

MODERNIZACION DE BUQUES DE LA ARMADA DE CHILE *

Alejandro Sandino Corbet **
Capitán de Navío

INTRODUCCION

Chile es un país marítimo que posee territorios en el continente Americano, en el continente Antártico y en la Polinesia. El gran espacio marítimo que separa los extremos del país y a la isla de Pascua con el territorio continental, denominado el Mar Presencial de Chile, condiciona al país a disponer de una flota oceánica y autosuficiente.

La gran extensión de Chile, que abarca desde latitud 17 grados Sur hasta el polo Sur, redundo en que el país presenta una gran diversidad de climas, y en particular, desde el centro del país hacia el Sur, sufre de malas condiciones meteorológicas que generan difíciles condiciones de mar.

Lo anterior obliga a la Armada a contar con unidades de mayor tonelaje que les permita operar y combatir con mal tiempo y en escenarios difíciles.

Nuestro país es pequeño y se mueve en la marginalidad del mundo económico. Es efectivo que Chile posee una serie de ventajas comparativas, pero el avance tecnológico hace que estas ventajas sean cada vez más efímeras. El destino de Chile pareciera en cambio estar en poner al servicio de sus vecinos latinoamericanos y de los países de Europa y de Asia, ventajas comparativas más sólidas, como por ejemplo su modernidad, capacidad de gestión, posición geográfica, servicios portuarios y de transporte eficientes, lo que le permite entrar al área de servicios y jugar el papel de "país-puerto" capaz de articular el flujo del

* La gestación, elaboración y presentación de este trabajo tuvo la siguiente secuencia: En mayo de 1994, habiendo leído, en revista "Maritime Defence International", un aviso de la firma inglesa Spearhead Exhibitions Ltd., haciendo un llamado para presentar trabajos para tal evento, teniendo como tema central el tópico "Creating the Naval Task Force", el autor sugirió al entonces Director de Asmar, Contraalmirante Sr. Sergio García Greene, que ASMAR presentara un trabajo, lo que fue aceptado y, como suele suceder en estos casos, le resultó adjudicada la tarea de materializar su sugerencia, orientándose el tema hacia la "Conversión de los DLG en DLH".

Lo anterior dio origen a la preparación de los antecedentes para enviar un resumen del tema, para postular a ser seleccionado, lo cual se materializó en agosto de 1994. Este material fue preparado por el Departamento de Ingeniería Naval de ASMAR Talcahuano y traducido al inglés por el expositor.

Para sorpresa del autor, la noticia de su aceptación llegó indirectamente el 3 de octubre, vía fax del Jefe de la Misión Naval de Chile en Inglaterra, Contraalmirante Sr. Hugo Bruna Greene; en él se informaba del interés de los organizadores en que ampliáramos ciertos aspectos. Ante este requerimiento, el autor solicitó el apoyo de los coautores, y con el material aportado por ellos más el propio, preparó un borrador, y a través de la Dirección de Asmar, consultó al Estado Mayor de la Armada para su aprobación, la cual fue otorgada, previa consulta al Sr. Comandante en Jefe de la Armada. En el intertanto, se recibió una comunicación directa de los organizadores, confirmando la preselección del tema e indicando que sería el único de Sudamérica. El trabajo fue despachado a Inglaterra con más de 15 días de anticipación a la fecha límite de recepción para impresión (27 de febrero de 1995).

La presentación del trabajo fue el día 28 de marzo de 1995 a las 16.20 horas en la sala Trydent Hall del Museo Marítimo de Greenwich, ante una audiencia de aproximadamente 100 personas, en su mayoría Oficiales de Armadas Europeas, Profesionales y Técnicos de Industrias, Empresas y Astilleros del Área de Defensa de los países expositores y también, pero en menor medida, visitantes y expositores de América del Norte y del Sur, Asia, África y Australia.

** Coautores Capitanes de Navío Srs. Guillermo Valenzuela Goudie y Gustavo Rozas Paz.



comercio entre América Latina y el Sudeste Asiático; en concreto, enlazar las Zonas Francas de Iquique y Punta Arenas y resto de los puertos chilenos con los nuevos centros del comercio mundial tales como Singapur, Johor, Hong Kong y los puertos de Japón y del sur de China continental.

Por razones políticas, Chile pasó durante los últimos 20 años, por la experiencia de tener que soportar un embargo de armas y sufrir un boicot por parte de algunos sindicatos extranjeros. Lo grave de la situación fue que el país pasaba por momentos difíciles en sus relaciones exteriores.

Había peligro de guerra y fue necesario adoptar medidas urgentes para solucionar el problema del suministro de repuestos y de la mantención en fábrica del material. Esta experiencia demostró al país, la conveniencia de abrirse al exterior, buscar nuevos proveedores, desarrollar capacidades propias para la fabricación de material de guerra y capacitar a sus industrias tanto estatales como privadas, para la mantención del material bélico en territorio nacional.

La Armada de Chile ha estado siempre dispuesta a colaborar y participar con otras marinas en actividades permanentes o transitorias de cualquier nivel, que permitan un mejor conocimiento mutuo, incrementar la amistad de sus miembros y fomentar la confianza con el propósito de alcanzar beneficios comunes.

En cuanto a la cooperación internacional en

la transferencia de tecnología para el desarrollo de sistemas de armas, se estima que ésta se efectúa en un alto grado a nivel comercial. Son las Industrias de Armamentos y no las Marinas las que pueden concretar este tipo de acuerdos, los que van ligados normalmente al desarrollo de proyectos y se encuentran sujetos a rígidos contratos y a la autorización del nivel político correspondiente.

Aspectos de la Estrategia Marítima.

La flexibilidad del Poder Naval le permite emplearlo en tiempo de paz como elemento de poder, para evitar la guerra a través de la disuasión, o apoyar el desarrollo de los intereses nacionales mediante la presencia naval en las áreas de interés del Estado.

Debe suponerse que los conflictos futuros seguirán desarrollándose según la condición geográfica esencial de cada país. En ellos la estrategia marítima tendrá una participación proporcional a los intereses marítimos de los estados involucrados.

Existe la tentación de revisar los Principios de la Guerra cada vez que se producen determinados avances tecnológicos. La verdad pareciera ser que los Principios se mantienen invariables y los que cambian son los procedimientos y los medios.

Es evidente que de acuerdo a los avances tec-

nológicos, a las probabilidades de conflicto y a sus propios recursos, cada país invertirá el mínimo indispensable para el desarrollo de los medios que necesite para su estrategia, mejorará sus sistemas de seguridad e inteligencia respectivos, y diseñará los procedimientos requeridos para sus operaciones, aceptando mayor o menor riesgo según la situación. Pero, esa será tal vez la única variación para el próximo siglo, manteniéndose inalterables los Principios de la Guerra y la maniobra.

La Armada de Chile, consciente de que el mar continúa siendo un Objetivo Estratégico de vital significación, efectuó un proceso gradual de reestructuración de su poder naval, adquiriendo unidades de segunda mano cuyas características generales satisfacen sus requerimientos estratégicos, considerando la modernización de las unidades más significativas.

Concepto rector para la Modernización de las Unidades.

Las orientaciones estratégicas para estructurar el Poder naval chileno indicaban la necesidad de contar con un grupo principal de unidades de combate en un área geográfica al centro del país, de alta movilidad y eficiencia, con capacidad oceánica, que le permitiera concurrir a los teatros de operaciones con facilidad; la asignación de medios ad-hoc a los Teatros de Operaciones

norte y sur, que permitieran una reacción inmediata; unidades de desembarco para proyectar el poder militar donde fuese necesario, y unidades submarinas para contribuir a la maniobra estratégica general.

En la selección de los medios que constituirían las Fuerzas Navales, se tuvo entonces especial consideración de los rasgos propios de los probables Teatros de Operaciones, por la incidencia que tiene el factor geográfico y meteorológico en las características que deben tener las unidades.

Para determinar las orientaciones tácticas fue necesario analizar la potencial amenaza, para conjugar armónicamente los cuatro elementos: Potencia Ofensiva, Capacidad Defensiva, Movilidad y Mando y Control.

El carácter limitado que siempre tienen los medios económicos, condicionó la solución adoptada. Entre los años 1982 y 1987 la Armada de Chile compró a la Real Armada Británica cuatro destructores clase "County", *Prat* (ex HMS *Norfolk*), *Cochrane* (ex HMS *Antrim*), *Latorre* (ex HMS *Glamorgan*) y *Blanco Encalada* (ex HMS *Fife*). Se tomó entonces la decisión de modernizar estos buques clase County y las fragatas clase *Leander* ya existentes, teniendo en cuenta que su capacidad de flotar, propulsión, control de averías y sistemas de armas, permitían obtener una vida útil restante que estaba acorde con el programa de renovación de la flota y proyección de la amenaza.



Destructor clase "County".

Era primordial desarrollar la Potencia Ofensiva, por constituir el instrumento resolutivo para lograr la decisión. De las alternativas propuestas se resolvió contar con helicópteros pesados embarcados "Cougar" para ser empleados, en guerra de superficie con misiles anti-buques de la familia Exocet AM-39 y, antisubmarina, con torpedos MK46; además, extender el alcance de las armas del máximo número de unidades con misiles exocet MM-40.

Esta importante resolución motivó la necesidad de contar con hangares y cubiertas de vuelo suficientemente grandes y resistentes. Como se indicó, las malas condiciones de operación en los teatros hacían necesario estabilizar las plataformas y contar con sistemas especiales de trinca para las aeronaves. Se decidió instalar el sistema de captura y traslado de helicópteros en cubierta "Traversing and Securing" ASIST, fabricado por INDAL Canadá, además de la adaptación de todos los sistemas eléctricos y sistemas de almacenaje de misiles para los helicópteros.

Para neutralizar las principales amenazas, a cada una de las unidades se las implementó con eficientes sistemas Hard-kill y Soft-Kill antimisil, como son el sistema Barak y sistemas chaff con lanzadores y control de lanzamiento acondicionados en Chile; además se las dotó de una buena capacidad de detección y reacción antisubmarina, con sonares HS312 fabricado por la empresa Thompson Sintra y torpedos MK46 fabricados por la empresa Alliant Technologies Systems.

Los sistemas de Mando y Control han adquirido especial relevancia en la conducción de las operaciones navales debido a la gran cantidad de informaciones que es necesario procesar y a la drástica reducción de los tiempos de reacción ante las diferentes amenazas. A lo anterior es necesario agregar que el medio electromagnético se ha tornado cada vez más hostil con la incorporación reciente de los sistemas C.M.C.3I, concebidos principalmente para negar el uso del espectro en la conducción de las fuerzas, en la obtención de informaciones y en la coordinación del empleo del armamento.

La Armada de Chile adquirió de la empresa nacional SISDEF, el sistema de mando y control, el que fue desarrollado según especificaciones de la institución. Consiste en consolas tácticas verticales y horizontales comunicadas en una red Ethernet, integradas a los sistemas de designa-

ción de armas y a los sensores de cada unidad, con capacidad de traqueo de 512 blancos simultáneos y con la capacidad de integrar los panoramas tácticos de todos los buques, helicópteros y aviones en un sistema de data link con diferentes modos de transmisión.

Las unidades de combate poseen velocidades homogéneas con andares cercanos a los 28 nudos y pueden operar con el mínimo de restricciones en las áreas oceánicas. Su autonomía es suficiente para operar con altos grados de actividad y se cuenta con unidades logísticas capaces de distribuir los consumos, repuestos y combustible necesarios para darle a la Fuerza la movilidad necesaria.

La solución chilena.

A) Requerimientos de Alto Nivel fijados por la Armada.

Capacidad Ofensiva :

- Capacidad de lanzar misiles anti-buques a larga distancia.
- Capacidad de lanzar misiles transhorizonte

Capacidad Defensiva :

- En los buques clase County, capacidad de defensa antimisil hard-kill.
- En los buques clase Leander, capacidad de defensa antimisil soft-kill.
- Capacidad de detección antisubmarina de acuerdo a la amenaza SS, convencionales con torpedos filoguiados.
- Capacidad de reacción antisubmarina mediante torpedos.

Comando, Control e Inteligencia C3I.

Capacidad de la fuerza de obtener y mantener un panorama táctico en tiempo real, que permita al OCT asignar los blancos a las unidades.

El panorama táctico en tiempo real debe incluir a la EAM que se efectúa en beneficio de la fuerza.

B) Selección de Sistemas.

Consideraciones generales:

a.- La capacidad de lanzamiento de misiles antibuque a larga distancia debe efectuarse por un medio aéreo embarcado, orgánico de la fuerza.

Debido al alto costo, se descartó la adquisición de un portaaviones, por lo que la plataforma de lanzamiento adoptada fueron helicópteros embarcados, capaces de operar a bordo de buques clase County, modificados en portahelicópteros, en condiciones de mar hasta fuerza 5.

b.- La capacidad de lanzamiento de misiles transhorizonte, debe ser efectuadas por fragatas clase Leander.

c.- Los misiles aire-mar que lancen los helicópteros y los misiles mar-mar transhorizonte que se incorporen, deben tener comunalidad, especialmente en lo que respecta al autodirector. Por otro lado la Armada de Chile opera misiles mar-mar desde el año 1974, para lo cual ha desarrollado un soporte logístico, el que debe ser aprovechado para los nuevos misiles que se incorporen.

El autodirector de los nuevos misiles que se incorporen deben tener una buena resistencia a las CME enemigas.

d.- El sistema hard-kill en los buques clase County, debe tener la capacidad de reaccionar a múltiples amenazas.

e.- El sistema soft-kill en los buques clase Leander debe ser capaz de protegerlos contra misiles rozaolas de última generación.

f.- La capacidad de detección antisubmarina de los sonares de casco, debe ser complementada por sonares aerotransportados por helicópteros.

g.- Los torpedos livianos deben ser capaces de destruir submarinos convencionales, debiendo ser éstos los mismos para buques y helicópteros.

h.- El sistema de mando y control debe ser capaz de integrar los panoramas tácticos de todos los buques, helicópteros y aviones, para lo cual el data link, debe tener diferentes modos de transmisión.

C) Sistemas adquiridos.

a.- Capacidades ofensivas:

La Armada adquirió sistemas de misiles anti-buques de la familia Exocet, AM39 en los helicópteros Cougar y MM40 en las Fragata clase Leander.

b.- Capacidad defensiva:

b1) Hard Kill: la Armada adquirió sistemas Barak para los buques clase County.

b2) Soft Kill: La Armada instaló sistemas chaff, con lanzadores acondicionados en Chile y control de lanzamiento fabricado por la Armada.

b3) Detección antisubmarina: la Armada adquirió sonares HS312 a la empresa Thomson Sintra, los que fueron integrados en los helicópteros Cougar.

b4) Armas antisubmarinas: la Armada adquirió torpedos MK46, a la empresa Alliant Technologies Systems, los que se integran en

buques y helicópteros Cougar.

c.- Comando, Control e Inteligencia C3I: la Armada adquirió a la empresa SISDEF, sistemas de mando y control, los que fueron desarrollados según especificaciones de la Armada de Chile. Estos sistemas son consolas tácticas Verticales y Horizontales, integradas a los sistemas de designación de armas y a los sensores de cada unidad, con capacidad de traqueo automático de 512 blancos.

d.- Unidades Aéreas:

1) Helicópteros Cougar: la Armada adquirió a Eurocopter helicópteros Cougar, a los que se les integró los siguientes sensores, armas y equipo de "traversing and securing" para su operación a bordo:

- Radar Varan con capacidad de traqueo automático de blancos.

- Sonar HS312.

- Instalación de tiro aéreo para misiles Exocet AM39.

- Instalación de tiro aéreo para torpedos MK46 mod. II.

- Equipos de ESM.

- Sistema de "Traversing and Securing" ASSIST, fabricado por INDAL, Canadá.

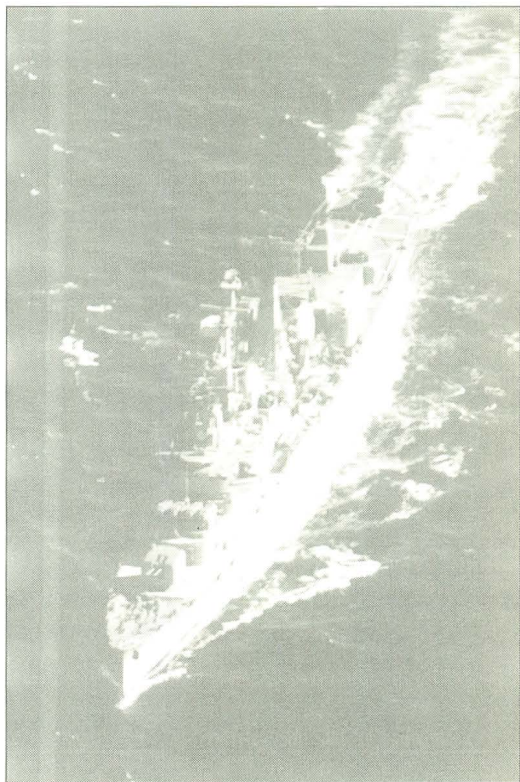
El sistema de "Traversing and Securing" permite al helicóptero operar a bordo de los County y Leander en toda condición de tiempo y permite asegurar el helicóptero en cubierta una vez aterrizado y trasladarlo al interior del hangar, sin necesidad de soltar la "probe", manteniendo al helicóptero permanentemente asegurado en cubierta.

Implementación de la modernización en destructores clase County.

La Armada de Chile decidió convertir dos de estos buques, el *Blanco Encalada* y el *Cochrane*, en buques portahelicópteros (DLH), para operar con 2 helicópteros de gran tamaño, con capacidad para la guerra antisuperficie y antisubmarina.

La adaptación se llevó a efecto en dos etapas. En la primera se alargó la cubierta de vuelo y el hangar existente se reemplazó por uno de mayores dimensiones.

Posteriormente, se instaló el equipamiento para la captura y traslado de los helicópteros y demás sistemas asociados a estas funciones, iluminación de cubierta de vuelo, sistema contraincendios, horizonte estabilizado, estación-



Uno de los DLG convertido en DLH.

de control de vuelo, estación de control de captura, etc.

En la primera etapa se eliminó además todo el equipamiento relacionado con el sistema de misiles Seaslug, Lanzador, Director, almacenamiento de misiles, etc.

ASMAR (Astilleros y Maestranzas de la Armada).

Transformación de destructores DLG en DLH.

Modernización de fragatas clase Leander.

Instalación de Sistema Barak en destructores clase County.

Instalación de Sistemas C3I en buques tipo County y Leander.

Repotenciamiento de Generación Diesel-Eléctrica.

Participación de ASMAR en modernización de destructores clase County.

A) Cubierta de Vuelo

La cubierta de vuelo carente de medios para la captura de helicópteros y con capacidad para el aterrizaje de un helicóptero de mediano tamaño, fue prolongada en 22,5 m. aproximadamente hasta el extremo de popa del buque, con el objeto de contar con 2 estaciones de aterrizaje para helicópteros de tamaño grande.

La cubierta de maniobra ubicada a un nivel inferior quedó protegida por la nueva cubierta. Los elementos de maniobra fueron reubicados de acuerdo a la nueva configuración resultante de la instalación de los soportes de la prolongación de la cubierta de vuelo.

Al mismo tiempo, la nueva cubierta se construyó sobresaliente de la línea del costado del buque, 1 m. aproximadamente, en ambas bandas en su parte más ancha, con el propósito de aumentar la superficie en el sentido de la manga de la plataforma de aterrizaje.

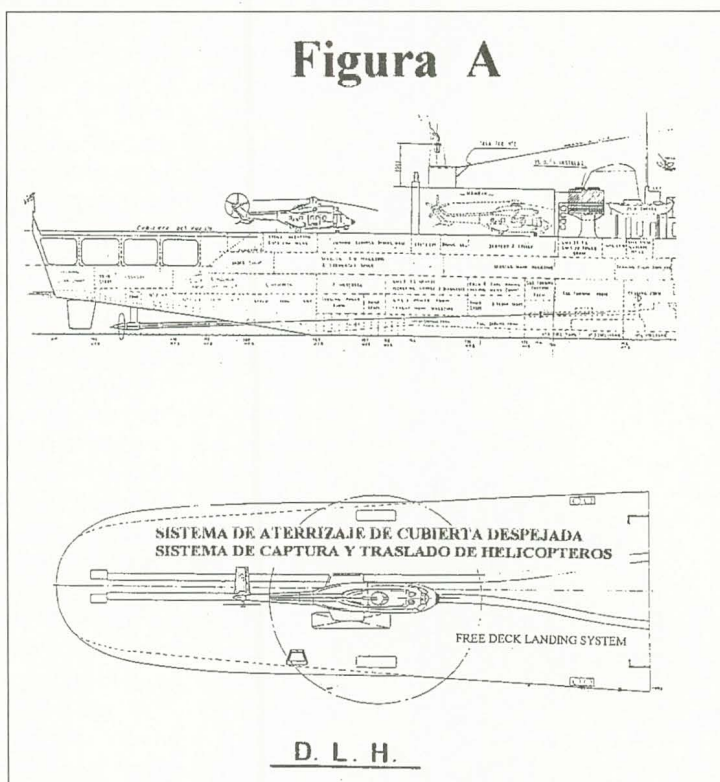
El área total de la cubierta de vuelo aumentó de esta forma de 325 m² a 617 m².

La nueva cubierta formada por plancha de 10 mm. de espesor y un enrejado de perfiles T está soportada por marcos también de perfiles T espaciados 4,80 m., apoyados en los baos de la cubierta inferior de maniobra.

Adicionalmente, cada marco lleva 2 puntales de cañería simétricamente ubicados con respecto a la línea de crujía del buque. El peso de la



Vista panorámica de Asmar (T).



Cubierta de vuelo y Sistema ASSIST.

nueva cubierta incluidos los soportes es del orden de las 62 toneladas.

Para el diseño de la prolongación de la cubierta y la confección de los planos de fabricación se consideró la información proporcionada en los planos originales y la obtenida del levantamiento efectuado en uno de los buques a transformar. (Figura A).

El material para la fabricación de perfiles y planchas de la cubierta fue procesado por control numérico.

La cubierta se fabricó en el taller como un bloque y se presentó en su lugar en el buque mediante una grúa flotante. Previamente se instalaron los soportes laterales y puntales.

La zona de aterrizaje ubicada en la cubierta antigua fue también reforzada, quedando con la resistencia necesaria para el aterrizaje de helicópteros de gran tamaño, de 9300 kg. de peso.

Las escalas de acceso existentes entre la cubierta de vuelo antigua y la cubierta de maniobra fueron mantenidas y en las aberturas que se dejaron en la parte prolongada de la cubierta, se colocaron tapas abisagradas a ras de cubierta.

En todo el perímetro de la nueva cubierta se

colocaron mallas de seguridad rebatibles.

B) Hangar (Figura B).

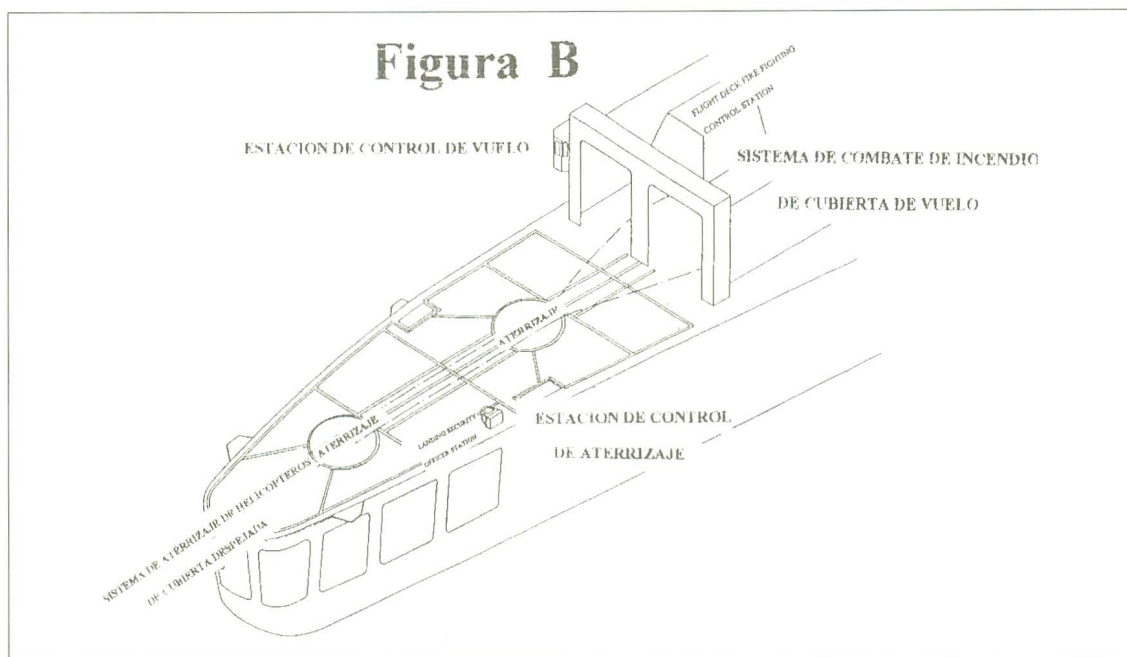
El hangar original, diseñado para estibar un helicóptero de tamaño mediano, con entrada lateral y puerta plegable vertical en su costado de babor, fue reemplazado por uno de mayores dimensiones con acceso por la popa, con cortinas enrollables de aluminio y con capacidad para estibar en su interior 2 helicópteros de gran tamaño.

Con este objeto se aumentó el ancho en 6,86 m., el alto en 0,33 m. y el largo en 7,93 m., ocupando el nuevo hangar los espacios ubicados a popa y en la banda de estribor del hangar antiguo; debido a la transformación, los sistemas que los ocupaban fueron eliminados o reubicados.

La estructura del hangar se fabricó en base a marcos de perfil T espaciados 0,84 m. y plancha de acero de 5 mm. de espesor. El conjunto se soldó a la cubierta de vuelo coincidiendo con los baos y los longitudinales existentes a cada banda.

A los mamparos laterales del hangar se les dio una inclinación hacia el interior de 5° con respecto a la vertical, con el fin de reducir la superficie de reflexión de radar.

El marco del hangar fue diseñado para alo-



Cubierta de vuelo y hangar.

jar en su parte superior las cortinas enrolladas y en los costados los motores y el sistema de accionamiento de las cortinas.

El hangar y el marco se montaron en forma independiente.

El hangar, con un peso de aproximadamente 30 toneladas se construyó en el taller y se montó en el lugar de emplazamiento en el buque con una grúa flotante.

La instalación del marco requirió hacer un alineamiento en el plano vertical, longitudinal y transversal, con objeto de asegurar un trabajo correcto de las cortinas en sus rieles.

Para el dimensionamiento estructural del hangar fueron considerados el peso propio, las cargas sobre el hangar, los esfuerzos producidos por el viento y los esfuerzos dinámicos inducidos por los movimientos del buque.

El interior del hangar fue recubierto con aislamiento térmico y fueron instaladas bandejas para la canalización de cables eléctricos de poder, iluminación y comunicaciones bases para las ubicaciones de tableros y equipos. Interiormente el hangar fue dotado de circuitos de cañerías de sistemas de incendio, prewetting, agua dulce, aire de alta y baja presión, ductos de ventilación y vapor.

C) Sistema de captura y traslado de helicópteros (Figuras C y E).

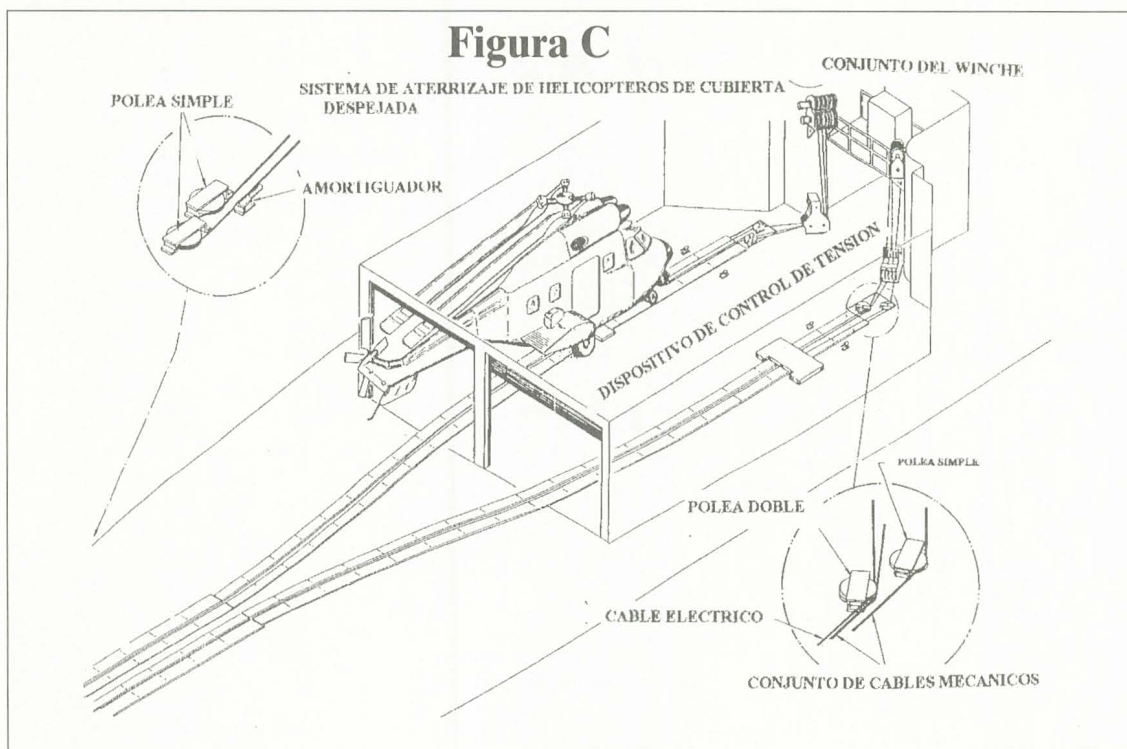
Para la operación de captura y traslado de los helicópteros desde uno de los puntos de aterrizaje al hangar y viceversa, el buque fue dotado con un sistema que elimina el riesgo de personal en la cubierta durante el aterrizaje o el despegue.

El sistema, está compuesto de dos rieles que corren a lo largo de la cubierta de vuelo hasta el interior del hangar, un carro de captura y traslado, un controlador de tensiones y un winche, siendo la unidad de potencia hidráulica, el procesamiento de datos y la consola de control, comunes a ambos conjuntos, pudiéndose operar uno a la vez.

La captura puede ser manual o automática.

Para este último caso el sistema tiene 2 cámaras de video por cada punto de aterrizaje emplazadas en sendas plataformas adosadas al costado de la cubierta de vuelo.

Al aproximarse el helicóptero a la cubierta las cámaras sensan las señales infrarrojas que emite el helicóptero; dicha información es procesada por un software diseñado por el fabricante de los equipos, enviándole una orden al carro con la indicación que el helicóptero está en posición para ser atrapado. El carro ataca al “probe” del helicóptero



Sistema de captura y traslado de helicópteros.

y lo atrapa mediante una mordaza.

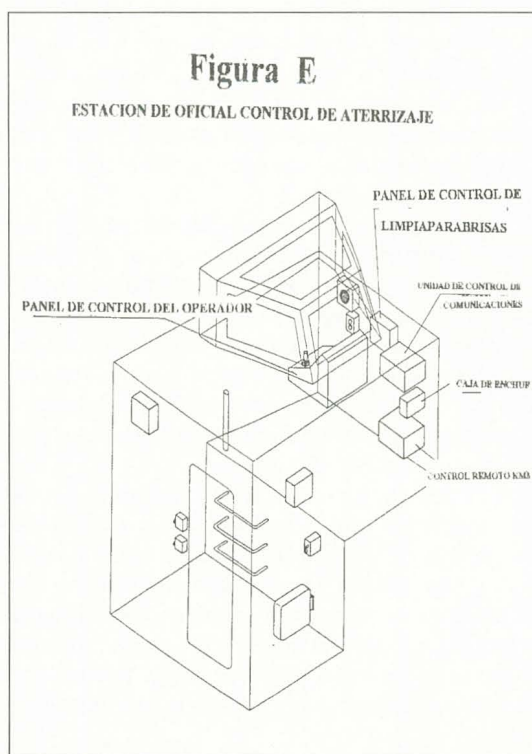
En esta condición, el operador de la consola ubicado en la estación de control de captura procede a orientar el helicóptero sobre el riel y a subir la rueda de nariz sobre el carro guía, con lo cual el helicóptero queda listo y en posición de ser trasladado.

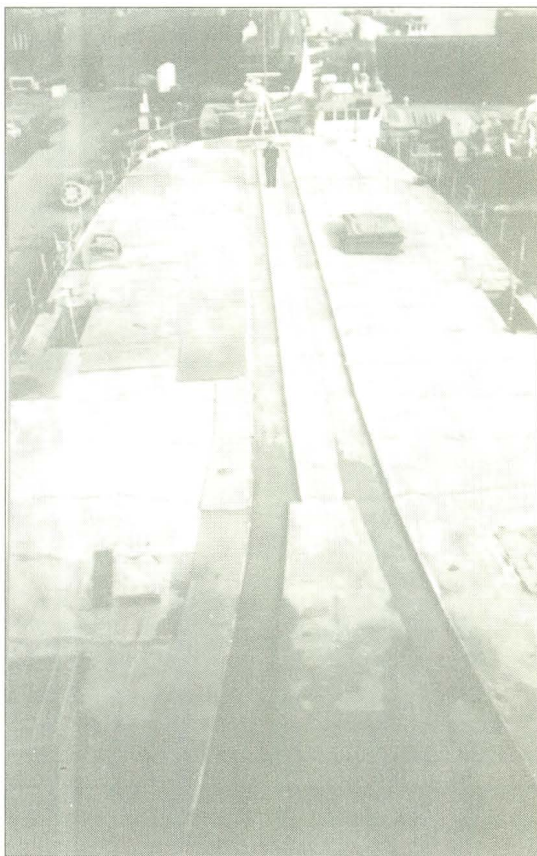
La consola que controla el traslado de los helicópteros y la captura manual, está ubicada en una caseta bajo la cubierta de vuelo, apegada a una banda entre los puntos de aterrizaje, con una cúpula con ventanas, sobresaliente de la cubierta, lo que permite una visión adecuada del carro y la parte inferior del helicóptero en ambos puntos de aterrizaje.

La caseta está equipada con alumbrado, ventilación, calefacción, limpiaparabrisas y equipo de comunicaciones.

Los rieles se extienden desde el extremo de proa del hangar hasta casi el extremo de popa de la cubierta de vuelo con un largo aproximado de 55 m.

En el punto de aterrizaje de popa los rieles parten paralelos a la línea central del buque, distantes 2,9 m entre sí, y al llegar al punto de aterrizaje de





Rieles del sistema ASSIST.

proa se van separando, siguiendo una curva suave con un radio aproximado de 61 m. para seguir nuevamente en forma paralela desde aproximadamente la mitad del hangar hacia proa.

Están fabricados en acero de alta resistencia y la parte superior, donde corren las ruedas de los carros de captura, son de un acero de gran resistencia a la abrasión.

Los tramos que constituyen cada riel, formados por una plancha base, 4 barras de soporte y 2 planchas superiores apernadas a las barras que dejan una separación entre ellas para el paso de la guía del carro de captura, van apernados a una canaleta de 660mm de ancho soldada a la cubierta.

La parte superior de los tramos del riel se nivelaron con respecto a un plano de referencia previamente establecido con instrumentos ópticos, llevando los rieles a la posición deseada mediante pernos gata. Para mantener la nivela-

ción se colocó resina epóxica entre la parte inferior de los rieles y la canaleta que la soporta, con un sistema de diques contruidos con goma esponjosa.

Posteriormente las zonas de cubierta adyacentes al riel fueron dejadas a nivel con él, subiendo o bajando la cubierta de acuerdo al alineamiento de la parte superior del riel.

Para la instalación de las canaletas fue necesario cortar la cubierta al ancho de ellas y recortar además las almas de los baos, de acuerdo a la altura de las canaletas.

Previo al corte de los baos, éstos fueron reforzados por su parte inferior soldando a sus alas un perfil T para compensar la pérdida de material producida y mantener la resistencia original de los baos.

Para la instalación de las canaletas y el reforzamiento de los baos fue necesario retirar aislamiento, ductos de ventilación, circuitos de cañerías y eléctricos, etc., en los sectores involucrados por los trabajos estructurales, procediéndose luego a su reinstalación, modificando su recorrido original de acuerdo a la nueva configuración de la parte inferior de la cubierta de vuelo.

Para aprovechar el espacio disponible y la configuración del extremo de proa del hangar, los winches se instalaron en altura, adosados a los mamparos de los ductos de ventilación existentes en ese sector, mientras que la unidad de potencia hidráulica se instaló sobre una plataforma que se fabricó con este propósito de forma de colocar el equipo a una distancia determinada de los winches, de acuerdo a lo especificado por el fabricante.

Bajo el winche se instaló el controlador de tensiones cuyo objetivo es mantener tensos los cables de tracción y de poder del carro.

Para conseguir que los cables quedaran al nivel de los rieles, el controlador se montó en un pozo que se construyó en la cubierta con este propósito.

El cable de acero y el cable eléctrico que da energía al carro que atrapa el helicóptero están conectados al carro por la parte central del riel y el retorno del cable de tracción se realiza por un espacio lateral del mismo.

Tanto en el extremo de popa de los rieles como en el lugar de estiba de los helicópteros en el hangar, se instalaron topes amortiguadores para detener el avance de los carros de captura.

D. Poder eléctrico para los helicópteros.

Debido a las características de los nuevos helicópteros que reciben poder eléctrico externo en 28V c.c. y 200 V 400 Hz, fue necesario ampliar los sistemas existentes.

Esto consistió en dotar al buque de un convertidor de 50 KVA 200 V 400 Hz con su tablero de control correspondiente y 4 tomas de poder distribuidas, 2 en el hangar y 2 en la estación de suministro de poder ubicada bajo la cubierta de vuelo, entre ambos puntos de aterrizaje.

Para la instalación del nuevo convertidor, el rectificador de 28 V y los equipos asociados fue necesario habilitar la sala de poder del lanzador de Seaslug que fue eliminado.

El circuito existente de 28 V se amplió para las nuevas necesidades, agregándose una nueva toma de poder en el hangar.

Además de las modificaciones del equipamiento fijo, hubo que equipar el buque con nuevos cables de servicio adecuados a las mayores distancias entre los helicópteros y los puntos de entrega de poder.

En la estación de suministro de poder se agregó capacidad para estibar los cables de servicio de la cubierta de vuelo.

E. Combustible para los helicópteros.

Debido al aumento del número y tamaño de los helicópteros que el buque puede transportar, se incrementó la capacidad de almacenamiento de combustible de aviación del buque, adaptando para este fin un estanque de lastre. También se aumentó la capacidad del estanque de servicio de acuerdo al nuevo consumo.

Como estación de entrega de combustible se habilitó un pañol existente bajo la cubierta de vuelo antigua, entre los puntos de aterrizaje. En ella se instalaron el carrete, los filtros y demás accesorios del sistema.

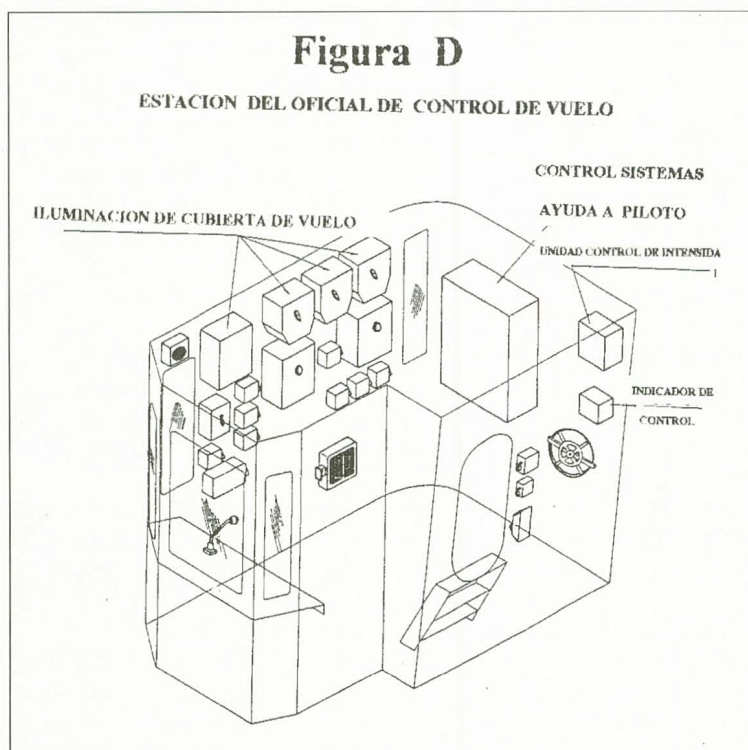
Los equipos existentes en la sala de bombas y en la antigua estación de entrega de combustible fueron reutilizados.

F. Santabárbara de misiles para los helicópteros.

El compartimiento de carga de los misiles Seaslug que se eliminaron, se adaptó como SSBB para misiles de los helicópteros, agregándole un espacio hacia popa. Adyacente a la SSBB se construyó una sala para los equipos hidráulicos, los que proporcionan el poder para el sistema de levante y transporte de los misiles en el interior de las SSBB.

Adicionalmente, para el caso de fallas en el poder eléctrico del buque, se instaló un banco de aire con 4 botellas de 9 pies a 4000 lbs/pulg² de presión, las que aseguran presión hidráulica al sistema y permiten efectuar aproximadamente 16 ciclos (levantar, trasladar, depositar).

La función de bajar o subir los contenedores desde la cubierta de vuelo hasta las SSBB se lleva a cabo por medio de un ascensor accionado hidráulicamente, que consiste en una plataforma con cuatro columnas en sus extremos, de 1 m. de altura, de manera que al subir el ascensor, éstas arrastran la tapa escotilla instalada en la cubierta de vuelo, quedando ahora la plataforma del ascensor a ras con la cubierta de vuelo y dejando



un espacio entre ella y la escotilla estanca para el contenedor de misil que va montado en su carro de maniobra.

Para efectuar los movimientos de traslación, izado y arriado de los contenedores en el interior de la SSBB, ésta cuenta con un puente grúa que se desplaza transversalmente (conveyor) cuyo movimiento se realiza por medio de cadena y motor hidráulico ubicado en el exteriormente de la SSBB, asegurando un ambiente libre de aceite o de mezcla vaporizada de aire-aceite, en caso de fugas en el circuito hidráulico. El conveyor tiene una estructura anexa diseñada para tomar los contenedores por medio de ganchos y poderlos subir o bajar (lifting), el que es accionado por un motor neumático.

Todos los movimientos del ascensor, incluso conveyor y lifting, tienen parada automática y topes de seguridad por medio de limit switch, con actuadores electro-mecánicos. Todos los sistemas eléctricos, iluminación, control, poder, faroles, etc. se canalizaron y construyeron a prueba de explosión.

G. Iluminación de la cubierta de vuelo.

La cubierta de vuelo fue equipada con proyectores montados sobre la cubierta, en la periferia, para iluminar los puntos de aterrizaje y las marcas de la cubierta de vuelo. Igualmente, se consideraron proyectores para la iluminación del frente del hangar.

Adicionalmente, para el punto de aterrizaje de proa, se reubicaron sobre el marco del hangar, los proyectores de seguridad existentes. Además se reubicó el GPI y las luces de autorización de vuelo, para adecuarse a las dimensiones y la disposición de la nueva cubierta de vuelo.

Todos los elementos de control de los nuevos equipos y de los antiguos, se ubicaron en la nueva estación de control de vuelo. (Figura D.)

H. Estación de control de vuelo.

El propósito de esta estación es permitir una operación segura del Oficial de Cubierta de Vuelo (FDO).

Consiste en una caseta con ventanas, emplazada a un costado, en la parte superior del hangar; tiene acceso por el interior del hangar y una escotilla de escape que da a una escala adosada por el exterior al mamparo lateral del hangar.

La posición de esta caseta permite una visión completa de ambos puntos de aterrizaje y la trayectoria de aproximación del helicóptero.

Para ayudar al piloto en su aproximación final se equipó el hangar con una barra de horizonte estabilizado, montada sobre el marco del hangar, la que le indica al piloto la situación del horizonte real. El panel de control de la barra de horizonte estabilizado fue ubicado en el hangar.

El segundo sistema de ayuda consiste en un conjunto de luces que van montadas sobre la barra de horizonte estabilizado y que le indican al piloto la posición del helo en relación a su punto de aterrizaje. Para determinar esta posición se utilizan las cámaras de video mencionadas en un párrafo anterior.

El panel de control de las luces está ubicado en la estación de control de vuelo.

I. Comunicaciones con helicópteros.

Como consecuencia de la transformación efectuada, la unidad de comunicaciones relacionada con el aterrizaje y despegue de los helicópteros, es decir, comunicaciones externas e internas, micrófono del loop magnético o 1 Mc, que se encontraba ubicado en el hangar, fue trasladado a la estación de control de vuelo. El sistema fue ampliado colocando otra unidad similar en la estación de control de captura.

Se agregó, además, un amplificador de conexión de comunicaciones internas del buque con el helicóptero. La conexión con el helicóptero se efectúa cuando éste se posa sobre la cubierta.

J. Sistema contraincendios para la cubierta de vuelo.

El sistema consiste en 2 monitores oscilantes de FOAM con una capacidad de generación de espuma de 1800 lts/min. c/u aproximadamente, una bomba centrífuga de 3600 lts/min. de capacidad y un estanque de FOAM concentrado para cada monitor.

La alimentación de agua de mar está tomada del circuito principal de incendio del buque y la bomba se usa para lograr la presión de trabajo de los monitores.

Los monitores pueden tener una posición fija dirigida a cada una de las estaciones de aterrizaje o variarse en forma manual.

Existen controles del sistema en el interior del hangar, en la estación de control de captura y en la estación de control de vuelo.

K. Habitabilidad.

El espacio bajo la cubierta de vuelo que ocupaba el sistema de misiles Seaslug eliminado, con excepción del sector de popa que se transformó en SSBB para misiles de helicópteros, fue habilitado para acomodación de personal, construyéndose baños, camarotes, sala de estar, salas de reuniones, etc., y oficinas.

Con este objeto, la superficie de aproximadamente 420 m² fue dividida en compartimientos mediante la instalación de mamparos corrugados livianos, manteniéndose la estanqueidad original de esa zona del buque, proporcionada por dos mamparos longitudinales y varios mamparos transversales.

En lo que respecta a la ventilación y extracción, la nueva habitabilidad se dividió en dos zonas. La de proa, desde el extremo de proa de la ex SSBB de Seaslug hasta aproximadamente el centro de la misma, hasta coincidir con un mamparo transversal estanco.

En este sector se aprovechó ventilación excedente disponible de una unidad de tratamiento de aire ubicada en las cercanías.

Para el sector de popa se fabricó una unidad de tratamiento de aire, aprovechando los equipos disponibles de la ex SSBB de Seaslug.

Se instaló un circuito de agua dulce fría y caliente para lavamanos y duchas y agua salada

para WC y urinarios. También fue necesario instalar un circuito de drenaje e imbornales en los baños.

El sistema de alumbrado existente fue reemplazado por uno adecuado al nuevo uso de los espacios. Adicionalmente, se agregaron circuitos de calefacción, enchufes de servicio, teléfonos automáticos y difusión.

Los nuevos espacios fueron alajados de acuerdo al papel que debería cumplir cada uno, poniéndose énfasis en su funcionalidad y en proporcionar el adecuado confort a la tripulación.

L. Estabilidad.

Una vez efectuadas las transformaciones, los buques fueron sometidos a un experimento de inclinación para verificar el efecto que ellas produjeran en la estabilidad.

Del análisis de los resultados obtenidos se llegó a la conclusión que para mantener la estabilidad dentro de los rangos establecidos para este tipo de buque, era necesario colocar 70 toneladas de lastre.

El lastre, consistente en lingotes de arrabio de sección triangular, se distribuyó en dos estanques de agua. Para evitar la oxidación de los lastres y la contaminación del agua sobre los lastres, se colocó una caja de mortero con impermeabilización.



Espacio bajo la cubierta de vuelo transformado para acomodación del personal.

M. Instalacion de Sistema Hard Kill.

Para reemplazar los Seacats como Sistema de Defensa, se instaló dos contenedores verticales de misiles BARAK a cada banda. Ellos cumplen el papel de protección antimisiles. Son controlados desde la C.I.C. en todas las etapas, desde la detección de la amenaza hasta el lanzamiento, pudiendo el control ser total o parcialmente automático.

N. Reemplazo de Generadores Diesel.

Dos Diesel Generadores de 750 KW, 440 Volts., 60 Hz. fueron reemplazados por nuevos de similares características.

SISDEF LTD.

SISDEF LTD. es una compañía de Ingeniería de Sistemas creada en 1983 por ASMAR (Astilleros y Maestranzas de la Armada) de Chile y Ferranti Computer Systems, de Inglaterra (hoy de GEC).

La compañía se ha especializado en el desarrollo de sistemas en el área de defensa, en especial, en el área naval. Entre sus desarrollos se destacan: la Reingenierización de Sistemas, Simuladores para Entrenamiento, Sistemas de Comunicaciones y Comando, Control e Inteligencia C 3 I.

En todos sus desarrollos, la compañía se ha caracterizado por el uso de la más reciente tecnología electrónica y computacional, manteniendo al mismo tiempo los bajos costos de producción mediante el uso de estándares industriales, los cuales son compatibles con las necesidades y realidad económica de sus clientes.

Hoy día SISDEF LTD. tiene oficinas y talleres en Viña del Mar y Talcahuano; posee una fuerza laboral de cincuenta profesionales y un ingreso anual en el orden de dos millones de dólares.

SISDEF desarrolló, de acuerdo a estándares navales, un sistema de Comunicaciones, Comando, Control e Inteligencia, C 3 I, la arquitectura del cual está basada en consolas horizontales y verticales comunicadas a través de una red Ethernet.

El software del sistema fue desarrollado en lenguajes ADA y C++, de acuerdo con MIL - STD - 2167A.

SISTEMA DE COMUNICACIONES, COMANDO, CONTROL E INTELIGENCIA C 3 I.

Como parte de su participación en el programa de Refit y Modernización de la Flota, SISDEF ha sido contratado por la Armada, para el desarrollo del sistema de Comunicaciones,

Comando y Control de la Armada.

El sistema C 3 I de SISDEF (SMC) provee a cada unidad de la Fuerza, el medio para tener un Panorama Táctico que es común con las demás unidades, aumentando de esta forma la capacidad de Comando y Control de la Fuerza, optimizando de esta manera el uso de recursos y asegurando un excelente resultado conjunto en el cumplimiento de la misión. (Figura G.)

El elemento fundamental del sistema de Mando y Control SMC es la Consola Táctica (CONTAC), la que constituye el principal nodo de proceso del Sistema. En sus pantallas, la información es compilada desde los sensores de a bordo junto con la información recibida de otras unidades vía DATA LINK; luego es presentada y se provee los medios para su clasificación, evaluación y uso.

La extracción de la información desde los sensores de a bordo, es realizada a través de interfases especializadas que son capaces de tomar los datos desde Radares, sonares y equipos ESM.

Desde el punto de vista de Software, todas las Consolas son idénticas: tienen las mismas capacidades y la información táctica está duplicada en la memoria interna de cada una de ellas; por lo tanto, la definición del papel que debe ser cumplido por cada una es sólo una cuestión de procedimiento. Por otra parte, cada consola puede asumir el papel de cualquiera de ellas que esté dañada.

Las consolas tácticas están conectadas entre ellas y con el resto del Sistema a través de una red de área local (LAN), de acuerdo con el estándar Ethernet. Esta forma de interconexión da una máxima flexibilidad para incorporar al Sistema cualquier número de consolas que se requiera para satisfacer los requerimientos operacionales. Todos los datos e información son intercambiados a través de un solo cable coaxial. (Figura H.)

Todas las consolas son provistas de una eficiente interfase hombre-máquina, formada por una pantalla gráfica de alta resolución, (1600 * 1200 pixels) con full capacidad windows, pantalla sensible al tacto, teclado y trackball.

Los modelos ya desarrollados son: CONTAC-V, Consola Táctica Vertical, operada por un solo hombre; CONTAC-H, Consola Táctica Horizontal, con capacidad para operación simultánea por tres operadores, y MDL Module Data Link, la consola de menor capacidad, diseñada para ser instalada en aeroplanos, helicópteros y unidades menores.

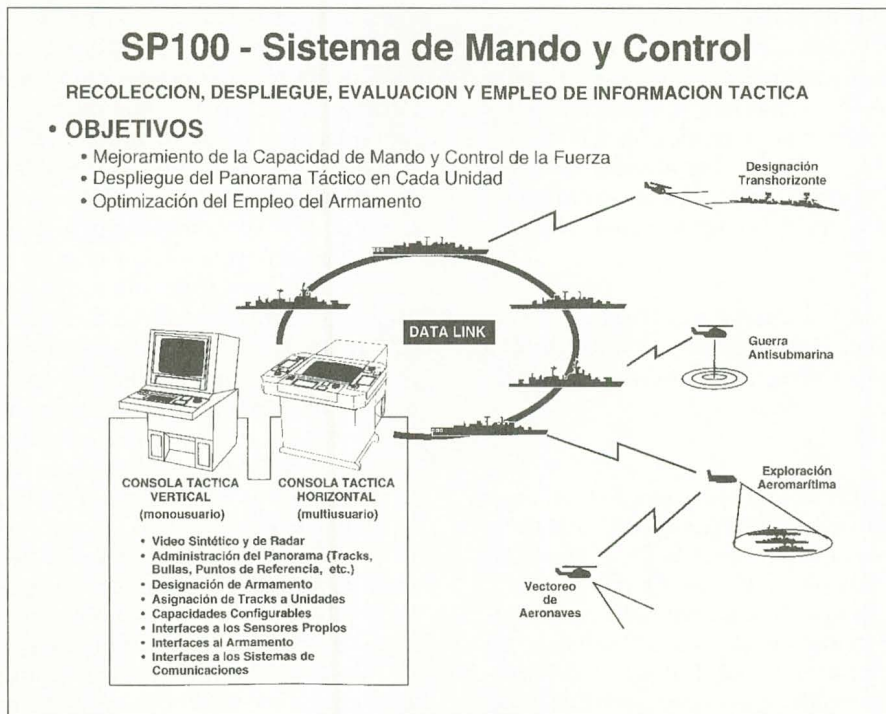


Figura G.

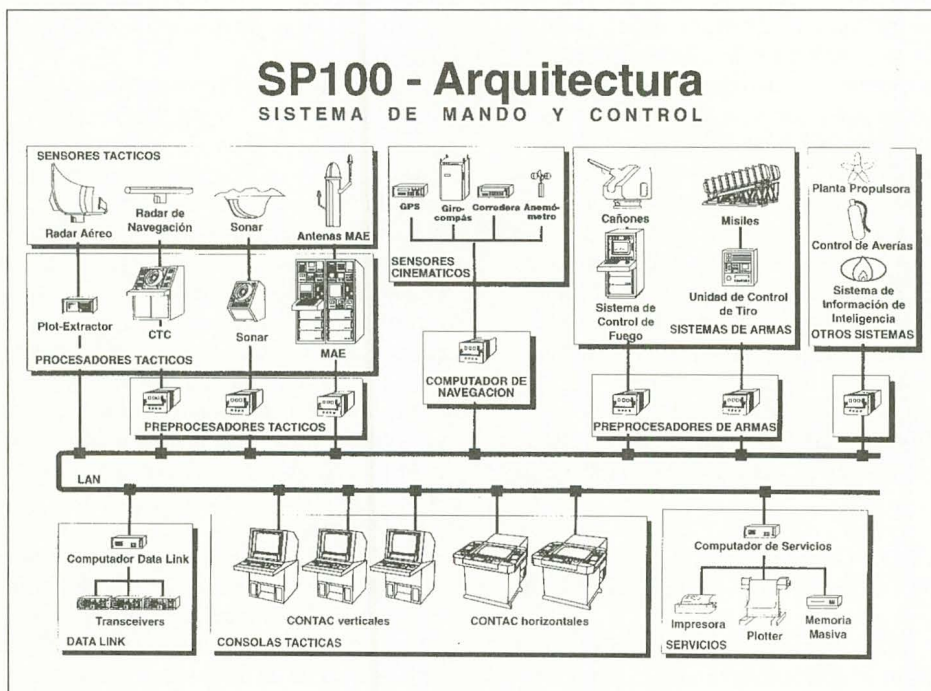


Figura H.

CONCLUSIONES.

La modernización de una Fuerza existente es una alternativa real y válida para el fortalecimiento de Marinas pequeñas cuando reducciones presupuestarias son una restricción para la construcción o compra de nuevas unidades.

LAN	= Red de Area Local.
SMC	= Sistema de Mando y Control.
SSBB	= Santabárbara.
TCO	= Oficial Comando Táctico.
VCC	= Volts Corriente Continua.

NOMENCLATURA.

C2	= Comando y Control.
CMC3 I	= Comunicaciones, Comando, Control e Inteligencia y Contramedidas.
DLG	= Destructor Líder, Misiles Guiados.
DLH	= Destructor Líder, Portahelicópteros.
EAM	= Exploración Aeromarítima.
EMC S	= Medidas y Contramedidas Electrónicas.
ESM	= Medidas de Respaldo Electrónicas.
GPI	= Indicador de posición.
I.E.	= Ingeniero Naval Eléctrico.

AGRADECIMIENTOS

La lista de aquellos con los cuales estoy en deuda por su contribución es larga. Deseo mencionar la substancial contribución de los coautores en todas aquellas materias que están mas allá de la experiencia de un Ingeniero Naval Eléctrico que ha trabajado en Astilleros la mayor parte de su carrera. Es un placer agradecer la ayuda de Mr. Leslie R. Lee (ex MOD PTO 3 Civil Servant, From Chatham Dockyard), en la traducción al inglés de este texto y al Sr. Alfredo Luco de SISDEF, por su contribución.

Finalmente, es también un deber y un placer, reconocer la participación directa e indirecta de trabajadores y profesionales de ASMAR Talcahuano, cuyos diseños de ingeniería y trabajo en los buques chilenos son parcialmente descritos en este artículo.

BIBLIOGRAFIA

- "Surviving the 1990s": Is the Modernisation the Way Ahead for the Navies? Published in Defense System Modernisation, august 1991.
- Primera Exposición Naval y Marítima, EXPONAV 94, Valparaíso Chile.
- Upgrading the "County" Class Destroyers-Two Navies Experiences. Defence Systems Modernisation, january 1994.
- Modernización de los Buques de la Armada. Trabajo descriptivo de parte de la labor desarrollada por profesionales de División Ingeniería Naval de Asmar Talcahuano, dirigidos por el Ingeniero Civil Mecánico Sr. Sergio Balocchi.

* * *