	g/kWh	201.0	201.0	201.0
Fuel consumption at 50% load	g/kWh	210.0	210.0	210.0
Clean leak fuel quantity, MDF at 100% load	kg/h	1.7	2.0	2.4
Clean leak fuel quantity, HFO at 100% load	kg/h	0.3	0.4	0.5

Wärtsilä Auxpac		525W5L16 / 60 Hz	630W6L16 / 60 Hz	735W7L16 / 60 Hz
Lubricating oil system				
Pressure before engine, nom. (PT 201)	kPa	450	450	450
Priming pressure, nom. (PT 201)	kPa	200	200	200
Temperature before bearings, nom. (TE 201)	°C	66	66	66
Temperature after engine, about	°C	80	80	80
Pump capacity (main), engine driven	m³/h	18	21	25
Priming pump capacity	m³/h	5.5	5.5	5.5
Filter fineness, mesh size	mi- crons	25	25	25
Oil consumption at 100% load, about	g/kWh	0.6	0.6	0.6
Crankcase ventilation flow rate at full load	l/min	460	552	644
Crankcase ventilation backpressure, max.	kPa	0.3	0.3	0.3
High temperature cooling water system				
Pressure at engine, after pump, nom. (PT 401)	kPa	250 + static	250 + static	250 + static
Pressure at engine, after pump, max. (PT 401)	kPa	320	320	320
Temperature before cylinders, approx. (TE 401)	°C	85	85	85
Temperature after engine, nom.	°C	90	90	90
Capacity of engine driven pump, nom.	m³/h	15.0	18.0	21.0
Pressure drop over engine	kPa	70	70	70
Pressure drop in external system, max.	kPa	120	120	120
Pressure from expansion tank	kPa	70...150	70...150	70...150
Engine water volume	m³	0.053	0.058	0.063
Low temperature cooling water system				
Pressure at engine, after pump, nom. (PT 451)	kPa	250 + static	250 + static	250 + static
Pressure at engine, after pump, max. (PT 451)	kPa	320	320	320
Temperature before engine (TE 451)	°C	25...38	25...38	25...38
Capacity of engine driven pump, nom.	m³/h	18.0	22.0	26.0
Pressure drop over charge air cooler	kPa	30	30	30
Pressure drop over thermostatic valve	kPa	30	30	30
Pressure drop over oil cooler	kPa	50	50	50
Pressure drop in the external system, max.	kPa	120	120	120
Pressure from expansion tank	kPa	70...150	70...150	70...150
Starting air system				
Pressure, nom.	kPa	3000	3000	3000
Pressure, max	kPa	3000	3000	3000
Pressure, min	kPa	1800	1800	1800
Starting air consumption, start (successful)	Nm³	0.6	0.6	0.6
Generator data (Note 4)				
Generator brand		Leroy Somer	Leroy Somer	Leroy Somer
Frequency	Hz	60	60	60
Rated output	kVa	688	788	963
Voltage	V	450	450	450
Rated current	A	883	1011	1234
Power factor		0.8	0.8	0.8

Wärtsilä Auxpac		525W5L16 / 60 Hz	630W6L16 / 60 Hz	735W7L16 / 60 Hz
CT/Ratio		1000/1A 10VA CL0.5	1250/1A 10VA CL0.5	1250/1A 10VA CL0.5
Temperature rise		F	F	F
Insulation class		H	H	H
Td'	s	0.136	0.123	0.124
Td''	s	0.019	0.019	0.021
Ta	s	0.036	0.045	0.045
Heat dissipation of air cooled generator	kW	27	30	34

Notes:

Note 1 At an ambient temperature of 25°C.

Note 2 ISO-optimized engine at ambient conditions according to ISO 15550. With engine driven pumps. Fuel net calorific value: 42700 kJ/kg. Radiation includes generator cooling power.

Note 3 According to ISO 15550, lower calorific value 42 700 kJ/kg at constant engine speed, with engine driven pumps (two cooling water + one lubricating oil). Tolerance 5%.

Note 4 Acc. to IEC 34.

Subject to revision without notice.