

PAPER #206

TECNICAS INTRODUCIDAS EN EL TALLER DE REPARACIONES A TRAVES DE LA EJECUCION
DE RECUPERACION (REFIT) DE NAVIOS SOFISTICADOS.

AUTOR : SERGIO GARCIA
ARMAR - TALCAHUANO
CHILE.

MEJORAS INTRODUCIDAS EN ASTILLERO DE REPARACIONES A TRAVES DE LA EJECUCION DE RECUPERACION (REFIT) DE NAVIOS SOFISTICADOS.

Al adquirir la ARMADA de CHILE los submarinos de la clase Oberon y las fragatas de la clase Leander en Gran Bretaña, planteó a ASTILLEROS Y MAESTRANZAS DE LA ARMADA (ASMAR), la tarea y el desafío de ejecutar los trabajos de mantención para esas unidades correspondientes al 3er y 4to escalón, vale decir, las reparaciones y períodos de dique normales, y su recuperación cada cierta cantidad de años.

Comparando los submarinos Oberon y las fragatas Leander con los navíos operados hasta la fecha por la ARMADA, se apreció un salto tecnológico, en su concepción y en su ingeniería, lo que obligó a la principal agencia de mantención naval en el país a capacitarse para asumir la responsabilidad de reparar y modernizar, no solo los ya mencionados tipos de unidades, sino una nueva generación de buques sofisticados.

Después de un detenido análisis de las características de los buques, se concluyó que, para poder atacar el problema de mantención y reparaciones debería generarse un plan integral, que contemplará todos los aspectos de la recuperación total de un buque, tanto en lo técnico como en lo administrativo. Lo primero, para adecuar las instalaciones, equipamiento y personal para trabajar con nuevos materiales, nuevas tolerancias nuevas especificaciones, y lo segundo, para asegurar un buen control de los costos y los plazos de ejecución de los proyectos.

Bajo este concepto, la ARMADA y el ASTILLERO estuvieron de acuerdo en nombrar un Jefe de Proyecto, con un equipo de dedicación exclusiva para que preparara el plan de capacitación previa al inicio de las recuperaciones propiamente tales, y el plan y documentación para conducir, y administrar los trabajos en terreno.

La primera labor del equipo de recuperación, fue la de definir el "que hay que hacer", partiendo por la definición de la recuperación, que fue el "conjunto de actividades y trabajos orientados a

garantizar un próximo período operacional del buque, seguro como nave y efectivo como arma de combate". Este concepto encierra el significado de que cada buque debe permanecer disponible por un período determinado sin tener que volver al Astillero, salvo para la mantención normal.

También se definió para cada equipo o sistema que la recuperación consistiría en ejecutar todos los trabajos indicados para "refit" en el Plan de Mantención del tipo de buque, y ese fue el punto de partida aceptado tanto por la superioridad naval como por el Astillero.

Si bien es cierto, el citado Plan de Mantención solo es tablece en forma muy somera qué debe hacerse a cada pieza o sistema, tiene la virtud de cubrir todos y cada uno de los componentes que interesa recuperar, y crea una referencia que es entendible para todos los que participan, creando en consecuencia, el primer lenguaje común.

Definido el "que hacer", aunque inicialmente en forma somera, se pensó en la recuperación como un sistema, tratando de delimitar las áreas técnicas y administrativas que sería necesario analizar para prepararlas, adecuarlas para acometer la tarea encomendada, y al mismo tiempo, apreciar la interacción entre esas áreas.

El resultado del estudio fue "el sistema" que se muestra en la figura 1, en el que fundamentalmente se expone la lógica de la relación entre actividades y su influencia sobre el proyecto en general.

Las áreas identificadas, y que en conjunto forman el proyecto fueron:

- Preparar la documentación necesaria para la planificación, ejecución y control del proyecto.
- Determinación de la capacitación y/o entrenamiento necesario para el personal que intervendría en la recuperación.
- Especificación de la infraestructura y equipamiento necesario para lograr los estándares de calidad y confiabilidad requeridos.

- 4 -

Con el conjunto de toda esa información, y usando ahora como código interno del ASTILLERO el número de cada Orden de Trabajo, se compiló toda la información referente a cada área.

Todas las Ordenes de Trabajo se ordenaron por cargo del buque y se listaron empleando el computador, junto con su presupuesto, para conocimiento y aprobación de la Armada.

Todos los repuestos y materiales, debidamente codificados fueron ingresados al computador, listados y consolidados por áreas. En este aspecto cabe destacar que se confeccionaron listados separados para algunos tipos de materiales o repuestos especiales, como por ejemplo los elementos de goma y elementos roscados, con el propósito de hacer un acopio temprano, y en el caso de que no existieran como repuestos intentar interesar a la industria periférica en su manufactura. Como dato puede indicarse que para un submarino se ordenaron confeccionar más de 60.000 unidades roscadas de unos 900 tipos diferentes, lo que da una idea de la magnitud del problema de aprovisionamiento de materiales.

Los requerimientos de entrenamiento y capacitación dieron lugar a un Plan separado, el que fue cumplido tanto en el extranjero (Astilleros y fábricas de Origen), como en Universidades y Escuelas Nacionales. También se aprovechó la experiencia de Oficiales y personal que constituyó las primeras dotaciones e inspectores durante la construcción de los buques.

También del análisis detallado de cada trabajo, se determinó la necesidad de mejorar las siguientes instalaciones y sistemas.

- Taller de Máquinas Herramientas, para ejecutar trabajos de precisión.
- Taller de Armamento, para reparar el equipo electrónico y la parte mecánica de las armas.
- Taller de pruebas dinámicas, para probar toda la maquinaria

- 3 -

- Determinación de materiales y repuestos requeridos para ser incorporados a cada unidad.

Demás esta decir que las actividades relacionadas con capacitación, equipamiento y materiales, provienen de la primera, que constituyó la guía para todo el proyecto.

Tal como ya se mencionó, los detalles de cada trabajo partieron del Plan de Mantenimiento, y para cada componente o sistema de un buque se formó un grupo multidisciplinario, compuesto por un operador, proveniente de las tripulaciones de los buques, un técnico en el tipo de equipo y un estimador o presupuestador. Este grupo tuvo por misión, basado en el Plan de Mantenimiento, recopilar todos los antecedentes relacionados con un trabajo en particular. Incluso, cuando fue necesario, se envió personal al extranjero para reunir los datos necesarios. El resultado de cada uno de los estudios fue un legajo de información encabezado por la Orden de Trabajo, documento que contiene en detalle las operaciones que se deben ejecutar, quien debe ejecutarlos, el presupuesto para cada actividad, y constituye además, el acumulador de gastos para ese trabajo.

Finalmente, para cada ítem del Plan de Mantenimiento se contó con lo siguiente :

- Ordenes de Trabajo (las que resultaran de cada Plan).
- Instrucciones especiales de trabajo.
- Normas de calidad de prueba y prerequisites de pruebas.
- Lista de repuestos de posible utilización.
- Lista de materiales comunes de posible utilización.
- Planos y croquis relevantes.
- Malla de programación para la Orden de Trabajo.
- Maquinaria, equipo o infraestructura necesaria para ejecutar la Orden de Trabajo.
- Requerimiento de capacitación de personal.
- Archivo de documentación del fabricante y/o de la Armada de origen.

un local responsable a otro.

- ría auxiliar antes de montarla abordo.
- Taller de baterías para submarinos.
- Taller de Combustión Interna y Laboratorio, para recuperación máquinas diesel.
- Taller de Limpieza Química.
- Taller de Controles Neumáticos.
- Almacenes para piezas de los buques en recuperación.
- Andamios especiales para submarinos.

Las mejoras señaladas pasaron por todas las etapas de un proyecto, vale decir, definición de la tareas mínimas que debía cumplir cada taller, anteproyecto de las mejoras, estudio de factibilidad económica y proyecto definitivo.

Cada uno de los proyectos fue concebido con una visión desarrollista, es decir, no se implementaron para los buques que entraban en recuperación solamente, sino que fueron diseñados para atender cualquier tipo de buque convencional de las presentes generaciones, tanto de guerra como mercantes, de tal manera que las futuras adquisiciones de naves no demandaran inversiones extras y distintas de las previamente programadas para atender la mantención de los submarinos y fragatas recientemente incorporadas a la Armada.

También se debe mencionar, entre las mejoras introducidas, la creación de un completo sistema de control de piezas, y la necesidad de implantar un sistema formal de calidad.

El primer sistema se debió diseñar pensando en que en un momento determinado, más de 20.000 piezas diferentes de un submarino estarían diseñadas en los diversos talleres del Astillero, y cada una de ellas debía poder ser ubicada en cualquier etapa del proceso de recuperación e instaladas adecuadamente en el momento oportuno. El sistema se basó fundamentalmente en un código que identifica la ubicación por cuartería y en una identificación de la pieza dada por los planos del buque, ambos datos estampados en una tarjeta metálica, cuyo contenido se registra en un libro de cambio de mano cada vez que una pieza se traslada de

Para el control de calidad se adoptó la misma documentación que se empleó para la construcción, más una serie de procedimientos propios que se delinearon para asegurar la calidad del producto final. Pese a que en un principio se pensó que aplicar un control tan riguroso como el empleado para la aceptación de los buques sería muy oneroso, finalmente se concluyó que bien valía el gasto, ya que con ello se garantizaba efectivamente la seguridad y confiabilidad de la unidad y sus sistemas, y por otra parte, los datos recogidos eran comparables con los de la fabricación, datos de gran utilidad tanto para el Astillero como para el operador de los buques.

Finalmente, fue posible, mediante la identificación de la Orden de Trabajo confeccionar una lista cruzada de referencias de los siguientes documentos de calidad :

- Instrucciones especiales de reparación.
- Cartas de prueba en taller.
- Actas de Concesiones.
- Procedimientos de pruebas de muelle.
- Procedimientos de pruebas sumergido.
- Control de Pesos.
- Certificado de Pruebas Finales.

Para la administración del proyecto se prepararon dos campos de acción : Control de Avance y Control de Gastos.

El Control de Avance proviene del diseño de un programa general, el que se confeccionó empleando el sistema de programación vigente en el Astillero. En esta etapa se identificó el primer problema para el manejo del proyecto. En atención a que nuestro sistema requería que cada secuencia de una Orden de Trabajo entrara al computador como una actividad independiente, en un principio había que diseñar una malla de unas 9.000 actividades, por lo que fue necesario buscar una alternativa,

por un lado para poder visualizar el proyecto total, y por otro lado, poder programar cada una de las secuencias con el propósito de:

- Controlar el avance.
- Establecer programas individuales por taller.
- Manejar la distribución de carga por taller.

La solución adoptada fue el diseñar tres niveles de mallas. Una malla directriz, con no más de 60 actividades muy generales, en que se vació la filosofía del proyecto, el cómo quería atacarse.

Una segunda malla, llamada malla gruesa, en que se identificaron alrededor de 200 actividades, y tuvo por propósito el establecer nodos de enganche para todas las secuencias (actividades) de todas las Ordenes de Trabajo y para control manual del avance del proyecto.

Finalmente, el tercer nivel fue la malla de detalle de la cual el computador solo entregó los listados con fecha de inicio y término de cada secuencia más la holgura de cada una de ellas.

Terminada la preparación de la primera recuperación, se contó con la siguiente documentación e infraestructura para comenzar los trabajos en un submarino clase Oberon:

- Todas las Ordenes de Trabajo con la información adjunta que se indicó en la figura 2. (definición del "que hacer", "como hacerlo" y "qué hacerlo").
- Programas generales y de detalle por cada Orden de Trabajo y por taller.
- Programa de entrega de equipos por taller.
- Plan de identificación y ruteo de piezas.
- Listado de repuestos de posible utilización.
- Listado de materiales de posible utilización.
- Biblioteca de Manuales y Planos.

- Talleres adecuados para las nuevas exigencias (según se detallan en cuadro 3).
- Personal entrenado en cada área específica.

Desarrollo del primer proyecto y resultados obtenidos.

Para los efectos del análisis, el proyecto se dividirá en las siguientes etapas:

- Desarme del buque (en este caso, un submarino Oberon).
- Reparación de equipos.
- Prueba en taller y montaje.
- Pruebas abordo (en puerto y navegando).
- Etapa de desarme del buque.

Durante este período, el sistema de control de ubicación y ruteo de piezas, como también los almacenes destinados al almacenamiento de piezas probaron ser de gran utilidad y estar diseñados adecuadamente. (Se emplearon tres edificios que totalizaron 4.800 metros cuadrados de superficie para almacenar piezas más la estantería en 4 niveles con que se complementaron). Cabe destacar que no hubo que lamentar pérdidas o extravíos de importancia.

También durante esta etapa se comenzó a evidenciar que el control de avance a través de listados del computador sería muy difícil, ya que había que analizar una cantidad muy grande de listados debido al número de actividades (de 9.000 subió a 15.000 por trabajos adicionales).

El control de pesos del buque resultó adecuado y fue posible en todo momento, sin ayuda del computador, tener el cálculo exacto de la estabilidad y estiba del buque.

- 9 -

- Etapa de desarme e inspección en taller.

Este período resultó ser de vital importancia para el futuro desarrollo del proyecto, ya que durante él se determinó qué repuestos debían reemplazar a material gastado o fuera de tolerancia, repuestos que en muchos casos, dada la lejanía de las fuentes de origen de ellos, hubo que fabricar localmente.

También quedó de manifiesto la bondad de las listas de inspección y documentación de control de calidad, las que permitieron tener una visión clara del estado de cada equipo y las reparaciones necesarias.

- Etapa de reparación en taller.

En esta etapa fue donde se lograron la mayoría de los éxitos tecnológicos. Dado a que muchos de los repuestos que se necesitaron, o no llegaron oportunamente, o no existían como tales, hubo que fabricarlos en nuestro Astillero.

Entre estos logros cabe mencionar :

- La fundición y fabricación de válvulas de casco de aleación bronce níquel aluminio. Para ello se experimentaron varios procedimientos hasta que finalmente se produjo un juego completo para el submarino, mejorando notablemente la razón aceptación vs rechazos. Junto con ello, se montó un sistema para validar este tipo de válvulas, logrando un ahorro considerable de tiempo y dinero. En este campo se logró una valiosa experiencia sin grandes gastos, quedando el Astillero capacitado para fabricar piezas fundidas para submarinos.
- Al encontrarse fallados los cilindros de poder de timón e hidropneumáticos y algunos manifolds de aire comprimido de alta presión, se resolvió fabricarlos en el Astillero. En esta tarea se comprobó la bondad de las máquinas herramientas adquiridas. La confección de esos componentes

- 10 -

tes significó estudio de ingeniería, análisis de materiales, y finalmente preparar las instrucciones de trabajo y pruebas. Todos esos elementos resultaron de una calidad igual a la original. También hubo de recuperarse o fabricar un sinnúmero de piezas de los sistemas temas hidráulicos, aire comprimido, de disparo de los tubos lanzatorpedos y del "One Man Control", donde la nueva maquinaria permitió elaborar casi cualquier repuesto faltante.

En el área de la electrónica, el nuevo taller permitió recuperar todos los equipos de sonar, control de fuego, radar, comunicaciones y navegación, a la condición de "como nuevos". Particular mención merece el taller de circuitos impresos, que permitió recuperar tarjetas y en muchos casos, confeccionarlas, para lo cual el Astillero cuenta con el equipamiento y personal adecuado.

El taller de baterías, aunque simple, permite activar y mantener una batería de submarinos, operaciones que se desarrollaron inicialmente con asesoría extranjera y que ahora han pasado a ser rutinarias.

En el área de cañerías fue quizás donde se presentaron más dificultades, no en el aspecto tecnológico, sino en la programación del galvanizado de ellas. En atención a que el Astillero no cuenta con una planta de galvanizado, éste trabajo hubo de subcontratarse, lo que produjo atrasos en el arma del buque, ya que estos elementos, las cañerías, junto con las canalizaciones eléctricas, son el "cuello de botella" de la etapa de arma y pruebas. La actividad de preparación de cañerías debe ser cuidadosamente planificada y controlada por su efecto en el programa general.

El taller de limpieza química resultó ser vital tanto para la etapa de inspección como para la de trabajo en taller, pues permitió elevar el estándar de trabajo y de perfección tanto en la reparación de componentes

como en las terminaciones de ellos.

También en esta etapa se acentuaron las evidencias de que era extraordinariamente difícil el control de avance por el computador, debiéndose pasar a un "control manual" a través de los programas de taller y luego de los programas de pruebas.

- Etapa de pruebas en taller y montajes.

Esta etapa es quizás la más crítica para la duración del proyecto. Es vital que cada taller con su tarea de entregar oportunamente los equipos y sistemas para ser probados, ya que el montaje tiene, particularmente en un submarino, una secuencia casi rígida, por lo que un atraso en un sector, puede afectar todo el programa, lo mismo que las fallas graves durante las pruebas de taller. Aquí el control de calidad jugó un papel importantísimo, evitando que fueran abordo equipos que después habría que desmontar para corregir defectos. También se comprobó una vez más la bondad del sistema de identificación de piezas y de control de pesos diseñados previamente.

- Etapa de pruebas.

En esta fase final la dificultad principal es la coordinación con los operadores de los sistemas, (la tripulación) y los inspectores de la Superintendencia Naval.

En esta etapa concurren problemas de interferencias entre pruebas, fallas de alguna de ellas, problemas de entrenamiento de la dotación, problemas de seguridad etc., por lo que hay que estar dispuesto a cambiar varias veces el programa.

La documentación de control empleada, que fue la misma que se empleó para recibir el buque nuevo, permitió garantizar la bondad de las pruebas, y se aprecia que para una recuperación

ración, aunque aparece como oneroso hacerlo, es la única manera de lograr un buque confiable y seguro.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES QUE SE HAN EXTRAÍDO DE LA PRIMERA RECUPERACIÓN Y QUE SE HAN APLICADO EN LAS SUBSECUENTES.

La primera conclusión que puede extraerse de todo el proyecto es que fue acertada la resolución de enfocarlo como un sistema completo, cubriendo tanto los aspectos técnicos como los logísticos y administrativos. No es posible el prepararse para un trabajo de la envergadura de un "refit" analizando solo generalidades ni planteando los problemas en forma gruesa. Es mandatorio analizar trabajo por trabajo, en todos sus detalles, y de la integración de todos esos detalles saldrán los requerimientos de implementación para las diferentes áreas de acción. Este trabajo requiere de dos factores: Tiempo suficiente y Personal idóneo en cantidad adecuada. Con referencia al personal es necesario destacar quizás la experiencia de mayor relevancia, cual es la de contar con un equipo de ingenieros y técnicos, versados en el tipo de buque, en forma permanente y continua, desde el inicio de la planificación hasta el informe final del proyecto.

Resultó ser de gran utilidad, por ejemplo, la participación, desde la definición de los trabajos, de oficiales y clases que asistieron a la construcción de los buques. Después de las primeras recuperaciones, una gran cantidad de gente se ha transformado en reales expertos, que ahora son capaces de resolver sobre problemas que en el pasado necesitaban de la asesoría extranjera. También el hecho de tener que estudiar cada equipo, que traía incorporado nuevas técnicas, nuevas especificaciones, nuevos materiales, hizo que nuestro personal tuviera que avanzar en la tecnológica, lográndose un retorno intangible, de lo empleado en prepararse las recuperaciones.

El otro aspecto que se logró, al mantener estable el Jefe de Proyecto y su equipo, fue la continuidad en la administración de desviaciones, problemas, gastos etc., lo que finalmente redundó en desarrollar

la capacidad de cumplir las fechas programadas y caer dentro de los presupuestos.

Sobre el empleo de la informática en las diferentes etapas del proyecto, pudo establecerse, en la primera recuperación de un submarino, que es una excelente herramienta para la planificación y programación, pues se puede simular hasta los más ínfimos detalles, pero también se comprobó que la validez de la informática para el control de avance depende en gran medida, entre otros, del volumen de información que quiera manejarse. En la primera recuperación por ejemplo, se tuvo que controlar el avance de 15.000 actividades diferentes, lo que saturó la capacidad de análisis del equipo administrador, ya que todas esas actividades permanecieron vigentes durante el proyecto. Para el segundo refit se está experimentando con la modalidad de subdividir el proyecto en módulos, tanto en el tiempo como físicamente en el buque, y junto con eso condensar las actividades dentro de una Orden de Trabajo en no más de 7. Esto trajo como consecuencia que el proyecto total bajó a la región de las 7.000 actividades, y cada etapa contiene entre 800 y 1.500 actividades en un período de 2 a 3 meses. Lo que hace cada subproyecto manejable vía computador. Este sistema está dando muy buen resultado.

También la computación probó ser una excelente herramienta para el control de gastos del proyecto, acumulando estos tanto por Orden de Trabajo como por Taller o Centro de Costo. Esta información puede ser hasta diaria, e indirectamente sirve para verificar el avance general de la recuperación.

Donde la computación no tuvo ni ha tenido ninguna utilidad ha sido en el control del avance del programa de pruebas, dada la naturaleza de ellas. Es posible, si se cuenta con una lista de requisitos para cada prueba, elaborar un programa mediante el computador, pero es definitivamente dificultoso, hacer un seguimiento usando esa facilidad.

En el campo técnico, el capacitarse para ejecutar una recuperación produjo en el Astillero una gran mejora tecnológica, pues hubo

de adecuarse a las nuevas especificaciones que son comunes a casi todas las naves modernas. La materialización de esta nueva capacidad está en la confección de gran cantidad de repuestos y en la entrega al usuario de un buque con todos sus componentes en la condición de "como nuevo". El nuevo equipamiento, unido a la capacitación del personal y la experiencia ganada por cada uno de los que de alguna manera intervinieron en las recuperaciones aumentaron el horizonte tecnológico del Astillero dejándolo habilitado para acometer cualquier tipo de reparación o recuperación en navíos convencionales tanto submarinos como de Superficie, ya sea la parte casco, propulsión, plantas de poder o sistemas de armadas. Incluso, el haberse capacitado para reparar equipos ha traído como resultado una capacidad extra para diseñar y construir algunos elementos, principalmente en el campo de la metalurgia y de la electrónica.

En atención a que uno de los requisitos era garantizar la seguridad y eficacia de un navío, no sólo bastó el nuevo equipamiento sino que hubo de implementar un sistema de control de calidad adecuado. Este sistema trajo un enorme beneficio para el Astillero, ya que muchos de los formularios, procedimientos, inspecciones y programas de esa disciplina comenzaron a ser aplicados a todos los trabajos de otros clientes, con el beneficio directo de disminuir significativamente el trabajo rehecho, y el beneficio indirecto de mejorar plazos al eliminar fallas en las pruebas, y mejorar el producto que se entrega al usuario. Cuando es necesario garantizar de alguna manera el resultado de un proyecto, es mandatorio el montar un sistema de Control de Calidad.

El haberse preparado para una recuperación, y haberla ejecutado en plazos y dentro de costos razonables, fabricando una parte de los repuestos que fue necesario emplear, otorgó a ASMAR y a la ARMADA de CHILE una notable independencia de las fuentes de suministro de partes, tecnología, materiales e información. El haber recopilado nuestra propia experiencia, haber resuelto nuestros problemas técnicos, el haber participado activamente con asesores extranjeros cuando fue necesario, y el haber invertido en la infraestructura necesaria, hizo que, pese a que el problema inicial fue la mantención de dos tipos de unidades, quedáramos capa-

citados para, en el mediano plazo, atender otras naves diferentes, y para en el largo plazo desarrollar nuevas tecnologías, nuevos equipos y saltar si se requiere, a otra generación de buques.

Esto último trae a colación otro importante beneficio de tipo personal, cual es brindar a los ingenieros y técnicos propios la oportunidad del desafío de realizar e implementar proyectos propios, midiendo su habilidad en un mundo real y ganando una experiencia realmente invaluable.

Finalmente, puede decirse sin temor a equívocos, que todo lo invertido en la reparación de la recuperación de un tipo de unidad ha quedado como la capacidad de vender ese servicio a terceros. Después de varias experiencias en tres tipos de buques, ASMAR está plenamente capacitado para reparar, recuperar y/o modernizar tanto navíos de guerra como barcos mercantes, gracias a los esfuerzos desplegados para acometer las primeras recuperaciones.

Todos los beneficios aquí señalados, provienen de un estudio metódico y profundo de los requerimientos a futuro, de la voluntad de mejorar técnicamente, y de aplicar los conocimientos y experiencias de nuestros ingenieros a nuestros problemas particulares.

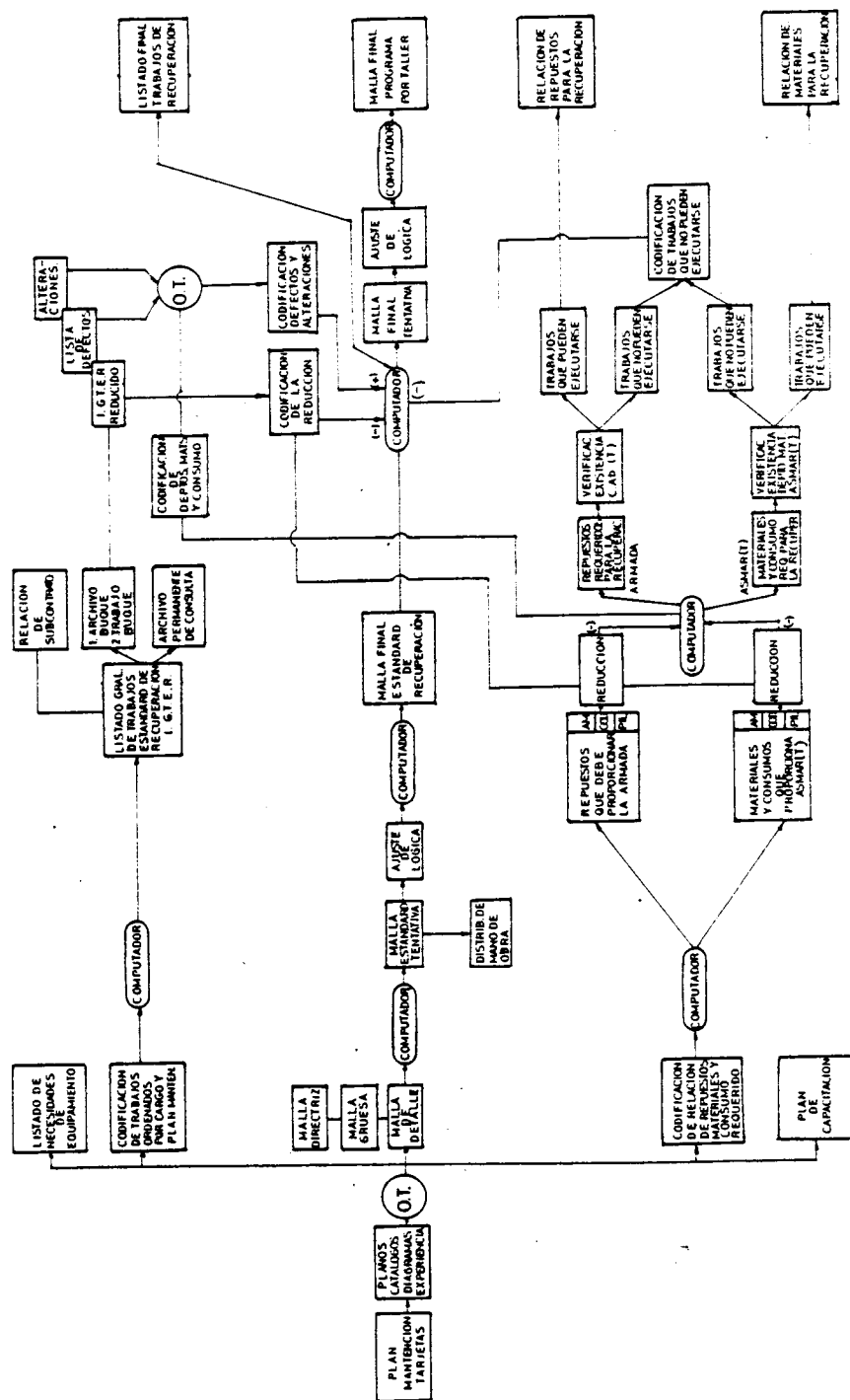
Quizás el único consejo global que pudieramos dar después de nuestra experiencia, es que cuando una nación o una empresa adquiere un bien tan complejo y caro como un buque, y desea utilizarlo plenamente por un período similar al de su vida útil, debe pensar en su mantención, y si dentro de esa mantención aparecen operaciones como una recuperación deben darse el tiempo y los recursos para efectuar una buena planificación y desarrollar un proyecto integral.

Esto toma tiempo, y es recomendable partir junto con la compra del buque, según se aprecia en el gráfico

No debe perderse de vista el hecho que se desprende de las

experiencias que se han expuesto, que los beneficios de prepararse para recuperar un buque sofisticado son mucho mayores que la inversión que se hace en esa preparación.

FIGURA N° 1



COMPONENTES DE INFORMACION PARA UN TRABAJO

D E

RECUPERACION.

ORDENES DE TRABAJO (las que resulten de cada Plan de Mantenición).
INSTRUCCIONES ESPECIALES DE TRABAJO.

REGISTROS DE CALIDAD.

CARTAS DE TOLERANCIAS.

FORMULARIOS DE PRUEBAS.

LISTA DE REPUESTOS DE POSIBLE UTILIZACION.

LISTA DE MATERIALES DE POSIBLE UTILIZACION.

PLANOS Y CROQUIS RELEVANTES.

MALLA DE PROGRAMACION PARA LA ORDEN DE TRABAJO.

MAQUINARIA, EQUIPOS O INFRAESTRUCTURA NECESARIA.

REQUERIMIENTOS DE CAPACITACION DE PERSONAL.

ARCHIVO DE DOCUMENTACION DEL FABRICANTE U OPERADORES DE ORIGEN.

COPIAS DE LAS TRANSPARENCIAS QUE SERAN UTILIZADAS EN LA

EXPOSICION.

- 20 -
FIGURA N° 4

- 19 -
FIGURA N° 3

INSTALACIONES Y/O SISTEMAS QUE FUE NECESARIO

MEJORAR O IMPLEMENTAR PARA LA
RECUPERACION DE UN SUBMARINO.

- TALLER DE MAQUINAS HERRAMIENTAS. INSTALACION DE MAQUINARIA DE PRECISION.
- TALLER DE ARMAMENTO, PARA LA REPARACION DE TODO EL EQUIPO ELECTRONICO Y LA PARTE MECANICA DE LAS ARMAS,
- TALLER DE PRUEBAS DINAMICAS, PARA PROBAR TODA LA MAQUINARIA AUXILIAR ANTES DE INSTALARLA ABORDO.
- TALLER DE BATERIAS PARA SUBMARINOS.
- TALLER DE COMBUSTION INTERNA Y LABORATORIO ANEXO, PARA RECUPERACION DE MAQUINAS DIESEL.
- TALLER DE CONTROLES NEUMATICOS.
- TALLER DE LIMPIEZA QUIMICA.
- ALMACENES PARA PIEZAS DE LOS BUQUES EN RECUPERACION.
- ANDAMIOS ESPECIALES PARA SUBMARINOS.

DOCUMENTACION DE CONTROL DE CALIDAD.

- INSTRUCCIONES O ESPECIFICACIONES DE CALIDAD.
- CERTIFICADO DE PRUEBA EN TALLER.
- REGISTROS DE CALIDAD.
- ACTAS DE CONCESION.
- PROCEDIMIENTOS DE PRUEBAS DE MUELLE.
- PROCEDIMIENTOS DE PRUEBAS SUMERGIDA.
- CONTROL DE PESOS.
- CERTIFICADO DE PRUEBAS FINALES.

FIGURA N° 4.1.

- 21 -

TA	O.T.N°	DESCRIPCION DEL TRABAJO	DOCUMENTOS DE CALIDAD APLICABLES.
	0178		
	0179		
	0180		
38	0181	Desahogos Principales	RC 62006
	0182		
	0183		
	0184		
	0185		
38	0186	Prueba Desahogos Principales	RC 24006
91	0215	Insp.Sis. Inducción Snorkel	EC 04007 RC 04006
56	0215	Sistema Inducción Snorkel	EC 04006
38	0216	Válvulas Cabeza Sis. Inducción	EC 24003 RC 24004
38	0217	Válvulas Inducción de Casco	EC 24004 RC 24001 RC 24005
38	0218	Válvulas Chapaleta Sist. Inducción	EC 24004 RC 24001 RC 24005
91	1099	Insp.Sist.Descarga de Gases	EC 04007
56	1099	Sistema Descarga de Gases	EC 04006
94	0237	Insp.Dimens.Válvulas Desc.Snorkel	C/DI/765
38	0237	Válvulas Descarga Snorkel	EC 24006 RC 24001 RC 24002
94	0230	Inspección Dimen.Válvulas Des.Surface	C/DI/716(A) C/DI/776
	0233	Insp.Dimens.Válvulas Grupo	C/DI/716(B)
94	0234		
38	0233	Válvulas de Grupo	EC 24005 RC 24001 RC 24002
	0234		

FIGURA N° 4.1.

- 22 -

DOCUMENTOS DE CALIDAD APLICABLES.		DOCUMENTOS DE CALIDAD APLICABLES.		DESCRIPCION DEL TRABAJO	O. I. N°	TA
93	0523	Insp. Pozos Baterías.	EC 50001	RC 50001		
	0524					
91	0309					
	0310					
	0311	Inspección Cañerías Aire Alta Presión.	EC 05001	EC 04006		
	0312		EC 05002			
	0313		EC 04004			
	0314		EC 04003			
91	0315					
	0316					
56	0346	Cañerías Sistema Hidráulico	EC 05001	EC 04006		
			EC 05002			
35	0346	Limpieza cañerías Sist. Hidráulico	EC 04004			
	80	Inspección Ultrasónica Cañerías Aire A.P.	EC 04003			
94	0201	Inspección Dimens. Pie de Gallo	EC 01003	RC 05001		
	0202		EC 03001	C/DI/711		
94	0206	Inspección Dimensional Tubo Codaste		C/DI/710		
	0207					
94	0222	Inspección Dimensional Descanso Empuje		C/DI/709		
	0223					
	0226	Inspección Dimensional Virador Eje		C/DI/709		
	0227					

FIGURA N° 4.1.

- 23 -

DESCRIPCION DEL TRABAJO		DOCUMENTOS DE CALIDAD APLICABLES.	
TA	O.T. N°		
94	0614	Inspección Dimensional Descansos Generadores Principales.	C/DI/733
	0615		
	0622		
	0624		
94	0271	Inspección Dimensional Descansos Motores Principales.	C/DI/734
	0287		
	0302		
94	0302	Inspección Dimensional Bba. Enfriamiento Baterías.	C/DI/001
	0302		
	0302		
38	0302	Pruebas Bba. Enfriamiento Baterías.	C/DI/732(A)
	0302		
	0302		
91	0303	Enfriadores Serk	RC 23002
	0304		
	0325		
	0330		
56	0331	Reacondicionar Cañerías	RC 04004
	0335		
	0338		
	0338		
38	0325	Reacondicionar Válvulas Interiores.	RC 04005
	0330		
	0331		
	0335		
94	0338	Reacondicionar Válvulas Interiores.	RC 04006
	0338		
	0338		
	0338		

FIGURA N° 4.1.

- 24 -

TA	O.T.N°	DESCRIPCION DEL TRABAJO	DOCUMENTOS DE CALIDAD APLICABLES.
	0325	Limpieza Cañerías y Válvulas Interiores.	EC 01001
	0330		
	0331		EC 01004
	0335		
	0338		
	0325	Inspección de Cañerías y Válvulas Interiores.	EC 07003
	0330		
	0331		EC 05002
	0335		
	0338		
EC 05001	RC 05001	RC 07001	RC 06001

FIGURA N° 4.2.

R C 6 2 0 0 5

- 25 -

REGISTRO DE INSPECCION Y REPARACION DE VALVULAS KINGSTON HIDRAULICAS
SS. OBERON.

I

IDENTIFICACION.

CLIENTE :
NOMBRE DEL EQUIPO : VALVULA KINGSTON HIDRAULICA.
N° DE LA VALVULA :
N° DEL ESTANQUE :
N° O.T. :

II

GENERALIDADES.

- 1) El registro deberá completarse indicando con un tick (v) las actividades ejecutadas y con una equis (x) las no ejecutadas.
- 2) El orden de las actividades no necesariamente corresponde a la secuencia real con que deben ser ejecutadas.

III

ACTIVIDADES PREVIAS AL DESMONTE.

- 1) Antes de remover la válvula, las cañerías del sistema hidráulico serán desconectadas y los orificios de cañerías, fittings o equipos que permanezcan instalados, serán debidamente sellados.
- 2) Marcar los diferentes elementos antes de ser desmontados o desarmados.

IV

DESMONTE.

- 1) Desmontar las válvulas y mecanismos de operación de acuerdo con procedimiento indicado en BR 1964(2A) y Carpeta E-219... ☐
- 2) Proteger los elementos en zonas críticas, tales como alfileres, bujes, hilos, etc..... ☐

V

INSPECCION.

A)

GENERALIDADES.

- 1) Efectuar limpieza a todos los elementos antes de proceder a su inspección.
- 2) Los elementos serán inspeccionados para detectar posibles deformaciones, desgastes, rayaduras, corrosiones, grietas, etc.
- 3) Seguir las instrucciones de especificación de calidad EC 62001 para aquellos puntos en que sea aplicable.

B)

VALVULA.

- 1) Inspeccionar el cuerpo de la válvula según especificación de calidad EC 06001..... ☐
- 2) Inspeccionar asiento y válvula..... ☐
- 3) Inspeccionar tornillos de fijación del cuerpo de la válvula..... ☐

C)

MECANISMO DE OPERACION.

- 1) Inspeccionar vástago y verificar alineamiento..... ☐
- 2) Inspeccionar y verificar alineamiento de barras de operación en válvula de estanque D..... ☐
- 3) Inspeccionar prensa de casco de presión..... ☐
- 4) Calibrar vástago y prensa y registrar valores en CD/DI/377 para válvula de estanque Q y en C/DI/338 para válvula de estanque D..... ☐

FIGURA N° 4.2.

VI REPARACION.

1) Efectuar prueba hidráulica de 400 lbs/pulg² a caja de válvulas y registrar en RC 24001.....

2) Registrar todos los elementos nuevos (repuestos), los elementos fabricados o recuperados, indicando brevemente el tipo de reparación efectuada.

Las juntas, empaquetaduras, sellos, seguros, no serán incluídas y deberán ser cambiadas.

NOMBRE DEL ITEM	MATERIAL	OBSERVACIONES

FIGURA N° 4.2.

- 29 -

- 3) Calibrar los nuevos elementos o aquellos recuperados, registrando los nuevos valores en cartas C/DI/377 y 388 en columna " Closing ".....

VII REINSTALACION.

- 1) Reinstalar válvula y elementos de operación de acuerdo con procedimiento indicado en BR 1964(2A) y Carpeta E-219.....
- 2) Asegurar los prisioneros, tornillos y sujetadores rosca- dos en general con LOCTITE 242 u otro producto equi- valente, si no se emplean tuercas tipo Nyloc o golillas de seguro con lengüeta.....
- 3) Instalar placas de seguro y reponer el alambre de segu- ro en aquellos items que lo requieran.....
- 4) Verificar prueba de movimiento accionando la válvula con la bomba hidráulica manual.

VIII OBSERVACIONES.

- 30 -

IX CERTIFICACION

REGISTRO EFECTUADO POR

NOMBRE

FIRMA

FECHA

V.B.

FIGURA N° 4.3.

- 31 -

E C O 4 0 0 7

INSPECCION DE CAÑERIAS Y FITTINGS DE LOS SISTEMAS DE INDUCCION SNORKEL Y DESCARGA DE GASES.

1.- OBJETIVO.

Establecer especificaciones para la inspección y estándares de aceptación para los sistemas de Inducción Snorkel y Descarga de Gases.

2.- APLICACION.

Submarinos tipo " OBERON ".

3.- INSPECCION.

a) Las cañerías exteriores al casco de presión de ambos sistemas, especialmente las correspondientes al sistema de descarga de gases, están sometidas a ciertas condiciones de servicio que conducen a una acelerada corrosión y en algunos casos a la presencia de erosión en el sistema.

b) Las cañerías y fittings deberán ser inspeccionadas visualmente de posibles daños exteriores o deformaciones groseras. En aquellos puntos en que a simple vista se aprecia una deformación, será necesario verificar la circularidad midiendo los diámetros mayor y menor de la zona deformada.

c) El espesor de las cañerías y fittings será medido con ultrasonido. El mínimo número de puntos medidos en cada ítem se encuentra indicado en Tabla N°1.

d) En los trozos de cañerías o fittings con curvas o codos, la mitad de los puntos de inspección serán ubicados a lo largo del lado exterior de la curva o codo y los puntos restantes

FIGURA N° 4.3.

- 32 -

serán seleccionados de manera que entreguen una visión general del estado del elemento inspeccionado.

- e) En el sistema de descarga de gases se pondrá particular atención en la inspección de los siguientes puntos:
 - (i) En las cercanías del empalme de las cañerías en " Y ".
 - (ii) En los cambios repentinos de sección.
 - (iii) En los lugares donde existen conexiones soldadas a las cañerías.

4.- ESTANDARES DE ACEPTACION.

- a) Las cañerías o fittings deberán ser renovadas cuando los espesores obtenidos sean inferiores a los valores indicados en la Tabla N°1, o cuando presenten daños o deformaciones con respecto a su circularidad.
- b) Las chaquetas de agua de los codos de descarga de gases serán cambiadas si los espesores después de dos años son inferiores a 0,75" para aquellos sectores en que el espesor original del material es 1/8" (0,125") o inferior a 0,112" para aquellos sectores en que el espesor original del material es 5/16" (0,3125").
- c) Cuando la chaqueta deba ser renovada se deberá inspeccionar la cañería interior, la que será cambiada cuando la reducción de su espesor sea superior al 25% del valor original. La reducción del espesor podrá ser aumentada al 30% del valor original cuando se trate de corrosiones aisladas.
- d) En Refit, la base cónica del tubo exterior del mástil de inducción será renovado cuando el espesor del material

sea inferior a 0.340" en cualquier punto de la base.

5.- REGISTROS.

Los resultados de la inspección efectuada al sistema de Inducción serán registrados en RC 04006 y los resultados de la inspección efectuada al sistema de descarga de gases serán registradas en RC 04007.

6.- RENOVACION DE CAÑERIAS O FITTINGS.

- Todos aquellos elementos nuevos instalados en el circuito deberán ser inspeccionados con ultrasonido y el valor de sus espesores registrados en RC 04006 y RC 04007.
- Todos los trabajos ejecutados en las cañerías o fittings de los sistemas de inducción y descarga de gases deberán cumplir con EC 04006.

TABLA N°1

	INTERVALO DE INSPECCION	PUNTOS DE INSPECCION	I (R) PUG. (m.m.)	I (M)	VERIFICACION DE	D	N° DEL ITEM (VER FIGURA N°)
SISTEMA INDUCCION							
TUBO EXTERIOR DEL MASTIL	4 años	16	0.29" (7.366)	0.27" (6.850)		1	15
BASE CÓNICA DEL MASTIL	2 años	10	0.34" (8.636)	0.32" (8.128)	VISUAL		14
CAÑERÍA 12"	4 años	10	0.22" (5.588)	0.20" (5.080)	VISUAL		13 (15)
CAÑERÍA 8"	4 años	10	0.12" (3.048)	0.10" (2.540)	VISUAL		16 (25) 17 (35)
CAÑERÍA 6"	4 años	10	0.11" (2.794)	0.09" (2.286)	VISUAL		18 (25)
SISTEMA DESCARGA							
CAÑERÍAS 9" Y UNIÓN EN "Y"	2 años	10	0.19" (4.826)	0.13 (3.302)	VISUAL		7 (36EE) 8 (37EE)
A PROA DE CUADERNA	2 años	6	0.19" (4.826)	0.13 (3.302)	VISUAL		10 (38EE) 11 12 (39EE)
CAÑERÍA ENTRADA ESTANQUE MUFFLER	2 años	6	0.312" (7.925)	0.29" (7.366)	VISUAL		1 (EE26) 2 (EE37)
CHAQUETAS DE AGUA DE CODOS o DESC.	2 años	10	0.080" (2.032) 0.120" (3.048)	0.075" (1.905) 0.112" (2.845)	VISUAL		3 (EE11) 4 (EE12)
CUERPO VALVULA DESCARGA SNORKELL	2 años	12	0.638" (16.205)	0.600 (15.240)	VISUAL		5 (EE13) 6 (EE14)

NOTAS. - LOS PUNTOS DE INSPECCION INDICADOS EN COLUMNA (B) CORRESPONDEN AL NUMERO

PUNTOS DE MEDICION PARA CADA TROZO O FITTINGS.

- t (R) : MINIMO ESPESOR ADMISIBLE EN REFIT.
- t (M) : MINIMO ESPESOR ADMISIBLE DESPUES DE DOS AÑOS DE COMISION.
- D : MAXIMA DIFERENCIA ADMISIBLE ENTRE LOS DIAMETROS MINIMO, MAXIMO MEDIDOS EN CUALQUIER SECCION DEL TUBO EXTERIOR DEL MASTIL DE ADMISION.

CAÑERÍAS Y FITTINGS EXTERIORES DE LOS SISTEMAS INDUCCION SNORKEL
Y DESCARGA DE GASES

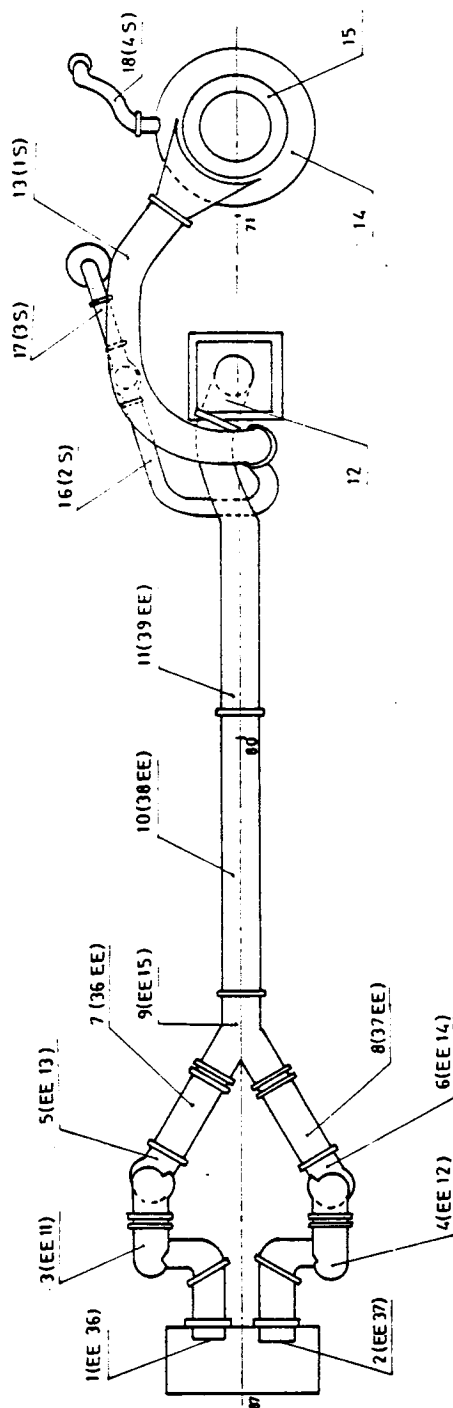


FIG. N° 1

FIGURA N° 5

DOCUMENTACION PARA DIRIGIR Y CONTROLAR LA

RECUPERACION.

- TODA LA INFORMACION TECNICA QUE ACOMPAÑA A LA ORDEN DE TRABAJO (SEG. FIG. N° 2).
- PROGRAMAS GENERALES Y DE DETALLE POR CADA ORDEN DE TRABAJO Y POR TALLER.
- PROGRAMA DE ENTREGA DE EQUIPOS POR TALLER.
- PLAN DE IDENTIFICACION Y RUTEO DE PIEZAS.
- LISTADO DE REPUESTOS Y MATERIALES.
- BIBLIOTECA DE MANUALES Y PLANOS.
- TALLERES ADECUADOS PARA LAS NUEVAS EXIGENCIAS (SEG. DETALLE DE FIG. N° 3).
- PERSONAL ENTRENADO EN CADA AREA ESPECIFICA.

PAGINA N° 1

- 38 -

ITEM	O.T.	DESCRIPCION DEL ITEM	UBICACION DEPTO.	TALLER		
				INGRESO		REAL
				PROGR.	REAL	PROGR.
1	2118	MOTOR DE LA SOPLADORA DE BAJA PRESION.	D3	13-12-82		4-5-83
2	2116	MOTOR COMPRESORA DE AIRE DE ALTA PRESION.	D5	14-10-82		28-6-83
3	2115	MOTOR COMPRESORA DE AIRE DE ALTA PRESION PRES. EB.	D5	14-10-82		28-6-83
4	2097	MOTOR DE LA BOMBA DE LASTRE.	D5	7-10-82		5-7-83
5	2128	MOTOR DE LA BOMBA HIDRAULICA N°1 (TELEM)	D3	7-10-82		25-5-83
6	2199	MOTOR DE LA BOMBA HIDRAULICA N°2 (TELEM)	D3	25-10-82		29-6-83
7	2130	COMP. AGITACION DE ELECTROLITO.	D3	13-10-82		18-7-83
8	2107	MOTOR VENTIL. DEL MOTOR PPAL. DE BB.	D6	26-10-82		5-8-83
9	2106	MOTOR VENTIL. DEL MOTOR PPAL. DE EB.	D6	10-12-82		25-4-83
10	2133	MOTOR DE LA BOMBA DE ESTIBA	D3	24-9-82		16-8-83
11	2099	MOTOR DE LA BOMBA DE SERVICIO POPA BB.	D5	16-9-82		21-6-83
12	2098	MOTOR DE LA BOMBA DE SERVICIO POPA EB.	D5	10-9-82		21-6-83
13	2095	MOTOR DE LA PLANTA DE A/A N°1	D3	25-10-82		5-9-83
14	2102	MOTOR DE LA PLANTA DESTILADORA	D5	27-9-82		1-9-83
15	2096	MOTOR DE LA PLANTA DE A/A N°2	D3	26-8-82		16-8-83
16	2132	MOTOR DE LA BOMBA DE ENFRIAMIENTO DE BAT.	D3	7-10-82		1-8-83
17	1001	COMPRESOR DE CUATRO CILINDROS	D3	1-10-82		21-10-83

ETAPAS Y TIEMPOS RECOMENDABLES
PARA LA PREPARACION DE UNA RECUPERACION TOTAL.

