

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA**



**REPARACIÓN DE UN SISTEMA DE PROPULSIÓN CON  
EJES DE 10" DE DIÁMETRO EN UN BUQUE DE  
SUMINISTRO MAR ADENTRO**

**INFORME DE SUFICIENCIA**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERO NAVAL**

**WILDER PAUL, BECERRA JAIME**

**PROMOCIÓN 2008-II**

**LIMA-PERÚ**

**2 013**

## **DEDICATORIA**

Quiero dedicarle este trabajo a Dios que me ha dado la vida y fortaleza para terminar este proyecto, a mis Padres y seres queridos que siempre me impulsaron y apoyaron cuando más los necesité, siendo fuente de constante motivación.

# ÍNDICE

## PRÓLOGO

## CAPÍTULO I

### INTRODUCCIÓN

<b>1.1.</b>	<b>ANTECEDENTES</b>	<b>2</b>
<b>1.2.</b>	<b>OBJETIVO GENERAL</b>	<b>3</b>
<b>1.3.</b>	<b>PROPÓSITO</b>	<b>4</b>
<b>1.4.</b>	<b>OBJETIVOS ESPECIFICOS</b>	<b>4</b>
	1.4.1. Desmontaje y Evaluación del Sistema de Propulsión	4
	1.4.2. Diseño del Sistema de Propulsión	4
	1.4.3. Fabricación de Ejes Propulsores	5
	1.4.4. Montaje del Sistema de Propulsión	5
	1.4.5. Pruebas y Entrega	5
<b>1.5.</b>	<b>JUSTIFICACIÓN</b>	<b>5</b>
<b>1.6.</b>	<b>ALCANCES</b>	<b>6</b>
<b>1.7.</b>	<b>LIMITACIONES</b>	<b>6</b>
	1.7.1. Recursos Humanos Propios:	6
	1.7.2. Servicios Contratados a Terceros:	7

1.7.3.	Sociedad Clasificadora del Buque:	7
<b>1.8.</b>	<b>DESCRIPCIÓN DE LA REPARACIÓN</b>	<b>8</b>

## **CAPITULO II**

### **DESMONTAJE Y EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE PROPULSIÓN**

<b>2.1.</b>	<b>DESMONTAJE DEL SISTEMA DE PROPULSIÓN</b>	<b>11</b>
2.1.1.	Ejes Propulsores Existentes	12
2.1.2.	Eje Babor de Acero al Carbono	12
2.1.3.	Eje Estribor de Acero Inoxidable	15
2.1.4.	Bocinas Mixtas de Jebe y Bronce	16
2.1.5.	Alojamiento del Prensaestopas	16
<b>2.2.</b>	<b>ANALISIS DE RESULTADOS</b>	<b>18</b>
2.2.1.	Planilla de Luces Antes del Desmontaje del Sistema de Propulsión	18
2.2.2.	Planilla de Verificación de Alineamiento con Bocinas Mixtas en Codaste y Arbotante del Sistema de Propulsión	19
<b>2.3.</b>	<b>PROCEDIMIENTO DE REPARACION</b>	<b>22</b>

## **CAPITULO III**

### **DISEÑO DEL SISTEMA DE PROPULSIÓN**

<b>3.1.</b>	<b>SELECCIÓN DE MATERIALES</b>	<b>26</b>
<b>3.2.</b>	<b>CALCULO Y DIMENSIONAMIENTO</b>	<b>27</b>

**CAPITULO IV****FABRICACIÓN DE EJES PROPULSORES**

- |             |  |           |
|-------------|--|-----------|
| <b>4.1.</b> | <b>MAQUINADOS Y FUNDICIONES</b>  | <b>28</b> |
| <b>4.2.</b> | <b>MONTAJE DE LUCHADEROS, ASENTADO DE CONOS Y<br/>CANALES CHAVETEROS</b> | <b>30</b> |
| <b>4.3.</b> | <b>ACABADOS DE MAQUINADO</b>   | <b>33</b> |

**CAPITULO V****MONTAJE DEL SISTEMA DE PROPULSION**

- |             |  |           |
|-------------|--|-----------|
| <b>5.1.</b> | <b>CORREGIR ALINEAMIENTO DE ARBOTANTES</b> | <b>35</b> |
| <b>5.2.</b> | <b>PROCESO DE SOLDEO DE ARBOTANTES</b>     | <b>35</b> |

**CAPITULO VI****PRUEBAS Y ENTREGA**

- |             |                       |           |
|-------------|-----------------------|-----------|
| <b>6.1.</b> | <b>PRUEBAS DE MAR</b> | <b>36</b> |
|-------------|-----------------------|-----------|

**CONCLUSIONES****BIBLIOGRAFIA****PLANOS****ANEXOS**

## **PRÓLOGO**

El presente trabajo describe la ejecución de la reparación de un sistema de propulsión en un buque de suministro mar adentro de 56m de eslora, este cuenta con dos líneas de ejes, una a babor y otra a estribor, las que se encuentran conformadas cada una por un eje propulsor de 10” de diámetro con 02 descansos refrigerados por agua de mar conformados por 02 bocinas mixtas de jebe y bronce, ubicadas en el codaste y arbotante.

En el desarrollo de este trabajo se describen las etapas de: desmontaje y evaluación, diseño, fabricación, montaje y pruebas correspondientes a la reparación del sistema de propulsión del buque anteriormente descrito.

La ejecución de estos trabajos se llevo a cabo en las instalaciones del Astillero Barlovento, perteneciente a Construcciones Augusto Maggiolo S.A., empresa dedicada a la construcción y mantenimiento de embarcaciones de hasta 110 metros de eslora y 3.500 toneladas, ubicada en la zona de Oquendo perteneciente a la provincia constitucional del Callao.

# **CAPÍTULO I**

## **INTRODUCCIÓN**

### **1.1. ANTECEDENTES**

El sistema de propulsión del buque presenta 02 líneas de ejes ubicadas a babor y estribor, cada una está constituida por un eje propulsor de 10” de diámetro con descansos de bocinas mixtas de jebe y bronce refrigerados por agua de mar, ubicados en el sector del codaste y arbotante.

Los ejes propulsores existentes son de diferentes materiales, el eje de estribor es de acero inoxidable y el eje de babor es de acero al carbono con recubrimiento de fibra de vidrio y luchaderos de acero inoxidable.

La última carena del buque se realizo en otro astillero hace 5 años, el armador indica que durante esta se ejecutaron los siguientes trabajos al sistema de propulsión:

El eje propulsor de estribor de acero inoxidable, este presentaba fisuras en el canal chavetero del cono que va hacia la caja, a este se le confecciono en otra ubicación del cono del cople que va hacia la caja un nuevo canal chavetero y se

cepillo la zona que presentaba fisuras del canal chavetero existente hasta eliminar las fisuras expuestas a la superficie y en el extremo del cono se taladro el punto más profundo de la fisura expuesta a la superficie de la cara del eje, para evitar que se siga expandiendo.

El eje propulsor de babor de acero al carbono AISI 1045, presentaba corrosión localizada en zonas puntuales, estas fueron reconstruidas utilizando un sistema cerámico de polímero reforzado para acero, comercialmente conocido como belzona, luego se maquina las zonas reconstruidas para darle la medida al eje y se enfibro.

El jefe de maquinas de la embarcación a reportado la presencia de excesivo ruido inusual durante la operación del sistema de propulsión, este hace suponer que posiblemente se presenten problemas de alineamiento en los ejes.

De acuerdo al plan de varada del astillero el buque será varado en la primera semana de febrero del año 2012.

Previo a la varada de la nave, el astillero ha elaborado un cronograma preliminar, que contempla solo las actividades de desmontaje y evaluación del sistema de propulsión una vez que el buque sea varado y ubicado en el parqueadero del astillero donde se desarrollaran los trabajos de mantenimiento y reparación correspondientes a esta carena.

## **1.2. OBJETIVO GENERAL**

El objetivo principal de este trabajo es determinar el procedimiento de reparación y montaje de un sistema de propulsión que presenta 02 líneas de ejes



ubicadas a babor y estribor, cada una constituida por un eje propulsor de 10” de diámetro con descansos de bocinas mixtas de jebe y bronce refrigerados por agua de mar, ubicados en el sector del codaste y arbotante, en un buque de suministro mar adentro de 56m de eslora.

### **1.3. PROPÓSITO**

El propósito de este trabajo es documentar y rescatar los conocimientos adquiridos durante la ejecución de la reparación del sistema de propulsión del buque anteriormente descrito, para que puedan ser utilizados como referencia en la solución de problemas que se puedan dar en otros sistemas de propulsión similares.

### **1.4. OBJETIVOS ESPECIFICOS**

Los objetivos específicos contemplados en el alcance de este trabajo son los siguientes:

#### **1.4.1. Desmontaje y Evaluación del Sistema de Propulsión**

El objetivo de esta etapa es determinar y elaborar el procedimiento para la reparación del sistema de propulsión del caso descrito anteriormente.

#### **1.4.2. Diseño del Sistema de Propulsión**

El objetivo de esta etapa es determinar los materiales, calcular las dimensiones y elaborar los planos del nuevo sistema de propulsión, para poder realizar el maquinado de los nuevos ejes propulsores, la fundición de las bocinas de bronce para los luchaderos de los ejes, el maquinado de las bocinas mixtas de jebe y

bronce para su montaje en el codaste y arbotante, suministrando la información técnica necesaria para tal fin.

#### **1.4.3. Fabricación de Ejes Propulsores**

El objetivo de esta etapa es describir y documentar La fabricación de los nuevos ejes para el sistema de propulsión, describiendo los procesos de maquinado, fundición, embocinado y asentado de los conos y canales chaveteros de los ejes con la hélice, cople y sus respectivas chavetas.

#### **1.4.4. Montaje del Sistema de Propulsión**

El objetivo de esta etapa es documentar y describir el proceso de montaje y elaborar la planilla de luces del sistema de propulsión del buque, después de culminar el proceso de soldeo de los arbotantes y verificar que se obtengan holguras admisibles dentro de las tolerancias aplicables a este caso.

#### **1.4.5. Pruebas y Entrega**

El objetivo de esta etapa es elaborar el protocolo de pruebas y entrega al armador, con la finalidad de realizar las pruebas de mar correspondientes al sistema de propulsión, verificando la respuesta en operación de este sistema al concluir la reparación.

### **1.5. JUSTIFICACIÓN**

La reparación del sistema de propulsión de este buque, permitirá la operación de este, el cual además de ser un buque de suministros tiene una planta de estudios sísmicos lo que le permitirá realizar estudios en el litoral peruano, con la

finalidad de encontrar nuevas estructuras con potencial de almacenar hidrocarburos, esto incentivara la exploración de las cuencas sedimentarias que se encuentra en el zócalo continental de la franja costera peruana, permitiendo desarrollar proyectos de explotación petrolera en esta zona, para lo cual es necesario conocer las condiciones ambientales en las que se recibe el área que involucren estos proyectos, generando una extensa data biológica, geomorfológica, geológica e hidrobiológica, que permita evaluar los posibles impactos que estos proyectos puedan ocasionar.

## **1.6. ALCANCES**

El alcance de este trabajo comprende la reparación del sistema de propulsión de un buque de suministros en aguas profundas de 56m de eslora, este abarca el desmontaje y evaluación del sistema de propulsión, el diseño, fabricación y montaje de los nuevos ejes propulsores, corrigiendo el alineamiento de los arbotantes desmontándolos con oxicorte, realineándolos y soldándolos mediante la aplicación de un procedimiento de soldadura que nos permita obtener holguras admisibles en las dos líneas de propulsión una vez concluido el proceso de soldeo, devolviendo así la operatividad del sistema de propulsión del buque.

## **1.7. LIMITACIONES**

Para el desarrollo de este trabajo se han empleado los siguientes recursos:

### **1.7.1. Recursos Humanos Propios:**

- 01 Jefe de proyecto.
- 01 Ingeniero de proyecto.

- 01 Supervisor de proyecto.
- 01 Asistente de proyecto.
- 01 Control de calidad.
- 02 Técnicos alineadores.
- 04 operarios de alineamiento.
- 02 Maestros caldereros.
- 04 operarios de calderería.
- 02 Soldadores.
- 02 esmeriladores.

#### **1.7.2. Servicios Contratados a Terceros:**

- Servicios de transporte para trasladar los componentes del sistema de propulsión: ejes, hélices, prensa estopa, bocinas mixtas, bocinas de bronce, del astillero hacia los talleres de terceros, así como su retorno.
- Servicio de maquinado con torno para ejes de 10” de diámetro y 9 m de largo.
- Servicio de fundición de bocinas de bronce para los luchaderos.
- Servicio de balanceo, pulido y rectificado de hélice.

#### **1.7.3. Sociedad Clasificadora del Buque:**

- La sociedad clasificadora a cargo del buque es “**Isthmus Bureau of Shipping**” (IBS), la cual es una sociedad clasificadora con bandera de Panamá, esta indico que el cálculo del sistema de propulsión se realizaría tomando como norma de referencia la “**ABS RULES FOR BUILDING**

**AND CLASSING STEEL VESSELS UNDER 90 METERS (295 FEET)  
IN LENGTH, 2012”.**

**1.8. DESCRIPCIÓN DE LA REPARACIÓN**

Se considero para el sistema de propulsión que los ejes nuevos deberían tener la misma configuración de materiales y además debería tenerse en consideración las dimensiones existentes.

El cambio de los 02 ejes propulsores se realizaría por ejes de material AISI 1045, con camisas de bronce SAE 62.

Para los ejes propulsores se obtuvo un diámetro mínimo de 211.98 Ø mm, utilizándose el valor de 234mm, teniendo en consideración las dimensiones de los coples de caja y hélice (ver anexos 2).

Debido a que los ejes nuevos serán fabricados en acero AISI 1045 y que los luchaderos serán de bronce y ya no de acero inoxidable, el diámetro de estos será mayor a 10”, Se determina cambiar las bocinas mixtas de 10” existentes por bocinas mixtas nuevas de 10 ¼”.

Para las camisas de bronce de los luchaderos se obtuvo un espesor mínimo de 14.46 mm y un espesor mínimo para cambio por desgaste de 9.36 mm, debido a que sean utilizadas bocinas mixtas de 10 ¼”, el espesor máximo que pueden tener las camisas de bronce es de 13.175 mm.

Para utilizar camisas de bronce con las dimensiones descritas anteriormente en los luchaderos de los ejes se sometió la consulta a la clasificadora de la nave (IBS).

La Clasificadora autorizo la utilizacion de luchaderos de bronce para los ejes con espesor de 13.175 mm.

También se determino que es necesario adicionar a los ejes un sistema eficaz de protección al cono donde asienta la hélice, para evitar el ingreso de agua que ocasionaría que esta zona se desgaste por corrosión, para tal fin se adicionara un anillo de goma blanda o material similar bien ajustado (o-ring), esto debido a que en la configuración existente no era necesario para el eje de estribor (inoxidable), pero si era necesario para el eje de babor (AISI 1045), el cual estaba trabajando con las mismas consideraciones que para un eje de acero inoxidable.

## **CAPITULO II**

### **DESMONTAJE Y EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE PROPULSIÓN**

Luego de un periodo de operación en alta mar de 5 años, el buque fue varado en la primera semana de febrero del año 2012, con la finalidad de realizar trabajos de mantenimiento y reparación generales durante su carena.

Las actividades iniciales referentes a la reparación del sistema de propulsión han sido contempladas en el cronograma de desmontaje y evaluación del sistema de propulsión, (ver anexos 7), elaborado previo a la varada.

En este se detallan las actividades de desmontaje de los elementos del sistema (ejes, hélices, coples, prensa estopas) y las correspondientes a inspección y evaluación (toma luces u holguras, calibraciones, inspección visual, Ensayos no destructivos a los ejes).

Estos trabajos se realizaran para poder evaluar las condiciones en las cuales se encontraba el sistema de propulsión del buque al inicio de las actividades de la carena de la nave, con la finalidad de poder elaborar el procedimiento y cronograma para la reparación del sistema de propulsión.

## **2.1. DESMONTAJE DEL SISTEMA DE PROPULSIÓN**

Luego de desmontarse el sistema de propulsión se realizó inspección visual y mediante ensayos no destructivos (END) los ejes propulsores.

Se observó que los ejes de babor y estribor presentaban las siguientes observaciones:

El eje de estribor inoxidable, presentaba fisuras en el canal antiguo, el cual había sido reparado en la carena anterior, además de rugosidad superficial causada por corrosión.

El eje de babor de acero al carbono presentaba una excesiva corrosión en el eje y en los luchaderos de acero inoxidable.

Se verificaron las líneas de propulsión de babor y estribor, observándose que los arbotantes de babor y estribor se encontraban desalineados.

Debido a las observaciones encontradas durante la inspección del desmontaje del sistema de propulsión, los ejes propulsores de babor y estribor fueron rechazados y se recomendó su cambio y la corrección de las líneas de propulsión por haberse encontrado los arbotantes desalineados.

Las recomendaciones del astillero fueron presentadas al armador para su evaluación, el cual luego de analizar la propuesta autorizó el cambio de los ejes propulsores y la corrección del alineamiento de los arbotantes de las líneas de propulsión.

Para ejecutar estos trabajos se realizó un cronograma de 60 días (ver anexos 8), el cual comprende las siguientes etapas:



- Desmontaje y evaluación del sistema de propulsión.
- Diseño del sistema de propulsión
- Fabricación de ejes propulsores
- Montaje del sistema de propulsión
- Pruebas y entrega

Finalmente una vez concluida la inspección y evaluación del sistema de propulsión se elaboro el siguiente informe:

#### **2.1.1. Ejes Propulsores Existentes**

El detalle de los ejes existentes de babor y estribor se encuentra adjunto en el presente trabajo (ver planos 1).

#### **2.1.2. Eje Babor de Acero al Carbono**

Se encontraron las siguientes observaciones:

- Corrosión altura del luchadero de bocina codaste, presenta corrosión del eje en los extremos de la camiseta se aprecia en la foto anexa corrosión originada por la exposición del eje de acero con el agua de mar.



Figura 2.1 Luchadero codaste proa eje babor



Figura 2.2 Luchadero codaste popa eje babor

- Corrosión del eje entre la bocina codaste con la caja prensaestopas en la foto se aprecia una corrosión profunda con una flecha de aproximadamente 1 pulgada.



Figura 2.3 Corrosión en eje babor

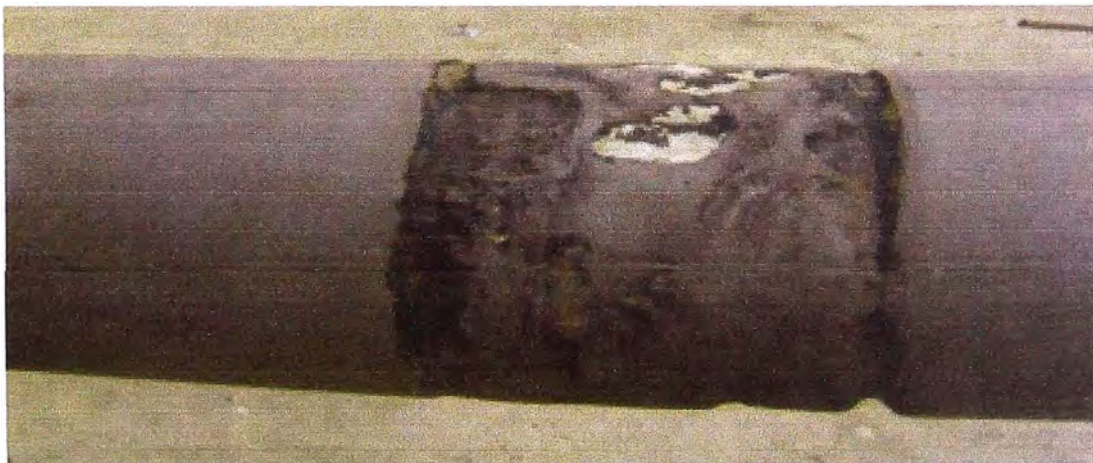


Figura 2.4 Corrosión en eje babor

- Corrosión en la altura del cono de la hélice en la foto adjunta se aprecia una corrosión circular de una profundidad de 1 ½ pulgadas.



Figura 2.5 Luchadero arbotante eje babor

Por lo expuesto anteriormente se rechazó este eje y se recomendó su cambio al armador.

### 2.1.3. Eje Estribor de Acero Inoxidable

Se encontraron las siguientes observaciones:

- En el luchadero del arbotante se aprecia un desgaste producido por fricción con un anillo protector del cono de la hélice, el cual se encontraba suelto debido a que los pemos de amarre se encontraron rotos.



Figura 2.6 Luchadero arbotante eje estribor

Por lo expuesto anteriormente se recomendó realizar END por líquidos penetrantes y partículas magnéticas para poder evaluarlo (ver anexos 1).

#### **2.1.4. Bocinas Mixtas de Jebe y Bronce**

Se encontraron las siguientes observaciones:

- La bocina mixta del eje de estribor correspondiente al arbotante ha sufrido desprendimiento del jebe, por tal motivo se recomienda su cambio.



Figura 2.7 Bocina mixta de jebe y bronce en arbotante estribor

- El resto de bocinas se recomienda su cambio por el tiempo de uso y garantía, se observa que se encuentran al límite de su vida útil.

#### **2.1.5. Alojamiento del Prensaestopas**

Se encontraron las siguientes observaciones:

- El alojamiento del prenaestopas correspondiente al eje de estribor, Tiene una desviación con respecto al eje en la altura es decir que el eje está topando en la parte superior y en la parte baja tiene un huelgo de 9 mm con respecto al eje en las bandas de babor y estribor están compartidos se anexa fotos.



Figura 2.8 Holgura inferior en alojamiento prensa estopas estribor

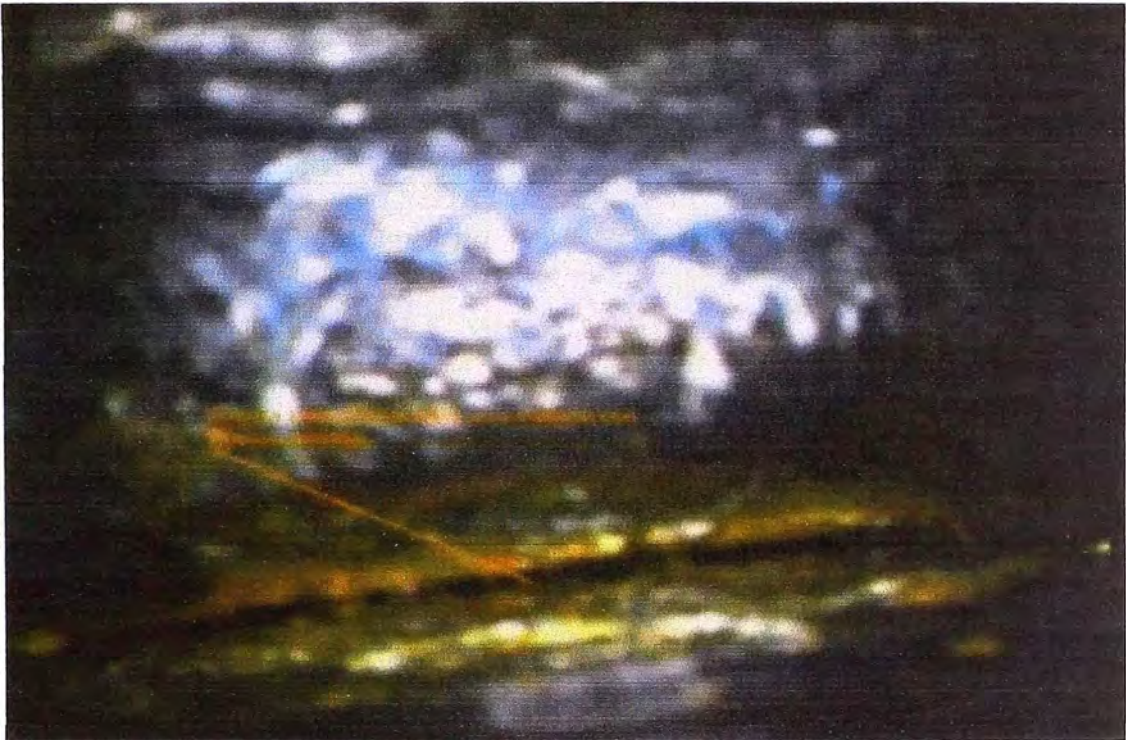


Figura 2.9 Holgura superior en alojamiento prensa estopas estribor

- La cajera del prensaestopas de Br se encuentra alineado.

Se recomienda verificar la línea de propulsión de los 02 ejes propulsores.

## **2.2. ANALISIS DE RESULTADOS**

### **2.2.1. Planilla de Luces Antes del Desmontaje del Sistema de Propulsión**

El detalle de las ubicaciones de las mediciones de las siguientes tablas puede verse en los anexos del presente informe (ver anexos 6).

(\* ) Antes de desmontar el eje, se tomo como referencia el alojamiento de las estopas.

- **Propulsión babor**

Tabla N°2.1 Holguras antes del desmontaje del eje babor

ANTES

POSICION	1 Pp.	1 Pr.	2	3(*)
BR	0.00	0.55	1.55	23.50
ER	0.80	0.65	0.15	23.50
AR	1.25	1.80	1.55	23.50
AB	0.00	0.00	0.00	23.20

- **Propulsión estribor**

Tabla N°2.2 Holguras antes del desmontaje del eje estribor

ANTES

POSICION	1 Pp.	1 Pr.	2	3(*)
BR	0.90	0.25	0.90	24.30
ER	0.15	0.90	0.40	23.50
AR	1.10	1.60	1.50	20.50
AB	0.00	0.00	0.00	29.00

### 2.2.2. Planilla de Verificación de Alineamiento con Bocinas Mixtas en Codaste y Arbotante del Sistema de Propulsión

El detalle de las ubicaciones de las mediciones de las siguientes tablas puede verse en los anexos del presente informe (ver anexos 6).

(\*\*) Después de desmontar el eje, se tomo como referencia los alojamientos de arbotante, codaste y prensa estopa.



(1) Se verifico el alineamiento de toda la línea con cordel, centrado entre la cara de popa del arbotante y el cople de la caja.

(2) Se verifico el alineamiento del arbotante con cordel, centrado entre la cara de popa del tubo codaste y el cople de la caja.

- **Propulsión babor**

Tabla N°2.3 Verificación de alineamiento del eje babor (1)

VERIFICACION (1)

POSICION	1 Pp.(**)	1 Pr.(**)	2(**)	3(**)
BR	154.4	155.4	154.8	150.7
ER	154.4	154.4	153.8	148.7
AR	154.4	157.0	157.0	148.7
AB	154.4	153.0	151.9	150.7

**Observaciones:**

Se observa que el codaste y el arbotante se encuentran desalineados.

Tabla N°2.4 Verificación de alineamiento del eje babor (2)

VERIFICACION (2)

POSICION	1 Pp.(**)	1 Pr.(**)	2(**)	3(**)
BR	153.9	155.0	154.6	149.7
ER	155.3	155.0	154.6	149.7
AR	148.2	151.3	154.6	149.7
AB	161.3	159.0	154.6	149.7

**Observaciones:**

Se observa que el codaste y el cople de la caja se encuentran alineados, el arbotante presenta desfase con respecto a la línea de propulsión.

- **Propulsión estribor**

Tabla N°2.5 Verificación de alineamiento del eje estribor (1)

**VERIFICACION (1)**

POSICION	1 Pp.(**)	1 Pr.(**)	2(**)	3(**)
BR	152.9	151.4	152.7	149.3
ER	152.9	154.3	155.4	151.4
AR	153.0	155.4	156.8	149.9
AB	153.0	151	151.1	151.0

**Observaciones:**

Se observa que el codaste y el arbotante se encuentran desalineados.

Tabla N°2.6 Verificación de alineamiento del eje estribor (2)

**VERIFICACION (2)**

POSICION	1 Pp.(**)	1 Pr.(**)	2(**)	3(**)
BR	157.0	154.5	154.0	149.3
ER	149.1	151.0	154.0	150.5
AR	146.3	149.2	154.0	149.8
AB	160.0	156.4	153.9	152.0

**Observaciones:**

Se observa que el codaste y el cople de la caja se encuentran alineados, el arbotante presenta desfase con respecto a la línea de propulsión.

### 2.3. PROCEDIMIENTO DE REPARACION

Luego de realizar el desmontaje del sistema de propulsión y analizar los resultados de las calibraciones y holguras obtenidas, se realizó la siguiente propuesta para la reparación del sistema de propulsión:

“Si Cambiáramos los ejes propulsores, bocinas mixtas de codaste y arbotante, corrigiendo el desalineamiento de los arbotantes y realizando el montaje del sistema de propulsión, se obtendrá la holgura necesaria en los descansos de los ejes propulsores (codaste y arbotante), para garantizar el correcto funcionamiento del sistema de propulsión del buque durante su operación”

- Se calculara y dimensionara con la norma “ABS RULES FOR BUILDING AND CLASSING STEEL VESSELS UNDER 90 METERS (295 FEET) IN LENGTH, 2012”, los nuevos ejes de acero AISI 1045 con luchaderos de bronce SAE 62 de 10 ¼”, teniendo en consideración la disposición de los ejes existentes.
- Teniendo en consideración el cálculo y dimensionamiento de los nuevos ejes propulsores, de acuerdo a lo indicado en el punto anterior, se elaborara el plano de maquinado para la fabricación de los ejes en una maestranza externa (ver planos 2).
- El proveedor de los ejes de acero AISI 1045 para la fabricación de los ejes propulsores deberá presentara al astillero el certificado de calidad de estos, con la finalidad que estos puedan ser aceptados y adquiridos por el astillero.

- Una vez adquiridos los ejes de acero AISI 1045, estos serán enviados a la maestranza externa contratada para realizar los trabajos de fabricación de los nuevos ejes propulsores, además se enviara el plano de maquinado y los ejes existentes como muestra.
- Debido a que los demás componentes del sistema de propulsión serán recuperados, también serán enviados a la maestranza donde se realiza la fabricación de los nuevos ejes propulsores los coples, tuercas, chavetas y hélices, con la finalidad de poder verificar durante el proceso de maquinado de los conos y canales chaveteros donde asienta el cople y la hélice así como realizar el asentado de de estos una vez concluya el maquinado.
- Se considerara el asentado de los conos y canales chaveteros del cople y la hélice como aceptados, siempre y cuando la marca sea superior al 80% de la superficie de asentado.
- La supervisión de los trabajos realizados en la maestranza externa estará a cargo del supervisor del proyecto, este realizara 3 visitas semanales programadas y coordinadas con la maestranza pudiendo estar acompañado por el jefe de proyecto o representante del armador si este lo requiriera. Con la finalidad de inspeccionar los trabajos de fabricación de los nuevos ejes propulsores y supervisar el avance de estos.
- Para los luchaderos de los nuevos ejes se requerirá la fabricación de 06 bocinas de bronce centrifugado SAE 62, de acuerdo a lo detallado en los planos (ver planos 2).
- Como media de control de calidad Las bocinas de bronce para los luchaderos de los ejes serán probadas por medio de prueba hidrostática con

una presión no menor a 2 bar (29 psi), en la fundición que los fabrico, con la finalidad de poder ser aceptadas y recepcionadas por el astillero y puedan ser entregadas a la maestranza donde se realizan los trabajos de maquinado de los nuevos ejes.

- Durante la confección de los nuevos ejes propulsores en una maestranza externa, en el astillero se iniciaran los trabajos de desmontaje de bocinas mixtas en codaste y arbotante.
- La configuración existente en el buque presenta las bocinas mixtas embocinadas con una segunda bocina de bronce, lo que permitirá la instalación de la bocina de mayor diámetro (10 ¼") sin necesidad de realizar el barrenado de la cavidad del tubo codaste, ya que se maquinara la nueva bocina mixta a la medida obtenida en el codaste luego del desmontaje de la segunda bocina de bronce existente.
- Para desmontar las bocinas mixtas se procederá a quemar el jebe y una vez concluido este proceso se procederá a cortar la bocina de bronce con soldadura, para luego ser extraída del codaste y arbotante.
- Una vez extraídas las bocinas mixtas se procederá de la misma manera con la segunda bocina de bronce existente en el codaste y arbotante.
- Se cambiaran las bocinas mixtas de jebe y bronce de 10" existentes instalando nuevas bocinas mixtas de 10 ¼".
- Se cortaran los arbotantes y se realinearán en vacío, utilizando el método de alineamiento con cordel.
- Una vez alineados los arbotantes, se procederá a realizar el montaje del sistema de propulsión, este procedimiento se realizara con los nuevos ejes

montados en la línea de propulsión incluyendo las hélices, se verificarán las holguras de estos y se soldarán los arbotantes aplicando un procedimiento de soldadura que permita obtener holguras admisibles aplicables al sistema una vez finalizado el proceso de soldeo.

- Se realizará una prueba de mar de tres horas para verificar el funcionamiento del sistema de propulsión y se realizará la entrega al armador.
- Una vez determinado el procedimiento a emplear en la reparación del sistema de propulsión, se elaboró el cronograma para llevarla a cabo, este considera un plazo de 60 días para concluir los trabajos (ver anexos 8).

## **CAPITULO III**

### **DISEÑO DEL SISTEMA DE PROPULSIÓN**

#### **3.1. SELECCIÓN DE MATERIALES**

Los materiales que fueron seleccionados para este proyecto son los siguientes:

- **Ejes propulsores:**

El material seleccionado para la fabricación de los ejes propulsores fue el eje de acero AISI 1045 de 10” de diámetro x 9000 mm de longitud.

- **Luchaderos:**

El material seleccionado para la fabricación de los luchaderos de los ejes propulsores fue el bronce centrifugado SAE 62 de 270 mm de diámetro, su longitud será determinada según sea requerida por el luchadero.

- **Descansos:**

El material seleccionado para el cambio de los descansos del eje propulsor fueron las bocinas mixtas de jebe y bronce para eje de 10 ¼” de diámetro, su longitud será determinada según sea requerida por el codaste y el arbotante según sea el caso.

### **3.2. CALCULO Y DIMENSIONAMIENTO**

El cálculo del dimensionamiento de los nuevos ejes propulsores se encuentra detallado en la hoja de cálculo del sistema de propulsión adjunta en los anexos del presente informe (ver anexos 2).

Con la información obtenida se elaboro el plano de los nuevos ejes propulsores, este se adjunta en el presente trabajo (ver planos 2).



## **CAPITULO IV**

### **FABRICACIÓN DE EJES PROPULSORES**

A continuación se detallaran las diferentes etapas del proceso de fabricación de los ejes propulsores.

#### **4.1. MAQUINADOS Y FUNDICIONES**

Se requirió el maquinado de dos ejes según detalle en plano adjunto en el presente informe (ver planos 2).

Se requirió la fundición de 6 camisas de bronce centrifugado para los luchaderos de los ejes propulsores según detalle en plano adjunto en el presente informe (ver planos 2).



Figura 2.10 Maquinado de eje propulsor



Figura 2.11 Ejes propulsores maquinados

#### **4.2. MONTAJE DE LUCHADEROS, ASENTADO DE CONOS Y CANALES CHAVETEROS**

El montaje de los luchaderos se realizo en la maestranza donde se maquinaron los ejes propulsores, previo a este montaje se realizo una prueba hidrostática a las camisas de bronce para verificar su estanqueidad.

La prueba hidrostática realizada a las bocinas mixtas de los ejes propulsores se encuentra en los anexos del presente trabajo (ver anexos 3).

Se asentaron los canales chaveteros y conos del cople hacia la caja y de la hélice, teniendo como resultado una marca de un 80% de la superficie de asentado.

El protocolo de asentado de los conos de los ejes propulsores emitido por la maestranza se encuentra en los anexos del presente trabajo (ver anexos 4).



Figura 2.12 Asentado del cono del cople de eje propulsor



Figura 2.13 Asentado del cono de la hélice en eje propulsor

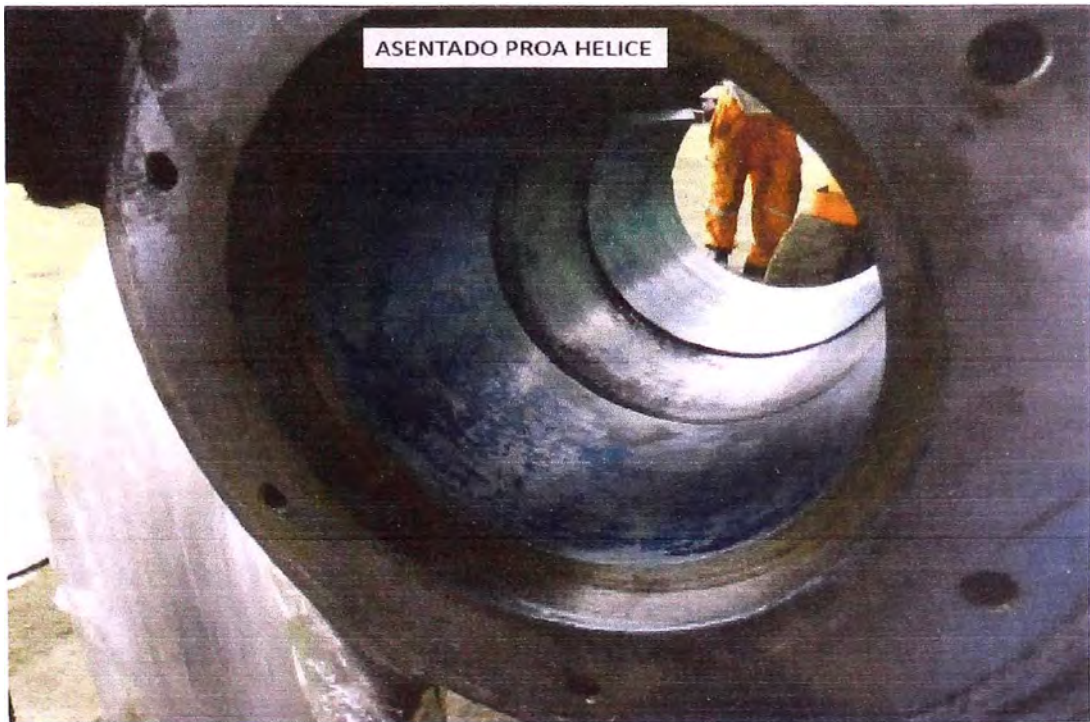


Figura 2.14 Marca del asentado de la hélice cara proa

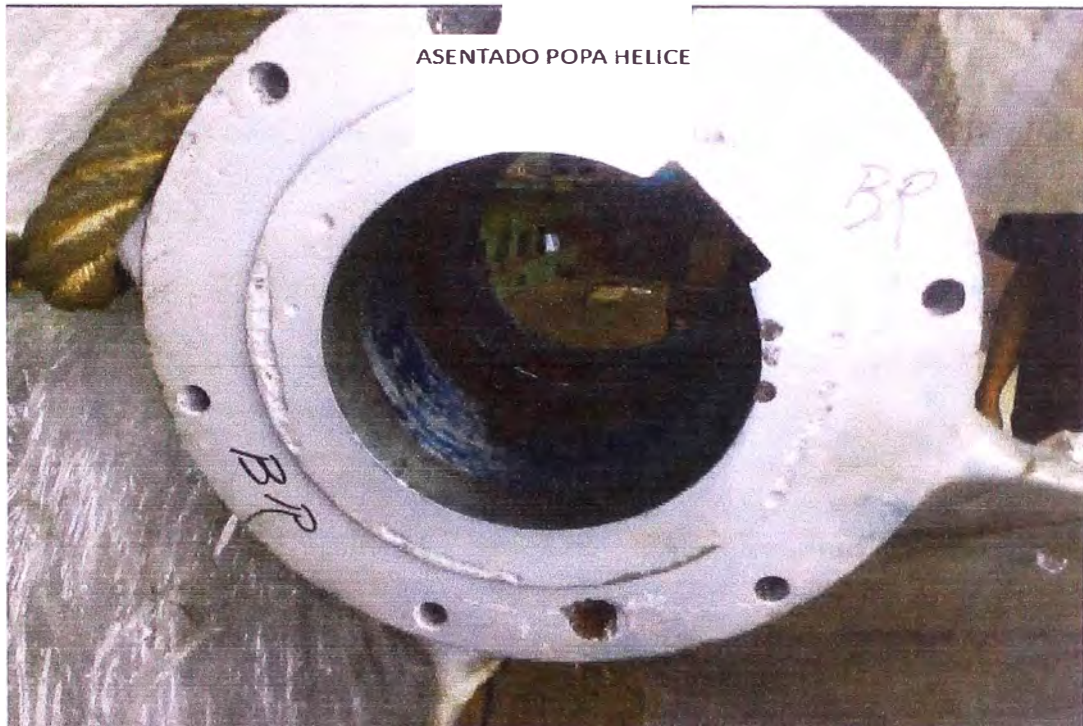


Figura 2.15 Marca del asentado de la hélice cara popa



Figura 2.16 Cople del eje propulsor

### **4.3. ACABADOS DE MAQUINADO**

Una vez concluido el montaje de bocinas de bronce de los luchaderos y los asentados de los conos y canales chaveteros del eje propulsor, se procedió a subir los ejes al torno, para darle las medidas finales según se indico en el plano de maquinado del sistema de propulsión adjuntado en el presente informe (ver planos 2).

## **CAPITULO V**

### **MONTAJE DEL SISTEMA DE PROPULSION**

Luego de realizar el desmontaje del sistema de propulsión y haber realizado la evaluación y análisis de resultados y determinar el procedimiento de reparación del sistema de propulsión, se procedió con la fabricación de los nuevos ejes propulsores en una maestranza externa, de la misma manera con el mantenimiento de rutina de las hélices, paralelo a estas actividades en el astillero se iniciaron los trabajos correspondientes a la corrección del alineamiento de las líneas de propulsión de babor y estribor, ya que los nuevos ejes serán necesarios para realizar el proceso de montaje y alineamiento de la nueva línea de propulsión (conjunto ejes y descansos en codaste y arbotante), para tal fin se procedió con el desmontaje de las bocinas mixtas de jebe y bronce del codaste y arbotante, para luego cortar los arbotantes, lo que permitirá realinear la línea de propulsión una vez concluido el proceso de montaje y soldeo de los arbotantes utilizando los nuevos ejes propulsores, además se realizara el maquinado y montaje de las nuevas bocinas mixtas de 10 ¼” en la maestranza del astillero.

### **5.1. CORREGIR ALINEAMIENTO DE ARBOTANTES**

Se corto los arbotantes y se realinearon con los ejes propulsores montados, se verifico el alineamiento de los arbotantes arriostrados antes del montaje de los ejes y las holguras luego de montarse los ejes.

### **5.2. PROCESO DE SOLDEO DE ARBOTANTES**

El procedimiento de soldeo de los arbotantes se encuentra adjunto en los anexos del presente informe (ver anexos 5).

Se verificaron las holguras luego del proceso de soldeo de los arbotantes, ver planilla de luces en los anexos del presente informe (ver anexos 6).



## **CAPITULO VI**

### **PRUEBAS Y ENTREGA**

#### **6.1. PRUEBAS DE MAR**

Se realizo una prueba de mar de tres horas según lo dispuesto en el procedimiento de reparación del capítulo 2 del presente trabajo, teniéndose resultados satisfactorios en el desempeño de la operación del sistema de propulsión.

El modelo del protocolo de pruebas y entrega empleado en este proyecto se adjunta en los anexos del presente trabajo (ver anexos 9).

**Comentarios previos a las conclusiones:**

Habiendo completado los objetivos específicos del presente informe, los cuales se detallan a continuación:

**1. Desmontaje y Evaluación del Sistema de Propulsión:**

Se determino y elaboro el procedimiento de reparación para el sistema de propulsión, detallado en el punto 2.3 del presente informe.

**2. Diseño del Sistema de Propulsión:**

Se determinaron los materiales y dimensiones a utilizar y con esta información se elaboro el plano de los nuevos ejes propulsores y fundición de camisas de bronce para luchaderos, ver planos 2.

**3. Fabricación de Ejes Propulsores:**

Se fabricaron los nuevos ejes propulsores, se documento los procesos de procesos de maquinado, fundición, embocinado y asentado de los conos y canales chaveteros de los ejes con la hélice, cople y sus respectivas chavetas.

**4. Montaje del Sistema de Propulsión:**

Se elaboro la planilla de luces del sistema de propulsión después del proceso de soldeo de los arbotantes, obteniendo holguras admisibles dentro de las tolerancias aplicadas para este sistema de propulsión, ver anexos 6.

**5. Pruebas y Entrega:**

Se realizo la prueba de navegación correspondiente al sistema de propulsión, para realizar la entrega al armador. El modelo del protocolo de pruebas empleado se adjunta en los anexos del presente informe, ver anexos 9.

## CONCLUSIONES

Luego de haber realizado la reparación del sistema de propulsión presentado en el presente informe se concluye lo siguiente:

1. Es posible realizar la corrección del alineamiento de las líneas de ejes del sistema de propulsión sin tener que mover el motor y caja, para realinear el sistema.
2. Se concluye que en una reparación anterior del sistema de propulsión se redujo el diámetro de los luchaderos de los ejes propulsores. Debido a que es posible realizar el cambio de los ejes propulsores y las bocinas mixtas de 10" existente por nuevos ejes con la misma configuración en acero AISI 1045 con luchaderos de bronce SAE 62 de 10 ¼" y nuevas bocinas mixtas de jebe y bronce de 10 ¼" en el codaste y arbotante, debido a que la configuración del sistema de propulsión en el codaste y arbotante presenta una segunda bocina de bronce.
3. Cortando los arbotantes para corregir el alineamiento de las líneas de ejes del sistema de propulsión, realizando el montaje de los ejes propulsores y las hélices durante el proceso de soldeo de estos, es posible obtener holguras

admisibles en los descansos del codaste y arbotante, aplicables al sistema de propulsión presentado en este informe.

4. El montaje de los ejes propulsores y hélice facilita la verificación del alineamiento de la línea de ejes durante el proceso de soldeo de los componentes fijos del sistema de propulsión, como son los arbotantes o los tubos de codaste.
5. Es necesario evitar configuraciones de materiales de acero al carbono con acero inoxidable, como la presentada en el eje propulsor de babor, este estaba conformado por un eje de acero al carbono con luchaderos de acero inoxidable, con descansos lubricados por agua de mar. Debido a que se presentarían problemas de corrosión provocados por la diferencia de electronegatividad de los materiales presentes en estos ejes, como se ha podido observar en el punto 2.1 del presente informe. Se recomienda preferentemente utilizar configuraciones de ejes de acero AISI 1045 con luchaderos de bronce SA 62 y revestimiento de fibra de vidrio, con juntas estancas en los extremos de los luchaderos, para proteger el eje del contacto con el agua de mar.
6. Es necesario realizar en los nuevos ejes un sistema de protección eficaz contra la penetración de agua de mar en el asiento del núcleo de las hélices, debido a que los nuevos ejes serán de acero al carbono AISI 1045, el cual es un material no resistente a la corrosión como lo es el acero inoxidable.

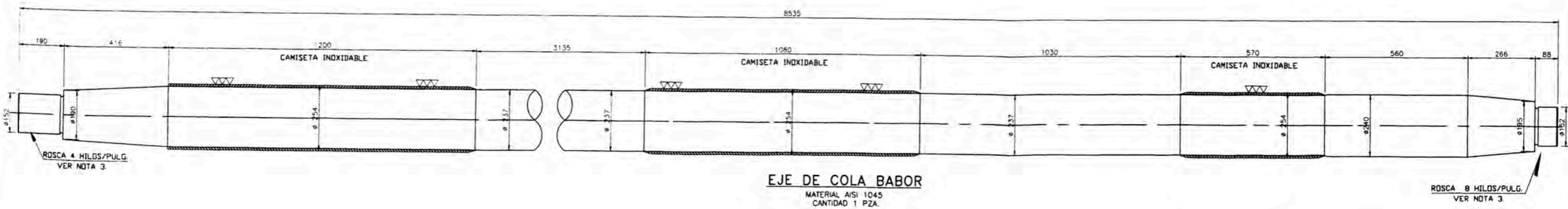
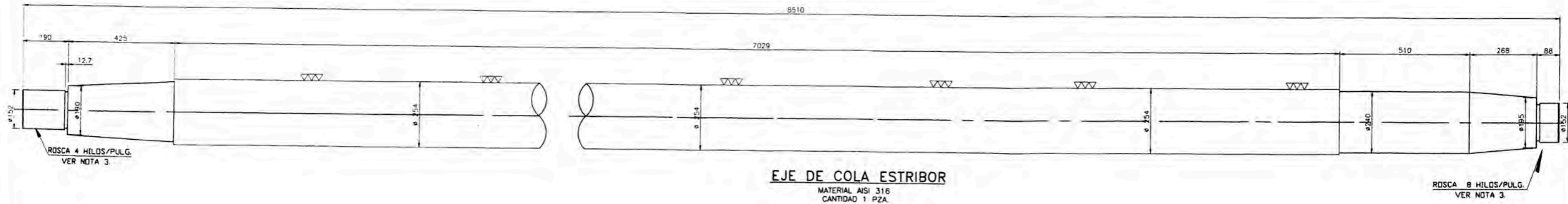
## **BIBLIOGRAFIA**

American Bureau of Shipping, RULES FOR BUILDING AND CLASSING STEEL VESSELS UNDER 90 METERS (295 FEET) IN LENGTH, Estados Unidos, 2012.

Caterpillar Inc., Marine Engines Application and Installation Guide, Estados Unidos, 2000.

## **PLANOS**

1. Plano de ejes existentes.
2. Plano de ejes nuevos

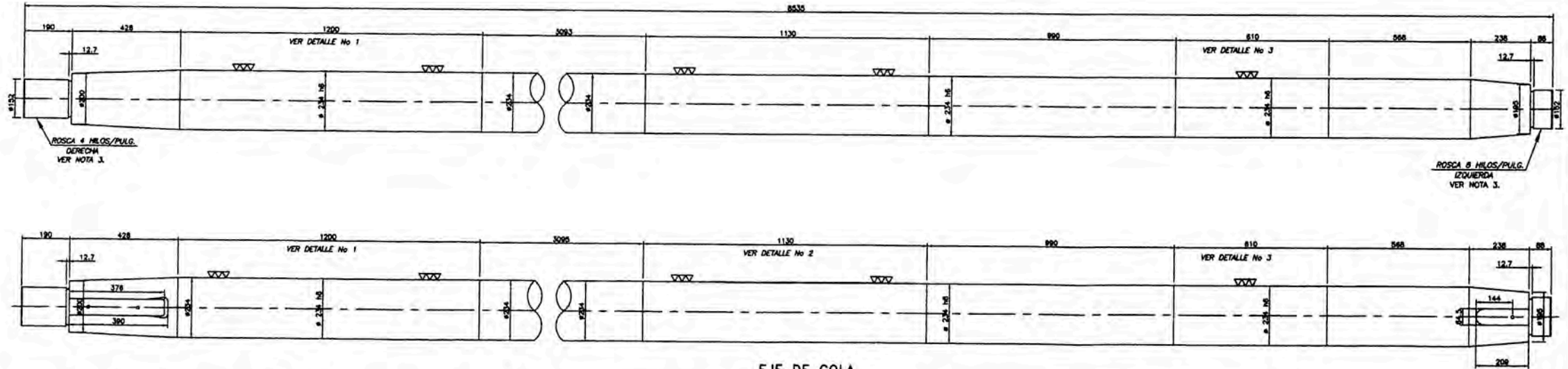


**CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES**

ESLORA TOTAL	_____	52.426 M.
MANÇA	_____	12.192 M.
PUNTAL	_____	5.182 M.

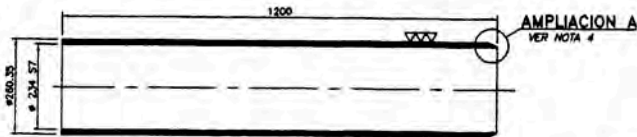
 <b>Construcciones A. Maggiolo S.A.</b>	<b>CONSTRUCCIONES A. MAGGIOLO S. A.</b> AV. JORGE CHAVEZ 148-CHUCUITO-CALLAO WEB: WWW.MAGGIOLO.COM.PE TEL: 429-6633/37			
	DESCRIPCION: <p style="text-align: center;"><b>R/M GULF SUPPLIER</b> <b>EJE DE PROPULSION</b></p>			
DISEÑADO: OFICINA DE INGENIERIA	ARMADOR: <p style="text-align: center;"><b>IMI DEL PERU S.A.C</b></p>			FECHA: MARZO 2012
DIBUJADO: G. GARCIA C.				
REVISADO: Z.S.R.	ESCALA: 1:10	PLANO N°: CAMSA2012-GULFSUPPLIER-D02	HOJA: 01	REV.: 0
APROBADO: L.A.E.R.	ESTE PLANO ES PROPIEDAD INTELLECTUAL DE CONSTRUCCIONES A. MAGGIOLO S. A. PROHIBIDA SU REPRODUCCION SIN PREVIA AUTORIZACION			

REVISION				
SMB.	DESCRIPCION	FECHA	REVISADO	APROBADO
A	1. Se cambio el diametro exterior de las bocinas de bronce a 10 1/4" (260,35 mm) 2. Se acorto la medida de la bocina de bronce del arbotante para hacer el sello estanco	22/03/12	---	---
B	1. Se modifico diametro de eje de zona de cople (coja), de acuerdo a informacion alcanzada en obra. 2. Se modifico diam. interior de bocinas de bronce centro y proa, de acuerdo a informacion alcanzada en obra.	30/03/12	---	---
C	1. Se actualizo el plano de acuerdo a la informacion tomada en obra, suministrada por Industrias Marmor E.I.R.L.	30/03/12	---	---

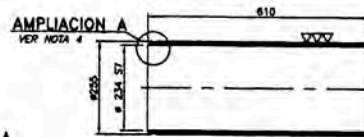


**EJE DE COLA**

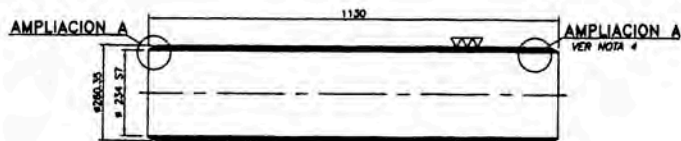
MATERIAL AISI 1045  
CANTIDAD 1 PZA.  
ESCALA = 1:10



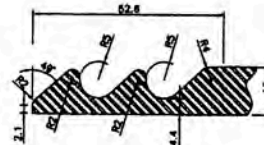
① BOCINA EJE DE COLA POPA  
MATERIAL BRONCE GUN METAL  
CANTIDAD 1 PZA.  
ESCALA = 1:10



③ BOCINA EJE DE COLA PROA  
MATERIAL BRONCE GUN METAL  
CANTIDAD 1 PZA.  
ESCALA = 1:10



② BOCINA EJE DE COLA CENTRO  
MATERIAL BRONCE GUN METAL  
CANTIDAD 1 PZA.  
ESCALA = 1:10



AMPLIACION A  
ESCALA = 1:1  
(VER NOTA 4)

**NOTAS:**

- 1.-LAS MEDIDAS DEL CONO DE LA HELICE Y LA CAJA SON REFERENCIALES, VERIFICAR LAS MEDIDAS CON LA HELICE Y EL COPLÉ DE LA CAJA EXISTENTES.
- 2.-LAS MEDIDAS DEL ALOJAMIENTO DE LA CHAVETA PARA LA HELICE Y COPLÉ DE LA CAJA SON REFERENCIALES VERIFICAR CON LAS CHAVETAS EXISTENTES.
- 3.-EL TIPO Y SENTIDO DE LAS ROSCAS DE LOS CONOS SERA EL MISMO QUE EL EJE EXISTENTE PARA USAR LA FUERZA DE LA HELICE EXISTENTE Y EL SEGURO DEL COPLÉ.
- 4.-LOS EXTREMOS DE LUCHADEROS SE CONSTRUIRAN DE ACUERDO AL DETALLE "A" O AL STANDARD SIMILAR DEL FABRICANTE.
- 5.-UNIDADES EN mm.

DESCRIPCION:		EJE DE PROPULSION-PROPUESTA A		
DISCROADO:	OFICINA DE INGENIERIA			
DIBUJADO:				
REVISADO:		ARMADOR:		
APROBADO:				
FECHA:	ESCALA:	PLANO N°:	HQA:	REV.:
MARZO 2012	1:10		01/03	C



## **ANEXOS**

1. Informe END.
2. Calculo de ejes.
3. Prueba hidrostática de las bocinas de bronce para los luchaderos.
4. Protocolo del asentado de conos y canales chaveteros de los ejes propulsores.
5. Procedimiento de soldadura de arbotantes.
6. Planilla de luces antes, verificación y después del proceso de soldeo de arbotantes.
7. Cronograma de desmontaje y evaluación del sistema de propulsión.
8. Cronograma de reparación del sistema de propulsión.
9. Protocolo de pruebas y entrega del sistema de propulsión.
10. Certificado de los ejes.
11. Glosario.

ANEXOS 1: Informe END.



Lima, 06 de Febrero del 2012.  
AD/CJ-0035-12.

Señores  
**CONSTRUCCIONES A. MAGGIOLO S.A**  
Pte.

*Att.: Ing. Paul Becerra  
Supervisor*

**REF.: INFORME TECNICO DE INSPECCION POR ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS, EN EJE DE PROPULSION DE COLA ESTRIBOR, EMBARCACION GULF SUPPLIER**

Estimados Señores:

Apreciaremos encontrar adjunto el Informe Técnico de Inspección por ensayos no destructivos, en eje de propulsión de cola estribor, embarcación GULF SUPPLIER.

En confianza de seguir atendiendoles, quedamos de Ustedes.

Atentamente,

Ing. Alberto Reyna O.  
Senior Vibration Analyst  
ASNT NDT Level III – N° 121763  
CWI – AWS N° 04070861  
CIP N° 34856  
Gerente

Insp. Joshue Cornejo L.  
Vibration Analyst  
SNT-TC-1A Nivel II (UT,MT,PT,VA)  
Div. Insp. y Certificaciones

## INDICE

	Pág.
I. Introducción	03
II. Unidad Inspeccionada	03
III. Normativa Utilizada	04
IV. Alcances de los Servicios	04
V. Personal ADEMINSAC	05
VI. Resumen de Resultados	06
VII. Conclusiones y Recomendaciones	10

## ANEXOS

1. Procedimientos de Inspección	11
2. Certificados de personal.	17

**INFORME TECNICO  
INSPECCION POR ULTRASONIDO EN EJE DE PROPULSION DE  
COLA ESTRIBOR DE LA EMBARCACION GULF SUPPLIER**

**I. INTRODUCCION**

En atención a lo solicitado por la Jefatura de CONSTRUCCIONES MAGGIOLO S.A, el personal de ADEMINSAC, se constituyó durante el día 02 Febrero del 2012 en las instalaciones CONSTRUCCIONES MAGGIOLO S.A, con el propósito de efectuar la inspección mediante ultrasonido haz normal, líquidos penetrantes en eje de propulsión de cola estribor, embarcación GULF SUPPLIER.

El presente servicio estuvo a cargo de personal calificado y certificado ASNT Nivel II según los lineamientos dados por la norma CP-189, para el desarrollo del servicio en campo y bajo la supervisión de un Ingeniero colegiado y certificado ASNT Nivel III – USA.

**II. UNIDAD INSPECCIONADA**

EJE DE PROPULSIÓN	
Material	INOX. AUSTENITICO
Diámetro	10"
Longitud	338"



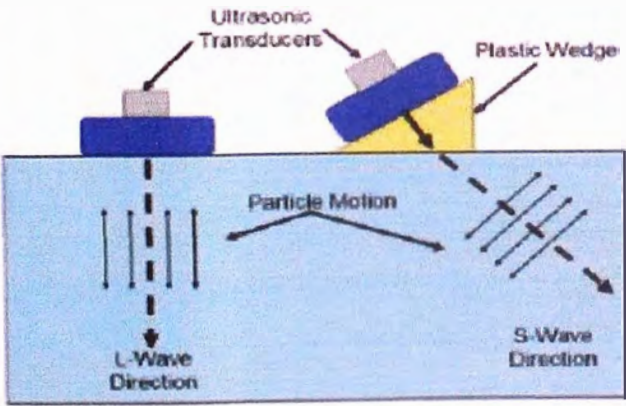
### III. NORMATIVA UTILIZADA

La inspección efectuada en el Eje de Propulsión de Cola Estribor, ha sido ejecutada bajo los Procedimientos de la norma ASME SECCION V.

### IV. ALCANCES DEL SERVICIO

Se efectuaron las siguientes técnicas:

- ❖ Inspección visual.
- ❖ Inspección por Ultrasonido.

ULTRASONIDO	ALCANCE DE LA INSPECCIÓN	NORMAS REFERENCIALES
<p>Mediante ondas mecánicas elásticas transmitidas a través de los materiales, evaluamos estado de condición y espesor de tubos de calderas, láminas de tanques y recipientes a presión, tuberías de conducción de gas, petróleo, químicos, etc. Para la calibración de espesores contamos con equipos de ultrasonido de haz normal que trabajan con sensor dual y el principio Pulso - Eco. También contamos con equipos de ultrasonido de haz angular, para determinar la calidad y estado de soldaduras, piezas de fundición y forja.</p>  <p>The diagram illustrates two types of ultrasonic waves: L-Wave (Longitudinal) and S-Wave (Shear). The L-Wave is shown with vertical arrows pointing up and down, labeled 'L-Wave Direction'. The S-Wave is shown with diagonal arrows pointing up-right and down-left, labeled 'S-Wave Direction'. A 'Plastic Wedge' is shown on the surface, with an 'Ultrasonic Transducer' on top. 'Particle Motion' is indicated by arrows pointing in the direction of wave propagation.</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.- Todos los procedimientos de inspección serán conformes con las normas referenciales pertinentes y encaminadas a detectar grietas, fisuras, defectos, discontinuidades y discrepancias con las condiciones de diseño y operación de un equipo o parte, evitando así, que un elemento de máquina retome al servicio en condiciones limitantes, lo cual podría motivar una falla intempestiva en operación.</li> <li>2.- Se entregará informe técnico con conclusiones y recomendaciones por cada parte evaluada, así como archivo fotográfico digital de los puntos inspeccionados (foto digital). Para partes o equipos críticos se entregará el cálculo de la vida útil remanente del material y el espesor mínimo permisible de operación.</li> <li>3.- El servicio será preparado (procedimientos), revisado y efectuado por personal profesional calificado y certificado ASNT level III, Level II y Level I respectivamente.</li> <li>4.- El Contratante informará oportunamente la disponibilidad de los equipos (paradas de equipos programadas), para realizar las inspecciones.</li> <li>5.- El Contratante proporcionará los elementos necesarios para realizar trabajos en altura o en áreas confinadas.</li> <li>6.- El grupo de inspección contará con el equipo necesario en planta para efectuar su labor (Equipos de ultrasonido haz normal, haz angular y Elementos de Protección).</li> </ol>	<p>Ensayos No Destructivos: ASME Sección V. Medición de Espesores: ASTM E2375 y ASTM E112</p>





## V. PERSONAL ADEMINSAC

Las inspecciones fueron ejecutadas por personal de ADEMINSAC calificado y certificado. Este trabajo fue desarrollado por inspectores especialistas con su respectiva documentación de seguridad industrial y certificados de calificación para el trabajo de acuerdo a la Práctica Escrita de la SNT – TC – 1A (ASNT) de la Empresa ADEMINSAC.

## VI. RESUMEN DE RESULTADOS

### 4.1. Reporte de Inspección

HOJA DE INSPECCIÓN – INSPECCION VISUAL			
EMPRESA/ CLIENTE:	CONSTRUCCIONES MAGGIOLO S.A	UBICACIÓN DE LA EMPRESA	OQUENDO-CALLAO
UBICACIÓN DE UNIDADES	OQUENDO-CALLAO	INSPECCION REALIZADA	INSPECCION VISUAL
UNIDAD INSPECCIONADA	EMBARCACION GULF SUPPLIER	INSPECCIONADO POR	ADEMINSAC
ELEMENTO INSPECCIONADO	EJE DE PROPULSION	INSPECTOR CERTIFICADO	ING. FRANCO CORREA
AREAS INSPECCIONADAS	100% DEL AREA ACCESIBLE DE LA UNIDAD INSPECCIONADA		
PROCEDIMIENTO A SEGUIR	EL INDICADO EN EL PROCEDIMIENTO DE INSPECCION VISUAL		
REQUERIMIENTO DE CALIDAD	ASME SECCION V		
RESULTADO DE LA INSPECCION			
¿LA UNIDAD INSPECCIONADA PRESENTA?		OBSERVACION	
OBSERVACIONES DE	SI	NO	
GRIETAS		X	
FISURAS		X	
DEFORMACIONES		X	
PITTS/CORROSION	X		Debido al ataque por cloruro, deficiencia en el tratamiento del material.
POROSIDAD		X	
DISCONTINUIDAD EN SOLD.		X	
DESCRIPCION DE LA INSPECCION VISUAL			
 <p style="text-align: center;">Imagen 1</p>		 <p style="text-align: center;">Imagen 2</p>	
COMENTARIOS DE LA INSPECCION:			
En la imagen 1 se muestra picadura debido al ataque por cloruro, esto se encuentra ubicado al lado de acople.			



**HOJA DE INSPECCIÓN - ULTRASONIDO HAZ NORMAL**

EMPRESA/ CLIENTE:	CONSTRUCCIONES MAGGIOLO S.A	UBICACIÓN DE LA EMPRESA	OQUENDO-CALLAO
UBICACIÓN DE UNIDADES	OQUENDO-CALLAO	INSPECCION REALIZADA	ULTRASONIDO HAZ NORMAL
UNIDAD INSPECCIONADA	EMBARCACION GULF SUPPLIER	INSPECCIONADO POR	ADEMINSAC
ELEMENTO INSPECCIONADO	EJE DE PROPULSION	INSPECTOR CERTIFICADO	ING. FRANCO CORREA
AREAS INSPECCIONADAS	100% DEL AREA ACCESIBLE DE LA UNIDAD INSPECCIONADA		
PROCEDIMIENTO A SEGUIR	EL INDICADO EN EL PROCEDIMIENTO DE INSPECCION DE UT		
REQUERIMIENTO DE CALIDAD	ASTM - E 165 anexo A1 , DIN 8524- parte 1 - ASTM-E433-71 - ASTM G46 – – ASTM – 275A/A 275M – ASTM		

**RESULTADO DE LA INSPECCION**

¿LA UNIDAD INSPECCIONADA PRESENTA?			OBSERVACION
OBSERVACIONES DE	SI	NO	
GRIETAS		X	
FISURAS		X	
DEFORMACIONES		X	
PITTS/CORROSION		X	
POROSIDAD		X	
DISCONTINUIDAD EN SOLD.		X	

**DESCRIPCION DE LA INSPECCION MEDIANTE ULTRASONIDO HAZ NORMAL**



Imagen 1



Imagen 2

**COMENTARIOS DE LA INSPECCION:**

No se detectan discontinuidades relevantes. En la imagen 1 se muestra la aplicación de haz de Ultrasonido desde su superficie de contacto a la longitud del eje. En la imagen 2 se muestra la longitud de 4.5m de inspección.

### HOJA DE INSPECCIÓN - ULTRASONIDO HAZ NORMAL

EMPRESA/ CLIENTE:	CONSTRUCCIONES MAGGIOLO S.A	UBICACIÓN DE LA EMPRESA	OQUENDO-CALLAO
UBICACIÓN DE UNIDADES	OQUENDO-CALLAO	INSPECCION REALIZADA	ULTRASONIDO HAZ NORMAL
UNIDAD INSPECCIONADA	EMBARCACION GULF SUPPLIER	INSPECCIONADO POR	ADEMINSAC
ELEMENTO INSPECCIONADO	EJE DE PROPULSION	INSPECTOR CERTIFICADO	ING. FRANCO CORREA
AREAS INSPECCIONADAS	100% DEL AREA ACCESIBLE DE LA UNIDAD INSPECCIONADA		
PROCEDIMIENTO A SEGUIR	EL INDICADO EN EL PROCEDIMIENTO DE INSPECCION DE UT		
REQUERIMIENTO DE CALIDAD	ASTM - E 165 anexo A1 , DIN 8524- parte 1 - ASTM-E433-71 - ASTM G46 – – ASTM – 275A/A 275M – ASTM		

#### RESULTADO DE LA INSPECCION

¿LA UNIDAD INSPECCIONADA PRESENTA?			OBSERVACION
OBSERVACIONES DE	SI	NO	
GRIETAS	<input type="checkbox"/>	X	
FISURAS	<input type="checkbox"/>	X	
DEFORMACIONES	<input type="checkbox"/>	X	
PITTS/CORROSION	<input type="checkbox"/>	X	
POROSIDAD	<input type="checkbox"/>	X	
DISCONTINUIDAD EN SOLD.	<input type="checkbox"/>	X	

#### DESCRIPCION DE LA INSPECCION MEDIANTE ULTRASONIDO HAZ NORMAL



Imagen 1

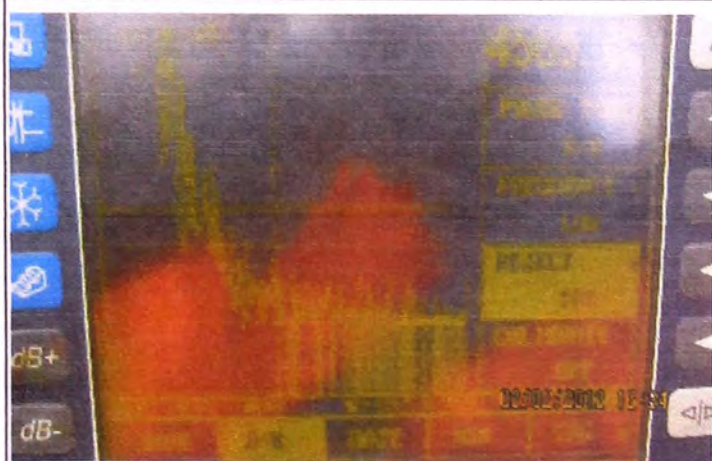


Imagen 2

#### COMENTARIOS DE LA INSPECCION:

No se detectan discontinuidades relevantes. En la imagen 1 se muestra la aplicación de haz de Ultrasonido desde su superficie de contacto a la longitud del eje lado impulsor. En la imagen 2 se muestra la longitud de 4.5m de inspección.

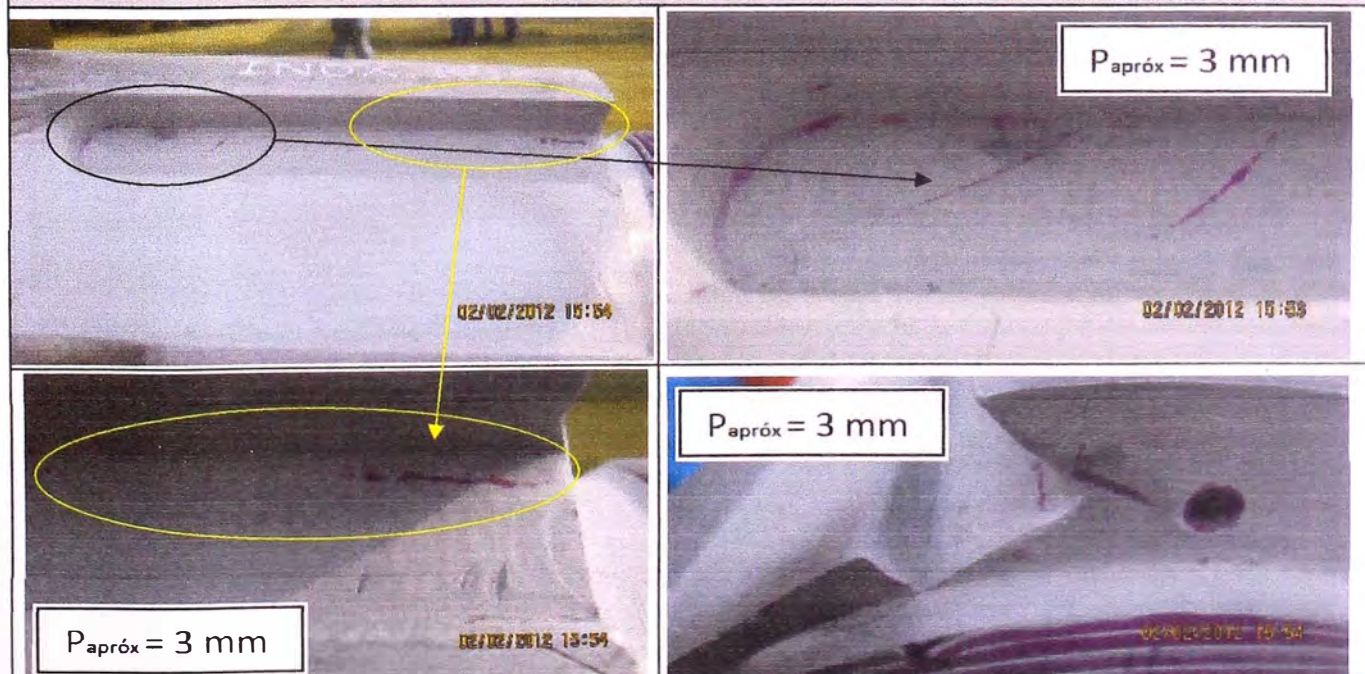
**HOJA DE INSPECCIÓN – LIQUIDOS PENETRANTES**

EMPRESA/ CLIENTE:	CONSTRUCCIONES MAGGIOLO S.A	UBICACIÓN DE LA EMPRESA	OQUENDO-CALLAO
UBICACIÓN DE UNIDADES	OQUENDO-CALLAO	INSPECCION REALIZADA	LIQUIDOS PENETRANTES
UNIDAD INSPECCIONADA	EMBARCACION GULF SUPPLIER	INSPECCIONADO POR	ADEMINSAC
ELEMENTO INSPECCIONADO	EJE DE PROPULSION	INSPECTOR CERTIFICADO	ING. FRANCO CORREA
AREAS INSPECCIONADAS	100% DEL AREA ACCESIBLE DE LA UNIDAD INSPECCIONADA		
PROCEDIMIENTO A SEGUIR	EL INDICADO EN EL PROCEDIMIENTO DE INSPECCION DE PT		
REQUERIMIENTO DE CALIDAD	ASME SECCION V		

**RESULTADO DE LA INSPECCION**

¿LA UNIDAD INSPECCIONADA PRESENTA?			OBSERVACION
OBSERVACIONES DE	SI	NO	
GRIETAS		X	
FISURAS	X		
DEFORMACIONES		X	
PITTS/CORROSION		X	
POROSIDAD		X	
DISCONTINUIDAD EN SOLD.		X	

**DESCRIPCION DE LA INSPECCION MEDIANTE LIQUIDOS PENETRANTES**



**COMENTARIOS DE LA INSPECCION:**

Se detectaron indicaciones relevantes. Como se puede apreciar en las fotos, se encontró indicaciones en el canal chavetero lado acople, debido a su importancia en la transmisión del torque, lo calificaremos como **NO ACEPTABLE**.

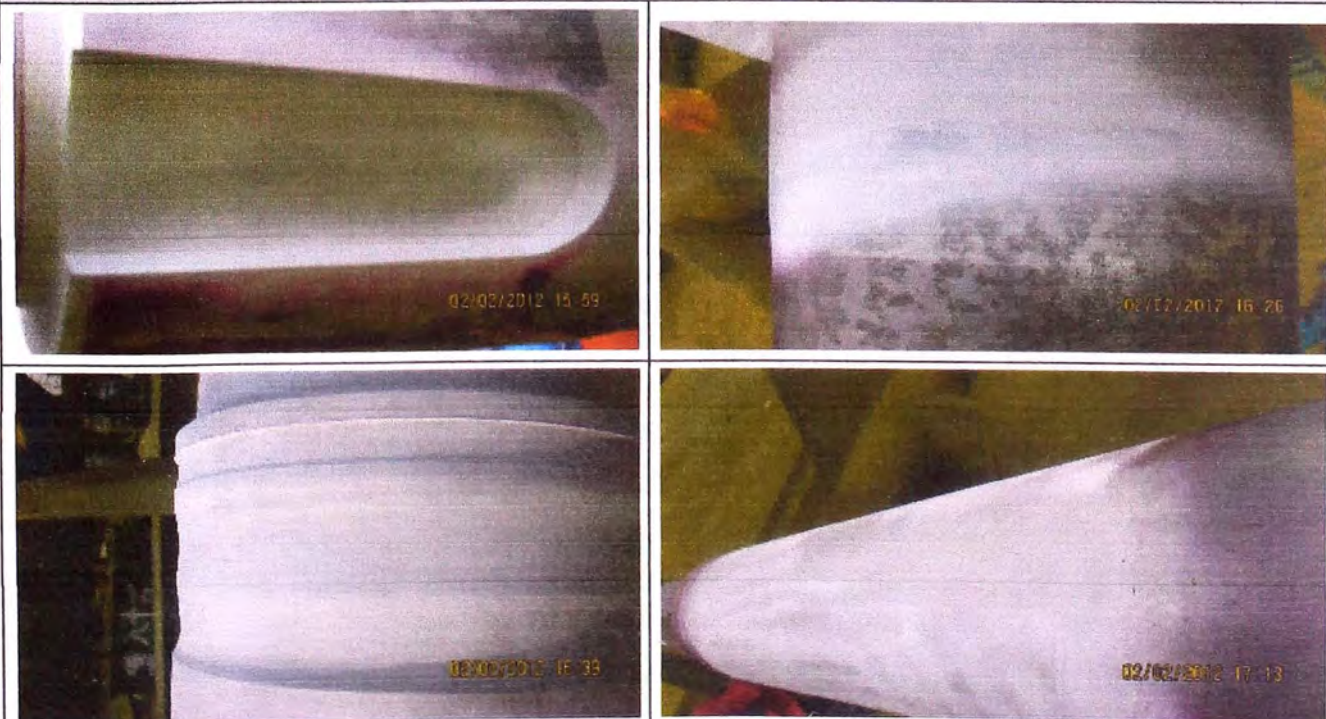
**HOJA DE INSPECCIÓN – LIQUIDOS PENETRANTES**

EMPRESA/ CLIENTE:	CONSTRUCCIONES MAGGIOLO S.A	UBICACIÓN DE LA EMPRESA	OQUENDO-CALLAO
UBICACIÓN DE UNIDADES	OQUENDO-CALLAO	INSPECCION REALIZADA	LIQUIDOS PENETRANTES
UNIDAD INSPECCIONADA	EMBARCACION GULF SUPPLIER	INSPECCIONADO POR	ADEMINSAC
ELEMENTO INSPECCIONADO	EJE DE PROPULSION	INSPECTOR CERTIFICADO	ING. FRANCO CORREA
AREAS INSPECCIONADAS	100% DEL AREA ACCESIBLE DE LA UNIDAD INSPECCIONADA		
PROCEDIMIENTO A SEGUIR	EL INDICADO EN EL PROCEDIMIENTO DE INSPECCION DE PT		
REQUERIMIENTO DE CALIDAD	ASME SECCION V		

**RESULTADO DE LA INSPECCION**

¿LA UNIDAD INSPECCIONADA PRESENTA?			OBSERVACION
OBSERVACIONES DE	SI	NO	
GRIETAS		X	
FISURAS		X	
DEFORMACIONES		X	
PITTS/CORROSION		X	
POROSIDAD		X	
DISCONTINUIDAD EN SOLD.		X	

**DESCRIPCION DE LA INSPECCION MEDIANTE LIQUIDOS PENETRANTES**



**COMENTARIOS DE LA INSPECCION:**

Como se puede apreciar en las fotos, del resto del eje inspeccionado no se encontraron discontinuidades relevantes

## VII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- La inspección se llevó a cabo según los alineamientos de la norma ASME sección V, y ASTM E-165, ejecutado por personal SNT-TC-1A Nivel I y II.
- De la inspección por ultrasonido en Haz Angular, se inspeccionó con transductor de 70° con la finalidad de conocer el crecimiento del grano, ya que esto nos estaría determinando la fatiga del material; esta inspección logró corroborar la presencia de fatiga en el material y con 45° para determinar las profundidades de las indicaciones
- Se encontraron 4 indicaciones de posibles fisuras, tres (03) en el canal chavetero y una (01) en la cara lateral del eje, todo esto en lado acople; las profundidades encontradas están por el orden de 2 - 3 mm.
- Como el canal chavetero es la zona con mayor concentración de esfuerzos y su reparación es de extremo cuidado, ya que podría alterar la microestructura del material, ***por tal consideramos que el eje quedaría fuera de servicio.***
- De la inspección visual, encontramos picadura debido a la corrosión, esta fue generada por el ataque de cloruro, la cual nos confirma la deficiencia del tratamiento del material. Esta picadura se puede observar cerca al lado acople.

# A: PROCEDIMIENTOS DE INSPECCION



## PROCEDIMIENTO PARA INSPECCION VISUAL (VT)

### 1. Objetivo

Evaluar en forma visual directa el estado de los componentes de acuerdo a los alcances descritos, indicando sus conformidades y desviaciones en base a los criterios de aceptación y rechazo de las normas pertinentes en la superficie.

### 2. Ubicación

El presente procedimiento estará referido a la Inspección de la integridad que se aplicara a eje de propulsión de 10" de diámetro, de la embarcación GULF SUPPLIER.

### 3. Alcance

#### 3.1. Referido al personal:

Solo personal calificado y autorizado END ASNT – TC – 1A, Nivel I podrá ejecutar estas labores.

#### 3.2. Referido al Servicio:

Evaluar los componentes superficiales de los recipientes a presión, considerando Recubrimiento, uniones soldadas, bridas y válvulas.

### 4. Referencias

La presente inspección se basa en los estándares y códigos siguientes:

- ASTM - E 165 anexo A1, en la preparación de la superficie.
- DIN 8524- parte 1 y ASTM-E433-71, en la caracterización de discontinuidades bajo inspección visual directa.
- ASTM G46 Recommended Practice for Examination and Evaluation of Pitting Corrosion.
- API 650, Welded Steel Tanks for Oil Storage.
- ASME B31.4 – 1998, Pipeline Transportantion Systems For Liquid Hydrocarbons and Other Liquids

### 5. Ejecución

#### 5.1. Inspección Visual Directa

##### 5.1.1. Equipo y materiales:

Kit AWS para control de uniones soldadas y evaluación Visual de discontinuidades (Linternas, wincha métrica, lupas y magnificadores).  
Trapo industrial.

- 5.1.2. Limpieza de las superficies:  
Retirar cuerpos extraños e irregularidades superficiales, que interfieren con la inspección, principalmente: óxido, polvo grasa, suciedad, escorias, etc. Usar escobilla metálica manual o mecánica, presión de aire seco opcional y trapo industrial limpio sin hilachas.
- 5.1.3. Bajo luz natural o artificial no menor a 30 candelas - pie y no mayor a 50 candelas - pie se efectuará mediante inspección visual directa en las partes constitutivas del elemento.
- 5.1.4. Se procede a ejecutar las revisiones de los componentes de las tuberías de acuerdo al alcance especificado, indicando en los reportes adjuntos las discontinuidades encontradas.

## 6. Responsables

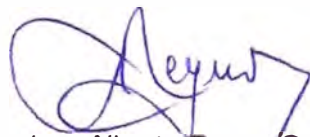
### 6.1. Jefe del Proyecto o Supervisor.

Responsable del cumplimiento pleno de las actividades descritas y requerimientos de Seguridad y Preservación de Medio Ambiente.

### 6.2. Ingeniero Jefe de Inspección

Responsable de la emisión de los reportes y procedimientos en coordinación con el personal END.

Responsable de la ejecución de las actividades descritas en el presente procedimiento.



Ing. Alberto Reyna O.  
Senior Vibration Analyst  
ASNT NDT Level III – N° 121763  
CWI – AWS N° 04070861  
CIP N° 34856  
Gerente



## PROCEDIMIENTO DE INSPECCION POR ULTRASONIDO (UT)

### 1. Objetivo

*Haz normal.*- Para evaluar los espesores de las partes constitutivas de las mismas, la continuidad interna del material, descartando la existencia de discontinuidades de fabricación internos, desgastes por corrosión y picaduras.

*Haz angular.*- Para determinar el estado del eje y así descartar la presencia de discontinuidades originados por el proceso de fabricación.

### 2. Ubicación

El presente procedimiento estará referido a la Inspección por Ultrasonido Haz Normal y Haz Angular en eje de propulsión de la embarcación GULF SUPPLIER, según contrato para inspecciones mediante END.

### 3. Alcance

Referido al personal:

- Solo personal calificado y autorizado END ASNT – TC – 1A, Nivel II podrá ejecutar las labores de inspección Normal.
- Solo personal calificado y autorizado END ASNT – TC – 1A, Nivel II podrá ejecutar las labores de inspección Angular.

Referido al Servicio:

- Evaluar las partes estructurales pertenecientes de los componentes estructurales que conforman a los diferentes equipos.
- La Inspección Ultrasónica Haz Normal, cubre solamente la medición de espesores.

### 4. Referencias

La presente inspección se basa en los estándares y códigos siguientes:

Inspección Ultrasónica Haz Angular:

- ASTM E609, Recommended Practice for Angular Ultrasonic Pulse-Echo Straight Beam Testing by the Contact Method.
- ASTM E 500, Standard Definitions of Terms Relating to Ultrasonic Testing

## 5. Definiciones

- *Grietas:* Rotura y desgarramiento del metal base y/o aporte de magnitud considerable y visible.
- *Fisuras:* Rotura y desgarramiento del metal base y/o aporte, algunas veces imperceptible.
- *Discontinuidad:* No cumplimiento de las variables de diseño para la continuidad operativa de los elementos estructurales.
- *Defectos:* Discontinuidad no permisible.

## 6. Ejecución

### Inspección Ultrasonica Angular

#### Equipo y Herramientas:

- Equipo de Ultrasonido marca Time Group, Modelo TUD 300.
- Sensor Normal de 1MHz, y 45° - 70° de 2.25MHz
- Patrón de calibración V2 de IW.
- Medio acoplante: Gel Ultrason Api-Check.
- Trapo industrial.

#### *Limpieza de las superficies:*

Retirar cuerpos extraños e irregularidades superficiales, que interfieren con la inspección, principalmente: óxido, polvo grasa, suciedad, escorias, etc. Usar trapo industrial limpio sin hilachas.

De acuerdo a los estándares para práctica de Ultrasonido, dado por la Norma ASTM E - 609, se procede de la siguiente manera:

- Calibración en distancias, para un ancho de pantalla de 100 a 200, con un mínimo de dos ecos de fondo, usando el patrón de calibración.
- Ajuste de ganancia de la señal no menor al 80% de la altura de pantalla, mostrándose el 100% de la curva DAC, obtenida.

- Calibración en sensibilidad usando como reflector de referencia el agujero del patrón de calibración tipo DSC y en el cordón de soldadura.
- Barrido ultrasónico en las zonas críticas indicadas, en sentido perpendicular al efecto, alejando y acercando el palpador para encontrar la respuesta correspondiente a la máxima señal, como eco de fondo y/o de discontinuidades no permisibles que pudieran existir.
- El barrido ultrasónico de las discontinuidades a encontrar se efectuará con haz angular por ambos lados del cordón de soldadura en los casos aplicables, para comprobación de las mismas.
- Decibeles de barrido: variable dB.
- Registrar el máximo valor de profundidad en las discontinuidades a encontrar, siendo estas las señales que sobrepasen la curva DAC.

## 7. Responsables

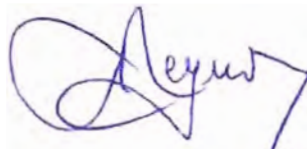
### 7.1. Jefe del Proyecto

Responsable del cumplimiento pleno de las actividades descritas.

### 7.2. Ingeniero Jefe de Inspección

Responsable de la emisión de los reportes y procedimientos en coordinación con el personal END Nivel I.

Responsable de la ejecución de las actividades descritas en el presente procedimiento.



Ing. Alberto Reyna O.  
Senior Vibration Analyst  
ASNT NDT Level III – N° 121763  
CWI – AWS N° 04070861  
CIP N° 34856  
Gerente

## B : Certificado Personal Ademinsac.



**The American Society for Nondestructive Testing, Inc.**

Be it known that

**Alberto F Reyna**

has met the established and published Requirements for Certification by ASNT as

**NDT Level III**

in the following Nondestructive Testing Methods:

<u>Method</u>	<u>Issue Date</u>	<u>Expiration Date</u>
Eddy Current Testing	3/11	3/16
Infrared, Thermal Testing	3/08	3/13
Liquid Penetrant Testing	8/09	8/14
Magnetic Particle Testing	8/09	8/14
Radiographic Testing	3/08	3/13
Ultrasonic Testing	8/09	8/14
Visual Testing	3/07	3/12



**121763**

Certificate Number

*Rich L. Morgan*  
ASNT President

*Robert A. Steele*  
Certification Management Council Chair

This certificate is the property of ASNT, is not official without ASNT's raised gold seal and is subject to revocation prior to the listed expiration date. This certificate should be verified on the ASNT Web site or by contacting the ASNT Technical Services Department.

ANEXOS 2: Calculo de ejes.

**CALCULO DEL SISTEMA DE PROPULSION**

EMBARCACION: GULF SUPPLIER

**AMERICAN BUREAU OF SHIPPING**  
Steel vessels under 90 meters (295 feet) in length 2012

Part 4: Vessel systems and machinery  
Chapter 3: Propulsion and maneuvering machinery  
Section 1: Propulsion shafting  
7 Design and Construction (2012)  
7.1 Shaft Diameters

El menor diámetro del eje de Propulsión es determinado por la siguiente ecuación:

$$D = 100K[(H/R) * c1 / (U + c2)]^{1/3}$$

L (m) =	55	Eslora de Reglamento (96% Lwl – T al 85% D)
---------	----	---

c 1 =	560	La constante cambia según "L"
c 2 =	160	

K = Factor de diseño de ejes (ver: 4-3-1/Table 1, y 4-3-1/Table 2)

K =	1.1	Eje intermedio y empuje con canal chavetero.
K =	1.26	Eje de cola con canal chavetero y enfibrado.

H = Potencia del Motor en KW.

H =	1950	HP → H =	1454.11695	KW
-----	------	----------	------------	----

R =	RPM de los ejes =	225	rpm
-----	-------------------	-----	-----

H/R =	6.462742
-------	----------

U = Mínima resistencia ultima a al tensión para el material en N/mm<sup>2</sup>.

U no sera tomado menor que lo siguiente.

U =	411.879	N/mm <sup>2</sup>	AISI 1020	Eje intermedio
U =	600	N/mm <sup>2</sup>	AISI 1045	Eje de cola enfibrado

c1/(U + c2) =	0.979228123	Eje intermedio
c1/(U + c2) =	0.736842105	Eje de cola enfibrado

D = Diámetro requerido en mm.

D =	211.98	mm	Eje de cola
-----	--------	----	-------------

**Espesor minimos de las camisas según**

s =	14.46	mm
d =	234.00	mm

ANEXOS 3: Prueba hidrostática de las bocinas de bronce para los  
luchaderos.





**IF-BRALEX S.A.C**

**Especialistas en Fundición Centrifugada**

PLANTA: Calle Huáscar Mz. "D" - Lote 25 - Urb. Industrial La Chalaca - Callao - Perú

Telefax: 429-9867 - Nextel: 832\*7550 / 832\*7176

Visitenos: [www.fundibralex.com](http://www.fundibralex.com)

BRONCE SAE 40, 64, 62, 65, 430  
Centrifugado - Grafitado  
Fierro Fundido Nodular  
Gris - Aluminio  
Zinc y Aleaciones Especiales  
Maestranza, Stock de Barras,  
Bocinas, Poleas

## PRUEBA HYDROSTATICA

**CALLAO, 25 DE MAYO DEL 2012**

**SRES: CONSTRUCCIONES A. MAGGIOLO S.A.**

**BOCINAS DE BRONCE SAE 62 CENTRIFUGADAS**

**CANTIDAD: 03 BOCINAS**

**MEDIDAS:**

**01 BOCINA DIAM. EXT. 267MM X INT. 227MM X LONG. 1,230MM**

**01 BOCINA DIAM. EXT. 267MM X INT. 227MM X LONG. 1,110MM**

**01 BOCINA DIAM. EXT. 267MM X INT. 227MM X LONG. 660MM**

**ORDEN DE COMPRA: CONTRUCCIONES MAGGIOLO S.A. N° 1203 – 0260**

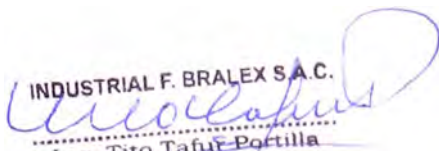
**FECHA: 25 ABRIL 2012**

**PRESION DE AGUA: 100 PSI**

**RESULTADO: APROBADO**

**OBSERVACIONES: LA NORMA TECNICA MANDA HACER LA PRUEBA A 25 PSI**

**SE REALIZO ESTA PRUEBA EN PRESENCIA DE REPRESENTANTES DE CON-  
STRUCCIONES MAGGIOLO S.A. Y DE LA EMBARCACION.**

INDUSTRIAL F. BRALEX S.A.C.  
  
Ing. Tito Tafur Portilla  
99832\*7176  
**ING. TITO TAFUR PORTILLA**

ANEXOS 4: Protocolo del asentado de conos y canales chaveteros de los  
ejes propulsores.



**INDUSTRIAS MARMORI E.I.R.L.**

CONSTRUCCIONES, REPARACIONES NAVALES Y AFINES



Callao, 24 de mayo de 2012

64-240512

Señores

**CONSTRUCCIONES A MAGGIOLO S.A.**

**Atención: Ing. Paul Becerra.**

Estimados señores:

A solicitud del Ing. Paul Becerra le enviamos Protocolo del asentamiento de las hélices y coples de la Emb. Gulf Suplier, que comprende lo siguiente:

1. Por asentar con carborundum los conos de las hélices al 80% , tanto de la circunferencia, como de la longitud , supervisado por el Representante del Armador y de la Sociedad Clasificadora.
2. Por asentar con carborundum los conos de los coples al 80%, tanto de la circunferencia, como de la longitud , supervisado por el Representante del Armador y de la Sociedad Clasificadora.

Atentamente

## ANEXOS 5: Procedimiento de soldadura de arbotantes.



## WELDING PROCEDURE SPECIFICATION (WPS)

Material Name: CAMSA  
 Welding Process(es): GMAW  
 Reference PQR N°(s): Prequalified

Identification # W2012-01  
 Revision: 1 Date: 14-5-12 By: JACR  
 Authorized by: LAER Date: 17-5-12  
 Type-Manual  Semiautomatic   
 Mechanized  Automatic

### WELD DESIGN USED

Designation: B-U5-G  
 Double Weld   
 Yes  No   
 Backing Material: None  
 Opening: 1/8" Root Face Dimension:  
 Bevel Angle: 45° Radius (J-U): None  
 Grooving: Yes  No  Method: -

### POSITION

Position of Groove: 4G Fillet: -  
 Vertical Progression: Up  Down

### BASE METALS

Specification: ASTM A 36  
 Grade: A  
 Groove: 3" Fillet: -  
 Material (Pipe): None

### ELECTRICAL CHARACTERISTICS

Transfer Mode (GMAW) Short-Circuiting   
 Globular  Spray   
 Current: AC  DCEP  DCEN  Pulsed   
 Power Source: CC  CV   
 Other: \_\_\_\_\_  
 Tungsten Electrode (GTAW)  
 Size: \_\_\_\_\_  
 Type: \_\_\_\_\_

### REFERENCE METALS

Specification: ASME SFA-A5.18-05  
 Classification: ER70S-6

### TECHNIQUE

Stringer or Weave Bead: Stringer  
 Multi-pass or Single Pass (per side): Multipass  
 Number of Electrodes: 1  
 Electrode Spacing: Longitudinal None  
 Lateral None  
 Angle None  
 Contact Tube to Work Distance: 3/4 - 1"  
 Peening: None  
 Interpass Cleaning: Wire Brush

### WELDING

Gas: ARGON  
 Composition: 80%AR - 20%CO2  
 Shielding Flux (Class): Flow Rate: 45CHF  
 Gas Cup Size: #4

### HEAT

Preheat Temp., Min.: 150° C  
 Postheat Temp., Min.: 150° C Max. 350° C

### POSTWELD HEAT TREATMENT

Temp.: 595° c  
 Time: 3 HOURS

CONTROL DE CALIDAD

**WELDING PROCEDURE**

Pass or Weld Layer(s)	Process	Filler Metals		Current		Volts	Travel Speed	Joint Details
		Class	Diam.	Type & Polarity	Amps or Wire Feed Speed			
1	GMAW	ER70S-6	1.0mm	AC	240	34	8	VER IMAGEN 1
2 al 10	"	"	"	"	260	35	10	
10 al 20	"	"	"	"	260	35	11	
20 al 30	"	"	"	"	260	35	11	

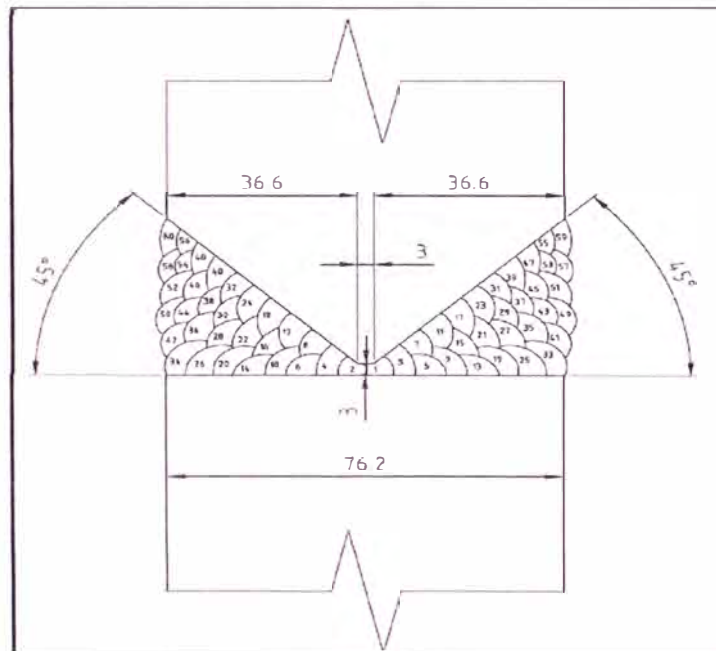
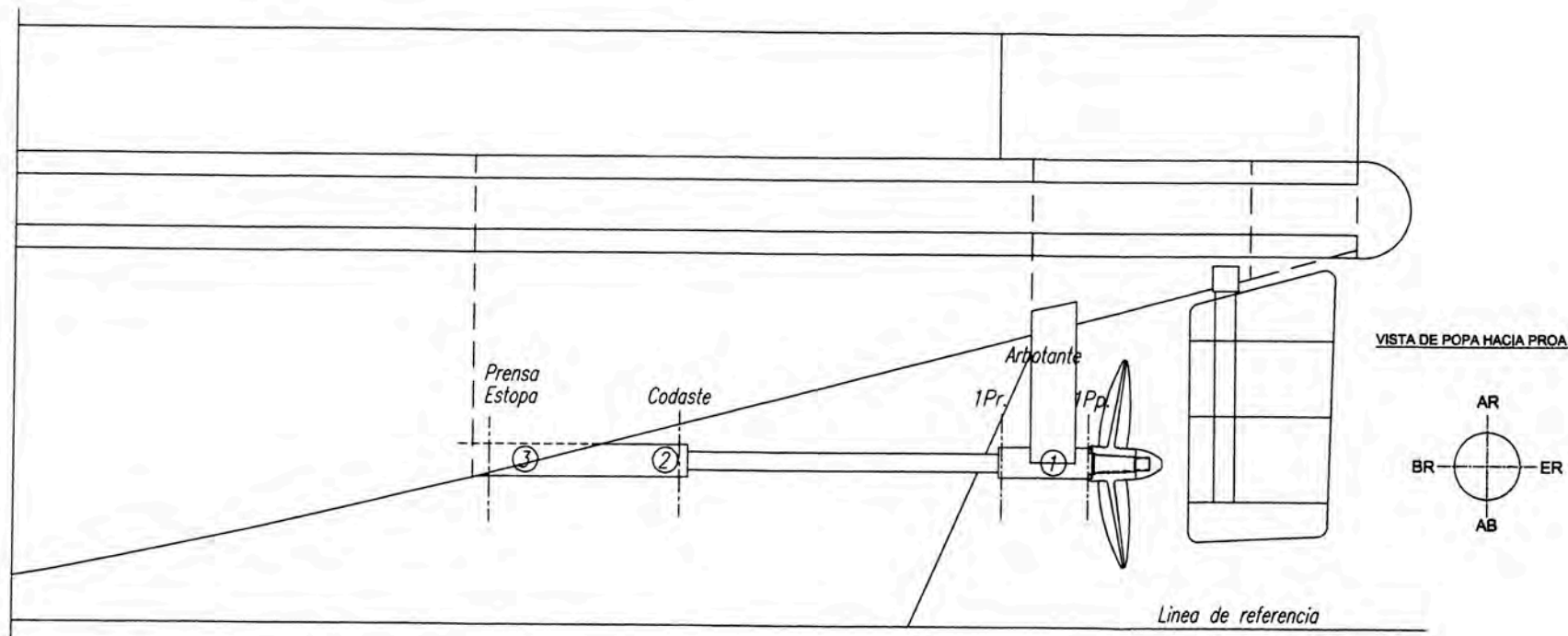


IMAGEN 1

ANEXOS 6: Planilla de luces antes, verificación y después del proceso de soldeo de arbotantes.



#### PROPULSION BABOR

##### ANTES

POSICION	1 Pp.	1 Pr.	2	3(*)
BR	0.00	0.55	1.55	23.50
ER	0.80	0.65	0.15	23.50
AR	1.25	1.80	1.55	23.50
AB	0.00	0.00	0.00	23.20

##### VERIFICACION (1)

POSICION	1 Pp.(**)	1 Pr.(**)	2(**)	3(**)
BR	154.4	155.4	154.8	150.7
ER	154.4	154.4	153.8	148.7
AR	154.4	157.0	157.0	148.7
AB	154.4	153.0	151.9	150.7

##### VERIFICACION (2)

POSICION	1 Pp.(**)	1 Pr.(**)	2(**)	3(**)
BR	153.9	155.0	154.6	149.7
ER	155.3	155.0	154.6	149.7
AR	148.2	151.3	154.6	149.7
AB	161.3	159.0	154.6	149.7

##### DESPUES

POSICION	1 Pp.	1 Pr.	2	3(***)
BR	0.50	0.20	0.35	4.60
ER	0.09	0.50	0.05	1.90
AR	0.85	1.00	1.00	1.10
AB	0.00	0.00	0.00	2.90

#### OBSERVACIONES:

- VERIFICACION (1): SE OBSERVA QUE EL CODASTE Y EL ARBOTANTE SE ENCUENTRAN DESALINEADOS.
- VERIFICACION (2): SE OBSERVA QUE EL CODASTE Y EL COPLE DE LA CAJA SE ENCUENTRAN ALINEADOS, EL ARBOTANTE PRESENTA DESFASE CON RESPECTO A LA LINEA DE PROPULSION.

#### PROPULSION ESTRIBOR

##### ANTES

POSICION	1 Pp.	1 Pr.	2	3(*)
BR	0.90	0.25	0.90	24.30
ER	0.15	0.90	0.40	23.50
AR	1.10	1.60	1.50	20.50
AB	0.00	0.00	0.00	29.00

##### VERIFICACION (1)

POSICION	1 Pp.(**)	1 Pr.(**)	2(**)	3(**)
BR	152.9	151.4	152.7	149.3
ER	152.9	154.3	155.4	151.4
AR	153.0	155.4	156.8	149.9
AB	153.0	151	151.1	151.0

##### VERIFICACION (2)

POSICION	1 Pp.(**)	1 Pr.(**)	2(**)	3(**)
BR	157.0	154.5	154.0	149.3
ER	149.1	151.0	154.0	150.5
AR	146.3	149.2	154.0	149.8
AB	160.0	156.4	153.9	152.0

##### DESPUES


POSICION	1 Pp.	1 Pr.	2	3(***)
BR	0.25	0.20	0.10	3.40
ER	0.35	0.40	0.75	2.10
AR	0.80	1.00	0.60	1.00
AB	0.00	0.00	0.00	5.50

#### OBSERVACIONES:

- VERIFICACION (1): SE OBSERVA QUE EL CODASTE Y EL ARBOTANTE SE ENCUENTRAN DESALINEADOS.
- VERIFICACION (2): SE OBSERVA QUE EL CODASTE Y EL COPLE DE LA CAJA SE ENCUENTRAN ALINEADOS, EL ARBOTANTE PRESENTA DESFASE CON RESPECTO A LA LINEA DE PROPULSION.

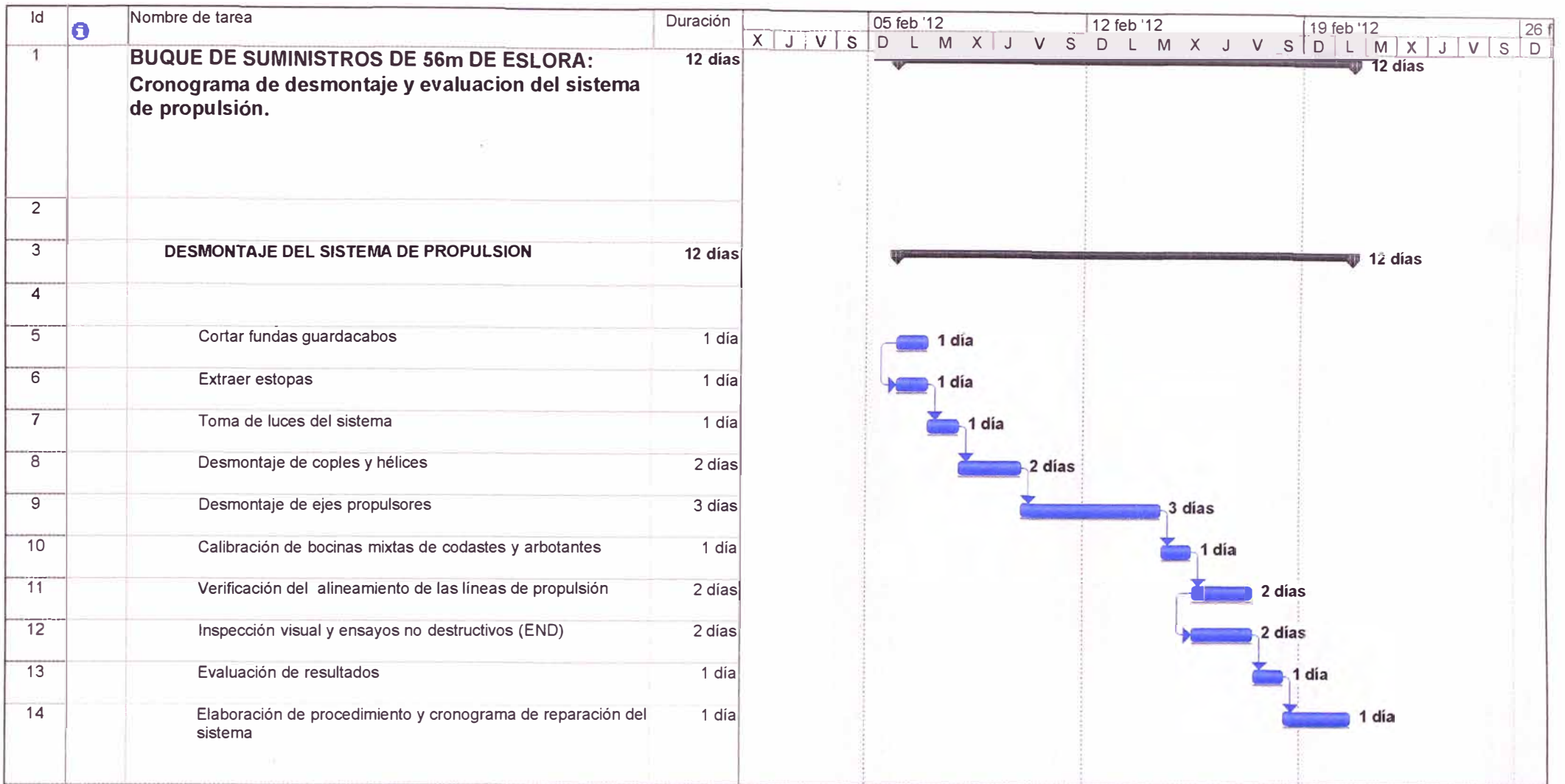
#### NOTAS:

- TODAS LAS MEDIDAS EN MILIMETROS.
- (1) SE VERIFICO EL ALINEAMIENTO DE TODA LA LINEA CON CORDEL, CENTRADO ENTRE LA CARA DE POPA DEL ARBOTANTE Y EL COPLE DE LA CAJA.
- (2) SE VERIFICO EL ALINEAMIENTO DEL ARBOTANTE CON CORDEL, CENTRADO ENTRE LA CARA DE POPA DEL TUBO CODASTE Y EL COPLE DE LA CAJA.
- (\*) ANTES DE DESMONTAR EL EJE, SE TOMO COMO REFERENCIA EL ALOJAMIENTO DE LAS ESTOPAS.
- (\*\*) DESPUES DE DESMONTAR EL EJE, SE TOMO COMO REFERENCIA LOS ALOJAMIENTOS DE ARBOTANTE, CODASTE Y PRENSA ESTOPA.
- (\*\*\*) DESPUES DE MONTAR EL EJE, SE MIDIO LA HOLGURA ENTRE LA BOCINA DE PRENSA ESTOPA Y EL EJE.

 <b>Construcciones A. Maggiolo S. A.</b>	<b>CONSTRUCCIONES A. MAGGIOLO S. A.</b>			
	AV. JORGE CHAVEZ 148-CHUCUITO-CALLAO    WEB: WWW.MAGGIOLO.COM.PE    TEL: 429-6633/37			
DISEÑADO: OFICINA DE INGENIERIA	DESCRIPCION: <b>R/M GULF SUPPLIER</b> <b>TOMA DE LUCES - PROPULSION</b> <b>BABOR Y ESTRIBOR</b>			
DIBUJADO: R.L.H.	ARMADOR: <b>IMI DEL PERU S.A.C</b>			
REVISADO: D.F.B.	FECHA: MAYO 2012	ESCALA: 5/E	PLANO N°: CAMSA2012-GULFSUPPLIER-	HOJA: 01
APROBADO: L.A.E.R.	REV.: 0			
ESTE PLANO ES PROPIEDAD INTELECTUAL DE CONSTRUCCIONES A. MAGGIOLO S. A. PROHIBIDA SU REPRODUCCION SIN PREVIA AUTORIZACION				

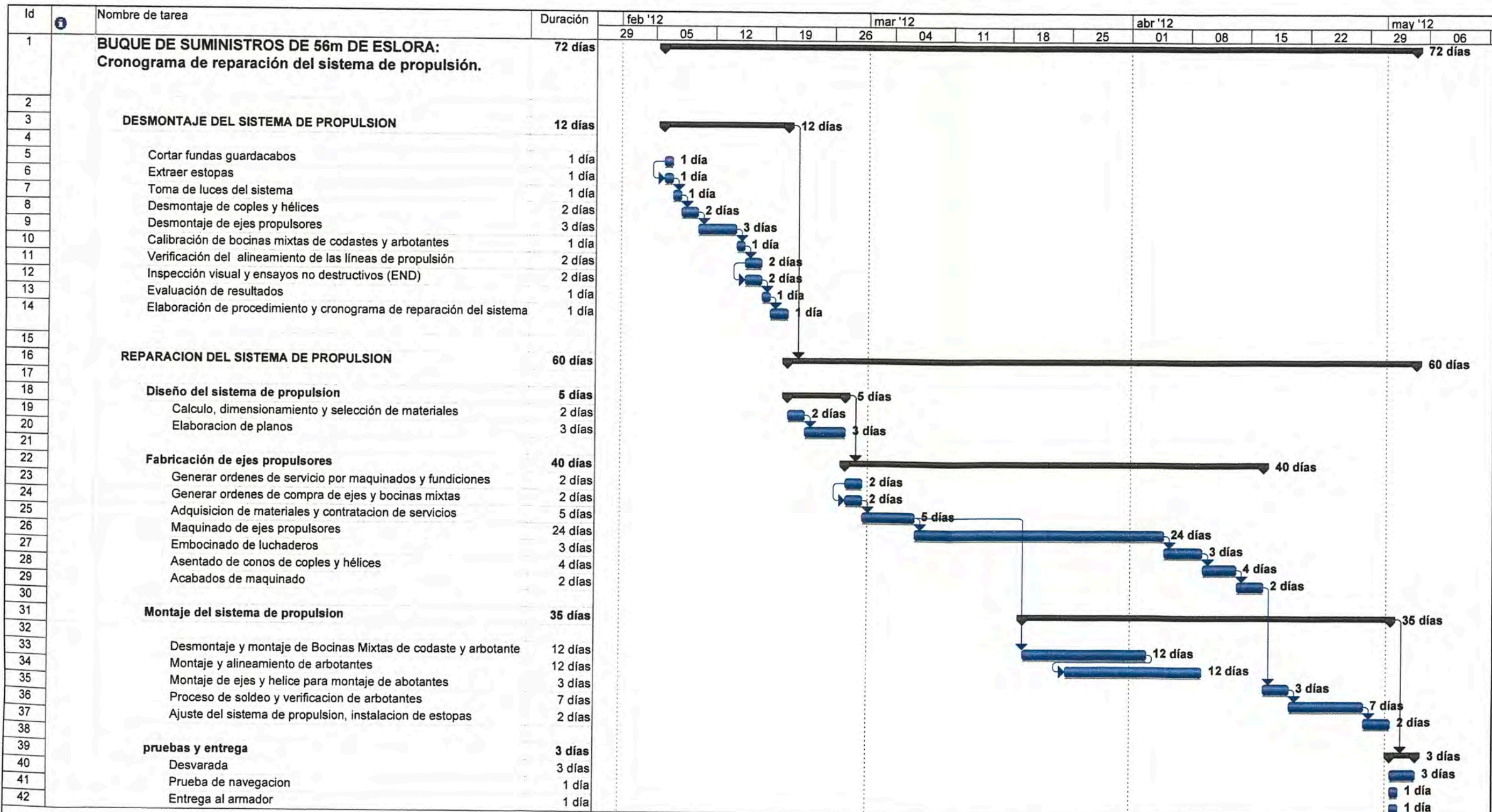


ANEXOS 7: Cronograma de desmontaje y evaluación del sistema de propulsión.

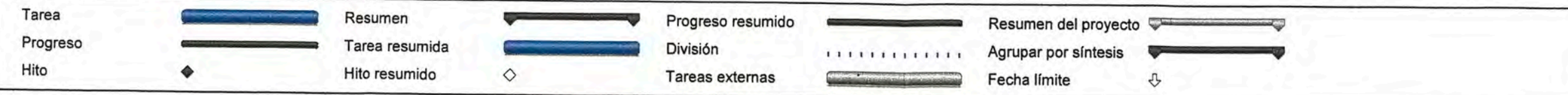


Proyecto: BUQUE DE SUMINISTROS Fecha: dom 28/04/13	Tarea		Tarea resumida		Tareas externas	
	Progreso		Hito resumido		Resumen del proyecto	
	Hito		Progreso resumido		Agrupar por síntesis	
	Resumen		División		Fecha límite	

ANEXOS 8: Cronograma de reparación del sistema de propulsión.



Proyecto: BUQUE DE SUMINISTROS  
Fecha: lun 29/04/13



ANEXOS 9: Protocolo de pruebas y entrega del sistema de propulsión.

# **PROTOCOLO DE PRUEBAS Y RECEPCION**

**PROYECTO**

**ESLORA TOTAL**

**MANGA MOLDEADA**

**PUNTAL MOLDEADO**

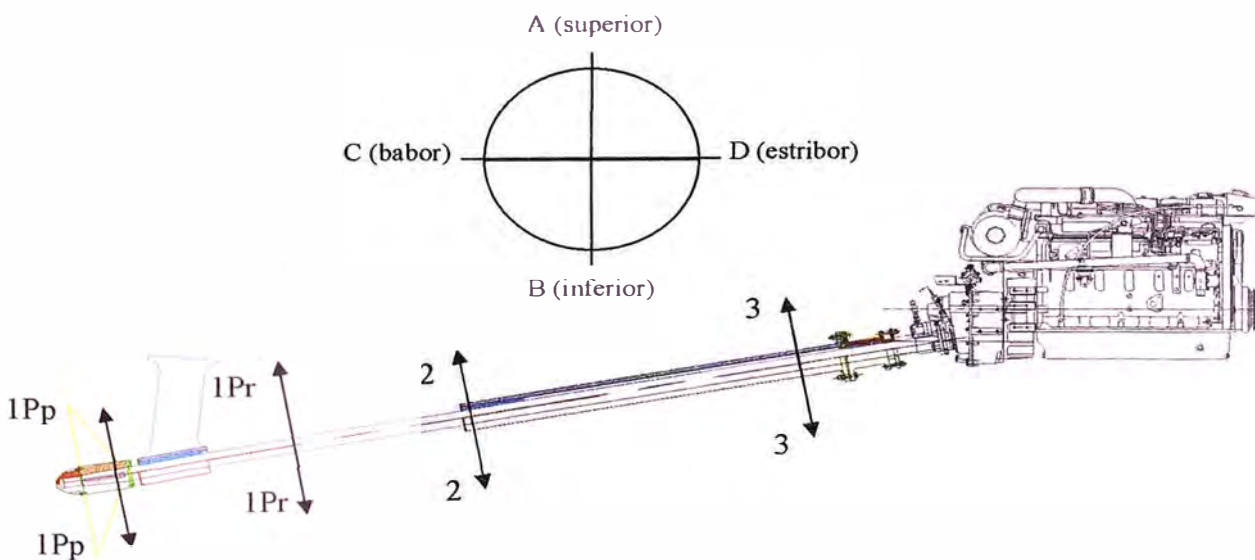
**2012**

## **SECCION I - PRUEBA EN EL ASTILLERO**

## 1.1 CONTROL DEL SISTEMA DE PROPULSION

### 1.1.1 ALINEAMIENTO DEL EJE PROPULSOR

CONTROL DEL SISTEMA DE PROPULSION								
PROYECTO:			BUQUE:					
SISTEMA:			ALINEAMIENTO DEL EJE PROPULSOR					
MOTOR	SECCION	LUCES EN LOS APOYOS DEL EJE (mm)				CONTROL DE PRUEBA		
		A	B	C	D	Fecha	Condición	Observaciones
ESTRIBOR	1Pp - 1Pp							
	1Pr - 1Pr							
	2 - 2							
	2 - 3							
BABOR	1Pp - 1Pp							
	1Pr - 1Pr							
	2 - 2							
	2 - 3							
Observaciones:								





**SECCION II - PRUEBA DE NAVEGACIÓN**

## 2.1 PRUEBA DE PROPULSION

### 2.1.1 SISTEMA DE PROPULSION DEL MOTOR DE BABOR

PRUEBA DE PROPULSION				
PROYECTO:	MAC	EMBARCACION:		
FECHA:				
SISTEMA:	SISTEMA DE PROPULSION DEL MOTOR DE BABOR			
RUMBO	DIRECCION	CONTROL DE PRUEBA		
		TIEMPO	RPM	TEMPERATURA DE PRENSA ESTOPAS (°C)

2.1.2 SISTEMA DE PROPULSION DEL MOTOR DE BABOR

PRUEBA DE PROPULSION				
PROYECTO:	MAC	EMBARCACION:		
FECHA:				
SISTEMA:	SISTEMA DE PROPULSION DEL MOTOR DE BABOR			
RUMBO	DIRECCION	CONTROL DE PRUEBA		
		TIEMPO	RPM	TEMPERATURA DE PRENSA ESTOPAS (°C)

**2.1.3 FIRMA DE LOS PARTICIPANTES**

**Firma:** \_\_\_\_\_  
**Empresa:** \_\_\_\_\_

**Firma:** \_\_\_\_\_  
**Empresa:** \_\_\_\_\_

**Firma:** \_\_\_\_\_  
**Empresa:** \_\_\_\_\_

**Firma:** \_\_\_\_\_  
**Empresa:** \_\_\_\_\_

**Firma:** \_\_\_\_\_  
**Empresa:** \_\_\_\_\_

ANEXOS 10: Certificado de ejes.

## DOCUMENT DE CONTROLE

Section Documents / Prüfbescheinigungen

Certificat de réception 3.1  
NFEN 10204 / DIN EN 10204 / ISO R 404

N° : 030000026913 DATE :  
LS int. :  
Y/REF : 4500886648  
YOUR ORDER / IHRE ZEICHEN

DATE EDITION : 09.05.2006  
DU : 07.12.2005  
DATE / DATUM

ORDRE DE FABRICATION: F2266AI  
WORKS ORDER NUMBER / WERKBESTELLUNG

COULEE : F2266  
CAST / SCHMELZE

DESTINATAIRE DOCUMENT :  
DOCUMENT FOR / EMPFANGER

AFFAIRE SUIVIE PAR :  
YOUR CONTACT IS / BEARBEITER

Société  
IS INTERSTEEL STAHLHANDEL GMBH  
HANSA-ALLEE 321  
D-40549 DUSSELDORF

N/REFERENCE : 221620407 / 000010 (70017267)  
ASCOMETAL ORDER / WERKBESTELLUNG

QUANTITE : 3.596 NUANCE : C45E  
QUANTITY / MENGE GRADE / WERKSTOFF

PRODUIT : C45E ROL.ROUNDS CLESS TURN 254.000 MM NORMALISED  
PRODUCT DESCRIPTION / BESCHREIBUNG

SPECIFICATION CLIENT : DIN DIN EN 10083-1  
SPECIFICATION / SPEZIFIKATION

IND : SANS DATE : 00.08.2003 CCU : D0000033-41  
REV / ENTWURF DATE / DATUM

SPECIFICATION SUPP : SANS

### ANALYSE CHIMIQUE DE COULEE / LADLE ANALYSIS / SCHMELZEANALYSE

Elément (%)			C	Mn	Si	Cr	Ni	Mo	P	S
ELEMENT	ELEMENT	TEIL								
MINI	SPEC MIN	MINI	0,420	0,500						
VALEUR	ACTUAL	WERTE	0,436	0,625	0,283	0,137	0,089	0,025	0,010	0,017
MAXI	SPEC MAX	MAXI	0,500	0,800	0,400	0,400	0,400	0,100	0,035	0,035

Contraintes groupées Combined requirements / verbundene auforderungen

ELEMENT	MINI VALEUR	MAXI
Ni+Cr+Mo	0,251	0,630

### CHARACTERISTIQUES MECANIQUES / MECHANICAL PROPERTIES / MECHANISCHE KENNWERTE

Traction / Tensile test / Zugversuch

Nappe / Batch number / Los Nummer : E054 / \*

Diameter of test coupon (mm) 10

Longitudinal test

Depth test (in mm) 12,50

Tensile test temperature (°C) 20

ELEMENT	ELEMENT	TEIL	Ys.2% Mpa	TS Mpa	E% 5D
MINI	SPEC MIN	MINI	275,0	560,0	16,0
VALEUR	ACTUAL	WERTE	359,6	634,1	25,0
MAXI	SPEC MAX	MAXI			

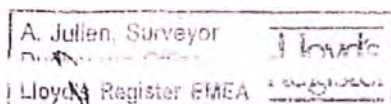
### AUTRES RESULTATS / OTHER RESULTS / ANDERE PRÜFERGEBNISSE

Ultraschallprüfung 100% der Stäbe: ohne Befund

Ingot cast

EN 10204 / 2004

1 BARS



09 MAY 2006

Visa du chef de service  
Stamp of inspection supervisor  
Der Werkssachverständige  
G. Giroud

Les certifications que les produits ci-dessus sont conformes aux  
exigences de la commande, respectent la directive européenne  
2000/53/CE du 18 septembre 2000 et présentent un niveau de  
radioactivité au plus égal à la radioactivité ambiante

We hereby certify the above mentioned products are complying with the order  
requirements, are respectful of the September, 18th 2000 - 2000/53/CE -  
- european directive, and have a radioactivity level which does not  
exceed that present in the environment

Wir bestätigen hiermit dass die obengenannten Erzeugnisse den  
Bestellungsbedingungen, der EU-Richtlinie 2000/53/CE von  
18 september 2000 entsprechen und die gelieferten Produkte keine  
Radioaktivität, die Höher ist als natürliche Strahlung der Umwelt,  
aufweisen

## ANEXOS 11: Glosario.

## GLOSARIO

1. **DESCANSO DE EJE:** Apoyo para evitar flexión de eje, por ejemplo: chumacera, cojinete, etc.
2. **BOCINA MIXTA:** Revestimiento metálico (bronce y jebe) con el que se guarnece interiormente un orificio que permite que el eje de la hélice gire a través del casco.
3. **CODASTE:** Pieza estructural que prolonga la quilla por la popa. En las embarcaciones de una sola hélice suele estar dividido en dos partes, denominadas codaste popel y codaste proel. En el primero se sujeta el timón; el segundo tiene un orificio llamado bocina, por donde pasa el eje de la hélice. El espacio entre el codaste popel y el proel se denomina vano.
4. **ARBOTANTE:** Toda pieza de madera, hierro o metal que sale del cuerpo principal del buque para sostener alguna cosa. Normalmente esta pieza sostiene al eje de la hélice.
5. **LUCHADERO DE EJE:** Zona de un eje que tiene mayor diámetro destinado al desgaste por fricción con el apoyo
6. **ARMADOR:** Es el naviero o empresa naviera que se encarga de equipar, avituallar, aprovisionar, dotar de tripulación y mantener en estado de navegabilidad una embarcación de su propiedad o bajo su posesión, con objeto de asumir su explotación y operación.



7. **VARADO:** Acción de sacar las embarcaciones a tierra, con el objeto de repararlas, pintarlas, etc.
  
8. **CARENA:** Parte del casco comprendida desde la quilla hasta la línea de flotación. También se la denomina obra viva.
  
9. **CARENAR:** Sacar el barco a tierra y dejarlo en seco para mantenimiento de la obra viva o carena.
  
10. **EJE PROPULSOR:** Barra de acero, que gira sobre un soporte, que sirve para transmitir el movimiento o la fuerza a desde la caja reductora hasta la hélice.