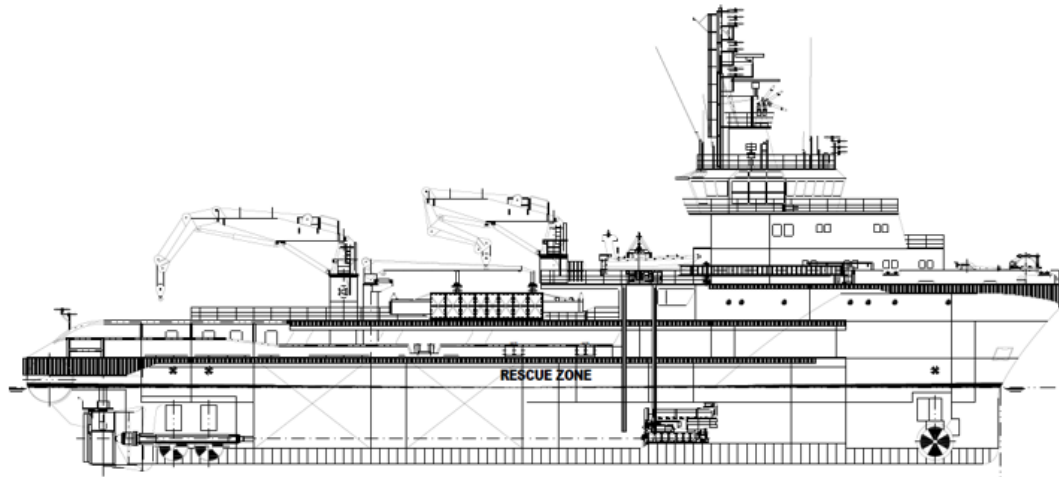


CUADERNO 11

DEFINICIÓN DE LA PLANTA ELÉCTRICA



Remolcador De Altura De 220 TPF
Proyecto Número 16-02P
Alumno: Alejandro Tizón Freijomil
Mail: tizonferrol@gmail.com
Tlf: 636205846



Escola Politécnica Superior



DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA NAVAL Y OCEÁNICA

GRADO EN INGENIERÍA DE PROPULSIÓN Y SERVICIOS DEL BUQUE

CURSO 2.015-2016

PROYECTO NÚMERO 16-02P

TIPO DE BUQUE: Remolcador de Altura (Salvamento Marítimo – Lucha contra la contaminación, salvamento y rescate).

CLASIFICACIÓN, COTA Y REGLAMENTOS DE APLICACIÓN: Bureau Veritas, Solas, Marpol.

CARACTERÍSTICAS DE TRACCIÓN: Tiro a punto fijo de 220Tn

VELOCIDAD Y AUTONOMÍA: 17,5 nudos al 90 % de MCR con un 15% de margen de mar y autonomía de 9000 millas.

SISTEMAS Y EQUIPOS DE CARGA / DESCARGA: 2 Grúas capaces de mover 20 Tn y alcance de 15 m máx. y 3,7m min.

PROPULSIÓN: Dos líneas de ejes accionadas por motores diésel.

TRIPULACIÓN Y PASAJE: 18 tripulantes y 6 de reserva.

OTROS EQUIPOS E INSTALACIONES: Hélices transversal en proa y popa. Las habituales en este tipo de buques.

Ferrol, Diciembre de 2.014

ALUMNO: D.Alejandro Tizón Freijomil

INDICE

<u>1. Introducción</u>	pag 4
<u>2. Descripción de la instalación</u>	pag 4
<u>3. Cálculo de consumidores</u>	pag 5
<u>4. Planta generadora</u>	pag 13
<u>5. Generador de emergencia</u>	pag 14
<u>Anexos</u>	pag 16

1. Introducción:

A continuación en este cuaderno se realizarán los cálculos de la planta generadora que dotará al buque de la energía eléctrica necesaria para hacer funcionar todos los equipos necesarios en cada posible condición.

Se determinarán los consumidores, tipo de corriente, método de distribución y generadores.

Comenzaremos recordando cuales son las dimensiones del buque que se han obtenido en el primer cuaderno.

Eslora	Manga	Calado	Puntal	L/B	L/T	B/D	D-T
80,000	18	6,690	8,250	4,444	11,958	2,182	1,233

Fn	CB (Media)	CM (Media)	CP	CF (Media)
0,319	0,535	0,947	0,507	0,695

2. Descripción de la instalación:

La planta generadora de un buque es un conjunto de sistemas diferenciados de la propulsión pero a su vez relacionados.

Se compone de un grupo de generadores diésel que deben ser capaces de proporcionar toda la energía eléctrica necesaria en cada momento para hacer funcionar todos los equipos y sistemas necesarios.

Se colocará el número necesario de generadores acoplados a un alternador.

Si optamos por la producción de electricidad alterna, vamos a obtener varias ventajas:

- Diesel-generadores más baratos, ligeros y de menor empacho.
- Equipos más económicos.
- Mayores tensiones.
- Mantenimiento menor y equipos más viables.

Por estas ventajas, se ha decidido el tipo de corriente alterna para nuestro buque. Por lo tanto, queda dicho que el tipo de corriente a emplear será la alterna.

Partiendo de las configuraciones más empleadas hoy en día, nos hemos quedado con dos opciones que se deben tener en cuenta según tipo, voltaje y frecuencia.

- Trifásica, 440 V 60 Hz (América).
- Trifásica, 380 V 50 Hz (Europa).

Para nuestro buque se ha decidido emplear la segunda ya que es el predominante en Europa.

Tendríamos entonces 380 V y 50 Hz, por lo que debemos contar con transformadores que bajen la tensión a 220 V para los equipos que la necesiten, tanto monofásica como trifásica.

Con estos equipos nos referimos por ejemplo a iluminación, cocina o aseos.

Contaremos también con un rectificador para poder alimentar equipos que requieran corriente continua de 24 V.

En cuanto a la conexión, los Diésel-generadores van conectados a los cuadros eléctricos principales por medio de las barras principales.

De estos cuadros pasamos a los cuadros de distribución principal que serán los encargados de empezar la distribución de la electricidad a lo largo del buque a todos los equipos.

En situación de fallo de los generadores, el buque debe disponer de un generador de emergencia encargado de suministrar electricidad a los sistemas vitales del buque que están recogidos según el SOLAS, así como los requisitos del generador o tiempos de funcionamiento. También debemos contar con una PTO que proporcionara mediante el motor las hélices de túnel transversales.

Nuestra configuración cuenta con 4 alternadores con posibilidad de conectarlos en paralelo en caso de ser preciso en condiciones especiales.

Como ya hemos citado en otro cuaderno de propulsión, nuestro buque contará con alternadores de cola conectados cada uno a cada línea de ejes a través de un PTO. Gracias a estos equipos podríamos obtener energía extra, o en caso de emergencia y fallo de los motores, mantener la propulsión en funcionamiento.

Debemos colocar en el buque una toma de tierra para cuando el buque este en puerto, poder conectar el buque a la red eléctrica de puerto.

3. Cálculo de consumidores:

A continuación se calculará la energía eléctrica que el buque debe entregar en cada una de las condiciones de operación.

Para dichos cálculos, dividiremos los consumidores por servicios, y utilizaremos determinados coeficientes según convenga:

- K_u = Factor de utilización (Potencia de Cálculo = $K_u \times$ Potencia Instalada)
- K_n = Factor de simultaneidad = $(n^\circ \text{ aparatos simultáneos}) / (n^\circ \text{ aparatos instalados})$
- K_s = Factor de servicio = $(\text{horas al día de funcionamiento}) / 24$
- K_r = Factor de régimen (de cada máquina) = $(\text{potencia absorbida}) / (\text{potencia instalada})$

En otros cuadernos han sido definidos todos los consumidores excepto los relacionados con la iluminación del buque que vamos a tratar a continuación.

Para realizar dicho estudio primero vamos a dividir la iluminación en:

- Sistema de Iluminación Interior.
- Sistema de Iluminación Exterior.

Iluminación Interior

Comenzaremos definiendo la iluminación interior de nuestro buque, para ello vamos a guiarnos por el libro “Electricidad Aplicada al Buque” de D. Manuel Baquerizo, del cual obtenemos la siguiente gráfica en la que se emplean los luxes como medida:

Iluminación Aconsejada		
Locales	Iluminancia	
	Mínimo	Máximo
Camarotes oficiales	200	250
Camarotes tripulación	150	200
Pasillos tripulación	100	150
Local reunión tripulación	200	400
Local servicio	250	300
Enfermería	500	1000
Puente descubierto	20	40
Puente de botes	10	20
Máquinas	300	450
Puesto de maniobra	500	750
Calderas	250	350
Túneles	100	150
Taller de montaje	1000	2000
Taller de maquinaria	500	1000
Sala de dibujo	750	1500
Oficina	400	750

Partiendo ahora de estos valores, con la siguiente fórmula y el valor de la superficie de cada zona ya podremos calcular el valor del flujo luminoso que vamos a necesitar.

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

L = flujo luminoso

E = iluminancia

S = superficie

F_d = factor de suciedad (1.25 - 2.5)

F_u = factor de utilización

Suponiendo un valor de factor de suciedad igual a 1,76, pasamos a obtener el factor de utilización.

El factor de utilización varía en caso de ser alumbrado directo o alumbrado indirecto y de un valor k que depende de la zona que pretendemos iluminar. En este caso suponemos un alumbrado directo con un valor de factor de utilización de 0.55 dado que es un valor medio para este tipo.

Finalmente, para poder calcular la potencia que vamos a necesitar, empleamos el rendimiento luminoso * flujo luminoso calculado anteriormente. Dicho rendimiento va a depender del tipo de lámpara.

Tipo	Rendimiento (W/Lumen)
Incandescente	0,11
Fluorescente	0,03
Mercurio (alta presión)	0,018
Sodio	0,008

Conocemos que las lámparas fluorescentes consumen menos y son más económicas, por lo que vamos a emplear este tipo de lámparas para la iluminación.

Iluminación Exterior

En este caso vamos a dividir este apartado de nuevo en dos grupos:

- Luces de Navegación

Para este apartado vamos a seguir el reglamento para prevenir abordajes de 1972, estando nuestro buque en el apartado de Remolcador con eslora superior a 50 metros.

Regla 23 para Buques de propulsión mecánica en navegación

Los buques de propulsión mecánica en navegación exhibirán:

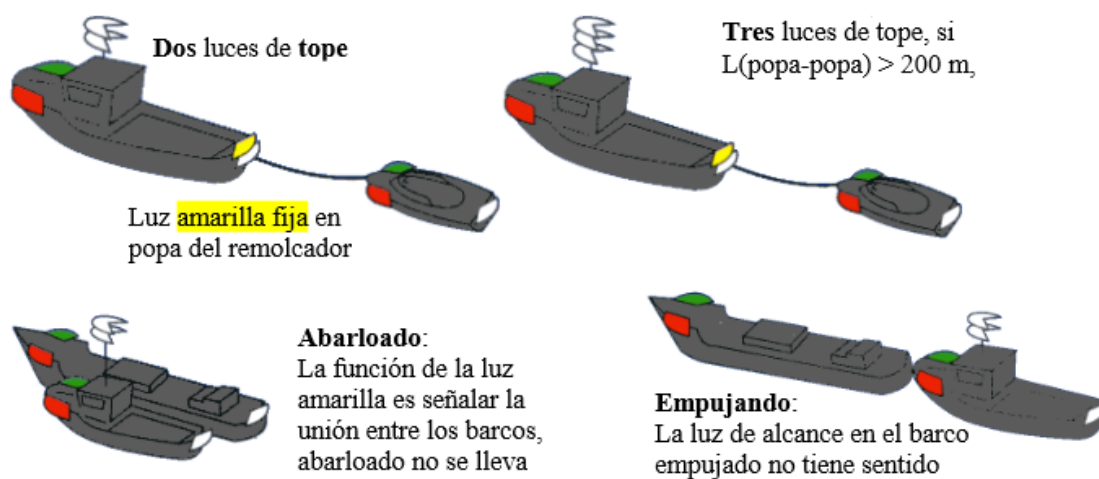
- 1 luz de tope a proa
- Segunda luz de tope, a popa y más alta que la de proa
- Luces de costado
- 1 luz de alcance

Regla 24 para Buques remolcando y empujando

Todo buque de propulsión mecánica cuando remolque a otro exhibirá:

- 2 luces de tope de línea vertical. (3 si la longitud del remolque, medido desde la popa del buque que remolca hasta el extremo de popa del remolque, superior a 200 m)
- Luces de costado
- 1 luz de alcance
- Luces de costado
- 1 luz de remolque en línea vertical (superior a la de la luz de alcance)

- El barco remolcado nunca lleva luces de tope



- Luces de Trabajo y Alumbrado Exterior

La zona de operaciones relacionadas con el remolque estará suficientemente iluminada. Para ello, empleamos lámparas fluorescentes a cada 4 metros con potencias en torno a los 60 w, mientras que los proyectores para el alumbrado de cubierta serán lámparas de vapor de mercurio de alta presión.

A continuación se muestran los resultados obtenidos de los cálculos realizados con Excel:

1	Alumbrado Interior					
2						
3	Cubierta Puente	A	I	Fd/Fu	L	Pot.
4		(m2)	(Lux)		(Lumen)	(KW)
5	Puente	118	225	3,2	84960	2,5488
6	Cubierta B	A	I	Fd/Fu	L	Pot.
7		(m2)	(Lux)		(Lumen)	(KW)
8	Camarote Jefe de Máquinas	25,3	225	3,2	18216	0,54648
9	Camarote Capitán	25,3	225	3,2	18216	0,54648
10	Aseo Individual	14	275	3,2	12320	0,3696
11	Aseo Publico	2	275	3,2	1760	0,0528
12	Sala de juntas	16,5	400	3,2	21120	0,6336
13	Pasillo	10,8	125	3,2	4320	0,1296
14	Cubierta Forecastle	A	I	Fd/Fu	L	Pot.
15		(m2)	(Lux)		(Lumen)	(KW)
16	Camarote Tripulación y Oficiales	82,44	200	3,2	52761,6	1,582848
17	Aseo Individual	22,5	250	3,2	18000	0,54
18	Generador Emergencia	12,8	300	3,2	12288	0,36864
19	Pasillo	15,3	125	3,2	6120	0,1836
20	Cubierta A	A	I	Fd/Fu	L	Pot.
21		(m2)	(Lux)		(Lumen)	(KW)
22	Comedores	64	175	3,2	35840	1,0752
23	Biblioteca/Oficina	17	175	3,2	9520	0,2856
24	Gambuzas	8,9	250	3,2	7120	0,2136
25	Aseo Público	4	275	3,2	3520	0,1056
26	Lavandería	14,3	275	3,2	12584	0,37752
27	Sala de visitas	23	400	3,2	29440	0,8832
28	Salones/ Ocio	23	250	3,2	18400	0,552
29	Sala de dibujo	11,5	1000	3,2	36800	1,104
30	Cocina	21,6	175	3,2	12096	0,36288
31	Paños Proa	34	175	3,2	19040	0,5712
32	Pasillo	58	125	3,2	23200	0,696
33	Cubierta Principal	A	I	Fd/Fu	L	Pot.
34		(m2)	(Lux)		(Lumen)	(KW)
35	Acomodación rescatados	24	175	3,2	13440	0,4032
36	Pasillos	55	125	3,2	22000	0,66
37	Enfermería	10	500	3,2	16000	0,48
38	Quirófano	18	750	3,2	43200	1,296
39	Camarotes enfermería	83	175	3,2	46480	1,3944
40	Aseo Público	9	275	3,2	7920	0,2376
41	Paños	49	175	3,2	27440	0,8232
42	Vestuarios	13,5	275	3,2	11880	0,3564
43	Taller de montaje	27	1000	3,2	86400	2,592
44	L.Winche Remolque	82	250	3,2	65600	1,968
45	Taller de maquinaria	22	500	3,2	35200	1,056
46	Cubierta Intermedia	A	I	Fd/Fu	L	Pot.
47		(m2)	(Lux)		(Lumen)	(KW)
48	CC.MM.	341,45	375	3,2	409740	12,2922
49	Pañol	42,3	175	3,2	23688	0,71064
50	L.Servo	47,2	300	3,2	45312	1,35936
51	Cubierta Doble Fondo	A	I	Fd/Fu	L	Pot.
52		(m2)	(Lux)		(Lumen)	(KW)
53	CC.MM.	341,45	375	3,2	409740	12,2922
54	L.Thrusters Proa	25	300	3,2	24000	0,72
55	L.Thrusters Popa	25	300	3,2	24000	0,72
56						
57	TOTAL ALUMBRADO INTERNO					52,456848

59	Alumbrado Exterior					
60						
61	Luces-Navegación	Alcance	Ángulo	Número	Pot.Unitaria	Pot.
62		(millas)	(º)		(W)	(W)
63	Luz de Tope (1 en proa y 1 en popa)	3	225	2	100	200
64	Luces de Costado (verde-ER / roja-BR)	3	112,5	2	80	160
65	Luz de Alcance	3	135	1	80	80
66	Luces-Remolque	Alcance	Ángulo	Número	Pot.Unitaria	Pot.
67		(millas)	(º)		(W)	(W)
68	Luz de Tope (en línea vertical/Remolque <200m)	6	225	2	100	200
69	Luz de Tope (en línea vertical/Remolque>200m)	6	225	3	100	300
70	Luz de Tope en Popa	6	225	1	100	100
71	Luces de Costado (verde-ER / roja-BR)	3	112,5	2	80	160
72	Luz de Alcance	3	135	1	80	80
73	Luz de Remolque Amarilla	3	135	1	80	80
74	Luces-Fondeo	Alcance	Ángulo	Número	Pot.Unitaria	Pot.
75		(millas)	(º)		(W)	(W)
76	Luz Blanca Todo Horizonte Proa	3	360	1	80	80
77	Luz Blanca Todo Horizonte Popa	3	360	1	80	80
78	Luces-Operaciones Cubierta	Alcance	Ángulo	Número	Pot.Unitaria	Pot.
79		(millas)	(º)		(W)	(W)
80	Zona de Carga			4	200	800
81	Popa Puente			2	200	400
82	Proa Puente			2	200	400
83	Costados Puente			4	200	800
84	Proyectores CI / Búsqueda / Salvamento	Alcance	Ángulo	Número	Pot.Unitaria	Pot.
85		(millas)	(º)		(W)	(W)
86	Proyectores Sobre Plataforma Chimenea			2	500	1000
87						
88	TOTAL ALUMBRADO EXTERNO (KW)					4,92

Visto esto, ahora vamos a definir las posibles condiciones a las que el buque podrá verse expuesto con el fin de dimensionar la planta eléctrica a la condición que nos va a demandar una mayor potencia eléctrica, dado que de cumplir la más restrictiva, nos aseguraremos de que el buque cumpla todas las demás.

Las condiciones que se estudian a continuación serán:

1. Navegación
2. Remolque
3. CI exterior, FIFI - II (DP 70%)
4. Tareas Anticontaminación (DP 70%)
5. Carga/Descarga / Aprovisionamiento a buques (DP 70%)
6. Puerto
7. Emergencia

Sobredimensionaremos por seguridad el valor más desfavorable obtenido tras el balance eléctrico con el fin de tener un margen de seguridad del 10 %.

Se adjunta como anexo el Balance Eléctrico al final del cuaderno y se muestra ahora un pequeño resumen de los valores obtenidos.

*Algunos coeficientes y potencias con valores desconocidos han sido obtenidos de equipos similares de otros proyectos y buques de la base de datos, como es el caso de los sistemas de navegación.

El resumen del balance es el siguiente (el balance completo se adjunta como Anexo):

Concepto (Kw)	Remolcador de Altura de 220 TPF						
	Navegación	Remolque	Contraincendios EXT.	Anticontaminación	Puerto	Emergencia	Carga y Descarga
Servicios Auxiliares de Maquinaria							
Total	393,35	393,77	393,35	393,35	140,68	0,00	110,28
Servicios Auxiliares Varios							
Total	9,62	9,62	84,15	12,62	6,61	54,14	12,62
Aparato de Gobierno							
Total	8,00	8,00	141,20	73,60	100,90	7,00	0,00
Auxiliares de Cubierta							
Total	40,80	133,11	52,80	128,10	30,80	0,00	212,16
Ventilación y A.C.							
Total	60,10	60,10	60,10	60,10	50,50	0,00	60,10
Cocina y Lavandería							
Total	9,45	12,45	12,45	12,45	12,45	0,00	12,45
Iluminación							
Total	28,71	54,96	54,96	54,96	54,96	54,96	54,96
Equipo de Navegación							
Total	12,05	14,55	14,55	14,85	0,00	12,05	16,05
	562,08	686,56	813,56	750,04	396,90	128,15	478,63

Pasaríamos ahora a la selección de los generadores, partiendo del valor obtenido más alto e incrementándolo en un 10 % como margen de seguridad:

Potencia mínima de generadores = potencia calculada*1.1 = 813,56*1,1 = 894,9 Kw

4. Planta generadora:

Retomando el valor de 894,9 Kw obtenido con anterioridad, vamos a definir los generadores, partiendo de la idea de que cada generador por separado debe ser capaz de alimentar todos los servicios del buque sin sobrepasar el 85% de su potencia.

Siguiendo la Regla 41 de la primera parte del SOLAS, en la que se especifica que el número de generadores ha de ser como mínimo de dos generadores, y otro similar de emergencia situado en una cubierta superior a la de francobordo y con capacidad para accionar todos los equipos que deben funcionar en la condición de emergencia.

Como ya se ha calculado en el cuaderno 6, disponemos de un margen de potencia suficiente en cada motor como para mover los generadores.

$$\text{Potencia de cada generador (Kw)} = 894,9 / (2 \cdot 0,85) = 527,42 \text{ Kw}$$

Debemos emplear generadores lo más próximos o sobrepasando por encima siempre el valor calculado, y en caso de ser viable, elegir siempre los modelos de la misma marca que los motores propulsores, esto se debe a facilitar el mantenimiento, servicio técnico, o algo tan básico como la familiarización de los equipos y la tripulación.

En este caso se han elegido sendos grupos generadores, formado cada uno por un motor diésel marino marca Caterpillar tipo C-18, de 550 kW a 1800 r.p.m., acoplado a un alternador, también de Caterpillar. Como ventaja, su velocidad nos permite generar energía eléctrica a 50 Hz (objetivo de nuestra planta).

Se adjunta como Anexo la descripción y ficha técnica.

Colocaremos entonces dos alternadores similares que nos van a permitir en navegación emplear uno para dar ser servicio al buque, o emplear los dos para las condiciones especiales que lo requieran de forma paralela.

A continuación se muestran los porcentajes de carga y el número de generadores para cada posible condición antes citadas.

$$\% \text{ Carga Generadores} = \frac{\text{Potencia de la condición (kW)}}{n^{\circ} \text{ de generadores} \cdot \text{potencia cada generador (kW)}}$$

Condición	Potencia (Kw)	Nº generadores	% Carga unitaria
Navegación	562,08	2	51,10%
Remolque	686,56	2	62,41%
C.I. Exterior	813,56	2	73,96%
Anticontaminación	750,04	2	68,19%
Puerto	396,9	1	72,16%
Emergencia	128,15	1	23,30%
Carga / Descarga	478,63	2	43,51%

En caso de considerarse oportuno, se podrá accionar el segundo generador o desconectarlo.

El motivo de este sobredimensionamiento no solo se refiere al margen de seguridad, sino que se pretende obtener una potencia eléctrica tal que si un buque sufre una avería eléctrica, nuestro buque pueda suministrarla.



5. Generador de emergencia:

Como se ha comentado con anterioridad, para este apartado el valor que se va a tener en cuenta, es el valor de la potencia consumida por el buque en la condición de emergencia, en este caso de 128,15 KW, ya que en caso de fallar los generadores de la planta eléctrica principal, este será el valor de debe soportar el generador de emergencia.

Cumpliendo con la normativa del SOLAS, debe ser suficiente para mantener durante 72 horas una navegación de emergencia, una bomba contra incendios, los necesarios equipos de navegación y una bomba de achique.

Incluiremos también la potencia consumida por las grúas de cubierta, necesarias para arriar los botes en caso de necesidad, así como la ventilación de la cámara de máquinas.

Contando que este generador no supere el 90 % de carga, obtenemos que deberá contar con una potencia mínima de:

$$\text{Potencia generador emergencia} = 128,15 / 0,9 = 142,4 \text{ KW}$$

Hemos escogido otro generador de la misma marca, en concreto el Caterpillar C9 Generator Set, capaz de entregar 150 KW (standby) a 1500 r.p.m.

Se adjunta como Anexo la ficha técnica de este generador.



Por último definiremos el local en el que vamos a situar el generador de emergencia.

La localización ya se ha podido observar en el cuaderno 7 de disposición general.

Cumpliendo con SOLAS, vamos a colocar un tanque capaz de almacenar combustible para 72 horas de funcionamiento del generador.

Para el cálculo, y consultando las especificaciones del equipo, obtenemos un consumo de 24,1 l/h, por lo que:

$$\text{Consumo} = 24,1 \frac{l}{h} \cdot 72h = 1736 l = 1,75 m^3$$

Dispondremos además de un juego de baterías de arranque para el generador:

$$\text{Vol. CO}_2 = 0,4 \text{ Vol. Cuarto Generador} :$$

$$\text{Vol. CO}_2 = 0,4 * 12,81 * 3,25 = 17 m^3$$

Masa:

$$\text{Masa CO}_2 = 17 / 0,56 = 30 \text{ kg}$$

Siendo las botellas de 25 kg, vamos a necesitar 2 botellas de CO₂ con un diámetro de 350.

ANEXO I

DIAGRAMA UNIFILAR

ANEXO II

GENERADORES PRINCIPALES



340 ekW	372 bkW	1800 rpm
425 ekW	465 bkW	1800 rpm
550 ekW	599 bkW	1800 rpm



SPECIFICATIONS

I-6, 4-Stroke-Cycle-Diesel

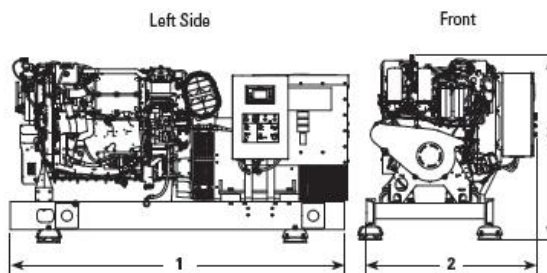
- U.S. EPA Tier 3/IMO II certified
- 18.0 L (1098 cu in) displacement
- 60 hz 1800 rpm rated engine speed
- 145 mm (5.7 in) bore x 183 mm (7.2 in) stroke
- Turbocharged and aftercooled aspiration
- Electronically governed
- Heat exchanger or keel cooled
- Refill capacity
 - Cooling system: 45 L (12 gal)
 - Lube oil system: 68 L (18 gal) deep pan
- 500-hour oil change interval deep pan
- Cat® Diesel Engine Oil 10W30 or 15W40
- SAE No. 0 flywheel housing with SAE No. 18 flywheel (136 teeth)
- Counterclockwise rotation from flywheel end



STANDARD ENGINE EQUIPMENT

- Separate circuit aftercooler (SCAC)
- Heavy-duty inlet air filter
- Heat exchanger or keel cooling
- SCAC and JW shunt tanks with sight glass
- Auxiliary pump for heat exchanger cooling
- SCAC and jacket water pumps
- Watercooled exhaust manifold and turbocharger
- Round flanged exhaust outlet
- Center sump oil pan, deep
- Oil filler, filter, and dipstick, front service
- MEUI™ fuel system
- Fuel filter, front service
- Fuel transfer and priming pumps
- Hybrid fuel lines
- Electronic fuel/air ratio control
- Formed C-channel rails
- Vibration isolators
- SR4B permanent magnet 12-lead generator
- Digital voltage regulator
- Class H insulation, Class F temperature rise, IP23 protection

DIMENSIONS



ENGINE DIMENSIONS & WEIGHT

(1) Length	3040 mm	119.7 in
(2) Width	1547 mm	60.9 in
(3) Height	1684 mm	66.3 in
Weight, Net Dry (approx)	4406 kg	9713 lb

Note: Do not use these dimensions for installation design. See general dimension drawings for detail.



C18 ACERT™

MARINE GENERATOR SET PACKAGE



MARINE ENGINE PERFORMANCE

% Load	IMO II – EM0887-01					IMO II – EM090-06				
	ekW	bhp	g/hr	bkW	g/bkW-hr	ekW	bhp	g/hr	bkW	g/bkW-hr
100	340	499	25.4	372	216.6	425	624	31.5	465	215.1
75	255	374	20.2	279	229.4	319	468	24.5	349	223.3
50	170	249	13.4	186	228.0	213	312	16.3	232	223.2
25	85	125	7.7	93	261.3	106	156	9.0	116	245.9
10	34.0	50	4.8	37	413.8	43	62	5.3	47	362.6

% Load	U.S. EPA T3 & IMO II – EM0128-04					U.S. EPA T3 & IMO II – EM0129-00				
	ekW	bhp	g/hr	bkW	g/bkW-hr	ekW	bhp	g/hr	bkW	g/bkW-hr
100	550	803	40.4	599	214.0	425	624	32.2	465	220
75	413	603	30.1	449	212.4	319	468	24.5	349	223
50	275	402	21.3	300	226.0	213	312	17.5	232	239
25	138	201	12.3	150	260.1	106	156	10.3	116	282
10	55	80	6.4	60	337.6	43	62	5.3	47	360

OPTIONAL ATTACHMENTS

- Air inlet adapter
- Cat alarm and protection system
- EMCP 3.3 control panel
- Battery charger 10 amp
- Charging alternator 24V 105 amp
- Exhaust elbows, dry or watercooled
- Exhaust flange and flexible fitting
- Mufflers (option for spark arresting)
- Duplex fuel filter – front service
- Fuel cooler
- Primary fuel/water separator
- Duplex oil filter – front service
- Manual sump pump
- Starting motors – electric and/or air
- Jacket water heaters
- Battery sets – 24V 950-1300 CCA
- Load sharing module (option for type approved module)
- Low voltage connections
- Extension terminal box
- Power take-offs
- Fumes disposal (closed system)

ANEXO III

GENERADOR DE EMERGENCIA

CATERPILLAR®

C9 MARINE GENERATOR SET

142 ekW
167 ekW
192 ekW

50 Hz, 1500 rpm

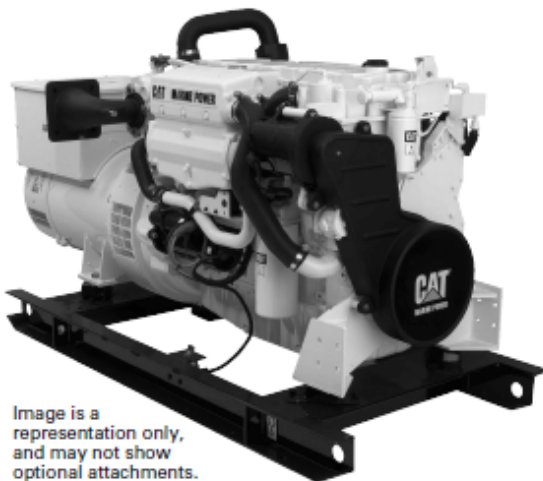


Image is a representation only, and may not show optional attachments.

CATERPILLAR® ENGINE SPECIFICATIONS

I-6, 4-Stroke-Cycle-Diesel

Emissions	IMO/EPA Tier 2 compliant
Displacement	8.8 L (538 cu. in.)
Rated Engine Speed	1500
Bore	112 mm (4.41 in.)
Stroke	149 mm (5.87 in.)
Aspiration	Turbocharged-Aftercooled
Governor	Electronic
Cooling System	Radiator
Refill Capacity	
Cooling System	47.5 L (50.1 qt)
Lube Oil System	32 L (33.8 qt)
Oil Change Interval	500 hr
Caterpillar Diesel Engine Oil 10W30 or 15W40	
Rotation (from flywheel end)	Counterclockwise
Flywheel and flywheel housing	SAE No. 1
Flywheel Teeth	113
Max. Exhaust Backpressure	10.0 kPa (40.2 in. water)

STANDARD EQUIPMENT

Air Inlet System

Aftercooler, air cleaner, turbocharger

Control System

Electronic governor, Hydraulically actuated Electronically controlled Unit Injection (HEUI™) fuel system, Electronic Control Unit (ECU), engine-mounted 40-pin dedicated customer connector, SAE J1939 data link

Cooling System

Radiator-cooled package (sized for up to 50°C ambient air) incorporating deaeration expansion tank, belt-driven centrifugal jacket water pump and fan

Exhaust System

Manifold and turbocharger, watercooled; 152 mm (6 in) round flanged outlet; elbow, dry

Flywheels & Flywheel Housings

Flywheel, SAE No. 1, 113 teeth; flywheel housing, SAE No. 1

Fuel System

Fuel filter, front service; fuel transfer pump; fuel priming pump

Generator

12 lead reconnectable, 3-phase brushless, separately excited from auxiliary winding to provide 300% short circuit current up to 10 seconds, 2/3 pitch, broad voltage band, IP23 water protection, solid state voltage regulator with integral voltage adjustment, Class H insulation, generator temperature rise exceeds marine society requirements for Class H insulation, 105° C @ 50° C ambient — prime, 85° C @ 50° C ambient — prime connection poles

Instrumentation

Instrument panel, electric service meter, start/stop switch, emergency stop button, maintenance due light, diagnostic light, warning light, maintenance clear switch, 15A breaker

Lube System

Crankcase breather; oil filter, RH service; oil filler, in valve cover; oil level gauge, LH service; oil pan; oil pan drain, LH; lubricating oil; engine oil pump (gear-driven)

Mounting System

Skiddable base frame, front support, anti-vibration isolators between base and engine-generator

General

Torsional vibration damper and guard; paint, Caterpillar yellow; lifting eyes; protective lifting covers; literature; variable engine wiring; battery disconnect switch; plastic wrap packaging

OPTIONAL ATTACHMENTS

Exhaust System

Elbows, pipe, flexible fittings, flange, rain caps, mufflers, shields (shields required to meet MCS certification)

Fuel System

Fuel cooler, flexible fuel lines, fuel temperature sensors, fuel and oil shielding

Lube System

Manual sump pumps, oil filler, duplex oil filters

Marine Classification Society (MCS)

MCS approvable packages available direct from the factory through ABS, BV, DNV, GL, and LR

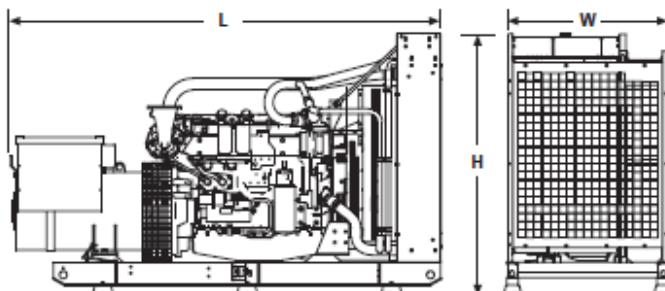
Power Take-offs

Crankshaft pulley



C9 MARINE GENERATOR SET

142/167/192 ekW



DIMENSIONS

142 ekW (178 kVA), 167 ekW (208 kVA), and 192 ekW (240 kVA) Radiator-Cooled

Length	142 ekW (178 kVA)	2755 mm (108.5 in)
	167 & 192 ekW (208 & 240 kVA)	2765 mm (108.7 in)
Width	All	1047 mm (41.2 in)
Height	All	1615 mm (63.6 in)
Weight (wet)	142 ekW (178 kVA)	2091 kg (4610 lb)
	167 ekW (208 kVA)	2176 kg (4797.3 lb)
	192 ekW (240 kVA)	2241 kg (4940.6 lb)
Weight (wet) MCS Specification	142 ekW (178 kVA)	2100 kg (4620 lb)
	167 ekW (208 kVA)	2185 kg (4807 lb)
	192 ekW (240 kVA)	2250 kg (4950 lb)

PERFORMANCE DATA

50 Hz Ratings at 1800 rpm

% load	ekW	Lph	gph
142 ekW (0.8 pf) 178 kVA — DM9841			
100	142	41.6	10.8
75	106	31.3	8.3
167 ekW (0.8 pf) 208 kVA — DM9842			
100	167	47.1	12.4
75	124	36.2	9.6
192 ekW (0.8 pf) 240 kVA — DM9839			
100	192	53.7	14.2
75	144	40.8	10.8

RATING CONDITIONS

Power at declared engine speed is in accordance with ISO3046-1:2002E. Caterpillar maintains ISO9001:1994/QS-9000 approved engine test facilities to assure accurate calibration of test equipment. Electronically controlled engines are set at the factory at the advertised power corrected to standard ambient conditions. The published fuel consumption rates are in accordance with ISO3046-1:2002E.

Fuel rates are based on fuel oil of 35° API [16°C (60°F)] gravity having an LHV of 42 780 kJ/kg (18,390 Btu/lb) when used at 29°C (85°F) and weighing 838.9 g/L (7.001 lb/U.S. gal). Additional ratings may be available for specific customer requirements. Consult your Caterpillar representative for additional information.

Performance data is calculated in accordance with tolerances and conditions stated in this specification sheet and is only intended for purposes of comparison with other manufacturers' engines. Actual engine performance may vary according to the particular application of the engine and operating conditions beyond Caterpillar's control.

Power produced at the flywheel will be within standard tolerances up to 49°C (120°F) combustion air temperature measured at the air cleaner inlet, and fuel temperature up to 52°C (125°F) measured at the fuel filter base. Power rated in accordance with NMMA procedure as crankshaft power. Reduce crankshaft power by 3% for propeller shaft power.

CAT, CATERPILLAR, their respective logos, HEUL "Caterpillar Yellow" and the POWER EDGE trade dress, as well as corporate and product identity used herein, are trademarks of Caterpillar and may not be used without permission.

UK Sourced
LEHM7182-00 (3-08)

©2008 Caterpillar
All rights reserved.
Materials and specifications are subject to change without notice.
The International System of Units (SI) is used in this publication.

CATERPILLAR®

C9 MARINE GENERATOR SET

163 ekW
203 ekW
238 ekW

60 Hz, 1800 rpm

CATERPILLAR® ENGINE SPECIFICATIONS

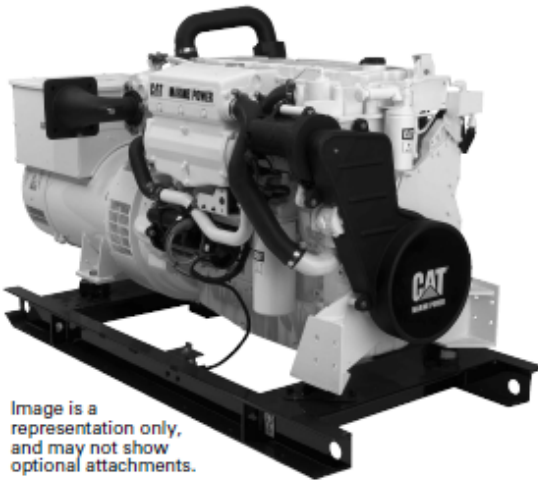


Image is a representation only, and may not show optional attachments.

I-6, 4-Stroke-Cycle-Diesel

Emissions	IMO/EPA Tier 2 and CCNR Stage II compliant
Displacement	8.8 L (538 cu. in.)
Rated Engine Speed	1800
Bore	112 mm (4.41 in.)
Stroke	149 mm (5.87 in.)
Aspiration	Turbocharged-Aftercooled
Governor	Electronic
Cooling System	Radiator
Refill Capacity	
Cooling System	47.5 L (50.1 qt)
Lube Oil System	32 L (33.8 qt)
Oil Change Interval	500 hr
Caterpillar Diesel Engine Oil	10W30 or 15W40
Rotation (from flywheel end)	Counterclockwise
Flywheel and flywheel housing	SAE No. 1
Flywheel Teeth	113
Max. Exhaust Backpressure	10.0 kPa (40.2 in. water)

STANDARD EQUIPMENT

Air Inlet System

Aftercooler, air cleaner, turbocharger

Control System

Electronic governor, Hydraulically actuated Electronically controlled Unit Injection (HEUI™) fuel system, Electronic Control Unit (ECU), engine-mounted 40-pin dedicated customer connector, SAE J1939 data link

Cooling System

Radiator-cooled package (sized for up to 50°C ambient air) incorporating deaeration expansion tank, belt-driven centrifugal jacket water pump and fan

Exhaust System

Manifold and turbocharger, watercooled; 152 mm (6 in) round flanged outlet; elbow, dry

Flywheels & Flywheel Housings

Flywheel, SAE No. 1, 113 teeth; flywheel housing, SAE No. 1

Fuel System

Fuel filter, front service; fuel transfer pump; fuel priming pump

Generator

12 lead reconnectable, 3-phase brushless, separately excited from auxiliary winding to provide 300% short circuit current up to 10 seconds, 2/3 pitch, broad voltage band, IP23 water protection, solid state voltage regulator with integral voltage adjustment, Class H insulation, generator temperature rise exceeds marine society requirements for Class H insulation, 105° C @ 50° C ambient — prime, 85° C @ 50° C ambient — prime connection poles

Instrumentation

Instrument panel, electric service meter, start/stop switch, emergency stop button, maintenance due light, diagnostic light, warning light, maintenance clear switch, 15A breaker

Lube System

Crankcase breather; oil filter, RH service; oil filler, in valve cover; oil level gauge, LH service; oil pan; oil pan drain, LH; lubricating oil; engine oil pump (gear-driven)

Mounting System

Skiddable base frame, front support, anti-vibration isolators between base and engine-generator

General

Torsional vibration damper and guard; paint, Caterpillar yellow; lifting eyes; protective lifting covers; literature; variable engine wiring; battery disconnect switch; plastic wrap packaging

OPTIONAL ATTACHMENTS

Exhaust System

Elbows, pipe, flexible fittings, flange, rain caps, mufflers, shields (shields required to meet MCS certification)

Fuel System

Fuel cooler, flexible fuel lines, fuel temperature sensors, fuel and oil shielding

Lube System

Manual sump pumps, oil filler, duplex oil filters

Marine Classification Society (MCS)

MCS approvable packages available direct from the factory through ABS, BV, DNV, GL, and LR

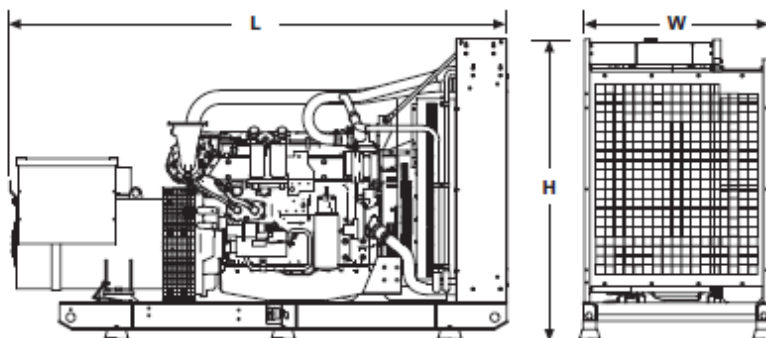
Power Take-offs

Crankshaft pulley



C9 MARINE GENERATOR SET

163/203/238 ekW



DIMENSIONS

163 ekW (204 kVA), 203 ekW (254 kVA), and 238 ekW (298 kVA) Radiator-Cooled

Length	163 ekW (204 kVA)	2755 mm (108.5 in)
	203 & 238 ekW (254 & 298 kVA)	2765 mm (108.7 in)
Width	All	1047 mm (41.2 in)
Height	All	1615 mm (63.6 in)
Weight (wet)	163 ekW (204 kVA)	2091 kg (4610 lb)
	203 ekW (254 kVA)	2176 kg (4797.3 lb)
	238 ekW (298 kVA)	2241 kg (4940.6 lb)
Weight (wet) MCS Specification	163 ekW (204 kVA)	2100 kg (4620 lb)
	203 ekW (254 kVA)	2185 kg (4807 lb)
	238 ekW (298 kVA)	2250 kg (4950 lb)

PERFORMANCE DATA

60 Hz Ratings at 1800 rpm

% load	ekW	Lph	gph
163 ekW (0.8 pf) 204 kVA — DM9843			
100	163	51.6	13.6
75	122	39.8	10.5
203 ekW (0.8 pf) 254 kVA — DM9844			
100	203	63.5	16.8
75	152	47.6	12.6
238 ekW (0.8 pf) 298 kVA — DM9845			
100	238	68.1	17.9
75	178	51.4	13.6

RATING CONDITIONS

Power at declared engine speed is in accordance with ISO3046-1:2002E. Caterpillar maintains ISO9001:1994/QS-9000 approved engine test facilities to assure accurate calibration of test equipment. Electronically controlled engines are set at the factory at the advertised power corrected to standard ambient conditions. The published fuel consumption rates are in accordance with ISO3046-1:2002E.

Fuel rates are based on fuel oil of 35° API [16°C (60°F)] gravity having an LHV of 42 780 kJ/kg (18,390 Btu/lb) when used at 29°C (85°F) and weighing 838.9 g/L (7.001 lb/U.S. gal). Additional ratings may be available for specific customer requirements. Consult your Caterpillar representative for additional information.

Performance data is calculated in accordance with tolerances and conditions stated in this specification sheet and is only intended for purposes of comparison with other manufacturers' engines. Actual engine performance may vary according to the particular application of the engine and operating conditions beyond Caterpillar's control.

Power produced at the flywheel will be within standard tolerances up to 49°C (120°F) combustion air temperature measured at the air cleaner inlet, and fuel temperature up to 52°C (125°F) measured at the fuel filter base. Power rated in accordance with NMMA procedure as crankshaft power. Reduce crankshaft power by 3% for propeller shaft power.

CAT, CATERPILLAR, their respective logos, HEUI, "Caterpillar Yellow" and the POWER EDGE trade dress, as well as corporate and product identity used herein, are trademarks of Caterpillar and may not be used without permission.

UK Sourced
LEHM7183-00 (3-08)

©2008 Caterpillar
All rights reserved.
Materials and specifications are subject to change without notice.
The International System of Units (SI) is used in this publication.

CATERPILLAR®



Marine Generator Set

C9

Three Phase

150 ekW (188 kVA) 50 Hz @ 1500 rpm

175 ekW (219 kVA) 50 Hz @ 1500 rpm

200 ekW (250 kVA) 50 Hz @ 1500 rpm

*The Caterpillar C9 generator set joins our existing range of clean, quiet, compact, and smooth-running generator sets. This range of small gen sets provides customers with a **more comprehensive power offering**, enabling them to enjoy the benefit of dealing with one supplier for both propulsion and auxiliary power.*

FEATURES

Compact, Efficient Power

This compact unit provides required power on demand, operating very efficiently with optimum performance.

Quiet, Clean Power

The 6 cylinder turbocharged-aftercooled engine operates with little vibration and low sound levels. Available as an open set, this package is ideal for power requirements in any application.

Reliable Power

Low operating and maintenance costs are achieved through excellent fuel economy and a minimum of required maintenance. The single side servicing with extended service intervals makes maintenance easy.

The two-year or 2,000-hour warranty covers parts and labor for non-revenue producing installations with an additional three years coverage on all major components. The standard one-year warranty covers commercial applications. A network of worldwide dealers and distributors provides service support.

SPECIFICATIONS

I-6, 4-Stroke-Cycle-Diesel

Emissions	IMO/EPA Tier 2 compliant
Displacement	8.8 L (538 cu. in.)
Rated Engine Speed	1500
Bore	112 mm (4.41 in.)
Stroke	149 mm (5.87 in.)
Aspiration	Turbocharged-Aftercooled
Governor	Electronic
Cooling System	Heat Exchanger
Refill Capacity	
Cooling System	47 L (12.4 gal)
Lube Oil System	32 L (8.5 gal)
Oil Change Interval	500 hr
Caterpillar Diesel Engine Oil 10W30 or 15W40	
Rotation (from flywheel end)	Counterclockwise
Flywheel and flywheel housing	SAE No. 1
Flywheel Teeth	113
Max. Exhaust	
Backpressure	10.0 kPa (40.2 in. water)



C9

Marine Generator Set

150/175/200 ekW

STANDARD EQUIPMENT

Air Inlet System

Corrosion-resistant sea water aftercooler core, standard duty air cleaner (open element)

Control System

Electronic control module (A3), HEUI™ fuel system, SAE J1939 data link

Cooling System

Gear driven auxiliary sea water pump, belt driven centrifugal jacket water pump, heat exchanger, expansion tank, thermostat and housing, engine oil cooler, auxiliary sea water lines

Exhaust System

Watercooled exhaust manifold and turbocharger

Fuel System

Fuel priming pump, fuel transfer pump, fuel filter — front service

Generator

12 lead re-connectable, three phase brushless, separately excited from auxiliary winding to provide 300% short circuit current up to 10 seconds, 2/3 pitch, broad voltage band, IP23 water protection, automatic voltage regulation ±0.5%, Class H insulation, generator meets marine society requirements for Class H insulation, automatic regulation excitation plus (AREP)

Lube System

Crankcase breather, oil filter — RH service, oil level gauge — LH service, oil filler, oil pan, gear driven oil pump, oil pan drain — LH service

Mounting System

Front support

Protection System

Electronic overspeed shutoff

Starting/Charging System

12V 110 amp or 24V 75 amp electric starting motor

General

Vibration damper and guard, Caterpillar yellow paint, lifting eyes, 40-pin customer connector, service tool connector

DIMENSIONS

150 ekW

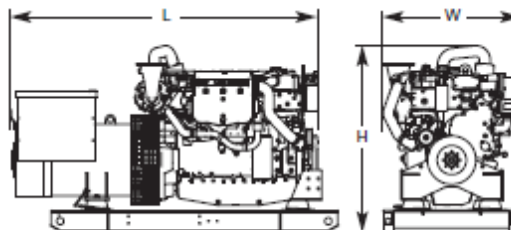
Length	2106 mm	(82.9 in)
Width	996.8 mm	(39.2 in)
Height	1169 mm	(46.0 in)
Approx. Weight (dry)	1753 kg	(3865 lb)

175 ekW

Length	2216 mm	(87.2 in)
Width	996.8 mm	(39.2 in)
Height	1169 mm	(46.0 in)
Approx. Weight (dry)	1838 kg	(4052 lb)

200 ekW

Length	2216 mm	(87.2 in)
Width	996.8 mm	(39.2 in)
Height	1169 mm	(46.0 in)
Approx. Weight (dry)	1903 kg	(4195 lb)



PERFORMANCE DATA

% Load	ekW	Lph	gph
150 ekW (0.8 pf) 188 kVA			
100	150	41.6	10.8
75	113	31.3	8.3
50	75	22.6	6.0
25	38	13.2	3.5
175 ekW (0.8 pf) 219 kVA			
100	175	47.1	12.4
75	131	36.2	9.6
50	88	25.7	6.8
25	44	14.8	3.9
200 ekW (0.8 pf) 250 kVA			
100	200	53.7	14.2
75	150	40.8	10.8
50	100	28.7	7.6
25	50	16.4	4.3

Materials and specifications are subject to change without notice.
LEHM4966-00 (2-05)

The International System of Units (SI) is used in this publication.
Printed In U.S.A. ©2005 Caterpillar All rights reserved.

ANEXO IV

BALANCE ELÉCTRICO

