



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

Trabajo Fin de Grado
CURSO 2017/18

BULKCARRIER NEOPANAMAX 120.000 TPM

Grado en Ingeniería Naval y Oceánica

ALUMNA/O

Diego Carral Amenedo

TUTORAS/ES

Marcos Míguez González

FECHA

JULIO 2018

GRADO EN INGENIERÍA NAVAL Y OCEÁNICA
TRABAJO FIN DE GRADO

PROYECTO NÚMERO: 18-12

TIPO DE BUQUE: Bulkcarrier tipo “NEOPANAMAX” de 120.000 TPM adaptado a la operación en terminales graneleras del golfo de México y Asia.

CLASIFICACIÓN, COTA Y REGLAMENTOS DE APLICACIÓN: AMERICAN BUREAU OF SHIPPING, SOLAS, MARPOL y EXIGENCIAS DE LA ACP (Autoridad del Canal de Panamá).

CARACTERÍSTICAS DE LA CARGA: 120.000 T.P.M. grano, mineral, carbón

VELOCIDAD Y AUTONOMÍA: 14 nudos en condiciones de servicio, 85% de MCR + 15% de margen de mar. 12.000 millas a la velocidad de servicio.

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

PROPULSIÓN: Un motor diesel acoplado a una hélice de paso fijo, motores auxiliares de tipo dual (FUEL-GNL).

TRIPULACIÓN Y PASAJE: 30 tripulantes en camarotes individuales.

OTROS EQUIPOS E INSTALACIONES: Los habituales en este tipo de buques y posibilidad de interconexión del cuadro eléctrico del buque con la corriente de tierra.

Ferrol, 30 Octubre 2017

ALUMNO/A: **D. DIEGO CARRAL AMENEDO**



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

**TRABAJO FIN DE GRADO/MÁSTER
CURSO 2017/18**

BULKCARRIER NEOPANAMAX 120.000 TPM

Grado en Ingeniería Naval y Oceánica

Cuaderno 11

“PLANTA ELÉCTRICA”

Indice

1 RPA	2
2 Introducción	5
3 Descripción del Sistema Eléctrico	7
3.1 Sistema de Cuadros de Distribución	7
3.1.1 Cuadro Principal	7
3.1.2 Cuadros de Distribución.....	7
3.1.3 Cuadros de Emergencia	8
3.2 Transformadores	8
3.3 Tomas de corriente a tierra	8
3.4 Sistema de Cableado.....	8
3.4.1 Cables de Distribución	8
3.4.2 Cables para Servicio de Alojamiento	9
4 Sistema de Alumbrado.....	10
4.1 Alumbrado por zonas.....	10
4.2 Luces de Navegación	12
4.3 Alumbrado de Emergencia.....	12
4.4 Alumbrado de Salvaguardia.....	12
5 Balance Eléctrico	13
5.1 Cálculos del Balance Eléctrico.....	14
5.2 Resultado del Balance Eléctrico.....	20
5.3 Selección de los Diesel Generadores	21
5.4 Selección del Diesel Generador de Emergencia	23
5.5 Resumen Balance y análisis generadores	26
6 Anexo 1_Diagrama Unifilar	28
7 Anexo 2_Catálogo	29

2 INTRODUCCIÓN

En este Cuaderno se realizará el balance eléctrico de nuestro Buque Proyecto.

Las dimensiones y coeficientes de nuestro Buque Proyecto, obtenidas en el Cuaderno 3 “Coeficientes y Plano de Formas”, son las siguientes:

DIMENSIONES, COEFICIENTES y CARACTERÍSTICAS		
Eslora total (LOA)	250	m
Eslora entre perpendiculares (Lpp)	245,5	m
Manga (B)	42,4	m
Calado (T)	14,9	m
Puntal (D)	21,55	m
Desplazamiento (Δ)	142652	Tn
Superficie Mojada (m^2)	16380	m^2
Coeficiente Bloque (Cb)	0,897	
Coeficiente Prismático (Cp)	0,901	
Coeficiente de la Maestra (Cm)	0,996	
Coeficiente de Flotación (Cf)	0,957	
Velocidad (knots)	14	knots
Potencia (kW)	21660	kW

El sistema eléctrico tiene como misión generar y/o proveer energía eléctrica a los diferentes consumidores del buque.

Las características básicas del sistema vienen definidas por los usos, las especificaciones de los elementos, y el requerimiento de menor consumo energético posible.

Las necesidades de energía eléctrica son muy dependientes de la situación de operación, y por ello el dimensionamiento del sistema requiere la realización de un balance eléctrico.

El balance eléctrico se basa en la estimación del consumo eléctrico medio en cada situación de operación. Para realizar el balance eléctrico se han de seguir los siguientes criterios:

- Definir las diferentes situaciones de operación del barco entre las cuales hay diferencias significativas de consumo eléctrico.
- Listar los diferentes consumidores eléctricos en una tabla, indicando el número de unidades instaladas y su potencia máxima.
- Asignar factores de utilización para cada situación y unidad.
- Asignar un margen de seguridad al consumo medio de cada situación.
- Calcular el número y capacidad de los generadores eléctricos y baterías de manera que se cumplan las siguientes características:
 - Se debe poder hacer frente a todos los consumos en cada situación.
 - El sistema de generación/almacenamiento habrá de tener la flexibilidad suficiente como para atender todas las situaciones, funcionando con el máximo rendimiento posible.

Una vez realizado el balance eléctrico se conoce como resultado de este el consumo medio en cada una de las situaciones de operación. A partir de estos datos es necesario determinar la capacidad y número de generadores que se instalarán. Las consideraciones de diseño básicas que hay que seguir para esta elección son:

- Si se instala un único generador, en condiciones de carga mínima, su rendimiento será muy bajo (los equipos tienen un límite inferior de potencia generada).
- Si se instalan varios generadores diferentes para atender a las diferencias de consumo, el sistema tendrá gran flexibilidad y alto rendimiento, pero se incrementarán los costes de instalación y mantenimiento, y se necesitarán más repuestos.
- El sistema debe tener capacidad de responder a la caída de (al menos) un generador, por lo que debe haber un equipo de reserva.

3 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO

La instalación eléctrica del buque proyecto estará de acuerdo con la sociedad de clasificación ABS y con el IEC (International Electrical Code).

Actualmente el tipo de corriente y la distribución más utilizada en buques tipo bulkcarrier, debido a sus ventajas (Punto 2.4.1 del libro “Electricidad aplicada al buque”) es la corriente alterna trifásica de 440 V / 60 Hz. Se adopta esta solución, en lugar de 380 V / 50 Hz, ya que al tener una mayor tensión, para dar la misma potencia, se requerirá una menor intensidad. Esto supone una reducción en la sección necesaria de los cables y, por tanto, un ahorro de cobre y un menor coste de instalación. Una red de pequeña potencia creada con transformadores y convertidores de frecuencia se instalará en la zona de habilitación, que permitirá emplear aparatos comerciales.

El sistema de distribución será de tipo radial, o también llamado sistema en derivaciones sucesivas, que proporciona mayor flexibilidad y un mejor empleo y ahorro en el cobre de los conductores.

Estará controlado desde un cuadro principal situado en el interior de la cabina de control de la cámara de máquinas.

La planta generadora que alimenta la red constará de una serie de grupos electrógenos diésel generadores. Cada uno de estos estará compuesto por un motor dual-fuel (diésel-LNG) directamente acoplado a un alternador síncrono trifásico, tipo marino, y autorregulado.

Para alimentar la red de emergencia se dispondrá de un alternador auxiliar también de corriente alterna trifásica. Estará situado en un compartimento independiente fuera de la cámara de máquinas, suficientemente alejado del guardacalor y por encima de la cubierta continua más elevada. En la disposición general del cuaderno N°7 se situó el emplazamiento de este local.

Los Sistemas de Comunicaciones Interiores estarán alimentados por corriente continua. Esta corriente puede ser proporcionada por rectificadores o por baterías.

3.1 Sistema de Cuadros de Distribución

El sistema de distribución eléctrica del buque, consta de unos cuadros de distribución que podemos dividir en:

3.1.1 Cuadro Principal

Recibe la potencia directamente de los generadores, y puede hacer que estos funcionen en paralelo. De aquí, se distribuye la corriente a los cuadros secundarios o de distribución. Está situado en la cámara de máquinas.

3.1.2 Cuadros de Distribución

Se sitúan en las inmediaciones de los centros de carga, con sus respectivos transformadores cuando sean necesarios.

3.1.3 Cuadros de Emergencia

Se instalará en el local del generador de emergencia situado en la cubierta principal. El accionamiento de los circuitos de emergencia se podrá realizar desde el cuadro principal, pero siempre pasando por el de emergencia.

En el panel hay dispositivos de interrupción automática y conmutadores con el fin de cortar el contacto con los cuadros principales y establecerlo con los de emergencia.

Los cables que vayan a circuitos de emergencia situados por fuera del espacio de maquinaria no deberán pasar por la cámara de máquinas.

El cuadro de emergencia alimentará directamente a los siguientes servicios.

- Alumbrado de emergencia
- Servomotor
- Chigres de botes salvavidas
- Bomba contraincendios de emergencia
- Instrumentos náuticos y de comunicaciones

3.2 Transformadores

Hay sistemas cuyo funcionamiento se produce a tensiones menores que las nominales correspondientes a los sistemas de fuerza de la instalación. Para solventar este problema se instalarán transformadores de tensión que alimentarán a los consumidores de 220V.

Estos transformadores serán de tipo marino, protegidos contra goteo y salpicaduras, disponiendo de ventilación natural.

Tensión primaria = 440V.

Tensión secundaria = 220V.

Con objeto de alimentar a los servicios conectados al grupo de emergencia que precisen de corriente de 220V se instalarán en el local del grupo de emergencia los transformadores necesarios de las características citadas anteriormente.

3.3 Tomas de corriente a tierra

Se instalarán tomas de corriente para permitir que el sistema eléctrico sea alimentado desde tierra. Con este fin se instalará un panel a cada banda del buque.

3.4 Sistema de Cableado

3.4.1 Cables de Distribución

Todos los cuadros eléctricos para circuitos de fuerza, alumbrado, comunicaciones, control y electrónicos tendrán aislamiento adecuado para una temperatura del conductor no menor de 75°C.

La temperatura de funcionamiento nominal del material será al menos un 10% superior a la máxima temperatura ambiente que pueda existir. Cuando el cable sea susceptible de ser físicamente dañado debido a su colocación deberá ser dotado con armadura.

3.4.2 Cables para Servicio de Alojamiento

Aquellos cables eléctricos de alumbrado, enchufes y pequeños motores situados en espacios de alojamiento podrán calcularse con espesor de aislamiento reducido, serán retardadores de llama y como mínimo verificarán:

- Los conductores serán de cobre, trenzados y con secciones transversales de 1,5 mm² y mayores.
- El aislamiento será resistente a la humedad, al calor, retardador de llama, termoplástico y adecuado para una temperatura del conductor de 75°C.
- El espesor del aislamiento no será menor de 0,38 mm, junto con una cubierta de nylon de espesor no inferior a 0,1 mm y los conductores así aislados estarán a su vez encerrados en una cubierta resistente a la humedad.

La utilización de estos cables queda limitada a tamaños de 4 mm² e inferiores.

Para el cálculo de la secciones de los cables ha de tenerse en cuenta los criterios de cálculo en función de la caída de tensión admisible.

4 SISTEMA DE ALUMBRADO

El sistema de alumbrado, incluyendo la red de enchufes, será de 220 V de tensión con una frecuencia de 60 Hz.

Para el cálculo de la potencia eléctrica consumida por el alumbrado se ha empleado el método indirecto, que nos permite obtener una aproximación aceptable de la potencia real consumida por este sistema.

El cálculo de la potencia requerida para el alumbrado se ha subdividido en tres zonas:

- Alumbrado en zona de acomodación
- Alumbrado en cámara de máquinas
- Alumbrado en zonas exteriores

A continuación se presenta una tabla con las iluminancias recomendadas para cada uno de los locales tenidos en cuenta, así como la potencia aproximada necesaria por metro cuadrado para cada uno de estos locales. En esta tabla se ha considerado que el alumbrado será de tipo LED:

Local	Iluminancia (LUX)	Potencia (W/m ²)
Camarotes	200	12
Pasillos y escaleras	125	6
Locales de reunión y ocio	120	4
Locales de servicios	250	15
Enfermería	500	40
Puentes de paseo y descubiertos	20	1,5
Puentes de botes	200	W/embarcacion
Puente de navegación	400	25
Cámara de máquinas	300	18
Puestos de control	320	20
Puestos de maniobra	500	31
Túneles	125	8
Oficinas	400	25
Talleres de maquinarias	500	31
Talleres de montaje	1000	65

4.1 Alumbrado por zonas

Su valor total se ha determinado en función del valor en los buques tomados como referencia, considerando que al emplear alumbrado tipo LED de última generación las potencias de alumbrados fluorescentes convencionales se verán reducidas, como mínimo, a la mitad siendo bastante conservadores en la estimación.

La estimación de superficie grosso modo se calcula a partir de las dimensiones de la zona de habilitación en la superestructura de popa, dimensiones de cámara de máquinas y túnel y superficie exterior. Esto se mide sobre el perfil presentado en el Cuaderno N°7 y se compara con buques de referencia con una eslora y manga similares. El cálculo de la potencia total necesaria se basa en la empleada en buques similares por zonas (W/m²) teniendo en cuenta que en nuestro caso emplearemos alumbrado tipo LED, ya mencionado.

La estimación de superficies por zonas es la siguiente:

SUPERESTRUCTURA (ACOMODACIONES)			
	Largo (m)	Ancho (m)	Superficie (m²)
Nivel 1	21,64	23,8	515
Nivel 2	21,64	23,8	515
Nivel 3	6,8	23,8	162
Nivel 4	6,8	23,8	162
Nivel 5	6,8	23,8	162
Puente	6,8	23,8	162
SUPERFICIE TOTAL (m²)			1677

EXTERIOR			
	Largo (m)	Ancho (m)	Superficie (m²)
Puentes de paseo y descubiertos	-	-	203
Puestos de Maniobra	-	-	820
SUPERFICIE TOTAL (m²)			1023

CÁMARA DE MÁQUINAS Y TÚNEL			
	Largo (m)	Ancho (m)	Superficie (m²)
Cámara de Máquinas	-	-	2175
Puestos de control	-	-	189
Túneles	196	4,4	862
Talleres de maquinaria	-	-	120
Talleres de Montaje	-	-	26
SUPERFICIE TOTAL (m²)			3371

Y con estas superficies y la estimación de potencia media por metro cuadrado, la potencia total del alumbrado es la siguiente:

Concepto	Potencia (W/m²)	Superficie (m²)	Potencia Total (kW)
Alumbrado Acomodaciones	30	1677	50
Alumbrado exterior	30	1023	31
Alumbrado de CCMM y Tunel	57	3371	192
TOTAL ALUMBRADO (kW)			273

4.2 Luces de Navegación

Este apartado se refiere a las luces de situación, luces de señales y lámparas de morse. Se dispondrán de acuerdo con las normas establecidas por el SOLAS. Estos servicios serán considerados como vitales y han de estar alimentados en todo momento. Su alimentación se realizará por medio de dos líneas, la de los cuadros principales y la de los de emergencia, con un conmutador de cambio instantáneo en caso de que falle alguno de estos.

Los diferentes equipos considerados y su potencia estimada son los recogidos en la siguiente tabla:

Equipo	Cantidad	Potencia (kW)
Proyector Zona de Maniobras PR	2	1
Proyector Zona de Maniobras PP	2	1
Proyector Zona de Acceso	2	0,25
Proyector Zona de Botes	2	0,2
Luz Mástil PR	1	0,06
Luz Mástil PP	1	0,06
Luz de ER	1	0,06
Luz de BR	1	0,06
Luz de Fondeo	2	0,1

4.3 Alumbrado de Emergencia

Para este alumbrado se empleará la corriente generada por el grupo de emergencia. Para iluminar la maniobra de izado y arriado de los botes se dispondrán en la parte de popa de los alerones del puente de gobierno dos proyectores estancos de 200 W.

La red de alumbrado de emergencia deberá alumbrar las siguientes zonas:

- Controles del motor principal
- Motor principal
- Parte posterior del cuadro eléctrico
- Cuadro generador de emergencia
- Local del servomotor
- Puente de gobierno
- Áreas de comunicación y derrota
- Camarotes
- Escaleras y pasillos interiores de alojamientos
- Escalas de acceso a máquinas y guardacalor

4.4 Alumbrado de Salvaguardia

Es un alumbrado que entra en funcionamiento automáticamente en caso de fallar el alumbrado normal o el de emergencia. Este sistema proporciona un alumbrado reducido y está alimentado por baterías. Los puntos de aplicación serán los mismos que los del alumbrado de emergencia, incluyendo la iluminación indicativa de las rutas de evacuación.

5 BALANCE ELÉCTRICO

En la realización del balance eléctrico se considerarán las distintas condiciones de funcionamiento del buque, lo que nos permite diferenciar las diferentes demandas de potencia en cada una de estas condiciones, ya que el consumo de potencia variará sustancialmente en cada una de ellas. Las condiciones consideradas serán las siguientes:

- Emergencia
- Navegación Normal. El buque navegando en situación de plena carga con el motor dando el 85% del MCR.
- Maniobra. Entrada o salida de puerto
- Carga/descarga. El buque amarrado en puerto efectuando operaciones de carga o descarga.
- En Puerto

En el balance eléctrico tendremos que incluir todos aquellos aparatos del buque que requieran electricidad para su funcionamiento, así como sus consumos. Para lo cual se han agrupado los equipos en los siguientes grupos:

- Grupo 1: Cámara de Máquinas (Servicio Continuo)
- Grupo 2: Cámara de Máquinas (Servicio No Continuo)
- Grupo 3: Cámara de Máquinas (Otros Equipos)
- Grupo 4: HVAC / Ventilación
- Grupo 5: Provisiones
- Grupo 6: Maquinaria de Cubierta
- Grupo 7: Cocina / Oficinas
- Grupo 8: Lavandería
- Grupo 9: Taller
- Grupo 10: Alumbrado
- Grupo 11: Equipos Náuticos

En el cálculo de la potencia consumida se emplearán los siguientes coeficientes:

Factor de Simultaneidad (k_n)

Es la fracción entre la potencia empleada y la instalada:

$$k_n = \frac{n^{\circ} \text{ equipos utilizados}}{n^{\circ} \text{ equipos totales instalados}}$$

Factor de Servicio y Régimen (k_s, r)

Este factor tiene en cuenta el tiempo que se utiliza y el régimen de trabajo respecto al máximo. Representa la probabilidad de que una máquina trabaje a su potencia máxima.

No es necesario realizar el cálculo de los distintos valores de k_s, r para cada apartado ya que estos coeficientes se encuentran tabulados en diferentes publicaciones con el fin de facilitar los cálculos.

Factor de Utilización (ku)

Es el producto de los factores de simultaneidad por el de servicio y por el de régimen:

$$ku = kn \cdot ks, r$$

En la sección siguiente se presenta el desarrollo del balance eléctrico y posteriormente la selección de los diésel generadores y el generador de emergencia.

5.1 Cálculos del Balance Eléctrico

A continuación se presentan las hojas con los cálculos del balance eléctrico, separadas en los grupos que hemos mencionado anteriormente, y con el análisis final y selección de los generadores auxiliares y el generador de emergencia.

Grupo 1: CCMM (Continuo)				EMERGENCIA			NORMAL			MANIOBRA			CARGA / DESCARGA			EN PUERTO		
CONSUMIDOR	Cant.	Pot por equipo (kW)	Pot. Inst. (kW)	kn	ks, r	POTENCIA CONSUMIDA	kn	ks, r	POTENCIA CONSUMIDA	kn	ks, r	POTENCIA CONSUMIDA	kn	ks, r	POTENCIA CONSUMIDA	kn	ks, r	POTENCIA CONSUMIDA
Bomba para Refrig. de Agua Salada	2	90	180,0	0	0,90	0	0,50	0,90	81,00	0,50	0,90	81,00	0,50	0,80	72,00	0,50	0,80	72,00
Bomba de AD para Refrig. De Camisas	2	21,8	43,6	0	0,90	0	0,50	0,90	19,62	0,50	0,90	19,62	0,00	0,90	0,00	0,00	0,90	0,00
Bomba de AD de Baja Temperatura	2	60	120,0	0	0,90	0	0,50	0,90	54,00	0,50	0,90	54,00	0,00	0,90	0,00	0,00	0,90	0,00
Bomba de Circulación de F.O.	2	3,54	7,1	0	0,90	0	0,50	0,90	3,19	0,50	0,90	3,19	0,00	0,90	0,00	0,00	0,90	0,00
Bomba de alimentación(suministro) de F.O.	2	1,5	3,0	0	0,90	0	0,50	0,90	1,35	0,50	0,90	1,35	0,00	0,90	0,00	0,50	0,90	1,35
Bomba de Aceite de Lubricación	2	88	176,0	0	0,80	0	0,50	0,80	70,40	0,50	0,80	70,40	0,00	0,80	0,00	0,00	0,80	0,00
Separadora de F.O.	2	8	16,0	0	0,90	0	1,00	0,90	14,40	1,00	0,90	14,40	1,00	0,90	14,40	1,00	0,90	14,40
Bomba alimentacion separadora F.O.	2	1,75	3,5	0	0,90	0	1,00	0,90	3,15	1,00	0,90	3,15	1,00	0,90	3,15	1,00	0,90	3,15
Purificadora de Aceite de Lubricación	1	1,2	1,2	0	0,90	0	1,00	0,90	1,08	1,00	0,90	1,08	0,00	0,90	0,00	0,00	0,90	0,00
Viscosimetro	1	0,4	0,4	0	0,85	0	1,00	0,85	0,34	1,00	0,85	0,34	1,00	0,85	0,34	1,00	0,85	0,34
Ventilador de Cámara de Máquinas	4	50,41	201,6	0	0,90	0	1,00	0,90	181,48	1,00	0,90	181,48	0,50	0,90	90,74	0,50	0,90	90,74
Ventilador de Extracción para Cámara de Purificadoras	1	1,85	1,9	0	0,85	0	1,00	0,85	1,57	1,00	0,85	1,57	0,50	0,85	0,79	0,50	0,85	0,79
Protección Catódica	1	4	4,0	0	1,00	0	1,00	1,00	4,00	1,00	1,00	4,00	1,00	1,00	4,00	1,00	1,00	4,00
Pre calentador de F.O.	1	200	200,0	0	0,90	0	1,00	0,90	180,00	1,00	0,90	180,00	0,00	0,90	0,00	1,00	0,90	180,00
				EMERGENCIA			NORMAL			MANIOBRA			CARGA / DESCARGA			EN PUERTO		
				0			615,57			615,57			185,41			366,76		

Grupo 2: CCMM (No Continuo)				EMERGENCIA			NORMAL			MANIOBRA			CARGA / DESCARGA			EN PUERTO		
CONSUMIDOR	Cant.	Pot por equipo (kW)	Pot. Inst. (kW)	kn	ks, r	POTENCIA CONSUMIDA	kn	ks, r	POTENCIA CONSUMIDA	kn	ks, r	POTENCIA CONSUMIDA	kn	ks, r	POTENCIA CONSUMIDA	kn	ks, r	POTENCIA CONSUMIDA
Bomba de trasiego de F.O.	1	15	15	0	0,50	0,00	1,00	0,50	7,50	1,00	0,50	7,50	1,00	0,20	3,00	1,00	0,50	7,50
Bomba de trasiego de D.O.	2	2	4	0	0,50	0,00	1,00	0,50	2,00	1,00	0,50	2,00	1,00	0,20	0,80	1,00	0,50	2,00
Bomba de Lodos	2	3,14	6,28	0	0,20	0,00	1,00	0,20	1,26	1,00	0,20	1,26	1,00	0,20	1,26	1,00	0,20	1,26
Purificadora de D.O.	1	1,75	1,75	0	0,30	0,00	1,00	0,30	0,53	1,00	0,30	0,53	1,00	0,50	0,88	1,00	0,30	0,53
Bomba de Alimentacion Purificadora D.O.	1	1,5	1,5	0	0,30	0,00	1,00	0,30	0,45	1,00	0,30	0,45	1,00	0,50	0,75	1,00	0,30	0,45
Compresores de Aire Principales	2	88	176	0	0,45	0,00	0	0,15	0,00	0,5	0,15	13,20	0	0,3	0,00	0,5	0,2	17,60
Servo	1	185	185	1	0,5	92,50	1	0,4	74,00	1	0,75	138,75	0	0,6	0,00	0	0,75	0,00
				EMERGENCIA			NORMAL			MANIOBRA			CARGA / DESCARGA			EN PUERTO		
				92,50			85,73			163,68			6,68			29,33		

Grupo 3: CCMM (Otros Equipos)				EMERGENCIA			NORMAL			MANIOBRA			CARGA / DESCARGA			EN PUERTO		
CONSUMIDOR	Cant.	Pot por equipo (kW)	Pot. Inst. (kW)	kn	ks, r	POTENCIA CONSUMIDA	kn	ks, r	POTENCIA CONSUMIDA	kn	ks, r	POTENCIA CONSUMIDA	kn	ks, r	POTENCIA CONSUMIDA	kn	ks, r	POTENCIA CONSUMIDA
Bombas de Lastre	5	118	590	0,0	0,27	0,00	0,33	0,36	70,09	0,00	0,36	0,00	1,00	0,90	531,00	0,00	0,36	0,00
Bombas de Achique de Sentinas	3	23	69	0,5	0,29	10,01	0,50	0,39	13,46	0,50	0,39	13,46	0,00	0,39	0,00	0,00	0,39	0,00
Bomba C.I.	2	32	64	0,5	0,29	9,28	0,00	0,38	0,00	0,00	0,38	0,00	0,00	0,38	0,00	0,00	0,38	0,00
Bomba C.I. de EMERGENCIA	1	28	28	1,0	0,29	8,12	0,00	0,38	0,00	0,00	0,38	0,00	0,00	0,38	0,00	0,00	0,38	0,00
Bomba del Separador de Sentinas	2	2	4	0,0	0,27	0,00	0,50	0,36	0,72	0,50	0,36	0,72	0,50	0,90	1,80	0,50	0,36	0,72
Compresor de Aire para Servicio General	1	10	10	0,0	0,27	0,00	1,00	0,36	3,60	1,00	0,36	3,60	1,00	0,36	3,60	1,00	0,36	3,60
Incineradora	1	6	6	0,0	0,27	0,00	1,00	0,36	2,16	0,00	0,36	0,00	0,00	0,90	0,00	1,00	0,36	2,16
Planta de tratamiento Físico-Químico	1	4	4	0,0	0,27	0,00	1,00	0,36	1,44	1,00	0,36	1,44	1,00	0,36	1,44	1,00	0,36	1,44
Generador de agua dulce	1	2,3	2,3	0,0	0,24	0,00	1,00	0,32	0,74	0,00	0,32	0,00	0,00	0,32	0,00	0,00	0,32	0,00
Bomba circulación de Agua Sanitaria	2	2,3	4,6	0,0	0,24	0,00	0,50	0,32	0,74	0,50	0,32	0,74	0,50	0,32	0,74	0,50	0,32	0,74
Calentador de Agua Potable	1	200	200	0,0	0,30	0,00	1,00	0,30	60,00	1,00	0,30	60,00	1,00	0,30	60,00	1,00	0,30	60,00
Bomba circulación de Agua Caliente	2	0,4	0,8	0,0	0,24	0,00	1,00	0,32	0,26	1,00	0,32	0,26	1,00	0,32	0,26	1,00	0,32	0,26
Bomba circulación Agua Potable	2	0,75	1,5	0,0	0,24	0,00	1,00	0,32	0,48	1,00	0,32	0,48	1,00	0,32	0,48	1,00	0,32	0,48
Potabilizadora	1	0,5	0,5	0,0	0,24	0,00	1,00	0,32	0,16	1,00	0,32	0,16	1,00	0,32	0,16	1,00	0,32	0,16
				EMERGENCIA			NORMAL			MANIOBRA			CARGA / DESCARGA			EN PUERTO		
				27,41			153,84			80,85			599,47			69,55		

Grupo 4: HVAC / Ventilación				EMERGENCIA			NORMAL			MANIOBRA			CARGA / DESCARGA			EN PUERTO		
CONSUMIDOR	Cant.	Pot por equipo (kW)	Pot. Inst. (kW)	kn	ks, r	POTENCIA CONSUMIDA	kn	ks, r	POTENCIA CONSUMIDA	kn	ks, r	POTENCIA CONSUMIDA	kn	ks, r	POTENCIA CONSUMIDA	kn	ks, r	POTENCIA CONSUMIDA
Ventiladores del Aire Acondicionado	1	20	20	0,0	0,75	0,00	1,00	0,75	15,00	1,00	0,75	15,00	1,00	0,75	15,00	1,00	0,75	15,00
Compresor de Aire Acondicionado	1	40	40	0,0	0,75	0,00	1,00	0,75	30,00	1,00	0,75	30,00	1,00	0,75	30,00	1,00	0,75	30,00
Ventilación Local del Servo	1	0,8	0,8	1,0	0,90	0,72	1,00	0,90	0,72	1,00	0,90	0,72	0,00	0,90	0,00	0,00	0,90	0,00
Ventilación del Pañol de CO ₂	1	0,6	0,6	1,0	0,83	0,50	0,00	0,83	0,00	0,00	0,83	0,00	0,00	0,83	0,00	1,00	0,83	0,50
Ventilación de Acomodación	1	5	5	1,0	0,90	4,50	1,00	0,90	4,50	1,00	0,90	4,50	1,00	0,90	4,50	1,00	0,90	4,50
				EMERGENCIA			NORMAL			MANIOBRA			CARGA / DESCARGA			EN PUERTO		
				5,72			50,22			50,22			49,50			50,00		

Cuaderno 11: Planta Eléctrica

Diego Carral Amenedo – Bulkcarrier Neopanamax 120.000 TPM. Proyecto número 18-12.

Grupo 5: Provisiones				EMERGENCIA			NORMAL			MANIOBRA			CARGA / DESCARGA			EN PUERTO		
CONSUMIDOR	Cant.	Pot por equipo (kW)	Pot. Inst. (kW)	kn	ks, r	POTENCIA CONSUMIDA	kn	ks, r	POTENCIA CONSUMIDA	kn	ks, r	POTENCIA CONSUMIDA	kn	ks, r	POTENCIA CONSUMIDA	kn	ks, r	POTENCIA CONSUMIDA
Compresor	2	12	24	0,0	0,90	0,00	0,50	0,90	10,80	0,50	0,90	10,80	0,50	0,90	10,80	0,50	0,90	10,80
Ventiladores	3	1	3	0,0	0,75	0,00	1,00	0,75	2,25	1,00	0,75	2,25	1,00	0,75	2,25	1,00	0,75	2,25
Resistencias	3	0,75	2,25	0,0	0,75	0,00	1,00	0,75	1,69	1,00	0,75	1,69	1,00	0,75	1,69	1,00	0,75	1,69
				EMERGENCIA			NORMAL			MANIOBRA			CARGA / DESCARGA			EN PUERTO		
				0			14,74			14,74			14,74			14,74		

Grupo 6: Maquinaria de Cubierta				EMERGENCIA			NORMAL			MANIOBRA			CARGA / DESCARGA			EN PUERTO		
CONSUMIDOR	Cant.	Pot por equipo (kW)	Pot. Inst. (kW)	kn	ks, r	POTENCIA CONSUMIDA	kn	ks, r	POTENCIA CONSUMIDA	kn	ks, r	POTENCIA CONSUMIDA	kn	ks, r	POTENCIA CONSUMIDA	kn	ks, r	POTENCIA CONSUMIDA
Molinete	2	240	480	0,0	0,36	0,00	0,00	0,36	0,00	1,00	0,80	384,00	0,00	0,90	0,00	0,00	0,45	0,00
Chigres de Amarre	6	50	300	0,0	0,36	0,00	0,00	0,36	0,00	0,50	0,80	120,00	0,00	0,90	0,00	0,00	0,45	0,00
Accionamiento de Escotillas	2	18	36	0,0	0,36	0,00	0,00	0,36	0,00	1,00	0,72	25,92	0,00	0,85	0,00	1,00	0,85	30,60
Chigres de escalas reales	2	4	8	0,5	0,36	1,44	0,00	0,36	0,00	0,00	0,72	0,00	0,00	0,30	0,00	0,50	0,45	1,80
Chigres embarcaciones supervivencia	2	18	36	1,0	0,90	32,40	1,00	0,36	12,96	0,00	0,72	0,00	0,00	0,90	0,00	0,00	0,45	0,00
				EMERGENCIA			NORMAL			MANIOBRA			CARGA / DESCARGA			EN PUERTO		
				33,84			12,96			529,92			0			32,4		

Grupo 7: Cocina / Oficinas				EMERGENCIA			NORMAL			MANIOBRA			CARGA / DESCARGA			EN PUERTO		
CONSUMIDOR	Cant.	Pot por equipo (kW)	Pot. Inst. (kW)	kn	ks, r	POTENCIA CONSUMIDA	kn	ks, r	POTENCIA CONSUMIDA	kn	ks, r	POTENCIA CONSUMIDA	kn	ks, r	POTENCIA CONSUMIDA	kn	ks, r	POTENCIA CONSUMIDA
Horno Eléctrico	1	6	6	0	0,5	0,00	1,00	0,50	3,00	1,00	0,50	3,00	1,00	0,50	3,00	1,00	0,50	3,00
Frigorífico (400 l)	1	0,4	0,4	0	0,45	0,00	1,00	0,45	0,18	1,00	0,45	0,18	1,00	0,45	0,18	1,00	0,45	0,18
Frigorífico (260 l)	2	0,4	0,8	0	0,45	0,00	1,00	0,45	0,36	1,00	0,45	0,36	1,00	0,45	0,36	1,00	0,45	0,36
Frigorífico (100 l)	2	0,4	0,8	0	0,45	0,00	1,00	0,45	0,36	1,00	0,45	0,36	1,00	0,45	0,36	1,00	0,45	0,36
Parrilla	3	2	6	0	0,50	0,00	0,67	0,50	2,01	0,67	0,50	2,01	0,67	0,50	2,01	0,67	0,50	2,01
Cafetera	2	1,5	3	0	0,50	0,00	1,00	0,50	1,50	1,00	0,50	1,50	1,00	0,50	1,50	1,00	0,50	1,50
Triturador de Residuos	1	0,2	0,2	0	0,45	0,00	1,00	0,45	0,09	1,00	0,45	0,09	1,00	0,45	0,09	1,00	0,45	0,09
Freidora	1	7	7	0	0,50	0,00	1,00	0,50	3,50	1,00	0,50	3,50	1,00	0,50	3,50	1,00	0,50	3,50
Montacargas de Comestibles	1	0,75	0,75	0	0,43	0,00	1,00	0,43	0,32	1,00	0,43	0,32	1,00	0,43	0,32	1,00	0,43	0,32
Cocina Eléctrica	1	20	20	0	0,50	0,00	1,00	0,50	10,00	1,00	0,50	10,00	1,00	0,50	10,00	1,00	0,50	10,00
Horno de Pan	1	5	5	0	0,45	0,00	1,00	0,45	2,25	1,00	0,45	2,25	1,00	0,45	2,25	1,00	0,45	2,25
Peladora de Patatas	1	0,5	0,5	0	0,50	0,00	1,00	0,50	0,25	1,00	0,50	0,25	1,00	0,50	0,25	1,00	0,50	0,25
Amasadora	1	1	1	0	0,50	0,00	1,00	0,50	0,50	1,00	0,50	0,50	1,00	0,50	0,50	1,00	0,50	0,50
Lavavajillas	1	2	2	0	0,50	0,00	1,00	0,50	1,00	1,00	0,50	1,00	1,00	0,50	1,00	1,00	0,50	1,00
Cortadora de fiambres	1	0,5	0,5	0	0,45	0,00	1,00	0,45	0,23	1,00	0,45	0,23	1,00	0,45	0,23	1,00	0,45	0,23
Molinillo eléctrico	1	2	2	0	0,40	0,00	1,00	0,40	0,80	1,00	0,40	0,80	1,00	0,40	0,80	1,00	0,40	0,80
Microondas	1	3	3	0,0	0,45	0,00	1,00	0,45	1,35	1,00	0,45	1,35	1,00	0,45	1,35	1,00	0,45	1,35
				EMERGENCIA			NORMAL			MANIOBRA			CARGA / DESCARGA			EN PUERTO		
				0			24,52			24,52			24,52			24,52		

Grupo 8: Lavandería				EMERGENCIA			NORMAL			MANIOBRA			CARGA / DESCARGA			EN PUERTO		
CONSUMIDOR	Cant.	Pot por equipo (kW)	Pot. Inst. (kW)	kn	ks, r	POTENCIA CONSUMIDA	kn	ks, r	POTENCIA CONSUMIDA	kn	ks, r	POTENCIA CONSUMIDA	kn	ks, r	POTENCIA CONSUMIDA	kn	ks, r	POTENCIA CONSUMIDA
Lavadora (5 Kg)	2	1	2	0,0	0,50	0	1,00	0,50	1	1,00	0,50	1	1,00	0,50	1	1,00	0,50	1
Lavadora (12 Kg)	2	2	4	0,0	0,50	0	1,00	0,50	2	1,00	0,50	2	1,00	0,50	2	1,00	0,50	2
Secadora	2	2,6	5,2	0,0	0,50	0	1,00	0,50	2,6	1,00	0,50	2,6	1,00	0,50	2,6	1,00	0,50	2,6
Plancha de ropa	1	7,5	7,5	0,0	0,50	0	1,00	0,50	3,75	1,00	0,50	3,75	1,00	0,50	3,75	1,00	0,50	3,75
				EMERGENCIA			NORMAL			MANIOBRA			CARGA / DESCARGA			EN PUERTO		
				0			9,35			9,35			9,35			9,35		

Grupo 9: Taller				EMERGENCIA			NORMAL			MANIOBRA			CARGA / DESCARGA			EN PUERTO		
CONSUMIDOR	Cant.	Pot por equipo (kW)	Pot. Inst. (kW)	kn	ks, r	POTENCIA CONSUMIDA	kn	ks, r	POTENCIA CONSUMIDA	kn	ks, r	POTENCIA CONSUMIDA	kn	ks, r	POTENCIA CONSUMIDA	kn	ks, r	POTENCIA CONSUMIDA
Torno	1	3,5	3,5	0,0	0,30	0	1,00	0,30	1,05	1,00	0,30	1,05	1,00	0,30	1,05	1,00	0,30	1,05
Esmeril	1	1	1	0,0	0,28	0	1,00	0,28	0,28	1,00	0,28	0,28	1,00	0,28	0,28	1,00	0,28	0,28
Taladradora	1	1	1	0,0	0,28	0	1,00	0,28	0,28	1,00	0,28	0,28	1,00	0,28	0,28	1,00	0,28	0,28
Rectificadora para asientos de válvulas	1	1	1	0,0	0,28	0	1,00	0,28	0,28	1,00	0,28	0,28	1,00	0,28	0,28	1,00	0,28	0,28
Grupo de Soldadura	1	8,5	8,5	0,0	0,28	0	1,00	0,28	2,38	1,00	0,28	2,38	1,00	0,28	2,38	1,00	0,28	2,38
				EMERGENCIA			NORMAL			MANIOBRA			CARGA / DESCARGA			EN PUERTO		
				0			4,27			4,27			4,27			4,27		

Grupo 10: Alumbrado				EMERGENCIA			NORMAL			MANIOBRA			CARGA / DESCARGA			EN PUERTO		
CONSUMIDOR	Cant.	Pot por equipo (kW)	Pot. Inst. (kW)	kn	ks, r	POTENCIA CONSUMIDA	kn	ks, r	POTENCIA CONSUMIDA	kn	ks, r	POTENCIA CONSUMIDA	kn	ks, r	POTENCIA CONSUMIDA	kn	ks, r	POTENCIA CONSUMIDA
Alumbrado habitación	1	50	50,32	1,0	0,30	15,10	1,00	0,60	30,19	1,00	0,60	30,19	1,00	0,30	15,10	1,00	0,30	15,10
Alumbrado exterior	1	31	30,70	1,0	0,28	8,60	1,00	0,20	6,14	1,00	0,20	6,14	1,00	0,10	3,07	1,00	0,10	3,07
Alumbrado CCMM	1	143	143,01	1,0	0,80	114,41	1,00	0,90	128,71	1,00	0,90	128,71	1,00	0,30	42,90	1,00	0,30	42,90
Alumbrado Túnel	1	49	49,16	1,0	0,20	9,83	1,00	0,20	9,83	1,00	0,20	9,83	1,00	0,10	4,92	1,00	0,10	4,92
Proyectores	1	4,5	4,5	1,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,50	2,25	1,00	0,25	1,13	1,00	0,25	1,13
Proyectores Botes	2	0,2	0,4	1,0	1,00	0,40	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Luces de navegación y señales	1	69	69	1,0	0,50	34,50	1,00	0,50	34,50	1,00	0,50	34,50	1,00	0,20	13,80	1,00	0,20	13,80
Alumbrado exterior y de emergencia	1	20	20	1,0	0,20	4,00	1,00	0,20	4,00	1,00	0,20	4,00	1,00	1,00	20,00	1,00	0,20	4,00
				EMERGENCIA			NORMAL			MANIOBRA			CARGA / DESCARGA			EN PUERTO		
				186,84			213,38			215,63			100,91			84,91		

Grupo 11: Equipos Náuticos			EMERGENCIA				NORMAL				MANIOBRA				CARGA / DESCARGA				EN PUERTO			
CONSUMIDOR	Cant.	Pot por equipo (kW)	Pot. Inst. (kW)	kn	ks, r	POTENCIA CONSUMIDA	kn	ks, r	POTENCIA CONSUMIDA	kn	ks, r	POTENCIA CONSUMIDA	kn	ks, r	POTENCIA CONSUMIDA	kn	ks, r	POTENCIA CONSUMIDA				
Sistema de comunicación interior (teléfonos)	1	0,8	0,8	1,0	0,70	0,56	1,00	0,70	0,56	1,00	0,80	0,64	1,00	0,70	0,56	1,00	0,70	0,56				
Sistema de Intercomunicación en Maniobras	1	0,2	0,2	0,0	0,70	0,00	0,00	0,70	0,00	0,00	0,80	0,00	1,00	0,70	0,14	1,00	0,70	0,14				
Alarma del Sistema de Detección de Fuego	1	1,2	1,2	1,0	0,70	0,84	1,00	0,70	0,84	1,00	0,70	0,84	1,00	0,70	0,84	1,00	0,70	0,84				
Estación de Radio MF/HF	1	1,5	1,5	1,0	0,70	1,05	1,00	0,70	1,05	1,00	0,70	1,05	0,00	0,70	0,00	0,00	0,70	0,00				
Radio VHF con DSC	2	0,5	1	0,5	0,70	0,35	0,00	0,70	0,00	0,50	0,70	0,35	0,50	0,70	0,35	0,50	0,70	0,35				
Receptor NAVTEX	1	0,4	0,4	1,0	0,70	0,28	1,00	0,70	0,28	1,00	0,70	0,28	1,00	0,70	0,28	1,00	0,70	0,28				
INMARSAT Std. B	1	1,2	1,2	1,0	0,70	0,84	1,00	0,70	0,84	1,00	0,70	0,84	1,00	0,70	0,84	1,00	0,70	0,84				
INMARSAT Std. C	2	0,3	0,6	1,0	0,70	0,42	1,00	0,70	0,42	1,00	0,70	0,42	1,00	0,70	0,42	1,00	0,70	0,42				
Girocompás	1	0,3	0,3	1,0	0,70	0,21	1,00	0,70	0,21	1,00	0,70	0,21	1,00	0,70	0,21	1,00	0,70	0,21				
Piloto Automático	1	0,2	0,2	1,0	0,70	0,14	1,00	0,70	0,14	0,00	0,70	0,00	0,00	0,70	0,00	0,00	0,70	0,00				
Radar	3	1,2	3,6	1,0	0,70	2,52	1,00	0,70	2,52	1,00	0,70	2,52	0,00	0,70	0,00	0,00	0,70	0,00				
Ecosonda	1	0,8	0,8	0,0	0,70	0,00	1,00	0,70	0,56	0,00	0,70	0,00	0,00	0,70	0,00	0,00	0,70	0,00				
Corredera	1	0,8	0,8	0,0	0,70	0,00	1,00	0,70	0,56	0,00	0,70	0,00	0,00	0,70	0,00	0,00	0,70	0,00				
Sistema de Navegación GPS (GPS/DGPS)	2	0,5	1	0,5	0,70	0,35	0,50	0,70	0,35	0,50	0,70	0,35	0,00	0,70	0,00	0,00	0,70	0,00				
Sistema Indicador del Giro del Timón	1	0,2	0,2	0,0	0,70	0,00	1,00	0,70	0,14	0,00	0,70	0,00	0,00	0,70	0,00	0,00	0,70	0,00				
Voyage Data Recorder (VDR)	1	1	1	1,0	0,70	0,70	1,00	0,70	0,70	1,00	0,70	0,70	0,00	0,70	0,00	0,00	0,70	0,00				
Sistema de Identificación Automático (AIS)	1	0,8	0,8	1,0	0,70	0,56	1,00	0,70	0,56	1,00	0,70	0,56	0,00	0,70	0,00	0,00	0,70	0,00				
Sistema de Alerta de Protección (SSAS)	1	0,6	0,6	1,0	0,70	0,42	1,00	0,70	0,42	1,00	0,70	0,42	1,00	0,70	0,42	1,00	0,70	0,42				
						EMERGENCIA	NORMAL				MANIOBRA				CARGA / DESCARGA				EN PUERTO			
						9,24	10,15				9,18				4,06				4,06			

5.2 Resultado del Balance Eléctrico

Tras realizar los cálculos de los distintos grupos para cada condición los resultados son los siguientes:

	Emergencia	Navegación Normal	Maniobra	Carga / descarga	En Puerto
Grupo 01 CCMM (Continuo)	0	615,57	615,57	185,41	366,76
Grupo 02 CCMM (No Continuo)	92,50	85,73	163,68	6,68	29,33
Grupo 03 CCMM (Otros Equipos)	27,41	153,84	80,85	599,47	69,55
Grupo 04 HVAC / Ventilacion	5,72	50,22	50,22	49,50	50,00
Grupo 05 Provisiones	0,00	14,74	14,74	14,74	14,74
Grupo 06 Maquinaria Cubierta	33,84	12,96	529,92	0,00	32,40
Grupo 07 Cocina / Oficinas	0,00	24,52	24,52	24,52	24,52
Grupo 08 Lavandería	0,00	9,35	9,35	9,35	9,35
Grupo 09 Taller	0,00	4,27	4,27	4,27	4,27
Grupo 10 Alumbrado	186,84	213,38	215,63	100,91	84,91
Grupo 11 Equipos Náuticos	9,24	10,15	9,18	4,06	4,06
TOTAL	355,54	1194,72	1717,92	998,91	689,89
TOTAL +7% MARGEN	380,43	1278,35	1838,18	1068,84	738,18

	EMERGENCIA	NAVEGACIÓN NORMAL	MANIOBRA	CARGA / DESCARGA	EN PUERTO
Evaluación Condiciones	380,43	1278,35	1838,18	1068,84	738,18

Como podemos comprobar hemos añadido un 7% de margen para cubrirnos frente a la peor condición, que como se observa en la escala cromática es la de Maniobra, con una demanda de 1838 kW. Esto se debe, en gran parte, al accionamiento de la maquinaria de cubierta (chigres principalmente). Por el contrario, la condición más favorable, como era de esperar, es la de emergencia, con únicamente 428 kW de demanda.

En el siguiente apartado procedemos a la selección, o ratificación de los hasta ahora contemplados, generadores auxiliares y generador de emergencia, comprobando que cumplen con los requerimientos de cada condición analizada.

5.3 Selección de los Diesel Generadores

Según lo especificado en el SOLAS, el buque debe contar con, al menos, dos grupos generadores de energía eléctrica de forma que se asegure el funcionamiento de los equipos auxiliares del buque.

Para determinar la capacidad de los generadores principales se considerará que habrá N-1 generadores funcionando al 90% de su capacidad.

El número de generadores auxiliares elegido para nuestro buque proyecto será de 4, 3 generadores auxiliares duales y una PTO de 750 kW, que ya hemos tenido en cuenta anteriormente a la hora de realizar la estimación de potencia del motor principal. Con este número de generadores tendremos una mayor versatilidad a la hora de satisfacer menores demandas de potencia.

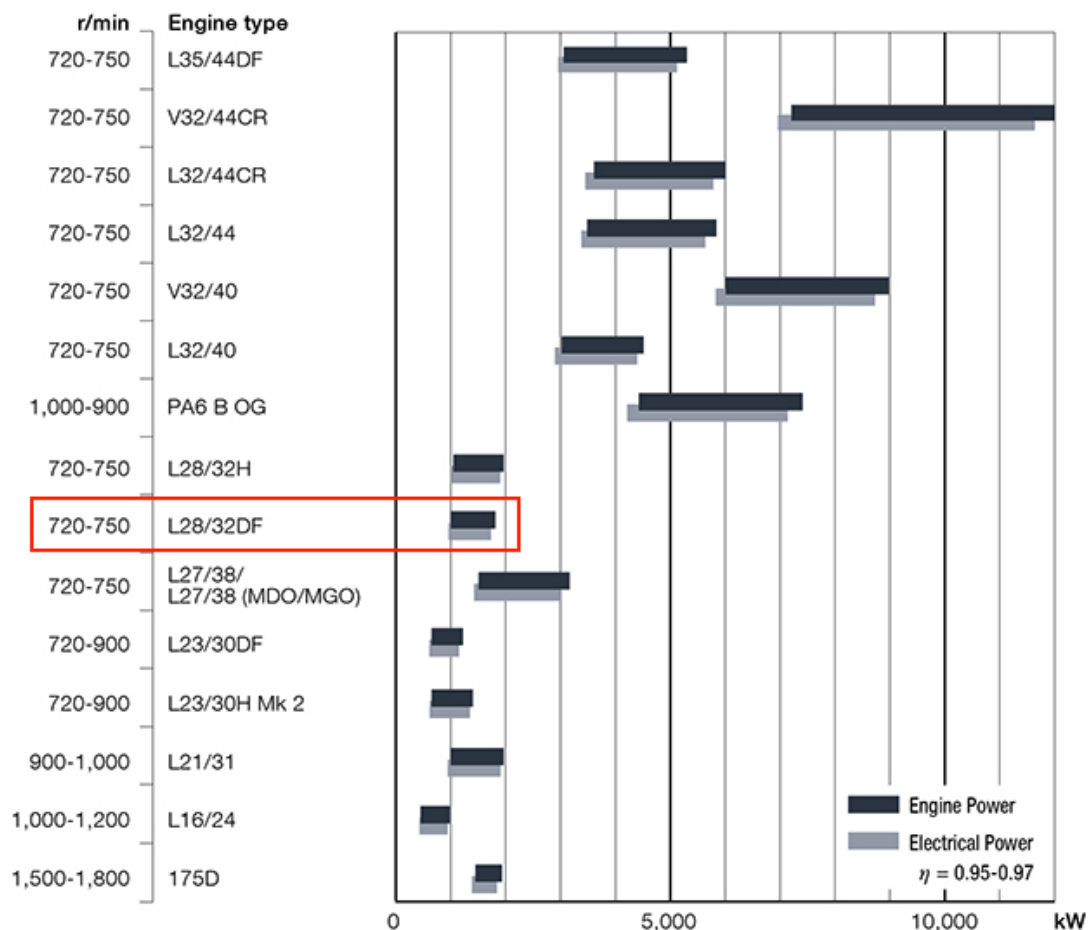
De modo que $N = 4$, y según lo anteriormente expuesto igualaremos la potencia que debe ser proporcionada en el caso más desfavorable a la potencia que suministrarán N-1 generadores al 90% de carga. La situación de mayor demanda se corresponde a la condición de "MANIOBRA", por lo que tendremos:

$$(N - 1) \cdot 0,9 \cdot P = 1\,838 \text{ kW} \rightarrow (4 - 1) \cdot 0,9 \cdot P = 1\,838 \text{ kW}$$

Despejando:

$$P = 680 \text{ kW}$$

En la siguiente figura vemos los grupos diésel generadores de la marca MAN:



El modelo marcado, L28/32 DF, es el que se adapta a nuestras necesidades por ser “Double Fuel” (DF), esto quiere decir que puede funcionar con Diesel Oil (DO) o con Gas Natural Licuado (GNL), y por estar dentro del rango de potencia requerida (en torno a los 1000 kW).

Debemos escoger el número de cilindros que tendrá, de lo cual dependerá la potencia final entregada:

MAN 28/32S DF

Bore 280 mm, Stroke 320 mm		5L	6L	7L	8L	9L
Engine speed	rpm	750/720	750/720	750/720	750/720	750/720
Frequency	Hz	50/60	50/60	50/60	50/60	50/60
Electr. Genset power	kW	950/	1,140/	1,330/	1,520/	1,710/
		950	1,140	1,330	1,520	1,710
Lube oil consumption	kg/h	0.6–1.0	0.7–1.2	0.8–1.4	1.0–1.6	1.0–1.8

En nuestro caso instalaremos la versión de 5 cilindros, por lo tanto el modelo elegido será el MAN 28/32S-DF-5L, con una capacidad de generación de 950 kW, teniendo que trabajar los 3 en la condición más desfavorable, pero contando con la PTO como generador redundante en stand-by.

Características generadores Auxiliares:

Motor: Diesel 4T trabajando a 720 rpm en 60 Hz.

Nº Cilindros: 5 en línea

Diámetro de los cilindros: 280 mm

Carrera: 320 mm

Potencia del generador: 950 kW

Frecuencia: 60 Hz

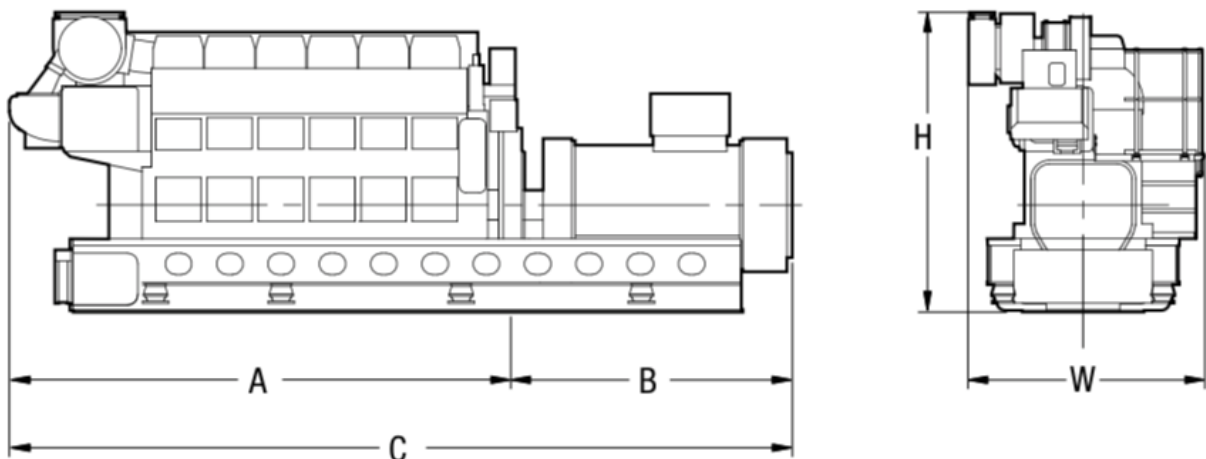
Peso del conjunto: 32,6 tn

Sus dimensiones son las mostradas en la siguiente imagen:

Dimensions

A	mm	4,321	4,801	5,281	5,761	6,241
B	mm	2,400	2,510	2,680	2,770	2,690
C	mm	6,721	7,311	7,961	8,531	8,931
W	mm	2,388	2,388	2,388	2,388	2,388
H	mm	2,835	3,009	3,009	3,009	3,009
Genset dry mass	t	32.6	36.3	39.4	40.7	47.1

Weights and dimensions are subject to final application



La Project Guide de los generadores auxiliares ya se ha anexado en el Cuaderno N°10.

Tras la selección del generador de emergencia veremos una tabla resumen con las potencias demandadas en cada condición y los porcentajes de carga de funcionamiento de los generadores en cada una de ellas.

5.4 Selección del Diesel Generador de Emergencia

En la situación de emergencia, el consumo de energía eléctrica ha de ser suficiente para mantener los servicios de seguridad y maniobrabilidad del buque en condiciones de emergencia, por lo que se dispondrá de un generador de emergencia que satisfaga lo especificado en la Regla 43 del Capítulo II-1 del SOLAS.

El grupo electrógeno de emergencia será autónomo y deberá poder arrancar fácilmente en frío, a una temperatura de 0°C, tal y cómo se cita en la Regla 44 del Capítulo II-1 del SOLAS.

Este grupo generará corriente alterna trifásica a 440V/60Hz con la que se alimentará el servo y la bomba C.I., transformándose a 220V/60Hz para el alumbrado de emergencia y rectificándose a 24 V para las luces y aparatos de navegación.

Como grupo de emergencia se ha seleccionado el modelo 5L16/24 de la Casa MAN B&W. El empleo de este modelo, del mismo fabricante que los diesel generadores, presenta la ventaja de un considerable ahorro en los costes de mantenimiento, ya que gran parte de los repuestos serán comunes para los diesel generadores y generador de emergencia.

Las características principales son:

- Potencia del motor: 500 kW
- Régimen de funcionamiento: 1 200 rpm
- Diámetro de los cilindros: 160 mm
- Carrera: 240 mm
- Potencia generador: 475 kW
- Frecuencia: 60 Hz
- Peso del conjunto: 9.5 tn

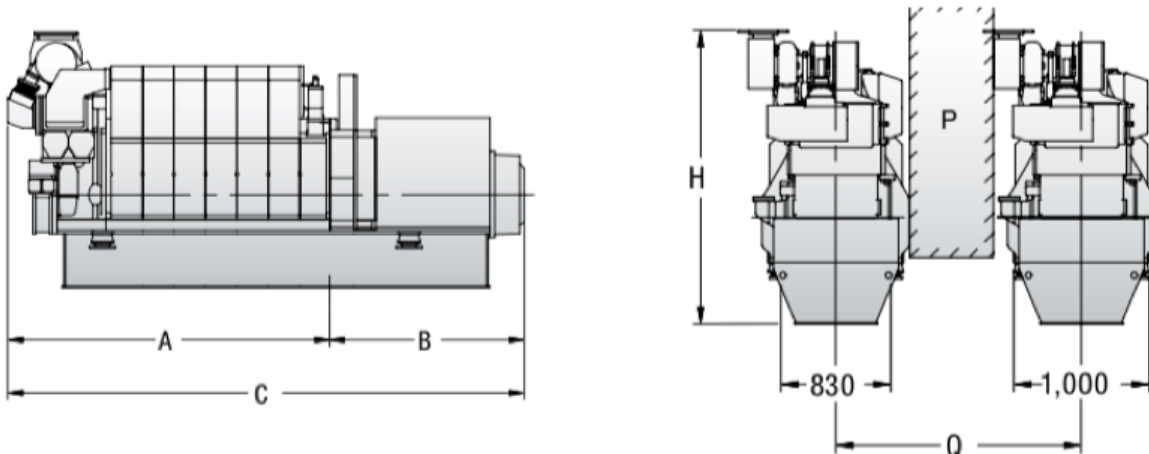
Sus características y dimensiones mostradas en el catálogo son las siguientes:

Main Data L16/24 – Bore: 160 mm, Stroke: 240 mm

Speed (r/min)	1,200	1,000		
Frequency (Hz)	60	50		
	Eng. kW	Gen. kW*	Eng. kW	Gen. kW*
5 L16/24	500	475	450	428
6 L16/24	660	627	570	542
7 L16/24	770	732	665	632
8 L16/24	880	836	760	722
9 L16/24	990	941	855	812

Cyl. No.	5	6	7	8	9
r/min	1200/1000	1200/1000	1200/1000	1200/1000	1200/1000
A (mm)	2,807	3,082	3,557	3,832	4,107
B (mm)	1,400	1,490	1,585	1,680	1,680
C (mm)	4,207	4,572	5,142	5,512	5,787
H (mm)	2,337	2,337	2,415/2,337	2,415	2,415
Dry Mass (t)	9.5	10.5	11.4	12.4	13.1

* Based on nominal generator efficiencies of 95%
Weight and dimensions based on a standard alternator



La Project Guide del diesel generador de emergencia se puede encontrar en el **Anexo 2_Catálogo**.

Según la Regla 43 del Capítulo II-1 del SOLAS se proveerá al buque de:

- Una fuente autónoma de energía eléctrica de emergencia.
- El correspondiente equipo transformador.
- Fuente transitoria de energía de emergencia.
- Cuadro de distribución de emergencia.
- Cuadro de distribución de emergencia.

Estos equipos estarán situados por encima de la cubierta corrida más alta y tienen acceso fácil desde la cubierta expuesta.

La fuente de energía eléctrica de emergencia deberá cumplir:

- Estará accionado por un motor primario apropiado, con alimentación independiente de combustible, cuyo punto de inflamación (prueba de vaso) no sea inferior a 43°C.
- Arrancará automáticamente cuando falle el suministro de la fuente de energía eléctrica principal.
- Si el generador de emergencia arranca automáticamente, quedará conectado automáticamente al cuadro de distribución de emergencia; entonces los servicios correspondientes se transferirán automáticamente al generador de emergencia.

La fuente transitoria de energía eléctrica de emergencia mencionada con anterioridad será una batería de acumuladores, situada para ser utilizada en caso de emergencia. Esta batería, que funcionará sin necesidad de recarga, deberá mantener una tensión que como máximo discrepe de la nominal en un 12% de aumento o disminución durante todo el periodo de descarga, y que podrá, por su capacidad y disposición, alimentar automáticamente durante media hora, mínimo, si falla la fuente de energía eléctrica principal o de emergencia.

La fuente de energía eléctrica tendrá capacidad para alimentar los servicios correspondientes durante un periodo de 18 h. Esto nos servirá para dimensionar la capacidad del tanque diesel de emergencia:

El consumo de Diesel Oil del motor se estima en 195 g/kW·h, y consideraremos un 5% de margen a mayores:

$$V = \frac{1,05 \cdot 195 \cdot 500 \cdot 18 \cdot 10^{-6}}{0,87} = 2,12 \approx 2,2 \text{ m}^3$$

Según la regla 44 todo grupo de emergencia dispuesto para arranque automático estará equipado con dispositivos de arranque aprobados por la Administración que puedan acumular energía suficiente para tres arranques consecutivos, como mínimo. Se proveerá una segunda fuente de energía que haga posible otros tres arranques durante 30 minutos, a menos que se pueda demostrar que el arranque por medios manuales resulta eficaz.

El local del diesel generador de emergencia albergará los siguientes equipos, a mayores del propio generador:

- Fuente autónoma de energía eléctrica de emergencia. Equipo transformador.
- Fuente transitoria de energía de emergencia.
- Cuadro de distribución de emergencia.
- Cuadro de distribución de alumbrado de emergencia.
- Tanque almacén de 2,2 m³

- Sistema de CO₂ para la extinción de incendios que cumpla con lo dispuesto en el Código de Sistemas de Seguridad Contra Incendios.
- Compresor para el aire de arranque.
- Un sistema de alarma.

5.5 Resumen Balance y análisis generadores

Por último, ya seleccionados los generadores auxiliares y el generador de emergencia, podemos comprobar su régimen de funcionamiento en cada condición estudiada en el balance eléctrico para asegurarnos de que cumplen con los requisitos.

En la siguiente tabla se muestra un resumen de la potencia requerida por el Buque Proyecto para cada condición, posteriormente se presentan los generadores diésel auxiliares y el generador diésel de emergencia.

	EMERGENCIA	NAVEGACIÓN NORMAL	MANIOBRA	CARGA / DESCARGA	EN PUERTO
Evaluación Condiciones	380,43	1278,35	1838,18	1068,84	738,18

DIESEL GENERADORES

Nº	3	
MODELO	MAN 28/32S-5L DF	
POTENCIA	950 KW	720 rpm

DIESEL GENERADOR DE EMERGENCIA

Nº	1	
MODELO	MAN L16/24-5cyl	
POTENCIA	475 KW	1200 rpm

POWER TAKE OFF (PTO)

Nº	1	
POTENCIA	750 KW	750 rpm

	Emergencia	Navegación Normal	Maniobra	Carga / descarga	En Puerto
Generadores Principales	0	1	3	2	1
Power Take Off	0	1	0	0	0
Generador de Emergencia	1	0	0	0	0
% Carga	80,1%	55,6%	64,5%	56,3%	77,7%

Como podemos comprobar, en la situación de emergencia el generador de emergencia trabajará a un 80 % de carga, cabe destacar que el cálculo se ha hecho teniendo en cuenta un 5% de margen de funcionamiento a mayores por recomendación del fabricante.

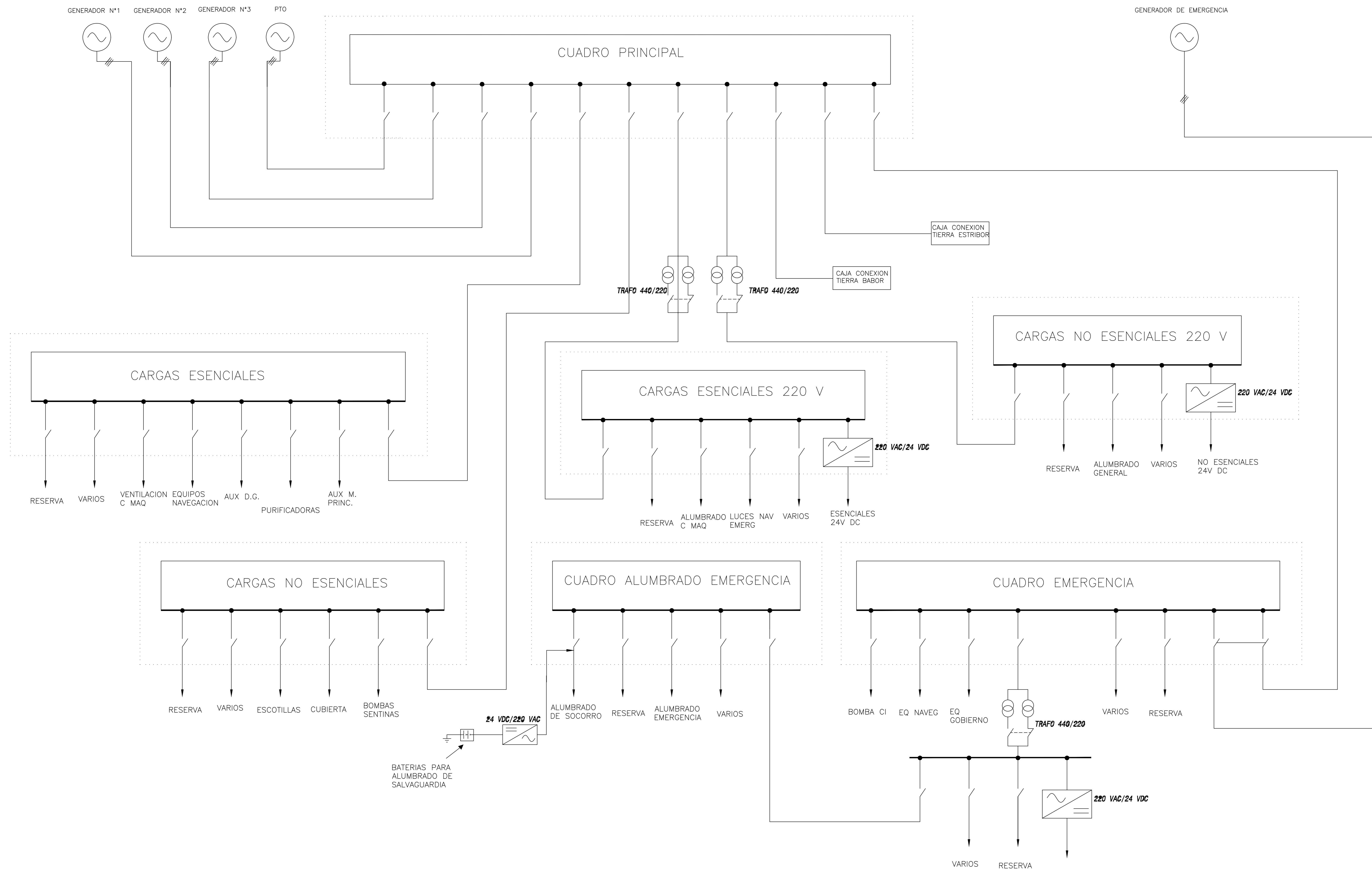
En navegación se combina el uso de la PTO con un generador que trabajará cercano al 60% de su capacidad, teniendo 2 generadores en stand by. En este apartado sería ideal que la PTO cubriese la totalidad de la demanda en navegación, pero habiéndose estimado esta en el Cuaderno 1 según barcos similares, sería necesario instalar un motor principal de mayor potencia. Por esa razón se ha optado por combinar la PTO con un auxiliar, siendo una solución intermedia en cuanto al ahorro en la generación de la energía eléctrica necesaria.

En maniobra, al ser la situación más desfavorable, se emplearán los 3 generadores auxiliares trabajando al 65% de carga.

Para la situación de carga y descarga emplearemos 2 generadores auxiliares trabajando cerca del 60% carga, y para la situación de puerto bastará con un solo generador trabajando cerca del 80% de carga.

En resumen, cumplimos todas las condiciones estudiadas con unos regímenes de carga aceptables, siendo la selección de los auxiliares y el generador de emergencia adaptada a la realidad aquí estudiada.

6 ANEXO 1_DIAGRAMA UNIFILAR



Alumno		Diego Carral Amenedo			
		BULKARRIER NEOPANAMAX 120.000 TPM			
		TITULO DEL PLANO DIAGRAMA UNIFILAR			
PROYECTO N° 18-12	FECHA	JULIO 2018	FORMATO	A3	
	ESCALA	1/1000	HOJA	1/1	

7 ANEXO 2_CATÁLOGO

MAN 16/24S

Bore 160 mm, Stroke 240 mm		5L	6L	7L	8L	9L
Engine speed	rpm	1,000/1,200	1,000/1,200	1,000/1,200	1,000/1,200	1,000/1,200
Frequency	Hz	50/60	50/60	50/60	50/60	50/60
Electr. Genset power	kW	432/480	547/634	638/739	730/845	821/950

Electr. Genset heat rate at 100% load

World Bank 2007/2008	kJ/kWh	8,673/ 8,496	8,673/ 8,496	8,673/ 8,496	8,673/ 8,496	8,673/ 8,496
----------------------	--------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------

Lube oil consumption	kg/h	0.2-0.4	0.2-0.5	0.3-0.6	0.3-0.7	0.3-0.8
----------------------	------	---------	---------	---------	---------	---------

Dimensions

A	mm	2,807	3,082	3,557	3,832	4,107
B	mm	1,400	1,490	1,585	1,680	1,680
C	mm	4,207	4,572	5,142	5,512	5,787
W	mm	1,464	1,464	1,478	1,478	1,478
H	mm	2,337	2,337	2,415/2,337	2,415	2,415
Genset dry mass	t	9.8	10.5	12.0	13.7	14.5

Weights and dimensions are subject to final application

