

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL
FACULTAD DE INGENIERÍA MARÍTIMA Y CIENCIAS DEL MAR

“MONTAJE Y EQUIPAMIENTO DE UN BARCO SARDINERO
REFRIGERADO DE 39 METROS DE ESLORA”

TESIS DE GRADO

Previa a la obtención del título de:

INGENIERO NAVAL

Presentado por

Marco Antonio Avilés Arciniegas

Guayaquil – Ecuador

2010

AGRADECIMIENTO

Al DR. JOSÉ MARÍN que me ayudó a comenzar este trabajo, y al ING. PATRICK TOWNSEND por su apoyo profesional.

DEDICATORIA

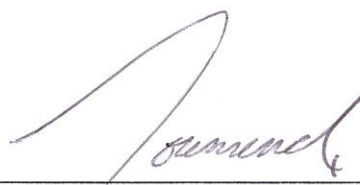
A Dios y mi familia, que siempre estuvo a mi lado de una forma incondicional; y en especial a mi Esposa y mis dos hijas.

TRIBUNAL DE GRADUACION



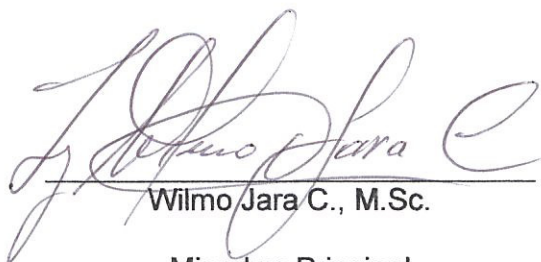
Jerry Landívar Z., M.Sc.

Presidente del Tribunal



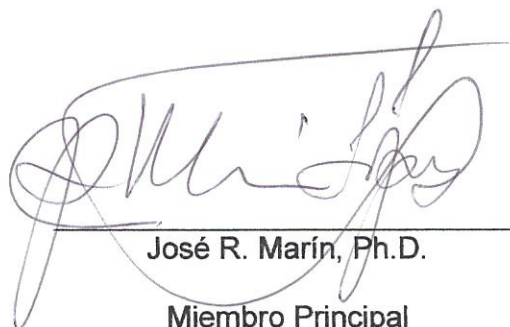
Patrick Townsend, Ing. Naval

Director de Tesis



Wilmo Jara C., M.Sc.

Miembro Principal

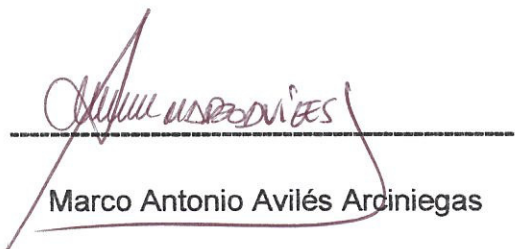


José R. Marín, Ph.D.

Miembro Principal

DECLARACION EXPRESA

"La responsabilidad del contenido de esta Tesis de Grado, me corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la Escuela Superior Politécnica del Litoral"



Marco Antonio Avilés Arciniegas

RESUMEN

La presente tesis, presenta el proceso de selección, montaje y equipamiento de un barco sardinero refrigerado de 39 metros de eslora, y con 410 metros cúbicos de capacidad de bodega. Detalla la construcción y montaje de los aparejos de pesca, empezando por el mástil y la pluma principales, con capacidad de levante de 12 toneladas, y, luego la instalación del winche de proa y el detalle de la selección y construcción del secador de pesca.

Se describe luego la instalación y montaje de equipos oleohidráulicos. Se detallan los hidromotores, las bombas seleccionadas, los filtros de succión y retorno, la planta de bombeo principal, que incluye tres bombas, y los mandos de control. También se describen las pruebas no destructivas aplicadas en los equipos instalados.

Se presenta luego una descripción de la instalación y montaje de equipos y circuitos del sistema de refrigeración, de tipo de Lluvia, de 156 TRH de capacidad, y que utiliza Amoníaco y Agua como refrigerantes primario y secundario, respectivamente. Se detallan también los equipos de refrigeración utilizados y se termina describiendo además, los ensayos no destructivos empleados.

En el último capítulo, se describe el montaje y la instalación de equipos auxiliares, que incluye el motor principal de 1080 hp y sus componentes, los generadores, las bombas para los diferentes equipos y otros. Se concluye sobre la complejidad de la instalación, la calidad de la mano de obra de construcción en Ecuador, y un comentario sobre el futuro de la construcción naval en Ecuador.

INDICE GENERAL

Pag.

RESUMEN	I
INDICE GENERAL	III
INDICE DE FIGURAS	V
INDICE DE TABLAS	VII
CAPITULO 1	
CONSTRUCCION Y MONTAJE DE LOS APAREJOS DE PESCA EN UNA EMBARCACION SARDINERA	1
1.1 Descripción de los equipos de pesca sobre cubierta de un buque pesquero sardinero.....	¡Error! Marcador no definido.
1.1.1 Halador de red (net winch)	4
1.1.2 Ordenador de red (net stacker).....	¡Error! Marcador no definido.
1.1.3 Bomba absorbente de pescado.....	¡Error! Marcador no definido.
1.1.4 Winche principal de pesca... ..	¡Error! Marcador no definido.
1.2 Descripción de la construcción y montaje de la arboladura.....	¡Error! Marcador no definido.
1.3 Descripción de la construcción y montaje del pescante del winche principal y el pescante de proa.....	¡Error! Marcador no definido.
1.4 Descripción de la construcción y montaje del secador de pescado.....	¡Error! Marcador no definido.
CAPITULO 2	
INSTALACIÓN Y MONTAJE DE EQUIPOS Y CIRCUITOS HIDRAÚLICOS	¡Error! Marcador no definido.
2.1 Descripción de la Instalación y Montaje de los Equipos y Circuitos Hidráulicos de Pesca.....	¡Error! Marcador no definido.
2.1.1 Winche de combinación.....	¡Error! Marcador no definido.
2.1.2 Net winch.....	¡Error! Marcador no definido.
2.1.3 Net estacker (ordenador)	¡Error! Marcador no definido.
2.1.4 Winche de pluma.	¡Error! Marcador no definido.
2.1.5 Caja multiplicadora.....	¡Error! Marcador no definido.
2.1.6 Reservorio de aceite.....	¡Error! Marcador no definido.
2.2 .- Descripción de la Instalación y Montaje de los Equipos y Circuitos Hidráulicos de Gobierno.	¡Error! Marcador no definido.
CAPITULO 3	
INSTALACION Y MONTAJE DE EQUIPOS Y CIRCUITOS DE REFRIGERACION	¡Error! Marcador no definido.
3.1 Tipo de Sistema de Refrigeración Seleccionado.....	¡Error! Marcador no definido.
3.2 Equipos de Refrigeración Utilizados.	¡Error! Marcador no definido.
3.2.1 Compresor vilter modelo 458xl.....	¡Error! Marcador no definido.
3.2.2 Tablero de control.	¡Error! Marcador no definido.

3.2.3 Condensador.....	¡Error! Marcador no definido.
3.2.4 Chiller (evaporador).....	¡Error! Marcador no definido.
3.2.5. Bombas.....	¡Error! Marcador no definido.
3.2.6 Acumulador.....	¡Error! Marcador no definido.
3.3 Descripción de la Instalación y Pruebas.¡Error! Marcador no definido.	
3.3.1 Montaje del compresor.....	¡Error! Marcador no definido.
3.3.2 Montaje del condensador.....	¡Error! Marcador no definido.
3.3.3 Montaje del chiller (evaporador).¡Error! Marcador no definido.	
3.3.4 Montaje del Recibidor.....	¡Error! Marcador no definido.
3.3.5 Montaje del Acumulador.	¡Error! Marcador no definido.
3.3.6 Montaje del separador de aceite.¡Error! Marcador no definido.	
3.3.7 Pruebas del Sistema de refrigeración.....	63
CAPITULO 4	
INSTALACION Y MONTAJE DE MOTOR PRINCIPAL Y EQUIPOS	
AUXILIARES	¡Error! Marcador no definido.
4.1 Instalación de motor principal.	¡Error! Marcador no definido.
4.2 Instalación de generadores.....	¡Error! Marcador no definido.
4.3 Instalación de bombas y otros.....	¡Error! Marcador no definido.
CONCLUSIONES	77
RECOMENDACIONES.....	79
APÉNDICES O ANEXOS	
ANEXO A: PLANO DE DISTRIBUCIÓN	80
BIBLIOGRAFIA	81

INDICE DE FIGURAS

Figura No. 1. Distribución de los equipos de pesca sobre cubierta	3
Figura No. 2. Detalle del Net Winch.....	5
Figura No. 3. Detalle del net stacker.....	6
Figura No. 4. Vista del absorbente de Pescado	8
Figura No. 5. Vista del winche de pesca en cubierta	10
Figura No. 6. Detalle superior del mástil.....	12
Figura No. 7 Detalles de Pines y bocines de la arboladura.....	14
Figura No. 8. Vista de Estribor de los pescantes	16
Figura No. 9. Vista de Proa del secador de pescado.....	18
Figura No. 10. Vista de Estribor del secador de pescado	19
Figura No. 11. Winche de Combinacion Modelo PT-CB25B-E	23
Figura No. 12. Detalle de la base del Net Winch	26
Figura No. 13. Detalle de la instalación del mástil del Net Winche	26
Figura No. 14. Maniobra de instalación del cabezal del Net Winch	27
Figura No. 15. Detalle de la maniobra de acople del cabezal del net Winch	27
Figura No. 16. Maniobra de instalación de mástil del Net Stacker.....	30
Figura No. 17. Maniobra de izada de brazo y cabezal de Net Stacker	30
Figura No. 18. Prueba del Net Stacker en muelle.....	32
Figura No. 19. Vista inferior del winche de la pluma	33
Figura No. 20. Vista de la caja multiplicadora acoplada al motor principal ...	35
Figura No. 21. Foto de bomba doble Vicker 4535VQ	36
Figura No. 22. Detalle de los filtros de succión MS 150	37
Figura No. 23. Detalle de los filtros mellizos FLR 415	39
Figura No. 24. Diagrama General del Circuito de Gobierno	40
Figura No. 25. Vista lateral del orbitrol charlynm 211-1178	41
Figura No. 26. Detalle de la instalación del servo principal y auxiliar.	43
Figura No. 27. Vista de la bomba vickers modelo V20 de 6 galones	45
Figura No. 28. Detalle de la instalación de los pistones de gobierno.....	45
Figura No. 29. Tipo de sistema de refrigeración seleccionado	48
Figura No. 30. Diagrama de Instalación del Circuito de Refrigeración	52
Figura No. 31. Foto del compresor Vilter modelo 458XL	56
Figura No. 32. Vista del condensador.....	57
Figura No. 33. Detalle del manifold de retorno a bodegas.....	59
Figura No. 34. Detalle de la instalación del chiller (evaporador).....	60
Figura No. 35. Foto de la instalación del recibidor.....	61
Figura No. 36. Vista superior del acumulador.....	62
Figura No. 37. Vista superior de la máquina principal.....	69
Figura No. 38. Detalle del conducto de escape y succión	70
Figura No. 39. Generador Cummings.....	72
Figura No. 40. Banco de filtros raccor	73
Figura No. 41. Sistema de intercambio de diesel	74

Figura No. 42. Vista de la válvula de fondo	75
---	----

INDICE DE TABLAS

Tabla I Características técnicas del Winche de combinación	24
Tabla II Características técnicas del Net Winch.....	28
Tabla III Características técnicas del Net Stacker	31

CAPÍTULO 1

CONSTRUCCIÓN Y MONTAJE DE LOS APAREJOS DE PESCA EN UNA EMBARCACIÓN SARDINERA

1.1 Descripción de los equipos de pesca sobre cubierta de un buque pesquero sardinero.

El buque de pesca al cual se le va a describir el montaje de los equipos, es un barco de cerco tipo sardinero o chinchorrero. Se dedica a la captura de especies pelágicas a lo largo de los caladeros de la costa del Ecuador. La embarcación, tiene una autonomía suficiente para la operación; la cual es realizar las maniobras de pesca en la noche, y en el día descargar el

producto en puerto. De tal forma, que los equipos que lleva a bordo, deben permitir el mayor número de calas o lances de la red en la noche; siendo el equipo más efectivo en cuanto a tire de levante de la red y velocidad, el sistema conocido como Petrel en conjunto con un winche de tipo combinación.

La Figura No. 1 muestra una vista de planta la distribución de los equipos de pesca de cubierta de un buque sardinero para pesca de cerco; entre los cuales como más importantes podemos resaltar:

1. el halador de red,
2. el ordenador de red,
3. el winche de pesca,
4. los pescantes,
5. el secador de pescado y
6. el absorbente.

Los equipos mencionados, van a ser descritos a continuación.

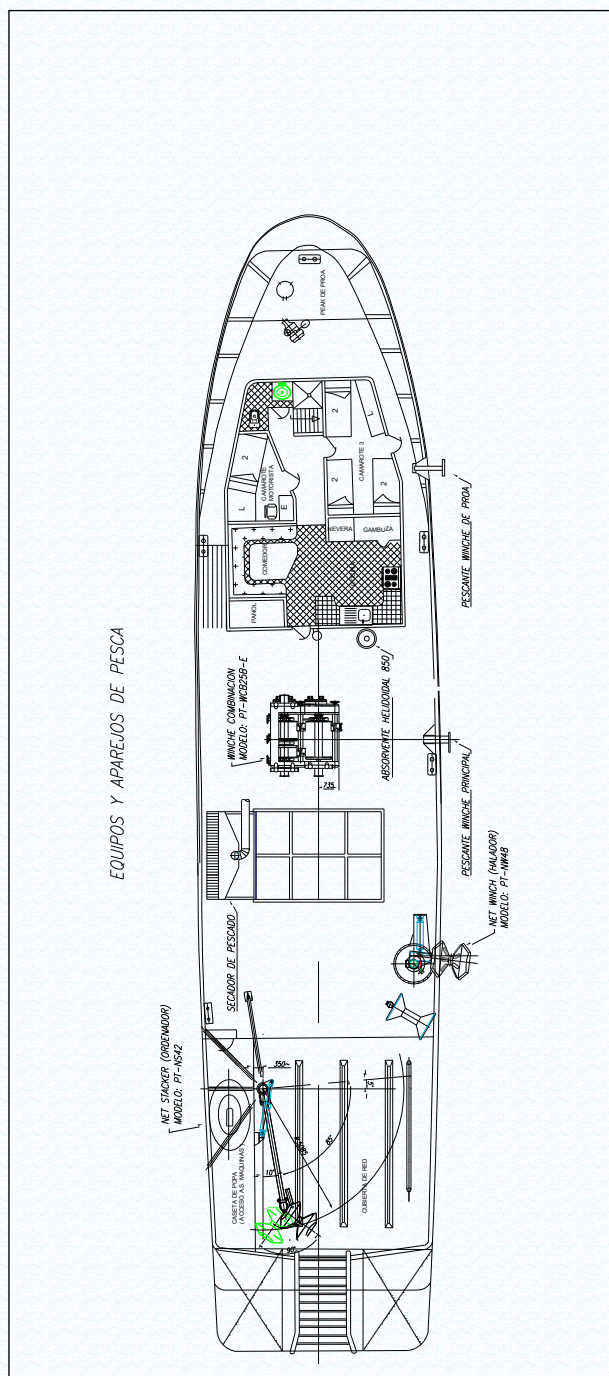


Figura No. 1. Distribución de los equipos de pesca sobre cubierta

1.1.1 Halador de red (*netwinch*).

Este es un equipo accionado hidráulicamente, como se muestra en la Figura No. 2 , este equipo de pesca cumple con la función de virar o recuperar la red de modo que la cenefa de flotadores, la red y la cenefa de plomos lo hagan de forma pareja, con la finalidad de acortar el tiempo de cada lance.

La tendencia actual debido a las condiciones de capturas, tales como distancia del caladero del cardumen de los puertos de descarga, y redes más grandes en longitud y altura, ha sido aumentar la velocidad de virado. Esto ha dado origen a grandes resistencias de virado, por lo que la fuerza de tiro necesaria para subir la red se ve incrementada en un porcentaje significativo. Este equipo está conformado por un mástil que sirve de soporte para el cabezal que es reclinable por donde pasa la red, el cabezal tiene un Carreto en forma de V lo que asegura un buen ángulo para una tracción óptima de la red, la que está accionada por tres motores radiales dándole la velocidad y tiro necesarios al equipo.



Figura No. 2. Detalle del Net Winch

1.1.2 Ordenador de red (*net stacker*)

La función de este equipo es la de ayudar a la tripulación en el estibado de la red. Teniendo este aparejo de pesca, la particularidad de que es un brazo que tiene alcance sobre toda la cubierta de estiba de la red; siendo su longitud y altura de acuerdo con el tamaño de la embarcación, como se

muestra en la Figura No. 3. El estibado de redes de gran tamaño se ha logrado con el uso de ordenadores, aun cuando reciben la calificación de grúas, presentan una diferencia importante, ellos tienen gran capacidad de momento lateral. Esta característica las diferencia de las grúas comunes que solo poseen gran momento de levante y giran cuando la carga ya está suspendida.



Figura No. 3. Detalle del net stacker

Lo importante en la elección de un ordenador de red es que alcance la mayor altura posible para facilitar el trabajo de separar las líneas de plomos y flotadores y además que su radio de acción alcance a barrer todo el espacio destinado para la red. Por otra parte, el peso de la red que sale del ordenador hasta la cubierta genera el tiro de entrada. Este debe ser suficiente para que la fuerza de entrada permita transportar la red y generar la fuerza de salida del netwinch.

1.1.3 Bomba absorbente de pescado.

El sistema para succionar la pesca y estibarla en bodega ha tenido mejoras en los últimos años. Actualmente, el desarrollo de los equipos para transferir la pesca desde el copo de la red a las bodegas de pescado hace que se pueda considerar el sistema como un subsistema completo.

Son varios equipos que deben trabajar coordinadamente y estar dimensionado de manera compatible. La bomba absorbente de pescado como se muestra en la Figura No. 4 está accionada por un motor hidráulico de desplazamiento fijo, el cual está completamente balanceado para una tranquila operación.



Figura No. 4. Vista del absorbente de Pescado

La introducción de estas bombas sumergibles de 12 pulgadas de diámetro de descarga, hay varias razones que permiten la justificación de su uso: preservan la calidad de la pesca al ser de mayor diámetro, el daño al pasar por la bomba y los conductos del circuito de descarga son evidentemente menores.

Además la gran velocidad de carga que esta bomba posee permite disminuir el tiempo improductivo que representa esta faena, liberando al buque para detectar otro cardumen para un siguiente lance. Su capacidad disminuye el tiempo durante el cual el buque está expuesto al momento escorante originado por un gran copo de pesca al costado.

1.1.4 Winche principal de pesca.

Entre las características de interés funcional se puede mencionar que estos winches deben ofrecer dos regímenes de funcionamiento: Alta velocidad de virado al inicio del cierre y máximo tiro al final del virado. Con esto se trata de compensar la pérdida de tiro que se produce al disponer del torque máximo constante y aumentar el radio efectivo a medida que se recupera el cable durante el virado.

Este winche de combinación como se ve en la Figura No. 5, tiene un tiro bastante alto comparado con los winches tradicionales de igual potencia, debido a que cierra la red por la parte inferior. Debe superar una alta resistencia hidrodinámica para acercar el Calón (parte inferior de la red) al costado de la embarcación.



Figura No. 5. Vista del winche de pesca en cubierta

Al mismo tiempo el tambor de la jareta (cable que cierra la parte inferior de la red durante la maniobra de cerco), actúa para evitar la pérdida de la pesca cuando se está formando el copo al costado del buque. Aquí no se requiere de gran potencia debido a que se manejan longitudes de cables reducidas, y la fuerza de tiro se obtiene en base a un radio efectivo pequeño. Es conveniente que sea un winche de tambor, para evitar el peligro de manejar manualmente un cable que está sujeto a grandes fluctuaciones en la tensión de trabajo, y que además, es virado en el otro extremo por el netwinch.

1.2 Descripción de la construcción y montaje de la arboladura.

En la mayoría de los buques sardineros, la arboladura es la parte más importante del buque cuando no tienen el ordenador de red tipo Petrel, ya que el secado de la red lo hacen sosteniéndose de la misma, haciendo que las fuerzas que escoran el buque actúen sobre el mástil. En el caso del buque en mención, la ventaja del ordenador de red deja que la arboladura sea para maniobras tales como subir el absorbente de pescado, ayudar en izado de objetos varios y la levantada de la panga sardinera al buque. Este factor, es importante en la toma de decisión de los amarres y los detalles constructivos del mástil, como se puede apreciar en la Figura No. 6; en la cual se notan las estructuras de pivote de los elementos que se sujetan al mismo.

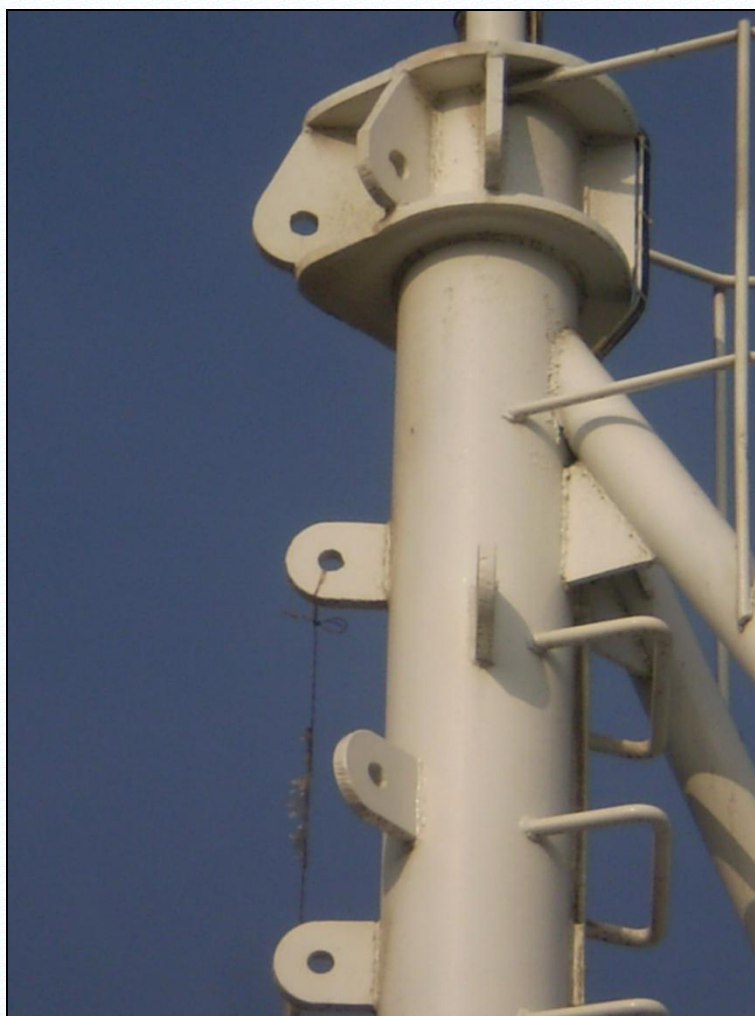


Figura No. 6. Detalle superior del mástil

Con plancha de 1", $\frac{3}{4}$ " y $\frac{1}{2}$ " de espesor, se confeccionan las diferentes orejas o apoyos de los pines y templadores que se sujetan al mástil. Estas estructuras, se cortan con oxicorte, dejándose enfriar al ambiente para que no experimenten deformación alguna, o cristalizado del material. El agujero para el pasador de los grilletes de los vientos, resulta más conveniente realizarlos en el taller de torno a la medida del pin del grillete.

Cabe destacar que todas las piezas u orejas que se ven en la Figura No. 6, son pasantes dentro del mástil; lo que les da una mayor resistencia en la soldadura, y por ende en la resistencia estructural.

Otro detalle importante, y que vale la pena mencionar, es la confección de los diferentes pines de las plumas y tangones que conforman la arboladura. Tradicionalmente, la base giratoria, tipo pin y pasador que soporta el peso de las diferentes plumas, se suelda sobre el mástil, incrementando la fuerza de compresión interna del mástil. Esto facilita el pandeo del mismo, y la presencia de deformaciones permanentes. Para solucionar este problema, se procedió a confeccionar una base reforzada sobre la cubierta del entrepuente tal como se aprecia en la Figura No. 7. Esto permite, que las fuerzas en el extremo de las plumas, se distribuyan sobre la cubierta, permitiendo que el mástil quede libre de las mismas.



Figura No. 7. Detalle de Pines y bocines de la arboladura

Como se aprecia en la Figura No. 7, el sistema pin-pasador, permite que las plumas giren sobre un eje perpendicular a la cubierta, y roten sobre un eje babor-estribor. Esto hace que puedan cubrir un amplio espectro sobre la superficie de maniobra dándoles mayor versatilidad.

Para el amarre estructural de las bases de las plumas, se soldaron en medio de la platina de refuerzo de la cubierta, y se le colaron fajas de amarre para completar la unión. La cubierta en esta zona, se le colocaron longitudinales de mayor espesor y ancho de ala, para reforzar la zona.

1.3 Descripción de la construcción y montaje del pescante del winche principal y el pescante de proa.

Los pescantes de maniobras, los cuales se observan en la Figura No. 8, revisten igual importancia en la maniobra de lance y recogida de la red. El pescante de popa, es el que en la maniobra del lance, soporta la tensión de las pastecas de jareta y cable. El cable se desenrolla a gran velocidad sobre estas pastecas, saliendo primero la jareta, la cual val al fondo de la red con las anillas. Luego sale el cable de la tira de popa, la cual sujeta la cuba de la red dando por finalizado el cerco. Muchas veces en el lance, el capitán de pesca queda con el cerco muy abierto terminándose este cable. Esto provoca que se dé un golpe seco sobre la pasteca y los tambores del winche, fuerzas que están consideradas en su construcción.

En el momento de la recogida del cerco, la Jareta pasa por el pescante de proa, mientras las anillas del fondo de la red son recogidas. Todo esto crea nuevas fuerzas sobre los pescantes.



Figura No. 8. Vista de Estribor de los pescantes

Por este motivo, los pescantes, más conocidos en el medio pesquero local como “burras”, fueron construídos de la siguiente forma: en el punto inferior de pivote se empleó plancha de 1 ½” de espesor. Las dos orejas, que van soldadas a la cubierta principal son de plancha de 1” de espesor.

Cabe destacar, que para soldar estas orejas sobre la cubierta principal, hubo que soldar sobre la misma, una sobreplancha de $\frac{1}{2}$ " de espesor, y de 2' por 2' respectivamente. Para evitar que esta plancha se levante sobre la cubierta, no solo se soldó sobre los extremos del sobrepuesto, sino que se le hicieron 4 orificios ovalados de 2" de largo, para rellenarlos con soldadura.

El pin de acero, que permite que los pescantes pivoteen de la cubierta a la borda, se confeccionaron de acero de transmision de 2" de diámetro, con cabezas de acero en una sola pieza, de 3" de diámetro exterior.

Finalmente, la plancha superior, o plancha de la cabeza de los pescantes, se confeccionó con material de 1 $\frac{1}{4}$ " de espesor, con sus agujeros maquinados en taller para evitar tensiones por el calor del oxicorte; es común en nuestro medio emplear este sistema de corte para este tipo de elementos.

1.4 Descripción de la construcción y montaje del secador de pescado.

El secador de pescado, el cual se aprecia en una vista de proa en la Figura No. 9, reviste especial importancia en el diseño de un buque sardinero. Este dispositivo ha sido configurado, para permitir que toda el agua que viene de la bomba absorbente de la succión del pescado sea otra vez devuelta al mar,

por medio de una pendiente de plancha perforada, la cual se aprecia en la Figura No. 10.



Figura No. 9. Vista de Proa del secador de pescado

En nuestro medio, se cuenta con plancha ya perforada con agujeros circulares uniformemente espaciados. Se ha seleccionado las perforaciones de $\frac{1}{2}$ ", con el propósito de que los sólidos de tamaño mayor también ingresen a la bodega; pues cuando se va a producir harina de pescado con la captura, esto resulta conveniente.

En la estructura del secador, se ha empleado plancha de $\frac{1}{4}$ " de acero inoxidable, para armar sus paredes laterales y soportes a la borda con plancha de $\frac{1}{2}$ ".

Con el propósito de que menos agua caiga a la cubierta, la plancha de decantación del agua, como se ven en la Figura No. 10, va soportada sobre la regala, de tal forma que el agua caiga directamente al mar.



Figura No. 10. Vista de Estribor del secador de pescado

El tubo de succión de pescado, de 12" de diámetro, debe ser colocado evitando en su medida las esquinas bruscas, pues se quiere que el pescado, en su recorrido por el manguerón de la bomba de succión de pescado hasta el secador, llegue lo menos golpeado posible. Si la captura se la quiere destinar para el consumo humano, los peces destripados y magullados, no son aceptados en los mercados locales.

Hay que tomar especial interés en la pintada final del secador, ya que va a estar muy sometido a la abrasión de los sólidos del agua de la bomba, los golpes del pescado, y las partículas que se descomponen del mismo.

CAPÍTULO 2

INSTALACIÓN Y MONTAJE DE EQUIPOS Y CIRCUITOS HIDRAÚLICOS

2.1.- Descripción de la Instalación y Montaje de los Equipos y Circuitos Hidráulicos de Pesca.

Hay que primero mencionar, que la instalación es oleohidráulica, pero en nuestro medio es comúnmente mencionada como hidráulica, y este último nombre es el que se va a presentar en este trabajo, para que sirva como guía a los demás ingenieros que trabajen en este medio. La instalación hidráulica de esta embarcación sardinera, está conformada por equipos y circuitos que van desde sala de máquinas hasta la cubierta principal de trabajo. En el anexo 1, vemos el plano completo de distribución del buque, en el cual se

aprecia la disposición de los equipos hidráulicos de cubierta. Estos equipos, se describen a continuación:

2.1.1 Winche de combinación.

Este equipo de pesca se encuentra ubicado en la cubierta principal entre la boca de cajón y el mástil hacia la banda de babor, siempre alineado transversal con la burra principal; se instala sobre la cubierta principal que es de plancha naval de 8 mm, y sobre esta se instala una sobre plancha de 12 mm la cual es acoplada y soldada con soldadura de botón de 20 mm x 60 mm intercalados cada 50 centímetros en sentido transversal y longitudinal.

Esta área coincide con los dos mamparos longitudinales de las bodegas de pesca y tres baos. Todo esto asegura que se tiene un área con la suficiente resistencia estructural para los esfuerzos que transmitirá el winche.

Sobre la sobreplancha previamente mencionada se trazan las referencias enviadas por el constructor del equipo para su instalación, y se procede a acoplar, nivelar transversalmente y longitudinalmente con la flotación de diseño.

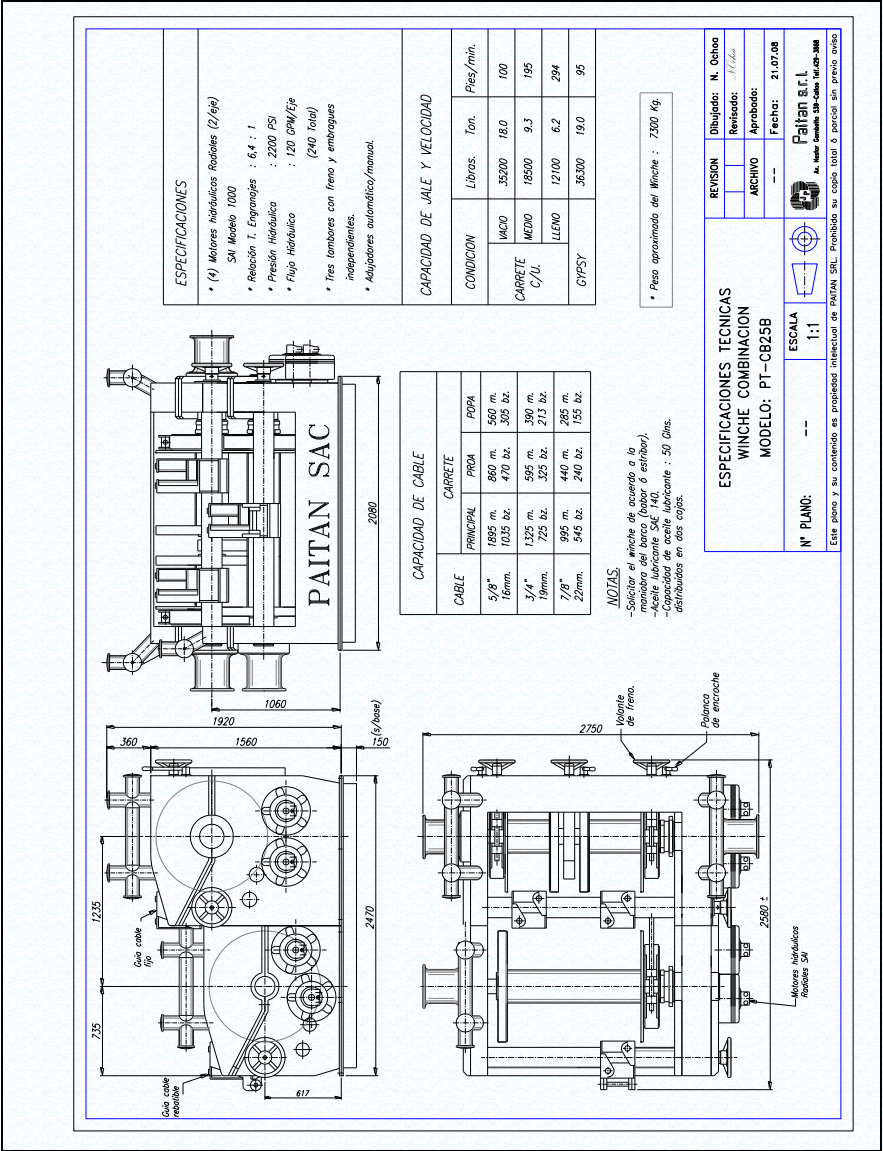


Figura No. 11. Winche de Combinacion Modelo PT-CB25B-E

Se suelda luego secuencialmente la base del winche de combinación que esta construida con un marco de 2470x2260 mm de perfil T con ala y alma de 5/8" x 150, y con escuadras de 200x150 mm en plancha de 5/8 " .

El winche principal llegó al país en dos partes y la maniobra de montaje se lo realizó con ayuda de una grúa y dos tecles de 3 toneladas. Primero se acopló a la base la primera parte que da a la banda de babor, se alineó y se aseguró con pernos de $\frac{3}{4}$ " x 4"; posteriormente se instaló la segunda parte del lado de estribor y se aseguró.

Características	Detalle
Modelo	PT-CB25B-E
Presion Hidraulica	2200 Psi
Flujo Hidraulico	120 Gpm/eje
Motores Radiales SAI	(4) modelo 1000
Relación de Transmisión	6,4 : 1
Peso Aproximado	7300 Kg.
Capacidad de aceite lubricante	70 Gal. (SAE 140)
Tambores	(3) tambores con freno y embrague

Tabla I Características técnicas del Winche de combinación

2.1.2 Net winch.

Este equipo de pesca se encuentra ubicado en la banda de estribor, del lado de la maniobra de pesca. Sobre la cubierta principal que es de plancha de 8

mm se instala una sobreplancha de 12 mm de 1500 x 4500 mm, que es acoplada y soldada con soldadura de botón de 20 mm x 60 mm intercalados cada 500 milímetros en sentido transversal y longitudinal y con soldadura de filete en todo el contorno de la misma.

Con la información técnica proporcionada por el constructor se trazó la ubicación exacta del mástil del Net Winch, y se procedió a acoplar, nivelar y soldar secuencialmente la base de este equipo como se aprecia en la figura 12. Como paso siguiente, con la ayuda de una grúa, se instaló el mástil y se lo aseguró a la base. Como paso final se izó el cabezal con una grúa y se lo acopló al mástil por medio de un pin en la parte superior y el gato hidráulico de levante por la parte inferior del cabezal, como se aprecia en las figuras 14 y 15.

Para el funcionamiento de este equipo se instalaron 2 tuberías de 1 ¼", y 5 tuberías de ½ pulgada, cédula 80, que van desde sala de máquinas hasta la cubierta principal donde está el equipo. Los motores radiales son alimentados por medio de dos tuberías de 1 ¼" de acero cédula 80, con un flujo hidráulico de 98 gpm, con un drenaje de media pulgada; el cabezal es accionado por un mando hidráulico CF 200.



Figura No. 12. Detalle de la base del Net Winch



Figura No. 13. Detalle de la instalación del mástil del Net Winche

El netwinch cuenta con dos gatos hidráulicos que proveen el movimiento del mástil y el de inclinación del cabezal, los cuales son accionados por medio de un mando doble.

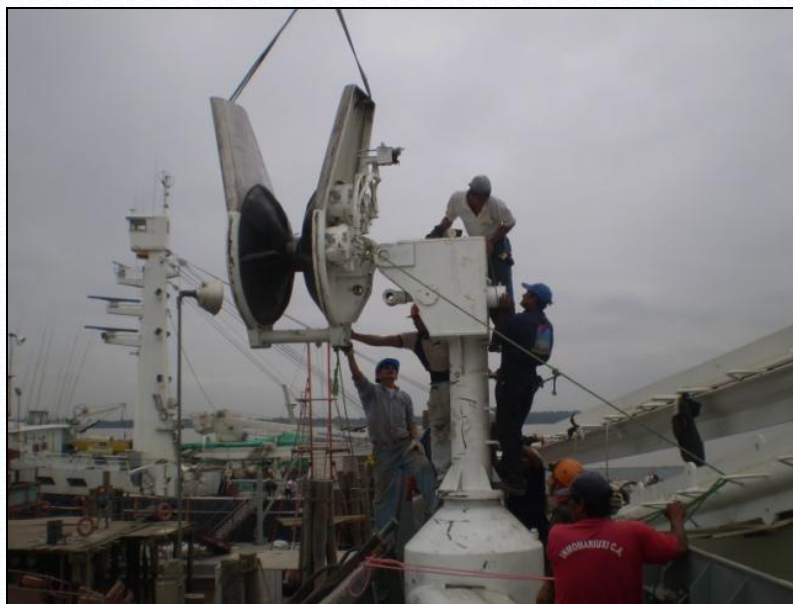


Figura No. 14. Maniobra de instalación del cabezal del Net Winch



Figura No. 15. Detalle de la maniobra de acople del cabezal del net Winch

Características	Detalle
Modelo	PT-NW46
Presión Hidráulica	2200 Psi
Flujo Hidráulico	98 Gpm
Motores Radiales SAI	(3) Modelo 500
Cabezal con carrete	46"
Piston Hidráulico	Para Levante del Brazo con Cabezal
Piston Hidráulico	Para Giro del mástil

Tabla II Características técnicas del Net Winch

2.1.3 Net estacker (ordenador).

La ubicación de este equipo hidráulico siempre será al lado contrario de la maniobra que para el presente caso estará hacia el lado de estribor, en el área de la cubierta de redes. Como se tiene en este buque el motor a popa y la entrada a máquina es por el lado de babor, aquí se construye una estructura en voladizo ver figura 16, con ángulos de $\frac{1}{2}$ " x 4" y platinas de $\frac{1}{2}$ " x 4" asociada a una plancha de 8 mm y reforzada con una sobre plancha de $\frac{1}{2}$ ". Sobre la cubierta principal se instala una sobre plancha de $\frac{1}{2}$ " para acoplar y soldar un puntal de tubo 10" cédula 40, que estructurado con escuadras en la parte superior amarrara el voladizo y está en la línea de eje del mástil del estacker.

Con una grúa primero se instaló el mástil sobre la estructura en voladizo, y se asegura en la parte superior con cuatro templadores contruïdos con tubo de 4" cédula 40 anclado en la estructura de la bajada a máquina. El siguiente paso es instalar el brazo articulado con el cabezal; con la ayuda de una grúa se alinea y se asegura con dos pines por la parte superior del mástil, y seguidamente instalamos el gato hidráulico de levante del brazo. Finalmente se instaló el gato hidráulico para el giro del estacker para la maniobra de acomodación de la red.

El circuito hidráulico que alimenta el netstacker consta de 7 tuberías de 1/2 pulgada y 2 tuberías de uno 1 ¼ cedula 80, las que accionan los motores radiales que dan el giro del carrete en ambos sentidos; incluye también una tubería de media pulgada sirve de drenaje de los motores radiales. Las 6 tuberías de media pulgada alimentan al gato hidráulico que da el giro al mástil, al gato que sirve para levantar y bajar el brazo del equipo y para girar el cabezal.



Figura No. 16. Maniobra de instalación de mástil del Net Stacker



Figura No. 17. Maniobra de izada de brazo y cabezal de Net Stacker

Características	Detalle
Modelo	PT-NS42
Presión Hidráulica	2200 Psi
Flujo Hidráulico	60 Gpm
Motores Radiales SAI	(2)Modelo 500
Cabezal con carrete	42"
Piston Hidráulico	Para Levante del Brazo con Cabezal
Piston Hidráulico	Para Giro del mástil

Tabla III Características técnicas del Net Stacker



Figura No. 18. Prueba del Net Stacker en muelle

2.1.4 Winche de pluma.

Este winche de pluma marca Paitán modelo PT-PL6 se instala en el mástil principal a unos 2,2 metros sobre la cubierta superior mirando hacia popa. En plancha de 5/8" se realizan 8 huecos para perno $\frac{3}{4}$ " con la plantilla de la base del winche; primero al mástil se suelda una platina de 5/8" x 3" x 400 mm sobre esto se alinea y suelda la plancha de 5/8" de 400 x 900 mm obteniendo una T. Se instala luego una tapa superior, una inferior y se

suelda interiormente, amarrando el mástil con la plancha de base para finalmente encajonar con dos tramos de plancha en sentido diagonal. De esta forma se obtiene una base completamente encajonada.



Figura No. 19. Vista inferior del winche de la pluma

Sobre la estructura descrita en el párrafo anterior se monta el winche que es asegurado con pernos de $\frac{3}{4}$ " x 4" grado 8, ver figura 19. El sistema hidráulico es alimentado por 2 tubos de 1" cédula 80, es accionado por un control doble HC-D12 y tiene un tubo de $\frac{1}{2}$ " como drenaje del equipo.

En sala de máquinas se encuentran los restantes elementos del circuito, consola de mando principal, grupo de bombeo hidráulico, reservorio de aceite que se describen a continuación. En el Anexo 2 se presenta el diagrama del circuito hidráulico principal de la embarcación.

2.1.5 Caja multiplicadora.

La caja multiplicadora modelo PT-CM3B, diseñada para mover tres bombas hidráulicas, con un razón de 1.66 : 1, dado que el motor instalado es de 1200 RPM únicamente. Se encuentra acoplada a un toma fuerza de dos discos modelo SP214, marca Twin Disk el mismo que está acoplado a la vez al motor principal como se observa en Figura No. 20, el cual suministra la potencia requerida para mover las bombas del circuito hidráulico.

Sobre la base de máquina del motor principal se construye con escuadras en plancha de $\frac{5}{8}$ " la base de la caja multiplicadora; se la suelda y se deja una holgura de 3 a 6 mm en el sentido vertical, para poder alinear con el motor principal para no tener problemas de alineamiento. En caso de no alcanzar

el alineamiento adecuado se tendría vibración y recalentamiento de la caja multiplicadora.



Figura No. 20. Vista de la caja multiplicadora acoplada al motor principal

La caja multiplicadora mueve 3 bombas hidráulicas dobles marca Vicker modelo 4535VQ de 60:38 GPM como se puede observar en la figura 21 y una bomba de 4 GPM; el propósito de las bombas es convertir la energía mecánica suministrada por el motor principal en energía oleohidráulica, esto hace que se empuje el fluido hidráulico a lo largo del circuito hidráulico.



Figura No. 21. Foto de bomba doble Vicker 4535VQ

2.1.6 Reservorio de aceite.

En teoría, el depósito debería dimensionarse generosamente, no sólo para admitir los desequilibrios volumétricos del sistema, sino también a fin de facilitar una superficie máxima para disipación del calor y refrigeración del fluido. El reservorio está ubicado hacia la banda de babor con una capacidad

de 1250 galones, este cuenta con su tubería de 2 pulgadas de llenada, la misma que llega a unos 30 centímetros del fondo del tanque.



Figura No. 22. Detalle de los filtros de succión MS 150

En este circuito se tiene tres filtros de succión para un flujo de 120 GPM, modelo MS 150, por cada bomba doble como se observa en la Figura No. 22.

A la salida del tanque se instala una válvula de compuerta de 3 pulgadas y posteriormente se instala el filtro de succión, que por medio de tubería de 3

pulgadas cédula 80 y manguera tipo puma de 3 pulgadas, se alimenta a la bomba doble de 98 galones. La misión de los filtros consiste en absorber:

- ✓ El polvo, impurezas y vapores atmosféricos.
- ✓ Las cascarillas de soldadura.
- ✓ La cascarilla resultante del curvado de los tubos.
- ✓ Las pigmentaciones de fundición.
- ✓ Los corpúsculos metálicos, resultantes del inevitable desgaste que es normal para las piezas en movimiento.

Las descargas de estas bombas salen hacia un múltiple (manifold) de válvulas de alivio y regulación modelo CT-10F, en total seis conectadas, con mangueras, accesorios y tubería de 1 ¼ cedula 80. Aquí se regula las presiones para operación de trabajo, y cualquier sobrepresión se descarga directamente en el tanque de aceite (reservorio).

También se instalan los filtros de retorno que forman un manifold de 5 filtros mellizos FLR 415 como se aprecia en la foto 23, que se alimenta con tubería de 3" cedula 80 que recolecta todos los retornos del circuito. El 50% del flujo es filtrado y el otro 50% se lo desvía a un enfriador de aceite que es el que mantiene la temperatura de trabajo del aceite entre 50°C a 55°C.



Figura No. 23. Detalle de los filtros mellizos FLR 415

2.2 .- Descripción de la Instalación y Montaje de los Equipos y Circuitos Hidráulicos de Gobierno.

El Sistema de Gobierno principal de esta embarcación es Hidráulico y también cuenta con un sistema auxiliar Electro-Hidráulico. En la Figura No. 24 se puede observar todos los componentes de los equipos, circuitos y accesorios que forman el sistema hidráulico de gobierno.

En el puente de gobierno, en el lado de estribor (lado de maniobra de la embarcación) se construyó una base con ángulo de 2 X ¼" para asegurar el Director de Flujo, Orbitrol Charlynm 211-1178. Como se puede observar en la figura 24, la parte estriada sirve para que se acopla a la columna charlynm 204-1003 y a esta se acopla la rueda con la que se opera de forma manual el gobierno de la embarcación.

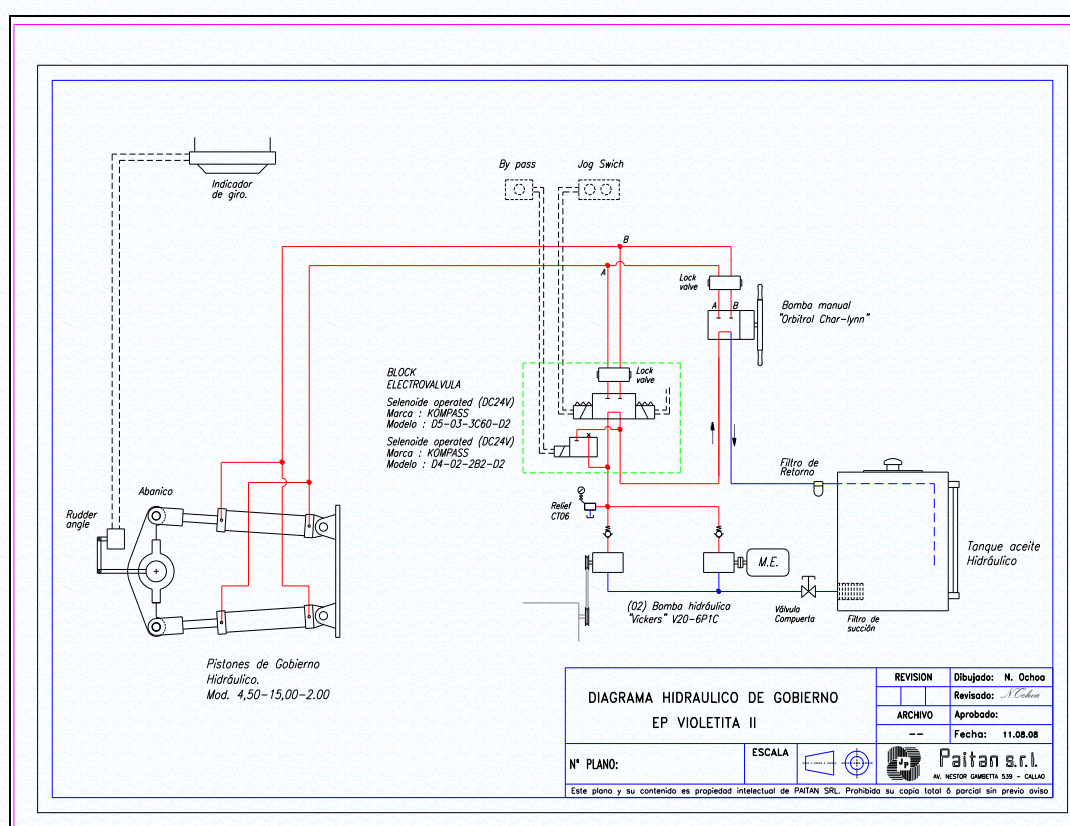


Figura No. 24. Diagrama General del Circuito de Gobierno



Figura No. 25. Vista lateral del Orbitrol Charlynm 211-1178

Las conexiones para el Orbitrol son cuatro, de $\frac{1}{2}$ " : dos que se alimentan desde las bombas de gobierno principal o auxiliar y están ubicadas en popa y dos que van hacia los pistones hidráulicos de gobierno. Aquí se instala una válvula doble de seguridad LO-50-D. Estas cuatro líneas son de tubería de $\frac{1}{2}$ " cédula 80 en un tramo de 16 metros; los siguientes 15 metros son de tubería de 1" cedula 80, y los últimos 9 metros se reduce a $\frac{3}{4}$ " que es donde se encuentra el sistema de bombeo del circuito principal de gobierno. Estas variaciones en los diámetros de tuberías se lo realiza por la longitud del

circuito, disminuyendo las pérdidas y mejorando el flujo por ser un sistema de baja presión.

En el puente de gobierno se instala el sistema eléctrico del sistema auxiliar que es el Jog swicht que acciona la bomba hidráulica por medio de electroválvulas instaladas en el pique de popa como se observa en la foto 26. La válvula directamente es accionada por un solenoide, y su acción, cuando se encuentra energizada, se traduce en un empuje o una tracción de la corredera. En el presente caso se tiene una válvula de cuatro vías, dos posiciones, de retorno por la acción de un resorte y accionada por un electroimán.

Cuando se energiza el solenoide, la corredera es empujada por la acción de este hacia la izquierda, conectando la presión a la cara 2 del cilindro mientras que la cara 1 queda drenada al tanque. La corriente eléctrica debe ser mantenida sobre el solenoide para que este a su vez mantenga a la corredera empujada totalmente hacia la izquierda. Cuando se corta la corriente el solenoide se desenergiza, el resorte empuja enérgicamente a su vez a la corredera hacia la derecha cconectándose entonces las puertas del cuerpo de la válvula. El sistema de gobierno auxiliar es accionado por un motor eléctrico de 7.5 HP a 1750 RPM acoplado con una bomba Vickers modelo V10 de 4 GPM mediante cruceta y campana entre la bomba y el

motor eléctrico. La succión de la bomba es de 1 pulgada y la salida de 1/2"; aquí se instala una válvula de cheque de 1/2", que permite la circulación del fluido en un solo sentido; en la dirección contraria se cierra impidiendo el paso.

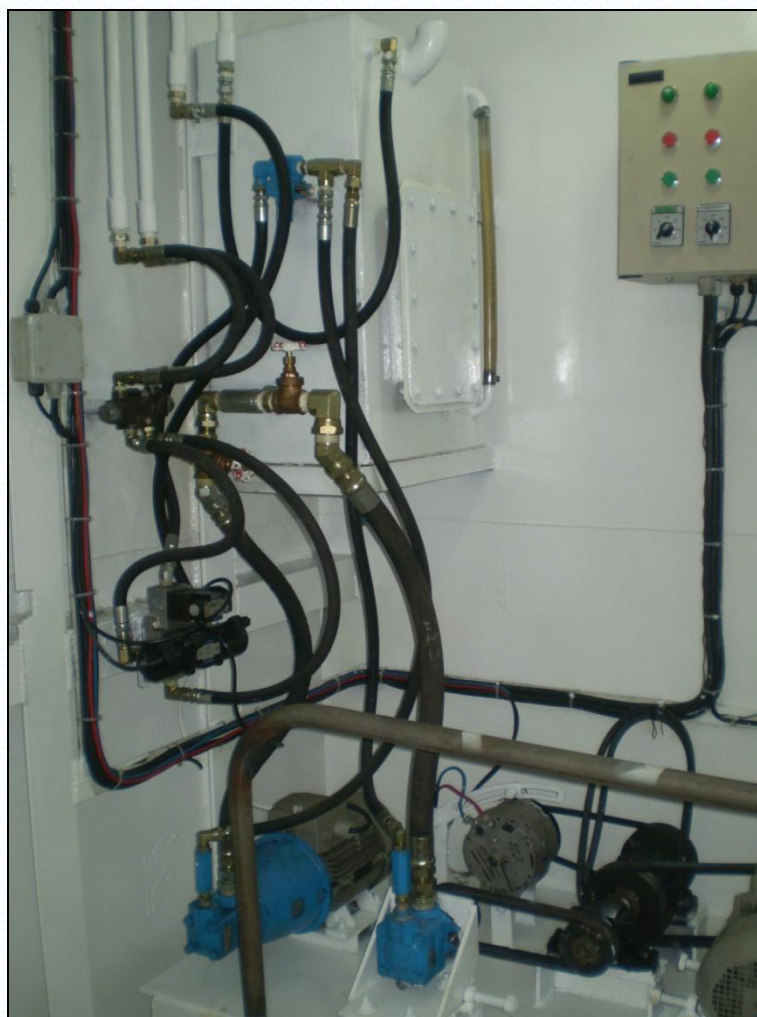


Figura No. 26. Detalle de la instalación del servo principal y auxiliar.

La obturación del paso de la válvula cheque puede lograrse con una bola, disco, cono, etc., impulsada por la propia presión de trabajo o bien con la

ayuda complementaria de un muelle; esta obturación sirve para cuando se hace funcionar el sistema principal y el auxiliar.

En el peak de popa se encuentra el sistema de bombeo del sistema de gobierno principal y auxiliar. El sistema de gobierno principal es accionado por una bomba hidráulica Vickers modelo V20 de 6 GPM como se observa en la figura 27; esta es una bomba de paletas fijas de poco ruido de fácil mantenimiento y es muy compacta, y recomendada para sistemas de baja presión. La bomba es accionada por un motor eléctrico de 7.5 HP de 1750 RPM acoplado mediante bandas y poleas tipo V para que funcione a 1200 RPM. La tubería de succión es de 1 pulgada y se alimenta de un reservorio que tiene una capacidad de 38 galones, con lo que se garantiza que el sistema trabaje a una temperatura adecuada. La descarga de la bomba es de 1/2", y aquí se instala una válvula de check de 1/2" , y se la conecta a una válvula de alivio que cuando actúa descarga el aceite hidráulico al reservorio.



Figura No. 27. Vista de la bomba Vickers modelo V20 de 6 GPM



Figura No. 28. Detalle de la instalación de los pistones de gobierno

La presión de ruptura está definida por el valor al cual el aceite comienza a pasar del circuito principal al tanque. En las válvulas de alivio de acción directa, para que ello ocurra, la presión del sistema tiene que balancear la tensión de oposición del resorte. La compresión de este resorte hace que para obtener una apertura total de la válvula de alivio deba incrementarse la presión a valores no aceptables en un circuito bien diseñado, y de ahí continua hasta alimentar al Orbitrol en el puente, y retorna hacia los dos pistones hidráulicos de 4 X 15 X 1 $\frac{3}{4}$ " que accionan el abanico de la pala del timón como se observa en la figura 28.

CAPÍTULO 3

INSTALACIÓN Y MONTAJE DE EQUIPOS Y CIRCUITOS DE REFRIGERACIÓN

3.1 Tipo de Sistema de Refrigeración Seleccionado.

Los parámetros de diseño para este sistema de refrigeración son:

- Temperatura inicial del agua de mar en bodegas: 27 grados centígrados,
- Temperatura final de las bodegas: 0 grados centígrados, y,
- Volumen total a refrigerar en 6 bodegas: 410 metros cúbicos.

El sistema seleccionado emplea un proceso de refrigeración, en el que se enfría un fluido secundario a través de intercambiadores de calor que actúan como evaporadores. Este fluido secundario, que para el presente caso es

agua de mar que es un fluido económico y seguro, el que posteriormente es bombeado por el circuito secundario, a través de tuberías aisladas térmicamente hasta los puntos donde se requiere extraer el calor. Este sistema recibe en el medio el nombre de Chillers. En la Figura No. 29 se pueden apreciar todos los componentes del sistema de refrigeración seleccionado para esta embarcación sardinera.

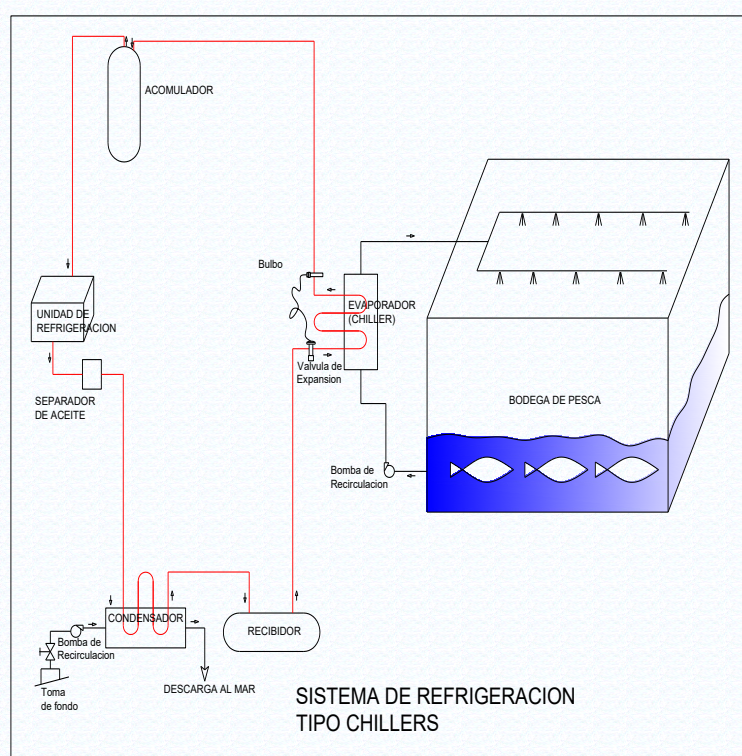


Figura No. 29. Tipo de sistema de refrigeración seleccionado

El sistema de refrigeración está formado por el refrigerante que para el presente caso es el Amoníaco, que en forma de gas, entra en la unidad de

refrigeración (compresor), por la tubería denominada de aspiración o succión, a través de la válvula de aspiración (semejante a los cilindros de un automóvil). Aquí el refrigerante es comprimido, aumentando por ello su presión y su temperatura, hasta llegar al punto en cuyas condiciones fluye hasta la entrada del condensador

La válvula de salida del cilindro del compresor actuará de retención, impidiendo que el gas regrese hacia el mismo. Este gas pasa por el separador de aceite, que básicamente es una cámara de separación para el aceite y el gas de descarga; el aceite acumulado aquí retorna hacia el compresor.

En el siguiente elemento del sistema, el condensador, se realiza un intercambio en el cual el calor extraído por el refrigerante en el evaporador (Chiller), más el añadido en la fase de compresión, se lo transmite a un medio condensante. Aquí el refrigerante en forma de gas es enfriado por agua de mar que es succionada de la toma de mar por una bomba de recirculación y es descargada por una banda del buque.

El refrigerante sale del condensador en forma de líquido y se dirige hacia el receptor de líquido que es básicamente un tanque de almacenamiento para refrigerante líquido que se utiliza prácticamente en todas las unidades

equipadas con válvulas de expansión. El recibidor es lo suficientemente grande como para almacenar prácticamente toda la carga del circuito.

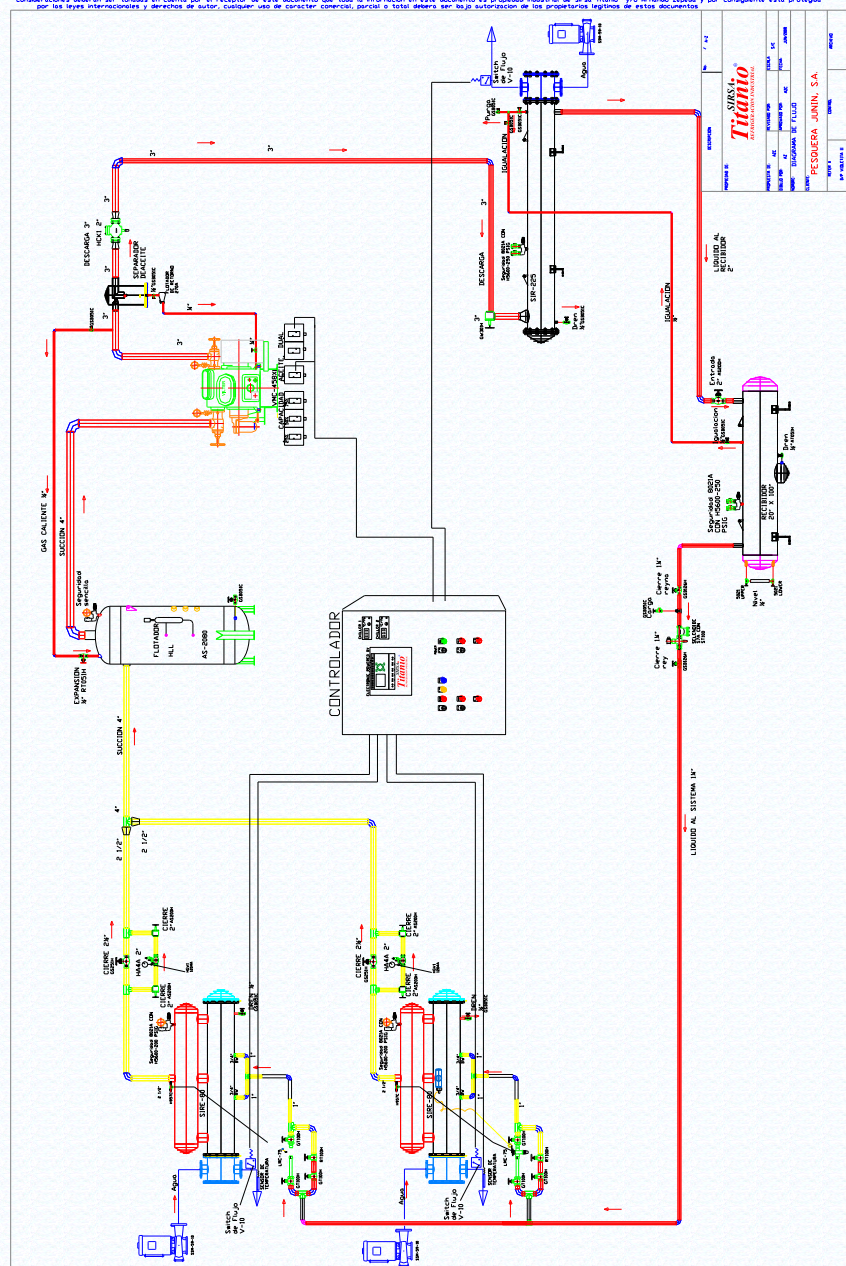
En su recorrido el refrigerante su flujo es controlado por una válvula de expansión termostática, que tiene la habilidad de proporcionar un amplio y efectivo uso de la superficie del evaporador bajo todas las condiciones de carga. El evaporador (Chiller) es la parte del sistema de refrigeración donde se retira el calor del producto, que en este caso es el agua de mar que está enfriando el pescado de la bodega de pesca. Este aparato se define como un intercambiador de calor. En la bodega de pesca la bomba de recirculación succiona agua desde la parte inferior, que se enfría en el evaporador y regresa a la bodega de pesca por la parte superior; esta agua enfriada, se dispersa por tuberías en forma de lluvia para poder extraer el calor de los peces.

El acumulador de refrigerante se encuentra entre el evaporador y el compresor, en la succión de este, y tiene la capacidad suficiente para alojar la máxima cantidad de líquido que pudiera producir la inundación. Este equipo posee una fuente de calor para evaporar el refrigerante líquido y pase poco a poco al compresor.

El refrigerante primario, Amoníaco (NH_3) R717, es toxico, de acción corrosiva sobre las partes de cobre, zinc o sellos que contengan estos metales. Tiene elevado calor latente de evaporación y relación de presión y volumen específico, convenientes para un sistema de refrigeración. Además es económico, su temperatura de evaporación a presión atmosférica es de -34°C y su rendimiento térmico es 4 a 5 veces mayor que el de los CFC22 o CFC12, ya que se requiere menos masa para hacer el mismo trabajo. Se detecta fácilmente y no es sensible a la presencia de agua o aire húmedo y no se mezcla con el aceite. La inflamación ocurre con una concentración del 16 al 25% en aire y la temperatura de auto inflamación es de 651°C . El valor límite de exposición para el hombre es de 25 ppm, su olor es muy irritante y en altas concentraciones provoca dificultades respiratorias y ahogo, siendo mortal en concentraciones de 30.000 ppm. Los sistemas en donde esta sustancia es más utilizada es el conocido como de absorción, en el cual el amoníaco actúa como refrigerante y el agua actúa como absorbente.

3.2 Equipos de Refrigeración Utilizados.

De acuerdo al sistema de refrigeración seleccionado para la embarcación sardinera, se recomendó la siguiente instalación según se ve en el diagrama de la Figura No. 30, suministrado por Sirsa Titanio que fue la empresa que dimensionó y calculó todos los equipos y componentes de este sistema.



A continuación se describen los equipos empleados en la instalación:

3.2.1 Compresor Vilter modelo 458xl.

El compresor marca Vilter modelo 458XL, tiene una capacidad efectiva para desplazar hasta 156 TRH cuando opera el sistema de Amoníaco a 45 psi en la succión y 181 psi en la descarga. Trabaja a 1130 rpm para lo cual consume 146 HP al freno; cuenta con solenoides de descarga interna al 25, 50 y 75 %. Es accionado por un motor eléctrico de 150 HP a 1800 RPM por medio de bandas y poleas.

3.2.2 Tablero de control.

El tablero de control eléctrico/electrónico para el compresor y todo el sistema, esto es brake tipo main de protección general, transformador de voltaje para control 120V, arrancador a voltaje reducido en estrella delta para el motor de 150 HP en 440/3/60, controlador electrónico que protege la operación en los puntos vitales del sistema. Este tablero controla fallas de flujo de los dos chillers y el condensador, operación de los controles de presión y temperatura de agua de los chillers, arrancadores de las bombas de agua de los chillers y condensador.

3.2.3 Condensador.

El condensador está construido de Titanio, con una capacidad efectiva para 225 TRH cuando opera el sistema de amoníaco, condensando a 180 psi

cuando el agua de mar está en 84 F y opera con un flujo efectivo de agua de mar no menor a 1100 gpm. Está construido con tubería de Titanio SB 338, GR2 sólido sin costura, espejos de Titanio donde el tubo es soldado, cuerpo de acero al carbono ASTM SA-53 GRB y extremos de acero inoxidable en calidad T316 con dos pasos de agua.

3.2.4 Chiller (Evaporador).

Los Chillers son de Titanio, con capacidad efectiva para 80 TRH cada uno, cuando operan en un sistema de amoníaco inundado al 80%; fueron contruidos con tubería de Titanio SB338 sólido sin costura, espejos de Titanio donde el tubo está soldado, cuerpo de acero al carbono ASTM SA-53, con los extremos de acero inoxidable con 2 pasos de agua. El acomulador de succión está integrado, con conexión para master control de nivel con mirilla de líquido, recubierto con aislamiento térmico de Armaflex, sellado con resina y pintura epóxica.

3.2.5. Bombas.

Se instalaron tres bombas marinas, dos para el sistema de recirculación de los dos chillers, y una para el sistema del condensador, con eje de acero inoxidable, impeler de bronce, buje de bronce, con sello mecánico, accionadas por un motor sellado de 10 HP a 1750 rpm, con un flujo de 900 gpm. El diámetro de succión es de 6 pulgadas y descarga de 5 pulgadas.

3.2.6 Acumulador.

La trampa del acumulador de succión para protección del compresor por arrastre de líquido es de 20" de diámetro por 80" de alto, con línea de gas caliente para evaporar el líquido manualmente, aislamiento térmico con Armaflex, sellado con resina y pintura epóxica.

3.3 Descripción de la Instalación y Pruebas.

3.3.1 Montaje del compresor.

Este equipo se encuentra instalado sobre el tanque de agua dulce, que en su tapa superior tiene un espesor de plancha de 5/16", y que se encuentra en la banda de estribor, ver figura 31. Se reforzó la base con platinas de acero al carbono de ½ " x 4" en sentido longitudinal y con dos anillos transversales en perfil tipo Tee de 3/8" x 6" x 4", todo debidamente soldado para tener un panel de anclaje adecuado para instalar el compresor.



Figura No. 31. Foto del compresor Vilter modelo 458XL

La línea de succión del compresor es de tubería de 4" cédula 80, y, 3" con cédula 80 a la descarga, debidamente biselada y soldada a la válvula de admisión y descarga con soldadura 6011 como penetración y 7018 como soldadura de acabado. Para poder enfriar el compresor se instaló un tanque de expansión de 30 galones de capacidad, para abastecer con agua dulce a una bomba de 1 HP para recircular el agua alrededor de las cabezas del compresor y esta a su vez es enfriada en un intercambiador de calor con agua de mar.

3.3.2 Montaje del condensador.

Para esta instalación se construyeron dos U con ángulo de $\frac{1}{2}$ " x 4" y se las amarró con cuatro pernos de $\frac{3}{4}$ " x 3" grado 8, dos por cada base del condensador. Luego por medio de tecles se elevó y se lo alineó bajo la cubierta de redes; finalmente se instalaron escuadras en sentido longitudinal con plancha de $\frac{3}{8}$ ", y, se soldó un pase de 6011 y otro de 7018.



Figura No. 32. Vista del condensador

Las tuberías de Amoníaco, en la succión, son de 2" cédula 80, y tiene una salida por la parte inferior, mientras que la descarga es de 3" cédula 80 con dos entradas en la parte superior. El sistema de refrigeración del condensador emplea agua de mar y está compuesto por una entrada de 5" que ingresa por la parte inferior del condensador y una salida de 5" por la parte superior, la tubería utilizada es de cédula 80. Esta agua de mar sale por la banda de babor porque la maniobra de pesca es del lado de estribor; esto es una recomendación práctica para este sistema de pesca. A la salida se instala un sensor de flujo para proteger el equipo.

3.3.3 Montaje del chiller (evaporador).

Los chillers en esta embarcación están ubicados en sala de máquinas, en la banda de estribor, ver figura 32, uno se encuentra montado a un costado entre dos cuadernas en la que se estructuraron dos escuadras con ángulo de $\frac{1}{2}$ " x 4"; el segundo chiller se instaló sobre una estructura que construyó con perfil C de 3"x6"x5/16" como refuerzos longitudinales y transversales, y con escuadras en plancha de 5/16" entre el tanque de agua dulce y el aceite usado.

El circuito de amoníaco en la succión hacia el compresor es de tubería de 2½" cédula 80 por la parte superior, y en la parte inferior ingresa el líquido por dos tomas de tubería de 1" cédula 80 que viene del recibidor. Por la

parte inferior del chiller se conecta la tubería de 5" cédula 80 que viene de las bodegas de pesca y es canalizada por un manifold para tres bodegas.



Figura No. 33. Detalle del manifold de retorno a bodegas

Los manifolds están ubicados uno a babor y otro a estribor como se en la figura 34, uno por cada chiller y por la parte superior con tubería de 5" cédula 80 se conecta con dos manifold de retorno que abastecen cada uno a tres bodegas. A la salida se instala un sensor de flujo para proteger el equipo.



Figura No. 34. Detalle de la instalación del chiller (evaporador)

3.3.4 Montaje del Recibidor.

El recibidor o tanque de almacenamiento de Amoníaco, con una capacidad de 300 kilogramos de refrigerante se encuentra instalado en sala de máquinas, a un lado del mamparo del pique de proa, (figura 35). Sobre una

cuaderna se fijaron dos tramos de ángulo de $\frac{1}{2}$ " x 4" y se soldaron a las dos bases del recibidor. Como regla, este dispositivo debe estar por debajo del condensador. Por la parte superior se instalaron dos líneas, una que viene del condensador que es de tubo de 2" cédula 80 y otra que va hacia los chillers que es de tubería de 1 $\frac{1}{4}$ " cédula 80. En esta última línea se encuentra el juego de válvulas para cargar de amoníaco al sistema de refrigeración.



Figura No. 35. Foto de la instalación del recibidor

3.3.5 Montaje del Acumulador.

Este equipo tiene 3 patas de anclaje las cuales fueron montadas sobre planchas de $\frac{1}{2}$ ", fijadas en el fondo del casco sobre una cuaderna.



Figura No. 36. Vista superior del acumulador

En la parte superior del acumulador se tiene una entrada y una salida para tubería de 4" cédula 80, una línea de gas caliente en tubería de ½" cédula 80, todas debidamente soldadas. Véase la Figura No. 36. En el centro del acumulador se instala un flotador de nivel líquido de amoníaco, y en la parte inferior se instaló una purga, y la válvula de seguridad para 200 psi en la parte superior.

3.3.6 Montaje del separador de aceite.

Este equipo se encuentra ubicado en la banda de estribor del buque, en sala de máquinas, bajo la cubierta principal y está soportado por dos abrazaderas confeccionadas con platina de hierro negro de 3/8" x 2 ½".

3.3.7 Pruebas del Sistema de refrigeración

Al concluir el montaje de todos los equipos y los circuitos del sistema de refrigeración las pruebas no destructivas que se realizaron fueron las siguientes:

- a) Líquidos Penetrantes.- Este tipo de ensayo no destructivo se lo utilizó para detectar discontinuidades en la superficie del cordón de soldadura; el método consiste en aplicar un líquido fluorescente en la superficie, el cual penetrará en cualquier poro o rajadura por el fenómeno de capilaridad.

Después de un tiempo determinado se remueve el exceso de líquido y se aplica un revelador, el cual absorbe el líquido que ha penetrado en las discontinuidades y sobre la capa del revelador, se delinea el contorno de esas.

b) Estanqueidad.- Se la realizó con aire comprimido a una presión de 40 psi por un periodo de tiempo, y se aplicó agua jabonosa para poder detectar fugas en todas las uniones soldadas y roscadas del sistema. La presión de prueba no debe exceder el 110 % de su presión de operación y sin llegar al límite de la válvula de seguridad. Al detectarse alguna fuga se procede a eliminar esta presión, para luego poder soldar o ajustar y posteriormente repetir la misma prueba.

c) Vacío.- Se aplicó vacío simultáneamente a los lados de alta y baja presión del sistema de refrigeración empleando un juego de manómetros, mangueras, y una bomba de vacío, con el aceite en buen estado hasta que el manómetro de baja indique una lectura que esté por debajo de 29,7 pulgadas de mercurio. La bomba de vacío se mantuvo succionando por un tiempo aproximado de 6 horas, posteriormente se cerró la conexión del juego de manómetros a la manguera conectada a la bomba de vacío y se abrió la válvula de una manguera conectada desde el juego de manómetros al regulador de presión del cilindro de nitrógeno seco, graduado a una presión

de 1 a 3 psi. Se inyecta nitrógeno lentamente al sistema, haciendo que el nivel de vacío ascienda hasta alcanzar una lectura de cero en el manómetro de baja, y se cierra la entrada de nitrógeno. Se deja el sistema por unos minutos en estas condiciones y se repite el procedimiento de succionar vacío e inyectar nitrógeno seco por segunda vez. Finalmente se aplica vacío hasta alcanzar un valor de 29 pulgadas de mercurio. Debe enfatizarse que la presencia de humedad es uno de los mayores problemas que se pueden presentar en un sistema de refrigeración.

CAPÍTULO 4

INSTALACIÓN Y MONTAJE DE MOTOR PRINCIPAL Y EQUIPOS AUXILIARES

4.1 Instalación de motor principal.

Para la propulsión principal del buque se seleccionó una máquina Caterpillar 3512V de 1200 RPM, 1060 HP, con una reducción Caterpillar 7251, 4 a 1. Está acoplado a un tomafuerza SP214, el cual fue descrito en el capítulo II. La máquina va instalada en la popa de la embarcación, y la maniobra de puesta en el barco se realizó, cuando todo el casco estuvo terminado. Se empleó una grúa de 60 toneladas, lo que permitió el izado seguro de la máquina, y su colocada en el sitio correcto.

Resulta importante en la instalación del motor principal, la confección de la base de máquinas. Se consiguió en el mercado local, plancha de 1 1/2",

para confeccionar el ala de la base de la base, la cual tenía pernos niveladores del motor.

El alma de la base, fue confeccionada con plancha de 1/2", pues se colocaron suficientes escuadras para alcanzar la estabilidad estructural. Cabe destacar, que las cuadernas en la sala de máquinas, en el fondo, son reforzadas y cruzan en número de 3 a la base.

Se tuvo especial cuidado en la preparación del plan de soldadura de no añadir esfuerzos estructurales innecesarios. Se empleó soldadura de diámetro 1/8" y 5/32" para los pases de penetración y acabado dependiendo de la zona a soldar. Las calidades empleadas fueron la soldadura tipo 6011 y 7018, las cuales son las más comúnmente empleadas en nuestro medio.

Para la nivelación del motor principal Caterpillar, se colocaron pernos tanto en la dirección vertical como en la lateral, dispuestos para conectar la base de la estructura del casco, con la base que agarra los pernos que van sujetos al motor. La idea principal de esto, es que el motor pueda deslizarse en todas direcciones para su alineamiento. Esta es una previsión para futuros carenamientos, pues es bien sabido que durante las varadas las estructuras de los barcos se deforman y en el momento del pivote se someten al arrufo.

Esto hace muchas veces que al salir de parrilla, la máquina deba realinearse con el reductor.

Los pernos horizontales mencionados previamente, permiten que el motor rote sobre su base al ajustarse en la forma adecuada, o que se desplace lateralmente. Se conoce de buques, que luego de salir de parrilla se debió moverse el motor principal hacia uno de las bandas del buque.

Los pernos verticales de 1 1/4", permiten quitar o poner laines de nivelación durante la calibrada. Cabe destacar que el motor durante la operación, en ningún momento queda sobre estos pernos, ya que luego de la alineación se aflojan para que el motor se asiente plenamente sobre las laines; luego se ajusta con 8 pernos fijos que lo aseguran a la base de máquinas.

En la Figura No. 37, se puede ver el motor principal ya instalado. En ella se detallan las tuberías de los enfriadores de quilla, keel cooler, los cuales fueron conectados mediante bridas al motor. También se notan los diferentes accesorios eléctricos, y los cables de sensores y tuberías de purgas para el agua. Resulta importante mencionar, que no se acopló bomba alguna a esta máquina, para no reducir su potencia.

Debe destacarse la puesta del tubo de escape y el acople flexible del mismo, en la cual se empleó el método de sujetar al flexible con 4 varillas. Estas varillas fueron punteadas con soldadura entre los extremos de las bridas, colocadas en los 0, 90, 180 y 360 grados. Esto se hace, para que durante el armado del tubo que sube al guardacalor, y con los ajustes que se realizan a los pernos, no se produzcan deformaciones. Es decir, para que trabaje sin tensión o compresión residual alguna, lo cual disminuye su vida útil.



Figura No. 37. Vista superior de la máquina principal

Adicional, todo el sistema de escape fue forrado con material sintético de 2" de espesor, resistente hasta 800 grados centígrados de temperatura. Finalmente, como se aprecia en la Figura No. 38, se forró toda la línea de escape excepto el acople flexible, con una lámina de acero inoxidable de 0,5 milímetros de espesor. También, en la Figura No. 38, se pueden observar los ductos de ventilación de aire sobre el motor principal. Estos son de lámina de acero inoxidable, y su flujo se sitúa sobre la parte más próxima a la admisión de aire del motor.



Figura No. 38. Detalle del conducto de escape y succión

4.2 Instalación de generadores.

Se instalaron 3 generadores marca Cummins, 2 de ellos de 204 KW y 1 es de 60 Kw. Cabe mencionar, que estos generadores eran de servicio estacionario, con radiador, y como se sabe, el aire de la sala de máquinas nunca es lo suficiente para enfriar el radiador. Por ellos los generadores se convirtieron en marinos, adaptándoles una instalación de enfriador de quilla, "Keel Cooler". Para los generadores de 204 Kw, se colocaron en el exterior del casco 24 metros de medio tubo de 6" de diámetro, cédula 40 para cada uno; para el generador de 60 Kw en el exterior del casco, se instalaron 12 metros de medio tubo de 4" de diámetro. De tal forma, que el agua de enfriamiento de las camisas del motor del generador, se desvió antes de entrar al radiador, hacia el keel cooler. Luego el agua de enfriamiento siguió su recorrido hacia el radiador, completando el ciclo.



Figura No. 39. Generador Cummings

En la Figura No. 39, se presenta un generador ya instalado. Estos fueron puestos en forma rígida sobre una base secundario de vigas C amarradas entre sí; para a su vez montarse sobre la base del generador acoplada al casco del buque. Entre ellos se colocaron 4 amortiguadores para cada generador, los cuales absorben la vibración del equipo.

Para organizar el suministro de combustible de todos los equipos auxiliares y del motor principal, se dispuso un banco de filtros Raccor provenientes del tanque diario; como vemos en la Figura No. 40.



Figura No. 40. Banco de filtros raccor

El manifold de diesel, está conectado con tuberías de 1 1/4", y está controlado por válvulas del mismo diámetro. El trasvasije de combustible que va a este manifold, se realiza mediante una bomba de 1 HP apropiada para diesel. Esta bomba sirve para succionar el combustible al manifold y poder intercambiar el combustible entre los 2 tanques de popa, los 2 tanques de

proa y el tanque diario como se ve en la figura No. 41. Esto permite hacer un buen tiempo de trasvasije entre los tanques, ya que los de proa son de 1890 galones cada uno, los de popa son de 4620 galones cada uno, y el diario es de 1120 galones cada uno.



Figura No. 41. Sistema de intercambio de diesel

4.3 Instalación de bombas y otros.

El sistema de válvulas de fondo, incluyó la instalación de 3 válvulas de 6" de diámetro, las cuales están aptas para resistir hasta 150 PSI. Estas alimentan

a los chillers, al condensador, al sistema de achique y contra incendios, tal como se observa en la Figura No. 42.



Figura No. 42. Vista de la válvula de fondo

Cabe destacar que el sistema de manifold de achique permite intercambiar el uso de las válvulas en caso de que alguna falle, se obstruya o deba ser condenada momentáneamente hasta que el buque vaya a dique. Se tomó especial cuidado, en el plan de soldadura de la confección de las cajas de mar. Pues estas están hechas de plancha naval, con sus respectivas rejillas de protección.

El manifold del sistema de achique y contraincendios, está confeccionado con una tubería de 4" y 3" de cédula 80. Cabe destacar que en la línea de agua salada se ha considerado este valor alto de cédula, porque es una zona expuesta a la corrosión y a las corrientes galvánicas que se generan. Esta línea se alimenta de una bomba modelo 80 x 20 con una succión de 4" y descarga de 3", de tipo autocebante.

Como el buque debe tener autonomía en sus equipos, todo este sistema está apoyado e interconectado al sistema de circulación de las bodegas de pesca que es accionado por dos bombas de 10 hp de los dos chillers. Esto significa, que si en la operación de funcionamiento del sistema de frío falla alguna de las bombas, el maquinista con experiencia juega con las válvulas del manifold de achique, para redirigir el flujo de otra de las bombas hacia la deficiencia en el sistema de refrigeración.

O por otro caso, si el buque se encuentra envasando la pesca, el cual mientras más pequeño es lleva más agua adherida a su cuerpo, por lo que se requiere achicar permanentemente durante las faenas. Si falla la bomba de achique, el maquinista mediante cambio en el abre y cierre de las válvulas, puede realizar esta operación.

CONCLUSIONES

1. El montaje y equipamiento de este barco pesquero con bodegas refrigeradas, realizado en Guayaquil, es una muestra más de que los estudiantes graduados en la ESPOL, salen de sus estudios, capacitados para la ejecución y desarrollo de proyectos requeridos por el medio.
2. Las modificaciones en cuanto a aparejos de pesca y empleo del winche de combinación, no representaron problema a la tripulación en cuanto a su operación. Esto es, porque permanentemente la Autoridad Marítima los obliga a actualizarse en las regulaciones de la Organización Marítima Internacional y el conocimiento de los equipos de pesca.
3. El sistema de refrigeración en cuanto a su operación no resulta complejo por el tipo de equipos seleccionados, pues la inyección directa de Amoníaco no requiere la supervisión permanente del operador, pues se autorregula.
4. La adecuación de los espacios en un barco, es una parte fundamental en el desarrollo del proyecto. Debe hacerse énfasis en esto en futuros proyectos, principalmente en el orden de las diferentes líneas de equipos.

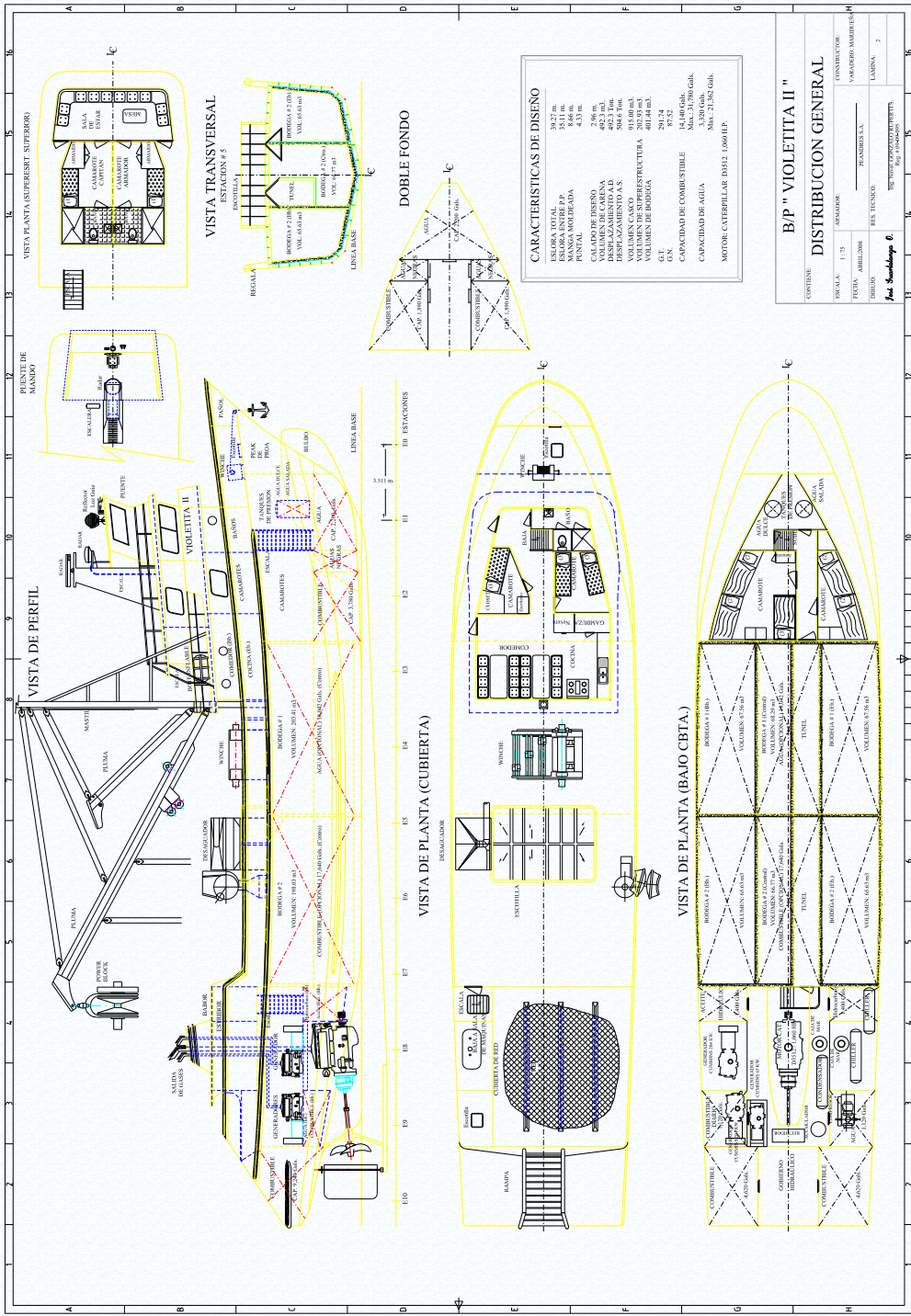
5. El sistema de manifold en los circuitos es de mucha importancia, y en el montaje se ve su viabilidad en los diferentes usos, no solo para agua sino para combustibles.

RECOMENDACIONES

1. Se ha sugerido al armador, que mantenga un stock mínimo de repuestos para el sistema de frío y para el sistema hidráulico; ya que no se fabrican localmente y las tardanzas en las importaciones, podría hacer perder la efectividad de la nave.
2. Se recomienda el mantenimiento preventivo de los filtros de succión y descarga del sistema hidráulico, para que los equipos mantengan permanentemente su velocidad, ya que las obstrucciones disminuyen la presión de trabajo.
3. El sistema de refrigeración debe limpiarse cada 3 meses, esto quiere decir, cambio de filtros de refrigerante y aceite, lavada de chiller y condensador y la limpieza de las sentinas.

ANEXO A

PLANO DE DISTRIBUCIÓN



BIBLIOGRAFÍA

- [1] D`Arcangelo, Amelio, Guía para Estructuras de buques. Cornell Maritime Press, 1979.
- [2] Petrel Engineers, Net Hauling Systems, South Africa, septiembre 85
- [3] Service Manual Netwinch, enero 98
- [4] Paitán, Catálogo de Equipos y Partes. Perú Septiembre 2003
- [5] Vilter, 400 VMC Series Manual, junio 03
- [6] Caterpillar, Manual de partes 3512 Marine Engine Volumen I, Noviembre 2000.
- [7] Caterpillar, Montaje y Alineación. Caterpillar Tractor Company.
- [8] Cummins, Manual de Operación y Mantenimiento (Boletín No. 3810465-03).

REFERENCIAS WEB SITES

- [9] www.intermot.com (Motores Radiales Hidráulicos)
- [10] www.paitansrl.com (Equipos Hidráulicos)
- [11] www.sirsatitanio.com (Equipos de Refrigeración)
- [12] www.cumminspower.com (Generadores Indusur)
- [13] www.helicescaballero.com (Hélices)
- [14] www.parker.com/racor