

T  
623.873  
C456



# ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

## Facultad de Ingeniería ~~NAVAL~~

Presentación del Informe Técnico:

"TECNICAS DE REPARACION DE UN EJE DE COLA CON HELICE DE PASO VARIABLE"

Previo a la Obtención al TITULO de:

# "INGENIERO NAVAL"

Presentada por:

## Luis Fernando Chang Sánchez

Guayaquil, Ecuador

1990

# JURADO CALIFICADOR

*CONFIERE LA SIGUIENTE CALIFICACION;  
EQUIVALENTE A:*

---

---


---

---




---

Ing. Armando Flores  
MIEMBRO TRIBUNAL



---

Ing. Jorge Fayton  
DECANO



---

Ing. Nestor Alejandro  
DIRECTOR REPORTE

## AGRADECIMIENTO

AL ING. NESTOR ALEJANDRO  
OCHOA, quien supo darme la  
guía académica necesaria  
para desarrollar y  
culminar con este informe  
técnico.

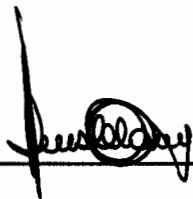
DECLARACION EXPRESA

DECLARO QUE :

" ESTE INFORME TECNICO CORRESPONDE A LA RESOLUCION DE UN PROBLEMA PRACTICO RELACIONADO CON EL PERFIL PROFESIONAL DE LA INGENIERIA NAVAL ".

A ...

(Reglamento de graduación mediante la elaboración de Informes Técnicos).



---

LUIS CHANG SANCHEZ

## DEDICATORIA

A mi MADRE,

A mi ESPOSA,

A mis HIJAS y

A mis HERMANOS.

Sin cuyo apoyo y  
sacrificio no hubiera sido  
posible alcanzar mi meta  
propuesta.

## RESUMEN.-

El B/P Seio Maru, entró al Dique Flotante "Rio Napo" de la Armada Nacional, a realizar los trabajos normales de Carenamiento y principalmente, para revisar su sistema de propulsión debido a que existía una vibración anormal a lo largo de la línea.

Los trabajos normales de carenamiento que fueron realizados durante esta varada son:

- Limpieza y protección de la obra viva.
- Inspección del Sistema de Gobierno.
- Inspección del Sistema de Propulson.
- Cambio de Protección Catódica.
- Mantenimiento a las válvulas de Fondo.
- Mantenimiento a las anclas y cadenas.

En lo que respecta al Sistema de Propulsión, una vez varada la unidad y seca la cámara del Dique, se procedió a sacar las defensas tanto del prensa-estopa como del codaste, para realizar la toma de claros en los bocines; al comparar los datos obtenidos con los claros de la tabla, se pudo determinar que estos estaban fuera de los límites permisibles, por lo que se decidió conjuntamente con el Armador, que el sistema debía de ser desmontado para su reparación.

El desmontaje del sistema de propulsión y su reparación son el motivo de este Informe Técnico y los pasos seguidos están detallados en el contenido de este Informe.

# TECNICAS DE REPARACION DE UN EJE DE COLA CON HELICE DE PASO VARIABLE

## RESUMEN

### 1.- ANTECEDENTES

1.1.- HISTORIA

1.2.- JUSTIFICACION

1.3.- OBJETIVOS

### 2.- DEFINICION DEL PROBLEMA

2.1.- DESCRIPCION Y FUNCIONES DE LOS ELEMENTOS DEL  
SISTEMA PROPULSOR

2.2.- CAUSAS QUE ORIGINARON EL PROBLEMA

### 3.- ALTERNATIVAS DE SOLUCION

3.1.- CAMBIAR TODOS LOS ELEMENTOS

3.2.- CAMBIAR BOCINES Y CAMISAS

3.3.- CAMBIAR CAMISAS EN EL EJE DE COLA

### 4.- ALTERNATIVA ESCOGIDA

4.1.- PASOS SEGUIDOS EN LA REPARACION

4.2.- DESARMADA DEL CONJUNTO HELICE-EJE DE COLA

4.3.- DESARMADA DE LA HELICE

4.4.- CAMBIO DE CAMISAS

4.5.- ARMADA DEL SISTEMA PROPULSOR

### 5.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES



## 1.- ANTECEDENTES.-

BIBLIOTECA

### 1.1.- HISTORIA.-

El carenamiento de nuestra Flota Mercante, especialmente en lo que a unidades pesqueras se refiere, presenta entre otras actividades la revisión y/o reparación del sistema propulsor, el mismo que, en construcciones modernas principalmente de origen japonés o coreano; tiende a estar implementado con hélices de paso variable; que no es otra cosa, que una hélice que tiene la propiedad de cambiar su paso a voluntad, de acuerdo a las necesidades de operación del buque.

Años atrás, en nuestro medio solo dos unidades tenían este tipo de hélice: las M/N Pinzón y Piquero; naves que realizan servicios de carga general a las Islas Galápagos. La mayoría de las embarcaciones perteneciente a la Flota Nacional, tienen hélice de paso fijo.

Cuando las hélices de dichas embarcaciones tenían problema y/o era necesario cambiar una aspa, retenedores o reparaciones mayores, era indispensable la presencia de técnicos extranjeros para realizar estos trabajos, lo cual resultó muy costoso para los Armadores.

La transferencia de tecnología adquirida a través de estas primeras experiencias permitió llevar a cabo la desarmada de todos los elementos y la reparación de la hélice de paso variable del B/P SEIO MARU motivo de este Informe Técnico.

#### 1.2.- JUSTIFICACION.-

El desconocimiento de este tipo de propulsor originó la desconfianza de los Armadores en realizar las reparaciones en nuestro medio dando lugar, al envío de sus unidades a repararse al exterior, provocando con ésto un desembolso adicional de dinero y las consecuentes pérdidas por el tiempo utilizado en el viaje hasta/desde el país asignado para su reparación.

Se debe anotar por otro lado, la tendencia en nuestra industria naval en construir embarcaciones con este tipo de hélice, hecho que, sumado a la ampliación de servicios que proyecta realizar la Armada Nacional a través de sus Diques de reparaciones, hace imperiosa la necesidad de contar con instalaciones y técnicos que tengan la capacidad de solucionar cualquier tipo de problema o avería de propulsores de este tipo.

Por otro lado es ampliamente conocido la conveniencia por parte de Armadores extranjeros de reparar sus embarcaciones en el país; dado el bajo costo de la mano de obra en comparación con otros países, principalmente Estados Unidos y el área Europea, factor que, complementado con la experiencia adquirida, podría proporcionar buenas perspectivas de trabajo y una buena fuente de ingreso de divisas.

### 1.3.- OBJETIVOS.-

Con el paso del tiempo, el país tendrá muchas unidades con hélices de paso variable, las mismas que necesitaran ser desarmadas ya sea para reparación de ellas o de otras partes del sistema propulsor; para entonces tendremos la necesidad de disponer de técnicos preparados eficientemente para esta clase de trabajos, evitando así la dependencia de la tecnología extranjera y por lo tanto la salida de divisas.

El objetivo de este trabajo es que sirva de guía para los profesionales que se dediquen a esta actividad, ya que cuenta con la suficiente información obtenida a través de varios años de experiencia y las recomendaciones técnicas de los fabricantes.

## 2.- DEFINICION DEL PROBLEMA.-

### 2.1.- DESCRIPCION Y FUNCIONES DE LOS ELEMENTOS DEL SISTEMA PROPULSOR.-

El sistema propulsor de estas unidades cuenta con los siguientes elementos: (ver fig. 1)

- a.- Hélice de paso variable
- b.- Eje de Cola
- c.- Túnel
- d.- Bocines
- e.- Prensa-Estopas
- f.- Sello exterior
- g.- Brida del Eje de Cola
- h.- Tanque reservorio de aceite
- i.- Pistola de grasa

#### a.- HELICE DE PASO VARIABLE.-

La hélice de paso variable permite, usar la potencia de la máquina con revoluciones constantes en regímenes diferentes del movimiento del buque, como por ejemplo, en un arrastrero se puede graduar la potencia de la máquina y las revoluciones constantes en régimen de marcha libre y de pesca; por esta razón se usan hélices de paso variable en los buques, que tienen que operar en condiciones

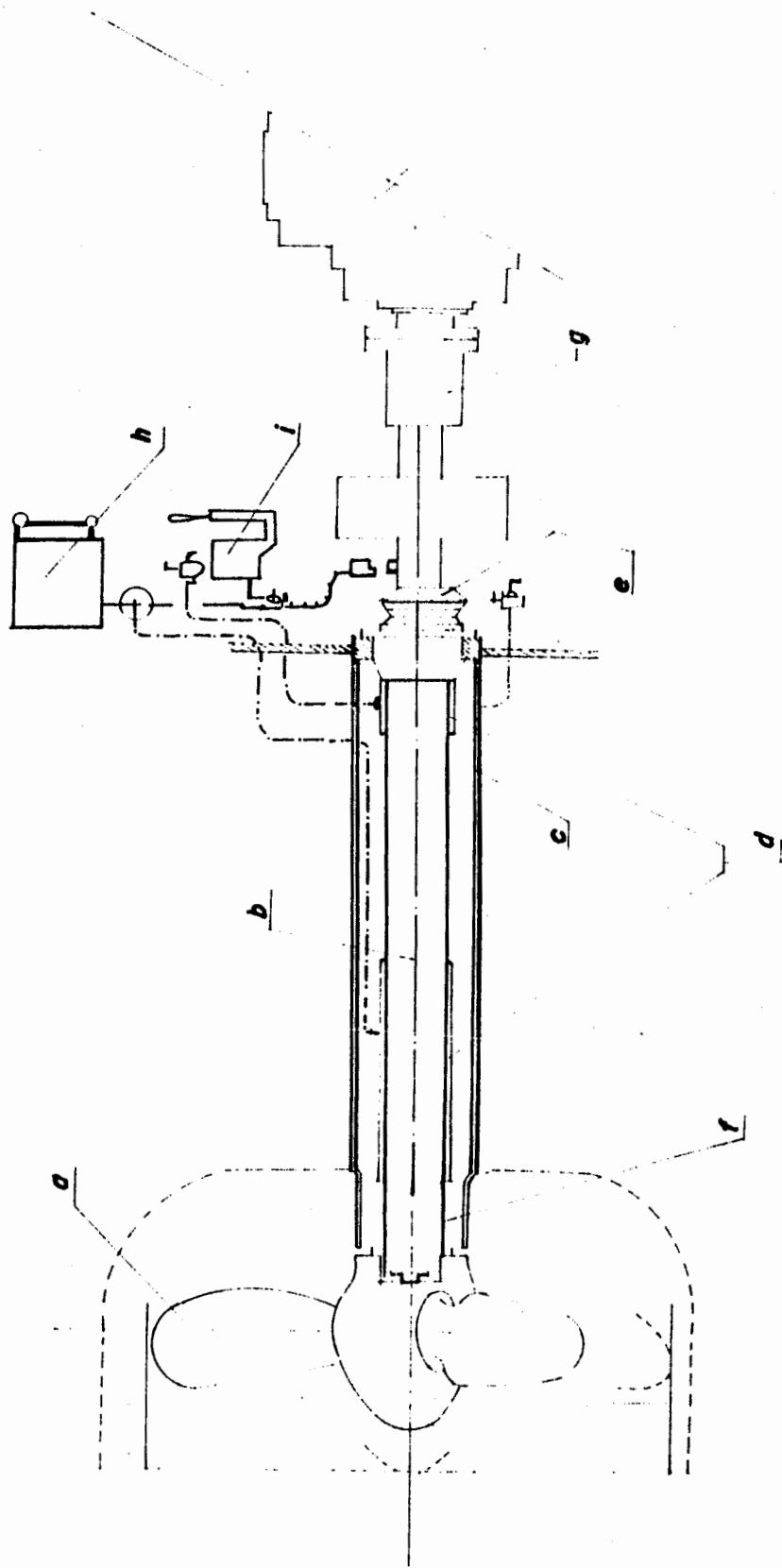


Fig. 1

# SISTEMA PROPULSOR

muy diferentes como en los pesqueros y los remolcadores.

La hélice esta confeccionada de una aleación Níquel-Aluminio-Bronce y compuesta de tres aspas montadas separadamente de la manzana; ésta última y las aspas estan aseguradas por un anillo empernado, el cual lleva un retenedor que obstruye la entrada del agua de mar; la hélice está unida al eje propulsor por una tuerca con su respectivo seguro (ver fig. 2).

Por dentro del eje propulsor, se desplaza en sentido axial el eje de control de paso de la hélice; el movimiento de éste es producido por la acción de roscarse o desenroscarse a un dispositivo que gira en ambos sentidos, el cual pasa por dentro del contra-eje y asegurado por tuercas en ambas bridas del contra-eje; este dispositivo está controlado desde el puente de gobierno y movido por presión de aceite de una bomba eléctrica; el extremo del eje de control de paso y dentro de la manzana se encuentra la cabeza de control de paso (ver fig. 3), la misma que tiene forma de un prisma triangular, la cual en cada una de sus caras tiene una canal en donde se aloja un dado con un hueco central el mismo que se desplaza libremente, a este



FIG. 2.- Tuerca de la helice.



FIG. 3.- Cabeza de control de paso.

se le acopla la espiga guía de cada aspa; el eje de ajuste de paso es soportado en el extremo de la manzana por un bocín, el movimiento axial de éste produce rotación de cada una de las aspas sobre su eje vertical, produciéndose el cambio de paso de la hélice (ver fig. 4).

#### COMPONENTES DE LA HELICE DE PASO VARIABLE.-

ver fig. 5

##### 1.- HELICE ARMADA

##### 2.- PERNO TAPON

Se utiliza para evacuar el aire cuando se está llenando de grasa el interior de la manzana

##### 3.- PERNOS DE ENSAMBLE

Aseguran la unión entre las dos partes de la manzana

##### 4.- MANZANA (anterior)

Contiene el bocín donde descansa el eje de control de paso

##### 5.- CABEZA DE CONTROL DE PASO

Donde se alojan el dado y la espiga guía de cada aspa para dar el movimiento para el cambio de paso

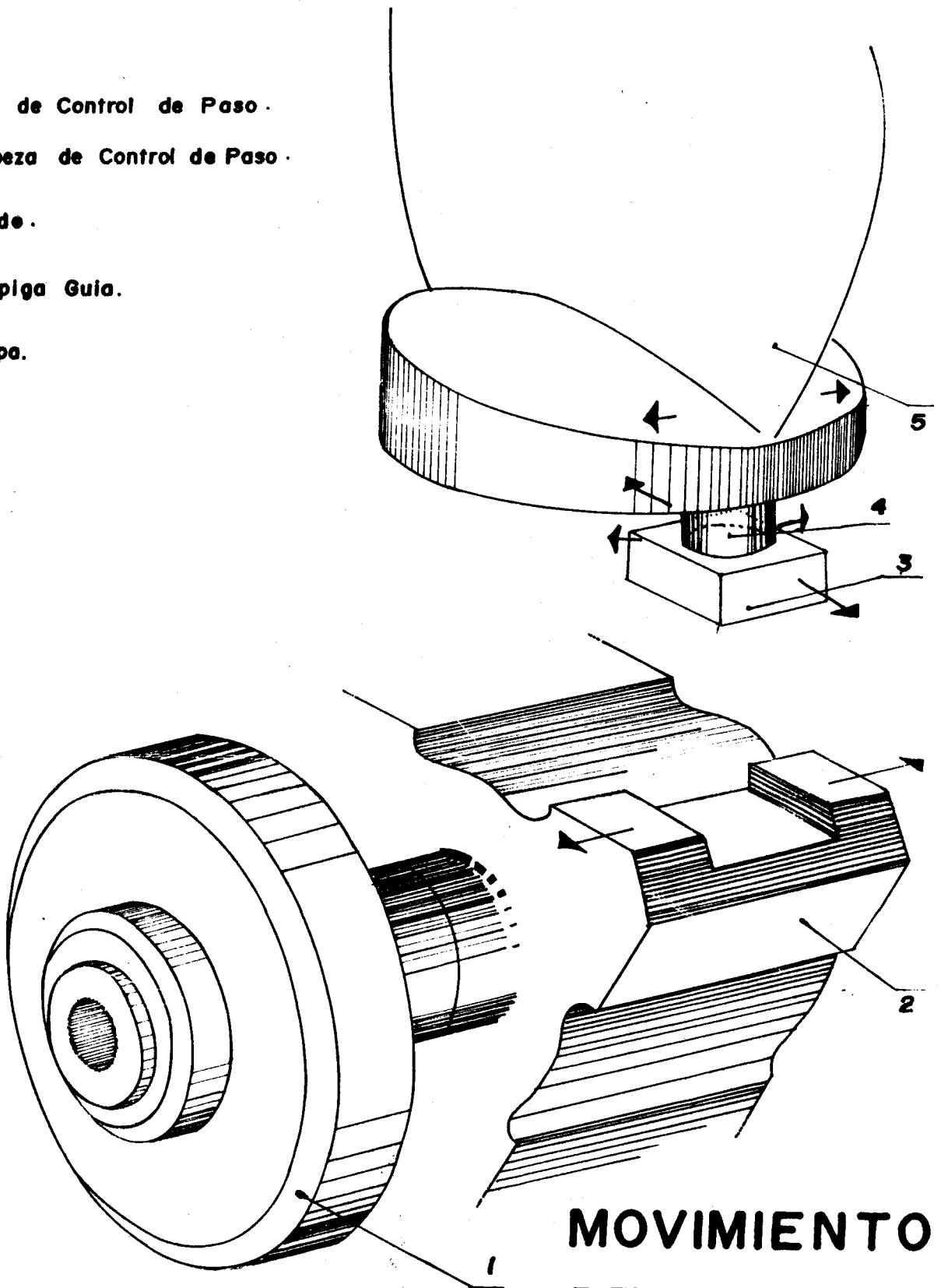
##### 6.- ESPIGAS GUIA

Dan el movimiento de rotación a las aspas para el cambio de paso

##### 7.- DADOS

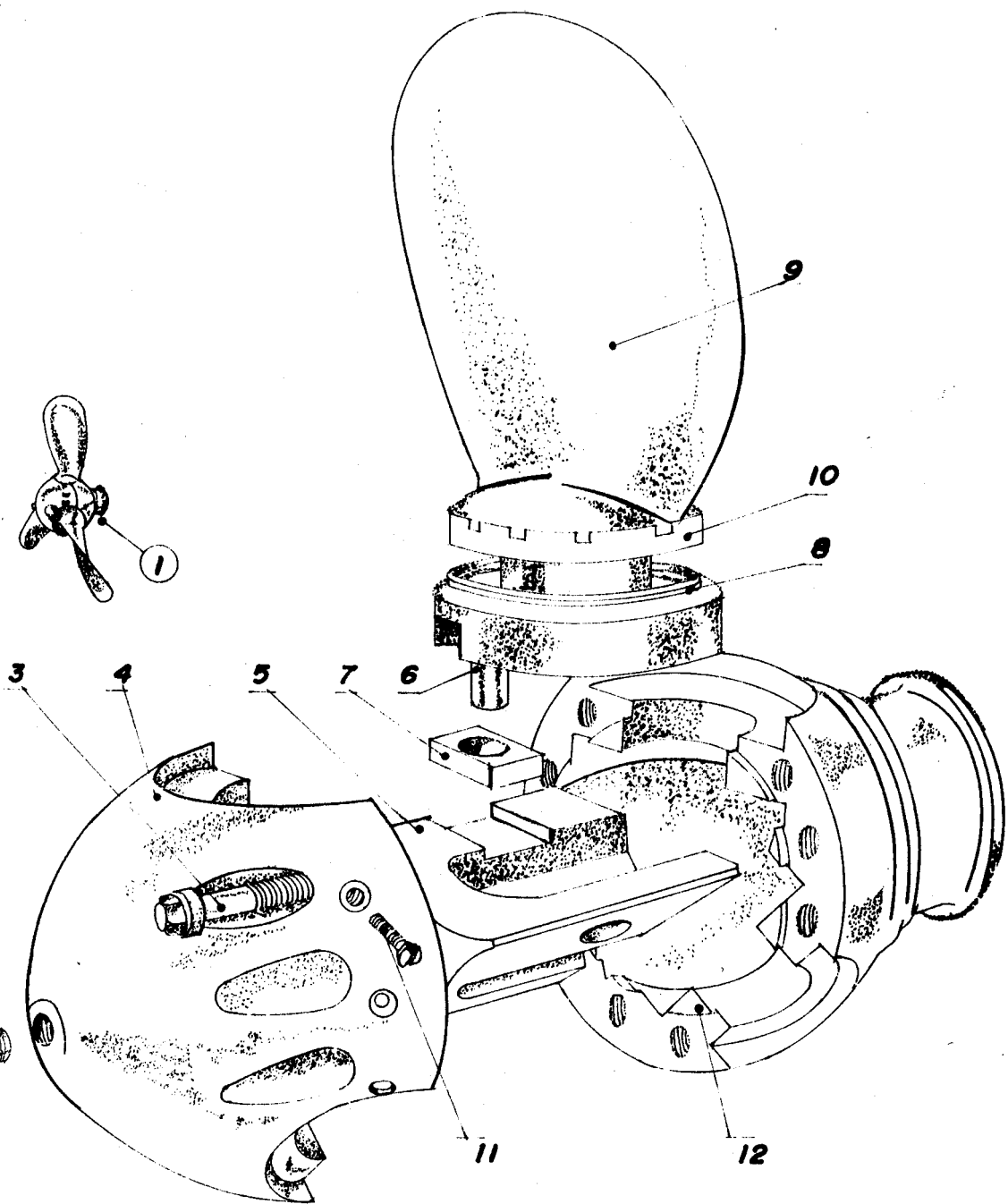


Eje de Control de Paso.  
Cabeza de Control de Paso.  
Dado.  
Espiga Guía.  
Aspa.



# MOVIMIENTO DEL ASPA

Fig 4



# HELICE DE PASO VARIABLE

Fig N° 5

Se alojan en la cabeza de control de paso y transforman el movimiento axial en rotacional

#### 8.- RETENEDORES DE LAS ASPAS

Realizan el sello en cada una de las aspas de la entrada de agua de mar al interior de la manzana (ver fig. 6 y 6a)

#### 9.- ASPAS

Dan el movimiento de la unidad al girar el eje

#### 10.- ANILLOS

Sirven de seguros de los retenedores de las aspas

#### 11.- PERNOS SEGUROS

Sirven de seguro para los pernos de ensamble

#### 12.- MANZANA (posterior)

Donde se alojan los elementos para el cambio de paso

#### b.- EJE DE COLA.-

Consiste en un eje hueco por donde pasa el eje de control de paso, es de material de acero forjado, el mismo que, de un lado acopla por medio de un cono con chaveta a la manzana de la hélice y se encuentra asegurado por una tuerca con su respectivo seguro; el otro lado es paralelo, pero tiene canales para chavetas y seguro de la brida.

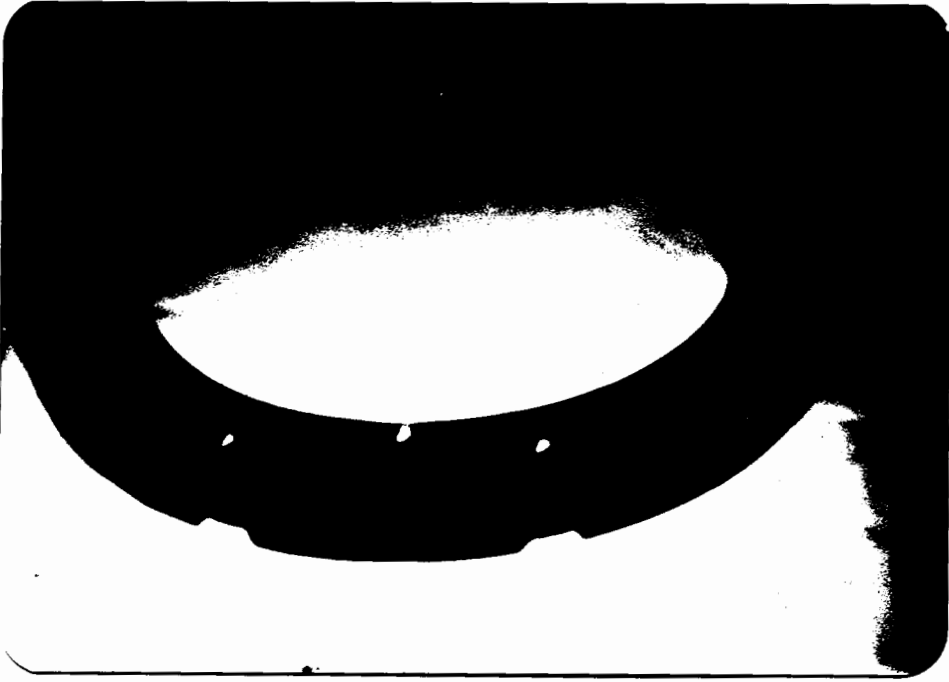


FIG. 6.- Anillo portaretenedor.

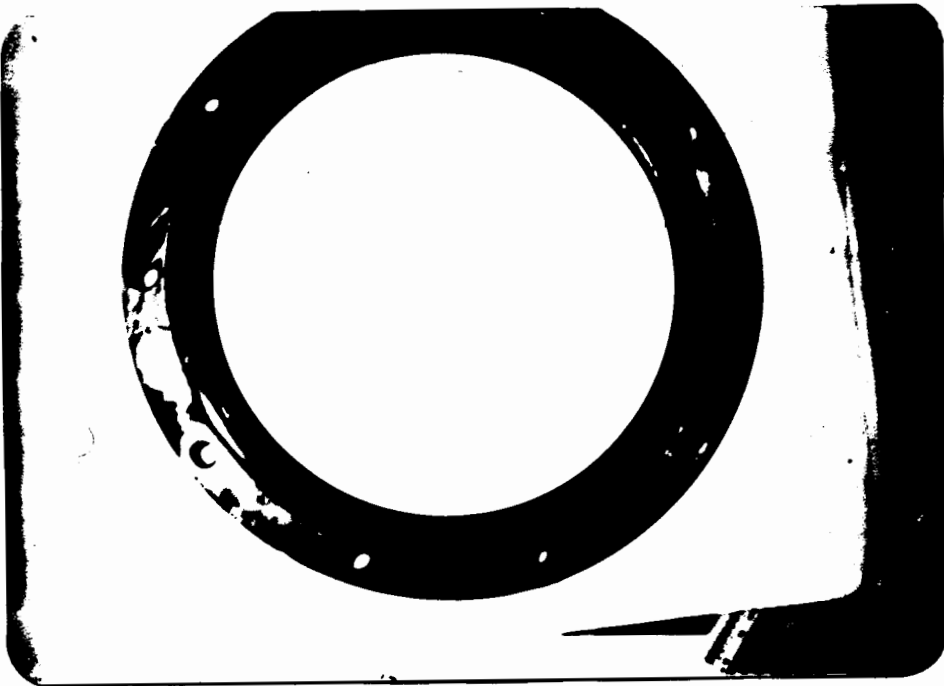


FIG. 6a.- Anillo portaretenedor (vista superior).

Contiene además dos camisas de bronce en donde trabajan los bocines tanto del codaste como del prensa y los empaques (mergollar) del prensa-estopas. Entre las camisas donde el eje queda en contacto con el agua de mar lleva un forro de material epóxico para evitar la corrosión del mismo.

#### COMPONENTES DEL EJE DE COLA.-

( ver fig. 7 )

##### 1.- ALAMBRE DE SEGURIDAD

Es colocado en el perno del seguro de la tuerca del eje

##### 2.- PERNO

Fija el seguro de la tuerca

##### 3.- SEGURO DE LA TUERCA

Mantiene fija la tuerca de la hélice

##### 4.- TUERCA DE LA HELICE

Ajusta el cono del eje de cola con la manzana de la hélice

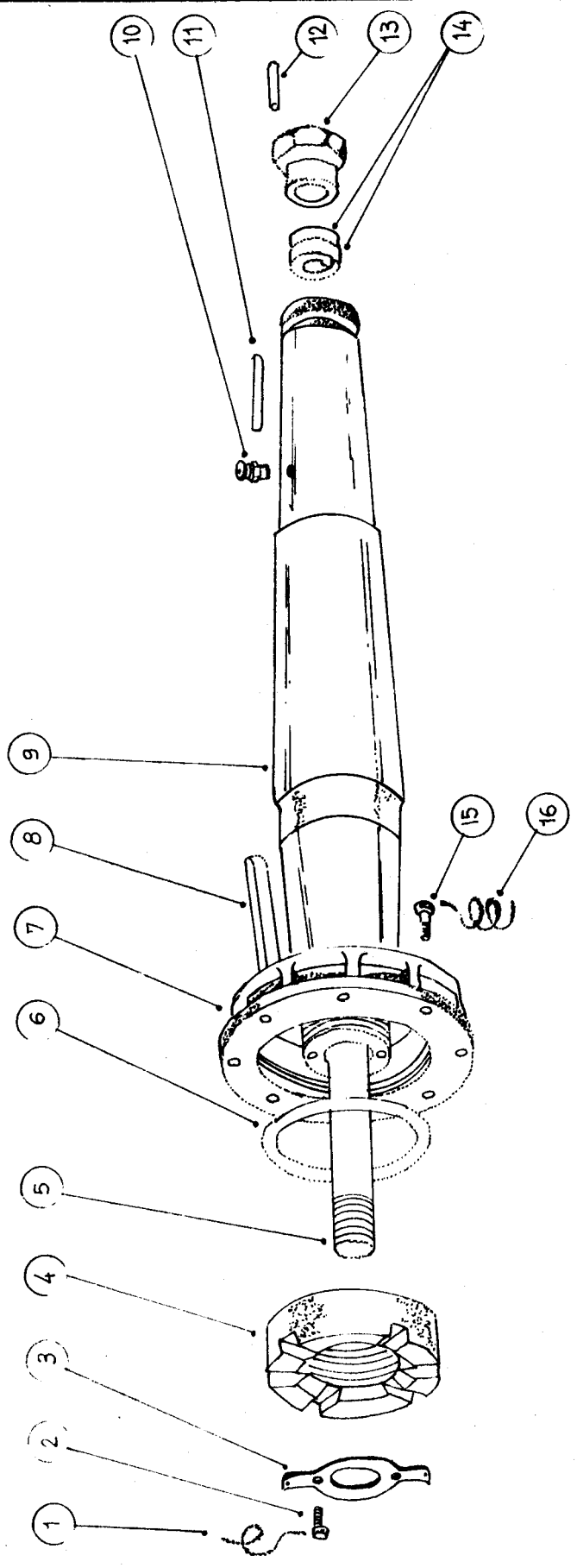
##### 5.- EJE DE CONTROL DE PASO

Es donde se aloja la cabeza de control de paso, el cual se desplaza por el interior del eje de cola

##### 6.- ANILLO DE CAUCHO

Impide el paso del agua de mar al interior de la manzana

##### 7.- PRENSA



# EJE DE COLA

Fig 7

Asegura el anillo de caucho manteniéndolo fijo para que se produzca la estanqueidad

8.- CHAVETA

Cuña que acopla el eje de cola y la manzana de la hélice

9.- EJE PROPULSOR

Eje que transmite el movimiento a la hélice para que se produzca el movimiento de la unidad

10.- NEPLO

Sirve de acoplamiento de la cañería cuando se quiere llenar de grasa el interior del eje

11.- CHAVETA

Asegura la brida con el eje de cola

12.- PRISIONEROS

Sirven para que el prensa del eje de control de paso se mantenga fijo

13.- PRENSA-ESTOPAS

Aprisiona los empaques para impedir la salida de la grasa

14.- EMPAQUES

Sirven para realizar el sello entre el eje de control de paso y el eje de cola

15.- PERNOS

Son los que aseguran el prensa de la hélice

16.- ALAMBRES

Son colocados como seguros de los pernos del prensa de la hélice

#### c.- TUNEL.

Es el elemento donde se alojan los bocines y sirve de protección del eje de cola, ya que siempre debe estar lleno de aceite para la lubricación del sistema. Está constituido en tres partes unido por roscas para proporcionar la medida necesaria para el trabajo del sello exterior del codaste (ver fig. 8).

#### d.- BOCINES

Están hechos de bronce y con magnolia como material de desgaste, ya que es un sistema enfriado por aceite. Sirven de apoyo para el eje propulsor; son los elementos donde descargan todo el peso del eje y el desgaste de los mismos va a determinar que en la unidad se produzcan vibraciones (ver fig. 8).

#### e.- PRENSA-ESTOPAS

Está compuesto de una caja, que en este caso es propiamente el túnel, y el empacador; el cual está asegurado por prisioneros y tuercas para que pueda presionar las empaquetaduras ( mergollar ) y poder realizar un sello y así no permitir la fuga del aceite lubricante.



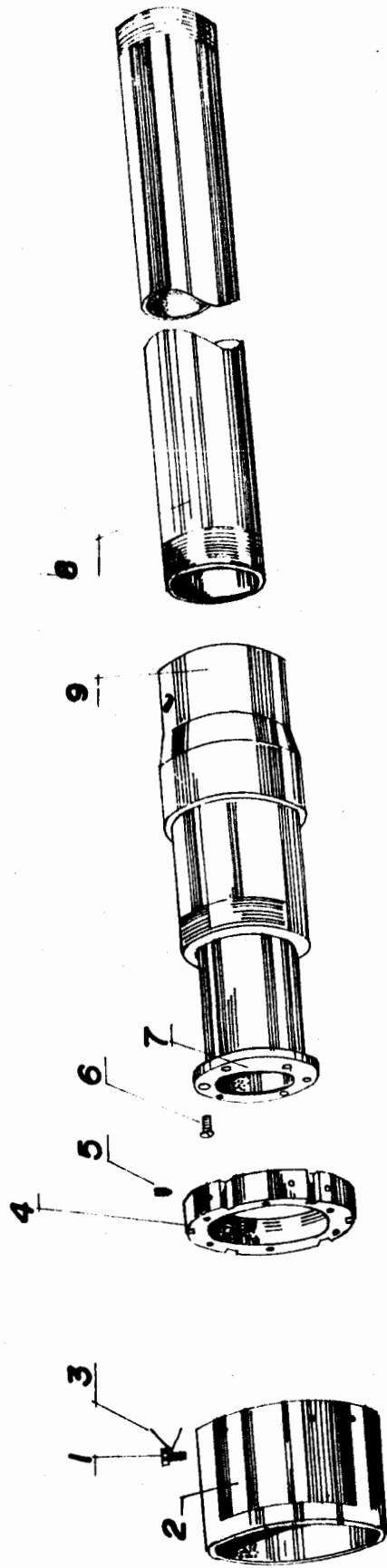
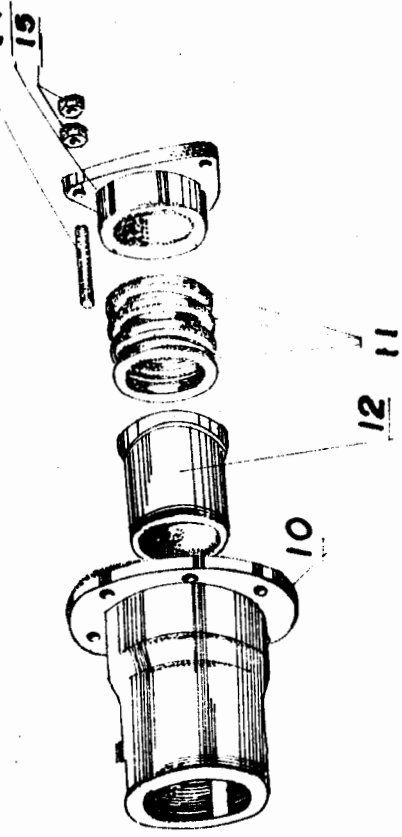


Fig : 8

# TUNEL - BOCINES Y PRENSA

## COMPONENTES DEL TUNEL, BOCINES Y PRENSA

(ver fig. 8)

### 1.- PERNOS SEGURO

Mantienen al guardacabo en su sitio de trabajo

### 2.- GUARDACABO

Impide que elementos como cables, cabos, redes de pesca, etc., se introduzcan en el eje.

### 3.- ALAMBRES SEGURO

Se coloca en cada perno para seguro de los mismos.

### 4.- TUERCA DEL TUNEL.

Sirve de seguro para el túnel.

### 5.- PERNO

Asegura la tuerca del túnel.

### 6.- PERNOS DEL BOCIN DEL CODASTE

Sirven para asegurar el bocin del codaste con el túnel.

7.- BOCIN DE CODASTE

Es el descanso del codaste para el eje de cola.

8.- TUBO DE TUNEL

Sirve de unión entre los tubos porta bocín de codaste y prensa.

9.- TUBO PORTA BOCIN DEL CODASTE

Lugar donde se aloja bocín del codaste.

10.- TUBO PORTA BOCIN DEL PRENSA ESTOPAS

Lugar donde se aloja bocín del prensa-estopas y hace la función de caja del prensa-estopas.

11.- MERGOLLAR

Efectúa el sello entre el eje de cola y la caja del prensa para impedir la fuga de aceite.

12.- BOCIN DEL PRENSA-ESTOPAS

Sirve de descanso para el eje de cola.

13.- PRISIONEROS

Aseguran el empacador del prensa-estopas.

#### 14.- EMPACADOR

Sirve para dar el ajuste de la empaquetadura ( mergollar ) y realizar el sello del túnel y el eje de cola.

#### 15.- TUERCAS Y CONTRATUERCAS

Son los seguros de los prisioneros del prensa-estopas.

#### f.- SELLO EXTERIOR

Está construido en dos piezas; la una va asegurada a la hélice y la otra al codaste. La pieza que va en el codaste contiene el material de desgaste (Magnolia) y se mantiene unida a la otra realizando el sello por medio de la presión de los resortes.

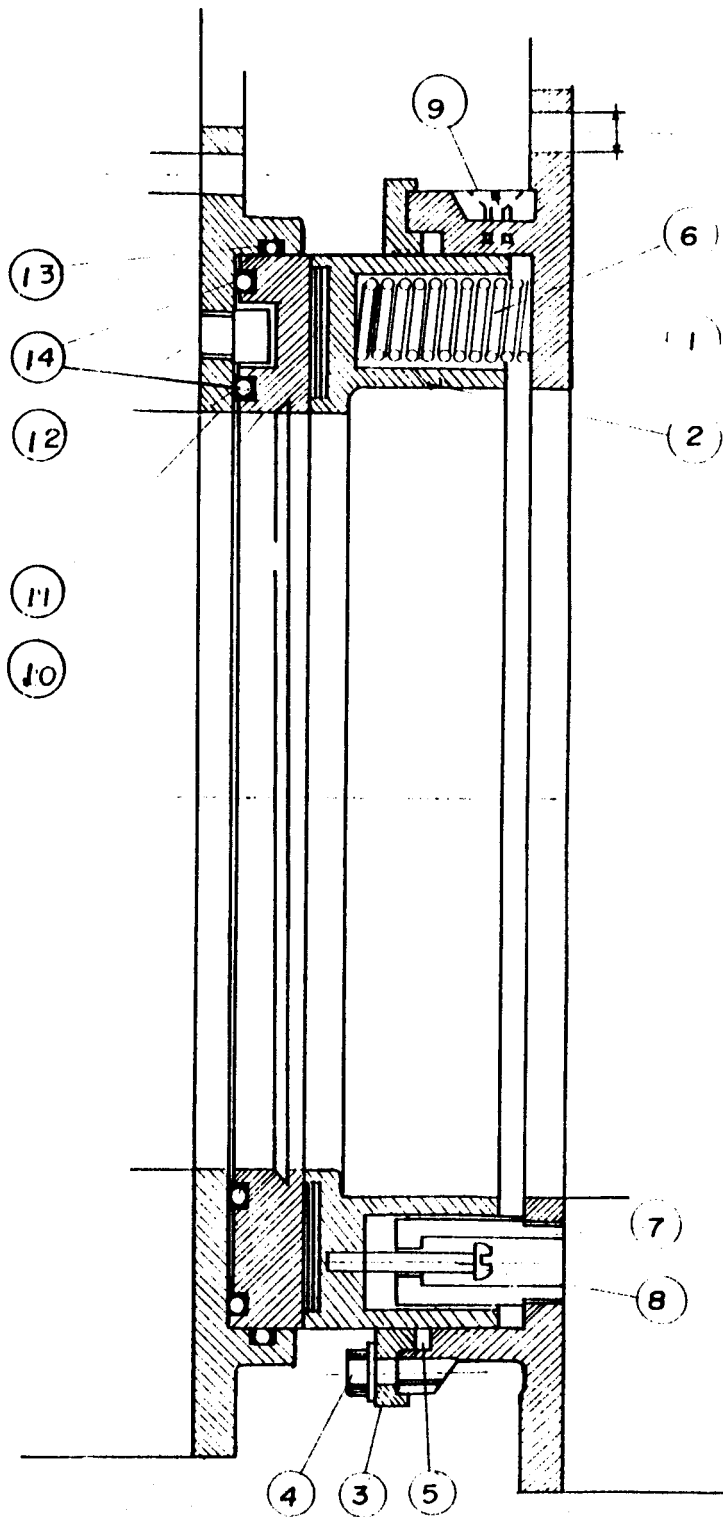
Este elemento sella la parte sumergida de la unidad no permitiendo la entrada de agua de mar, ni la salida del aceite lubricante.

#### COMPONENTES DEL SELLO EXTERIOR

(ver fig. 9)

#### 1.- ALOJAMIENTO ANTERIOR

Consiste en una caja donde se aloja el sello propiamente dicho.



# SELLO EXTERIOR

(Codaste)

Fig. 9

## 2.- SELLO

Es la pieza que contiene el material de desgaste (Magnolia).

## 3.- PRENSA-ESTOPAS

Aprisiona la empaquetadura (Mergollar) para realizar el sello.

## 4.- PERNOS

Aseguran el prensa-estopas.

## 5.- EMPAQUETADURA (Mergollar)

Impide la salida de aceite.

## 6.- RESORTES

Permiten tener con presión los elementos que realizan el sello, mientras se desgasta la Magnolia.

## 7.- PINES

Sirven de guía para el ensamble entre el alojamiento anterior y el sello.

## 8.- PERNOS DE ENSAMBLE

Aseguran la unión entre el alojamiento anterior y el sello.

9.- PERNO TAPON

Sirve para evacuar el aire del sistema cuando se está llenando de aceite el túnel.

10.- ESPEJO

Elemento que va asegurado a la hélice y sirve para el sellado.

11.- CAJA POSTERIOR

Es la pieza donde se aloja el espejo.

12.- PINES GUIA

Sirven de guía para el acoplamiento entre el espejo y la caja posterior.

13.- ANILLO DE CAUCHO (Costado)

Sella el costado del espejo.

14.- ANILLOS DE CAUCHO (Fondo)

Sella la salida de aceite del espejo.

g.- BRIDA DE AMARRE

Está confeccionada en dos partes, las cuales contienen chaveta que sirven para seguro del eje de cola, y unidas por pernos. Es recomendable que permanezcan unidas para

evitar la fuga de grasa que está en el interior del eje (ver fig. 10).

#### h.- TANQUE RESERVORIO DE ACEITE

Contiene el aceite lubricante del sistema; el cual debe de estar colocado sobre la línea de agua de la unidad para que el aceite ejerza presión sobre los anillos de caucho o el material de desgaste y que dicha presión sea mayor que la del agua de mar.

#### COMPONENTES DEL TANQUE RESERVORIO DE ACEITE

(ver fig. 11)

##### 1.- TANQUE DE BOMBEO

Sirve para abastecer de aceite lubricante al túnel.

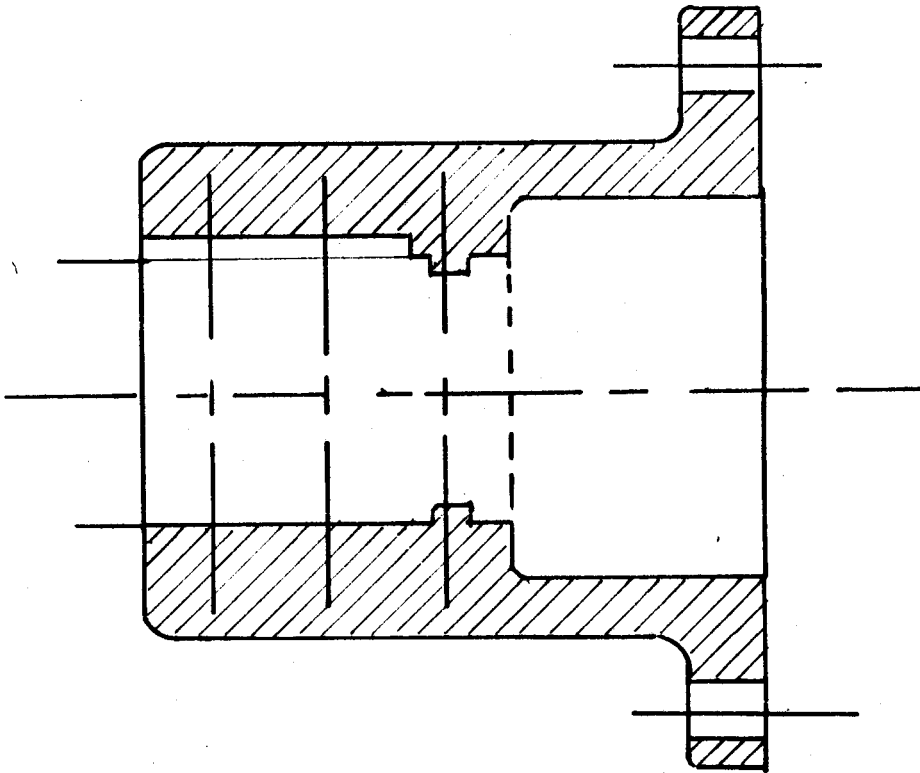
##### 2.- EMPAQUETADURA (Mergollar)

Realiza el sello del vástago de la bomba de mano.

##### 3.- EMPACADOR

Ajusta las empaquetaduras (mergollar) para realizar el sello.



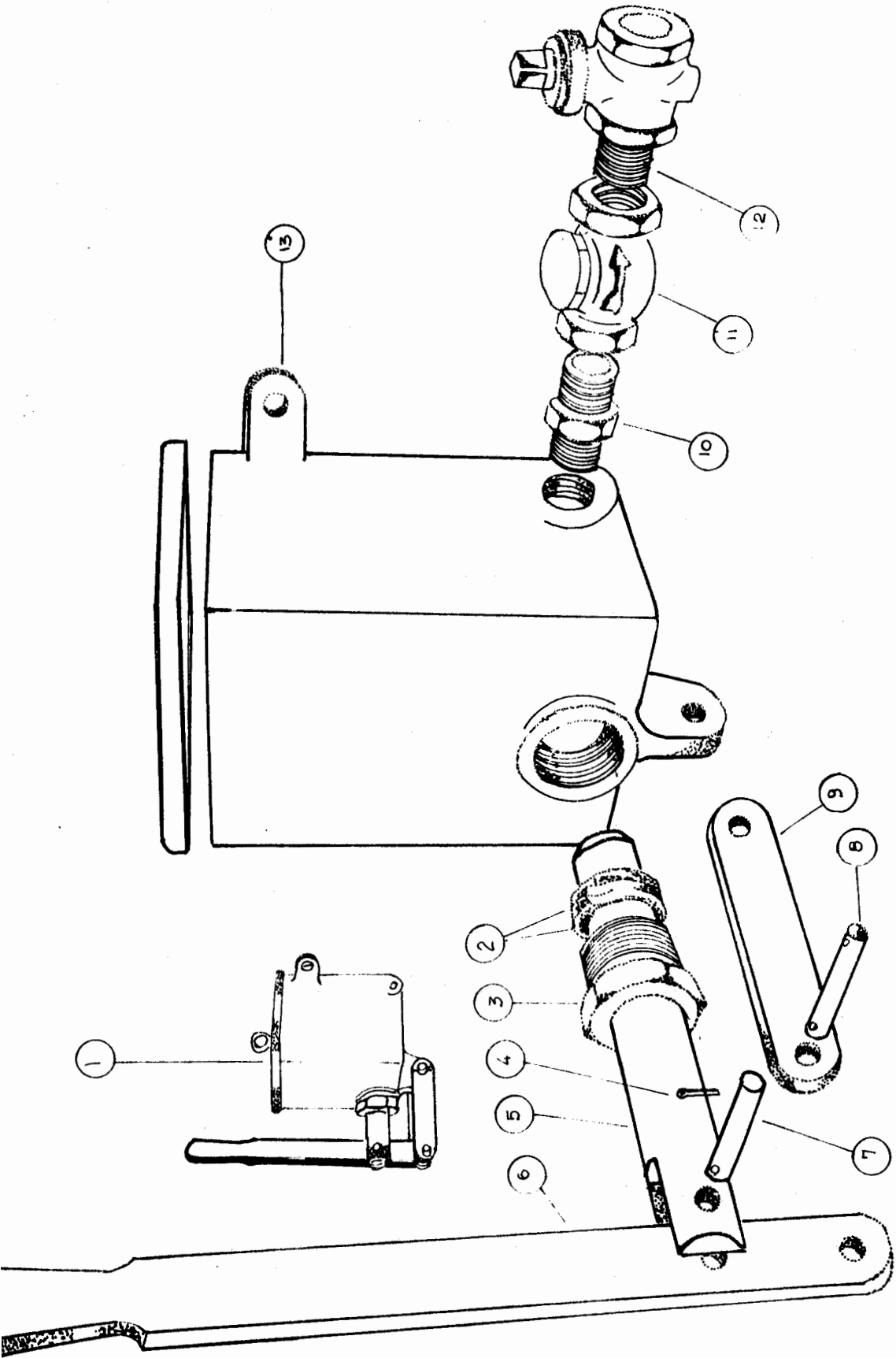


*Fig. 10*

**BRIDA DEL EJE DE COLA**

# TANQUE RESERVORIO DE ACEITE.

Fig II



4.- SEGURO

Seguro de orquilla para el pin del vástago de la bomba.

5.- VASTAGO DE LA BOMBA

Bombea el aceite del tanque a la cañería.

6.- MANGO

Sirve de palanca para el bombeo.

7.- PIN

Asegura la unión del vástago con el mango de la bomba.

8.- PIN

Asegura la unión del mango de la bomba al tanque de aceite.

9.- PLATINA

Platina de unión entre el mango de la bomba y el tanque de aceite.

10.- NEPLO

Neplo hexagonal de salida del tanque.

### 11.- VALVULA CHECK

Impide el retorno del aceite cuando ha llegado a la presión de trabajo de 0 a 45 PSI.

### 12.- VALVULA DE CORTE

No permite la salida de aceite del tanque.

### 13.- TANQUE

Depósito de aceite que va a ser bombeado.

### 1.- PISTOLA DE GRASA

Es la que proporciona la grasa suficiente para la lubricación del eje de control de paso y en la manzana para el movimiento de las aspas (ver fig. 12).

## 2.2.- CAUSAS QUE ORIGINARON EL PROBLEMA.-

Debido al trabajo de este tipo de buques pesqueros durante las faenas de pesca, el sistema propulsor sufre muchas alteraciones en lo que respecta a la carga que el eje de cola ejerce sobre los descansos, lo que motiva desgaste en el material de fricción de los bocines. Las causas de estas anomalías pueden deberse al desgaste normal que sufren los materiales de fricción como consecuencia del trabajo realizado en un tiempo

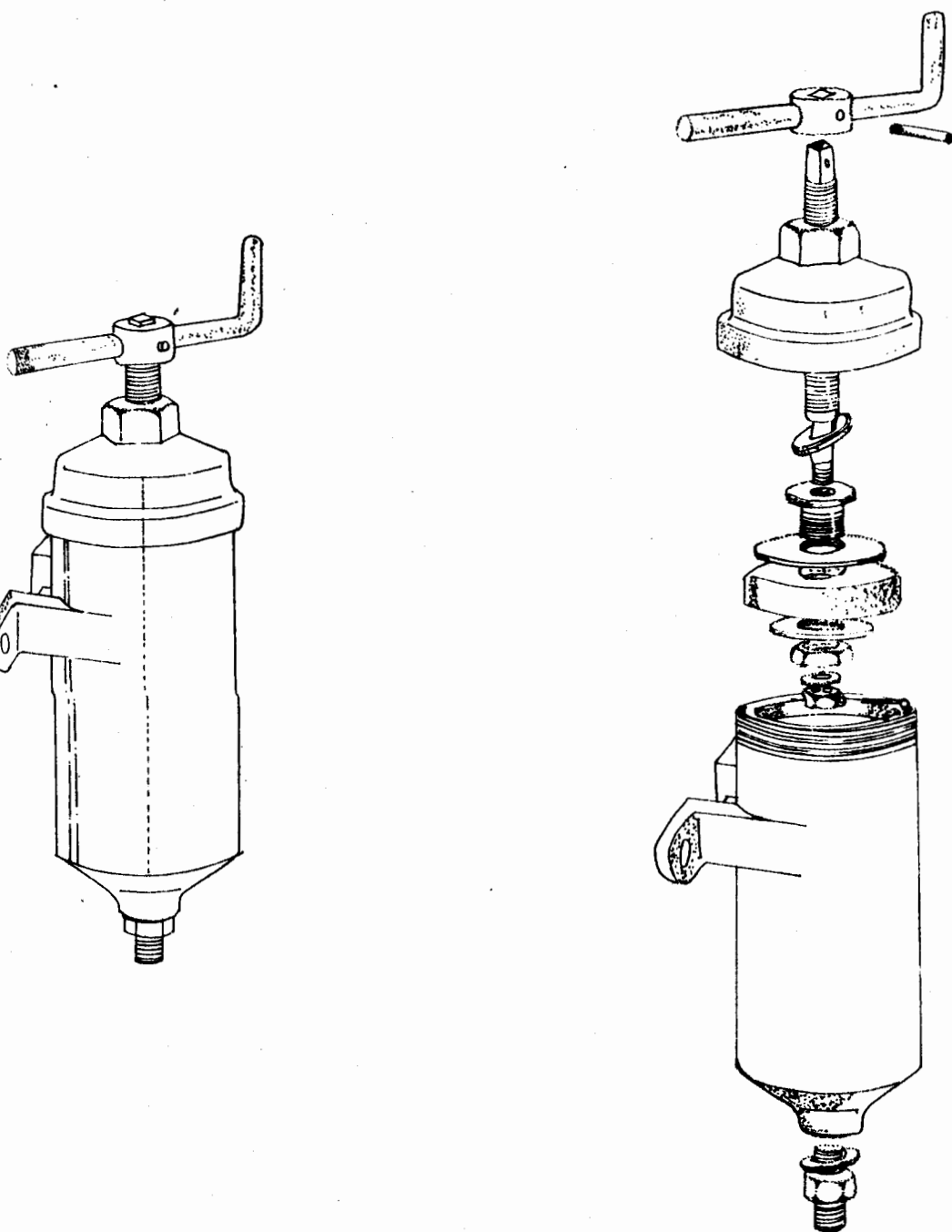


Fig 12

**PISTOLA DE GRASA**

determinado, lo que puede detectarse por recalentamiento, aumento en la amplitud de la vibración, fuga del aceite lubricante, etc.

En casos que revisten mayor gravedad estas fallas pueden dar lugar a la fatiga del material, lo que origina grietas, rajaduras y porosidades, etc., a veces muy profundas y que afectan al eje; llegando a constituirse en un serio peligro para el sistema debido a que, al entrar el agua salada y estar en contacto con el eje, éste se corroe por electrólisis y/u oxidación destruyéndose en poco tiempo; tal como puede apreciarse en las figs. 13 y 13a.

Estas anomalías pueden deberse también, a causas fortuitas producidas por golpes en la hélice durante la navegación, enredadas de cabos, cables, redes de pesca u otros objetos, los cuales producen deflexiones en el eje de cola y cuya gravedad es proporcional a la magnitud del siniestro.

Salvo esta última causa, el origen de las fallas en el sistema propulsor podran ser detectadas una vez que se realice una minuciosa inspección del sistema conforme se detalla en Cap. 3.

En la camisa del prensa-estopas cuando estas unidades llevan empaquetaduras (mergollar) se

produce desgaste en el lugar donde trabaja el sello, ya sea por la calidad de la empaquetadura, que no tiene la capacidad de absorber el calor de trabajo del eje o por el tiempo de trabajo de la camisa (ver fig. 13b).



FIG. 13.- Camisa con porosidades y rajaduras.



FIG. 13a.- Vista de las camisas en mal estado.



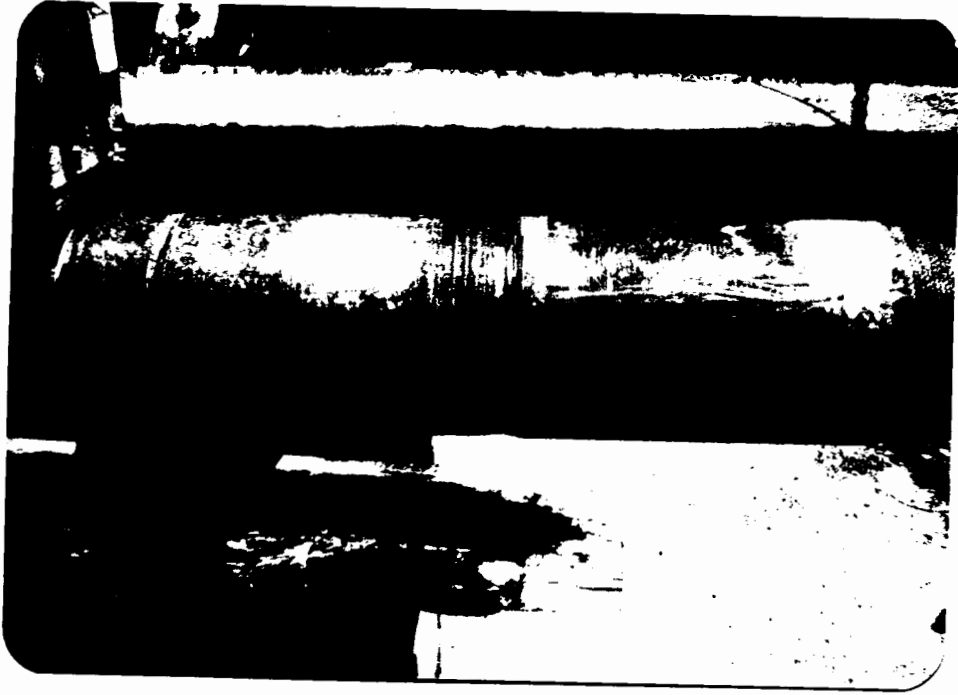


FIG. 13b.- Zona de trabajo mergollar.

## ALTERNATIVAS DE SOLUCION.-

El B/P SEIO MARU, fue varado en el Dique Rio Napo de la Armada Nacional, procediéndose a realizar la inspección de todo el casco y principalmente los sistemas de propulsión y gobierno. Inmediatamente se toman los claros en los descansos del eje de cola, los mismos que por estar excedidos de los límites permisibles (ver fig. 14), fue necesario desarmar el sistema a fin de retirar el material de desgaste de los bocines; determinándose que las camisas del eje de cola estaban en mal estado y que era necesario tomar una decisión de solución.

Independientemente de las conveniencias económicas que exijan al Armador fijar una alternativa de solución, se estima conveniente proponer tres modalidades.

### 3.1.- CAMBIAR LAS PARTES POR OTRAS NUEVAS.-

Dependiendo de la gravedad del daño, una solución muy eficiente consiste en cambiar todos los elementos afectados, lo cual garantiza un funcionamiento altamente eficiente del sistema, a la vez que reduce considerablemente el tiempo de reparación.

Presenta sin embargo el inconveniente que el mercado local no tiene a disposición los elementos de repuestos, lo que obliga a recurrir

al mercado exterior con la consiguiente pérdida de tiempo en el trámite de importación.

### 3.2.- CAMBIAR BOCINES Y CAMISAS.-

Por encontrarse los bocines con un desgaste sobre el máximo de los claros permisibles y las camisas en mal estado, existe la posibilidad de cambiar las camisas y el material de desgaste de los bocines; para el efecto, se tendría que desarmar la hélice de paso variable con el propósito de extraer el eje de cola y luego remover las dos camisas que se reemplazarían por otras nuevas, fundidas, maquinadas y colocadas en el eje.

En los bocines habría que sacar el material de desgaste para estañarlos y remetalarlos con nuevo material y luego maquinaslos, dándole los claros mínimos permisibles según la tabla de tolerancia (ver tabla No.1) tomando como referencia los nuevos diámetros de las camisas.

Por medio de este procedimiento disminuiría considerablemente el costo con relación a la primera alternativa, ya que, el Armador no tendría que adquirir nuevo eje y portabocines, lo cual se considera una ventaja; sin embargo el utilizar componentes visiblemente deteriorados, constituye un riesgo, si no se toman las debidas

TABLA DE CLAROS PERMISIBLES PARA DESCANSOS DE MAGNOLIA LUBRICADOS POR ACEITE.

DIAMETRO DE EJE (pulgadas)	CLAROS MINIMOS DE OPERACION (pulgadas)	CLAROS MAXIMOS PARA REMETALADO (pulgadas)
1	0.007	0.009
2	0.007	0.009
3	0.007	0.009
4	0.007	0.009
5	0.008	0.010
6	0.010	0.012
7	0.011	0.013
8	0.012	0.014
9	0.013	0.015
10	0.015	0.018
11	0.016	0.019
12	0.017	0.020
13	0.018	0.021
14	0.020	0.023

TABLA No. 1

precauciones y observaciones regulares tanto en la fase de reparación como de operación.

### 3.3.- CAMBIAR CAMISAS EN EL EJE DE COLA.-

Esta alternativa consiste en cambiar las camisas del eje de cola, dejando un exceso en el material de fricción a fin de maquinarlo, para permitir un claro mínimo que se adapte a las medidas existente en los bocines.

En el caso específico de este trabajo, esta alternativa se tornó factible, ya que al tomar las medidas diametrales de los bocines, éstos no presentaban ovalamiento excesivo, y además, el material de desgaste (magnolia), tenía el espesor necesario que permitía realizar este tipo de trabajo.

Al tomar esta alternativa de solución el Armador ahorraría mucho dinero ya que no gastaría en materiales, mano de obra y tiempo de permanencia en Dique que conlleva las otras alternativas. Lógicamente no era la mejor, pero era una reparación aceptable.

#### 4.- ALTERNATIVA ESCOGIDA.-

Una vez que el conjunto eje de cola-hélice fue retirado de su lugar de trabajo y después de la toma de mediciones, el Armador analizó las conveniencias económicas y de tiempo presentadas por la tercera alternativa, esto es, cambiar las camisas al eje de cola; dándoles nuevas medidas diametrales con los claros mínimos del sistema; no sin antes chequear deflexiones, porosidades, y realizar pruebas de partículas magnéticas o tintas penetrantes en los chaveteros del eje de cola a fin de asegurarse de la no existencia de rajaduras.

##### 4.1.- PASOS SEGUIDOS EN LA REPARACION.-

Ver cronograma de trabajo.

##### 4.2.- DESARMADA DEL CONJUNTO HELICE-EJE DE COLA.-

Para realizar este ítem se realizaron los siguientes pasos:

- a.- remoción del empacador para retirar la empaquetadura (ver figs. 15 y 15a).
- b.- extracción de los pernos de la brida de amarre eje de cola y contra-eje.
- c.- sacada de los pernos de la brida del eje de cola.
- d.- remoción de los pernos que aseguran las bridas del contra-eje y reversible.



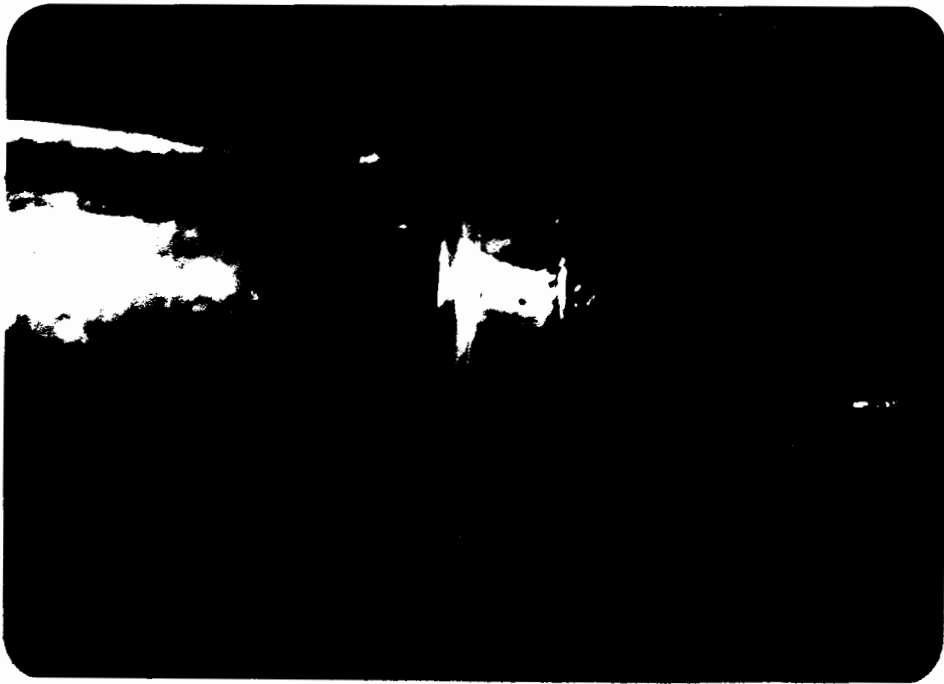


FIG. 15.- Eje de cola sin brida.



FIG. 15a.- Prensa-estopa.



BIBLIOTECA





FIG. 15.- Eje de cola sin brida.



FIG. 15a.- Prensa-estopa.

BIBLIOTECA

- e.- desarmada de la tapa del descanso del contra-eje para que éste quede libre (ver fig.15b).
- f.- separada de las bridas del contra-eje y reversible, dejando libre la tuerca que asegura al mecanismo de cambio de paso (ver fig. 15c).
- g.- aflojar las tuercas del mecanismo de cambio de paso que existe en las bridas del contra-eje.
- h.- hacer girar el eje de cola para que desenrosque el eje de control de paso del mecanismo que pasa por el centro del contra-eje (ver fig. 15d).
- i.- sacada del conjunto eje de cola-hélice (ver figs. 15e y 15f).

#### 4.3.- DESARMADA DE LA HELICE.-

##### 4.3.1.- CONSIDERACIONES GENERALES.-

Para desarmar la hélice de paso variable es importante efectuar en forma muy cuidadosa un estudio de los planos y el manual de instrucciones, ante de realizar la operación de desmontaje. Es también importante escoger el lugar adecuado para realizar este trabajo, cuidando que sea limpio y cerrado para así proteger sus



FIG. 15b.- Descanso de contra-eje.



FIG. 15c.- Eje de control de paso en el interior del contra-eje.

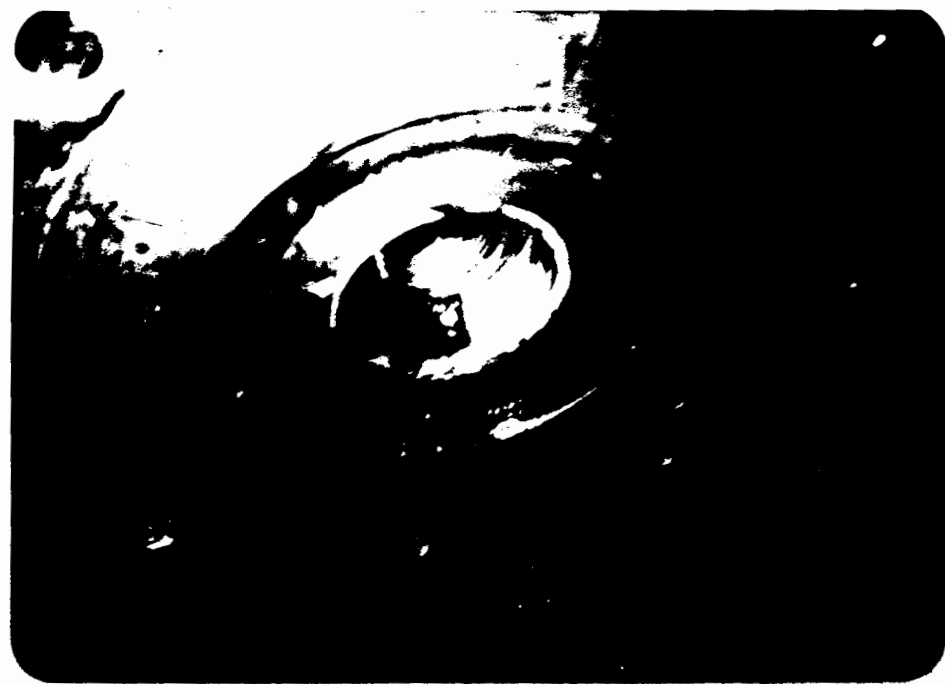


FIG. 15d.- Rosca interior de la brida del  
contra-eje.



FIG. 15e.- Sacando conjunto Eje de la cola-Helice.



FIG. 15f.- Conjunto Eje de cola-Helice fuera de la unidad.

partes de la humedad y de la impureza ambiental.

Todos los elementos de una hélice de paso variables están maquinados con gran precisión y fino acabado.

- conviene utilizar una mesa o una bandeja para colocar las partes desmontadas;
- antes del desmontaje se marcará la posición de cada una de las partes;
- se debe utilizar ~~para~~ levantar elementos pesados cabos de nylon, evitando el uso de cadenas o cables de acero;
- el uso de herramientas especiales durante el desmontaje deben ser bien seleccionados;
- para la limpieza de los elementos se debe usar, en lo posible, liencillo como también diesel para el lavado de las piezas;
- lijar las caras de la manzana utilizando lija de agua y quitar las aristas de las mismas con una lima fina;
- se debe realizar una buena lubricación de las partes durante el ensamblaje;
- se utiliza Silicone para sellar la manzana de la hélice;

- las tuercas y pernos deberán ser ajustados con su respectivo torque y seguro de acuerdo al manual.

#### 4.3.2.- DESARMADA DE LAS ASPAS DE LA HELICE Y DEL EJE DE COLA.-

Antes de iniciar la desarmada de la hélice tratar siempre de vaciar todo el aceite o grasa que se encuentra dentro de la manzana, luego, realizar los siguientes pasos:

- Gire la hélice hasta que el aspa que va a ser removida quede en posición vertical;
- Soltar los seguros de los pernos de los anillos portaretenedores de las aspas;
- Sacar el cemento o material que se encuentra sobre la cabeza de los pernos de ensamble (ver fig. 16);
- Sacar los pernos de los anillos portaretenedores de las aspas, dejando siempre un perno para seguridad de las mismas en el momento de desarmar la manzana (ver fig. 16a);
- Sacar los pernos de ensamble de las dos partes de la manzana (ver fig. 16b);
- Desarmar la manzana de la hélice utilizando pernos extractores, o haciendo

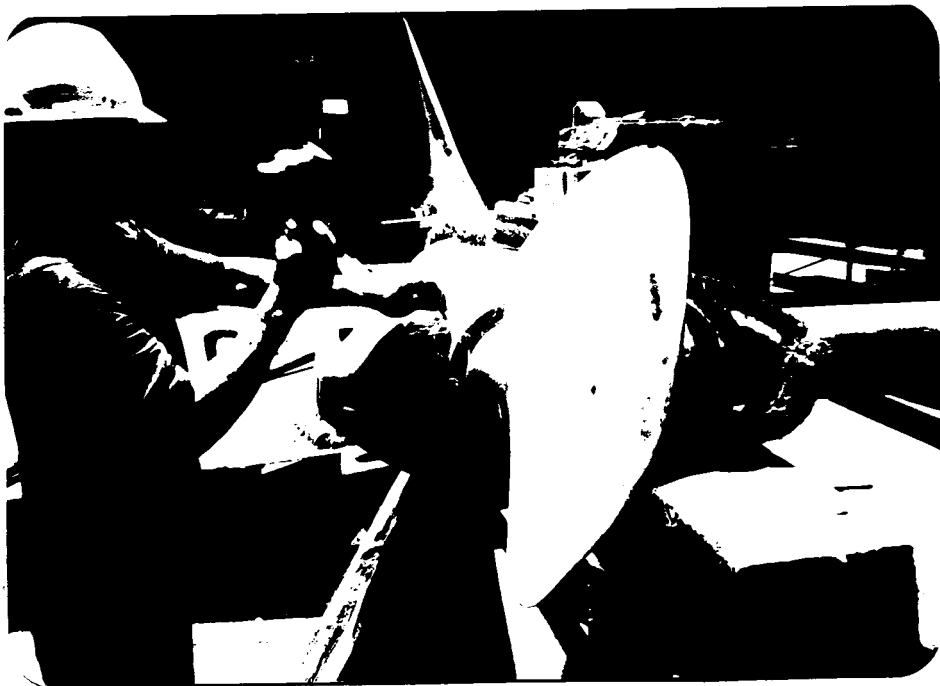


FIG. 16.- Sacando cemento de los alijamientos de los pernos de ensamble.



FIG. 16a.- Anillos portaretenedores con pernos de seguridad.





FIG. 16b.- Sacando pernos de ensamble.



FIG. 16c.- Colocando aspa en posición para ser removida.



FIG. 16d.- Llave para sacar tuerca del eje y cabeza de control de paso.

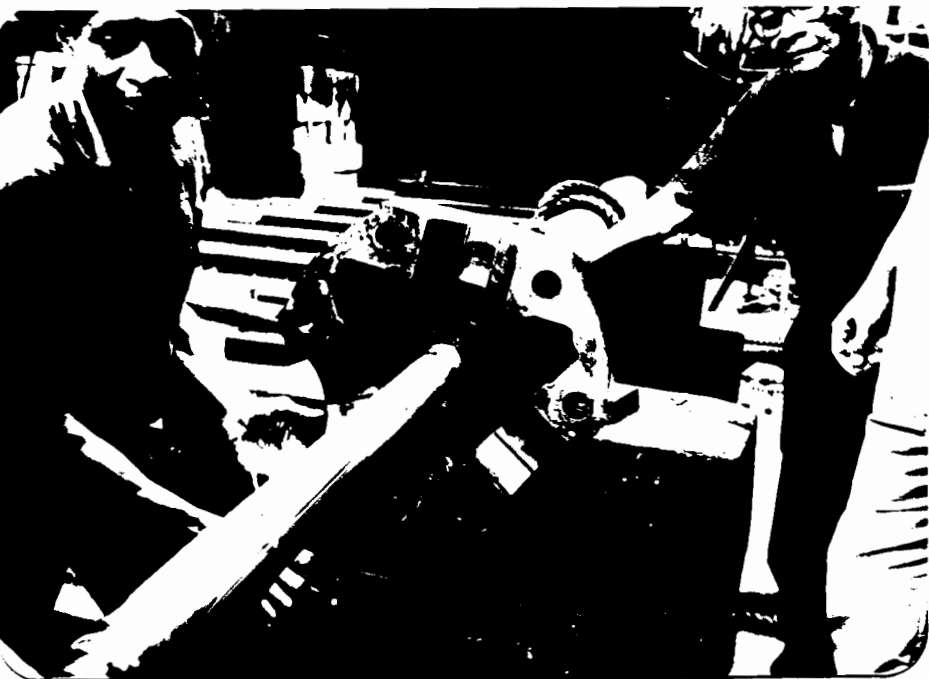


FIG. 16e.- Retirando eje de control de paso.



FIG 16f.- Sacando tuerca del eje de cola.

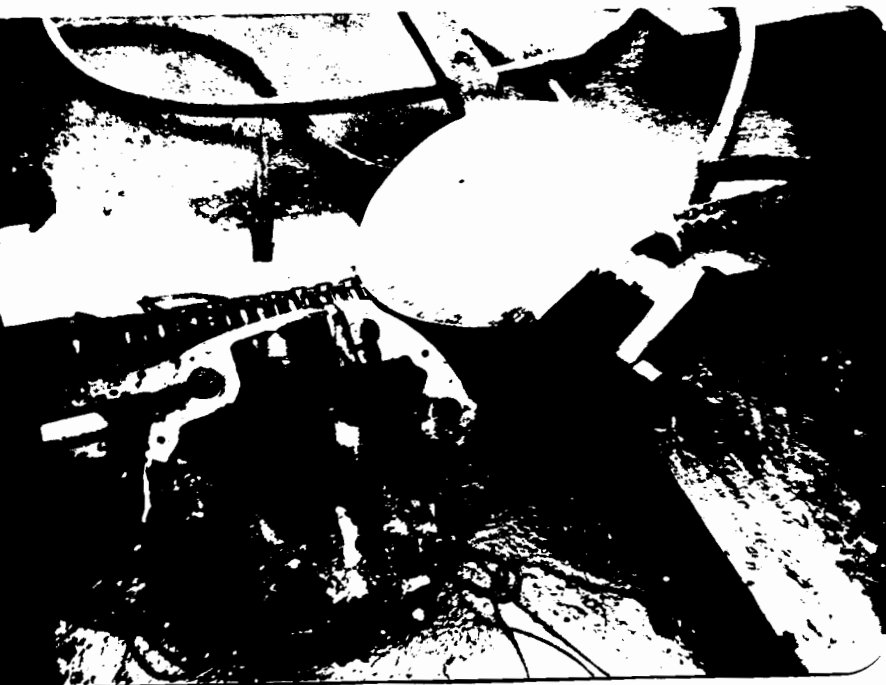


FIG. 16g.- Manzana separada del eje de cola.

que cada aspa de un pequeño giro manualmente;

- Colocar un cáncamo en el orificio que tiene cada aspa y poner el tecla que la va a levantar; correr el eje de control de paso hasta que el dado quede libre y sacar el perno del anillo portaretenedor.
- Mover el aspa fuera de su calzo y levantarla perpendicularmente con el tecla, para evitar daño en el retenedor del aspa (ver fig. 16c);
- Sacar todas las demás aspás siguiendo el procedimiento del ítem anterior;
- Sacar la tuerca y la cabeza de control de paso (ver fig. 16d);
- Extraer el eje de control de paso (ver fig. 16e);
- Utilizando una llave de golpe y después de haber sido retirado el seguro se extrae la tuerca que asegura el eje de cola con la manzana (ver fig. 16f);
- Utilizando un extractor o santiago se remueve el eje de cola de la manzana (ver fig. 16g).

#### 4.4.- CAMBIO DE CAMISAS EN EL EJE DE COLA.-

Una vez que el eje de cola es retirado de la manzana, con un esmeril protátil se hace un corte

longitudinal en las camisas, para posteriormente abrirlas y removerlas del eje (ver fig. 17).

Luego se monta el eje entre punta del torno para verificar y corregir deflexiones mediante método de puntos calientes o esfuerzos mecánicos.

Una vez terminada la fundición de las nuevas camisas, éstas son maquinadas al torno, para darles las medidas correspondientes al diámetro y tamaño (ver fig. 17a).

El diámetro interior de las camisas deben quedar con una medida final de 3 a 4 milésimas de pulgadas menos que el diámetro del eje.

Luego de maquinadas las camisas son montadas sobre bases de rulimanes, para proceder a calentarlas, una a una, con equipo de oxi-acetileno con el propósito que éstas expandan y ser colocadas en el eje (ver fig. 17b).

Durante el calentamiento es recomendable ir tomando medidas del diámetro interior de las camisas (ver fig. 17c), con la finalidad de determinar el momento en que la camisa debe ser montada en el eje. Una camisa puede expandirse de 20 a 30 milésimas de pulgadas durante el calentamiento.



FIG. 17.- Camisas cortadas y sacadas del eje de cola.



FIG. 17a.- Maquinado de camisa luego de fundicion.



FIG. 17b.- Camisa montada sobre rulimanes y calentada de la misma.

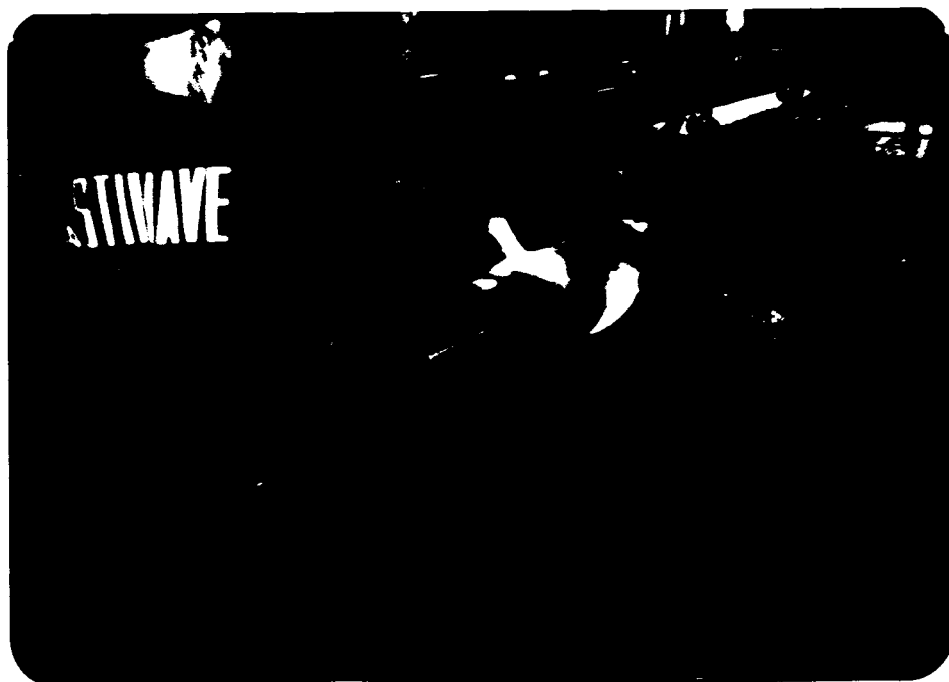


FIG. 17c.- Control de diametro interior.

Cuando las camisas han expandido lo suficiente son retiradas con tenazas y colocadas en el eje (ver figs. 17d y 17e).

Después de haber colocado las dos camisas en el eje de cola, éste es montado en el torno para el proceso de enfriamiento, verificación de deflexiones, dar las medidas finales a las camisas y colocar forro en el eje (ver figs. 17f y 17g).

#### 4.5.- ARMADA DEL SISTEMA.-

Después que fueron cambiadas las camisas y el forro del eje de cola, se procedió a armar el sistema con los siguientes pasos:

- Colocar la manzana anterior en el eje de cola y asegurada con la tuerca de ajuste,
- Introducir el eje de control de paso en el interior del eje de cola,
- Colocar la cabeza de control de paso y asegurada mediante tuerca al eje de control de paso,
- Montaje de las aspas de la hélice, trabajo que se lo realiza una por una (ver fig. 18),
- Colocar la manzana posterior y asegurada por los pernos de ensamble,
- Tomar en cuenta que, durante la armada se debe lubricar todas las piezas del sistema,





FIG 17d.- Cogida de camisa utilizando tenazas.



FIG. 17e.- Maniobra de colocar camisa en eje de cola.



FIG 17f.- Eje de Cola en el torno para ser maquinado.

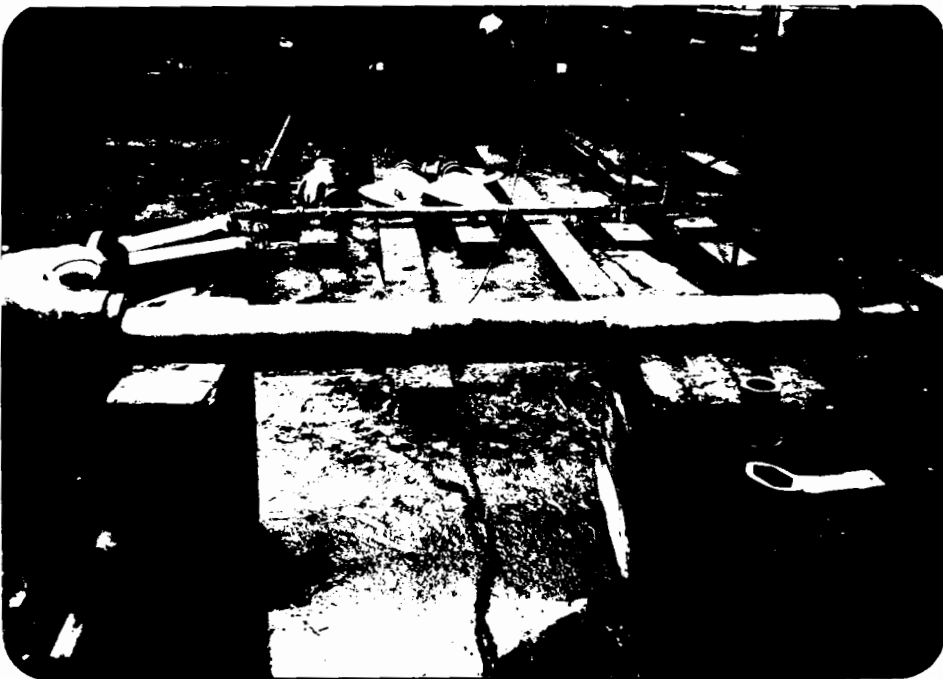


FIG. 17g.- Eje de Cola despues de la reparacion.

- Montaje del conjunto Eje de cola- Hélice,
- Toma de claros de salida (ver fig. 19),
- Verificar que; cuando se cambia el sello exterior, las medidas del sello coincidan con las descritas en el manual para que el trabajo de los resortes sea normal,
- Colocar las aspas de ~~la~~ manzana en posición neutro,
- Colocar la brida del eje de cola y asegurada mediante chaveta,
- Acoplar el eje de control de paso en el dispositivo roscado que se encuentra en el interior del contra-eje,
- Colocar la tapa del descanso del contra-eje y apretada de la misma,
- Unir la brida del eje de cola con la del contra-eje y apretada con los pernos de ensamble,
- Empacar el prensa mediante la utilización de mergollar,
- Llenar el túnel de aceite para comprobar la estanqueidad del sello,
- Inyectar grasa al interior de la manzana por medio de la pistola,
- Colocar la defensa (guardacabo) en el codaste.

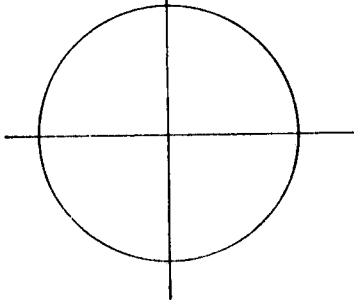


FIG. 18.- Helice Armada.

**Prensa**

sup

0.011"



Bb  
0.006"

Eb

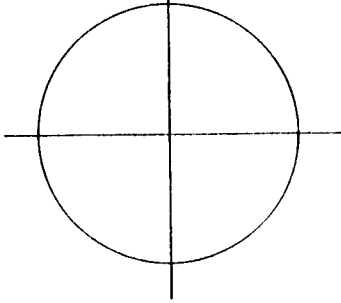
0.005"

-B/P "SEIO MARU"

**Codaste**

sup

0.012"



Bb  
0.004"

Eb

0.006"

0.000"

inf

# CLAROS DE SALIDA

## Sistema de Propulsion.

Fig. 19

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.-

- Se puede concluir manifestando que las camisas del eje de cola presentaban porosidades y rajaduras producto de trabajo del sistema, pero, sobre todo, por el tiempo de servicio y la consecuente fatiga del material.
- Este tipo de trabajo se puede efectuar en unidades cuyo claro de bocines (codaste y prensa), se encuentren sobre el máximo permisible o ligeramente excedido de la tolerancia máxima ya que el material de fricción no presentaba un ovalamiento excesivo sino algo moderado, el mismo que podría ser absorbido dándole un claro de 0.011 pulgadas con respecto a las nuevas camisas, colocadas en reemplazo de las que se hallaban en mal estado. En caso de unidades que tengan los claros muy excesivos se tendrá que cambiar tanto las camisas como sus bocines.
- La parte de la camisa donde trabajaba la empaquetadura del prensa (mergollar), presentaba mucho desgaste, ocasionado por el trabajo y la mala calidad de la empaquetadura, produciendo la fuga de aceite a la sentina de máquina.
- Dentro de la manzana de la hélice se encontró agua de mar. La entrada pudo haberse producido por falla de los retenedores de las aspas o por el anillo de caucho colocado detrás de la manzana.
- Es recomendable realizar cambios periódicos de los retenedores de las aspas; ya sea durante el carenamiento,

anualmente, o por razones de clasificación. Asimismo, si en una inspección los retenedores parecen estar obstruido, estos deben de ser cambiados.

- Es aconsejable efectuar inspecciones periódicas al tanque reservorio de aceite para detectar posibles fugas que ocasionen defectos de lubricación y, en casos extremos evitar que resulte vacío, con peligro de que entre agua de mar al sistema propulsor.
- El uso de herramientas apropiadas ~~se~~ determinado mediante el estudio detenido de planos del conjunto propulsor.
- En cuanto a las empaquetaduras, vale colocar la mas apropiada para este tipo de propulsores, ya que, una empaquetadura de mala calidad habra de motivar el desgaste de la camisa.

## BIBLIOGRAFIA

1. B. Kritineham. Description and Directions for Use of the Kamewa Propeller (Sweden: 1.986)
2. Pay e Brinch. Instructions for Controllable Pitch Propeller. (Rislokka, Oslo: 1.981)
3. Apuntes de la Facultad de Ingeniería Marítima y Ciencias del Mar
4. Manual Cedervall & Söner AB. Stern - Tube Seals  
Göteborg Sweden: 1.982