

# Prácticas de embarque

## Buque Lola B



**Jordi Bartrons Casademont**

**Curso 2010-2011**

**Diplomatura en Máquinas Navales**

**Facultat de Nàutica de Barcelona- UPC**

*Profesor: Juan A. Moreno*

## Índice

<b>1- Introducción</b>	<b>3</b>
<b>2- Generalidades</b>	<b>4</b>
<b>3- Sala de control de máquinas</b>	<b>9</b>
<b>4- Breve descripción de la distribución de la sala de máquinas</b>	<b>12</b>
<b>5- Sistema Propulsor</b>	<b>13</b>
<b>6- Maniobra. Principales Operaciones. Arranque y parada MP</b>	<b>23</b>
<b>7- Sistema de Combustible</b>	<b>28</b>
<b>8- Sistema de Refrigeración</b>	<b>41</b>
<b>9- Sistema de aceite de lubricación del MP</b>	<b>52</b>
<b>10- Sistema de Aceite Térmico</b>	<b>56</b>
<b>11- Sistema de Aire Comprimido</b>	<b>59</b>
<b>12- Sistemas de Seguridad</b>	<b>65</b>
<b>13- Lucha contra la Contaminación</b>	<b>73</b>
<b>14- Anexos</b>	<b>78</b>

## 1. Introducción

El Lola B es un buque portacontenedores que pertenece a la naviera Boluda Lines, de bandera española (con el registro canario), por lo que puede tener como máximo un 49% de tripulación extracomunitaria.

Fue construido en los astilleros de Scheepswerf de Hoop Lobith en Holanda en el año 1994, siendo supervisado por la clasificadora Germanischer Lloyd, y su puerto de registro es el de Santa Cruz de Tenerife.

En el periodo durante el cual estuve embarcado el primer mes cubría la línea Alicante- Canarias, exceptuando 15 días que estuvo parado por reparación del motor y demás equipos. A partir del segundo mes cubrió la línea Las Palmas- Casablanca- Génova- Livorno- Sfax- Las Palmas.



figura 1. Panorámica del barco

## **2. Generalidades**

### **2.1. Características Principales**

- Número OMI: 9071040
- Registro: Sta. Cruz de Tenerife / TE 19/1998 ( Grupo II Clase Z)
- Incorporación: 01/06/1994
- Eslora máxima: 135,61 m
- Eslora entre perpendiculares: 125,72 m
- Manga máxima: 20,5 m
- Puntal: 10,5 m
- Calado máximo de verano: 8,25 m
- Toneladas de peso muerto: 10425 tons.
- G.R.T.: 7424
- N.R.T.: 4604
- Calado a plena carga: +/- 8 metros.
- Calado en lastre normal: entre 4 y 5 metros.
- Capacidad para contenedores: 758 Teu en total.
  - Por debajo de la cubierta: 286 Teu.
  - Por encima de la cubierta: 472 Teu.
- Material casco: Acero
- Motor Principal: Wärtsilä
- Tipo: 9R46
- Potencia: 8775 KW

- Velocidad Crucero: 14,5 nudos
- Velocidad máxima: 18 nudos
- Hélices propulsoras: 1
- Tipo: Paso Variable.
- Motores Auxiliares: Caterpillar
- Tipo: 3508
- Potencia generada: Hasta 470 KW por motor.
- Botes Rescate: 2x22 personas
- Número tripulantes: 14

El Lola B es un barco que aún se le puede considerar moderno, y trabaja a máquina desatendida. Excluyendo las maniobras, en el que se requiere todo el personal excepto el engrasador, el horario es de 8h a 17h. Los camarotes de Jefe de Máquinas, 1r Oficial y 2do, así como el comedor están provistos de alarma.

Al ser máquina desatendida, el personal de máquinas es más reducido que en uno donde se hagan guardias.

La tripulación de seguridad del buque son 11: Capitán, 1r Oficial, 2do Oficial, Jefe de Máquinas, 1r Oficial máquinas, Caldereta, Engrasador, cocinero, Contramaestre, y dos marineros. En el período que estuve había los mencionados más un marinero, 2 alumnos de puente y alumno máquinas.

## 2.2. Disposición carga del buque

El Lola B dispone de 6 bodegas de carga: 5 entre la habitación y la proa y una entre la habitación y la popa.

Como ya se ha dicho, la capacidad máxima es de 758 teus, aunque nunca se suele sobrepasar los 400 teus. Los enchufes principales para los *reefers* se encuentran al finalizar la cubierta de popa, justo por delante de la habitación.

Hay que apuntar que en los primeros años este buque estaba capacitado para transportar carga frigorífica a granel en sus bodegas (en éstas aún se puede ver el forrado con aislante térmico), quedando desde el año 2000 las instalaciones frigoríficas fuera de servicio.



figura 2. Carga por encima de la bodega 4

### 2.3. Disposición de la habilitación

Se divide en hasta 7 cubiertas:

-*Cubierta magistral*: El punto más alto de la embarcación, donde por encima de ella se encuentran las antenas y los dos radares. Las baterías de emergencia se colocan en dicha cubierta.



figura 3. Cubierta magistral

-*Puente de navegación*: Como su propio nombre indica es donde se encuentra el puente.

En él se ubican las cartas de navegación, publicaciones, un repetidor de control de la máquina, así como los diferentes aparatos de navegación entre los que se pueden citar: cartas de navegación, GPS, repetidor de control de la máquina, giroscopio, radar, todos los documentos y certificados correspondientes del buque, etc.

Los alerones de Er y Br de la misma cubierta poseen un control de mando para las maniobras.



figura 4. Puente de navegación

-*Cubierta de oficiales*: En ella se encuentran los camarotes y despachos del Jefe de Máquinas y Capitán, así como los camarotes del Oficial de Radio y el Armador.

-*Cubierta maquinistas*: Camarotes de 1ro y segundo Oficial tanto de Cubierta como de Máquinas, un camarote de reserva y un pequeño pañol.

-*Cubierta de la tripulación*: Camarotes del Contramaestre, Caldereta, Cocinero, Alumnos, y dos más de reserva, así como otro pequeño pañol. En esta misma cubierta se encuentran los botes de rescate, accediendo por la puerta de popa.

Hay que añadir que en cada una de estas cubiertas se puede acceder a su correspondiente plataforma de la chimenea.

-*Cubierta de Popa* (zona habilitación): En ella se encuentran las cámaras de oficiales y subalternos, cocina, y la oficina/enfermería. Por esta cubierta está el acceso principal a la habilitación.

-*Cubierta principal*: En ella se encuentran algunos camarotes para marineros, la gambuza y demás pañoles al lado de estribor. Por el lado de babor ya se encuentra la sala de control de máquinas con el vestuario, así como la misma entrada a la máquina por la plataforma superior.

### 3. Sala de control de máquinas

En esta sala es donde se controla toda la máquina y los oficiales delegan la mayoría de operaciones.

Aquí se encuentran todos los cuadros eléctricos relativos a los generadores auxiliares, generador de cola, junto con el cuadro de sincronismo para realizar los acoplamientos necesarios.

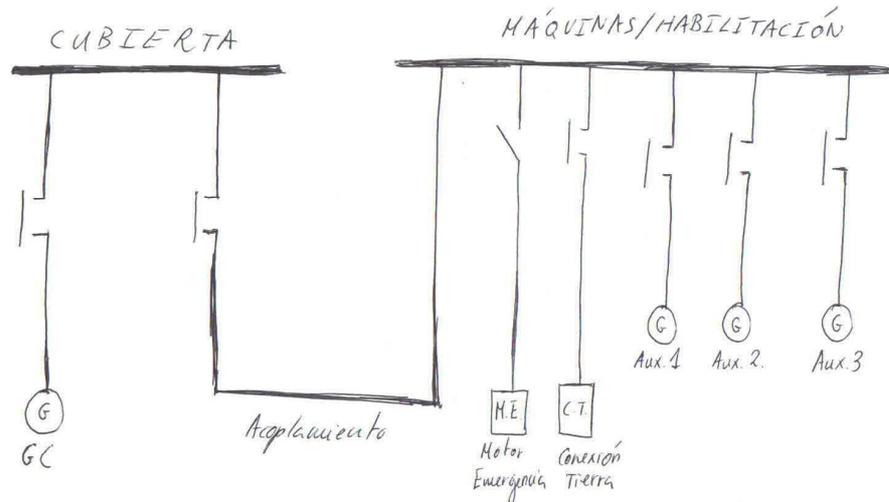


figura 5. Esquema Acoplamientos

Un ejemplo de sincronismo sería en la maniobra para salir a navegar, donde se requieren dos auxiliares y el generador de cola funcionando simultáneamente, donde este último se usa, entre otras funciones, para la hélice de proa.

Partiendo de un auxiliar en marcha, en primer lugar se arranca el segundo auxiliar deseado, dejándose calentar unos segundos y acto seguido se procede al acoplamiento. Para ello, a la vez que se va mirando el sincronoscopio, vas aumentando o disminuyendo la velocidad del generador a acoplar hasta que estén los dos a la misma frecuencia (60 Hz). En este momento salta el *braker* automáticamente y queda acoplado.

Como se ve en el esquema, antes de arrancar el generador de cola hay es preferible desacoplar la conexión de cubierta a máquinas/habilitación (ya que la cubierta puede quedarse un instante sin tensión) y, habiéndose arrancado previamente el GC (al llegar el motor a 500rpm), se acopla manualmente con el interruptor del *braker*.

Luego en navegación se tira el segundo auxiliar, y volviendo a sincronizar, esta vez entre el primer auxiliar y la conexión cubierta a máquinas/habilitación, se acopla dicha conexión y se tira el auxiliar, quedando de esta forma el GC alimentando todo el conjunto de la planta.



figura 6. Cuadros de sincronismo y generador 1

Por la parte de babor se disponen los diferentes paneles para el accionamiento de distintas bombas i ventilación; algunos interruptores con posiciones de solo arranque/parada, y cuando se dispone de más de una bomba el interruptor tiene tres posiciones: En off, manual (en funcionamiento), y reserva (en standby). Los indicadores de las bombas son amperímetros, donde se lee el consumo eléctrico de la bomba; y tienen una marca fijada para el consumo de cada una, para que de esa forma se pueda detectar en el momento una avería de la misma por un aumento de consumo impropio.

Entre los paneles hay el escritorio con el ordenador para las gestiones y demás cuadernos, como el diario de máquinas.

Justo al medio de la sala está lo que sería el control de la máquina principal: regulación del viscosímetro para el fuel, control del pitch de la hélice, arranque o parada del motor principal, servicio para pasar el control de la máquina al puente, revoluciones del MP y de la turbo, indicador de zonas del incendio, etc. Al otro extremo de la mesa se encuentra el monitor donde se muestran todos los parámetros de control en conexión permanente de sus correspondientes alarmas, como por ejemplo las temperaturas de los gases de escape del motor, o la presión de la bomba de aceite térmico.

En cada uno de los parámetros se pueden estipular diferentes acciones según la bajada o subida de las unidades de cada uno de ellos: Por ejemplo, la presión de la inyección de fuel es normalmente de 7,5-7,7 bares. Este parámetro está fijado para que si la presión disminuye hasta 4 bares automáticamente se pare la máquina, y evidentemente a la vez que da la alarma.

Un poco más apartado están las diferentes estanterías con más cuadernos y manuales de instrucciones.

Colgada de uno de ellos está la pizarra que indica el estado de los tanques de lastre. Cuando se achica/lastra un tanque, se anotan los minutos durante el cual se ha realizado la operación.

Por último desde la sala de control hay el acceso al pañol eléctrico, aunque también se utiliza como almacén de diferentes repuestos.

Durante la maniobra siempre ha de haber al menos un oficial en la sala para poder seguir el funcionamiento de todos los equipos i dirigir en consecuencia, así como para tener una comunicación permanente con el puente.



figura 7. Sala de control de máquinas

#### **4. Breve descripción de la distribución de la sala de máquinas**

La sala de máquinas se divide en cuatro plantas, que excepto el tecele de caldera todas rodean al motor principal. A continuación se nombran los equipos principales que se encuentran en cada una de ellas:

- Tecele caldera: Situada en la misma cubierta principal, los principales equipos son la caldera, el tanque de compensación A/D del motor principal, bombas de circulación de aceite térmico, economizador de la caldera, tanques y calefacción sanitarios, y tanque del aceite de bocina.
- Tecele/plataforma intermedia: Los tres motores auxiliares, tanques sedimentación y diario de gasoil, planta tratamiento de aguas fecales, baterías arranque MMAA, tanques de aceite de todos los equipos, taller, la planta de frío (en desuso), equipo compresor del aire acondicionado y gambuza, y repuestos del motor principal.
- Tecele/plataforma del motor principal: Cuarto de depuradoras y módulo de combustible, compresores de aire, botellas de aire comprimido, diferentes tanques hidróforos, bombas de A/D alta temperatura y baja temperatura del MP, bombas A/D auxiliares, generador de A/D, calefacción agua del MP, enfriador de A/D principal y de puerto, desaireador, acceso a plataforma del MP, bomba de aceite hidráulico del paso de la hélice, accesos al eje de cola.
- Planta baja: Tomas de fondo, bomba de lastre y servicios generales, bombas de trasiego fueloil y dieseloil, tanques de fueloil, bomba de sentinas (de pistones), bomba de descarga de lodos, bomba de aceite de lubricación del MP, filtros de aceite, enfriador de aceite, bombas de A/S, bomba contraincendios, eje de cola con los cojinetes de empuje y apoyo, reductora, generador de cola, separador de sentinas.



figura 8. Generador de cola, planta baja

## **5. Sistema Propulsor**

En este apartado se hablará de todo el conjunto de diseño y funciones de los equipos que forman el sistema propulsor, sobretodo del motor principal.

Los equipos que forman el sistema propulsor son:

- 5.1 Motor Principal, Wärtsilä diesel 9R46.
- 5.2 Hélice de popa de paso variable.
- 5.3 Hélice de proa
- 5.4 Servomotor

## 5.1 El Motor Principal

El motor principal wärtsilä funciona con un ciclo diesel de 4 tiempos, por lo que la inyección del combustible es directa, y utiliza un sistema de doble inyección..

Tiene 9 cilindros dispuestos en línea, y está preparado tanto para fuel como para gasoil, aunque este último solo se suele consumir justo antes de ir a dique o reparación del motor para hacer limpieza e ir disminuyendo la temperatura de los conductos.

Posee un turbocompresor, por lo que está sobrealimentado, con refrigeración del aire de carga. Este gira a unas 10500 rpm, produciendo un gran caudal del aire de carga, a una presión de entre 1,5 y 1,7 bares. Tiene incorporado un bypass que se activa a partir de dos bares de presión.

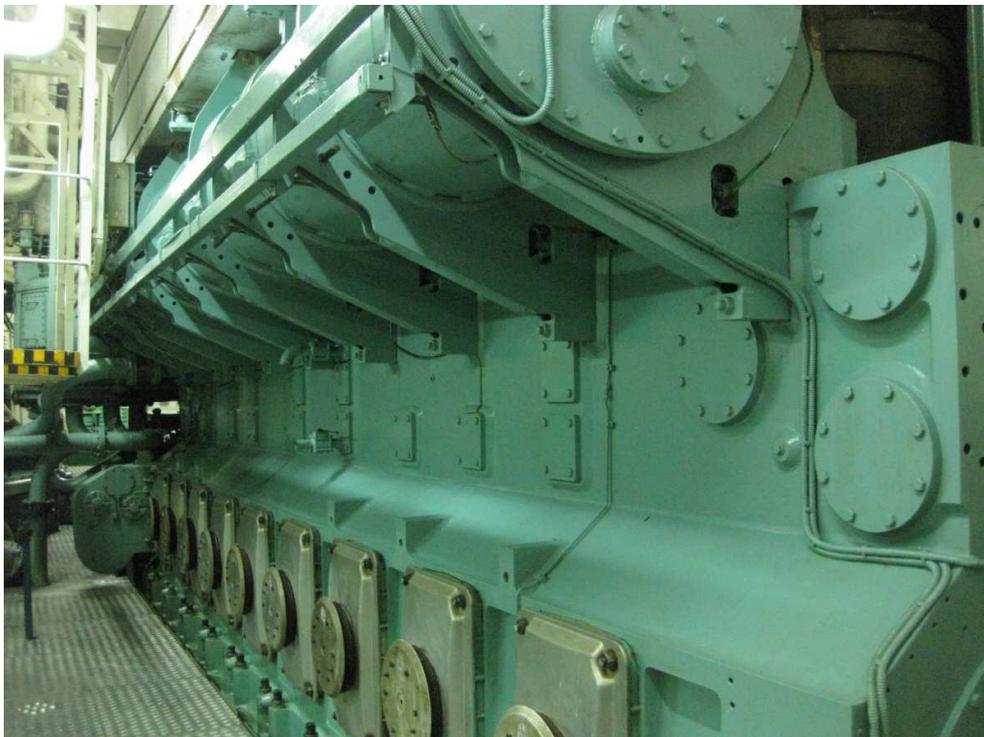


figura 9. Motor Principal

El bloque del motor se funde en una sola pieza, fijado en la última plataforma de la sala de máquinas mediante pernos de fijación a lo largo del bloque del motor y dos pernos de ajuste situados en la proa de este.



figura 10. Pernos de fijación y ajuste del MP

Las tapas del cárter, hechas de metal ligero, cierran herméticamente contra el bloque por medio de juntas de goma especial. Las del lado de estribor poseen un fuelle que actúan como válvulas de seguridad. Si se produce sobrepresión en la cámara del cárter por una avería, estos fuelles dejan escapar los gases evitando una posible explosión. Este sistema es de gran importancia ya que en motores que no lo tenían alguna vez se han producido grandes llamaradas (ver figura 9).

En la misma altura del cárter hay un detector de niebla siempre operativo, que controla diferentes situaciones aparte de la principal, como temperaturas, el flujo del aire, etc.

El cigüeñal es de una sola pieza compuesta con contrapesos, que al mismo tiempo distribuyen el aceite por los elementos mecánicos de la cámara del cárter, produciendo un efecto óptimo de mezcla. Éste se mantiene suspendido gracias a los cojinetes principales, que se sujetan mediante tornillos tensados hidráulicamente, 2 desde abajo y 2 horizontales. Todos ellos van provistos de sensores de temperatura.

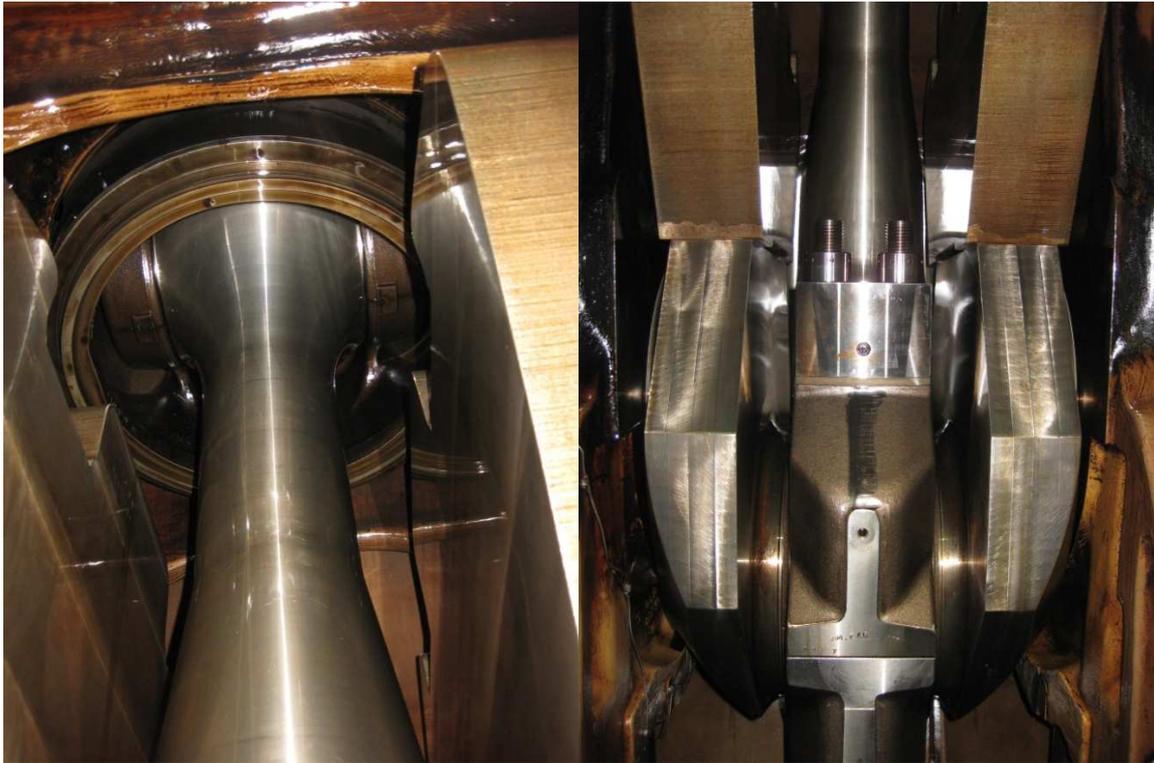
Las bielas están forjadas por estampación, en tres piezas. Están diseñadas especialmente para que las fuerzas generadas por la combustión se distribuyan sobre la mayor superficie del cojinete.

Los cojinetes de cabeza de biela van apretados a éstas mediante pernos fijados con presión hidráulica.

Todos los cojinetes mencionados (también los del bulón), llevan casquillos del tipo tri-metálico para soportar el desgaste.

La corona del pistón está formada por tres aros: Los dos primeros, llamados de compresión, (el primero de los cuales está cromado) aseguran la estanqueidad, y el tercero, llamado rascador, arrastra el aceite proveniente del cárter que antes a lubricado y refrigerado los elementos por un orificio a través de la biela.

La camisa tiene una coronación más ancha en la parte superior donde está rodeada de orificios para la adecuada refrigeración. Más o menos en la mitad están las tres juntas tóricas para asegurar también la estanqueidad.



figuras 11 y 12. Pistón+ biela/ Cojinete cabeza de biela

Las culatas son de acero fundido especial, fijadas mediante cuatro pernos apretados hidráulicamente a través de un útil especial. El diseño de la culata es de doble pared y el agua de refrigeración se conduce desde la periferia hacia el centro, proporcionando una refrigeración eficaz en todas las zonas determinadas.



figura 13 y 14. Esmerilar asiento válvula admisión/ Árbol de levas

También el eje de camones tienen su propia tapa en cada cilindro; éste integra en cada uno de ellos las levas que permiten el movimiento de las cuatro válvulas de la culata: 2 de admisión y dos de escape. Estas son de un acero especial recubiertas para obtener una gran resistencia.

Siempre que se vaya a montar una culata es recomendable esmerilar los asientos de las válvulas, aunque en este motor el fabricante especifica que no se debe hacer en las de escape por cuestiones de diseño.

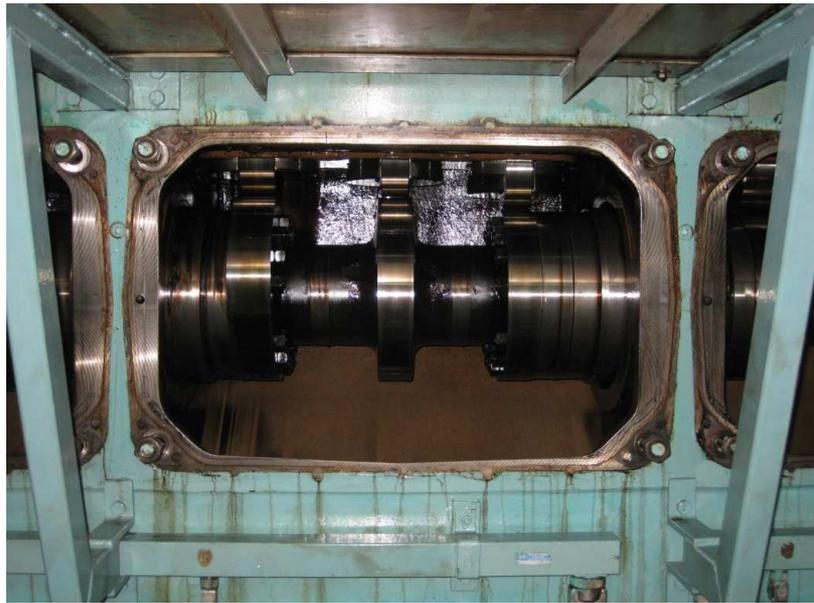


figura 15. Eje de camones

Lo que sería el último tramo del sistema de combustible, a partir de las bombas de alta presión y las tuberías hacia los inyectores, hasta estos mismos, van acoplados a la parte superior del motor, donde existe mucha temperatura, por lo que se tapa debidamente con chapas adecuadas. Es la denominada “caja caliente”.

Los colectores de agua de refrigeración y aire de carga van integrados en el mismo bloque del motor, el último de gran diámetro. Respecto al colector de aceite, que actúa como distribuidor del mismo, se encuentra por debajo del bloque del motor.



figura 16. Zona “caja caliente” desmontada

-Mecanismo de control: La velocidad del motor está gobernada por medio del regulador que controla la cantidad de combustible inyectado correspondiente al índice de carga.

El movimiento de control se transfiere al eje de regulación a través de una varilla accionada por un muelle y los brazos de apoyo. Este mecanismo permite que las funciones de parada o de limitación de carga sean transferidas al eje de regulación, con independencia de la posición del regulador. Es en la arrancada donde la varilla ha de ser colocada en posición correcta de forma manual.

El mecanismo de limitación de carga (no se muestra en el esquema) consta de un sensor magnético que capta la proximidad de una leva especial del mismo eje y actúa sobre el regulador. En este motor la limitación está fijada en un 85% del pitch.

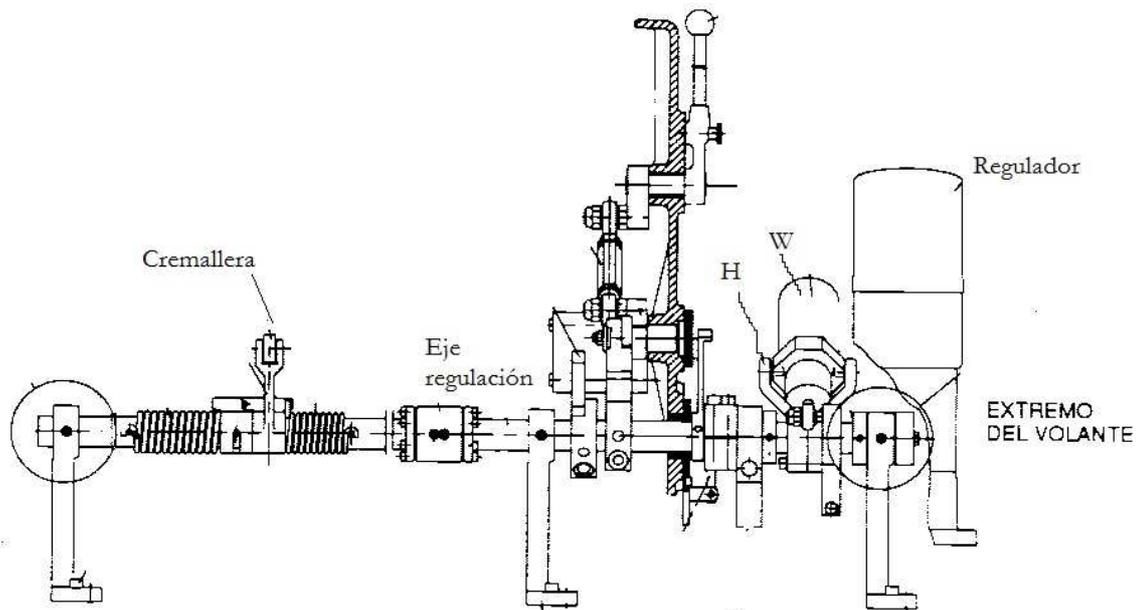


figura 17. Eje de regulación- cremallera.

- Datos técnicos del motor

- Diámetro del cilindro-----460 mm.
- Carrera-----580 mm.
- Cilindrada por cilindro-----96,5 litros.
- Orden de encendido:
  - Girando a derechas-----1,2,4,6,8,9,7,5,3.
  - Girando a izquierdas-----1,3,5,7,9,8,6,4,2.

En la siguiente tabla se muestran los parámetros más importantes del motor principal. Estos han sido tomados en navegación un día cualquiera a condiciones normales de trabajo del motor, con más o menos el 80% del *pitch* de la hélice.

Hay que apuntar que en algunos pocos parámetros, en vez de parar el motor como pasa en la mayoría, si salta la alarma, automáticamente reduce (considerablemente) el *pitch*, como es el caso de la presión de entrada de AT al motor. Si en 5 minutos no se ha solucionada el motor hace la parada.

	Valores normales carga ~ 50%	Alarma	
		Mínimo	Máximo
<b>Temperatura (°C)</b>			
Aceite antes del motor	66,6		80
Aceite después del motor	Entre 8 y 10 grados más		
Agua AT antes del motor	Entre 77 y 85		100
Agua AT después del motor	Entre 5 y 8 grados menos		
Agua BT antes del motor	Alrededor de 50		
Aire de carga en el colector (después del enfriador)	44		75
Gases de escape salida cilindros	Entre 385 y 410		60 grados más
Pre calentamiento agua AT y BT	70		
Entrada F.O. al motor	117	110	127
Camisas	Alrededor de 100		220
Cojinetes principales	Alrededor de 82		100
<b>Presión (bar)</b>			
Aceite antes del motor	4,6	3,5	
Agua BT antes de la bomba	2,8-3	2	
Agua AT antes del motor	2,1-2,15	1,5	
Entrada F.O. al motor	7,6-7,8	4	
Aire de arranque	25	18	30
Aire de carga entrada enfriador	1,62		3,2
Aire de carga salida enfriador	1,29		
Apertura válvula de seguridad bomba de aceite	6-8		

## 5.2 Hélice de popa

Especificaciones técnicas:

Tipo-----1280 HX/4.  
Diámetro-----500 mm.  
Material-----Bronce Ni-Al.  
Nº de palas-----4.  
Rotación-----Hacia fuera/hacia dentro.  
Potencia nominal-----220 KW.

La hélice va sujeta con tornillos de acero a una brida forjada en la parte posterior del eje de la hélice.

La reductora transforma las 500 rpm del motor a las 100 rpm nominales de la hélice. El máximo que podría soportar son unas 150 rpm; más altas provocaría una cavitación y desgaste enormes. Es en el bloque de la reductora donde se dispone la chumacera de empuje.

El sistema hidráulico que incorpora para mover las palas trabaja a 40 bar. El cilindro hidráulico va montado en la parte posterior del cubo de la hélice.

El conjunto eje de cola e intermedio tiene una longitud en total de 18 metros y las mediciones de los diámetros son iguales tanto para el de cola como el intermedio, 325/265/230 mm. Justo a la mitad del eje intermedio es donde está acoplada la chumacera de apoyo.

## 5.3 Hélice de proa

### Especificaciones técnicas

Tipo-----SP 8.  
Material-----Bronce.  
Diámetro-----1100 mm.  
Nº de palas-----4.  
Rotación-----Dextrógira.  
Longitud del túnel-----4500 mm.  
Empuje nominal-----2,31 Tm.  
Velocidad nominal-----485 rpm.  
Acoplamiento-----Benzler I.B.

La hélice de proa es movida por un motor eléctrico de 140 KW de potencia. Solo se puede arrancar con previo aviso del jefe de máquinas cuando se prepara una maniobra, ya que debido a su gran potencia el GC ha de estar en marcha.

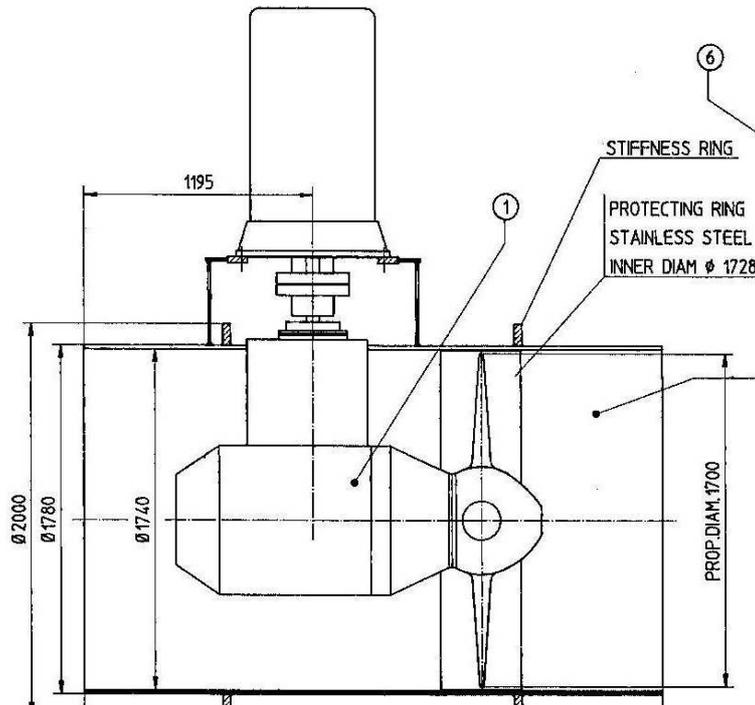


figura 18. Esquema hélice de proa

## 5.4 Servomotor

El servomotor es el equipo encargado de hacer girar el timón. Este consta de dos paletas que el inyectar a gran presión el aceite hidráulico giran según convenga y la fuerza es trasladada al propio timón a través de un eje.

El servo se encuentra en una cámara en la cubierta principal por encima del timón que no alberga nada más excepto algunos repuestos.



figura 19. Timón



figura 20. Servomotor

## **6. Maniobra. Principales Operaciones. Arranque y Parada del MP.**

Antes de arrancar el motor principal, hay que tener en cuenta una serie de comprobaciones y operaciones:

- 1- Cerrar válvula de respiro de la turbo.
- 2- Apagar la calefacción del A/D MP (cuando está parado se pone para que se mantenga caliente). Una vez apagada, al principio se deja pasar poco caudal para que no refrigere excesivamente; unos minutos después del arranque se abre del todo la válvula.  
Asimismo comprobar todo el sistema de A/D de BT y AT, y de A/S, que esté en situación de funcionamiento.
- 3- Cerrar el contraflujo (ver parada), o si estaba en funcionamiento el enfriador de puerto, cerrar el acceso a éste para que se restablezca el flujo en el enfriador principal.
- 4- Arrancar las bombas apropiadas (circulación A/S, A/D, etc.)
- 5- Apagar los compresores (si alguno está encendido) y poner el que está más a proa en automático.
- 6- Sondar tanques de aceite, lodos, diario F.O., etc. Antes y unos minutos después del arranque.
- 7- Encender bomba de aceite lubricante de la reductora.
- 8- Encender bomba de aceite hidráulico para poder cambiar cuando convenga el ángulo de ataque de la hélice.
- 9- El sistema de combustible está en situación de funcionamiento (precalentamiento correcto, presión correcta, bastante circulación para calentar las bombas de inyección de combustible). Poner en posición abierta la palanca que corta el paso de combustible a las bombas de alta presión.
- 10- Abrir entrada sistema aire de arranque. Este ha de ser mayor de 18 bares, y la línea ha de estar purgada de condensados.
- 11- Niveles de aceite del turbocompresor y regulador de velocidad.



2- Realizar un soplado para acabar de limpiar el motor.

Consiste en arrancar desde el control local y acto seguido pararlo, con las purgas de los cilindros abiertas. Antes se desacopla el virador.



figura 22. Control local del MP

Hay que apuntar que este motor está preparado para arrancar sin tener que virar y soplar; si fuera así, estaría unos segundos funcionando a pocas revoluciones antes de tener el control, pero siempre es preferible realizar las acciones previas descritas.

3- Ahora el motor está listo para arrancar. El jefe de máquinas lo arranca desde el control al mismo tiempo que le hace una señal al caldereta para que conecte el eje de las cremalleras de las bombas de alta.

Poco a poco el jefe va aumentando las rpm hasta llegar a las 500 nominales y pulsa el botón para dejarlas constantes. Acto seguido se procede a realizar el sincronizado, como se ha descrito más arriba, del generador de cola.

Se llama al puente para que asuma el control del pitch de la hélice y el ok para el arranque de la hélice de proa.

Hay que comprobar inmediatamente después del arranque y durante toda la maniobra que los parámetros de temperaturas y presiones son normales.

Por último, se abre la válvula encargada para que pase todo el caudal del A/D de refrigeración del MP, se sondan tanques por si hay que hacer las consiguientes operaciones de trasiego y se pone en marcha el generador de A/D (ver en el correspondiente apartado).

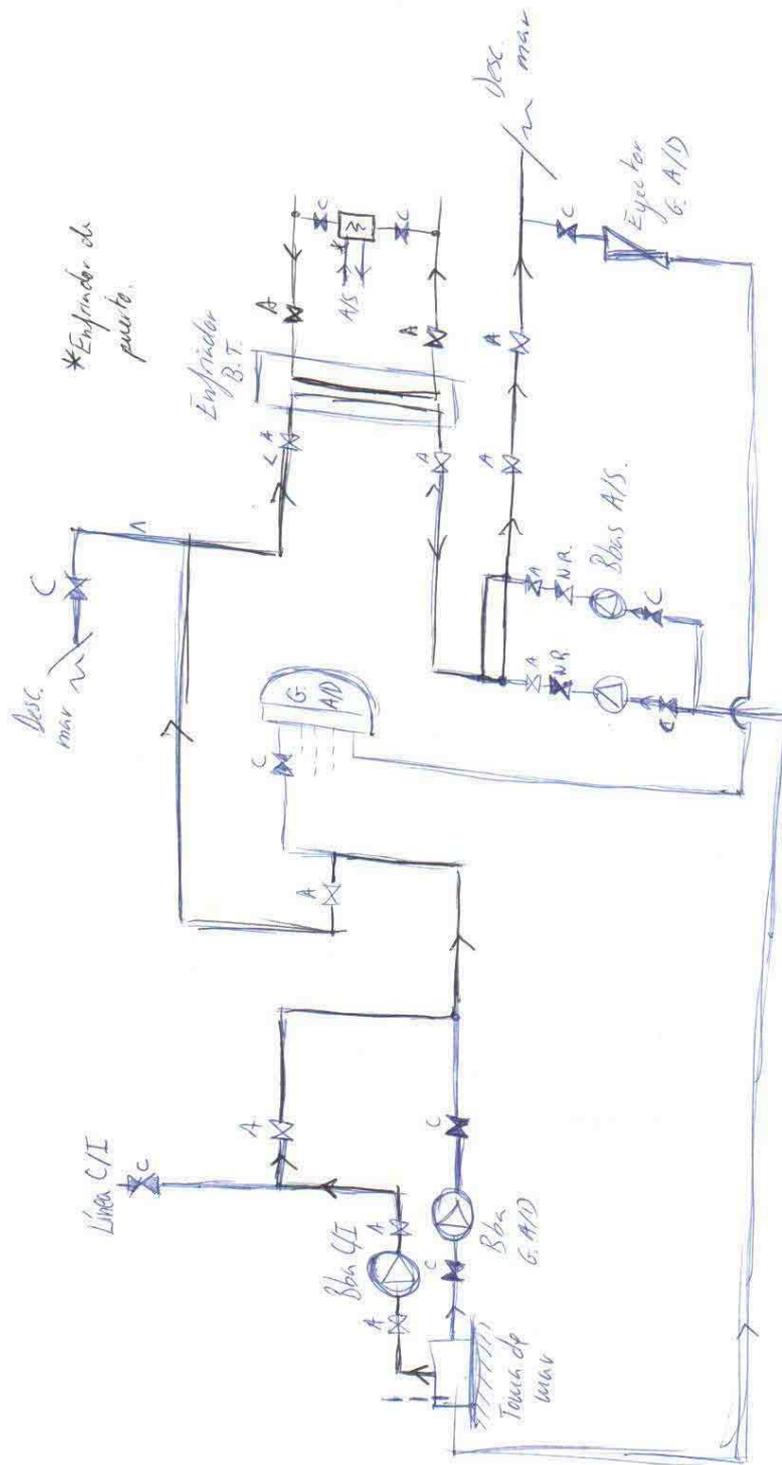
- Parada

Cuando se pulsa la parada desde la sala de control, se realizan los siguientes pasos:

- 1- Automáticamente la válvula solenoide del regulador se activa situando las cremalleras en la posición cero.
- 2- Situar la palanca de acceso del combustible en las bombas de alta en posición cerrada.
- 3- Se apagan las bombas apropiadas, como la del aceite de la reductora y la del aceite hidráulico para el paso variable de la hélice, así como el apagado del G.A/D.
- 4- Encender la calefacción del agua de refrigeración del MP para mantener la temperatura.
- 5- Abrir válvula de respiro de la turbo y se cierra el paso de aire de arranque.
- 6- Se realizan los adecuados sincronismos y acoplamientos para al final dejar en marcha un motor auxiliar.
- 7- Poner operativo el sistema de contraflujo.

Consiste en hacer pasar agua salada a presión por la bomba de contraincendios por el conducto de refrigeración del A/S en sentido contrario, para extraer las posibles impurezas o cuerpos extraños.

A continuación se muestra el esquema del sistema de contraflujo:



Sistema de contraluz (en puerto)  
 - Propósito para limpiar tuberías A/S.

## **7. Sistema de Combustible**

El barco está provisto de 5 tanques de almacenamiento de F.O., cada uno de ellos de unos 150 m<sup>3</sup> con el sistema de calefacción por aceite térmico para el adecuado bombeo, y dos *wings tanks* (babor y estribor) de unos 80 m<sup>3</sup> para el almacenamiento del gasoil.

A partir de ahí, a través de las aspiraciones del piano de válvulas, el combustible es transportado por la correspondiente bomba centrífuga de trasiego hacia los tanques de sedimentación: 2 para el fuel (de 38 m<sup>3</sup>) y uno para el gasoil (de 8), con la instrumentación para controlar los parámetros del fluido.

Como ya se ha mencionado antes, el motor principal acostumbra a consumir (excepto en caso de pre-reparación) fueloil pesado, por lo que el sistema de alimentación para el motor principal está diseñado para el correcto tratamiento de dicho combustible.

El gasoil se emplea para los motores auxiliares, el quemador de la caldera, y el motor de emergencia, aunque este último posee un tanque en la misma cámara.

Desde los tanques de sedimentación el combustible circula a través de la bomba de la depuradora, siguiéndole un precalentador, hasta entrar en dicha depuradora extrayéndose toda clase de lodos y aguas que posea el combustible, para depositarse en el tanque diario antes del circuito de alimentación.

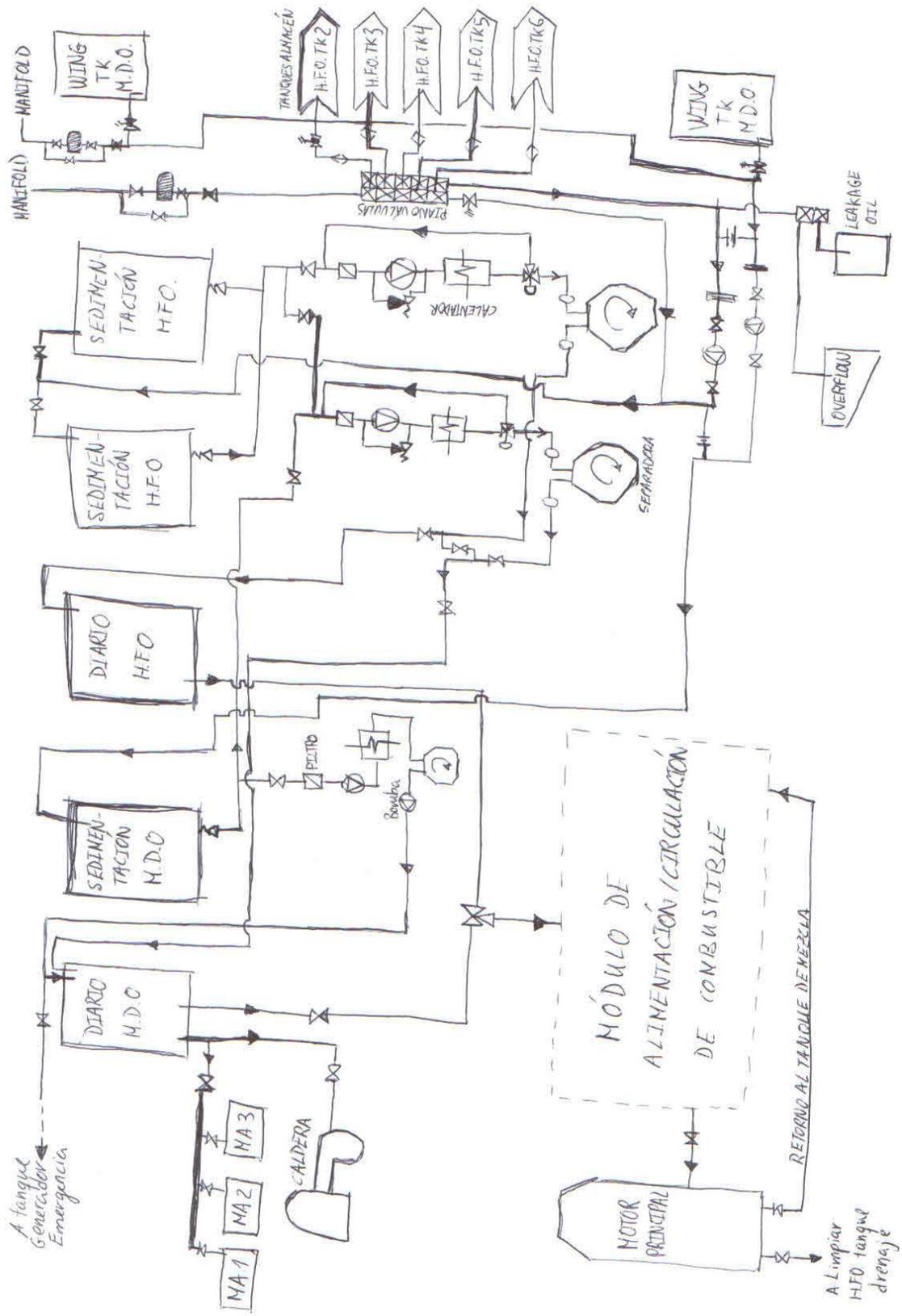
El tanque diario de fuel tiene casi 28 m<sup>3</sup>, y el motor consume en condiciones normales unas 25 toneladas al día. El tanque diario de gasoil tiene 7,7 m<sup>3</sup> de capacidad.

El fueloil, como se ve en la figura, entra en el módulo de combustible para el adecuado tratamiento, pasando por diferentes filtros, bombas de alimentación y circulación, el tanque de mezcla y calentadores, hasta entrar en el sistema interno de inyección del motor.

El módulo posee también un caudalímetro para el contador y un viscosímetro.

El sistema se completa con el tanque de reboses, derrames, y el de lodos.

En el siguiente esquema simplificado se puede apreciar el recorrido:

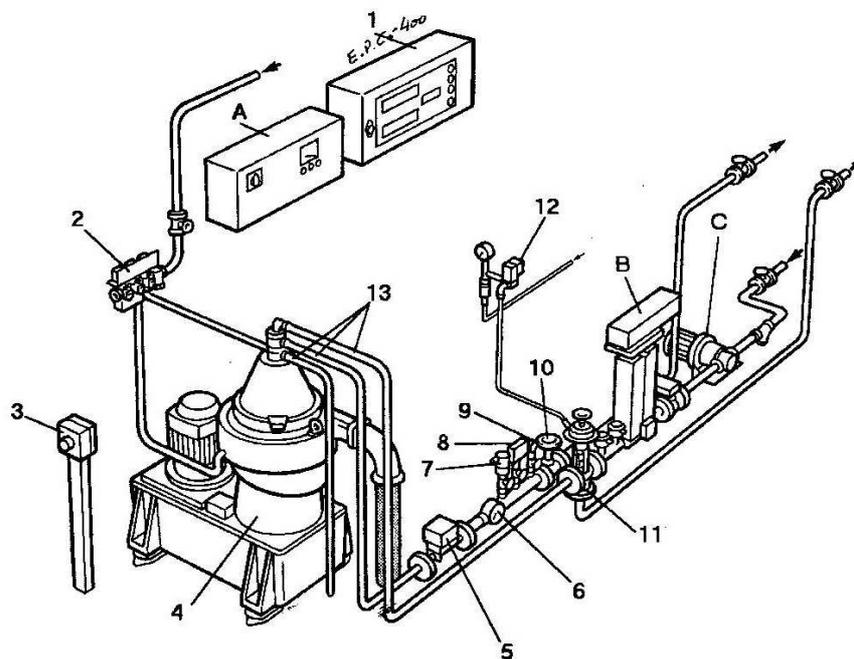


## 7.1 Depuradora de fueloil

La máquina posee una cámara separada donde se disponen el módulo de combustible y las depuradoras: 2 para el fuel, una para el aceite del motor principal y otra, de muy reducido tamaño comparado con las otras, para el gasoil.

La depuradora de fueloil se encarga de la separación del lodo y el agua mediante centrifugado. La separadora está especialmente prevista para densidades mínima de 800 kg/m<sup>3</sup> y máxima de 1010 kg/m<sup>3</sup>, a 150C.

La disposición del sistema es la que se muestra en la siguiente figura:



1. Unidad de control EPC-400
2. Bloque de válvulas solenoide, agua
3. Pulsador de parada de emergencia
4. Separadora MFPX 307
5. Transductor de agua
6. Indicador de flujo
7. Interruptor de alta presión
8. Interruptor de baja presión
9. Manómetro
10. Válvula reguladora
11. Válvula de 3 vías
12. Bloque de válvulas solenoide, aire

- Descripción del funcionamiento de la depuradora de fueloil:

El combustible sin separar se alimenta al rotor a través de la tubería de entrada (V) y se bombea por el distribuidor (D) hacia la parte periférica del rotor. Cuando el fuel alcanza las ranuras del distribuidor, sobresale por los canales formados por el paquete de discos (G) en donde se distribuye de manera uniforme.

El combustible se limpia continuamente a medida que se dirige hacia el centro del rotor. Cuando éste es depurado sale del paquete de discos y fluye hacia arriba, pasa por encima del anillo de nivel del disco superior (C) y penetra en la cámara centrípeta. Desde ahí, es bombeado por el disco centrípeto (U) y sale del rotor a través de la salida de combustible depurado (4). El agua separada, lodos, y partículas sólidas se empujan hacia la periferia del rotor y se almacenan en el espacio de lodos, donde éstos son descargados al tanque de lodos periódicamente. Hay que tener un control especial sobre las partículas separadas, ya que no es extraño que al final se acumule demasiada agua que inevitablemente se descargue con el fuel separado.

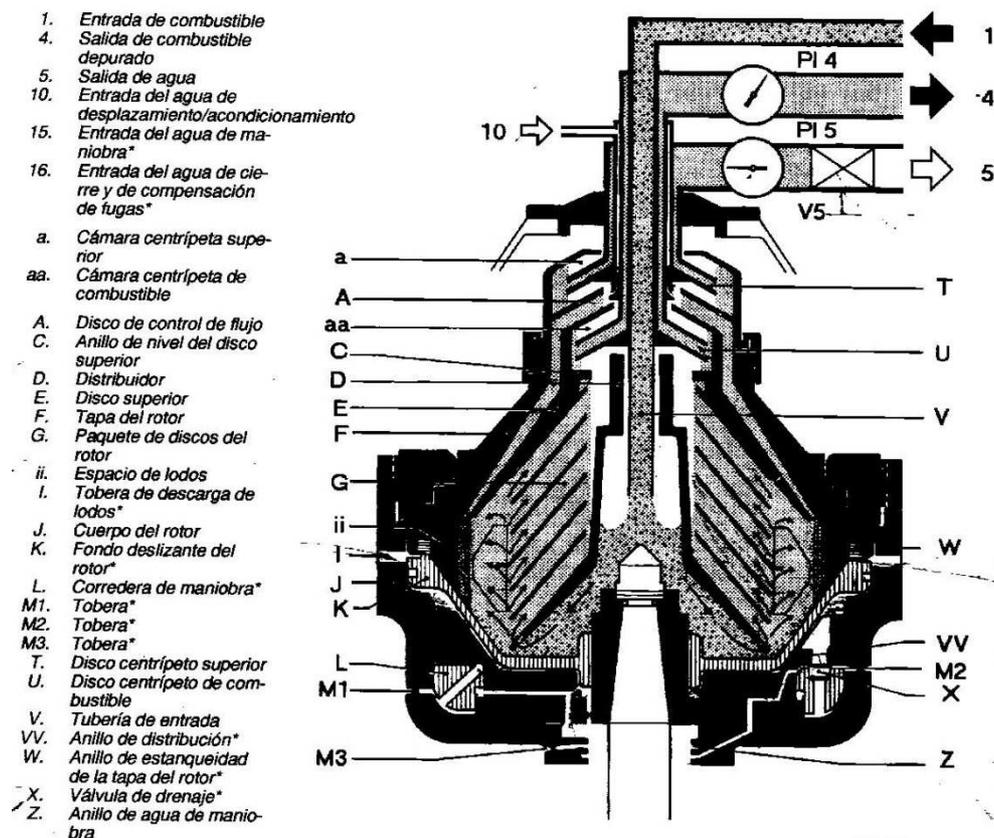


figura 23. Esquema depuradora F.O.

## 7.2 Elementos del módulo de combustible

- Filtros de aspiración: malla 200 micras nominales.
- Bombas de alimentación: El sistema de bombeo está formado por dos bombas de husillos, una como reserva de la otra. Estas bombas suministran el combustible y están equipadas al igual que los filtros con válvulas de aislamiento y válvulas de no-retorno por lo que una bomba o un filtro se puede desmontar para mantenimiento mientras que el otro está en marcha. Son del tipo IMO.



figura 24. Bomba de tornillo alimentación combustible

- Línea de control de presión: Regulación de presión por válvula de exceso de flujo con ajuste mecánico directo.
- Caudalímetro: Con contador para lectura local de consumos.
- Recipiente de desaireación presurizado: Presión máxima 10 bar.
- Bombas de circulación: Bombas de husillos que aumentan la presión hasta 7,6-7,8 bar para la entrada al motor.

- Calentadores: Por aceite térmico. La temperatura se controla por medio de un viscosímetro (ajustable desde el control), que acciona la válvula de control neumático mediante la válvula de control termostática.
- Filtro automático: Con filtro autolimpiante y contraflujo, con presostato diferencial e indicador.



figura 25. Módulo de combustible



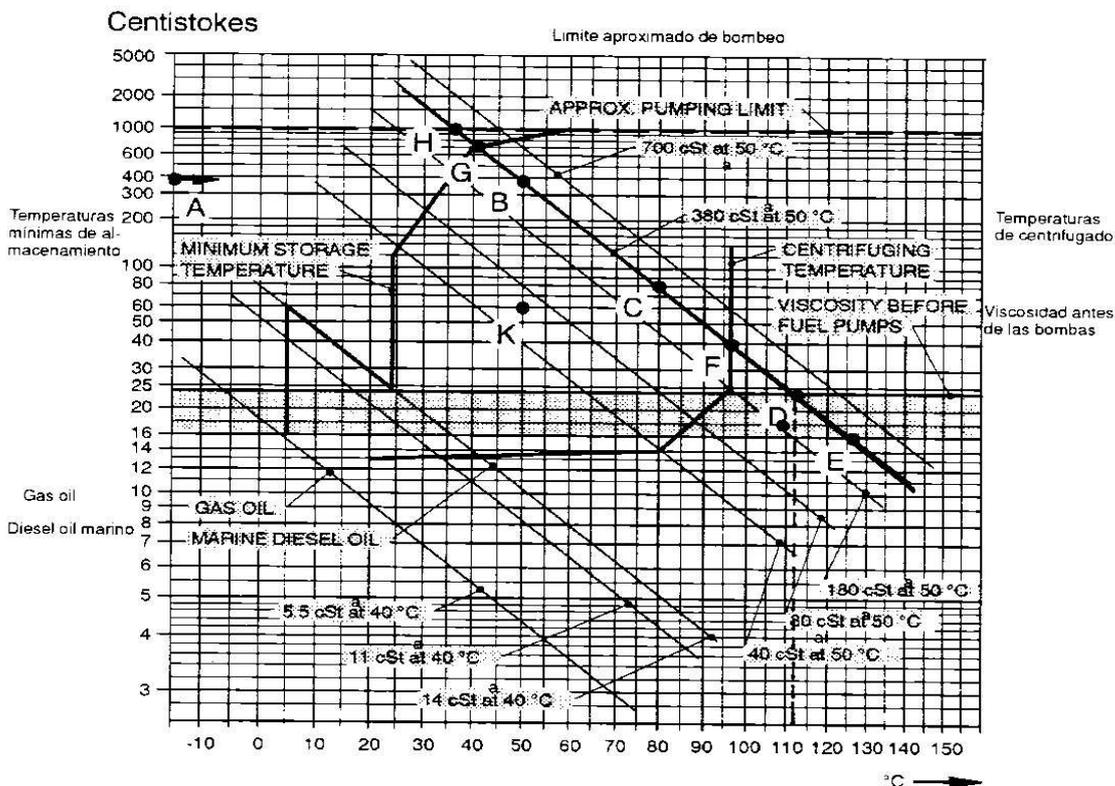
## Tratamiento de combustible

El combustible, y sobretodo el fueloil pesado, debe de ser tratado antes de inyectarse al MP, ya que si no perdería toda su eficiencia no pudiéndose bombear y consumirse bien, provocando averías en muchos elementos del motor.

Para combustibles pesados, el motor está diseñado para operar con una viscosidad máxima de 55 cst a 100 °C, y funcionará satisfactoriamente con mezclas de combustibles de menor viscosidad, así como combustibles destilados. Se recomienda evitar el uso de combustibles inferior a 2,8 cst a 40°C, ya que estos pueden dar lugar a agarrotamiento de los émbolos de las bombas de inyección o la aguja de la tobera.

Como ya se ha explicado, el proceso del tratamiento tiene gran importancia en su paso por la depuradora, y el seguimiento de calefacción para mantener un control de su temperatura.

En el siguiente diagrama se especifican las temperaturas en los diferentes tramos según el tipo de combustible:



Ejemplo: Conocida la viscosidad de 60 cst a 50 °C (K), se pueden leer los siguientes valores a lo largo de la línea discontinua: viscosidad a 80 °C= 20 cst, temperatura en las bombas de inyección de combustible= 74-87 °C, temperatura en la depuradora= 86 °C, temperatura mínima en los tanques almacén= 28 °C.

## Sistema interno de inyección

### Instrumentos del motor:

- |                             |                                      |
|-----------------------------|--------------------------------------|
| 1. Manómetro                | 6. Sensor fugas (combustible limpio) |
| 2. Sensor de presión        | 8. Conexión rápida                   |
| 3. Indicador de temperatura | 10. Válvula de control de presión    |
| 4. Sensor de temperatura    | 11. Tubería de derrames              |
| 5. Colector                 |                                      |

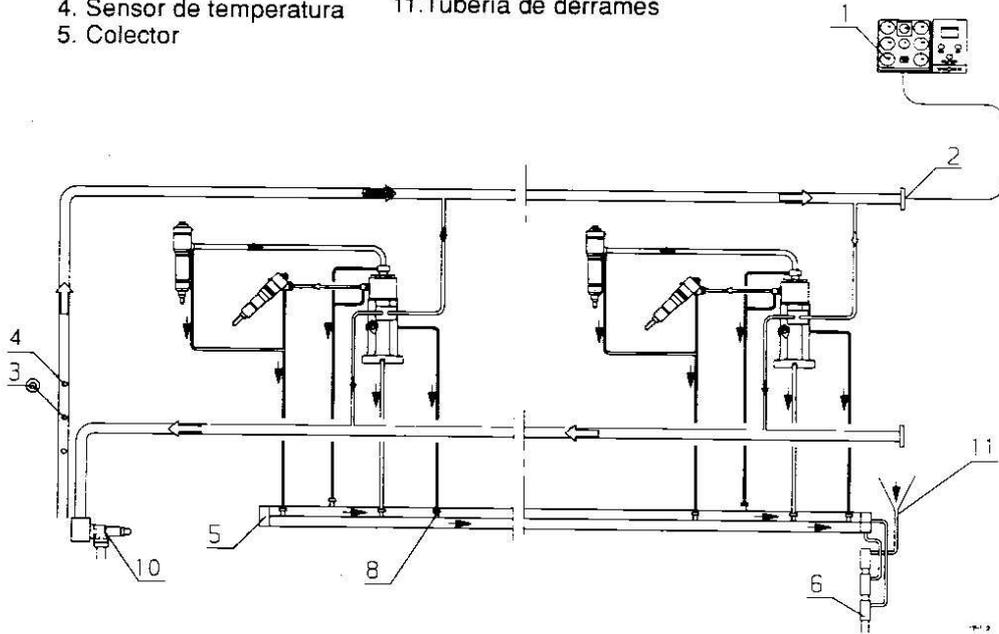


figura 27. Esquema sistema interno de inyección

-Control de presión: El medidor de presión (1) en el panel de instrumentos y el sensor de presión (2), conectado a la línea de alimentación de combustible, informan de la presión del combustible antes del motor. El sensor de presión se ajusta para lectura remota y alarmas.

-Control de temperatura: Un indicador de temperatura local (3) y un sensor (4) ajustado a la línea de suministro de combustible, informan de la temperatura del combustible antes del motor.

-Control de fugas de combustible: Las fugas de combustible del sistema de inyección se recogen en un colector (5) en la caja caliente. El colector se divide en dos secciones para recoger por separado el flujo de retorno de las bombas y aquel procedente de las toberas y las tuberías de inyección.

El sensor de fugas (6), situado a la salida de combustible, controla las fugas y da una alarma ante un aumento anormal de flujo de retorno o de una fuga en la tubería de inyección. Todas las tuberías de fugas de combustible están equipadas con conexiones rápidas (8) para facilitar la detección de exceso de fugas.

El combustible de fugas puede ser reutilizado después de un tratamiento especial.

-Regulador de presión: Una válvula de control de presión (10) se ajusta a la tubería de salida del combustible para regular la presión del combustible y para mantener la presión constante cuando se funcione a carga variable.

### 7.3 Línea de inyección

- bombas de alta presión

Son del tipo monobloc, donde el cilindro y la tapa del cilindro se integran en uno solo. Cada bomba se equipa con una válvula principal, una válvula piloto de control, una válvula de presión constante y el cilindro de parada de emergencia.

La cantidad de combustible inyectado se regula mediante la cremallera, accionada por un casquillo solidario a un eje, controlado por un mecanismo según el pitch de la hélice.

Es muy importante hacer un buen mantenimiento del sistema de cremalleras: los muelles de torsión con sus pasadores, ya que en una ocasión el casquillo del cilindro 8 quedo trabado produciendo un gran sobrecalentamiento inyectando el 100% del combustible.

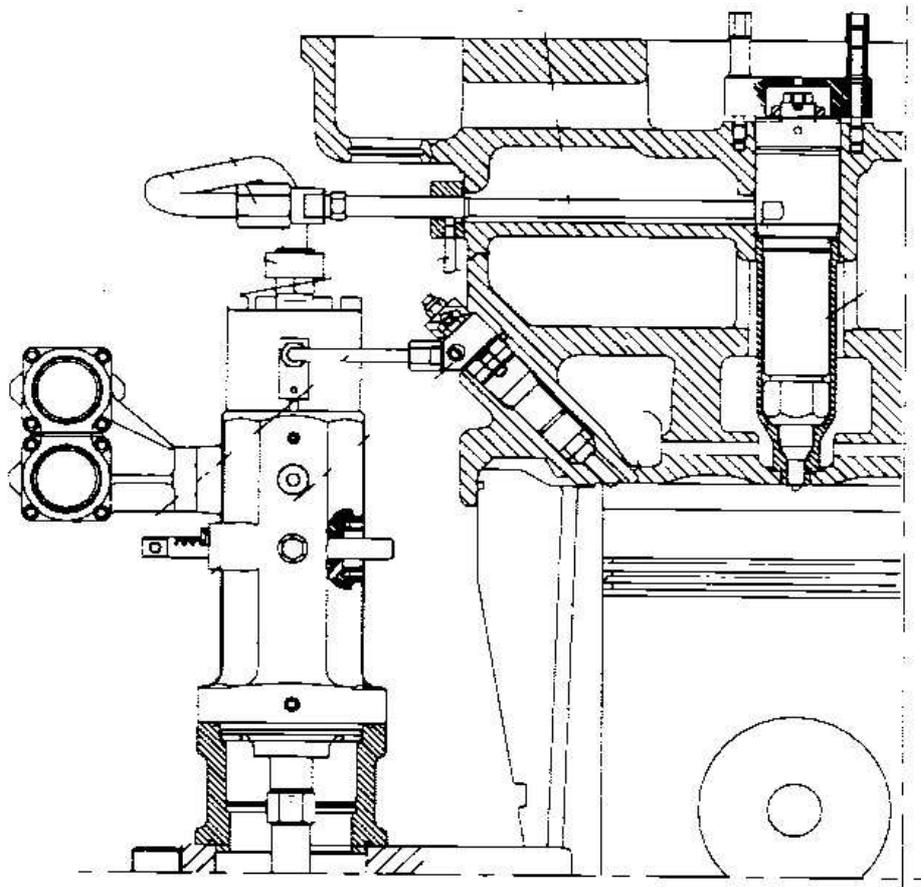


figura 28. Línea de inyección

## 7.4 Prueba de un inyector en mal estado

La prueba de la atomización del inyector principal es de gran importancia, ya que un mal atomizado reduce considerablemente la eficiencia de la combustión.

- Desmontaje: Por un lado, se desmonta el portainyector, soltando la contratuerca (12) y el tornillo de ajuste (13). Luego se quita el tornillo guía (14) y se da la vuelta al portainyector para desmontar la guía del muelle (29), el muelle (15), y la varilla empujadora (16). Por otro lado se desmonta la tobera quitando la tuerca del capuchón (17).
- Limpieza: Se limpian todas las piezas con gasoil, es muy importante que no se frieguen las piezas con elementos metálicos.
- Ensamblaje del asiento de la tobera con un producto especial, ya que es donde se producen la mayoría de pérdidas en la línea de inyección.

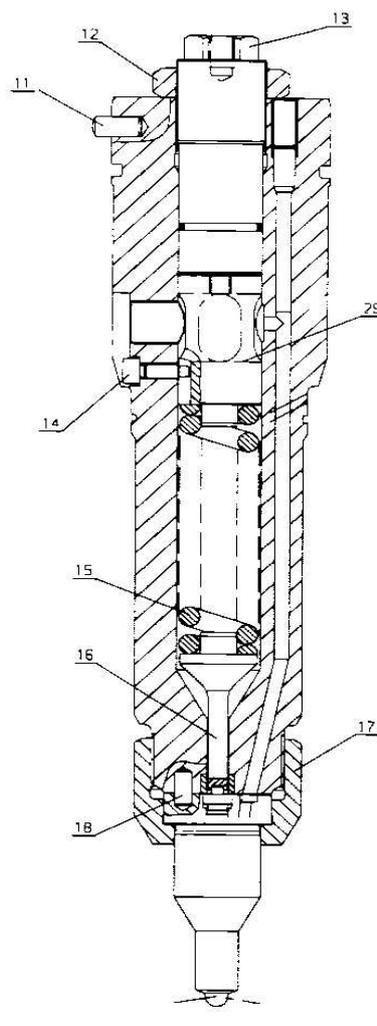


figura 29. Inyector principal

- Cambiar la tórica del sello si se encuentra en mal estado.
- Montaje del inyector; la contratuerca ha de apretarse estrictamente con una llave dinamométrica de grandes dimensiones.



figura 30. Desmontaje inyector

- Finalmente, se conecta en el aparato de pruebas y se utiliza gasoil para ello. Mediante una palanca, se va subiendo manualmente la presión de inyección indicada en un manómetro hasta la nominal, que es, para el inyector principal 450 bar y para el piloto 320. Una vez inyectando a la presión requerida hay que hacer un examen de la forma de pulverización. Se puede apreciar con la vista si es bueno el atomizado, pero más importante es el sonido específico que hace en el momento de la inyección. Mediante el tornillo de ajuste regula el atomizado a la presión requerida.

Resulta inevitable que al cabo de ciertas horas de funcionamiento la tobera deje de pulverizar, por lo que no hay más remedio que cambiarla.



figura 31. Instrumento prueba inyección

## 7.5 Operación bunker por gabarra

En el suministro de combustible es necesaria una buena coordinación entre el personal de máquinas, ya que es necesario todo el personal en la operación, cada uno con unas funciones específicas.

En primer lugar todos esperan en cubierta excepto el jefe, dos a proa y dos a popa. Se largan dos cabos por proa por parte de la gabarra para que ésta pueda quedar abarloada al buque, y luego la misma operación en popa.



figura 32 y 33. Gabarra de combustible/ Manifold

El oficial de guardia será el encargado de mantener la comunicación entre la gabarra y el buque, mientras que el resto de personal instala las mangueras, tapa imbornales, acerca equipos del SOPEP por si ocurre un derrame y receptiona el combustible durante la duración que sea.

El jefe de máquinas estará en el control y en la máquina verificando el suministro al tanque/s acordado/s, comunicándose con el oficial cuando sea necesario.

## 8. Sistema de refrigeración

El Lola B posee un sistema de refrigeración muy centralizado, es decir, utiliza el mismo sistema de A/D para todos los equipos que lo necesitan.

Los motores auxiliares funcionan por el mismo circuito de refrigeración que el del motor principal, por lo que en una reparación es necesario tapar las adecuadas tuberías con bridas ciegas.

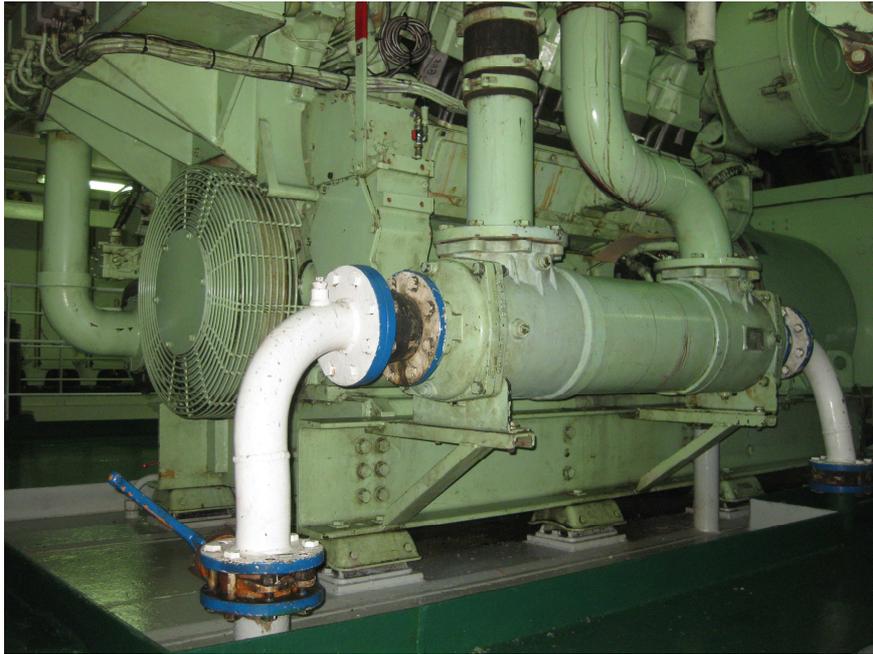


figura 34. Intercambiador de calor de A/D motor auxiliar

El agua salada se obtiene a través de las tomas de fondo, y solo entra en juego para la refrigeración en el enfriador principal y de puerto, ya que todos los demás enfriadores usan agua dulce. También se usa el A/S en la máquina como se ha visto en el contraflujo, en sistema contraincendios y para el circuito del evaporador.

El circuito de agua dulce se utiliza para refrigerar el motor principal, los motores auxiliares, el aire acondicionado de la acomodación y el del control, la gambuza, la chumacera de empuje y la reductora.

Durante estancias en puerto se conecta la calefacción para mantener la adecuada temperatura en la circulación del motor principal.

En el siguiente esquema se puede apreciar el circuito general con las diferentes bombas y demás.



## 8.1 Elementos del sistema

- Bombas: Todas las bombas que comprenden el sistema de refrigeración son centrífugas con rangos de caudales diferentes. Las bombas principales de A/S pueden llegar a bombear hasta 410 m<sup>3</sup> /h, mientras que las bombas de HT de A/D llegan hasta 180m<sup>3</sup>/h. La mayoría son del marca vasca Itur.



figura 35. Bombas centrífugas A/S

- Tomas de mar: Tienen un sistema de protección anticorrosiva y anti-incrustante para el circuito de agua de mar. Este sistema es llamado Foulingcorr.

El propósito del sistema Foulingcorr es reducir y eliminar la formación de corrosión e incrustación biológica, en circuitos de aspiración de agua de mar. Esto se alcanza disolviendo los ánodos mediante la aplicación de una corriente continua controlada a los mismos.

- Enfriadores: Los enfriadores de puerto, aceite, y principal son los llamados de placas, marca Alfa-Laval. Constan de una serie de placas apretadas entre ellas con cuatro orificios (entrada y salida del fluido a enfriar, y entrada y salida del refrigerante), que controladas por juntas de goma se consigue una muy eficiente transferencia de calor entre los dos fluidos.

Los demás enfriadores (motores auxiliares, etc.) son intercambiadores de calor típicos de tubos.

- Tanque compensación: Rellena el circuito de refrigeración cuando sea necesario, por gravedad. También es donde se le echan las químicas para el buen tratamiento del agua.



figura 36. Bombas trasiego f.o. y dieseloil y toma de fondo

- Precalentador: Sistema de calefacción por aceite térmico para mantener la adecuada temperatura del motor en puerto.



figura 37. Calefacción A/D MP

- Retornos al tanque de compensación: Poseen mirillas para ver si hay burbujeo y así poder localizar la pérdida/avería.

- Válvulas de tres vías: Regulan el paso de agua a un circuito a otro, controlado por termostáticas.

-Válvulas de no retorno: Simples de muelle.

- Expansiones: Pequeños tramos de tubería hechos de material de neopreno o reforzados con muelle muy resistente para sobrepresiones.

- Termómetros, manómetros, presostatos, sensores de temperatura, etc.
- Generador de agua dulce: Genera agua destilada a partir de agua de mar. Detallado en las páginas posteriores.

## 8.2 Refrigeración del motor principal

El circuito de A/D de refrigeración se divide en el de alta temperatura y el de baja temperatura, que al refrigerar los elementos se juntan en un circuito central o retornan a su mismo circuito. Esto está debidamente controlado por un sistema complejo de válvulas termostáticas de tres vías, como se aprecia en el esquema de la página anterior.

- **Circuito de alta temperatura HT.**

El circuito HT enfría los cilindros, las culatas, el aire de carga y el turbocompresor.

Desde la bomba el agua fluye hasta el conducto de distribución, que está integrado en el bloque. Desde los conductos de distribución, el agua fluye a través de los orificios de refrigeración de la camisa y continúa hacia la culata.

En la culata el agua es forzada por la plataforma intermedia a circular a lo largo de la chapa de fuego, alrededor de las válvulas hasta los asientos de las válvulas de escape y subiendo a través de la camisa del inyector de combustible.

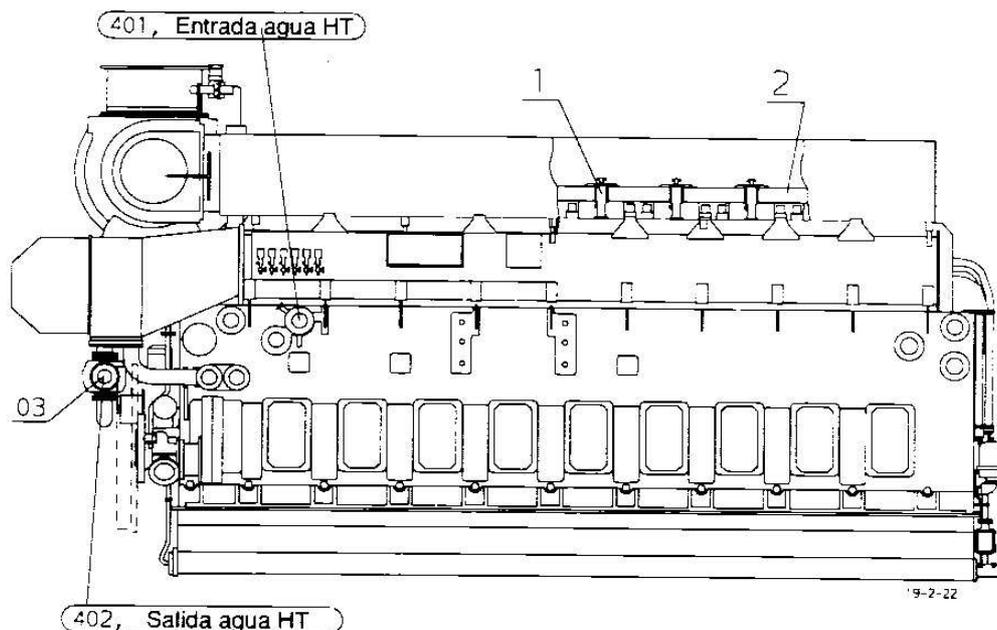


figura 38. Circuito AT A/D MP

El agua sale de la culata a través de una pieza de conexión (1) al tubo colector (2). El agua pasa, dependiendo de su temperatura a través de la primera tapa del enfriador de aire.

La válvula termostática (3) controla el caudal de agua al enfriador. Cuando el aire esté tan frío que la temperatura del agua baje por debajo del punto de ajuste de la válvula termostática. El agua circunvalará el enfriador a bajas cargas.

Paralelamente a la circulación de los cilindros, parte del agua atraviesa el turbocompresor.

- **Circuito de baja temperatura LT.**

El circuito LT enfría el aire de carga y el aceite lubricante.

El agua LT primero fluye a través de la segunda etapa del enfriador de aire, después al enfriador de aceite lubricante (exterior al motor) y por fin a través de la válvula de control de temperatura (exterior al motor).

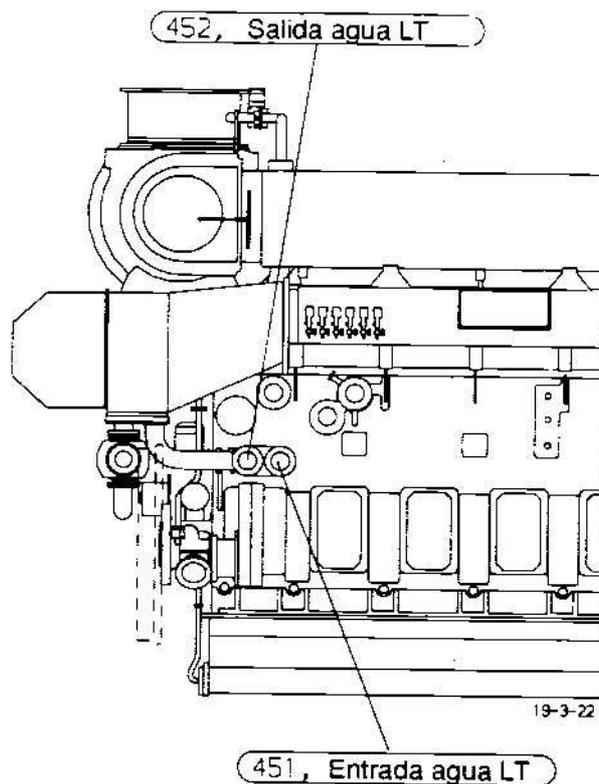


figura 39. Circuito BT A/D MP

### 8.3 Generador de agua dulce

Es un generador de evaporación por vacío, y utiliza como fluido evaporador el agua caliente del motor principal.

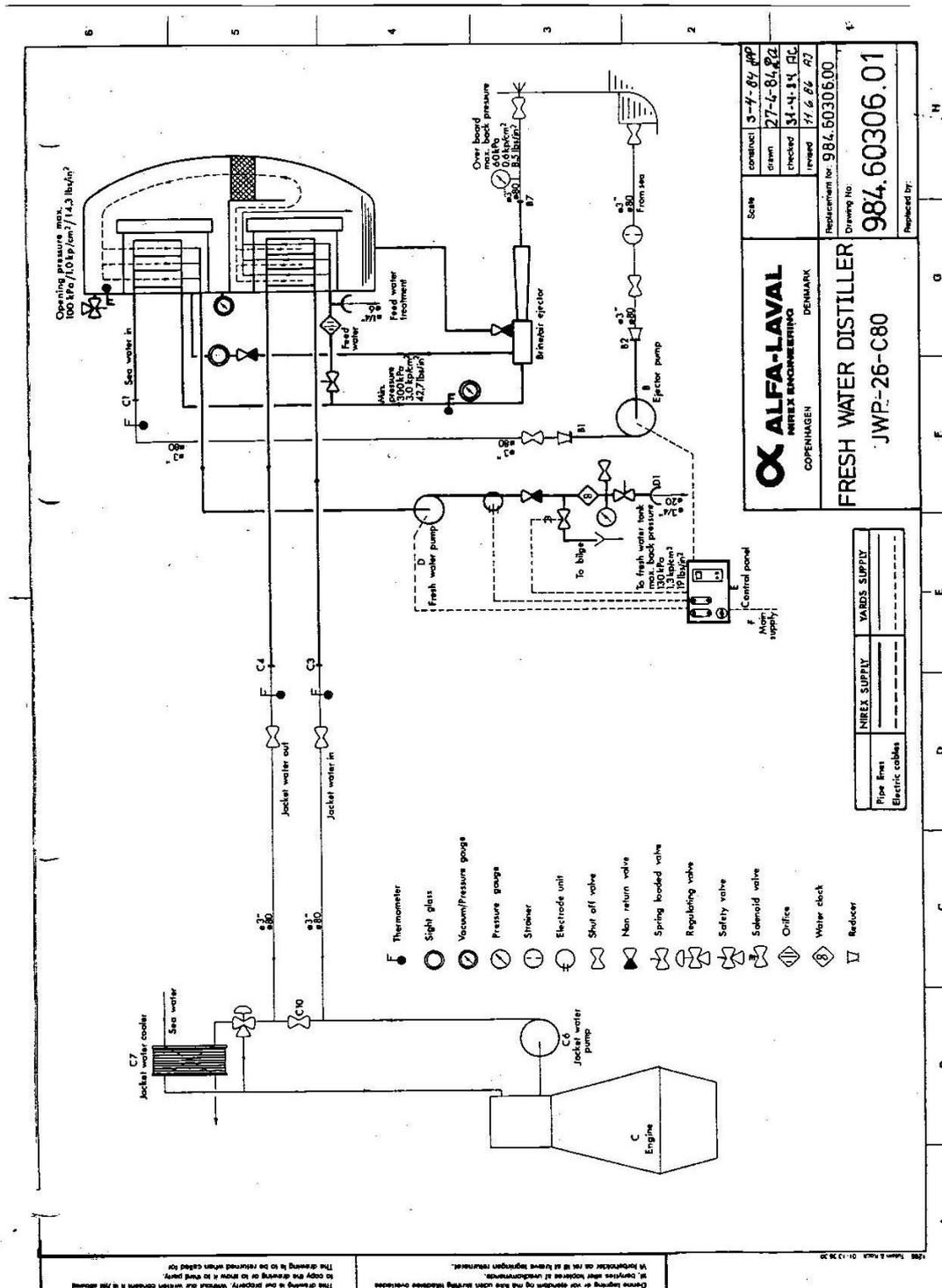


figura 40. Esquema generador A/D

El Generador consta de los siguientes componentes:

1. Tanque separador: Separa el vapor producido de la salmuera.
2. Sección evaporadora: Consiste en un intercambiador de placas Alfa-Laval, encerrado en la carcasa del separador.
3. Sección condensadora: Consiste en un intercambiador de placas Alfa-Laval encerrado en la misma carcasa.
4. Eyector combinado aire/salmuera: Extrae aire y salmuera del tanque separador.
5. Bomba combinada eyectora y de agua de enfriamiento: Esta bomba suministra agua salada al condensador y suministra agua al eyector de aire y salmuera así como de alimentación al evaporador.
6. Bomba de extracción y trasiego de agua dulce: Extrae el agua producida en el condensador y la transfiere al tanque de agua dulce.
7. Salinómetro: El salinómetro comprueba continuamente la salinidad del agua producida.
8. Panel eléctrico: El panel contiene los arrancadores de los motores eléctricos y terminales para el salinómetro.



figura 41. Generador A/D

- Principio de funcionamiento del evaporador:

El vacío necesario para el proyecto de evaporación se establece y mantiene con el eyector combinado de aire y salmuera. El eyector es accionado por la bomba eyectora de agua de enfriamiento.

El agua de alimentación penetra en la sección evaporadora a través de un orificio, y se dispersa por los canales de evaporación.

El agua proveniente de camisas se dispersa por otros canales, transfiriendo calor al agua de alimentación de los canales de evaporación.

Una vez alcanzada la temperatura de ebullición el agua de alimentación sufre una evaporación

parcial. La mezcla de vapor generado y salmuera entra en el tanque de separación, donde se separa el vapor de la salmuera, y ésta última se extrae por el eyector.

Después de pasar por un separador de gotas (filtro), el vapor penetra en cada canal alterno de placas de la sección condensadora. El agua salada suministrada por la bomba eyectora y de agua de enfriamiento se dispersa por los otros canales, absorbiendo el calor transferido por el vapor durante la condensación.

El agua dulce producida se extrae y transfiere al tanque por medio de la pequeña bomba de extracción/trasiego de A/D.

En el caso descarga de la bomba se coloca un electrodo, el cual, junto con el salinómetro, controla continuamente el contenido de sal del agua producida.

Puesta en marcha y parada (siempre en navegación):

- Evacuación:

1. Abrir las válvulas en el lado de aspiración y descarga de la bomba eyectora de agua de enfriamiento, así como la válvula de descarga del eyector.

2. Cerrar la válvula de vacío del separador.

3. Arrancar la bomba eyectora de agua de enfriamiento y evacuar el generador al 90-93%.

4. Comprobar que el nivel máximo de agua en la mirilla del separador es 10-20mm.

- Evaporación:

1. Abrir válvulas de entrada y salida del agua de camisas.
2. Regular el bypass hasta que el agua de camisas comencen a pasar a la sección evaporadora del generador.
3. La temperatura de ebullición se eleva al mismo tiempo que el vacío desciende aproximadamente el 85%. Esto indica que ha comenzado la evaporación.

- Condensación:

1. Después de unos 3 minutos descenderá de nuevo la temperatura de ebullición, restableciéndose el vacío normal. Esto indica que ha comenzado la condensación.
2. Poco después puede verse circular el agua por la mirilla de la tubería de extracción de aire.
3. Abrir la válvula al tanque de agua dulce o de drenaje de agua, conectar el salinómetro y arrancar la bomba de extracción /trasiego de agua dulce.
4. Después de arrancar la bomba de agua dulce, la mirilla de la tubería de aspiración de vacío deberá estar vacía.

#### **8.4 Análisis del agua de refrigeración**

Para el análisis se emplea el “Cooling water test kit”, que sirve para analizar los nitritos, cloruros y pH del agua. El análisis de nitritos es necesario para saber la química que contiene el agua para tener acción desincrustante i anticorrosiva; si el nivel de cloruros es alto significa que puede estar contaminada por A/S, y si pasa un determinado nivel hay que hacer un cambio del agua de refrigeración con agua destilada, con previo purgado, del motor principal. El pH siempre se ha de mantener entre 8,3 y 9,5.

En el kit están las instrucciones necesarias para realizar los diferentes análisis.

Ejemplo: Análisis de cloruros.

En primer lugar hay que coger una muestra directa del agua de refrigeración. En el caso concreto de este motor se extrae en la entrada de este.

Hay que tomar una muestra de 50 ml e introducir en la probeta. Luego hay que ir añadiendo tabletas de cloruros una a una hasta que el color amarillento cambie a rojo teja.

Para calcular el contenido de cloruros en el agua de refrigeración en ppm se multiplica el nº de tabletas introducidas por 20 y se resta 20:

$$(\text{n}^\circ \text{ de tabletas} \times 20) - 20 = X \text{ ppm}$$

Los niveles de cloros deben ser tan bajos como sea posible. El fabricante recomienda mantener el nivel por debajo de 50 ppm.

Para saber el pH no hay más que introducir una tira de papel en la muestra y comparar el color con otros establecidos.

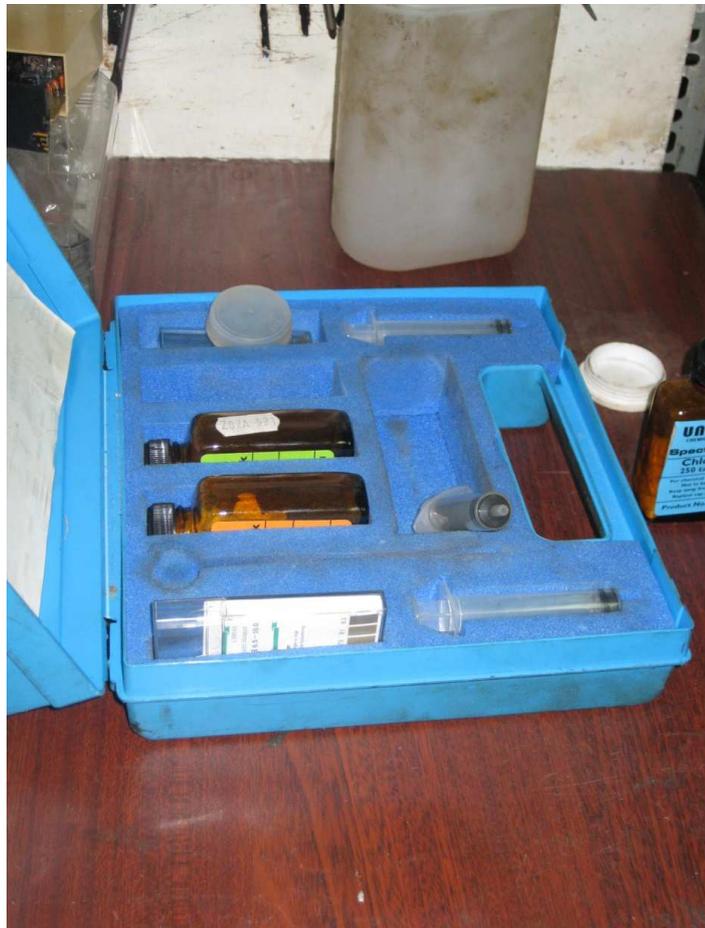


figura 42. "Cooling water test kit"

## **9. Sistema de aceite de lubricación del motor principal**

El motor principal se lubrica por medio de un sistema de cárter seco en el cual el aceite se trata principalmente fuera del motor por separación continua.

Las funciones principales de la lubricación son, prevenir el contacto en las superficies de los cojinetes, transferir el calor y limpiar. La depuradora de aceite asegura un perfecto estado del aceite.

El sistema consta de cuatro tanques: tanque almacén, de drenaje, de lodos (desde la depuradora), y el tanque de circulación. Este último el más importante y complejo, ya que en él se produce toda la distribución a los diferentes puntos. Es lo que sería el cárter real del motor.

Antes de entrar al motor principal, el aceite lubricante hace el siguiente recorrido:

Desde el tanque almacén circula a través de la bomba de la separadora, y pasando por el calentador es depurado por la separadora, con muy semejante principio de funcionamiento que la depuradora de fuel. Después es enviado al tanque de distribución.

A partir de ahí el aceite pasa por una serie de equipos antes de entrar al motor principal:

- Bomba principal: Bomba de engranajes de gran capacidad, que aumenta la presión hasta 5-6 bar. Es la bomba de mayores dimensiones de toda la máquina.
- Filtro automático: La limpieza de los elementos de colador del filtro de limpieza en retroceso se efectúa automáticamente, sin que se interrumpa el funcionamiento, limpiándolos en retroceso por medio de aire comprimido. También consta de un filtro recuperador del aceite lavado. Éste sí tiene que cambiarse cada cierto tiempo.
- Enfriador de aceite: Enfriador de placas Alfa-Laval. Si el aceite ya tiene la temperatura adecuada circunvalará el enfriador por medio de una válvula termostática de tres vías.

En las reparaciones hay que tener especial cuidado en el montaje de las juntas, donde la colocación en la posición correcta es lo más importante ya que hay posibilidad de que se contaminen los dos fluidos (el A/D de refrigeración y el aceite), así como pérdidas importantes.



figura 43. Desmontaje enfriador de aceite de lubricación MP

- Filtro manual: Filtro de gran capacidad, con uno de reserva para poder realizar el limpiado con el motor en marcha. Consta de un sistema de mallas muy finas y una columna de un material magnético para atrapar cuerpos metálicos.



figura 44. Filtro manual de aceite lubricación MP

- Filtro centrífugo: Filtro en bypass de poca carga que somete a una gran fuerza centrífuga el aceite, de esta manera se asegura el perfecto estado, y también indica de forma segura la calidad del aceite.

- Circuito de aceite lubricante dentro del motor

Después de la tubería distribuidora, situada en el fondo del cárter, el circuito de aceite actúa de la siguiente manera:

El aceite lubricante pasa al pistón a través de los orificios del bulón y la falda del pistón subiendo a los espacios de enfriamiento. Parte del aceite de lubricación sale de la falda del pistón a través de los orificios especiales, hacia la camisa, formando una película de aceite entre el pistón y la superficie de la camisa.

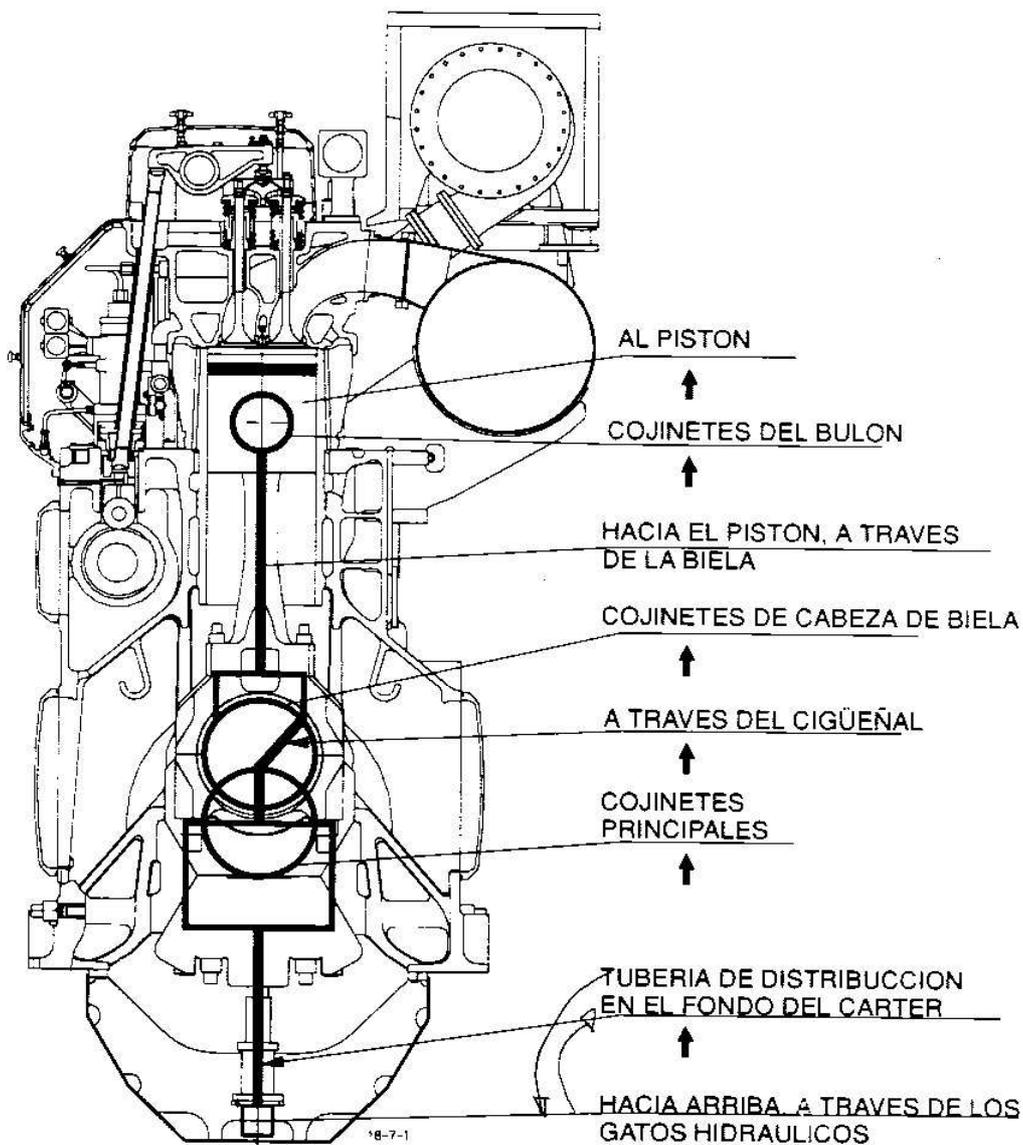


figura 45. Circuito aceite lubricante dentro del MP

Desde la camisa del cilindro el aceite se recoge en el cárter del motor desde donde retorna al tanque de aceite del sistema.

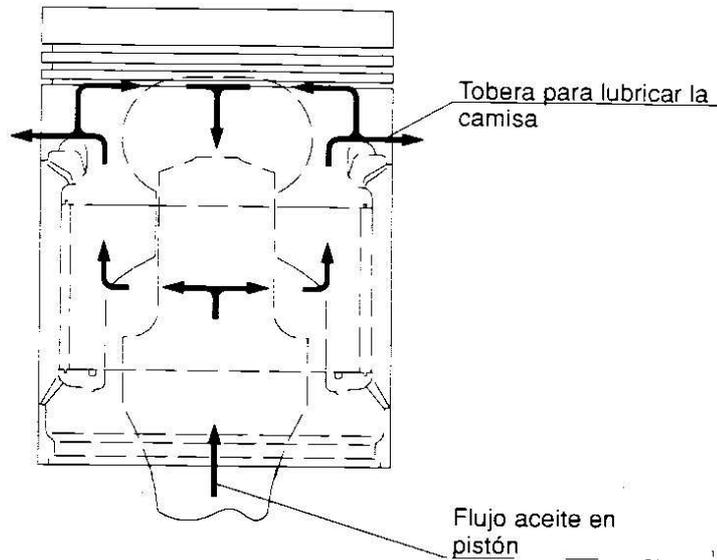


figura 46. Flujo a través del pistón

Por otra parte mediante una bomba de engranajes el aceite desde el tanque de circulación es distribuido a diferentes puntos especiales, como engranes, cojinetes, el árbol de levas, etc. El mecanismo regulador de velocidad, la reductora y el turbocompresor poseen su propio sistema de aceite lubricante.

## **10. Sistema de aceite térmico**

Todo el circuito de calefacción del Lola B utiliza como fluido aceite térmico.

La caldera es cilíndrica, dispuesta en horizontal, de 1,5 metros de base por 2,5 metros de longitud, situada en la misma plataforma que el control. Posee un sistema de control electrónico, con dos modos de operación: Quemador a carga completa o quemador a carga parcial, quemando cuando la temperatura baja un nivel determinado.

Tiene tres reguladores de temperatura:

- Setpoint: Temperatura del aceite térmico a partir de la cual arranca el quemador. Normalmente en navegación se establece en 150 °C.
- Control temperatura del enfriador: El enfriador, “dumpcooler” está por si el sistema tiene mucha más temperatura de la demandada. Se establece siempre en 190 °C.
- Control del punto de humedad para prevenir la corrosión: Consiste en que si la temperatura del aceite baja de 140 °C las calefacciones de los tanques almacén se cierran, ya que a menos de esta temperatura empieza a producirse humedad en las tuberías que las corroería.

En todos estos puntos de regulación hay un margen prefijado por termostatos de control, de +/- 4 °C de la temperatura establecida en cada punto.

Para controlar el flujo se usa un presostato diferencial, donde se mide la presión del aceite en el mismo tubo, en la entrada de la caldera. Entre los dos conductos del diferencial y dentro de la tubería está la brida que causa la caída de presión. El sistema abrirá o cerrará las válvulas adecuadas para mantener el flujo deseado.

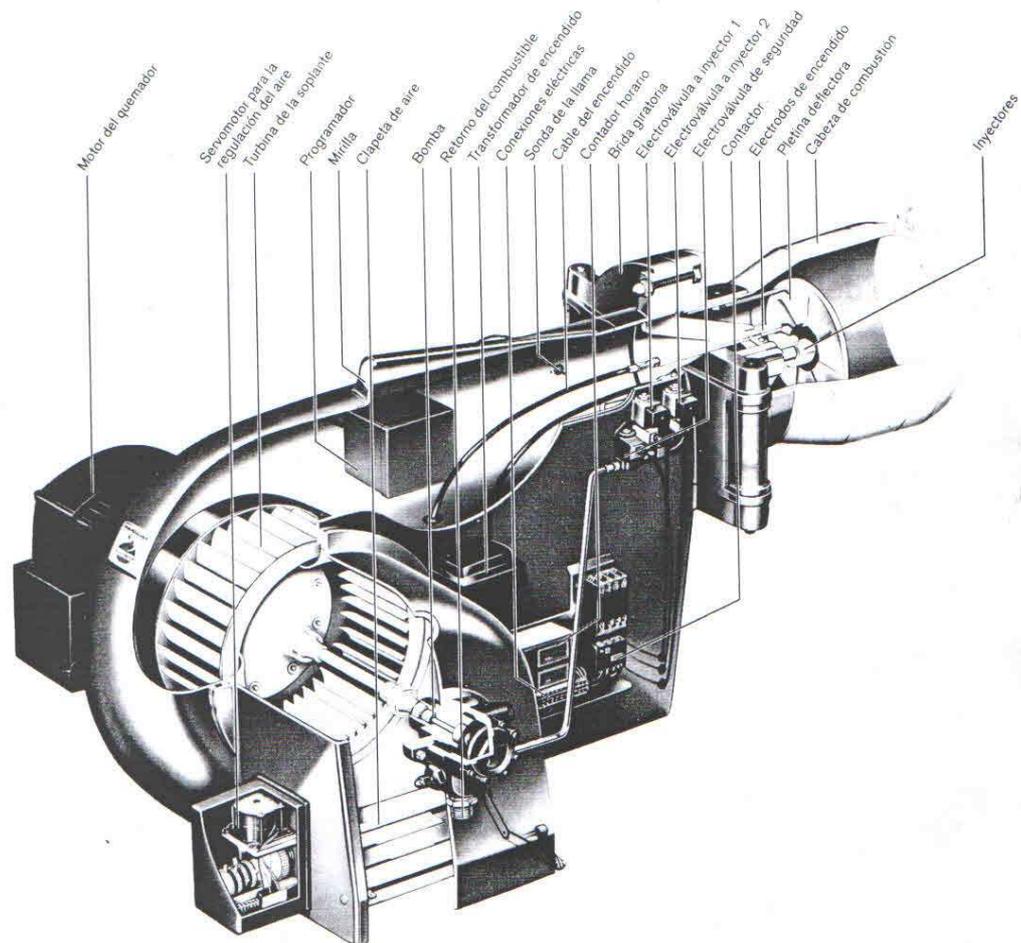
El quemador es de la serie Monarch, fabricado por la marca Weishaupt. Tiene dos inyectores que pulverizan con chorro semilleno el gasoil que consume. El encendido se realiza mediante dos electrodos, ajustados a unos tres mm de los inyectores. El detector de llama es una célula receptora de rayos ultravioletas de la propia llama. Cuando el quemador está en posición de carga parcial en este caso se ha de ir limpiando a menudo debido a la suciedad que se le acumula en el receptor al apagarse y encenderse de modotan frecuente el quemador en esa posición.

El último elemento de la cabeza de combustión es la pletina deflectora de aire, que asegura una combustión constante y uniforme del gasoil.

En la siguiente página se muestra el esquema del quemador:

# Instrucciones de montaje y funcionamiento de los quemadores Weishaupt de combustible líquido tipo Monarch, tamaños 5 a 11

– weishaupt –



Durante la navegación, se bypasea la circulación de aceite térmico a la caldera de gases de escape: un intercambiador de calor en la salida de los gases del motor principal, donde la alta temperatura de los gases de exhaustación calienta el aceite sin necesidad de ser calentado en la caldera principal.

Este sistema dispone de un tubo en forma de sifón por debajo de la caldera, provista de una mirilla y un flotador como alarma de alto nivel de aceite térmico. Esto indicaría que hay una fuga en los tubos del aceite generándose así un alto riesgo de incendio.

A partir de ahí el aceite es conducido a presión a las diferentes calefacciones, travesando varios filtros. Entre otras se encuentra la calefacción de todos los tanques de combustible del barco, así como las calefacciones previas a las depuradoras, módulo de combustible, tanques de lodos y reboses, etc.

Para el circuito sanitario el aceite calienta un sistema de agua, que a su vez este último calienta el propio sistema sanitario de agua. Esto se emplea por la posible contaminación de aceite que se puede producir si se picara algún tubo en el intercambiador de calor.

Después de pasar a través del controlador de flujo el aceite cae al tanque de desaireación, comunicado por tubería en la parte superior del tanque con el tanque de expansión del sistema.

Finalmente el aceite térmico es aspirado desde el tanque de desaireación y bombeado por la bomba circulación (con otra de reserva), del tipo centrífugas, de manera que el aceite es aspirado por el centro del impeler i sometido a una gran fuerza centrífuga para ser expulsado a gran presión. Los rodamientos suelen quedar bastante afectados al largo del tiempo por desgaste, muchas veces debido al agarrotamiento del acoplamiento con el motor eléctrico, y como consecuencia aumenta considerablemente el consumo pedido por el motor eléctrico, por lo que hay que tener un buen control del funcionamiento de las bombas.

Desde ahí vuelve a empezar el circuito calentándose en la caldera de gasoil o aprovechando los gases de escape.



figura 47. Acoplamiento motor eléctrico-bomba de circulación aceite térmico

## 11. Sistema de aire comprimido

El aire del ambiente es aspirado y comprimido por dos compresores de aire e introducido en las dos botellas de almacenamiento de gran volumen, que pueden almacenar aire a una presión de hasta 60 bar.

Las botellas de aire pueden estar comunicadas, y tienen dos válvulas de salida: una para el sistema de aire de arranque y la otra a los demás sistemas del barco: el aire del tifón (que posee su propia válvula de estrangulamiento), de instrumentación y el de trabajo.



figura 48. Botellas de aire comprimido

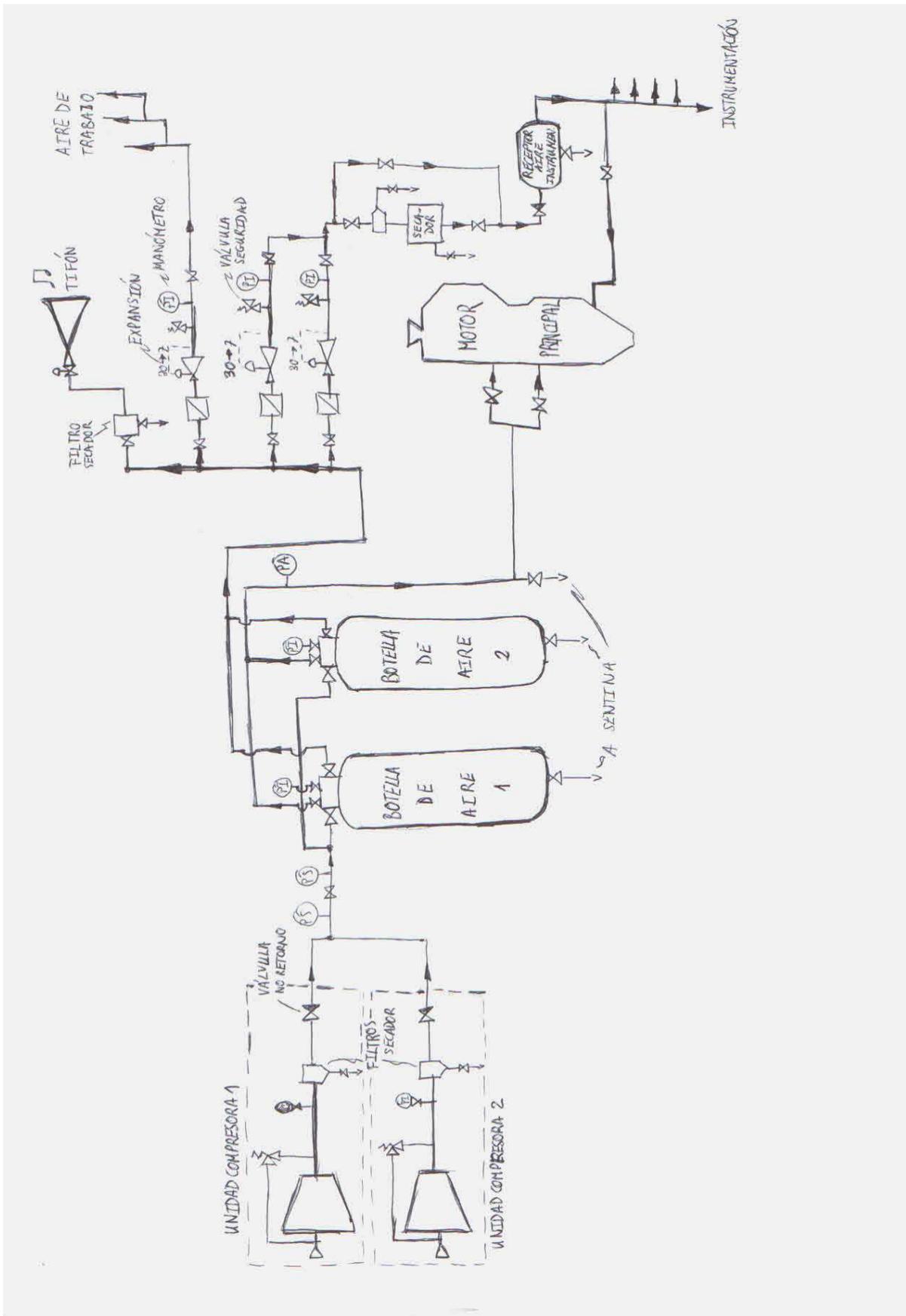
El sistema de aire de instrumentación (suministro para las depuradoras, separador de sentinas, etc.) posee un módulo de expansión (y otro de reserva), que disminuye la presión del aire proveniente de las botellas de 30 a 7 bar. Este módulo también está equipado con un filtro y una válvula de seguridad fijada a 7,5 bar con presostato. Después el aire es introducido a un filtro secador y almacenado en otro recipiente especial para este sistema.

El sistema de aire de trabajo dispone de un único módulo de expansión, que al igual que el de instrumentación, expansiona el aire hasta 7 bar, para ser enviado a las diferentes cubiertas para su utilización, tanques hidróforos, etc.

Cabe mencionar que tanto los motores auxiliares como los de emergencia se arrancan por baterías marinas.

Varios puntos del sistema están equipados con filtros para el drenaje de la humedad del aire a la sentina.

En el siguiente esquema se muestra el circuito de aire comprimido:



## 11.1. Sistema de aire de arranque

El motor principal arranca con una presión del aire almacenado de 25 bar. La válvula de arranque principal (01) es de un diseño especial e incorpora una válvula de estrangulamiento para la secuencia de giro lento, previa al arranque.

Un manómetro (38) montado en el panel de control local del motor nos indica la presión antes de la válvula principal de arranque. La tubería de admisión de aire desde la botella de aire de arranque, viene equipada con una válvula de no retorno (14) y una válvula de descarga (13) antes de la válvula principal de arranque (01).

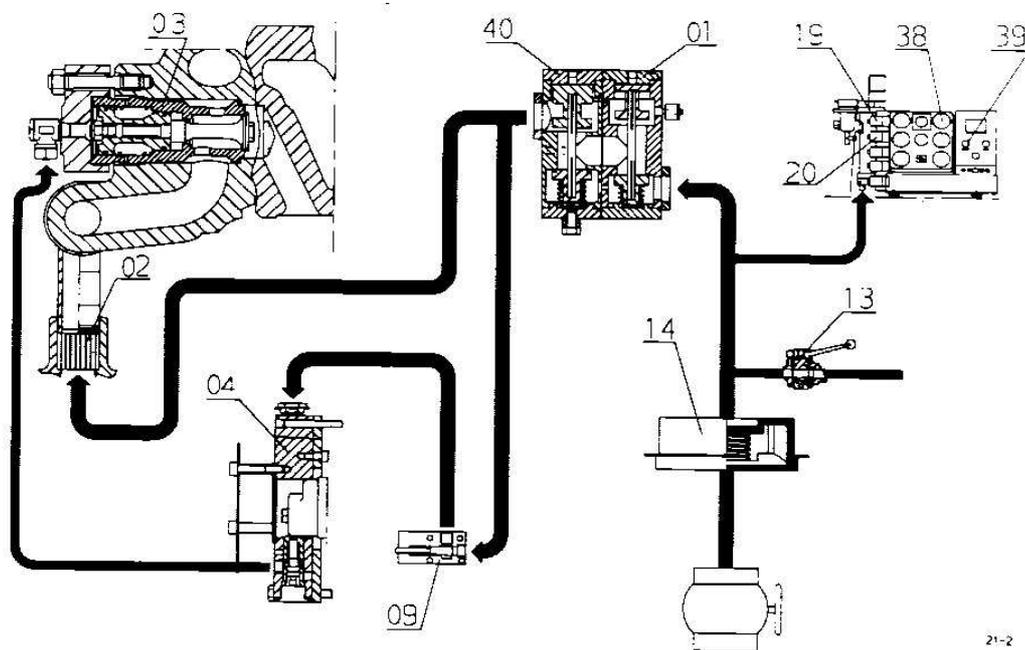


figura 49. Sistema aire de arranque

La válvula principal de arranque, que gira lentamente, se acciona neumáticamente por medio de las válvulas solenoides (19 y 20).

Cabe decir que si están mucho tiempo sin utilizarse, como pasó durante la reparación del motor principal, es bastante probable que no puedan accionarse automáticamente debido al agarrotamiento.

Se activa al presionar el pulsador de arranque en el panel local de instrumentos o activando las solenoides de control remoto.

Al abrir la válvula principal de arranque el aire entra en la válvula de giro lento (40) (si no está activada) y pasa parcialmente a través del apaga chispas (2) a la válvula de arranque (3) en las culatas.

Parte del aire entra por la válvula (9) del virador (si no está engranado) y por el distribuidor de aire (4) para abrir las válvulas de arranque de las culatas.

El distribuidor del aire de arranque controla el momento de apertura y la secuencia de las válvulas de arranque.

La válvula (9) del virador previene que el motor arranque con el virador engranado.

## 11.2. Turbocompresor

Los gases de escape penetran en la turbina, y esta acciona un compresor que produce el aire de carga del motor principal.

El turbocompresor gira entre 10000 y 11000 rpm, en condiciones normales, dependiendo del índice de carga, generando un gran caudal del aire de carga, a una presión de entre 1,5 y 1,7 bares. Tiene incorporado un bypass que se activa a partir de dos bares de presión.

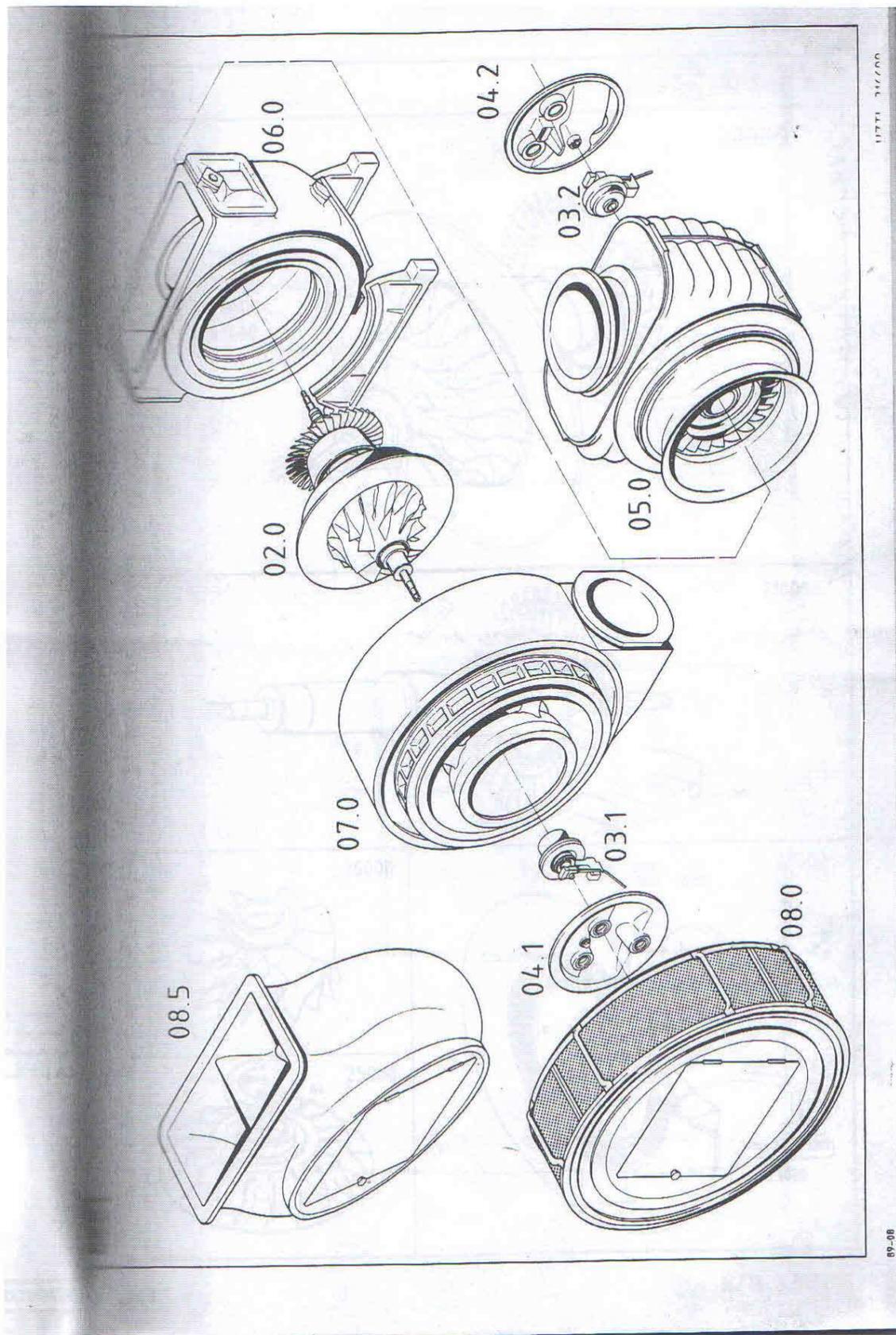
Antes de entrar al colector de aire este es enfriado bajando la temperatura de 120-130 °C a 40-45 °C.

- Limpieza

La limpieza de la turbo se realiza cada cierto tiempo, dependiendo de las horas de funcionamiento, con agua dulce, y durante navegación. El caudal de agua inyectado es en función de la temperatura de los gases de escape. A continuación se citan los pasos a seguir:

- 1- Nos pasan el mando desde el puente.
- 2- Se procede a disminuir el pitch en posición 0, y en consecuencia las rpm de la turbo bajan a menos de 7000.
- 3- Se bajan revoluciones del motor hasta 460 rpm, ya que si siguiéramos en las nominales (500), habría riesgo de romper las palas.
- 4- Conectar el agua del tanque hidróforo, que mantiene una presión de 4,5 bar.
- 5- El agua circula y limpia en estas condiciones durante 4 minutos.
- 6- Finalmente se hace el mismo procedimiento que el punto 5 en 400 rpm.

En la siguiente página se muestra un esquema completo de las partes que forman el turbocompresor:



### 11.3. Unidades compresoras

El sistema de aire comprimido del barco consta de dos compresores de aire Sperre refrigerado por aire del tipo HL2/120, accionados por motor eléctrico.

El compresor dispone de dos cilindros/etapas, uno de baja presión y el siguiente de alta presión. El aire es aspirado por un difusor y filtrado para pasar al primer cilindro, donde la válvula de aspiración se abre por la fuerza del pistón hacia el punto muerto inferior, provocando vacío y por lo tanto la aspiración.

De la misma forma la presión del pistón al subir fuerza a abrir la válvula de escape escapando así el aire comprimido.

El aire es refrigerado por los tubos aleteados después de la etapa de baja presión y la de alta, consecutivamente. Esos tubos son de largo recorrido y el aire refrigerante lo suministra un ventilador de dimensiones adecuadas.

La presión de descarga del aire después de la etapa de alta se regula mediante el ajuste de la válvula de seguridad. Después de pasar a través del filtro secador y una válvula de no retorno es almacenado en las botellas.

El compresor y el motor se suministran normalmente montados en conjunto sobre un fuerte basamento de asiento.

Los cojinetes y las paredes de los cilindros se lubrican por salpicadura. El nivel del aceite del cárter se puede ver a través de la mirilla de cristal.

También hay que apuntar que el compresor va equipado con un sistema manual de desahogo para la válvula de aspiración del cilindro de baja presión.

Durante la navegación, uno está apagado y el otro en modo automático, establecidos los puntos de arranque si la presión en la botella de almacenamiento disminuye por debajo de 18 bar, parándose cuando llegue a unos 30 bar.



figura 50. Compresor de aire

## **12. Sistemas de seguridad**

El buque tiene repartido por toda la habilitación el plano de seguridades, mostrando los elementos que lo conciernen en cada punto del buque.

Se realizan ejercicios periódicos de emergencia y contraincendios, donde cada uno tiene asignado una función, plasmado en el cuadro orgánico (en el caso de alumno a las órdenes del 1r oficial de cubierta), también repartido por la habilitación, en concreto todos los camarotes. Por lo común, lo más importante es reconocer el timbre de la alarma (emergencia 7 pitadas cortas y una larga, contraincendios una larga), e ir al lugar de reunión, que en el caso del Lola B se encuentra a popa de la cubierta de la tripulación, donde son visibles los botes y balsas salvavidas. Añadir que el caso de abandono solo se puede efectuar a viva voz del capitán.

En la alarma de emergencia siempre hay que acudir al lugar de reunión con el casco, chaleco salvavidas puesto y el traje de supervivencia. Todos estos equipos se encuentran en cada camarote, con alguno de repuesto en la oficina.

El pulsador de alarma general/contraincendios solo se encuentra en el puente, al igual que los equipos pirotécnicos y comunicación de emergencia. Por otro lado hay timbres de emergencia por todo el buque.

### **12.1. Rescate**

- Balsas salvavidas

Hay dos balsas salvavidas, situados en la misma cubierta de botes (cubierta exterior de la tripulación), una a babor y la otra a estribor. Están empaquetadas y estibadas con zafas hidrostáticas, y se revisan periódicamente.

Estas balsas aún siendo de disparo automático, gracias a la zafa hidrostática, en caso de que se hunda el buque (a partir de unos 4 metros) pueden ser lanzadas manualmente siguiendo los siguientes pasos:

- 1 – Destrincar la balsa, soltando el gancho pelicano.
- 2 – Lanzar la balsa al agua, asegurando que la boza está amarrada en cubierta.
- 3 – Estirar fuerte de la boza para que la balsa se infle, gracias a las botellas de CO<sub>2</sub> que vienen instaladas en la balsa.
- 4 – Embarcar en la balsa por las escaleras plegables.
- 5 – Cortar la boza.

- Botes de rescate

El buque dispone de dos botes de rescate, en la misma cubierta de la tripulación: uno a babor y otro a estribor. Están cubiertos en su totalidad, y tienen una capacidad de 22 personas cada uno. El que se elegiría primero es el de babor, por el simple hecho de poseer, aparte de la cabina del piloto dentro del bote, otro timón a popa de este.

Cada semana se efectúa una revisión guiada por el 1r oficial de máquinas comprobando lo siguiente:

-Se desconecta la alimentación de la carga de baterías antes de entrar.

- Comprobar nivel de gasoil, aceite, aceite de la reductora, agua de refrigeración.

- Encender las luces del bote: de navegación, una a popa y otra a proa dentro del bote y la linterna.

- Encender el motor con el interruptor normal y el de emergencia seguidamente, dando marcha atrás y adelante.

- Comprobar el timón moviéndolo y mirando el nivel del aceite hidráulico. En este caso particular, siempre existen problemas por la acumulación de aire en el conducto del aceite, por lo que hay que purgarlo cuando los trompicones al girar el timón empiezan a ser considerables.



figura 51 y 52. Interior del bote de rescate/ Arriado del bote

A continuación se citan los equipos que poseen cada bote:

- Bomba manual para achicar sentinas.
- 2 bicheros de bote.
- 2 baldes.
- 1 compás magnético con iluminación.
- Vaso para beber.
- 2 extintores.
- Equipo de primeros auxilios.
- Kit de pesca.
- Linterna, con baterías y bombilla de repuestos.
- 2 escotillas.
- 2 sisgas con 30 m. de línea y 8 mm de diámetro.
- 1 cuchillo.
- 2 chalecos salvavidas.
- 1 espejo para señales.
- Reflector de radar.
- 22 provisiones de alimento (de 10000 KJ).
- Colector de agua de lluvia.
- Ancla flotante.
- 6 tabletas por persona para el mareo (un total de 132)
- 22 bolsas para el mareo.
- 2 señales fumígenas.
- 6 bengalas de mano (rojo).
- 4 bengalas con paracaídas (rojo).
- Carta de instrucciones para la supervivencia.
- 3 mantas térmicas.
- Caja de herramientas del motor.
- 3 litros de agua por persona (un total de 66).
- Silbato.
- Tabla de señales de supervivencia.

- Aros salvavidas. Situación.

-Sin driza:

- Pasarela de la cubierta principal 1 a Er y 1 a Br, a la altura de la bodega 3.
- 1 en popa, al lado de Er.

-Con driza:

- 2, en la cubierta de botes.

-Con luz:

- Pasarela de la cubierta principal 1 a Er y 1 a Br, a la altura de la bodega 5.
- Castillo de proa, 1 a Er y 1 a Br.
- 1 en popa, al lado de Br.

-Provistos de humo y luz:

- 2, en los alerones del puente.



figura 53. Aro salvavidas equipado con luz

## 12.2 Contraincendios

El barco consta de dos bombas contra incendios: Una situada en el suelo de la sala de máquinas (la misma que se utiliza para el contraflujo), y la otra en proa. Estas bombas centrífugas aspiran agua de mar y de ahí se distribuyen por las líneas principales a todas las conexiones y hidrantes de máquinas y cubiertas.

La primera es la de contra incendios principal (en algunos buques también suele utilizarse como servicios generales; en el Lola B hay otra bomba exclusiva para ello), mientras que la de proa es la de emergencia, donde puede ser accionada también por el generador de emergencia. Sin embargo esta última, ya que se ha de encender periódicamente, también se utiliza como bomba eyectora, ya que el sistema de sentinas del castillo de proa (caja de cadenas, etc.) se achica a través de un eyector (también está conectado con la línea de servicios generales).

Hay 16 hidrantes en total repartidos por todas las cubiertas del buque, la mayoría de ellos junto a estaciones contraincendios (mangueras con lanzas). En el pañol de baterías (al lado del control de máquinas) y en la gambuza también se pueden encontrar estaciones C.I.

- Distribución equipos individuales de C.I.:

- Máscara de escape rápido: 4 repartidas por la sala de máquinas.
- Equipo respiratorio y traje de lucha química: 4; En la cubierta de la tripulación, control de la máquina, pañol de baterías, y en proa.
- Equipo de bombero: 2; uno en el pañol de baterías y el otro en la cubierta de la tripulación, al lado del punto de reunión.

- Distribución extintores:

1. CO<sub>2</sub>:

- 1 Cuarto motor emergencia.
- 1 En el puente.
- 1 Control máquinas.

2. De polvo seco:

- 2 en el castillo de proa.
- Pasarela cubierta principal: 1 a Er y 1 a Br.
- 1 cuarto del servomotor
- 1 cuarto motor emergencia.
- 5 en la sala de máquinas, en la plataforma del entrepuente.
- 7 en el tecla intermedio de la sala de máquinas.
- 15 repartidos en las diferentes cubiertas de la habitación.

3. 1 instalación de polvo seco portátil en el tecla intermedio de la sala de máquinas.

4. 1 aplicación de espuma portátil en el cuarto de ventilación, en la cubierta principal.

- Disposición y tipos de detectores de incendio

## SISTEMA DETECCIÓN INCENDIOS

BUQUE LOLA B

ZONA 1	PUENTE DE MANDO
1.1	Entrada de puente
1.2	Puente Pr. Babor
1.3	Puente Pr. Estribor

ZONA 2	CUBIERTA DE OFICIALES
2.1	Pasillo entrada camarote jefe
2.2	Camarote radio
2.3	Camarote jefe
2.4	Despacho jefe
2.5	Despacho capitán
2.6	Camarote capitán
2.7	Armador
2.8	Pasillo salida a cubierta
2.9	Entrada a camarote capitán
2.10	Descansillo escaleras

ZONA 3	CUBIERTA OF. MÁQ.
3.1	Pasillo babor
3.2	Camarote 2º oficial
3.3	Camarote 1º oficial
3.4	Despacho 1º oficial
3.5	Camarote reserva
3.6	Despacho 1º oficial máquinas
3.7	Camarote 1º oficial máquinas
3.8	Camarote 2º oficial máquinas
3.9	Pasillo camarote estribor
3.10	Pasillo salida cubierta
3.11	Descanso escaleras

ZONA 10	PROA
10.1	Bajada Departamento Proa
10.2	Bajada Hélice Proa

ZONA 4	CUBIERTA DE TRIPULACIÓN
4.1	Pasillo camarotes de babor
4.2	Camarote cocinero
4.3	Camarote contraestre
4.4	Camarote camarero
4.5	Tripulante 1
4.6	Camarote calderero
4.7	Camarote 2 Alumnos
4.8	Salida cubierta
4.9	Camarotes Er.
4.10	Descansillo escalera

ZONA 5	CUBIERTA COCINA
5.1	Cocina
5.2	Cocina
5.3	Comedor tripulación
5.4	Comedor oficiales
5.5	Oficina de carga
5.6	Entrada de cubierta
5.7	Pasillo
5.8	Descanso escalera

ZONA 6	CUBIERTA PRINCIPAL
6.1	Local Baterías
6.2	Pasillo Babor
6.3	Local Aire Acondicionado
6.4	Pasillo Encima Extintor
6.5	Lavandería
6.6	Pasillo Estribor
6.7	Camarote Popa
6.8	Camarote Centro
6.9	Camarote Proa 72

ZONA 11	CUBIERTA PRINCIPAL POPA
11.1	Servomotor
11.2	Motor Emergencia
11.3	Bajada Pañoles
11.4	Puerta Entrada Estribor
11.5	Pañol Babor

ZONA 7	CUARTO CONTROL MÁQUINAS
7.1	Encima Extintor Babor
7.2	Popa Control
7.3	Proa Control

ZONA 8	TECLE CALDERA
8.1	Puerta Control
8.2	Zona Incinerador
8.3	Caldera Puerto
8.4	Bombas Aceite Térmico
8.5	Auxiliar nº 1
8.6	Encima motor principal (cil 6)
8.7	Sistema agua fecal
8.8	Zona Baterías
8.9	Pasillo Babor-Auxiliar 3
8.10	Pasillo Tanque Aceite
8.11	Compresor Frío Proa
8.12	Compresor Frío Popa
8.13	Taller

ZONA 9	PLANTE BAJA DE MÁQUINAS
9.1	Bombas A.D.
9.2	Depósito Frío
9.3	Tanque Sed. FO Estribor
9.4	Tanque. Sed. FO Babor
9.5	Zona Bomba Lastre
9.6	Compresor aire
9.7	Depuradora Proa
9.8	Depuradora Popa
9.9	Pasillo Babor
9.10	Alternador de cola
9.11	Popa Hidroforo

LEYENDA	
	Detector de llama
	Detector de calor
	Detector de humo
	Pulsador alarma

- Sistema fijo de CO<sub>2</sub>

El local de CO<sub>2</sub> se encuentra popa Er, en la cubierta principal, y cuenta con 37 botellas de 45 kg cada una. Estas solo pueden ser accionadas manualmente en el mismo local, excepto por la estación de disparo automático de CO<sub>2</sub>, que acciona unas botellas piloto de aire comprimido que posteriormente abren las válvulas de disparo de las botellas, solo para en caso de incendio de la sala de máquinas. Dicho control se encuentra en un armario de la sala de control de máquinas, al que también aguarda el cierre a distancia de combustible y el cierre a distancia de la ventilación de la máquina y la acomodación.

En caso de fallo del sistema automático, el accionamiento para descarga en la sala de máquinas también puede activarse manualmente desde el mismo local de CO<sub>2</sub>, con el mismo proceso de incendio en bodega.

Por otro lado el pañol de pinturas y la cocina poseen una botella para uso exclusivo en esos espacios. En la siguiente figura se muestra el esquema:

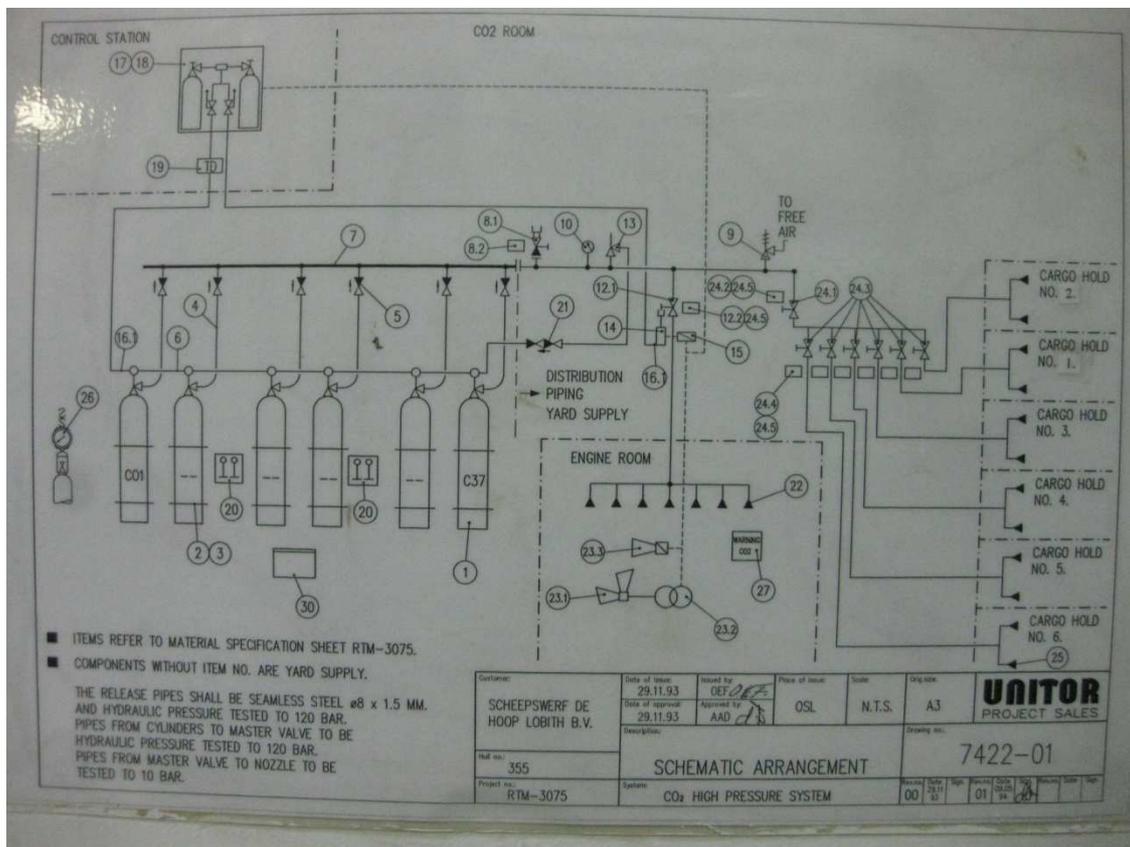


figura 54. Esquema sistema fijo de CO<sub>2</sub>

El sistema se opera manualmente desde armarios de disparo situados en el mismo local de CO<sub>2</sub>. Los espacios protegidos son las bodegas de carga (con una cantidad diferente de botellas a descargar; en función del espacio de cada bodega) y toda la sala de máquinas.

Instrucciones para:

- Fuego en las bodegas de carga:
  - 1- Abrir la válvula principal hacia las bodegas de carga.
  - 2- Abrir la válvula de bola marcada con el nombre del espacio protegido.
  - 3- Asegurarse de que todo el personal es evacuado de dicho espacio.
  - 4- Antes de disparar el sistema cerrar toda abertura del espacio protegido.
  - 5- Coger la manija de disparo y abrir el n° correspondiente de válvulas de botella en la batería de CO<sub>2</sub> (en la bodega n° 1, por ejemplo, son 22 botellas), introduciendo la manija en la cabeza de la válvula y tirando.
  - 6- El sistema está activado y el CO<sub>2</sub> se descargará en el espacio del incendio.
- Fuego en la máquina (sistema automático):
  - 1- Abrir el armario de disparo automático. La alarma de CO<sub>2</sub> sonará por toda la máquina y la ventilación se detendrá.
  - 2- Asegurarse que todo el personal ha abandonado el espacio.
  - 3- Antes de disparar cerrar toda abertura.
  - 4- Tirar hacia abajo ambas palancas de válvulas de bola.
  - 5- Abrir la válvula manual de una botella piloto de aire comprimido.
  - 6- El sistema está activado. Un retardador en la línea piloto hará que la apertura de válvulas de CO<sub>2</sub> se produzca en un tiempo prefijado. Pasado este tiempo, el CO<sub>2</sub> se descargará en la máquina.



figura 55. Local botellas de CO<sub>2</sub>

## 13. Lucha contra la contaminación

El Lola B cumple con toda la reglamentación expuesta en los anexos I, III, IV, V y VI del MARPOL 73/78.

### 13.1. Combustible

- $SO_x$  : Aunque los combustibles marinos son los que contienen más óxidos de azufre, éste nunca debe sobrepasar del 1% en diesel y del 3% en el fuel.
- $NO_x$  : El motor principal tiene un sistema de arranque lento, para que de esta manera no se produzcan tantas moléculas de óxido de nitrógeno en la combustión con el aire de arranque.
- Toma de combustible: Para prevenir una posible contaminación por accidente y derrame, antes de empezar la operación bunker se tapan todos los imbornales. Además se han de colocar cerca un mínimo de los equipos del SOPEP descritos en la siguiente página.

### 13.2. Lodos

Todos los lodos separados (depuradoras, filtros, etc.) son almacenados en el tanque de lodos, y nunca se pueden descargar al mar, aunque haya una emergencia. En tierra son descargados a través del manifold a un camión cisterna para ser tratado en una planta específica. Todas las operaciones son anotadas en el tanque de registro de hidrocarburos.



figura 56. Descarga de lodos

### 13.3. SOPEP

Los equipos de lucha contra la contaminación dados en el SOPEP se utilizan en casos como derrames de combustible o de alguna mercancía peligrosa transportada en alguno de los contenedores.

Estos se localizan a popa, en el pañol del contraamaestre, y son:

- Serrín: 50 kg.
- Cubos: 6.
- Palas: 2.
- Estopa: 100 kg.
- Cemento: 50 kg.

### 13.4. Basuras

En el barco se establece un alto rango de reciclaje. Los cubos se encuentran en la cubierta de popa, y se separan por: plásticos, fluorescentes, plásticos contaminados, trapos, vidrio, metal, etc.

Asimismo también hay 4 cubos mayores y bien tapados, de residuos peligrosos, clasificados por: Absorbentes y trapos, envases de plástico y envases de metal. Luego se descargan en puerto en los lugares especiales para cada basura.

### 13.5. Planta séptica

La planta séptica del buque es de la marca Delta PR, del tipo biológico. Cumple con todas las regulaciones del anexo IV del Marpol 73/78, y posee las siguientes características:

- Es un sistema aeróbico, en el que no existe riesgo de producción de Metano.
- Puede ser utilizada para un colector que trabaje bajo vacío o bien con gravedad.
- Puede tratar aguas negras o bien aguas grises.
- Es un sistema totalmente automático diseñado para un bajo mantenimiento.

- Modo de funcionamiento:

Las aguas negras y grises entran en la planta por la parte superior del tanque de aireación. El oxígeno es suministrado, constantemente, al tanque de aireación, de ésta forma, se activa el grupo de bacterias y como consecuencia el proceso biológico.

El aire necesario lo produce una electrosoplante y se distribuye por medio de líneas a unos difusores, los cuales están situados en el fondo del tanque de aireación.

De ésta forma el proceso aeróbico se extiende por el tanque. A la entrada del tanque de aireación hay un filtro de rejillas para atrapar las partículas sólidas en suspensión.

La decantación de estas partículas y sólidos en suspensión, termina de efectuarse en el tanque de decantación, diseñado especialmente para ello. En este tanque está instalado también un *skimmer*, que separa las partículas flotantes. Estas partículas y los sólidos decantados son recirculados al tanque de aireación.

El agua procesada del tanque de decantación pasa al tanque de desinfección, y una bomba dosificadora regula la cantidad de hipoclorito sódico que se debe adicionar a esta agua procesada. El efluente limpio es retenido en el tanque de desinfección durante unos veinte minutos. Así se consigue una reducción positiva de coliformes de menos de 250 por cada 100ml.

La bomba de descarga de efluente se activa, mediante unos flotadores de nivel (L4 y L3).L2 es el flotador de alarma.

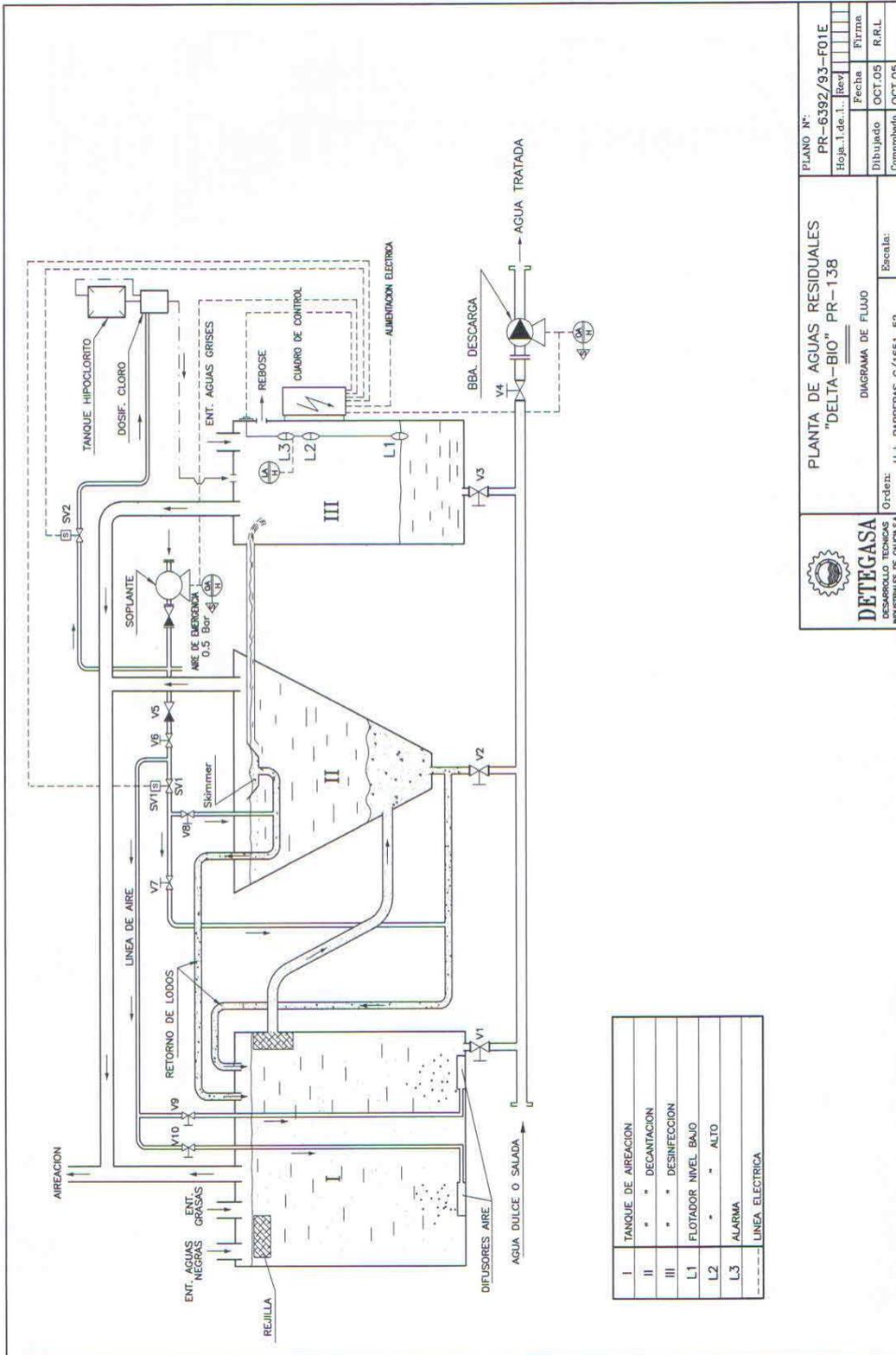
Mediante éste proceso, se acumulan lodos en el fondo del tanque de aireación. Estos lodos pueden ser bombeados al mar o al tanque de lodos según la situación por medio de una bomba de descarga.

Cada determinado periodo de tiempo se realiza una recirculación de lodos desde el fondo del tanque de decantación hacia el tanque de aireación; esta recirculación se realiza de forma automática por medio de una válvula solenoide controlada por un temporizador.

La planta está diseñada para un tiempo de retención de treinta minutos, en el tanque de desinfección, para desinfección con el fin de lograr el nivel de coliformes exigido.

Toda la planta se maneja de forma automática desde un cuadro eléctrico.

En la siguiente página se muestra el esquema de la planta:



**DETEGASA**  
DESARROLLO TÉCNICAS  
INDUSTRIALES DE CALI, S.A.

PLANTA DE AGUAS RESIDUALES  
"DELTA-BIO" PR-138

DIAGRAMA DE FLUJO

Orden: H.-J. BARRERAS C/1651-52 Escala:

PLANO N°: PR-6392/93-F01E	
Hoja: 1 de 1	Rev: 1
Fecha	Firma
Dibujado: OCT.05	R.R.L
Comprobado: OCT.05	

### 13.6. Sentinas

Todo efluente es almacenado al tanque de sentinas. Desde ahí descarga al separador de sentinas, donde:

- Solo puede ser manejado por el jefe de máquinas.
- Hace función de separador, y solo puede descargarse si como máximo el efluente está en 15 ppm, y a 50 millas de la costa.
- El resto separado lo envía al tanque de lodos o de vuelta al tanque de sentinas.
- La válvula de descarga es neumática, para que la presión de descarga sea constante. Está cerrada con candado si no se encuentra en uso.

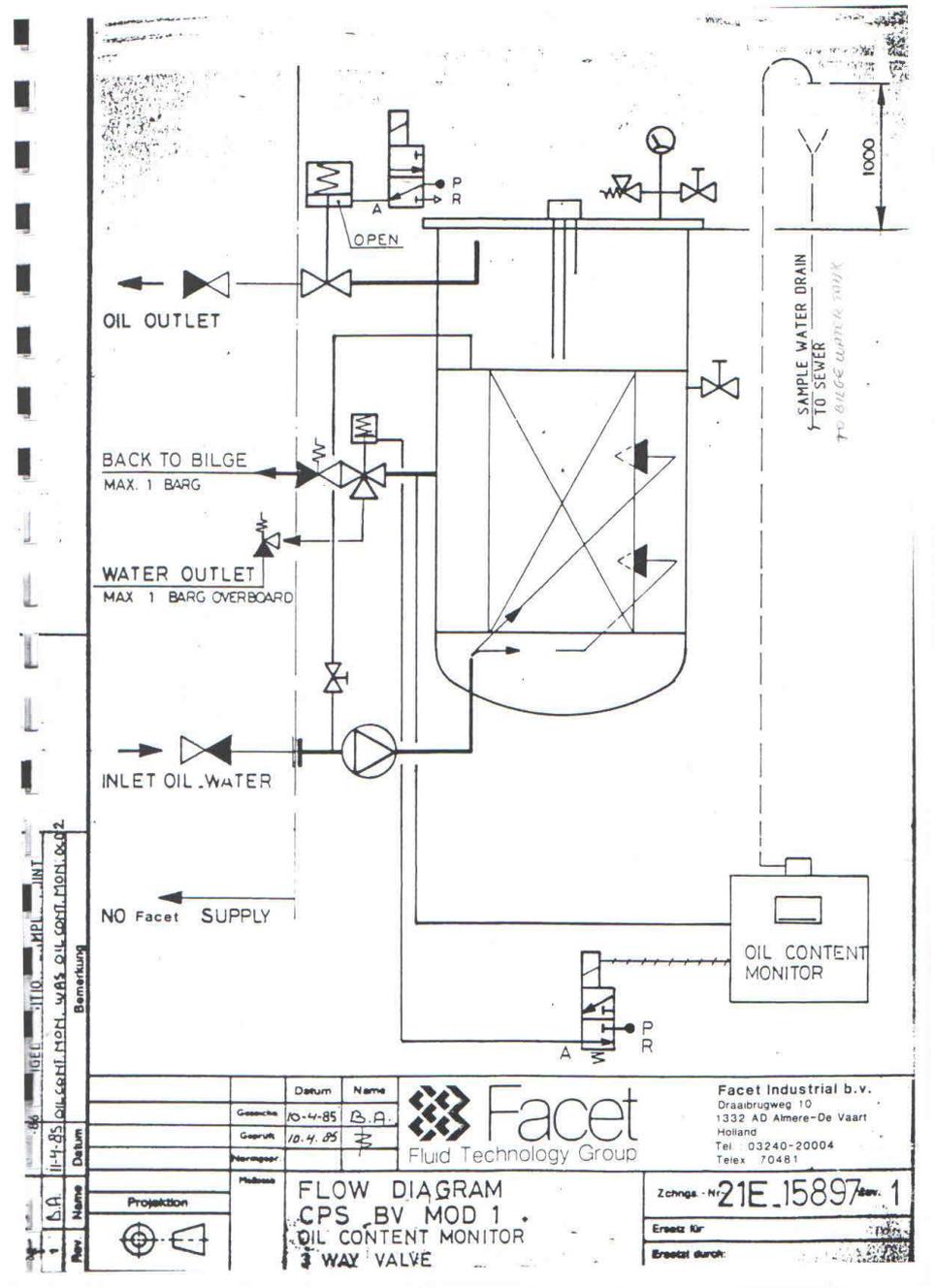


Figura 57. Separador de sentinas

## 14. Anexos

### Anexo 1.- Comprobación en caso de polución.



BOLUDA LINES, S.A  
PPE-14: DERRAME O CONTAMINACIÓN  
REV.3 Fecha: Agosto 2008 Pág.: 5/5

#### ANEXO I. LISTA DE COMPROBACIÓN EN CASO DE POLUCIÓN (LCP)

BUQUE:

Nº OMI:

NUMERAL:

#### LISTA DE COMPROBACIÓN EN CASO DE POLUCIÓN (LCP)

PUNTO	A COMPROBAR	SI	NO
1	Dar la alarma general, "R" (-), e iniciar procedimiento plan de emergencia, avisando a la Terminal		
2	Cese operaciones carga/descarga y a continuación cierre válvulas Manifold		
3	Parada de ventiladores en Cuartos de Bombas, Sala de Máquinas y Aire Acondicionado		
4	Análisis origen del derrame		
5	Reducir o anular el derrame, disminuyendo nivel tanque afectado, trasegándolo		
6	Drenar línea afectada o vaciarla a tanque de Slop		
7	Preparar bombas neumáticas para iniciar achique		
8	Preparación respuesta secundaria con ayuda externa y colaboración Terminal, comunicando acaecimiento a Oficinas Centrales (Director de Flota) siguiendo método SOPEP		
9	Comenzar procedimiento de limpieza mecánica, absorbentes, palas, etc...		
10	Comunicación a Autoridades Marítimas Competentes (Centro Regional de Coordinación Salvamento Marítimo), siguiendo método SOPEP, Oficinas Centrales (Director de Flota) o Persona Designada		
11	Tras la emergencia, el Oficial de Cubierta descarga la información almacenada en la memoria USB del VDR		

#### OBSERVACIONES:

PUNTO Nº

.....  
.....

SITUACIÓN: \_\_\_\_\_

CARGO: \_\_\_\_\_

FIRMA: \_\_\_\_\_

FECHA: \_\_\_\_\_

*Esta lista deberá actualizarse, ajustándose al buque, con ocasión del primer ejercicio, y siempre antes de un año de la entrada en vigor del procedimiento o tras los cambios que puedan afectar a estas comprobaciones.*

- Igual que éste también hay otras listas, como por ejemplo caso de derrame.

## Anexo 2.- Mantenimiento preventivo mensual.



**MANUAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO**  
**CAP.III: RECONOCIMIENTOS MENSUALES**  
 Rev: 2 Fecha: Agosto 2008 Pág 10/11

<b>B MANTENIMIENTO PREVENTIVO MENSUAL / MÁQUINAS</b>				
CONCEPTOS	FECHA	PERSONAL REQUERIDO EN LOS TRABAJOS	MATERIAL RENOVADO	OBSERVACIONES
<p><b><u>BOTES SALVAVIDAS</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Prueba refrigeración e inversión de marcha, del motor.</li> <li>- Prueba bomba achique manual.</li> </ul> <p><b><u>INSTALACION FIJA CO<sub>2</sub></u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Prueba de timbres de alarma.</li> </ul> <p><b><u>SERVOMOTOR</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Engrase general.</li> <li>- Nivel tanque aceite.</li> <li>- Circuitos.</li> <li>- Control de tiempo a una y otra banda con una y dos bombas.</li> <li>- Limpieza Filtros.</li> </ul> <p><b><u>VENTILADORES / EXTRACTORES CÁMARA MÁQUINAS / BODEGAS</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Engrase rodamientos.</li> <li>- Aligeramiento rampas.</li> </ul>				
	FIRMADO		FIRMADO	
	JEFE DE MÁQUINAS		CAPITÁN	

- Igual que éste también hay de mantenimiento preventivo semanal, bimensual, etc.

### Anexo 3.- Certificado de calidad toma de combustible para fueloil.



REFINERIA GIBRALTAR-SAN ROQUE  
 PUENTE MAYORGA S/N  
 11360 SAN ROQUE (CADIZ)  
 ESPAÑA

#### CERTIFICATE OF QUALITY / TEST REPORT

Date: 29/04/2011 00:00  
 Page 1/1

Certificate	00247726 / 08	Grade	47104 IFO-380	Transport	SPABUNKER CUARENTA
Sample Id	02791128	Operation type	Loading	Customer	CIA ESPAÑOLA DE PETROLEOS SA
Sample Site	T 0414	Batch/Subbatch	SL	Address	BAHIA
Sample Date	26/04/2011 06:58	Specification		Operation	0179411
Received Date	26/04/2011 07:50	Order Ref.		Your Refer.	
		Invoice:			

TEST	METHOD	RESULT	LIMITS
Viscosity at 50°C	ASTM D 445	373.6 mm <sup>2</sup> /s	<=380.0
Density at 15°C	ASTM D 4052	0.9907 kg/l	<=0.9910
Sulphur	ASTM D 4294	2.95 % (m/m)	<=4.50
Flash Point by PIM Tester (Proc B)	ASTM D 93	81.0 °C	>=60.0
Total Acid Number	ASTM D 664	0.8 mg KOH/g	<=2.5
Ageing Total Sediment Stability	ISO 10307-2	0.03 % (m/m)	<=0.10
Micro Carbon Residue	ASTM D-4530	14.92 % (m/m)	<=18.00
Upper Pour Point	ASTM D 5950	-9 °C	<=30
Water by Distillation	ASTM D 98	0.10 % (V/V)	<=0.50
Ashes	ASTM D 482	0.042 % (m/m)	<=0.100
Vanadium	IP 501	155 mg/Kg	<=350
Sodium	IP 501	12 mg/Kg	<=100
Aluminium+Silicon	IP 501	30 mg/Kg	<=60
Used Lubr Oil ULO	IP 501		
Calcium		4 mg/Kg	
Phosphorus		<1 mg/Kg	
Zinc		8 mg/Kg	
ULO		Libre de ULO	
Aromaticity Index CCAI	ISO 8217	852	<=870
F/Air		0.99895	
D/Air		0.9897	

PARA BUQUE

This Certificate is based on the results obtained in the Laboratory of this Centre and applies only to the test samples. Margins of error lie within standard test range.

We certify that our results are satisfactory and the grade is in accordance with the client's specifications.

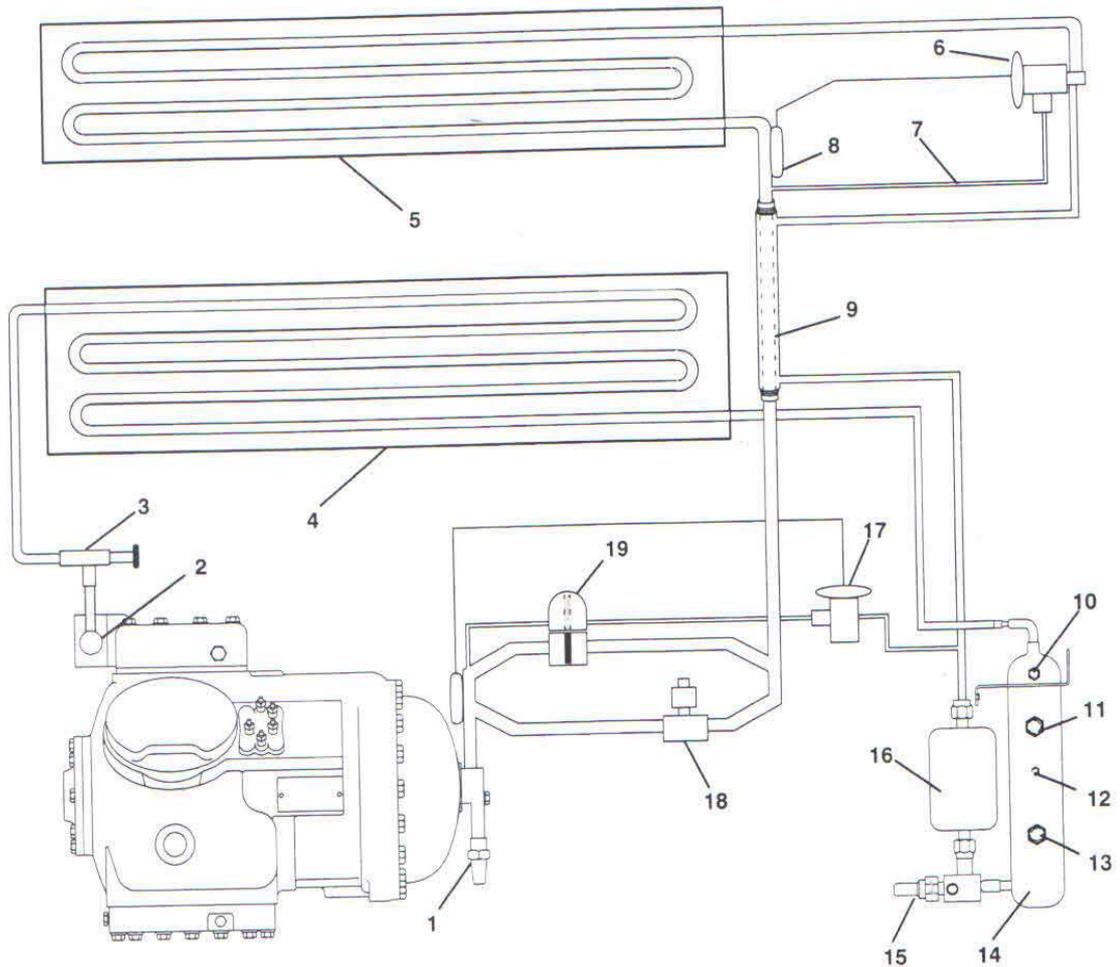
This Certificate may not be reproduced, in part or whole, without the expressed permission of this Laboratory.

Inspected by:	Issued by:	Monica Crespo Balado Loading Master	Labs Manager:	J. Gomez Madero
---------------	------------	--	---------------	-----------------

11360 SAN ROQUE (CADIZ) - ESPAÑA

29/04/2011 00:00

#### Anexo 4.- Esquema del circuito de refrigeración de un *reefer*.



1. Válvula Servicio Succión
2. Válvula Servicio Descarga
3. Válvula Reguladora de Presión Descarga
4. Condensador Enfriado por Aire
5. Evaporador
6. Válvula Expansión Termostática
7. Línea Igualador Externa
8. Bulbo Válvula Expansión Termostática
9. Intercambiador de Calor
10. Tapón Fusible (Ubicado en el depósito)

11. Mirilla
12. Transductor Presión Condensador (CPT)  
(Ubicado lado posterior del depósito)
13. Indicador del Líquido/Humedad
14. Depósito Modular Galvanizado
15. Válvula Manual Línea Líquido
16. Filtro Secador
17. Válvula Expansión Quech
18. Válvula Solenoide de Succión
19. Válvula Modulador de Succión

Figura 1-8. Circuito de Refrigeración con Depósito



## Anexo 6.- Equipos de la sala de máquinas.

<b>EQUIPO</b>	<b>SITUACION</b>	<b>N o</b>	<b>MARCA</b>	<b>TIPO</b>
Motor Principal		1	WARTSILA	9R46B
B.B Reserva Aceite M.P	Estribor	1	LEISTRITZ	2NG 140/170
Motor Eléctrico	Estribor	1	ABB	MBT 250M
Enfriador de Aceite	Estribor	1	ALFA- LAVAL	M10- BFM
Filtro de Aceite Doble	Estribor	1	BOLL & KIRCH	2.05.5.340.750DN150
Filtro Automático Aceite	Estribor	1	BOLL & KIRCH	6.61.07ND150
Enfriador Agua Dulce	Estribor	1	ALFA- LAVAL	A15-BFM
B.B Circulación B.T N°1	Estribor Popa	1	ITUR	IL-100/250
Motor Eléctrico	Estribor Popa	1	ABB	MBT 180L-4
B.B Circulación B.T N°2	Estribor Proa	1	ITUR	IL-100/250
Motor Eléctrico	Estribor Proa	1	ABB	MBT 180L-4
B.B Circulación A.T N°1	Estribor Popa	1	ITUR	IL-100/250
Motor Eléctrico	Estribor Popa	1	ABB	MBT 180L-4
B.B Circulación A.T N°2	Estribor Proa	1	ITUR	IL-100/250
Motor Eléctrico	Estribor Proa	1	ABB	MBT 180L-4
B.BRefrigeracion N°1 A.S	Estribor Popa	1	AZCUE	CM 200/33
Motor Eléctrico	Estribor Popa	1	ABB	MBT 225M6
B.BRefrigeracion N°2 A.S	Estribor Proa	1	AZCUE	CM 200/33
Motor Eléctrico	Estribor Proa	1	ABB	MBT 225M6
Filtro de H.F.O	Babor	2	BOLL & KIRCH	2.065.5.195.500.DN80
B.B Pre calentamiento	Estribor	1	KOLOMERS	AKN – 402N
Calentador A.D M.P	Estribor	1	BLOKSMA	ORDER: 933627

<b>Nº SERIE</b>	<b>CARACTERISTICAS</b>
633	8775Kw/500 RPM
60154001	163 m <sup>3</sup> /h
7957138	63Kw/108A/1775rpm/440 /60
30100- 48619	V=132uts.Pmx=10bar.Tmax=110 °C
306044/2	50 micras
306044/1	Pmax=10bar.Tmax= 80 °C
30101- 03156	Tmax= 85°C .Pmax=7bar.Cap=364L
4890505	Caudal=180 m <sup>3</sup> /h. Altura= 25,5m
L360627016/1	31Hp/40A/1770rpm/440/60
4890497	Caudal=180 m <sup>3</sup> /h. Altura= 25,5m
7774035	31Hp/40A/1770rpm/440/60
4890489	Caudal=180 m <sup>3</sup> /h. Altura= 25,5m
L360627016/3	31Hp/40A/1770rpm/440/60
4890471	Caudal=180 m <sup>3</sup> /h. Altura= 25,5m
L360627016/2	31Hp/40A/1770rpm/440/60
184818	Caudal=410 m <sup>3</sup> /h. Altura= 20m
4930329/2	34Kw/58A/1180rpm/440/60
184817	Caudal=410 m <sup>3</sup> /h. Altura= 20m
4930329/1	34Kw/58A/1180rpm/440/60
306044/30	34 micras
15399/93	Caudal=2,22 uts/seg. Altura= 1,3m
DRWG: V11.8.204	Presión diseño:16kg/cm <sup>2</sup> Presión diseño:16kg/cm <sup>2</sup>

- Aquí solo se muestran 22 de los más de 300 equipos que existen en la sala de máquinas.