



## **10- EQUIPOS PRINCIPALES**

- 10.1- Equipo propulsor
- 10.2-Hélices
  - 10.2.1- Series B de Wageningen
  - 10.2.2-Método de la hélice de Crouch
  - 10.2.3-Selección de una hélice comercial
- 10.3- Ventilación motores
- 10.4-Sistema de gases de escape del motor principal
- 10.5- Sistema de achique e imbornales
- 10.6- Sistema contra incendios
- 10.7- Equipo de amarre y fondeo
  - 10.7.1- Numeral de equipo
  - 10.7.2-Cálculo directo del equipo de fondeo
  - 10.7.3-Cálculo tabulado
- 10.8-Sistema de Agua Salada
- 10.9-Sistema de aire acondicionado
- 10.10-Sistema de Combustible
- 10.11- Instalación de aguas grises
- 10.12- Sistema de agua sanitaria
- 10.13- Hélice de proa
- 10.14- Instalación eléctrica de corriente continua y alterna

## **10- EQUIPOS PRINCIPALES**

### **10.1- Equipo propulsor**

El sistema propulsor estará compuesto por dos motores diesel de cuatro tiempos, al cliente se le ofrecen dos posibilidades, motorización Volvo o Yanmar. El astillero nos ha limitado la potencia máxima instalada en 260 Hp, por razones económicas.

Dentro de la gama de motores que nos ofrece el mercado se han seleccionado con los siguientes modelos que son los que mejor se adaptan a nuestros requisitos

Volvo: D4 225 CV

Yanmar 6BY 220 CV



En el ANEXO-III, podemos ver las especificaciones generales de ambos motores

### Motores

Nos hemos decidido por instalar dos motores de 220 CV en lugar de uno de 440 CV, porque la manga del barco nos permite albergarlos y esta disposición nos ofrece mucha más maniobrabilidad y fiabilidad, por tener redundancia en el sistema propulsor.

Los motores llevan sus propias bombas de agua dulce, salada, intercambiadores de calor, filtros de combustible, motor de arranque eléctrico y demás accesorios para la alimentación del mismo incorporados.

Durante la fase de diseño de la cámara de máquinas y para la ubicación de los motores, se han tenido en cuenta los siguientes factores:

- Diseño de la ruta de desmontaje
- Dejar una reserva de volumen suficiente en la CM para ventilación
- Distancia mínima de 20 cm entre el mamparo y el motor, para realizar las operaciones de mantenimiento (cambio de correa, filtros, aceite etc.)
- Reducción 2.5:1
- Inclinación máxima del motor 12°
- Ubicar los filtros del agua visibles para que el usuario pueda limpiarlos
- El silencioso, que será de la marca Halyardt (centramar), es vertical y de doble capa, se colocará lo más cerca posible del motor, para evitar la propagación del ruido.
- La inclinación máxima de la salida de la línea de ejes es de 7°
- Si tenemos dos tanques de combustibles deben estar comunicados entre ellos a través de un tubo rígido
- Se colocara una toma de combustible común para los dos motores, que vendría a ser como un pequeño colector de unos 10-20 l que nos evitará problemas en el circuito de distribución de combustible derivados de la escora del barco, actuará como un pequeño tanque de servicio diario.
- Se tendrá en cuenta el espacio necesario para el aislante, (térmico y acústico) y de material ignífugo.
- Aunque no entre de serie, debemos dejar una reserva de espacio para ubicar un generador (con su toma de mar, escape húmedo, admisión de aire etc.), una potabilizadora para generar agua y una bomba hidráulica para la pasarela.



- Tiene que ubicarse un cargador / inversor de baterías (Victron de acastimar)
- Se va a contemplar la posibilidad de ubicar el aire acondicionado en la cámara de máquinas, para evitar ruidos en el interior
- Las entradas de aire tienen que descargar cerca de los filtros de admisión del motor
- La ventilación de la cámara de máquinas será natural a la entrada y forzada a la salida, para el cálculo de las dimensiones de la rejilla van a seguirse las recomendaciones de los fabricantes, se hace de esta forma para evitar sobre presiones en la cámara de máquinas que puedan producir ruidos incómodos.
- Par cumplimiento de la norma “ISO 10088-Sistemas de combustible instalados de forma fija” se colocará una válvula de emergencia para la interrupción de circuito de admisión desde el puente de mando
- Instalación de la bomba de achique en la parte más baja de la sentina

## 10.2-Hélices

### 10.2.1- Series B de Wageningen

Vamos a calcular una hélice óptima a partir de las series B. Los datos de entrada de los que disponemos son

- Dos hélices de paso fijo
- $Z = 5$  palas
- $D_{\max} = 60$  cm
- $N = 3500/2.5 = 1400$  r.p.m. = 23.33 r.p.s.
- BHP = 220 CV
- $V = 16$  nudos
- EHP = 176 CV
- $R = 12121$  N

Estimamos el coeficiente de estela a partir de las fórmulas de Hamburgo, para embarcaciones de de dos líneas de ejes

$$W = 0.7 \cdot C_p - 0.30 = 0.189$$

Vamos a suponer los siguientes datos que nos van a ser necesarios para el cálculo de la hélice

- $\eta_R = 0.95$
- $\eta_M = 0.80$
- $K_p = 0.9$



Sabemos que

$$DHP_{WAG} = BHP \cdot \eta_R \cdot \eta_M \cdot 1/1.026 \cdot 75/76 = 180.9 DHP_{WAG}$$

$$V_A = V \cdot (1-W) = 12.97 \text{ nudos} = 6.67 \text{ m/s}$$

$$B_p = \frac{N \cdot \sqrt{DHP_{WAG}}}{V_A^{2.5}} = 1.075$$

$$0.1739 \cdot \sqrt{B_p} = 0.9694$$

Entrando en los gráficos de la serie B5, para las diferentes relaciones de área extendida, área disco, obtenemos la siguiente tabla

$A_e/A_0$	1/J	H/D	$D_{opt}$	$H_0$
0,450	2,000	0,820	0,234	0,560
0,600	2,050	0,780	0,223	0,570
0,750	2,000	0,800	0,229	0,560
0,900	1,980	0,840	0,240	0,550

La hélice óptima es la segunda, ya que es la que tiene un mayor rendimiento y además cabe sin problemas en el hueco de la hélice, ahora vamos a comprobar que no cavita mediante el método de Kéller

$$\left( \frac{A_e}{A_0} \right)_{\min} = \frac{(1.3 + 0.3 \cdot Z) \cdot T}{(P_0 - P_V) \cdot D^2} + K$$

$$T = \frac{BHP \cdot \eta_0 \cdot \eta_R \cdot \eta_M \cdot 75 \cdot K_P}{V_A} = 115 \text{ Kg}$$

$$P_0 - P_V = P_A - \rho \cdot g \cdot h = 14203.6$$

$K = 0.1$  para dos hejes

$$\left( \frac{A_e}{A_0} \right)_{\min} = 0.556$$

Este resultado es menor que el área expandida área disco de nuestra hélice (0.6), por tanto podemos decir que la hélice no cavilará.

### 10.2.2-Método de la hélice de Crouch

En este apartado se presenta un procedimiento para *calcular* el diámetro y el paso correctos de la hélice de una embarcación determinada con un determinado motor. Se basa en un método empírico y fórmulas desarrolladas por George Crouch, pero algunos procedimientos se han simplificado mediante la integración de fórmulas derivadas por Dave Gerr (Gerr, 1989).

Los gráficos ayudan a evaluar rápidamente un diseño determinado de una hélice existente o propuesta, pero no sirven para hacer un diseño detallado. Su aplicación se



limita a las hélices de tres palas, de sección ojival (cara anterior plana con una curva simétrica en el dorso) y una razón del ancho medio de las palas de 0,33.

Para realizar un control preliminar de la hélice sólo se requiere información básica sobre la instalación y la embarcación, que se limita a lo siguiente:

- Las RPM operativas de la hélice =  $3000/2.5 = 1200$  rpm
- Las RPM de la hélice al MCR =  $4000/2.5 = 1600$  rpm
- La velocidad de crucero necesaria = 16
- La potencia en el eje de la hélice al MCR. = 21

#### Estimación del paso de la hélice

En las figuras 17 y 18 (al final de este apartado) se muestran gráficos para calcular el paso en función de la velocidad de la embarcación y las RPM de la hélice. Las dos figuras presentan la misma información pero a diferentes RPM. Los gráficos comprenden una corrección para dar cuenta del retroceso, que se puede calcular como una función de la velocidad de la embarcación. Es muy importante que la velocidad de crucero necesaria refleje la potencia instalada y el tipo de embarcación (figura 4). Si se trata de una embarcación ya existente, según los gráficos de este anexo la velocidad de crucero debe ser la que alcanza efectivamente la embarcación.

Para leer los gráficos se debe encontrar en el eje horizontal el valor de las RPM correspondientes a las RPM de la hélice a velocidad de crucero. Luego se debe trazar una línea vertical hasta encontrar la curva correspondiente a la velocidad de crucero necesaria. Desde ese punto de intersección se traza una línea horizontal hasta llegar al eje de la izquierda, donde se puede leer el paso.

Entrando en el gráfico (FIGURA 17) con RPM = 1200 y la velocidad de crucero 16 nudos, obtenemos un **paso de 20 pulgadas = 50,8 cm**

#### Estimación del diámetro de la hélice

El diámetro correcto de la hélice se calcula de una manera semejante al paso. Las figuras 19 y 20 muestran los gráficos de estimación del diámetro; sin embargo, en este caso se parte de las RPM de la hélice cuando el motor funciona a toda potencia. Se traza una línea vertical desde ese punto hasta alcanzar la curva correspondiente a la potencia de salida de la hélice en caballos de fuerza. El diámetro de la hélice se encuentra en el eje vertical a nivel de esa intersección.



Entrando en el gráfico (FIGURA 20) con RPM = 1600 y una potencia al eje de

$$\text{BHP} \cdot \eta_R \cdot \eta_M = 167,2 \text{ CV}$$

$$\text{BHP} = 220 \text{ CV}$$

$$\eta_R = 0.95$$

$$\eta_M = 0.80$$

Obtenemos un **diámetro de 21 pulgadas = 53.3 cm**

#### Ajustes para hélices de dos y de cuatro palas

Para determinar el paso y el diámetro de una hélice de dos o de cuatro palas se sigue el procedimiento indicado más arriba y luego se multiplican los resultados por los factores indicados en el cuadro 11. Si queremos instalar una hélice de 4 palas:

$$\text{Paso} = 1,01 \cdot 20 = 20,2 \text{ pulgadas} = 51,3 \text{ cm}$$

$$\text{Diámetro} = 0,98 \cdot 21 = 20,58 \text{ pulgadas} = 52,27 \text{ cm}$$

CUADRO 11

#### **Ajustes del paso y del diámetro para hélices de dos y de cuatro palas**

	<b>Diámetro</b>	<b>Paso</b>
Hélice de dos palas	1,05	1,01
Hélice de cuatro palas	0,94	0,98

FIGURA 4

#### **Diagrama de potencia/velocidad**

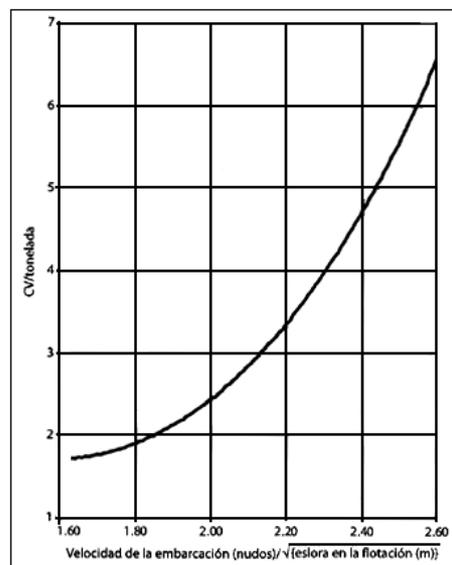




FIGURA 17

Gráfico de paso de la hélice (400–1 500 RPM)

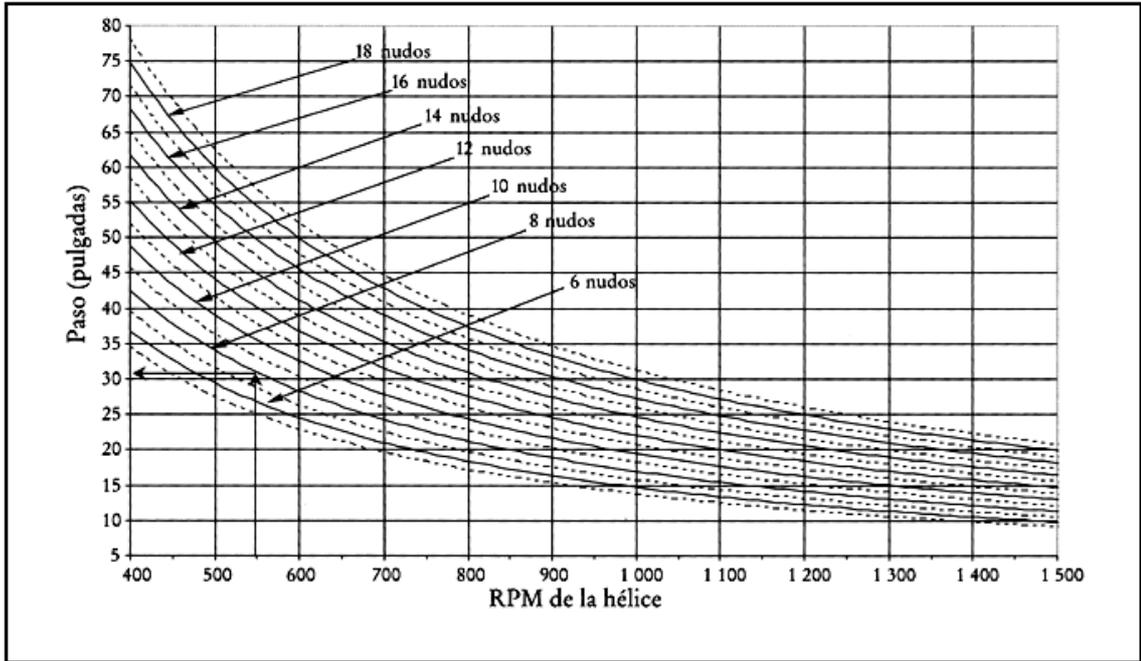


FIGURA 18

Gráfico de paso de la hélice (1 400–2 500 RPM)

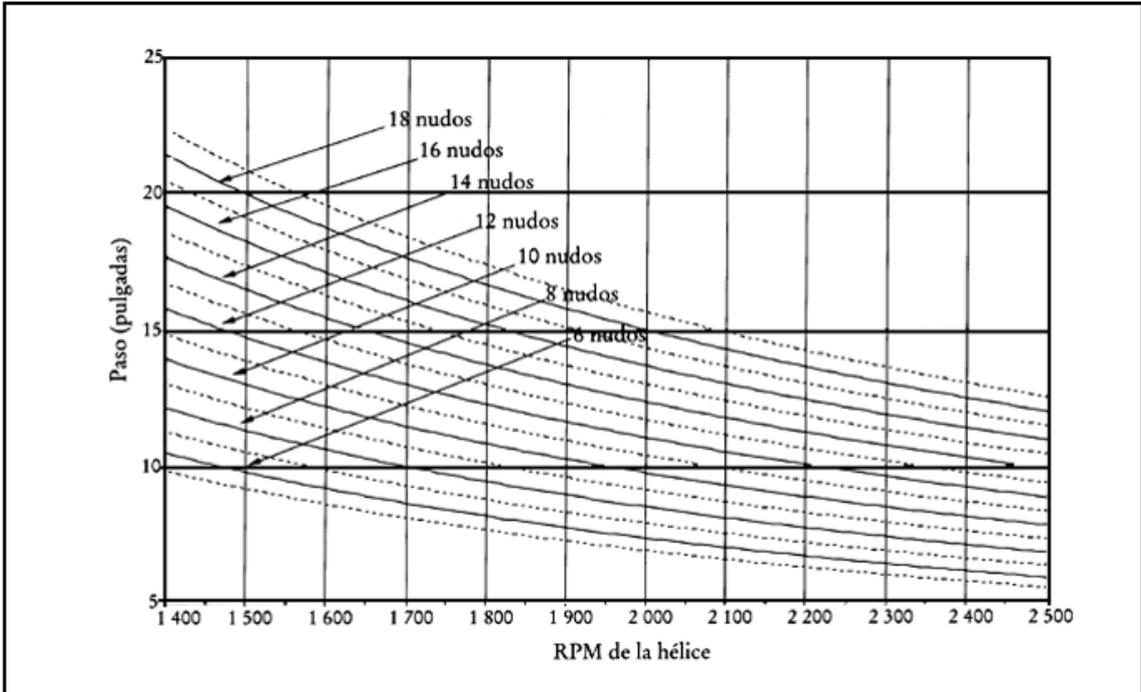




FIGURA 19

Gráfico del diámetro de la hélice (400–1 500 RPM)

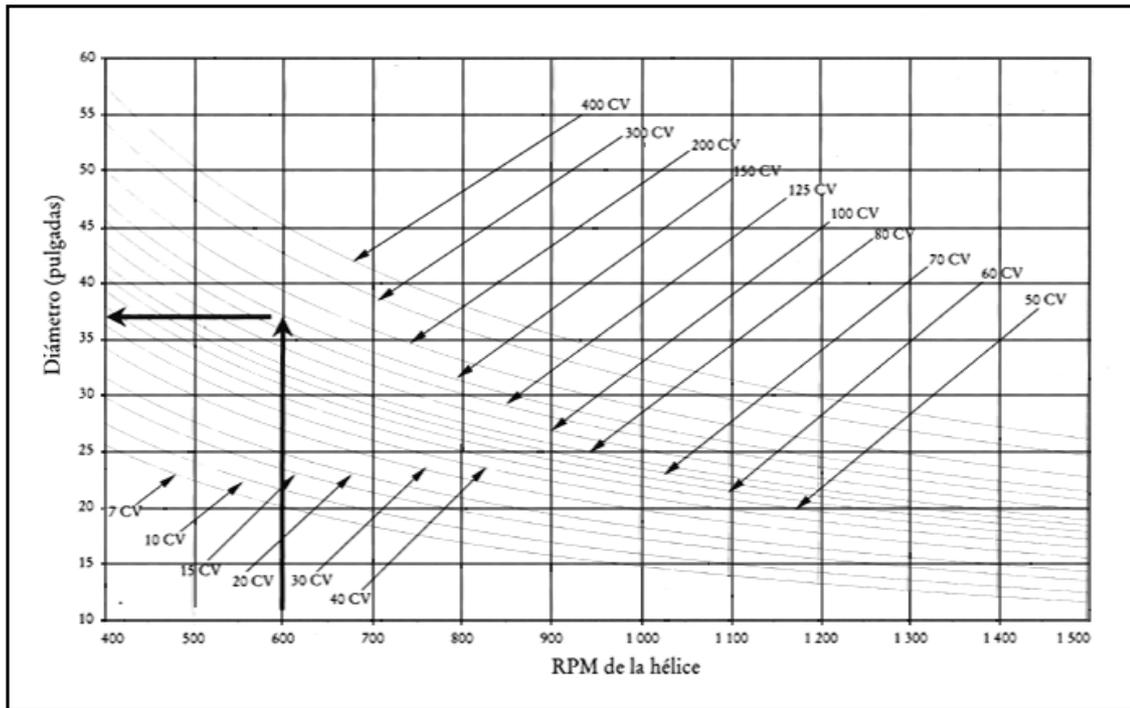
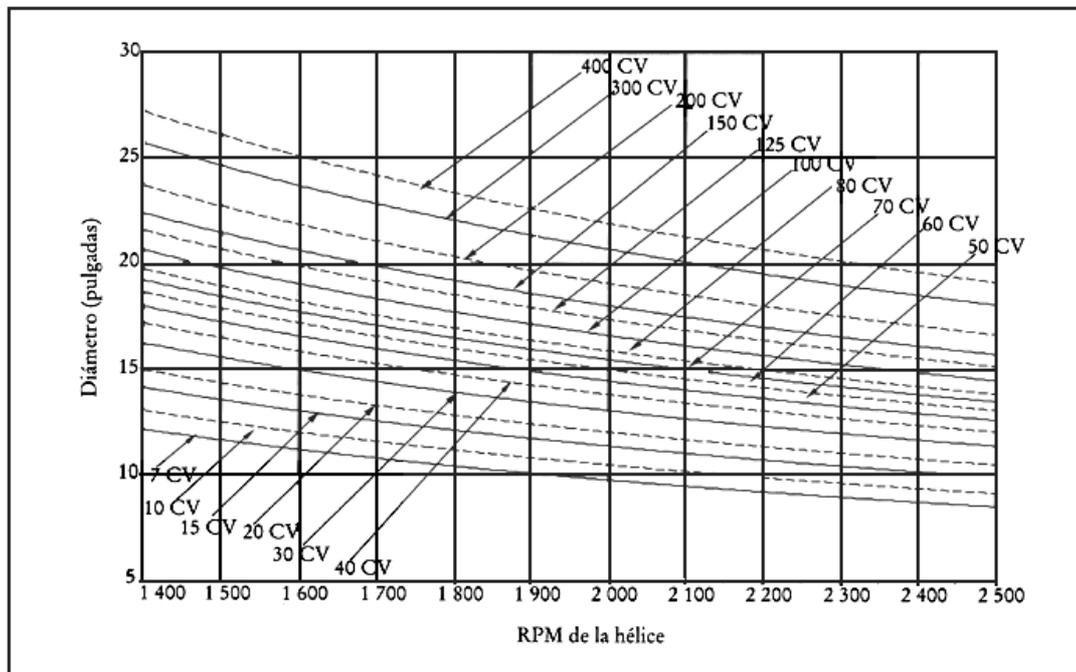


FIGURA 20

Gráfico del diámetro de la hélice (1 400–2 500 RPM)





### 10.2.3-Selección de una hélice comercial

Como no se va a construir una hélice customizada para nuestra embarcación, hemos mandado a la marca comercial *radice* las propiedades de nuestra embarcación para que nos indiquen cual puede ser la hélice que mejor se adapte a nuestra embarcación y su respuesta ha sido la siguiente

*Como distribuidores de Radice para España, les pasamos oferta de las hélices para el Menorquin 110, según calculo con los datos que remitieron a Radice:*

*HELICES 22x23 RH Y LH TIPO S-8                      2                      1.224,08*

**Se espera la siguiente tabla de velocidades**

<b>r.p.m. motor</b>	<b>RALENTÍ</b>	1000	1500	2000	2500	3000	3500	<b>TOPE</b>
<b>Vel (Kt)</b>	3	5	7	8,5	10,5	13.5	16	19



### 10.3- Ventilación motores

El cálculo de la ventilación de la cámara de máquinas es muy importante para asegurar un barrido de aire para refrigeración, que nos va a mantener a temperatura dentro de la cámara de máquinas, además del aire de combustión para el motor.

Siguiendo las recomendaciones de Volvo, se ha decidido que la circulación de aire será natural a la entrada y forzada a la salida (Livemar extractor de gases 2.45.071.00). Esta configuración, creará una pequeña depresión dentro de la cámara de máquinas, que puede hacer bajar un poco el rendimiento del motor, pero esta pequeña depresión tiene una gran ventaja y es que la transmisión del ruido y del calor es mucho menor.

Para el cálculo de la superficie de ventilación, acudimos a las tablas que nos ofrece Volvo

#### SUPERFICIES DE VENTILACIÓN POR MOTOR

**Modelo de motor    Potencia (kw)**

KAD/KAMD43	169
------------	-----

#### Área para aire de combustión

Área (cm <sup>2</sup> )	Nº de curvas	Longitud de conducto (m)				
		1	2	3	4	5
321,1	1	321,1	333,944	349,999	362,843	385,32
	2	446,329	452,751	459,173	465,595	478,439
	3		545,87	552,292	558,714	571,558

#### Área para aire de admisión/salida

Área (cm <sup>2</sup> )	Nº de curvas	Longitud de conducto (m)				
		1	2	3	4	5
278,85	1	278,85	290,004	303,9465	315,1005	334,62
	2	387,6015	393,1785	398,7555	404,3325	415,4865
	3		474,045	479,622	485,199	496,353

#### Área total para entrada de aire de ventilación-combustión por motor

Área (cm <sup>2</sup> )	Nº de curvas	Longitud de conducto (m)				
		1	2	3	4	5
878,8	1	878,8	1120,301	957,892	993,044	1054,56
	2	1221,532	1239,108	1256,684	1274,26	1309,412
	3		1493,96	1511,536	1529,112	1564,264



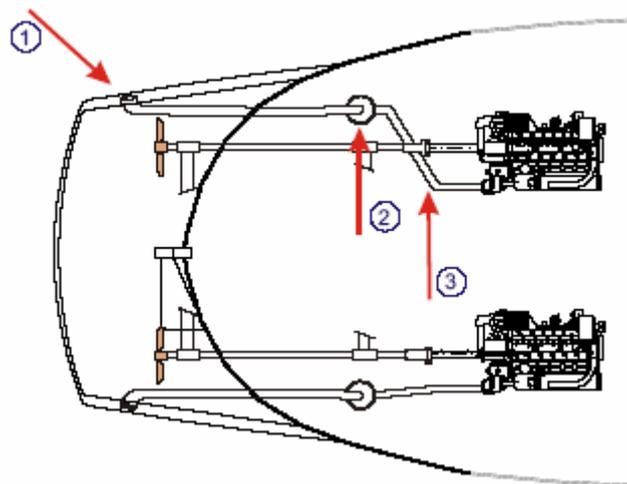
## 10.4-Sistema de gases de escape del motor principal

Como es habitual en este tipo de embarcaciones, el sistema de escape que utilizaremos será un escape húmedo, es decir, el agua salada de la refrigeración del motor se introduce en el difusor con los gases de escape.

Con este sistema se consigue bajar la temperatura de los gases y bajar también el ruido. La salida de los gases de escape la ubicaremos justo en la línea de flotación, de esta manera evitamos problemas de humos en bañera que son muy molestos para los pasajeros

Los puntos a tener en cuenta a la hora de instalar los conductos de escape, son los diámetros y las longitudes de los tubos así como la presión de la columna de agua en la descarga, de tal manera que todo dependerá de las potencias de los motores y las pérdidas de presión que sufrirán los gases al pasar por los tubos y descargar al mar, cosa que nos podría provocar unas pérdidas de potencia importantes.

Lo primero que vamos a hacer es definir el ruteado de los gases, que será tal como sigue.



- 1- Descarga del sistema de escape
- 2- Silencioso (tipo vertical y de doble capa)
- 3- Codo

Siguiendo las recomendaciones de halyard, que es el suministrador del silencioso, especificaremos que el diámetro del conducto de escape sea el mismo que el diámetro a la salida del motor, en casos excepcionales, donde el conducto es muy largo o cuando el desnivel entre el motor y el escape es grande, debe aumentarse el diámetro.



## 10.5- Sistema de achique e imbornales

Estos sistemas tienen la función de evacuar el agua que se embarca a bordo; por un lado tenemos el sistema de achique es el responsable de evacuar el agua acumulada en los espacios estancos de la embarcación y por otro lado tenemos los imbornales tienen la función de desembarcar el agua acumulada en la bañera y cubierta, este último funciona por gravedad.

Cumpliendo con el reglamento RINA, la bañera tendrá unos imbornales con un área no menor a

$$A = 0.003 V = 8.89 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2 = 88,9 \text{ mm}^2$$

Donde  $V = 2.964 \text{ m}^3$  es el volumen de la bañera

Por otro lado, el área  $A$  de los imbornales, del resto de cubiertas, no será menor a

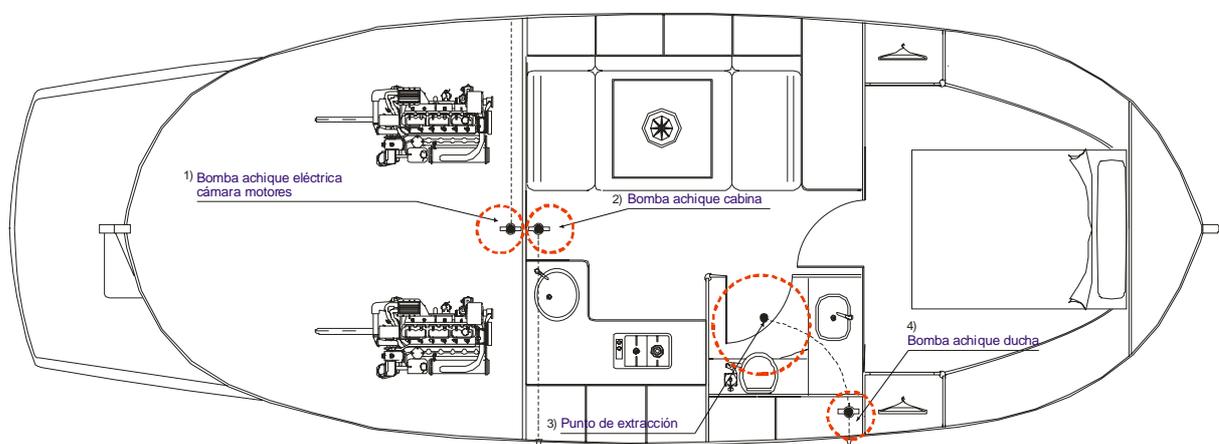
$$A = 0.07 I = 0.539 \text{ m}^2$$

Donde  $I = 7.7 \text{ m}$  es la longitud de la regala

Además cumpliendo con la norma *ISO-15083-Sistema de bombeo de sentinas*, vamos a instalar una bomba de achique con un **caudal mínimo de 15 l/min**, en la cámara de máquinas y otra en la sentina de la cabina (Bombas eléctricas automáticas Plastimo Sahara S 500).

Es necesario instalar dos bombas porque tenemos un mamparo estanco que separa dos zonas, e ISO se nos exige explícitamente que cada zona estanca a de tener su propia bomba.

La propuesta para el sistema de achique es la siguiente (en este sistema hemos incluido el circuito de achique de la ducha del baño que funciona con una bomba desagüe "Rule" 98)





## 10.6- Sistema contra incendios

Cumpliendo con la norma *ISO-9094-1 Protección contra incendio para embarcaciones de eslora inferior a 15 m*

### Habilitación

- Uno o más extintores portátiles

### Cocina.

- Un extintor portátil de incendios
- Una manta ignífuga
- o
- Sistemas de niebla de agua.

### Cámara de máquinas

- Sistema fijo de extinción de incendios, con capacidad para llenar la cámara de máquinas más un 20 % extra

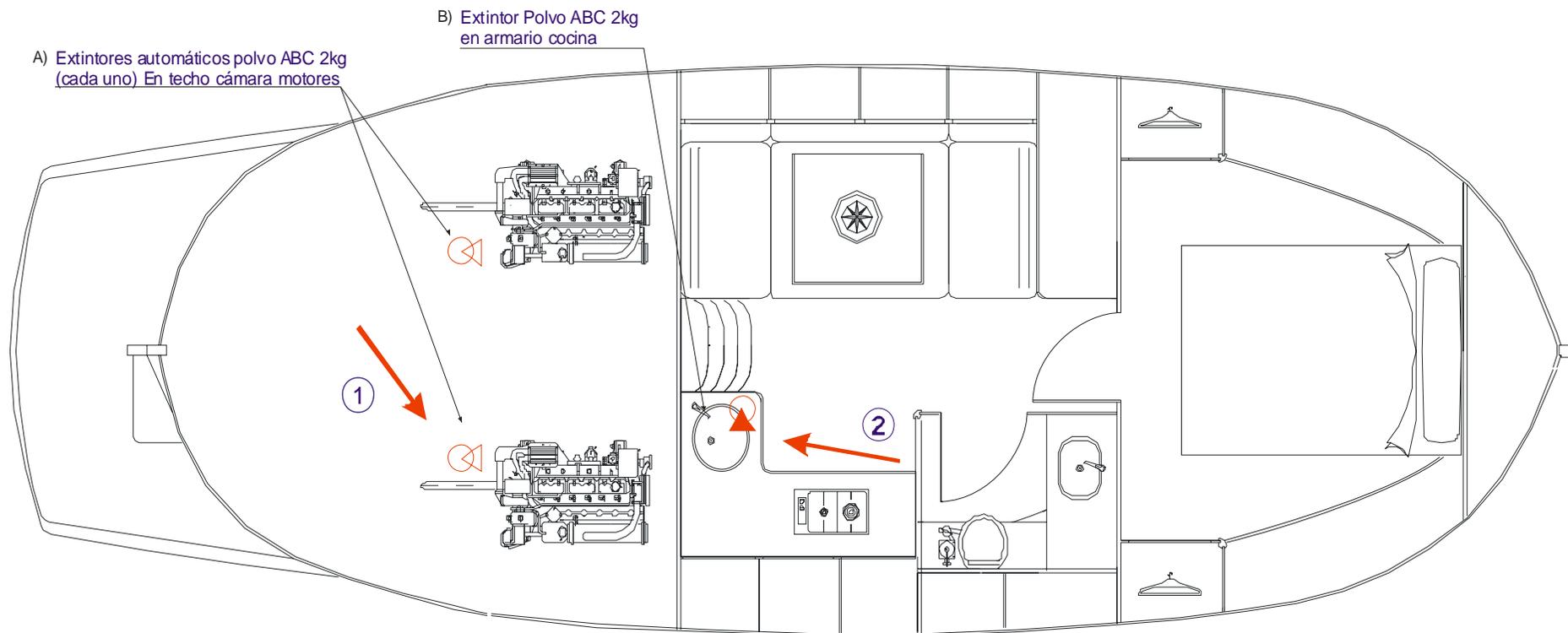
No se deben utilizar los sistemas tipo rociadores de agua.

En nuestra embarcación vamos a situar dos extintores automáticos en la cámara de máquinas que se disparan automáticamente cuando la temperatura llega a un cierto nivel o cuando tiene una llama directa.

Para la habilitación es suficiente con un extintor portátil fácilmente accesible cerca de cocina y una manta ignífuga en un armario de la cocina.



### Propuesta del sistema contra incendios



1- Extintor automático de la cámara de máquinas

2- Extintor manual portátil para la cocina



## 10.7- Equipo de amarre y fondeo

Para la elección del tipo de ancla, existen una serie de factores que van a influir de forma directa en el éxito de la misma y que deben ser tomadas en consideración antes de empezarla.

Tales factores, entre otros, son el tipo de fondo marino, la clase de embarcación, el abatimiento producido por el viento, la deriva consecuencia de la corriente, la existencia de otros barcos fondeados en nuestras proximidades, el oleaje, la existencia de peligros a corta distancia ( otros barcos, costa etc.)

El tamaño y longitud de la línea de fondeo, va a depender de la eslora y desplazamiento de nuestra embarcación y de la modalidad de ancla que llevemos. En principio, y como regla general, deberemos llevar a bordo una línea cuya longitud sea de cinco a diez veces la eslora del barco. Respecto al material, es un tema que no deja de ser polémico, pudiendo componerse sólo de cabo o cadena, o de una combinación de ambos. En todo caso, existiendo una sección de cadena suficiente para formar la curva catenaria, y conseguir la tensión horizontal, no está de más adicionar unos 30 metros de cabo para fondeos con mal tiempo o en profundidades considerables, dado que facilita la maniobra de levar el ancla y reduce el peso a proa. Como regla general, cuanta más línea se largue, más agarrará el ancla.

### 10.7.1- Numeral de equipo

Para la elección del equipo de fondeo, amarre y remolque, acudiremos a la tabla del numeral de equipo que nos ofrece el reglamento RINA.

Numeral de quipo

$$EN = (0.5 \cdot L \cdot B \cdot D)^{2/3} + 2 \cdot B \cdot h + 0.1 \cdot A = 26.71$$

$$h = a + \sum hn$$

a = distancia en L/2 desde el calado de verano hasta cubierta; a = 1.047 m

hn = altura en [m] en la línea central de cada piso n de la superestructura o cabina que tengan una manga superior a B/4; hn = 1.528 m

A = área trasversal de las superestructuras y cabinas encima de la línea de flotación de máxima carga; A = 19.41 m<sup>2</sup>

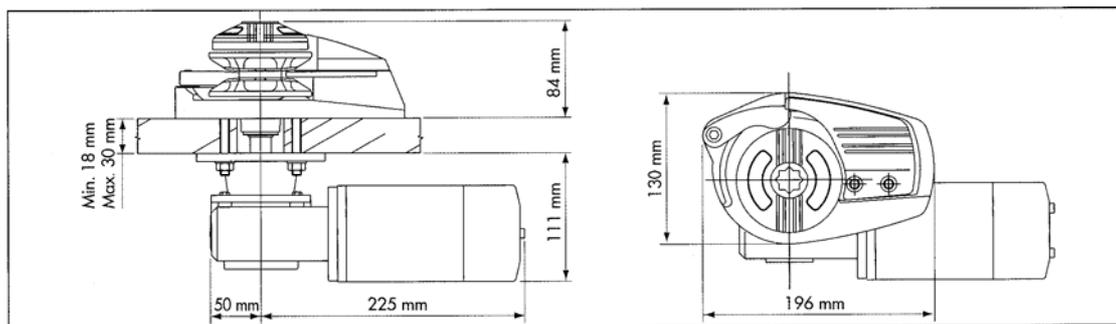


Con este numeral de equipo RINA nos exige el siguiente equipo

EN	MASA ANCLA		DIÁMETRO DE LA CADENA			LONGITUD CABLE	
	1ª ANCLA Kg	2ª ANCLA Kg	CONTRETE mm	TIPO 1 mm	TIPO 2 mm	1ª ANCLA m	2ª ANCLA m
25	27	19	8	-	-	50	50
LÍNEAS DE REMOLQUE		LÍNEAS DE AMARRE			LONGITUD CABOS m		
DIÁMETRO mm	CARGA ROTURA KN	DIÁMETRO mm	CARGA ROTURA KN				
20	25	16	16,7	55			

Hemos comprobado también el cumplimiento de la norma *ISO 15084- Equipo de amarre y fondeo*

Del catálogo de *Plastimo* escogemos el molinete eléctrico PWV 1000 con una potencia de 1.000W



### 10.7.2-Cálculo directo del equipo de fondeo

Para el cálculo directo del equipo de fondeo lo primero que hay que conocer es la fuerza total ejercida sobre la embarcación  $F_T$

$$F_T = F_V + F_C$$

$F_V$  = Fuerza del viento

$F_C$  = Fuerza de la corriente (Tenemos fuerza sobre el casco y sobre la hélice)

Fuerza del viento

$$F_V = 0.004 \cdot A_i \cdot V_i^2 \quad [\text{libras}]$$

$A_i = 7.47 \text{ m}^2 = 80,3 \text{ ft}^2$  Área proyectada

$V_i^2 = 41$  nudos (Velocidad del viento en zona navegación B)

$$F_V = 0.004 \cdot 80,3 \cdot 41^2 = 539,9 \text{ lb} = \mathbf{245 \text{ Kg}}$$



Fuerza hidrodinámica (Suponemos una corriente de 5 nudos )

Para conocer la fuerza que ejerce una corriente de 5 nudos sobre el casco de la embarcación, introducimos en la hoja Excel (Series NPL) que en fases anteriores del proyecto hemos ya explicado, dichas condiciones

$$F_C = 745 \text{ N} = 75,9 \text{ Kg}$$

La fuerza sobre las hélices la vamos a despreciar por su pequeño tamaño  
Por tanto la fuerza total será

$$F_T = F_V + F_C$$

$$F_T = 245 + 75,9 = 320,1 \text{ Kg}$$

Buscamos un ancla que cumpla  $F_T = H_0 = \text{eficiencia} \times \text{Peso ancla}$

Longitud de cadena:

$H_0 = 320,1 \text{ Kg}$	Poder de agarre del ancla
$Y = 20 \text{ m}$	Profundidad (Barco de navegación costera)
$R = 1.49 \text{ Kg /m}$	Peso de cadena de 8 mm

$$H_0 = \frac{R(S^2 - Y^2)}{2Y}$$

$S = 94 \text{ m}$  Longitud cadena necesaria

Carga de rotura de la cadena

$$T_{\max} = R \cdot Y + H_0$$

$T_{\max} = 349,9 \text{ Kg}$ , si queremos un coeficiente de seguridad de 2, la carga de rotura mínima del eslabón más debil será de  $CR_{\min} = 699,8 \text{ Kg}$

Por tanto con una cadena de 8 mm seria suficiente, tal y como podemos comprobar en la siguiente tabla

Cadenas

Tamaño [mm]	Carga de trabajo [Kg]	Peso [Kg/m]
6	567	0.949
8	862	1.497
10	1202	2.167



### 10.7.3-Cálculo tabulado

Todas las casas comerciales tienen tablas para estimar el equipo de fondeo, con el objetivo de validar los resultados anteriores, vamos a proceder con una de ellas

Eslora [m]	Peso ancla [Kg]	Diámetro cadena [mm]	Diámetro de estacha [mm]
3	3.5	6	10
5	6	6	10
7	10	6	10
9	14	8	12
12	20	8	12
15	33	10	14
18	46	10	14
21	58	12	16
24	75	12	16

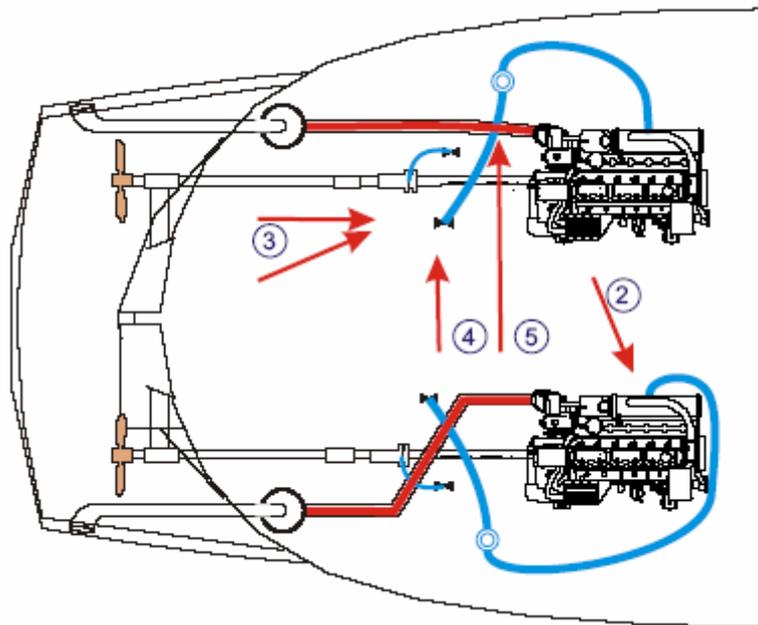


## 10.8-Sistema de Agua Salada

Este sistema se compondrá de dos tomas de mar, una para el motor de estribor y otra para el de babor, independientes entre ellas. Las bocinas de los ejes, que están refrigeradas por agua de mar, también van a necesitar una toma de mar para cada una.

Las tomas de fondo deberán tener una sección total igual al del resto de tuberías que vayan a aspirar de ellas, e irán conectadas a un filtro que tenga un acceso fácil y rápido, de manera que se pueda limpiar todo lo que allí quede de manera rápida.

El circuito de agua salada, de forma esquemática es el siguiente



- 2- Conexión del conducto de refrigeración al motor
- 3- Sistema de refrigeración de la bocina
- 4- Toma de mar del sistema de refrigeración del motor
- 5- Filtro de agua salada



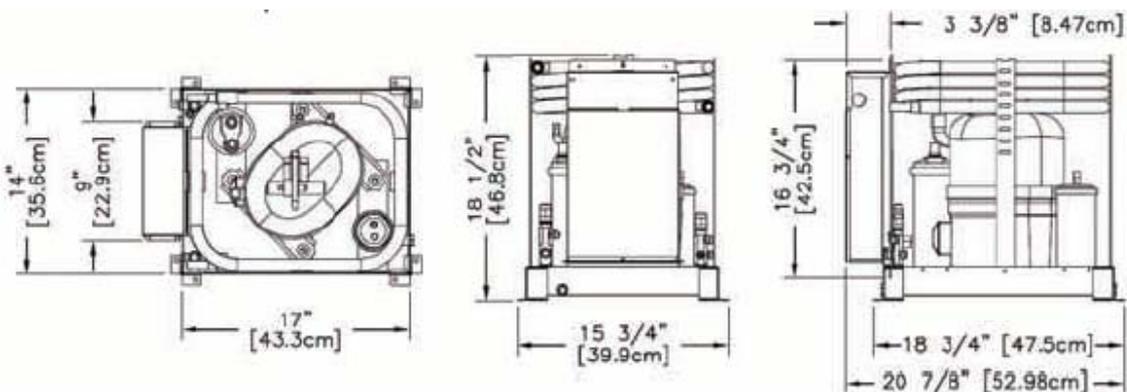
## 10.9-Sistema de aire acondicionado

El sistema de aire acondicionado será del tipo compacto, y lo ubicaremos bajo el sofá del puente de mando.

Para el cálculo de la potencia requerida nos hemos basado en las recomendaciones de la marca **aquaair**, ya que el modelo que se va a instalar será de esta marca, dicho procedimiento es el siguiente:

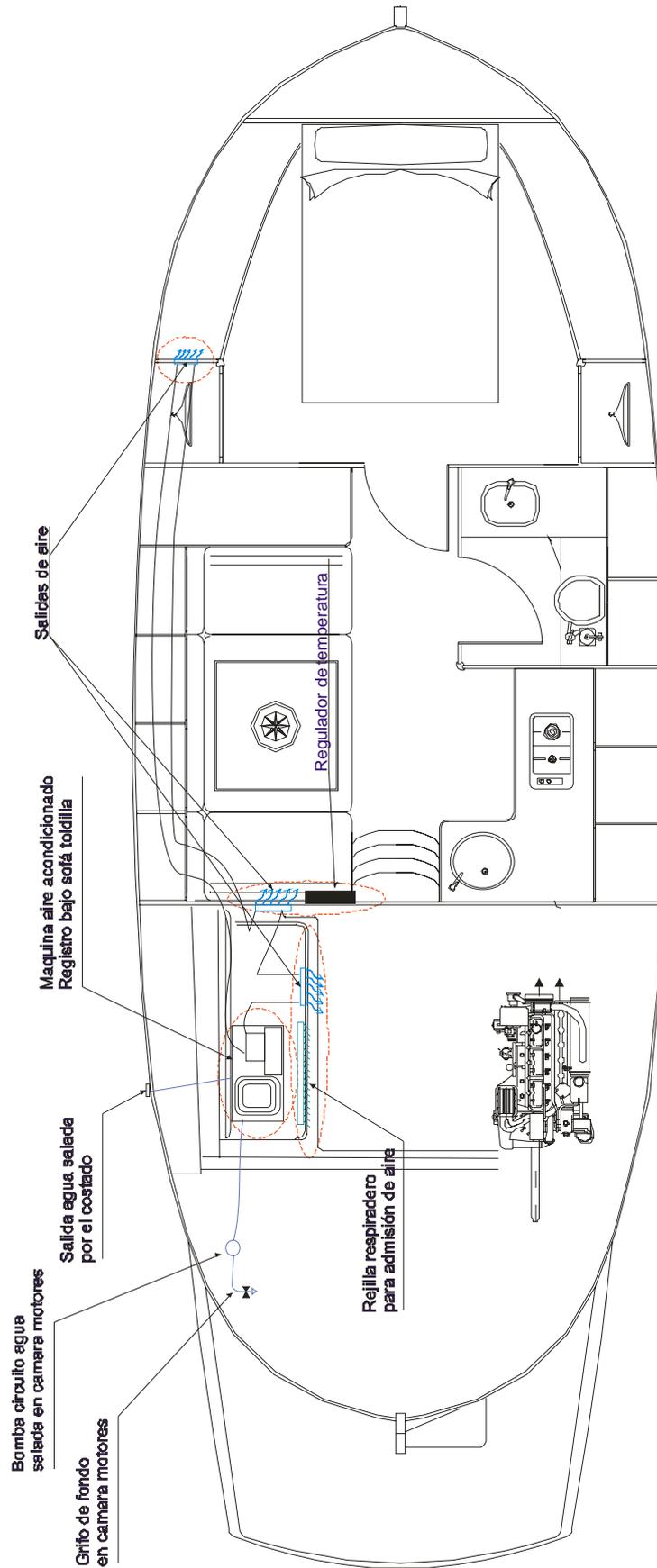
- La temperatura máxima en el exterior es de 35° C.
- La temperatura mínima en el interior es de 22 ° C
- Volumen aproximado de la cabina a refrigerar 700 ft<sup>3</sup>
- Tipo de área (tomaremos la más desfavorable ya que engloba varios tipos)
- Entramos en la tabla del catálogo Aquaair y obtenemos la potencia necesaria que es de 16.000 BTU, que tiene las siguientes características

Referencia	Modelo	Capacidad Btu/h	Voltaje frecuencia	Amperios plena carga	Amperios Arranque	m <sup>3</sup> /h Nominal	Peso Kg.
705207300/705007200	CRSXR7CK/CRSHR7CK	7000	220/240V-50 Hz	3,8	9	460	26,3
705210300/705010300	CRSXR10CK/CRSHR10CK	10000	220/240V-50 Hz	5,0	11	560	30,8
SXR12CK/SHR12CK	CRSXR12CK/CRSHR12CK	12000	220/240V-50 Hz	6,0	14	680	31,8
SXR16CK/SHR156CK	CRSXR16CK/CRSHR16CK	16000	220/240V-50 Hz	7,0	16	900	34,5
SXR24CK3/SHR24CK3	CRSXR24CK3/CRSHR24CK3	24000	220/240V-50 Hz	11,5	26	1360	63,5





Propuesta para el sistema de aire acondicionado





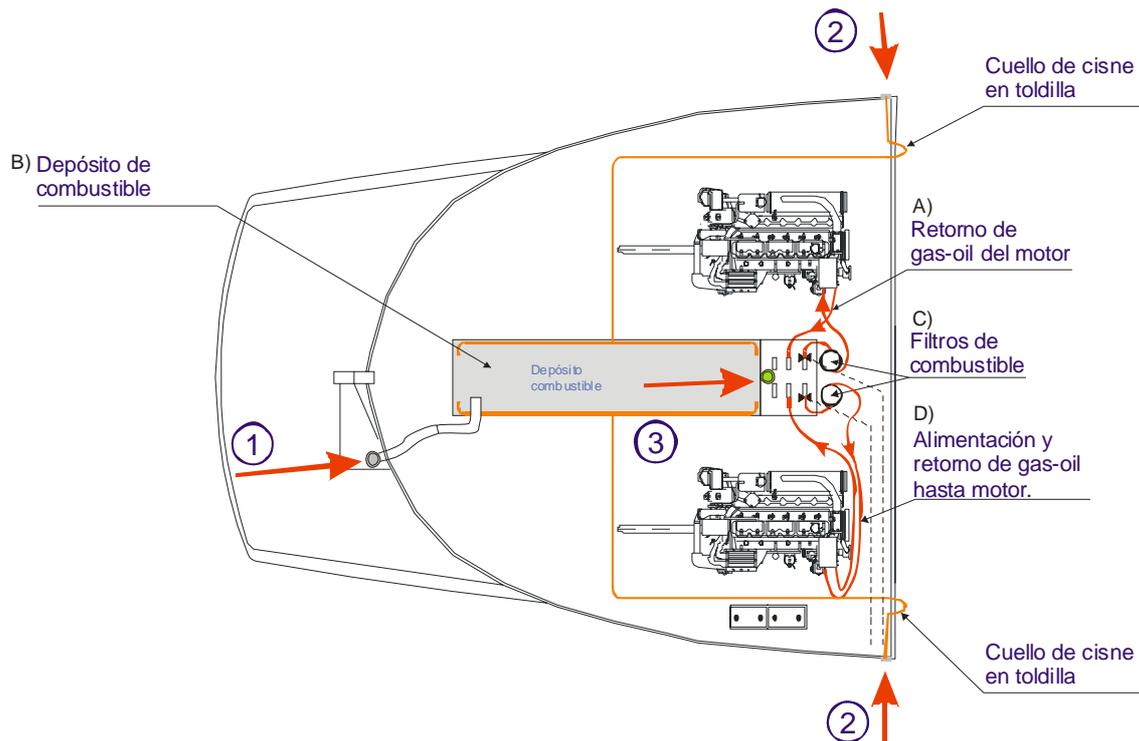
### 10.10-Sistema de Combustible

Cumpliendo con la norma *ISO 10088 -Sistemas de combustible fijados de forma permanente*

- Espesor de chapa mínimo del tanque de acero dulce 2 mm
- Instalados de forma que permitan la inspección y el mantenimiento de accesorios
- Los tanques metálicos, excepto los que son tanques estructurales, deben instalarse con el fondo del tanque a no menos de 25mm por encima de la bomba de sentina o del interruptor flotante de la bomba de sentina.
- Diámetro interior mínimo de las tuberías de llenado 61.5 mm
- Las mangueras de llenado de combustible situadas en el compartimiento del motor deben ser resistentes al fuego.
- El sistema de llenado debe diseñarse para evitar el retorno de combustible con un ritmo de llenado de 30 l/min
- El punto de llenado situado de tal forma que evite la entrada de vapor de combustible en la embarcación (min 400 mm)
- Las mangueras de ventilación en el compartimiento del motor deben ser resistentes al fuego (*ISO 7840*)
- El área de sección transversal de cualquier componente de ventilación no será inferior a 95 mm<sup>2</sup>
- La terminación o cuello de cisne debe tener una altura suficiente para prevenir vertidos durante el llenado y entrada de agua durante condiciones de navegación normales (veleros monocasco 30° de escora)



## Propuesta para el sistema de combustible



- 1- Tapón de llenado de combustible
- 2- Respiradero del sistema de combustible
- 3- Depósito de combustible con la válvula de corte de combustible

El volumen del tanque de combustible, que nos lo ha especificado el astillero es de 900 litros, lo que nos da la siguiente autonomía:

Régimen de crucero:

N = 2.600 r.p.m.

Consumo 20 l/h por motor

Velocidad estimada = 11 nudos

Autonomía = 247,5 millas

Potencia máxima

N = 3.400 r.p.m.

Consumo 43 l/h por motor

Velocidad estimada = 19 nudos

Autonomía = 198,8 millas



### 10.11- Instalación de aguas grises

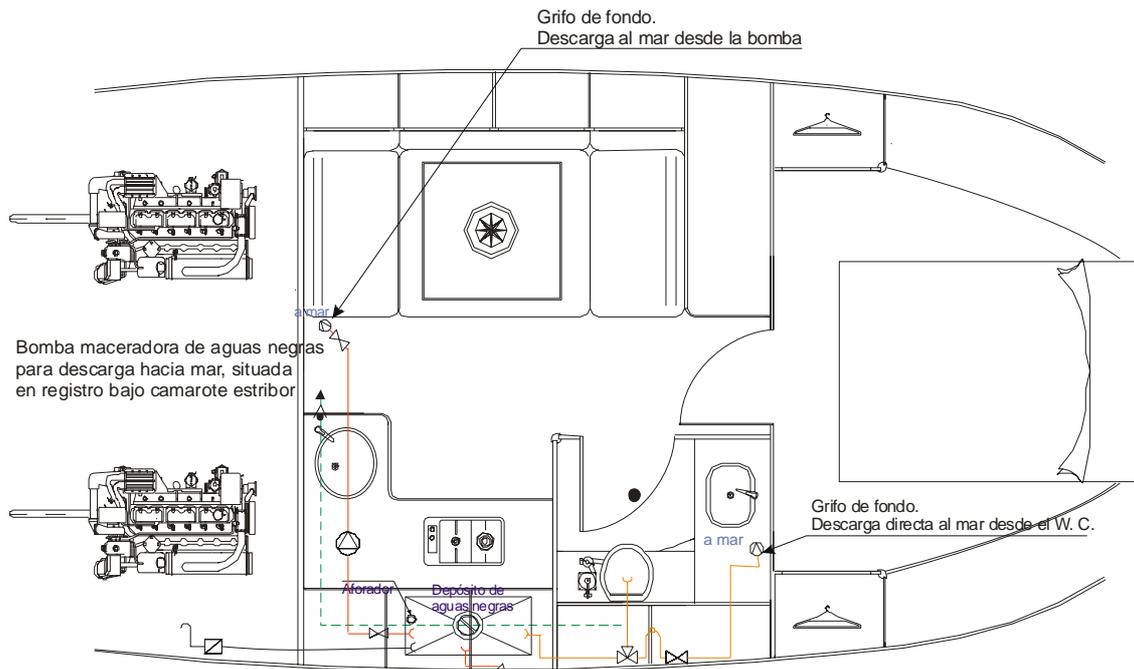
En el diseño del sistema sanitario, no solo se trata de conservar la estanqueidad de la embarcación, se trata de eliminar olores, evitar contaminaciones al medioambiente, reducir el consumo de aguas de barrido para la limpieza, y en definitiva disponer de un ‘servicio’ cómodo y funcional.

Cumpliendo con la normativa *ISO 8099-Sistemas de retención de deshechos de instalaciones sanitarias*, vamos a tener que cumplir con los siguientes requisitos:

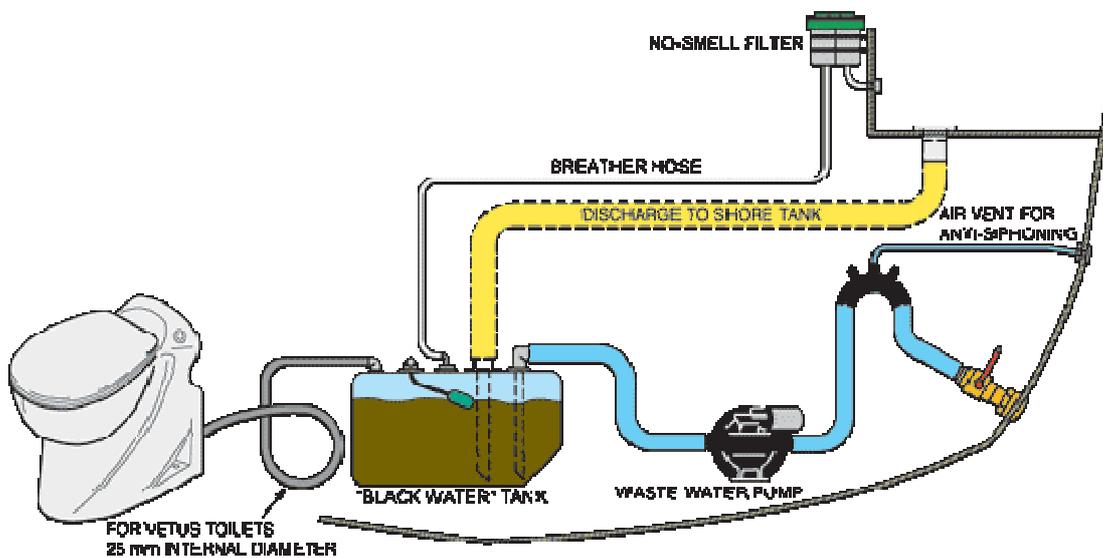
- Se debe impedir la entrada de gases nocivos al interior de la embarcación
- Funcionamiento: El sistema debe poder funcionar con escoras de hasta 20° y con un asiento de hasta 10°.
- Los depósitos de retención no deben tener costados, techos o fondos comunes con depósitos de agua potable o combustible.
- Ventilación de los depósitos: como la capacidad es menor de 400 l, diámetro mínimo de 19 mm,
- La tubería entre los aseos y el depósito de retención, y entre el depósito y el desagüe a cubierta debe ser lisa y para permitir el libre flujo de las aguas fecales y un diámetro interior conforme con las recomendaciones del fabricante de los aseos no inferior a 38 mm.
- La descarga a cubierta es estándar debe cumplir con la ISO 228-1



### Propuesta para el sistema de aguas grises



De forma esquemática el sistema funciona como puede verse en la siguiente figura

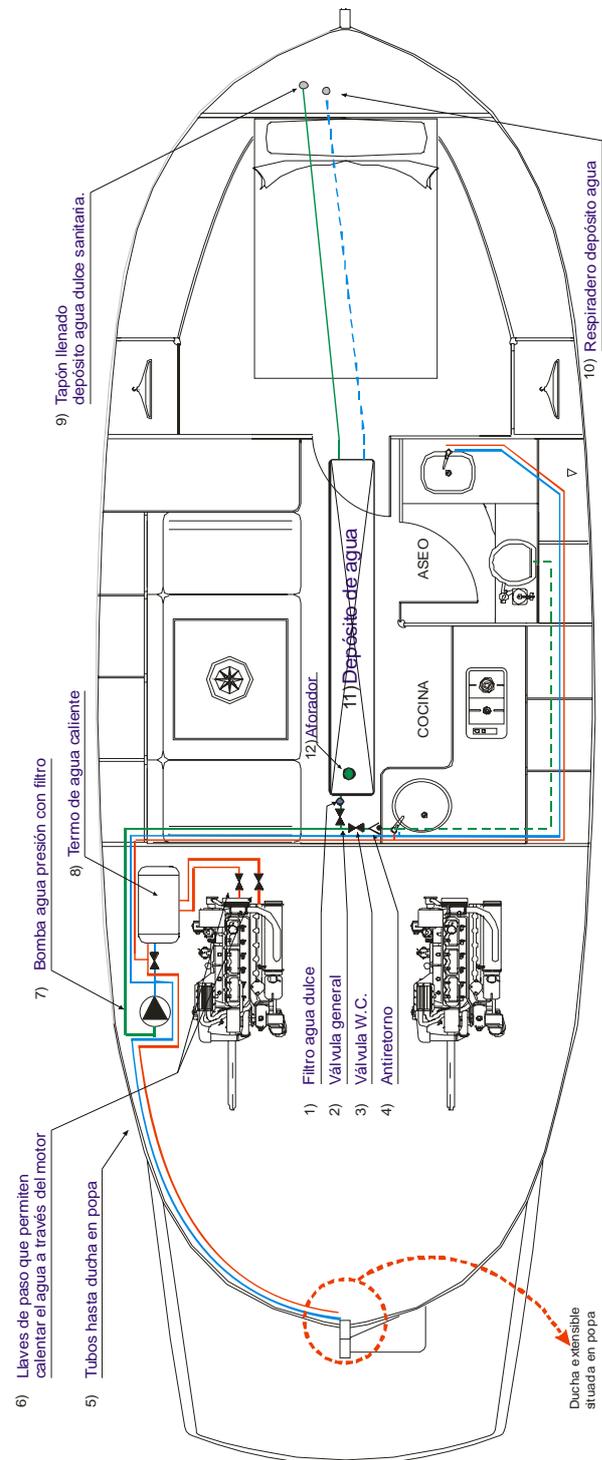


- Lavabo con bomba maceradora Vetus WCL 120S
- Bomba de descarga al mar Vetus EMP 133
- Depósito de aguas negras Vetus WTANK 170 l
- Filtro anti-olor Vetus NSF19
- Tapón de de descarga a cubierta ISO estándar.



## 10.12- Sistema de agua sanitaria

Para el sistema de agua sanitaria, no se ha encontrado normativa alguna que deba cumplir, por lo tanto se hace la siguiente propuesta.



- Depósito es de 450 l
- Bomba de presión FLOJET 1.37.031.00
- Calentador de agua de 40 l marca isotemp, puede funcionar con el agua de refrigeración de los motores o con una resistencia eléctrica de 220 V



### 10.13- Hélice de proa

Aunque la embarcación no va a llevar de serie la hélice de proa, si que se va a ofertar como extra, por lo tanto procederemos a estimar que modelo se adapta mejor a nuestras necesidades.

Como peculiaridad de la hélice de proa vamos a comentar que la instalación eléctrica será independiente del resto, es decir, la hélice de proa va a llevar sus propias baterías en el compartimiento estanco de proa, por lo tanto no se tendrá en cuenta cuando se realice el balance eléctrico.

Otra peculiaridad a tener en cuenta, es que en el cálculo de pesos habrá que sumarle el peso del agua del volumen que ocupa el túnel de la hélice de proa, ya que es volumen que deja de desplazar el casco.

Para escoger la potencia de la hélice de proa, utilizaremos una tabla excel de la marca comercial *Vetus*, donde entrando con la fuerza del viento, la superficie de obra muerta y la distancia horizontal del eje de giro, obtenemos la fuerza requerida en proa para maniobrar.

Las condiciones de contorno escogidas son: fuerza 6 de viento en la escala Beaufort (no se ha creído conveniente una fuerza mayor por tratarse de una embarcación de recreo, y este no es un sistema vital), la superficie de obra muerta la hemos obtenido a partir de los planos desarrollados en fases anteriores del proyecto (ver anexoI), mientras que como distancia horizontal de giro hemos tomado la distancia desde el centro de flotación hasta el punto donde se va a ubicar la hélice.



A continuación vemos la comentada hoja de cálculo de *Vetus*

**CALCULO DEL VALOR ADECUADO DE HÉLICE DE PROA**

Eslora [m]	11
Fuerza Viento aprox.	6
Superf. Obra Muerta [m <sup>2</sup> ]	19,41
d.h.proa a pto. de giro [m]	6



**Hélice de Proa  
Necesaria**

**160 Kgf**

T (par necesario) [Nm]	<b>8006,625</b> Nm
F. de empuje necesaria	<b>1334</b> N
	<b>133</b> Kgf

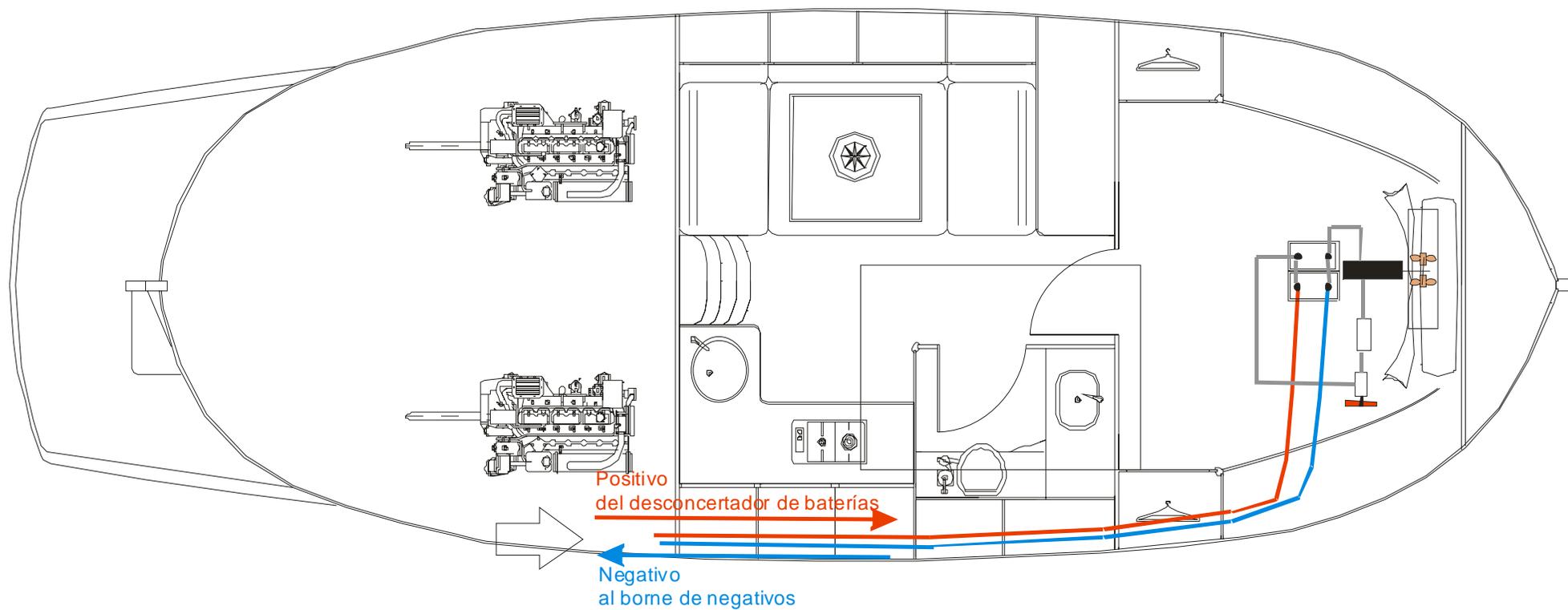
F. Viento	Descripción	Vel.Viento (m/s)	Pr.Viento [N/m <sup>2</sup> - Ngf/m <sup>2</sup> ]
<b>4</b>	<b>brisa moderada</b>	<b>5,5 - 7,9</b>	<b>20 - 40 - (2,0 - 4,1)</b>
<b>5</b>	<b>brisa fresca</b>	<b>8,0 - 10,7</b>	<b>41 - 74 - (4,2 - 7,5)</b>
<b>6</b>	<b>viento fresco</b>	<b>10,8 - 13,8</b>	<b>75 - 123 - (7,7 - 12,5)</b>
<b>7</b>	<b>viento fuerte</b>	<b>13,8 - 17,1</b>	<b>125 - 189 - (12,7 - 19,2)</b>
<b>8</b>	<b>ventarrón</b>	<b>17,2 - 20,7</b>	<b>191 - 276 - (19,4 - 28,2)</b>

A la vista de los resultaos obtenidos, escogemos la hélice **BOW 160**, que tiene las siguientes especificaciones:

Potencia KW (CV)	7 (9.5)
Fuerza de empuje N (Kgf)	1600 (160)
Diametro interior del tunel mm	250
Peso en Kg	46
Tensión	24 V
Corriente Amp	540
Tiempo accionamiento continuo min	4,5
Fusible principal Amp	355



Propuesta para la instalación de la hélice de proa





## 10.14- Instalación eléctrica de corriente continua y alterna

En nuestra embarcación vamos a tener dos instalaciones eléctricas independientes, por un lado tendremos una instalación de 12 V alimentada por las baterías y por otro lado tendremos un circuito de 220 V, que utilizamos cuando la embarcación está amarrada en el puerto o en navegación con el generador encendido.

La instalación de corriente continua tiene que cumplir con la norma *ISO-10133 Instalaciones de corriente continua de muy baja tensión*, cuyos puntos más significativos a cumplir resumimos a continuación

### Fusibles y disyuntores

- Los dispositivos de protección contra la sobre intensidad deben estar diseñados para que salten antes de que el calor pueda dañar al aislante, las conexiones o los terminales de cable. Debe asegurarse una máxima continuidad de los circuitos vitales en una condición de fallo

- Todo el equipo de C.C. debe funcionar en un rango de tensión de la batería de

· Para un sistema de 12 V 10.5V a 15.5V

· Para un sistema de 24 V 21 V a 31 V

- A excepción del circuito de arranque del motor, todos los circuitos eléctricos a bordo irán, por grupos, en cada polo o fase no puesta a masa, protegidos con fusibles o disyuntores.

- Los diversos circuitos tendrán sus protecciones centralizadas en cuadros generales o auxiliares claramente rotulados.

- Las protecciones serán de la gama normalizada, de tipo cerrado con contactos de material resistente a la oxidación.

- Los fusibles serán de tipo adecuado no reutilizable.

- Cada protección será adecuada para un valor igual a 1,5 veces la intensidad normal de trabajo del circuito o grupo de circuitos a proteger.

- Cuando una protección sirva a un grupo de circuitos, la suma total de intensidades no será superior al triple de la intensidad nominal más pequeña.

- En instalaciones de categoría B, el circuito de cada luz de navegación tendrá su propio fusible.

- Se dispondrá de una toma de masa en contacto permanente con la mar en instalaciones de categoría B. Todas las partes metálicas de los aparatos de estas



instalaciones estarán permanentemente conectados a esta masa de manera eficaz.

- La puesta a masa se hará por medio de cables de sección amplia y protegidos contra deterioros.

### Conductores

- La sección transversal de los conductores en cada circuito debe ser tal que la caída de tensión calculado no exceda el 10% de la tensión nominal de la batería.

- Los cables utilizados serán aislados y de la sección adecuada al servicio que prestan.

- El aislamiento de los cables será resistente al agua de mar, a los aceites, a los hidrocarburos y no propagará las llamas. Los que estén expuestos a la acción solar tendrán una cubierta exterior insensible a la radiación ultravioleta.

- El cableado será tal que evite, en lo posible la formación de campos magnéticos en la proximidad de los compases y otros instrumentos de navegación.

- Los enchufes que correspondan a diferentes categorías de instalación serán de diseño diferente, de forma que no se pueda, por error, enchufar un aparato en una toma de distinta tensión. La tensión de cada tipo de enchufe irá marcada en el mismo en forma bien visible.

- Los conductos de puesta a tierra deben ser verdes y amarillos

- Los conductos negativos son de color negro o amarillo

- Los conductores se deben tender lejos de los conductos de escape u otras fuentes e calor que puedan dañar el aislamiento

- Para la distribución eléctrica deben utilizarse conductores aislados de cobre trenzado. El aislamiento debe ser de material ignífugo.

- La caída de tensión bajo carga E, en V, se calcula  $E = \frac{0.0164 \cdot I \cdot L}{S}$

S = Superficie sección del conductor mm<sup>2</sup>

I = Intensidad de corriente Amperios

L = longitud del conductor en m

### Baterías

- Instaladas en lugar seco, ventilado y por encima del nivel del agua del pantoque



- Una vez instalada, no debe moverse más de 10 mm en dirección alguna cuando se vea sometida a una fuerza equivalente al doble de su peso.
- Deben soportar escoras de 30° sin pérdida de electrolito
- Instalarse de forma que los objetos metálicos no puedan entrar en contacto con sus bornes, además deben protegerse contra daños mecánicos mediante el emplazamiento de una caja
- No deben instalarse sobre un tanque o filtro de combustible
- Los componentes metálicos del sistema de combustible que pasen a menos de 300 mm por encima de la batería deben aislarse eléctricamente
- Las baterías destinadas al arranque del motor o motores, serán capaces de efectuar sin interrupción seis arrancadas seguidas de un motor.
- Las alarmas de gas o antirrobo, equipo de calentamiento y bombas automáticas de sentina se podrán conectar entre la batería y el interruptor general pero con fusibles separados.
- Debe instalarse un interruptor corta-batería en el conductor positivo

#### Conexiones y bornes

- Las conexiones y tomas de corriente situadas en lugares resguardados deben cumplir con la IP 55 mientras que los situados a la intemperie con la IP 67
- Los componentes eléctricos instalados en compartimentos que puedan albergar vapores o gases explosivos deben protegerse según ISO 8846.

#### Tomas de corriente

- Las tomas de corriente situadas en lugares resguardados deben cumplir con la IP 55 mientras que los situados a la intemperie con la IP 67

#### Diodo separador

El diodo separador puede considerarse como un desconectador de baterías automático. El diodo separador distribuye automáticamente la corriente de carga del alternador o del cargador, mientras las baterías siguen separadas. Esto es posible dado que los diodos sólo dejan pasar la corriente del alternador hacia cada batería y no en sentido contrario. Por tanto, no es posible la descarga de una batería hacia la otra. Es decir, se puede agotar la batería de servicio, mientras la de arranque permanece bien



cargada. Al poner el motor en marcha, ambas baterías volverán a cargarse automáticamente. Puede decirse que es la solución ideal.

La tensión real con la que las baterías son cargadas es apenas inferior que la tensión que da la dinamo. De este modo las baterías son cargadas óptimamente. La dinamo no precisa compensarse en el caso de que ello fuera posible.



### Balance eléctrico

La elección de una batería se efectúa a partir de los consumos de todos los aparatos eléctricos de a bordo. Para ello confeccionamos una tabla en la que consten todos los consumidores, la potencia de los mismos y el número de horas de utilización para las cuatro situaciones que vamos a estudiar (Navegando, fondeado, en maniobras y en situación de emergencia). Además, en el balance eléctrico, para cada situación y consumidor, le aplicaremos un factor de utilización, que es el producto del factor de servicio por el coeficiente de simultaneidad.

<b>Símbolo</b>	<b>Unit</b>	<b>Definición</b>
<b>Pi</b>	W	Potencia indicada del consumidor
<b>Pc</b>	W	Potencia consumida = $P_i \cdot N^\circ$ unidades
<b>Kn</b>		Coeficiente de simultaneidad = $n^\circ$ elementos funcionando/ $n^\circ$ elementos instalados
<b>Ksr</b>		Factor de servicio y régimen, tiene en cuenta el tiempo que se utiliza y el régimen de trabajo respecto al máximo (probabilidad de que una máquina trabaje a su máx. potencia)
<b>Ku</b>		Factor de utilización = $K_n \cdot K_{sr}$
<b>Period recarg</b>	h	Tiempo que transcurre entre recarga de las baterías
<b>Ptot</b>	W·h	Potencia demandada = $P_c \cdot K_u \cdot (\text{Period recarg})$



Sumando la  $P_{tot}$  de todos los consumidores, (para cada situación independientemente), obtenemos la **Pdemandada**, en [W·h]

Dividiendo la potencia demandada por el voltaje de la instalación, (12 V en nuestro caso), obtenemos el **consumo medio** en amperios hora [a·h]

Finalmente, a este consumo medio y sabiendo que la batería no se debe descargar por debajo del 20% de su capacidad nominal, la capacidad de las baterías no será inferior al **consumo medio / 0.8 [a·h]**

La capacidad de las baterías se mide en amperios-hora y representa la posibilidad de que la batería suministre una determinada intensidad durante un número determinado de horas, por ejemplo, 165 ah proporciona 16,5 A durante 10 horas. Esta capacidad se valora hasta que el voltaje al que puede trabajar la batería es inferior al voltaje nominal de 10,5 Voltios, voltaje mínimo exigido por la norma *ISO-10133 - Sistemas eléctricos de corriente continua de muy baja tensión*.

Para la instalación de 220 V, el cálculo es muy similar, pero en lugar de analizar los amperios hora de consumo, lo que se analiza son los **KVA**, es decir:

Símbolo	Unit	Definición
<b>Pi</b>	W	Potencia indicada del consumidor
<b>Pc</b>	W	Potencia consumida = $P_i \cdot N^{\circ}$ unidades
<b>Kn</b>		Coefficiente de simultaneidad = $n^{\circ}$ elementos funcionando/ $n^{\circ}$ elementos instalados
<b>Ksr</b>		Factor de servicio y régimen, tiene en cuenta el tiempo que se utiliza y el régimen de trabajo respecto al máximo (probabilidad de que una máquina trabaje a su máx. potencia)
<b>Ku</b>		Factor de utilización = $K_n \cdot K_{sr}$
<b>Period recarg</b>	h	Tiempo que transcurre entre recarga de las baterías
<b>Ptot</b>	W	Potencia demandada = $P_c \cdot K_u$

Sumando la  $P_{tot}$  de todos los consumidores y dividiendo por 1000, (para cada situación independientemente), obtenemos la **Pdemandada**, en [KW]

A esta potencia demandada, la dividimos por el factor de potencia ( $\cos\phi = 0.8$ ) y de esta forma obtenemos la **Potencia aparente total St [KVA]**



A partir de la potencia aparente total, escogeremos el generador que mejor se adapte a nuestros requisitos. Para el generador hay que prever que este tiene que funcionar aproximadamente al 80 – 90 % de su potencia de forma continua.

Como peculiaridad de nuestra instalación, cabe destacar que vamos a instalar tres grupos diferentes de baterías, por un lado tendremos las baterías para los servicios de a bordo, cuya potencia se determinara en el balance eléctrico, por otro lado tenemos las baterías para los motores, cuya potencia se establecerá a partir de los catálogos de los motores.

Hemos optado por independizar los circuitos, porque al tratarse de una embarcación de recreo que se utilizará solo en verano y de forma muy esporádica, si unificáramos la instalación, correríamos el riesgo de que cuando vamos a arrancar el motor, las baterías están descargadas.

Por último, tendremos un grupo de baterías independiente para el motor de proa, ya que este funciona a 24 V, mientras que el resto de la instalación funciona a 12V.

La instalación de corriente alterna tiene dos modos distintos de funcionamiento, es decir con el generador o conectado a tierra, para la instalación de tierra, simplemente tendremos la precaución de instalar un térmico para evitar los picos de tensión., para el generador simplemente asegurarnos que las baterías de arranque de los motores principales es suficiente también par el generador.

Los consumidores instalados a bordo con sus respectivas potencias son los siguientes:

Equipo de cubierta	N Uds	Marca	Modelo	Consumos			
				W	W	W	W
				Pi 220V	Pc 220V	Pi 12V	Pc 12V
Limpiaparabrisas	3	Vetus	RWCG			75	225
GPS	1	Livemar	GPS-Map 176			100	100
Radar	1	FURUNO	M1715			2200	2200
Sonda	1	HUMMINBIRD	WIDE 2D			250	250
Piloto Automático	1	VDO	2029LOGIC			240	240
Luces navegación Ebr y Bbr	2	Livemar	2,85,012,00			25	50
Luz navegación de popa 225º	1	Livemar	2,85,062,00			25	25
Luces exteriores toldilla	2	Cantalupi	Bob			20	40
Luces interiores toldilla	3	Cantalupi	Tony			20	60
Luz roja de navegación	1	Cantalupi	Tony			5	5



Habilitaciones	Uds	Marca	Modelo	Consumos			
				W Pi 220V	W Pc 220V	W Pi 12V	W Pc 12V
Nevera	1	WAECO	80 litros			40	40
Luces dinette	3	Cantalupi	Tony			20	60
Luz pasillo	1	Cantalupi	Tony			20	20
Luces cocina	2	Cantalupi	Tony			20	40
Luces baño	2	Cantalupi	Bob			20	40
Luces camarote armador	4	Cantalupi	Tony			20	80
Enchufes 220	3			600	1800		
Enchufes 12 V	3	Plastimo	38568 LCD			200	600
TV y equipo DVD	1	Difusion	N80062			12	12
Audio	1					10	10

Sistemas	Uds	Marca	Modelo	Consumos			
				W Pi 220V	W Pc 220V	W Pi 12V	W Pc 12V
<b>Ventilación CM</b>							
Ventiladores CM	2	Livemar	2.45.071.00			48	96
<b>Sistema de achique</b>							
Bomba Achique automática	2	Plastimo	S 500			15	30
Bomba ducha	1	Livemar	Rule 98			15	15
<b>Sistema CI</b>							
<b>Amarre y fondeo</b>							
Molinete	1	Plastimo	PWV1000			1000	1000
<b>Aguas grises y negras</b>							
Bomba maceradora lavabo	1	Vetus	WCL 120S			300	300
Bomba de descarga	1	Vetus	EMP 133			72	72
<b>Agua sanitaria</b>							
Bomba agua a presión	1	FLOJET	1,37,031,00			24	24
Calentador eléctrico (40litros)	1	isotemp	2,42,170,00	750	750		0
<b>Equipo eléctrico</b>							
Cargador Bateorias	1	Mastervolt		8340	8340		
Luces C.M.	3	Livemar				5	15
Sensor T <sup>a</sup> gases escape	1					1	1
<b>Aire acondicionado</b>							
Aquaair 16000 BTU	1			1540	1540		



## Navegando

En esta situación, muchos de los servicios están en “standby” debido a que la tripulación está acomodada en el puente de mando o en bañera, de manera que no hay ningún consumo importante como podrían ser los de las habilitaciones.

La situación de navegación tiene una peculiaridad que la diferencia del resto de situaciones para la instalación de 12 V y es que en esta situación, los motores están es funcionamiento, por tanto los alternadores de los motores están continuamente cargando las baterías, por tanto, para esta situación lo único que tenemos que hacer es asegurarnos que el ritmo de carga de los alternadores es igual o superior al consumo. Para obtener el consumo unitario, hemos puesto que el periodo entre recarga es de 1 h, de esta forma obtenemos los a·h unitarios.

	<i>N</i>	<i>W</i>	<i>W</i>				<i>h</i>	<i>W</i>	<i>W·h</i>
<b>Equipo de cubierta</b>	<i>Uds</i>	<i>Pc</i>	<i>Pc</i>	<i>Kn</i>	<i>Ksr</i>	<i>Ku</i>	<i>Period</i>	<i>Ptot</i>	<i>Ptot</i>
		<b>220V</b>	<b>12V</b>				<i>recarg</i>	<b>220V</b>	<b>12V</b>
Limpiaparabrisas	3		225	1	0,1	0,1	1		22,5
GPS	1		100	1	1	1	1		100
Radar	1		2200	1	1	1	1		2200
Sonda	1		250	1	1	1	1		250
Piloto Automático	1		240	1	1	1	1		240
Luces navegación Ebr y Bbr	2		50	1	1	1	1		50
Luz navegación de popa 225°	1		25	1	1	1	1		25
Luces exteriores toldilla	2		40	1	0	0	1		0
Luces interiores toldilla	3		60	1	0	0	1		0
Luz roja de navegación	1		5	1	1	1	1		5
<b>Navegando</b>									
								<b>W</b>	<b>W·h</b>
								<b>Pdman</b>	<b>Pdman</b>
								<b>220 V</b>	<b>12 V</b>
<b>TOTAL equipo cubierta</b>								<b>0</b>	<b>2892,50</b>



Habilitación		Uds	W Pc 220V	W Pc 12V	Kn	Ksr	Ku	h Period recarg	W Ptot 220V	W·h Ptot 12V
	Nevera	1		40	1	0,7	0,7	1		28
	Luces dinette	3		60	1	0	0	1		0
	Luz pasillo	1		20	1	0	0	1		0
	Luces cocina	2		40	1	0,1	0,1	1		4
	Luces baño	2		40	1	0,1	0,1	1		4
	Luces camarote armador	4		80	1	0	0	1		0
	Enchufes 220	3	1800		1	0	0	1	0	
	Enchufes 12 V	3		600	1	0,1	0,1	1		60
	TV y equipo DVD	1		12	1	0	0	1		0
	Audio	1		10	1	1	1	1		10
<b>Navegando</b>										
									W Pdman 220 V	W·h Pdman 12 V
<b>TOTAL habilitación</b>									<b>0</b>	<b>106,00</b>
Sistemas		Uds	W Pc 220V	W Pc 12V	Kn	Ksr	Ku	h utiliz.	W Ptot 220V	W·h Ptot 12V
<b>Ventilación CM</b>										
	Ventiladores CM	2		96	1	1	1	1		96
<b>Sistema de achique</b>										0
	Bomba Achique automática	2		30	1	1	1	1		30
	Bomba ducha	1		15	1	0	0	1		0
<b>Sistema CI</b>										
<b>Amarre y fondeo</b>										
	Molinete	1		1000	1	0	0	1		0
<b>Aguas grises y negras</b>										
	Bomba maceradora lavabo	1		300	1	0,1	0,1	1		30
	Bomba de descarga	1		72	1	0,1	0,1	1		7,2
<b>Agua sanitaria</b>										
	Bomba agua a presión	1		24	1	0	0	1		0
	Calentador eléctrico (40litros)	1	750	0	1	0	0	1	0	
<b>Equipo eléctrico</b>										
	Cargador Batreias	1	8340		1	0	0	1	0	
	Luces C.M.	3		15	1	0	0	1		0
	Sensor Tª gases escape	1		1	1	1	1	1		1
<b>Aire acondicionado</b>										
	Aquaair 16000 BTU	1	1540		1	1	1	1	1540	
<b>Navegando</b>										
									W Pdman 220 V	W·h Pdman 12 V
<b>TOTAL sistemas</b>									<b>1540</b>	<b>164,20</b>



	<b>KVA</b>	<b>W·h</b>	
	<b>St 220 V</b>	<b>Pdman 12 V</b>	
<b>POTENCIA TOTAL DEMANDADA NAVEGANDO</b>	<b>1,93</b>	3162,70	
<b>Si la tensión de la batería es de 12 V, el consumo medio en Ah</b>		263,56	Ah
<b>Sabiendo que la batería se debe descargar por debajo del 20% de su capacidad nominal, la capacidad de la batería no será inferior a</b>		<b>329,4</b>	<b>Ah</b>

En el catálogo de los motores Volvo y Yanmar que vamos a instalar, observamos que el alternador produce 150 amperios hora y motor a 12 V, por tanto la producción eléctrica en la situación de navegación será suficiente para cubrir el consumo.



## Fondeado

En esta circunstancia, abunda el consumo de los aparatos de las habilitaciones, de manera que se utiliza mucho el aire acondicionado y los aparatos de cocina. Presenta uno de los consumos mayores. Además esta situación puede durar varias horas sin que se arranque el motor ni el generador para recargar las baterías. (Nosotros hemos tomado 8 horas como tiempo entre recarga de baterías)

	<i>N</i>	<i>W</i>	<i>W</i>				<i>h</i>	<i>W</i>	<i>W·h</i>
<b>Equipo de cubierta</b>	<i>Uds</i>	<i>Pc</i>	<i>Pc</i>	<i>Kn</i>	<i>Ksr</i>	<i>Ku</i>	<i>Period</i>	<i>Ptot</i>	<i>Ptot</i>
		<b>220V</b>	<b>12V</b>				<i>recarg</i>	<b>220V</b>	<b>12V</b>
Limpiaparabrisas	3		225	1	0	0	8		0
GPS	1		100	1	0	0	8		0
Radar	1		2200	1	0	0	8		0
Sonda	1		250	1	0	0	8		0
Piloto Automático	1		240	1	0	0	8		0
Luces navegación Ebr y Bbr	2		50	1	0	0	8		0
Luz navegación de popa 225°	1		25	1	1	1	8		200
Luces exteriores toldilla	2		40	1	0,5	0,5	8		160
Luces interiores toldilla	3		60	1	0,5	0,5	8		240
Luz roja de navegación	1		5	1		0	8		0
<b>Fondeado</b>									
								<b>W</b>	<b>W·h</b>
								<b>Pdman</b>	<b>Pdman</b>
								<b>220 V</b>	<b>12 V</b>
								<b>0</b>	<b>600,00</b>
<b>TOTAL equipo cubierta</b>									
	<i>N</i>	<i>W</i>	<i>W</i>				<i>h</i>	<i>W</i>	<i>W·h</i>
<b>Habilitación</b>	<i>Uds</i>	<i>Pc</i>	<i>Pc</i>	<i>Kn</i>	<i>Ksr</i>	<i>Ku</i>	<i>Period</i>	<i>Ptot</i>	<i>Ptot</i>
		<b>220V</b>	<b>12V</b>				<i>recarg</i>	<b>220V</b>	<b>12V</b>
Nevera	1		40	1	0,7	0,7	8		224
Luces dinette	3		60	1	0,5	0,5	8		240
Luz pasillo	1		20	1	0,5	0,5	8		80
Luces cocina	2		40	1	0,5	0,5	8		160
Luces baño	2		40	1	0,5	0,5	8		160
Luces camarote armador	4		80	1	0,1	0,1	8		32
Enchufes 220	3	1800		1	0,2	0,2	8	120	
Enchufes 12 V	3		600	1	0,1	0,1	8		240
TV y equipo DVD	1		12	1	0,2	0,2	8		19,2
Audio	1		10	1	0,2	0,2	8		16
<b>Fondeado</b>									
								<b>W</b>	<b>W·h</b>
								<b>Pdman</b>	<b>Pdman</b>
								<b>220 V</b>	<b>12 V</b>
								<b>120</b>	<b>1171,20</b>
<b>TOTAL habilitación</b>									



		W Pc 220V	W Pc 12V	Kn	Ksr	Ku	h utiliz.	W Ptot 220V	W·h Ptot 12V
<b>Sistemas</b>									
<b>Ventilación CM</b>									
Ventiladores CM	2		96	1	0	0	8		0
<b>Sistema de achique</b>									
Bomba Achique automática	2		30	1	0,3	0,3	8		60
Bomba ducha	1		15	1	0,5	0,5	8		60
<b>Sistema CI</b>									
<b>Amarre y fondeo</b>									
Molinete	1		1000	1	0,1	0,1	8		400
<b>Aguas grises y negras</b>									
Bomba maceradora lavabo	1		300	1	0,1	0,1	8		240
Bomba de descarga	1		72	1	0	0	8		0
<b>Agua sanitaria</b>									
Bomba agua a presión	1		24	1	0,3	0,3	8		48
Calentador eléctrico (40litros)	1	750	0	1	0,3	0,3	8	225	0
<b>Equipo eléctrico</b>									
Cargador Batrias	1	8340		1	0	0	8	0	
Luces C.M.	3		15	1	0	0	8		0
Sensor Tª gases escape	1		1	1	0	0	8		0
<b>Aire acondicionado</b>									
Aquaair 16000 BTU	1	1540		1	1	1	8	1540	
<b>Fondeado</b>									
								W Pdman 220 V	W·h Pdman 12 V
<b>TOTAL sistemas</b>								1765	808,00

	KVA	W·h	
	St 220 V	Pdman 12 V	
<b>POTENCIA TOTAL DEMANDADA FONDEADO</b>	<b>2,36</b>	2579,20	
Si la tensión de la batería es de 12 V, el consumo medio en Ah		214.93	Ah
Sabiendo que la batería se debe descargar por debajo del 20% de su capacidad nominal, la capacidad de la batería no será inferior a		<b>268.68</b>	<b>Ah</b>



## Maniobras

Al igual que en el caso de situación de navegación, en la situación de maniobras, los motores de la embarcación van a estar en marcha, por tanto las baterías se están cargando de forma permanente.

Equipo de cubierta	N Uds	W	W				h	W	W-h	
		Pc 220V	Pc 12V	Kn	Ksr	Ku	Period recarg	Ptot 220V	Ptot 12V	
Limpiaparabrisas	3		225	1	0,1	0,1	1		22,5	
GPS	1		100	1	1	1	1		100	
Radar	1		2200	1	1	1	1		2200	
Sonda	1		250	1	1	1	1		250	
Piloto Automático	1		240	1	1	1	1		240	
Luces navegación Ebr y Bbr	2		50	1	1	1	1		50	
Luz navegación de popa 225º	1		25	1	1	1	1		25	
Luces exteriores toldilla	2		40	1	0	0	1		0	
Luces interiores toldilla	3		60	1	0	0	1		0	
Luz roja de navegación	1		5	1	1	1	1		5	
<b>Maniobras</b>										
									<b>W</b>	<b>W-h</b>
									<b>Pdman</b>	<b>Pdman</b>
									<b>220 V</b>	<b>12 V</b>
<b>TOTAL equipo cubierta</b>									0	2892,50

Habilitación	Uds	W	W				h	W	W-h	
		Pc 220V	Pc 12V	Kn	Ksr	Ku	Period recarg	Ptot 220V	Ptot 12V	
Nevera	1		40	1	0,7	0,7	1		28	
Luces dinette	3		60	1	0	0	1		0	
Luz pasillo	1		20	1	0	0	1		0	
Luces cocina	2		40	1	0,1	0,1	1		4	
Luces baño	2		40	1	0,1	0,1	1		4	
Luces camarote armador	4		80		0	0	1		0	
Enchufes 220	3	1800		1	0	0	1	0		
Enchufes 12 V	3		600	1	0,1	0,1	1		60	
TV y equipo DVD	1		12	1	0	0	1		0	
Audio	1		10	1	1	1	1	0	10	
<b>Maniobras</b>										
									<b>W</b>	<b>W-h</b>
									<b>Pdman</b>	<b>Pdman</b>
									<b>220 V</b>	<b>12 V</b>
<b>TOTAL habilitación</b>									0	106,00



		W Pc 220V	W Pc 12V	Kn	Ksr	Ku	h utiliz.	W Ptot 220V	W-h Ptot 12V
<b>Sistemas</b>									
<b>Ventilación CM</b>									
Ventiladores CM	2		96	1	1	1	1		
<b>Sistema de achique</b>									
Bomba Achique automática	2		30	1	1	1	1		30
Bomba ducha	1		15	1	0	0	1		
<b>Sistema CI</b>									
<b>Amarre y fondeo</b>									
Molinete	1		1000	1	0	0	1		0
<b>Aguas grises y negras</b>									
Bomba maceradora lavabo	1		300	1	0,1	0,1	1		
Bomba de descarga	1		72	1	0,1	0,1	1		
<b>Agua sanitaria</b>									
Bomba agua a presión	1		24	1	0	0	1		0
Calentador eléctrico (40litros)	1	750	0	1	0	0	1	0	0
<b>Equipo eléctrico</b>									
Cargador Batrias	1	8340		1	0	0	1	0	0
Luces C.M.	3		15	1	0	0	1		
Sensor Tª gases escape	1		1	1	1	1	1		
<b>Aire acondicionado</b>									
Aquaair 16000 BTU	1	1540		1	1	1	10	1540	
<b>Maniobras</b>									
								W Pdman 220 V	W-h Pdman 12 V
<b>TOTAL sistemas</b>								1540	30,00

	KVA	W-h	
	St 220 V	Pdman 12 V	
<b>POTENCIA TOTAL DEMANDADA MANIOBRANDO</b>	<b>1,93</b>	3028,50	
<b>Si la tensión de la batería es de 12 V, el consumo medio en Ah</b>		252,38	Ah
<b>Sabiendo que la batería se debe descargar por debajo del 20% de su capacidad nominal, la capacidad de la batería no será inferior a</b>		<b>315,47</b>	<b>Ah</b>

En el catálogo de los motores Volvo y Yanmar que vamos a instalar, observamos que el alternador produce 150 amperios hora y motor a 12 V, por tanto la producción eléctrica en la situación de navegación será suficiente para cubrir el consumo.



## Emergencia

En este apartado se verá el consumo mínimo que han de proporcionar las baterías para poder salir de una situación comprometida, de esta manera, solo se podrá maniobrar para mover la embarcación, y accionar los equipos de CI y achique, así como los equipos básicos de navegación

	<i>N</i>	<b>W</b>	<b>W</b>				<b>h</b>	<b>W</b>	<b>W·h</b>
<b>Equipo de cubierta</b>	<i>Uds</i>	<i>Pc</i>	<i>Pc</i>	<i>Kn</i>	<i>Ksr</i>	<i>Ku</i>	<i>Period</i>	<i>Ptot</i>	<i>Ptot</i>
		<b>220V</b>	<b>12V</b>				<i>recarg</i>	<b>220V</b>	<b>12V</b>
Limpiaparabrisas	3		225	1	0	0	8		0
GPS	1		100	1	1	1	8		100
Radar	1		2200	1	1	1	8		2200
Sonda	1		250	1	1	1	8		250
Piloto Automático	1		240	1	0	0	8		0
Luces navegación Ebr y Bbr	2		50	1	1	1	8		50
Luz navegación de popa 225°	1		25	1	1	1	8		25
Luces exteriores toldilla	2		40	1	0	0	8		0
Luces interiores toldilla	3		60	1	0	0	8		0
Luz roja de navegación	1		5	1	1	1	8		5
<b>Emergencia</b>									
								<b>W</b>	<b>W·h</b>
								<b>Pdman</b>	<b>Pdman</b>
								<b>220 V</b>	<b>12 V</b>
<b>TOTAL equipo cubierta</b>								0	2630,00

	<i>N</i>	<b>W</b>	<b>W</b>				<b>h</b>	<b>W</b>	<b>W·h</b>
<b>Habilitación</b>	<i>Uds</i>	<i>Pc</i>	<i>Pc</i>	<i>Kn</i>	<i>Ksr</i>	<i>Ku</i>	<i>Period</i>	<i>Ptot</i>	<i>Ptot</i>
		<b>220V</b>	<b>12V</b>				<i>recarg</i>	<b>220V</b>	<b>12V</b>
Nevera	1		40	1	0	0	8		0
Luces dinette	3		60	1	0	0	8		0
Luz pasillo	1		20	1	0	0	8		0
Luces cocina	2		40	1	0	0	8		0
Luces baño	2		40	1	0	0	8		0
Luces camarote armador	4		80	1	0	0	8		0
Enchufes 220	3	1800		1	0	0	8	0	
Enchufes 12 V	3		600	1	0	0	8		0
TV y equipo DVD	1		12	1	0	0	8		0
Audio	1		10	1	0	0	8		0
<b>Emergencia</b>									
								<b>W</b>	<b>W·h</b>
								<b>Pdman</b>	<b>Pdman</b>
								<b>220 V</b>	<b>12 V</b>
<b>TOTAL habilitación</b>								0	0



		W Pc 220V	W Pc 12V	Kn	Ksr	Ku	h utiliz.	W Ptot 220V	W-h Ptot 12V
<b>Sistemas</b>									
<b>Ventilación CM</b>									
Ventiladores CM	2		96	1	0	0	8		
<b>Sistema de achique</b>									
Bomba Achique automática	2		30	1	1	1	8		30
Bomba ducha	1		15	1	0	0	8		
<b>Sistema CI</b>									
<b>Amarre y fondeo</b>									
Molinete	1		1000	1	0,1	0,1	8		100
<b>Aguas grises y negras</b>									
Bomba maceradora lavabo	1		300	1	0	0	8		
Bomba de descarga	1		72	1	0	0	8		
<b>Agua sanitaria</b>									
Bomba agua a presión	1		24	1	0	0	8		0
Calentador eléctrico (40litros)	1	750	0	1	0	0	8	0	0
<b>Equipo eléctrico</b>									
Cargador Baterias	1	8340		1	0	0	8	0	0
Luces C.M.	3		15	1	1	1	8		
Sensor Tª gases escape	1		1	1	0	0	8		
<b>Aire acondicionado</b>									
Aquaair 16000 BTU	1	1540		1	0	0	8	0	
<b>Emergencia</b>									
								W Pdman 220 V	W-h Pdman 12 V
<b>TOTAL sistemas</b>								0	130,00

	KVA	W-h	
	St 220 V	Pdman 12 V	
<b>POTENCIA TOTAL DEMANDADA EN EMERGENCIA</b>	<b>0,00</b>	2760,00	
Si la tensión de la batería es de 12 V, el consumo medio en Ah		230,00	Ah
Sabiendo que la batería se debe descargar por debajo del 20% de su capacidad nominal, la capacidad de la batería no será inferior a		<b>287,5</b>	Ah



### Elección de las baterías y del generador

En resumen los consumos a bordo que nos interesan para la elección de las baterías y del generador, son los siguientes

<b>Situación</b>	Potencia demandada 220 V [KVA]	Potencia demandada 12 V [A·h]
<b>Navegando</b>	1.93	329.4
<b>Fondeado</b>	2.36	268.67
<b>Maniobras</b>	1.93	315.47
<b>Emergencia</b>	0.00	287.5

En la situación de navegación y de maniobras, el consumo eléctrico de 12 V queda cubierto por el alternador de los motores, mientras que en la situación de emergencia y de fondeado, el consumo eléctrico debe ser cubierto único y exclusivamente por las baterías.

Con estos resultados nos decantamos por instalar para los servicios, dos baterías VETUS de 143 ah, montadas en paralelo, obtenemos por tanto una corriente de 12 V con 286 a·h

capacidad [Ah]	143
voltaje [V]	12
capacidad descarga arranque en frio CCA [BCI]	970
capacidad de reserva [a 25 A]	300
medidas [cm] largo x ancho x alto	50.8 x 21.5 x 23.4
peso [kg]	41



Para escoger el generador, buscaremos uno que funcione a un régimen aproximadamente del 90 % para la situación de máximo consumo que es en la situación de fondeado, de esta forma reducimos el consumo y aumentamos la fiabilidad, ya que los conductos de escape se ensucian menos.

Del catálogo Mastervolt, escogemos el generador Whisper 3.5 que tiene las siguientes especificaciones

Potencia nominal	3.75 kVA (3 kW)
Voltaje	230V - 13A
Frecuencia de salida	50Hz
Factor de potencia/cos phi	0.8
Tolerancia de Voltaje (V)	±6%
Tolerancia de frecuencia (Hz)	±5%
Bateria de arranque	12V 55Ah
Dimensiones incluyendo carcasa (LxWxH)	505x400x500 mm
Peso en seco	97 kg
Escape húmedo	Ø40 mm
Escape seco	Ø1 inch BSP
Ángulo de operación máximo	25° in todas direcciones

**EPECIFICACIONES DEL MOTOR**

Modela	OC60
Número de cilindros	1
Cilindrada	276 cc
Consumo de aire	0.38m <sup>3</sup> /min.
Consumo de fuel	0.7-1.2 l/h

Con este generador, que es el más pequeño que nos ofrece la marca Mastervolt, el régimen de funcionamiento queda de la siguiente manera

Situación	Potencia demandada [KVA]	Régimen
<b>Navegando</b>	1.93	51 %
<b>Fondeado</b>	2.36	63 %
<b>Maniobras</b>	1.93	51 %
<b>Emergencia</b>	0.00	0 %



## Baterías de arranque

Como hemos comentado anteriormente, en la instalación eléctrica de corriente continua, vamos a tener un juego baterías independiente para el sistema de arranque, para evitar sorpresas el día que vamos a arrancar el motor después de un largo periodo de tiempo (en invierno por ejemplo)

Siguiendo los consejos del manual de instalación volvo, instalaremos una batería para cada motor con una capacidad mínima de 75 A·h.

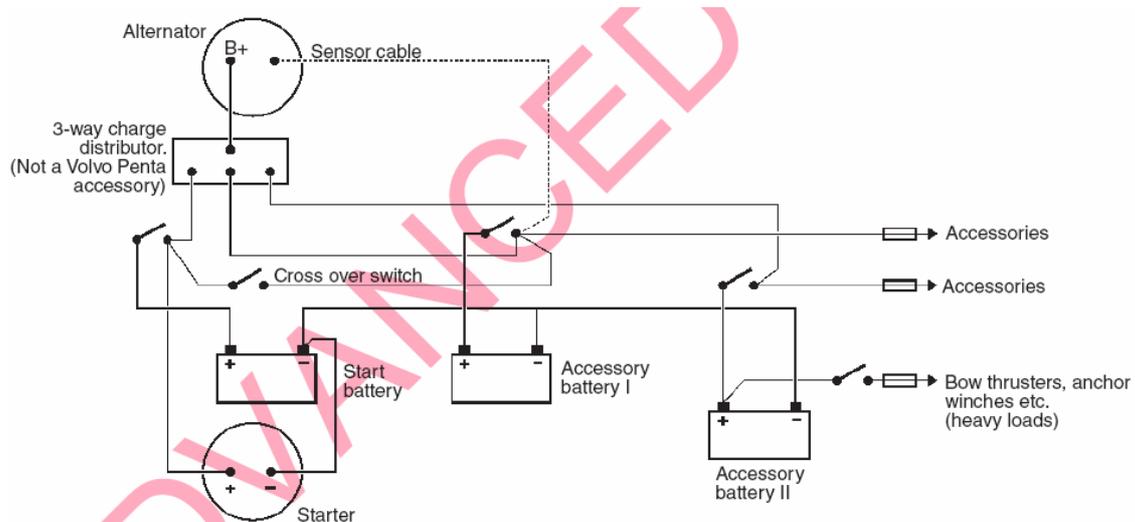
Al igual que en el caso de la instalación para los servicios, escogeremos baterías de la marca VETUS, con una capacidad de 90 A·h, además también igual que antes, estas baterías se instalarán en paralelo, por tanto obtendremos 12 V y 180 A·h

Sección del cable de la batería de arranque

### Total start battery cable length and cable area

<b>Total length of positive (+) and negative (-) cables, max. lengths m (ft)</b>	5.2 (20)	7.3 (29)	9.7 (38)	12.4 (49)
<b>Cable area, mm<sup>2</sup></b>	50	70	95	120

Instalación recomendada por volvo





### Baterías del motor de proa

Siguiendo los consejos de VETUS que es el fabricante de la hélice de proa, instalaremos dos baterías con una capacidad de 143 A·h, en este caso, a diferencia de los dos anteriores, las baterías se instalarán en serie, de esta forma obtenemos un voltaje de 24 V y una capacidad de 143 A·h.