

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**

**FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA**



**IMPLEMENTACION DEL PLAN DE CONTROL DE CALIDAD PARA  
CASCO EN EMBARCACIONES MENORES DE 90 MTS CON  
NORMATIVA ABS**

**INFORME DE SUFICIENCIA**

**PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERO MECANICO**

**EDWIN JUAN CRISTOBAL VILCA**

**PROMOCION 2007-II**

**LIMA-PERU**

**2 011**

## **PROLOGO**

El presente informe plantea una metodología de inspección bajo clase ABS, la cual no es de común aplicación en nuestro medio sin embargo encuentra bastante potencial en la zona norte de nuestro país debido que es un sector neto de extracción de hidrocarburos por embarcaciones americanas con clase ABS.

Por tal motivo se desarrolla el presente informe utilizando “ Part 7, Ruler For Survey After Construction” así mismo para para entender con mayor facilidad el tema, se desarrollaron 5 capítulos; los cuales son :

Capítulo 1: Introducción. Se menciona antecedentes, el objetivo, la justificación, los alcances.

Capítulo 2: Generalidades De Control De Calidad. Se explican los conceptos más importantes para la realización de una buena inspección como conceptos de clase así como de ultrasonido, tipos corrosión, conceptos de soldadura.

Capítulo 3: Descripción Del Proceso De Control e Inspección. Se describe las etapas de inspección para las embarcaciones.

Capítulo 4: Implementación Del Plan De Control De Calidad. Se establecerá el plan de puntos de inspección así como el programa de cambio plancha y los procesos que intervienen en el cambio.

Capítulo 5: Análisis Económico Del Proceso De Inspección. Se plantea un análisis de costos proactivo al mantenimiento del casco.

Finalmente tengo que agradecer a mis amigos de ASPASAC que me apoyaron a realizar dicho informe.

## **TABLA DE CONTENIDO**

CAPITULO 1 Introducción.....	3
1.1.- Antecedentes.....	3
1.2.- Objetivos.....	3
1.3.- Justificación.....	4
1.4.- Alcance.....	4
CAPITULO 2 Generalidades De Control De Calidad.....	6
2.1.- Generalidades.....	6
2.2.- Especificaciones Técnicas Del Proceso De Control De Casco Con UT.....	7
2.3.- Tipos De Corrosión Según Recomendaciones Técnicas Del ABS.....	11
2.4.- Especificaciones Técnicas Del Proceso De Soldadura Según ABS.....	19
CAPITULO 3 Descripción Del Proceso De Control E Inspección.....	26
3.1.- Generalidades.....	26
3.2.- Inspección a Flote Antes De La Varada.....	26
3.3.- Inspección Durante Varada.....	27
3.4.- Inspección En Patio Después De Varada.....	28
3.5.- Inspección Posterior Al Arenado.....	28
CAPITULO 4 Implementación Del Plan De Control De Calidad.....	31
4.1.- Plan de puntos de inspección (PPI).....	31
4.2.- Proceso de cambio de plancha y/o reparación.....	35

4.3.- Procedimiento.....	36
4.4.- Criterios de aceptación.....	47
CAPITULO 5 Análisis Económico Del Proceso De Inspección.....	49
5.1.- Análisis De Costos Planteando Un Mantenimiento Proactivo.....	49
5.2.- Selección De Máquinas y Equipos.....	49
5.3.- Análisis Estadístico De Los Costos De Las Fallas.....	51
5.4.- Selección De Falla a Analizar Según Pareto.....	52
5.5.- Análisis Causa Raíz De La Falla.....	53
5.6.- Solución Del Problema.....	56
5.7.- Retorno De La Inversión.....	59
5.8.- Propuesta Proactiva.....	60
Conclusiones.....	61
Bibliografía.....	62
Anexos.....	63

## **CAPITULO 1**

### **INTRODUCCION**

#### **1.1.- ANTECEDENTES**

El plan de inspección de casco que se implementara, podrá ser aplicado en embarcaciones de clase ABS debido a que en el medio nacional en su mayoría las empresas inspeccionan bajo otras clases como GL, Lloyd Registe y demás Clases (ANEXO 1).

#### **1.2.- OBJETIVOS**

Este informe tiene como finalidad implementar un plan de control de calidad para casco en embarcaciones menores de 90 mts con normativa ABS también son objetivos de este informe:

- Fijar los parámetros mínimos de inspección en el casco para cada carena de barcos menores de 90 metros.
- Realizar un registro de la embarcación para conocer el estado de su casco e identificar los posibles problemas antes de cada varada (ANEXO 2).
- Identificar la importancia económica de la inspección antes durante y después de cada trabajo.

### **1.3.- JUSTIFICACION**

Debido a que muchas embarcaciones en la zona norte del Perú son de procedencia americana tales como las petroleras BPZ varan en nuestros astilleros con clase ABS y se cuenta con procedimientos desarrollados en el Perú según la última publicación del IACS (<http://www.iacs-system.org.uk/> ANEXO 1) es por el desconocimiento de esta norma las embarcaciones no varan o simplemente ponen inspectores extranjeros que si cuentan con este conocimiento.

Esta norma consta de varias partes como la parte 2 que hace referencia a todo el tema de materiales y soldadura, parte 3 construcción de casco y equipos pero la parte que está en estudio es la parte 7 inspección después de construcción.

También es importante resaltar que se va a definir los tipos de corrosión y los criterios de clasificación y aceptación según la guía y notas sobre la inspección, mantenimiento y aplicaciones de recubrimiento sistemas marinos.

### **1.4.- ALCANCES**

El informe está basado en:

- 1.- Inspección de uniones soldadas, tales como juntas a tope y soldaduras en filete, según lo permitido por ABS para el proceso SMAW.
- 2.- La inspección también esta basada en el espesor mínimo requerido de la plancha según ABS.
- 3.- El proceso de inspección contempla pruebas no destructivas así como pruebas de fuga sobre el casco las cuales solo serán mencionadas en el presente informe.
- 4.- El material a utilizar será acero al carbono de baja aleación cualquier otro material solo será mencionado debido a que no es el alcance de este informe.

5.- Es importante especificar que se va hacer inspección de casco de construcciones después de su construcción en caso de inspección de casco para embarcaciones nuevas solo se mencionaran dichos casos.

## **CAPITULO 2**

### **GENERALIDADES DE CONTROL DE CALIDAD**

#### **2.1.- GENERALIDADES**

Existen varias entidades clasificadoras las cuales se encargan de darle clase a una embarcación así como sociedades que clasifican a estas clases:

- International Association of Classification Societies (IACS)
- American Bureau of Shipping (ABS)
- Germany Lloyds (GL)
- Lloyds Register (LR)
- Bureau Veritas (BV)

Además de estas normas tenemos normas, estándares y especificaciones que las clasificadores se apoyan para diversas partes de sus embarcaciones es así que tenemos en lo que respecta a soldadura:

- American Welding Society (AWS)
- American Society of Mechanical Engineers (ASME)
- American Petroleum Institute (API)

En lo que respecto a pintura y corrosión:

- The National Association of Corrosion Engineers (NACE)
- The Society for Protective Coating (SSPC)

## **2.2.- ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL PROCESO DE CONTROL DE CASCO CON UT.**

La inspección de Ultra Sonido es una de los métodos de inspección de ensayos no destructivos más usados en el medio, en el área industrial Metal Mecánica, y en el ambiente Naval, se utiliza principalmente para la inspección y dimensionamiento de discontinuidades propias de los procesos de fabricación de los materiales así como de las uniones de soldadura.

### **2.2.1.-Aplicaciones:**

Dentro de los grupos de aplicación tenemos los siguientes:

- *Comunicaciones:*

Señales de submarinas, Radar y otras señales de mensaje.

- *Medicina:*

Diagnóstico y exploraciones del cuerpo humano.

- *Navegación y Pesca*

Ayudas a la navegación marina y sondas de profundidad, así como en el tema de inspección en construcción y reparaciones navales tanto en uniones soldadas y defectos de fabricación en proceso de fundición.

- *Industrial Química*

Desgasificación de líquidos, medición de espesores en polímeros.

- *Construcción*

Inspección de concreto en la construcción de edificios y puentes.

- *Industria Metal Mecánica y Metalúrgica*

En la aplicación de esta área se da en el control de calidad los cuales realizan inspección en productos fundidos, maquinados , forjados, laminados así como estructuras y uniones soldadas, tanto dimensionado de material y discontinuidades así como detección de tales discontinuidades.

### **2.2.2 Ventajas**

Las principales ventajas del ultrasonido respecto a otros ensayos no destructivos (END) son:

- Gran velocidad de prueba

Proporciona indicaciones prácticamente instantáneas a la presencia de la discontinuidad.

- Mayor exactitud

En comparación con los demás END, en la determinación de la posición de discontinuidades internas, estimando sus tamaños orientación, formas y profundidad.

- Alta sensibilidad

Permite la detección de discontinuidades extremadamente pequeñas.

- Alto poder de penetración

Permite detectar discontinuidades a alta profundidad.

- Buena resolución

Siendo esta característica la que determina que puedan diferenciarse los ecos procedentes de discontinuidades próximas a la superficie.

- Solo necesita un lado de accesibilidad

No es necesario tener acceso por las 2 superficies para poder hacer una buena identificación del material a inspeccionar.

- Permite la interpretación inmediata.

No detiene el proceso debido a que la interpretación del ensayo es inmediatamente de realizada la inspección.

- No detiene trabajo por radiación.

No tiene efectos sobre el ser humano ni tampoco sobre el material inspeccionado.

### **2.2.3.- Limitaciones**

Las principales limitaciones del ultrasonido respecto a otros ensayos no destructivos (END) son:

- La inspección requiere de técnicos experimentados.

La técnica exige mayor conocimiento sobre el equipo y los límites de aceptación debido a que se evalúa con patrones calibrados esto origina que el inspector deba tener mayor experiencia en estas técnicas.

- Piezas de geometría compleja , rugosas, de grano grueso, porosas, demasiado ásperas, muy pequeñas, muy delgadas, o no homogéneas son difícil de inspeccionar
- La técnica exige patrones de referencia.

Es contar con patrones estándar lo cual encarece el ensayo. Además en piezas complejas es necesario tener un patrón de muestra para obtener los parámetros.

- Alto costo de equipo y accesorio.

Debido a lo alta mente sensible que son los equipos esto hace que el equipo sea de alto costo así como los accesorios muy sensibles a condiciones extremas.

- Es necesario tener un acoplante.

El elegir un buen acoplamiento es importante debido a que según esto se tendrá una transferencia efectiva de las señales entre pieza y transductor.

- El material del patrón de transferencia.

El patrón de referencia debe ser el mismo material o parecido al que se va a Inspeccionar para tener una calibración más aproximada al material este bloque es llamado bloque patrón

#### **2.2.4.- Principios Acústicos Básicos**

Sonido.-energía vibratoria que viaja a través de diferentes medios y que pueden reflejarse como ecos.

Sonido continuo.-cuando la duración del sonido es mucho más larga que el tiempo de oscilación.

Sonido de impulso.-en este caso la duración del sonido es casi igual al tiempo de oscilación y entre cada impulso existe una pausa. En la técnica de ultrasonido se utiliza siempre el sonido por impulsos.

## **2.3.- TIPOS DE CORROSIÓN SEGÚN RECOMENDACIONES TÉCNICAS**

Factores que influyen en la velocidad de corrosión

- Difusión
- Temperatura
- Conductividad
- Tipo de iones
- El nivel del ácido y alcalinidad (PH)
- Potencial electroquímico

### **2.3.1.- Formas De Corrosión Electroquímica**

Existen un gran número de mecanismos de la corrosión electroquímica, sin embargo estas se pueden agrupar teniendo en cuenta la apariencia y el daño (corrosión localizada) o teniendo en cuenta la causa principal (corrosión micro bacteriana).

La clasificación morfológica es una forma práctica de tratar las diferentes manifestaciones de la corrosión electroquímica.

Sin embargo, en algunos casos, se combinarán ambos criterios con la finalidad de poder presentar a los mecanismos de corrosión más comunes.

### **2.3.2.- Corrosión Electroquímica**

La corrosión electroquímica se puede manifestar de muchas maneras y apariencias morfológicas.

En este capítulo se tratará de manera muy resumida las diferentes formas de corrosión más comunes, las cuales serán analizadas con más detalle en los capítulos subsiguientes.

### **2.3.2.1.- Corrosión Uniforme**

Es la forma más común de las corrosiones en la naturaleza. El ataque se extiende en forma homogénea sobre toda la superficie metálica, la pérdida de metal se concentra en los sitios de ánodo, y su penetración media es aproximadamente igual en todos los puntos.

En determinados medios agresivos como los ácidos, las soluciones fuertemente alcalinas, la humedad, pueden provocar corrosión uniforme en determinados metales y aleaciones.

La corrosión marina es uno de los ejemplos más severos de corrosión uniforme en las estructuras de acero. Es uno de los medios naturales más corrosivos que existen, estructuras metálicas en el concreto (tanques de lastre) pueden sufrir en determinadas condiciones formas de corrosión uniforme o localizada.



**Figura 1**

Corrosión uniforme sobre un acero al carbono soldado

<http://www.corrosion-doctors.org/Forms-Uniform/weldment-hues.htm>

### **2.3.2.2.- Corrosión Por Picaduras (Pitting Corrosion)**

Este tipo de corrosión es extremadamente localizada la penetración es profunda en relación a sus alrededores, sin aparente pérdida de peso pero con una fuerte penetración al interior del material que puede poner en riesgo la estabilidad estructural de un componente.

Formas típicas de picaduras donde hay una pequeña área anódica el cual esta soportada por una gran área catódica.

Los aceros inoxidable sufren corrosión por picaduras en soluciones neutras y ácidas conteniendo cloruros o iones conteniendo cloro, estas condiciones se suelen encontrar en ambientes marinos y en diversos procesos químicos industriales.

1. Soluciones acuosas NaCl, CaCl, FeCl<sub>3</sub>, CuCl<sub>2</sub>
2. Soluciones acuosas de hipocloritos.
3. Agua conteniendo haluros (Cl<sup>-</sup>, Br<sup>-</sup>, I<sup>-</sup>)
4. Aguas salubres, sobre todo estancadas.

La resistencia a la corrosión por picaduras está influenciada por la composición química el acabado superficial el medio (temperatura, concentración de cloruros, presencia de agentes oxidantes, bacterias sulfato reductoras, etc.)

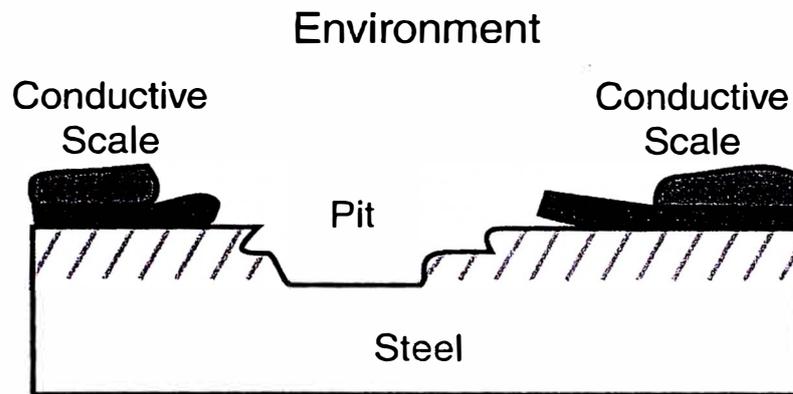
#### **Cómo evitar o reducir la corrosión por picadura**

Reduciendo la agresividad del ambiente: concentración de iones agresivos (cloruros), temperatura, acidez, agentes oxidantes.

Seleccionando aleaciones más resistentes a la corrosión por picaduras. En el caso de aceros inoxidable empleando aleaciones con mayor contenido de Cr, Mo y/o N (elegir AISI 316 en vez de AISI 304). En el caso de las aleaciones de

aluminio empleando en la medida de lo posible aleaciones de la serie 5XXX o 3XXX.

Modificando el diseño del sistema a fin de evitar zonas de estancamiento o regiones con resquicios o hendiduras.



**Figura 2**

Pub 49\_CoatingsNov07.pdf

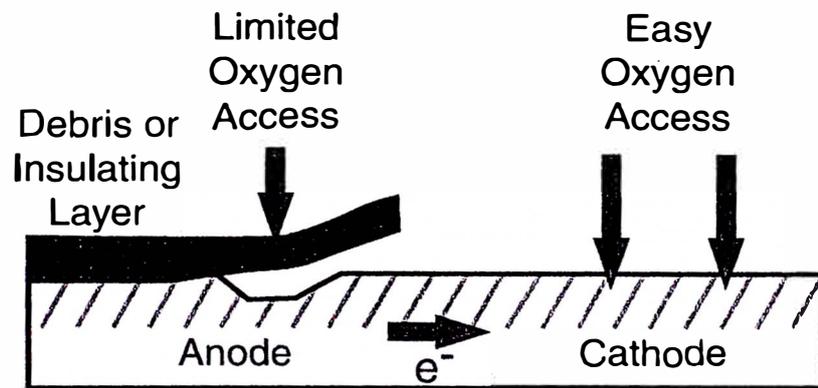
Guidance notes on the Inspection, Maintenance and Application of Marine Coating Systems

### **2.3.2.3.- Corrosión Debida A Resquicios (Crevice Corrosion)**

Se presenta en uniones, intersticios, zonas de solape, zonas roscadas, y en general en aquellas regiones mal aireadas o en las cuales la renovación del medio corrosivo está condicionada por mecanismos de difusión.

Se presenta especialmente en los intersticios dejados por diferentes tipos de juntas o uniones, la corrosión debida a resquicios se produce en todas las aleaciones y especialmente en los aceros inoxidables en medios especialmente agresivos como el agua de mar.

Mecanismo de la corrosión debida a resquicios Hay varios mecanismos propuestos. Puede variar con la composición de la aleación, las reacciones de reducción catódica, el potencial electroquímico aplicado, la condición del medio, la geometría del resquicio, etc.



*Crevice corrosion.*

**Figura 3**

Pub 49\_CoatingsNov07.pdf

Guidance notes on the Inspection, Maintenance and Application of Marine Coating Systems

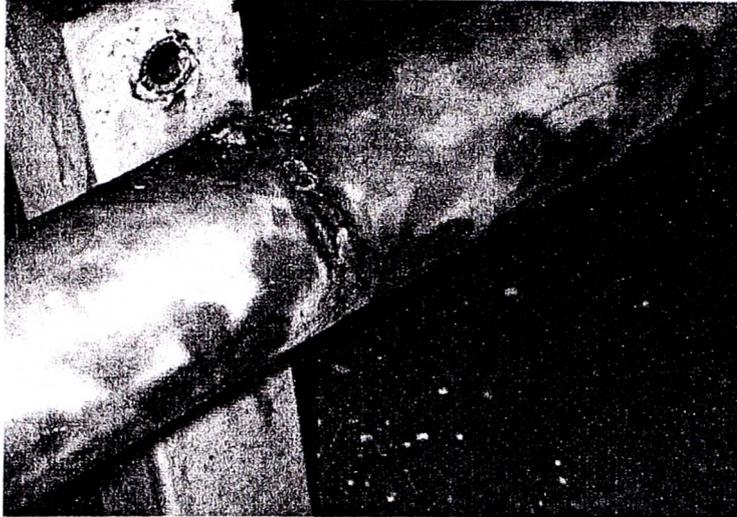
Durante los primeros momentos de la corrosión

Ánodo:  $\text{Fe} \rightarrow \text{Fe} + 2\text{e}^-$

Oxígeno disuelto es consumido rápidamente en el resquicio Cátodo:



La corrosión por resquicios puede también formarse entre un metal estructural y un no metálico, tal que como una empaquetadura, un ejemplo de este tipo de corrosión formado picaduras como se muestra en la Figura 4



**Figura 4**

Picaduras formadas como resultado de una corrosión por resquicios entre la U bolt soporte y la tubería

Pub 49\_CoatingsNov07.pdf

Guidance notes on the Inspection, Maintenance and Application of Marine Coating Systems

#### **2.3.2.4.- Corrosión Galvánica**

Es una forma de corrosión electroquímica debida a la formación de una pila galvánica (par galvánico) entre dos metales en contacto eléctrico y expuestos a un medio corrosivo.

La formación de pares galvánicos es muy común en la industria unión tubería de cobre con una de acero circuitos electrónicos (donde diferentes metales y materiales semiconductores se encuentran reunidos en un componente) equipos de aire acondicionado (que emplean tubería de cobre con aletas de aluminio)

A tener en cuenta el Fe (y el acero) son corroidos galvánicamente cuando están en contacto con Cu, Ni, Pb, aceros.

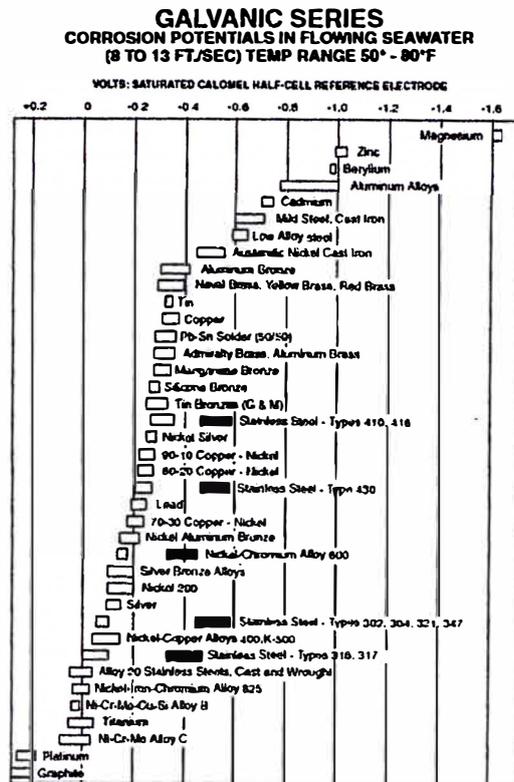


Figura 5

### 2.3.2.5.- Corrosión Selectiva

Abarca los casos intermedios entre la corrosión uniforme y la corrosión localizada (por picadura). El ataque no se distribuye de forma homogénea, localizándose en determinadas zonas de la superficie metálica.

Se produce como consecuencia de la presencia de micro pares galvánicos presentes debido a presencia de múltiples fases o constituyentes

### 2.3.2.6.- Corrosión Intergranular

El ataque se localiza en los límites de grano del material metálico, debido a la presencia de fases secundarias que precipitan en esta región (como carburos en los aceros inoxidables) que producen diferencias de potencial entre los límites de

grano y el resto de la aleación, este tipo de corrosión está condicionado por factores metalúrgicos que pueden ser segregaciones de elementos aleantes, precipitación de fases secundarias como carburos, fase sigma u otros precipitados que se forman en los límites de grano

#### **2.3.2.7.- Corrosión-Fatiga**

Es un mecanismo de daño debido a la acción combinada de esfuerzos mecánicos cíclicos en un medio corrosivo. A diferencia de la corrosión bajo tensión (CBT), la corrosión fatiga se produce en todos los metales y aleaciones. La corrosión fatiga es más crítica que la fatiga, es decir la nucleación y crecimiento de una grieta es mucho más rápida que solo por efecto del mecanismo de fatiga.

#### **2.3.2.8.- Corrosión-Erosión**

Es el resultado de la acción combinada de un mecanismo de erosión en un medio corrosivo. El fluido corrosivo presenta una velocidad relativa frente al componente expuesto al daño (Ej.: propelas de embarcaciones marinas, válvulas de turbinas hidroeléctricas).

#### **2.3.2.9.- Corrosión Micro Bacteriana**

Es causada por la presencia y actividad metabólica de bacterias y microorganismos presentes en el medio, se inicia con la formación de un biofilme donde los microorganismos se acumulan en la superficie (algas, hongos, bacterias, etc.)

Los microorganismos que más aportan a la corrosión micro bacteriana son de 3 tipos: Sulphatere ducing bacteria (SRB), Ironoxidising bacteria y Acidproducing bacteria (APB)

## **2.4.- ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL PROCESO DE SOLDADURA Y DEL MATERIAL SEGÚN ABS.**

Para poder soldar y reemplazar material se especifica que nos referimos a:

- Acero estructurales ordinario

El proceso de soldeo y otros procesos de fabricación realizados en el acero estructural ordinario como reparación, renovación de tales aceros o adyacentes a tales aceros deben estar aprobados por procesos que involucren a tales aceros ordinarios en la Parte 2 del ABS además tienen que estar de acuerdo con lo especificado en esta parte del ABS.

### **2.4.1.- Reglas Para Soldeo y Fabricación**

#### **Soldadura de casco**

La soldadura de casco debe estar conforme con los requerimientos del ABS capítulo 2 al menos que tenga una especial aprobación. Sobre esto se recomienda que el marcaje adecuado y permanente que se aplicará al forro del costado de los buques soldados para indicar la ubicación de los mamparos de referencia. En todos los casos los procedimientos de soldadura y metales de aportación son para producir soldaduras sanas (que no tenga indicaciones) que tenga la máxima resistencia y la capacidad de absorber resistencia al impacto comparable a la del material base.

**Planes y especificaciones**

Los planes presentados han de indicar claramente la medida propuesta de la soldadura (llámese cateto o garganta efectiva) que se utilizará en las partes principales de la estructura. El proceso de soldadura, metal de aporte y diseño conjunto se muestra en los dibujos de detalle o de especificaciones distintas sometidos a la aprobación que se debe distinguir entre manual y automático de soldadura. Los constructores navales son para preparar y presentar ante el inspector un procedimiento que prevé seguir en el montaje y soldadura de los elementos estructurales importantes.

**El constructor y el supervisor**

El Inspector debe cerciorarse de que todos los soldadores y operadores de soldadura que se emplearán en la construcción de los buques que van a clasificarse estén debidamente calificados y con experiencia en el trabajo propuesto.

**Los procedimientos de soldadura**

Procedimientos para la soldadura de todas las uniones se establecerán antes de la construcción, los tipos de electrodos, los preparativos de borde, las técnicas de soldadura, y posiciones propuestas. Los detalles de los procedimientos de soldadura propuesta y secuencias pueden ser obligados a someterse a revisión en función de la aplicación deseada.

## **2.4.2.- Preparación De La Soldadura**

### **Preparación de borde y de ajuste**

La preparación de los bordes debe ser precisa y uniforme, y las partes a soldar deben ser instalados de conformidad con el detalle junta aprobado (detallado en el WPS/ ANEXO 10). El inspector podrá aceptar un procedimiento de soldadura para acumulación de cada borde que no exceda la mitad del grosor del miembro o 12,5 mm (0,5 pulgadas), la que sea menor. El inspector podrá aceptar borde se acumulan en exceso de lo anterior, hasta alcanzar el espesor total del miembro sobre una base caso por caso, La transición se puede formar por disminuyendo el miembro más grueso o mediante la especificación de un diseño de junta de soldadura que proporcionará la transición necesaria.

### **El alineamiento**

Los medios deben ser proporcionados para el mantenimiento de las piezas a soldar en la posición correcta y la alineación durante la operación de soldadura. En general, "strong backs", o de otros aparatos utilizados para este fin se dispondrá de modo que permitir la expansión y la contracción durante la soldadura de producción. La eliminación de tales ítems se llevará a cabo a satisfacción del inspector.

"strong backs".- un dispositivo conectado a ambos lados de una junta soldada para mantener alineado los miembro durante el soldeo (AWS A 3.0 -94).

### **Limpieza**

Todas las superficies a soldar deben estar libres de humedad, grasa, escamas de laminación sueltas, óxido o pintura excesiva. Primer recubrimiento de grosor normal, capas finas de aceite de linaza, o revestimientos equivalente se puede

utilizar, siempre que se demuestre que su uso no tiene efectos adversos en la producción de soldaduras satisfactorias. Escorias y escamas deben ser eliminados, no sólo de los bordes a soldar sino también de cada capa antes de la deposición de cada soldadura posteriores o capas. Juntas de soldadura de arco preparado por arco ir puede requerir una preparación adicional por esmeril y/o cepillo de alambre antes de la soldadura para minimizar la posibilidad de carbono excesivo sobre la superficie biselada. El cumplimiento de estos requisitos de limpieza es de primordial importancia en la soldadura de aceros de alta resistencia, especialmente aquellas que son de temple y revenido.

### **Soldadura de producción**

Se deben tomar Las precauciones adecuadas para asegurar que toda la soldadura se hace en condiciones en que se protege el sitio de la soldadura de los efectos nocivos de la humedad, el viento y el frío intenso.

### **Secuencias**

La soldadura es prevista para avances de manera que la contracción simétricamente a ambos lados de la estructura será igualada. Los extremos de los marcos y los refuerzos deben quedar apegado a las planchas en la etapa sub ensamble hasta enlazar las soldaduras se realizan en los sistemas de intersección de las planchas, elaboración y refuerzos en la fase de erección. Las soldaduras no deben ser llevadas a través de un conjunto sin soldar o más allá de una junta sin soldar, que termina en la articulación que se está soldando a menos especialmente autorizados.

## **Pre calentamiento**

El uso de pre calentamiento y control de la temperatura entre pasadas se deben considerar al soldar los aceros de alta resistencia, material de espesor de sección o de materiales sujetos a la altas restricciones, Cuando la soldadura se realiza bajo condiciones de alta humedad o cuando la temperatura del acero es inferior a 0 ° C (32 ° F), el metal base debe ser pre calentado a por lo menos 16 ° C (60 ° F) a la temperatura adecuada para la aleación y el espesor, el que sea mayor.

El control de la temperatura entre pasadas debe ser especialmente considerado cuando la soldadura es de aceros de alta resistencia como los de temple y revenido (bonificado).

Cuando se utiliza el pre calentamiento, la temperatura de trabajo deben estar en conformidad con el procedimiento de soldadura y aceptado a satisfacción del inspector. En todos los casos, de pre calentamiento y control de la temperatura entre pasadas deben ser suficientes para mantener las superficies secas y reducir al mínimo la posibilidad de la formación de fracturas.

### **2.4.3.- Electrodo De Bajo Hidrógeno Para Procesos De Soldadura**

#### **Soldadura aceros de ordinaria y alta resistencia**

El uso de electrodos de bajo hidrógeno para los procesos de soldadura se recomienda para la soldadura alta resistencia de todo acero y también pueden ser considerados para soldaduras de acero resistencia ordinaria, también para aceros de alta restricción. Cuando se utiliza electrodos de bajo hidrógeno para los procedimientos, se deben tomar las debidas precauciones para asegurar que los electrodos, fundentes y gases utilizados para la soldadura estén limpios y secos.

#### **2.4.4.- Apariencia De La Superficie y Sanidad De La Soldadura**

##### **Apariencia de la superficie**

Las superficies de las soldaduras se deben inspeccionar visualmente y deben ser regulares y uniformes con una mínima cantidad de reforzamiento y libres de socavado y sobre monta. Las soldaduras y el metal base adyacente deben estar libres golpes de arco.

##### **Sanidad de la soldadura**

Las soldaduras deben estar en buen estado, sin fisura en toda la sección transversal de soldadura, y fusionado con el material base

##### **Inspección de soldadura**

La inspección de juntas soldadas en lugares importantes es que se llevarán a cabo por un método de ensayo no destructivo aprobadas, tales como radiografías, ultrasonidos, partículas magnéticas o inspección líquidos penetrantes.

ABS emite una guía para no destructivas de inspección de soldaduras del casco o una norma equivalente aprobado se va a utilizar en la evaluación de las radiografías y las indicaciones de ultrasonidos. Evaluación de las radiografías y las indicaciones de ultrasonidos es uno de los factores en el astillero de la evaluación de control de calidad de soldadura. Radiográfica o inspección por ultrasonidos, o ambos, se va a utilizar cuando la sanidad general de la sección transversal de soldadura se va a evaluar.

Partículas magnéticas o inspección líquidos penetrantes u otros métodos aprobados para ser utilizados en la investigación de la superficie externa de las

soldaduras o se puede utilizar como un control de la soldadura intermedia como pase de raíz.

### **Reparación de soldadura**

Procedimiento de reparación de soldadura adecuado para ser coherentes con el material a soldar. La eliminación por desbaste de las imperfecciones superficiales de menor importancia, tales como cicatrices. Precauciones especiales, tales como el uso de precalentamiento, control de temperatura entre pasadas, y los electrodos de bajo hidrógeno, se deben considerar en la reparación de las soldaduras en acero de mayor resistencia.

## **CAPITULO 3**

### **DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE CONTROL E INSPECCIÓN**

#### **3.1.- GENERALIDADES:**

Establecer la secuencia de pasos a seguir para llevar acabo la varada de una embarcación.

#### **3.2.- INSPECCIÓN A FLOTE ANTES DE LA VARADA**

Se designará un Jefe de Proyecto este se acercara al Supervisor de la embarcación que ha solicitado Varada. El Jefe de Proyecto tomara contacto con el Supervisor de la embarcación para que se programe la varada. La designación del Jefe de Proyecto será comunicado al departamento de Administración de tal forma que cualquier tema concerniente al proyecto de cualquiera de las otras oficinas sea dirigido a éste.

El Jefe de Proyecto enviara al Supervisor de la embarcación la Cartilla de Seguridad de ASTILLERO para que sea informado al personal de la tripulación, contratista que vaya por cuenta propia del Cliente u otro representante del mismo.

En caso que el supervisor de la embarcación disponga solo parcialmente de los planos requeridos en la Solicitud de varada, El Jefe de Proyecto comunicara a Gerencia e informara al encargado de la embarcación responsabilidad que asumirá al no contar con los planos solicitados. El supervisor de la embarcación deberá dejar por escrito su aceptación.

El Supervisor deberá acercar al Jefe del Proyecto la autorización por parte de DICAPI para la varada de la nave. Así mismo deberá hacer llegar al jefe del proyecto los planos mencionados en la Solicitud de Varada.

El Supervisor de la embarcación será responsable que la nave ingrese con los tanques vacíos y con el mínimo de combustible para su maniobra. El Jefe de Proyecto coordinara con el Supervisor la fecha y hora tentativa de varada teniendo en cuenta la Tabla de mareas correspondiente. El Jefe de Proyecto solicitará el apoyo de Administración para coordinar la asistencia de buzo y remolcador para la varada.

Debe entenderse que si la embarcación no cuenta con un Plano de varado o el plano no coincide con lo físico, el astillero no se hará responsable si no se logra al primer intento la varada y se tiene que reajustar la cama de varada, así mismo tampoco se hará responsable si la nave sufre algún golpe o avería.

### **3.3.-INSPECCION DURANTE LA VARADO**

La nave deberá acercarse frente a las instalaciones del astillero para pasar una inspección por parte de un Representante del astillero de la condición en la que se encuentran los tanques. Si se verifica que la condición es tal que pueda resultar peligrosa la maniobra, se deberán deslastrar los tanques.

Después que el Representante de astillero realice la verificación de los tanques y esta sea satisfactoria, indicara al Jefe de Proyecto de esta condición y este dará inicio al varada.

La nave deberá acercarse hacia el carro cuna bajo indicaciones del jefe de Maniobras. Una vez que el Jefe de Maniobras indique que apague sus motores la nave será asistida por el remolcador de apoyo del astillero para acomodarla hacia el carro cuna. La nave será posicionada por maniobra en la cama de varada, preparada. Una vez que la nave este posicionada el Jefe de Maniobras iniciara la subida del carro cuna.

#### **3.4.- INSPECCION EN PATIO DESPUES DE VARADA**

Una vez que la nave se encuentre en tierra sobre el carro cuna, el Jefe de Proyecto guardará registro fotográfico de la condición del casco pasando inspección y revisando si no se encontró ningún inconveniente durante la varada. La conclusión de esta Inspección quedará registrada en la Junta de Casco o Acta de reunión (ANEXO 5).

El Jefe de Proyecto en conjunto con el Supervisor iniciara la Junta de Casco con el procedimiento y registro correspondiente. Para mover la nave desde el carro cuna, el Jefe de Maniobras esperara la orden del Jefe de Proyecto quien además le indicara la ubicación final de la nave en el patio.

#### **3.5.- INSPECCION POSTERIOR AL ARENADO**

Posterior al arenado y al registro de calibración se marcan las zonas a reparar, luego se procede a arenar con un arenado comercial según varadero lo ideal es

que se arene hasta dejar al blanco y hacer un último recorrido de inspección (Junta de casco) debido a que pueden quedar zonas con picaduras profundas ocultas por los restos marinos impregnados en el casco, así como daños en la soldadura del casco generados por posible maniobra de la embarcación.

La revisión de espesores de casco posterior a la fabricación para este tipo de embarcaciones se da según tabla adjunta.

**Tabla 1**

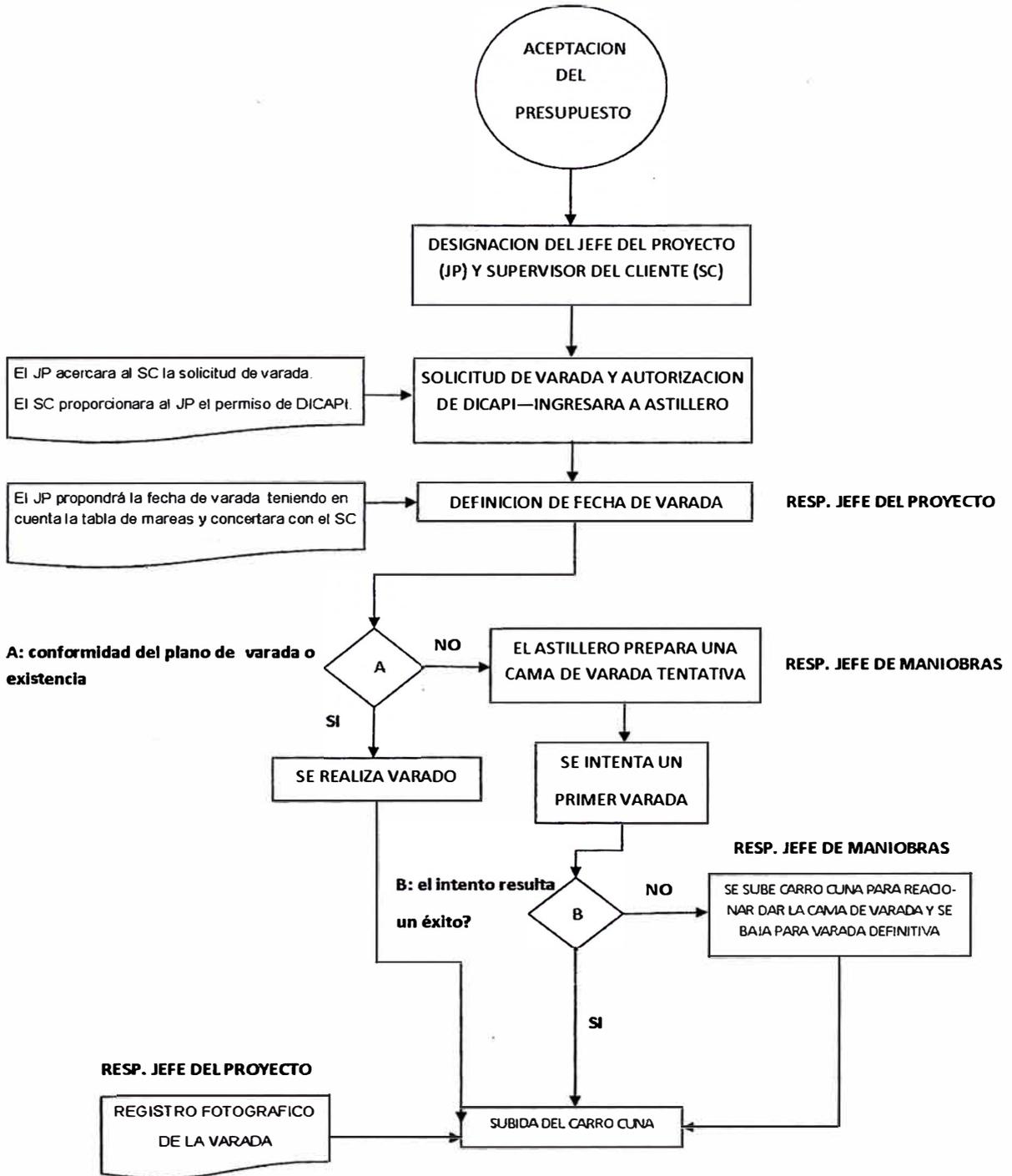
**Steel Wastage Allowances, Conventional Vessels  
Under 90 Meters (295 Feet)**

Main Deck Plating	25%
Bottom Plating	25%
Keel Plating	25%
Sheer Strake	25%
Bilge Strake	25%
Side Shell Plating	30%
Forecastle	30%
Internals and Bulkheads	30%

Part 7 rules for survey after construction / appendix/section 4 guide for hull thickness measurement

Además se resume el proceso descrito en el capítulo con flujo grama.

# FLUJOGRAMA



## CAPITULO 4

### IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN DE CONTROL DE CALIDAD

#### 4.1.- PLAN DE PUNTOS DE INSPECCIÓN (PPI)

Nº	ETAPA A INSPECCIONAR		CARACTERISTICAS A INSPECCIONAR	METODO DE INSPECCION	DOCUMENTOS DE REFERENCIA	REGISTRO APLICABLE	INSPECCION		
							ASTILLERO	CLIENTE	OTROS
01	DOCUMENTOS Y PLANOS.	REVISIÓN DE DOCUMENTACIÓN CONTRACTUAL.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alcance contractual.</li> <li>• Normas aplicables.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Documental.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Contrato u orden de compra.</li> <li>• Especificaciones Técnicas De la Clase.</li> <li>• Planos.</li> <li>• Clase de la embarcación</li> </ul>		<input checked="" type="checkbox"/>		
		REVISIÓN DE PLANOS DE INGENIERÍA (APLICABLE PARA CONSTRUCCIONES NUEVAS).	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Planos de Fabricación.</li> <li>• Dimensiones básicas y complementarias.</li> <li>• Arreglos generales</li> <li>• Actualización de cambios.</li> <li>• Verificación de emisión para construcción.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Documental</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Especificación Técnicas.</li> <li>• Planos de Fabricación.</li> <li>• Normas de referencia.</li> <li>• Documentación y/o trasmittals del cliente.</li> </ul>		<input checked="" type="checkbox"/>	D	

		CONTROL DE DOCUMENTOS EMITIDOS POR EL CLIENTE	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fecha de emisión</li> <li>Revisión de documento</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Documental</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Plan de gestión de calidad</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Registro (Anexo 6)</li> </ul>	<input checked="" type="checkbox"/>		
02	INSPECCION ANTES DE VARADA	CALIBRACION DE INSTRUMENTOS	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cumplimiento de especificaciones técnicas del Cliente.</li> <li>Documentación de respaldo del equipo.</li> <li>Revisión del patrón respecto al material del casco (coordinación con el armador).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Visual.</li> <li>Instrumental.</li> <li>Documental.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Especificación Técnica del Cliente.</li> <li>Ordenes de compra y servicios.</li> <li>Guías de remisión.</li> <li>Certificados de calibración.</li> <li>Certificados de calidad.</li> <li>Control recepción de materiales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Registro aplicable (Anexo 3)</li> </ul>	<input checked="" type="checkbox"/>	D	
		RECONOCIMIENTO DE ZONAS A INPECCIONAR	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cumplimiento de especificaciones técnicas.</li> <li>Documentación de respaldo de la zona a inspeccionar (dossier de carena pasada).</li> <li>Inspección con el armador de las zonas requeridas para inspección.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Visual.</li> <li>Instrumental.</li> <li>Documental.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Especificaciones Técnica.</li> <li>Dossier o registros de carena pasados</li> <li>Planos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Registro de inspección de casco o junta de casco (Anexo 5).</li> </ul>	<input checked="" type="checkbox"/>	D V	
03	INSPECCION DURANTE LA VARADO	SELECCIÓN DE LOS PROCESOS DE SOLDADURA	<ul style="list-style-type: none"> <li>Calificación del procedimiento de soldadura PQR</li> <li>Especificación de procedimientos de soldadura, WPS</li> <li>Calificación de soldadores WPQ</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Visual.</li> <li>Instrumental.</li> <li>Documental.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Especificaciones Técnicas del Cliente.</li> <li>Norma de fabricación.</li> <li>Base de Datos del Astillero.- WPS.</li> </ul>		<input checked="" type="checkbox"/>	D	

		HABILITADO DE MATERIALES	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cuadrado y Corte de Vigas soporte y arriostres.</li> <li>• Cuadrado y Corte de Cartelas.</li> <li>• Cumplimiento de especificaciones técnicas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Visual.</li> <li>• Instrumental.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Planos entregados por el cliente</li> <li>• Especificaciones Técnicas del cliente.</li> <li>• Recomendaciones de la clase</li> </ul>		<input checked="" type="checkbox"/>	D	
		INSPECCION DE CASCO	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificar zonas de inspección.</li> <li>• Zonas recomendadas por ABS</li> <li>• Calibrar zonas según ABS</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Visual</li> <li>• Instrumental</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Certificados de calibración de equipos</li> <li>• Planilla de calibración.</li> </ul>				
		CONTROL DIMENSIONAL	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Parámetros Principales de Columnas.</li> <li>• Parámetros Principales estructuras soportes y accesorios estructurales.</li> <li>• Cumplimiento de especificaciones técnicas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Visual.</li> <li>• Documental.</li> <li>• Instrumental.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Especificaciones Técnicas del cliente.</li> <li>• Planos entregados por el cliente.</li> <li>• ABS</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Registro dimensional (Anexo 2)</li> <li>• Registro Fotográfico.</li> </ul>	<input checked="" type="checkbox"/>	M	
		SOLDADURA	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Soldadura de Columnas.</li> <li>• Soldadura de Estructura Soporte y accesorios estructurales.</li> <li>• Soldadura de Accesorios.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Visual.</li> <li>• Documental.</li> <li>• Instrumental.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Especificaciones Técnicas del cliente</li> <li>• Especificaciones técnicas de inspección ABS</li> </ul>	Registro de calibracion	<input checked="" type="checkbox"/>	M	
		ENSAYOS NDT	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tintes penetrantes: 1.- Empalme de planchas y sobre plancha en obra viva.</li> <li>• Radiografía y/o Ultrasonido: 1.- Juntas a tope de Empalme en zonas de difícil acceso para soldadura.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Visual.</li> <li>• Documental</li> <li>• Instrumental.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Especificaciones Técnicas del Cliente.</li> <li>• ABS.</li> <li>• GL</li> <li>• ASME V 2010</li> <li>• Documentación de la empresa de NDT (Procedimientos, Certificaciones del Personal, etc.).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Informe de Inspección de END.</li> </ul>	<input checked="" type="checkbox"/>	M D	<input checked="" type="checkbox"/>

04	CONTROL DE ARCHIVOS	RECOPIACIÓN DE DOCUMENTACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Planos</li> <li>• Certificado de materiales</li> <li>• Reportes END</li> <li>• Registros de calidad</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Documental</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Plan de gestión de calidad.</li> </ul>		<input checked="" type="checkbox"/>		
		DOSSIER DE CALIDAD	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cumplimiento de planes de puntos de inspección</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Documental.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Especificaciones Técnicas del Cliente.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Documento de cheque de dossier (Anexo 4)</li> </ul>	<input checked="" type="checkbox"/>		
		ENTREGA FINAL	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Levantamiento de observaciones</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Documental.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Especificaciones Técnicas del Cliente.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Acta de entrega de dossier de calidad.</li> <li>• Trasmital de entrega.</li> </ul>	<input checked="" type="checkbox"/>	O V	

## **4.2.- PROCESO DE CAMBIO DE PLANCHA Y/O REPARACIÓN**

### **4.2.1.- Inspección De Casco**

La inspección del casco se basa en las recomendaciones y los estándares de calidad de construcción naval para reparación de estructura del casco el estándar es aplicable a:

- Embarcaciones de tipos convencionales.
- Las estructuras del casco construido a partir de aceros estructurales ordinarios.

### **4.2.2.- Alcance**

Cubre construcciones típicas y nos brinda una orientación sobre las normas de calidad para los aspectos más importantes de dicha reparación.

Una norma más estricta sin embargo puede ser necesaria para áreas críticas ya una elevada tensión del casco, y esto es de acuerdo con la Oficina en cada caso.

### **4.2.3.-Requerimientos**

En general, el trabajo se llevará a cabo de conformidad con el reglamento y la del representante de clase. Disposiciones han de ser adecuadas para la accesibilidad, puesta en escena, iluminación y ventilación. Soldadura las operaciones se llevarán a cabo bajo al abrigo de la lluvia, la nieve y el viento.

La soldadura de estructuras del casco debe ser llevada a cabo por soldadores calificados, de acuerdo a los procedimientos aprobados y calificados, con consumibles de soldadura aprobada por la Clase.

#### **4.3.- PROCEDIMIENTO**

##### **4.3.1.- Inspección De Materiales De Almacén**

Todos los materiales, incluidos los consumibles de soldadura, que se utilizará para los elementos estructurales deben estar de acuerdo con los planes de construcción aprobados por ingeniería y con el requisito de la Regla de ABS Materiales y soldadura.

##### **4.3.1.1.- Control De Materiales**

Establece los lineamientos generales para el Sistema de Control de Inventarios y los mecanismos que permitan recepcionar, almacenar, controlar y despachar adecuadamente los productos suministrados por nuestros clientes.

En el caso que el astillero proporcione, por encargo de nuestros clientes, materiales como planchas, tubos, fittings entre otros, el control de materiales se realizará en concordancia con lo que establezca el requerimiento del cliente en cuanto al control y trazabilidad de los materiales.

#### **4.3.1.2 - Recepción e Inspección**

El supervisor de almacén, recepcionará física y documentariamente la totalidad de los materiales suministrado por el cliente, teniendo para ello la autoridad de aceptarlo o retenerlo si el mismo no cumple con las especificaciones del cliente y/o presenta daños físicos.

Los productos entregados por el cliente iniciarán su proceso de inspección desde la descarga en las instalaciones del astillero y concluirán con el ingreso a los almacenes de tanto físicamente como en el Sistema de Control de Inventarios, habiéndose para ello verificado la concordancia del contenido de las guías o packing list con el producto recibido, en lo relacionado a la cantidad, dimensiones, tipo o especificación y estado visual. El proceso de recepción concluye con la emisión del reporte de recepción, el cual será firmado por el supervisor de almacén y el inspector QC, el documento original será archivado por QA/QC y la copia será entregada al supervisor de almacén.

En caso de detectarse diferencias en algún aspecto los materiales serán retenidos y se emitirá un reporte de producto no conforme.

#### **4.3.1.3.- Entrega De Materiales a Producción**

Almacén con la Lista de Materiales, Lista de Partes y Sub-Ensamblés y el programa de producción, procederá a la preparación y entrega a planta de los materiales necesarios para la fabricación de las órdenes programadas.

Realizando en línea los movimientos de descarga o salida en el Sistema de Control de Inventarios.

Semanalmente se emitirá el Reporte de Inventario Físico donde se muestran los diferentes saldos por cada uno de los artículos (físicos, por recibir, reservados, disponibles y esperados).

Al momento de la entrega de materiales a producción los mismos ya deben tener sus certificados de materiales correspondientes.

#### **4.3.2.-Inspección Ensayo No Destructivo**

- Todos los END deberán realizarse según el procedimiento específico END aplicable, estos deberán estar de acuerdo con el Código ASME Sección V y B31.3 o alguna norma reconocida aprobada por el cliente.
- El Nivel II puede ser sub-contratado, el Nivel II es nombrado por Astillero después de la revisión del Jefe de Control de Calidad que su calificación ha alcanzado el estándar SNT-TC –1ª o según lo especifica la clase.
- El Ingeniero de Diseño es responsable de incluir en los planos los requerimientos END.

#### **4.3.2.1.- Procedimiento De END**

- Todos los procedimientos END son escritos y calificados antes de usarse en producción.
- Todos los procedimientos END deberán ser aprobados por el Jefe de Control de Calidad y aceptados por el Cliente.

- Todos los procedimientos END serán suministrados a los examinadores que realizan esta tarea.

#### **4.3.2.2.- Personal De END**

- Todo el personal END está calificado de acuerdo a los requerimientos SNT-TC –1ª o según lo especifica la clase.
- El programa de trabajo END deberá ser coordinado por el Inspector de Control de Calidad con el Examinador de Nivel II.
- Registros del personal END calificado se quedarán con el Jefe de Control de Calidad.
- Cambios sustanciales en procedimientos y/o equipos requieren re-calificación del personal END como lo determina el Jefe de Control de Calidad o el Cliente. Re-calificación de procedimientos y/o examinadores deberá ser efectuada si existiese alguna duda en los resultados obtenidos
- El Inspector y el personal END son responsables de hacer la inspección visual de las soldaduras y materiales antes de cualquier examen END para detectar y remover irregularidades en la superficie o defectos que puedan afectar la evaluación END.

#### **4.3.2.4.- Reportes y Registros**

- Los Reportes END son emitidos por el Nivel II quien realiza el examen, seguido de la prueba. La aprobación de procedimientos o reportes deberán ser mostrados firmando, fechando e indicando el Nivel END de calificación.

Un juego completo de registros deberán ser evaluados por el Jefe de QA/QC de Astillero. antes de ser presentado al Cliente.

- Resultados de todos los END incluyendo film e interpretación de reportes de radiografías, deberán estar al alcance del Cliente para revisión y aceptación.
- Todos los registros END y films radiográficas serán archivados por el Jefe de Control de Calidad.
- Toda la documentación END incluyendo registros certificados del personal END deberán ser archivados por el Jefe de Control de Calidad Astillero y deberán estar al alcance del Cliente para revisión y aceptación.

#### **4.3.3.- Inspección De Prueba Neumática y De Vacío.**

##### **4.3.3.1.- Prueba Neumática**

Se establecerá los pasos a seguir para la realización de pruebas neumáticas de presión con el fin de determinar la hermeticidad de los elementos a probar.

Además es aplicable en compartimentos, tanques, palas de gobierno, toberas para lo cual se toma de referencia ABS Parte 3, IACS, GL Rules.

##### **4.3.3.1.1.- Recursos**

- Equipamiento:
  - 1) Manómetro calibrado: Contar con manómetro con glicerina calibrado hasta un rango como máximo de 2 veces la presión de prueba.
  - 2) Compresor

3) Manguera flexible y accesorios: Deben encontrarse en buenas condiciones.

4) Bridas ciegas, empaquetaduras, pernos, teflón, llaves, brocha.

5) Formato de registro de prueba.

6) Solución jabonosa

7) El fluido de prueba será aire.

- **Personal.-**

Toda la prueba deberá contar con el siguiente personal:

a) Responsable de Prueba por parte de Astillero

b) Operario de prueba

c) Representante del armador.

#### **4.3.3.1.2.- Prueba:**

- **Previo a la prueba:**

1.- Repasar todos los procedimientos o instrucciones aplicables.

2.- El elemento a probar será limpiado de todo óxido, grasa, etc.

3.- Inspeccionar visualmente todos los contornos del elemento para verificar la no existencia de defectos que impidan la realización de la prueba. En lo posible las costuras no deberán tener recubrimiento, se puede hacer la prueba antes de la aplicación de la última capa de pintura.

- **Durante la prueba:**

1.-Llenar de aire lentamente.

2.-Cuando el elemento este a la presión de la prueba, examinar cuidadosamente que no existan fugas u otra evidencia de problemas mediante la aplicación de solución jabonosa. Todas las conexiones deberán ser inspeccionadas.

3.-La presión podrá subir por efecto de la temperatura pero no se admitirá ningún descenso en la lectura.

4.-Después de que el sistema esté a la presión de prueba y sin fugas, la presión será mantenida por el tiempo de prueba correspondiente. Nuevamente se volverá a aplicar solución jabonosa en todas las conexiones.

- Después de la Prueba:

1.- Una vez transcurrido el periodo de prueba despresurizar el sistema.

#### **4.3.3.2.- Prueba De Prueba De Vacío**

Señalar una secuencia de actividades aplicables a la ejecución de la prueba de vacío para comprobar la integridad de las juntas soldadas.

Aplicable a la inspección de uniones soldadas de las planchas, de tanques de almacenamiento, celdas de flotación, clarificadores, etc.

- Documentación de referencia:

- ABS PART 3 sección 5.5

- Norma API 650 sección 5.3.3.

- Asme IX, Asme VIII.

- Responsabilidades

- **Ingeniero jefe de proyecto:** poner en práctica el siguiente procedimiento y velar por su cumplimiento, autorizar los recursos para cumplir los objetivos de la presente prueba.

- **Supervisor proyecto:** Responsable de establecer coordinación con el ingeniero de calidad para la ejecución de la prueba.

- **Ing. QA/QC:** Responsable por el monitoreo permanente de ejecución de la prueba, emisión del registro de la prueba y las acciones correctivas en caso de encontrar algún defecto.

#### **4.3.3.2.1.- Recursos**

##### **Equipos:**

Son equipos que intervienen principalmente en la prueba de Estanqueidad de las embarcaciones, tales como: Cámara de vacío, Válvulas, Niples, Mangueras, Cañerías y compresora.

##### **Personal:**

Cuadrilla típica. Para efectos de las pruebas se requiere de un Supervisor y personas a tiempo parciales quienes desarrollarán las siguientes actividades:

- Conexión de accesorios.

- Manejo del equipo de succión.

- Control de presión de vacío y registro.

#### **4.3.3.2.2.- Verificaciones Previas**

- Se verificará la instalación de los elementos requeridos para aislar la embarcación del resto del sistema operacional. Verificar medidas para el caso de fugas o reparaciones.
- Se notifica al departamento de seguridad la ejecución de la prueba. Se ejecuta la prueba de en el fondo o en la superficie vertical del tanque.
- Se notifica al representante del Cliente.

#### **4.3.3.2.3.- Requisitos**

La documentación necesaria para la ejecución de la prueba de estanqueidad consiste en

- Registro de Prueba de vacío.

Plano de la zona de la embarcación que será sometido a prueba (No indispensable) o un croquis de la ubicación general de la zona de prueba respecto a la embarcación.

- Lista de verificación de inspecciones previas.

**Nota:** La presión de succión debe ser de al menos - 21 Kpa. (-0.21 bar.) y/o según indicaciones del código API 650.

#### **4.3.3.2.4.- Ejecución De La Prueba**

- Se procederá con la instalación del conjunto de bomba, válvulas y accesorios que sean necesarios para la prueba.

- El acceso a las áreas donde se realizará la prueba de vacío estarán restringidas al personal que no intervenga en la prueba.
- Se procede mojar área con agua jabonosa y crear succión de vacío tipo venturi hasta alcanzar la presión requerida.
- Se efectúa una inspección minuciosa de las juntas soldadas y demás conexiones verificando la existencia de alguna fuga, que se manifestará en forma de burbujeo.

- **Si la fuga es en una junta soldada:**

- Se realizaran las reparaciones de acuerdo con API 650, 5.4 Reparaciones de Soldaduras en general se repararan soldaduras respetando las siguientes indicaciones:
  - Se identificará y notificará sobre todas las fugas encontradas durante la prueba de vacío, Se archivará el registro marcando en un plano los puntos de fuga.
  - Las reparaciones de soldadura serán realizadas solamente por soldadores calificados y de acuerdo con el procedimiento calificado de soldadura.
  - Todas las soldaduras reparadas serán revisadas repitiendo el procedimiento de inspección original y repitiendo uno de los métodos indicados en API 650 punto 5.3., Inspecciones, ensayos y reparaciones.

#### **4.3.4.-Procedimiento De Soldadura y Cualificación Del Personal.**

##### **4.3.4.1.- Cualificación De Soldadores**

Los soldadores deben ser calificados de acuerdo con los requisitos de la regla de ABS Materiales y soldadura. Los subcontratistas deben llevar un registro de calificación de soldadores (WPQ / ANEXO 8) y, cuando sea necesario, presentar los certificados válidos de aprobación de las pruebas.

Operadores de soldadura con procesos totalmente mecanizada o totalmente automáticos por lo general no es necesario pasar la prueba de la aprobación, siempre que las soldaduras de producción realizadas por los operadores estén con la calidad requerida. Sin embargo, los operadores deberán recibir una formación adecuada en el establecimiento o programación y operación de los equipos.

##### **4.3.4.2.- Cualificación De Los Procedimientos De Soldadura**

Los procedimientos de soldadura deben ser calificados de acuerdo con la Reglas de ABS Requisitos. El procedimiento de soldadura debe ser apoyado por un registro del procedimiento de soldadura (WPS / ANEXO 9).

##### **4.3.4.3.- Cualificación De Los Ensayos No Destructivos**

El personal que realice exámenes no destructivo con el propósito de evaluar la calidad de soldaduras en relación con la nueva construcción cubiertos por esta guía son para ser calificado en acuerdo con los requisitos aplicables de la clase o de un reconocido prestigio nacional o sistema internacional de clasificación. Los registros de los operadores y sus

certificados actuales se mantendrán y pondrán a disposición del inspector para su inspección.

#### **4.4.- CRITERIOS DE ACEPTACION**

Para determinar los criterios de aceptación debemos marcar primero los instantes de puntos de inspección el cual es referido en el ítem 4.1. Los criterios están basados de acuerdo a las recomendaciones de ABS Part 3, Chapter 7, IACS (Pub87-Hulls publicación referente al IACS del ABS), GL Rules, Se divide en tres etapas:

- **Antes de la Inspección**

- Las juntas soldadas deben de estar limpias, libres de escoria.
- Los cordones a inspeccionar no deben de estar pintados.
- Exigir al contratista que los soldadores deben de portar su respectiva identificación del WPQ en el cual debe de figurar su nombre y el código de su estampa.
- Cada soldador marcara su código de estampa con plumón indeleble color azul las juntas que realizo.

- **Durante la inspección.**

- El inspector del Astillero deberá portar los equipos adecuados para iniciar la inspección (galga, linterna de casco, wincha, plumón indeleble, cámara).
- Indicar el código de estampa del soldador en la junta que este soldó.
- Revisar si los elementos se encuentran alineados (según Pub87-Hulls).

- Revisar y medir las soldaduras intermitentes de acuerdo al plano especificado o por recomendación de Control de Calidad, revisando la longitud y paso de los cordones.

Revisar la continuidad estructural y la continuidad de soldadura.

- Medir la altura, la garganta, catetos de las juntas soldadas y que estas cumplan las medidas de acuerdo a las normas especificadas.
- Revisar todos los defectos encontrados y tomar registro de ello mediante una fotografía y marcar con el pulmón las zonas donde existan éstos.
- Bajar con el contratista o su representante e indicarle cuales son los defectos encontrados para que éste los repare.

- **Después de la inspección.**

- Luego de inspeccionar el ambiente, llenar el formato correspondiente y adjuntar en él las fotografías tomadas para así llevar un registro de Control de Calidad.

Al término de los trabajos en los ambientes éstos deben de estar laminados.

- El registro de inspección deberá ser presentado al Departamento de producción.

## **CAPITULO 5**

### **ANÁLISIS ECONÓMICO DEL PROCESO DE INSPECCIÓN**

#### **5.1.- ANÁLISIS DE COSTOS PLANTEANDO UN MANTENIMIENTO PROACTIVO**

Mostrar las mejoras que se obtendrían (reducción de costos de mantenimiento y disponibilidad de los equipos, aumento de la productividad de la empresa, entre otros debido a una inspección oportuna del casco de la embarcación) con la implementación del mantenimiento proactivo así como de los criterios de inspección, a partir de detectar las causas que originan las fallas en el sistema de fabricación de harina de pescado.

#### **5.2.- SELECCIÓN DE MÁQUINAS Y EQUIPOS**

Dado que las embarcaciones son de suma importancia para el sistema procesado de harina se les tomará como base para analizar las mejoras que se pueden obtener con la implementación del mantenimiento proactivo y la inspección de la embarcación como principal arma para determinar la sanidad del casco.

### 5.2.1.- Fallas En El Equipo

Dado la embarcación es el componente más crítico del sistema de proceso de harina cuando se encuentra en faena de pesca. Analizado las fallas ocurridas dentro en una carena (data del mantenimiento correctivo 2009 aplicada en astilleros), se aprecia en el cuadro 2 las averías de este sistema, se obtiene que las fallas sean las siguientes:

**Cuadro N° 1: Identificación de Fallas**

FALLAS	CÓDIGO
• Inspección solicitada por el Armador es incompleta	F1
• Inspección realizada por personal sin experiencia	F2
• Corrosión en cubierta	F3
• Corrosión fondo del casco	F4
• Corrosión en la estructura del casco	F5

### 5.2.2.- Frecuencia De Fallas

De la información histórica se pueden observar en el cuadro 2 las fallas más resaltantes en el casco, las frecuencias de las fallas acontecidas en el año 2009.

**Cuadro N 2: Ocurrencias Correctivas Casco**

Fecha	Fallas y Ocurrencias	Costo Total	Valor Porcentual	H. PROD.	C. PROD.	C.MANTTO
26/01/2009	Inspección solicitada por el Armador es incompleta	487050	27.36	15	482850	4200
26/01/2009	Inspección realizada por personal sin experiencia	483350	27.15	15	482850	500
27/08/2009	Corrosión en cubierta	165450	9.29	5	160950	4500
02/08/2009	Corrosión fondo del casco	322350	18.11	10	321900	450
23/09/2009	Corrosión en la estructura del casco	322000	18.09	10	321900	100
	Total	1780200				

Nota.-

1.- Los costos resaltados deben ser hechos en un varadero lo cual encarece el trabajo.

2.-Se ha considerado en \$290 la tonelada métrica de anchoveta según la siguiente [direcciónhttp://industriadelperu.blogspot.com/2009/12/precio-de-la-anchoveta-para-harina-se.html](http://industriadelperu.blogspot.com/2009/12/precio-de-la-anchoveta-para-harina-se.html) .

3.- Los costos están en Dólares.

### 5.3.- ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS COSTOS DE LAS FALLAS

**Cuadro N° 3 : Frecuencia de fallas por corrosión en el casco**

CODIGO	FALLA	ENE	JUL	ENE	JUL	FALLAS AL CICLO CARENA
F1	Inspección solicitada por el Armador es incompleta	1	1	1	1	4
F2	Inspección realizada por personal sin experiencia	1	1	1	1	4
F3	Corrosión en cubierta		1		1	2
F4	Corrosión fondo del casco				1	1
F5	Corrosión en la estructura del casco				1	1

Con la data del mantenimiento correctivo se obtienen los costos por tipo de falla originados. Aplicando el principio de Pareto se identifican cuales fallas nos representan los costos más significativos como lo muestran: el cuadro 4, el gráfico 1.

Como resultado de aplicar este principio podremos seleccionar cuales son las fallas que más impactan económicamente. Es así que se comprueba que las 3 primeras fallas (clase A) representan más del el 75% de las pérdidas y en las cuales vamos a centrar el análisis causa-raíz para el mantenimiento proactivo.

Cuadro N° 4 : INTEGRIDAD DE CASCO

CODIGO	FALLA	VALOR TOTAL	PORCENTAJE DEL TOTAL	ACUMULADO PORCENTUAL
F1	Inspección solicitada por el Armador es incompleta	487050	27.36	27.36
F2	Inspección realizada por personal sin experiencia	483350	27.15	54.51
F4	Corrosión fondo del casco	322350	18.11	72.62
F5	Corrosión en la estructura del casco	322000	18.09	90.71
F3	Corrosión en cubierta	165450	9.29	100.00
		1780200		

#### 5.4.- SELECCIÓN DE FALLA A ANALIZAR SEGÚN PARETO

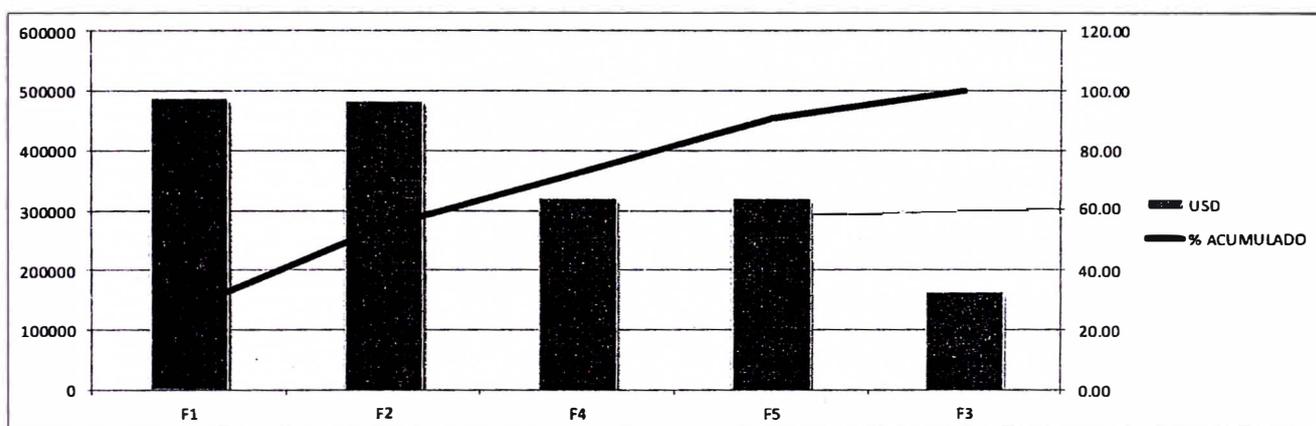


Gráfico N° 1

##### 5.4.1.- Selección De Falla a Analizar

Para este presente informe la falla que se toma como base es la que se originó al no dar la importancia a la calibración del casco así como al plan de puntos de inspección propuesto (F1) el cuál generalmente el armador limita este tipo de inspección a los requerimientos del seguro. Los costos originados son como se muestra en el cuadro 5.

### Cuadro 5: Costos F1

<b>Falla por Calentamiento de los Descansos(F1)</b>	
Costo Mantenimiento	\$4,200
Pérdidas originadas	\$482,850
<b>Total de la falla</b>	<b>\$487,050</b>

## 5.5.-ANÁLISIS CAUSA RAÍZ DE LA FALLA

### 5.5.1.- Investigación

- **Piezas.-** Al no tener un buen muestreo de las superficies del casco descuidamos zonas con picaduras las cuales puedan afectar la integridad del casco.
- **Posición.-** los dosieres de la anterior carena marcara las zonas tener más importancia en la siguiente carena.
- **Personas.-** Jefe de proyecto, Inspector de calidad, técnicos de mantenimiento mecánicos, supervisores y operarios.
- **Paradigma.-** Mantenimiento correctivo y o proactivo, fallas de los sistemas en tiempos de pesca, no disponibilidad del material.
- **Papel.-** Registros de mantenimiento correctivo y proactivo, Dossier de inspección.

## **5.5.2.- Análisis Falla**

### **5.5.2.1.-Equipo De Análisis y Responsabilidades**

El equipo de análisis y sus responsabilidades se muestra en el cuadro 6.

### **Cuadro 6: Equipo de trabajo**

<b>EQUIPO DE TRABAJO</b>	
<b>Jefe de Proyecto</b>	Convocar a reunión de Trabajo. Programar carenas mas frecuentes. Elaborar un procedimiento de inspeccion.
<b>Inspector de Calidad</b>	Encargado de la inspeccion, Genera procedimientos de soldeo y reparacion,responsable del registro y cumplimiento de las buenas practicas
<b>Técnicos De Mantenimiento Mecánicos</b>	Levantar Información de los sistema de la embarcacion Verificar Estado de los sistemas mencionados Realizar control
<b>Supervisores y Operarios</b>	Identificar posibles orígenes de las fallas. Apoyo al área de inspección y coordinación

### 5.5.3.- Análisis Causa Raíz

En la Figura 1 observamos el esquema de las posibles causas y sus raíces.

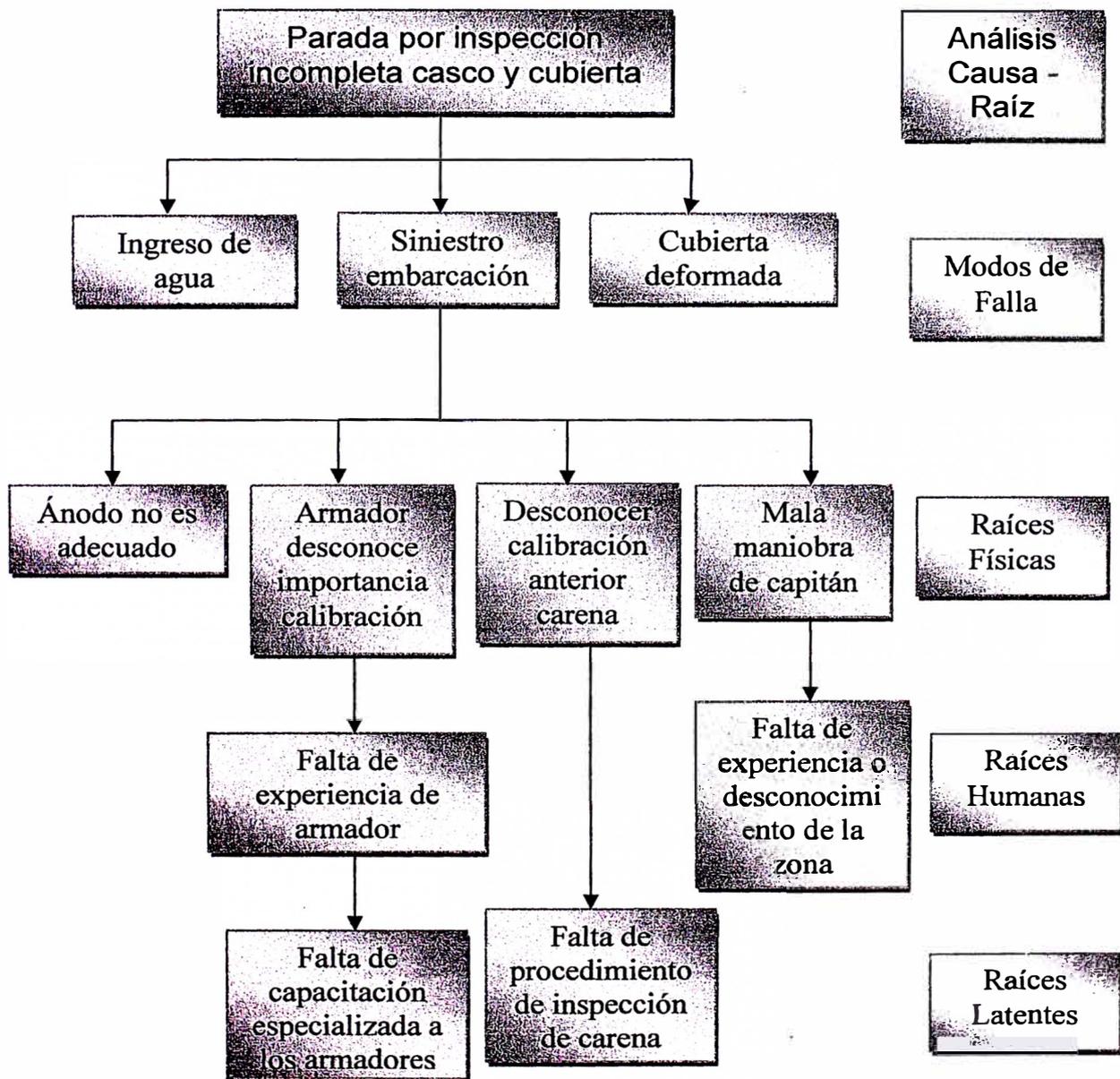


Figura 6

#### **5.5.4.- Modos De Falla**

Ingreso de agua

Siniestro embarcación

Cubierta deformada

- **Raíces físicas**

Ánodo no es adecuado

Armador desconoce importancia calibración

Desconocer calibración anterior carena

Mala maniobra de capitán

- **Raíces Humanas**

Falta de experiencia de armador

Falta de experiencia o desconocimiento de la zona

- **Raíces Latentes**

Falta de capacitación especializada a los armadores

Falta de procedimiento de inspección de carena

#### **5.6.- SOLUCIÓN DEL PROBLEMA**

La solución conlleva a realizar las siguientes acciones:

- Reuniones para definir los lineamientos a seguir y la propuesta proactiva.
- Reuniones de control y verificación.
- Análisis de los modos de falla.
- Análisis y verificación de las raíces físicas.
- Análisis y verificación de las raíces humanas.
- Análisis y verificación de las raíces latentes.

- Capacitación del personal de armadores.
- Elaboración de instructivo de inspección de casco.
- Elaboración de programas de mantenimiento y control.

### 5.6.1.- Presupuesto

**Cuadro N° 7: Costos de la propuesta proactiva**

Descripción de la actividad	Precio Unitario [USD]	Cantidad	Subtotal [USD]	Observaciones
Reuniones para definir los lineamientos a seguir y la propuesta proactiva.	500.0	2	1000.0	
Reuniones de control y verificación	300.0	4	1200.0	Para controlar el avance
Análisis de modos de falla	6,000.0	1	6,000.0	Revisión de los componentes
Identificación de raíces físicas	700.0	2	1,400.0	
Verificación de raíces físicas	1,000.0	2	2,000.0	
Identificación de raíces humanas	600.0	3	1,800.0	
Verificación de raíces humanas	400.0	3	1,200.0	
Capacitación del personal de armadores	300.0	5	1,500.0	
Charlas al personal operativo	100.0	5	500.0	Para los supervisores y operarios
Identificación de raíces latentes	400.0	2	800.0	
Verificación de raíces latentes	400.0	2	800.0	
Elaboración de instructivos de inspección	1,200.0	3	3,600.0	Para intervenciones de calidad
Elaboración de programas de carenas	800.0	4	3,200.0	
Elaboración de programas de control	800.0	5	4,000.0	
Gastos por estudios de una embarcación	32,190.0	5	160,950.0	Tiempo necesario para el estudio
<b>Inversión requerida:</b>			<b>189,950.0</b>	

### 5.7.-RETORNO DE LA INVERSIÓN

Como se vio en el cuadro 4 el costo de la falla analizada asciende a USD 487 050 y en el cuadro 6 la inversión asciende a USD 189 950, por lo tanto el ROI obtenido considerando una eficiencia de la implantación del 95% es como sigue:

$$ROI = \frac{487050 * 95\%}{189950} = 2.44$$

Y el plazo de retorno de la inversión:

$$ROI = \frac{12}{2.44} = 4.91 \text{ meses}$$

Con lo que se demuestra que en menos de 1 periodo se logra recuperar la inversión del capital.

## 5.8.- PROPUESTA PROACTIVA

## Cuadro 8: Propuesta proactiva

<b>Descripción de la Falla</b>
La Parada constante de la embarcación por cambios de planchas o problemas de filtraciones originan parada de Planta generando pérdidas por alimentar a la planta con materia prima.
<b>1.- Procedimiento presupuestado</b>
Análisis de falla, sus causas y raíces. Elaboración de procedimientos y programas de mantenimiento e inspección de casco con mayor detalle. Capacitación al personal de mantenimiento y operarios de producción. Ejecución del programa de inspección desarrollado por el astillero.
<b>2.- Enfoque del retorno de la inversión</b>
Costo de falla = USD 487 050, Inversión = USD 189950, ROI = 2.44, Tiempo de ROI = 4.91 meses.
<b>3.- Cronograma de ejecución</b>
Ejecución del programa: 5 meses
<b>4.- Evaluación de mejoras</b>
Las mejoras obtenidas la tripulación así como el armador esconciente de la importancia de la inspección en el casco de la embarcación, se logra capacitar a la gente sobre los procesos de inspección y las zonas críticas de la embarcación.
<b>5.- Informe Gerencial de los resultados Técnico-Económico</b>
Con este programa se asegura la confiabilidad del casco con un retorno de la inversión relativamente rápido.

## **CONCLUSIONES**

- El retorno de la inversión es rápido (4.91 meses), consiguiendo que la falla no se vuelva a presentar ni que la embarcación vuelva a presentar averías y varar antes de lo previsto.
- Con el análisis causa raíz se logra un mejor entendimiento de todo el personal sobre la importancia de la inspección y sus posibles fallas.
- Con la implantación del mantenimiento proactivo se eliminan las fallas del equipo por factores de mala manipulación y factores latentes.
- Se logra un aumento en la confiabilidad y disponibilidad del equipo y por consiguiente se aumenta la productividad de la empresa.

## **BIBLIOGRAFIA**

1. PART 7: RULER FOR SURVEY AFTER CONSTRUCTION 2011, Appendix section 4 Guide for Hull Thickness Measurement and Section 6 Report on thickness Measurement of Bulk Carriers – Non Double Skin and General Dry cargo Vessels, ABS.
2. GUIDE FOR: SHIPBUILDING AND REPAIR QUALITY STANDARD FOR HULL STRUCTURES DURING CONSTRUCTION, ABS.
3. IACS RECOMMENDATION No. 47 "SHIPBUILDING AND REPAIR QUALITY STANDARDS".
4. GUIDANCE NOTES ON The Inspection, Maintenance and Application of Marine coating Systems / 49-Coatings-nov 07/ ABS.
5. WELDING INSPECTION TECHNOLOGY, American Welding Society
6. Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos (Guía del PMBOK)
7. GUIDE FOR, Nondestructive Inspection Of Hull Welds 2002
8. DIAGNÓSTICO TÉCNICO Y MANTENIMIENTO PREDICTIVO, J. Diaz Navarro.
9. CALIDAD DEL PROCESO Y EL ANÁLISIS DE CAUSA RAÍZ, Robert J. Latino.
10. PLAN DE LA PRODUCCIÓN Y CONTROL DE LA CALIDAD, Martínez Matías.





## ANEXO 3

### ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD LISTA DE EQUIPOS Y/O INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN

FECHA DE ACTUALIZACIÓN:  
REALIZADO POR: EDWIN JUAN CRISTOBAL

EM	DESCRIPCION DEL INSTRUMENTO	CANT	CÓDIGO	FECHA DE CALIBRACIÓN	PRÓXIMA CALIBRACIÓN	CERTIFICADO DE	CALIBRACIÓN POR	ESTADO	UBICACIÓN	RESPONSABLE
<b>A</b>	<b>CONTROL DIMENSIONAL Y PRESION</b>									
1	CALIBRADOR DE ESPESORES DE PLANCHA	1		31/07/2008	31/07/2009	073108	CALIBRACION DE FAB.	NUEVO	CALIDAD	E.Cristobal
2	WINCHA DE 8m. Marca Stanlev, DIVISIÓN MÍNIMA = 1mm	1			31/07/2010		CALIBRACION DE FAB.	NUEVO	CALIDAD	E.Cristobal
3	WINCHA DE 30m. Marca Vikingo, DIVISIÓN MÍNIMA = 1mm	1					CALIBRACION DE FAB.	MALGRADO	CALIDAD	E.Cristobal
4	MANOMETRO DE 0-15 PSI	1	EMAA-002	12/06/2009	12/06/2010	0544/08	CALIBRACION DE FAB.	NUEVO	MAESTRANZA	E.Cristobal
5	MANOMETRO DE 0-300 PSI	1	EMAA-001	12/06/2009	12/06/2010	0547/08	CALIBRACION DE FAB.	NUEVO	MAESTRANZA	E.Cristobal
<b>B</b>	<b>CONTROL DE SOLDADURA</b>									
1	CALIBRADOR BRIDGE CAM	1		N.A	N.A		G.A.L. GAGE COMPANY	OPERATIVO	CALIDAD	E.Cristobal
2	ESPEJO DE INSPECTOR TELESCÓPICO; DE BOLSILLO	1		N.A	N.A		PROTO COMPANY	OPERATIVO	CALIDAD	E.Cristobal
3	LINTERNA DE INSPECTOR; DE CASCO	1		N.A	N.A			OPERATIVO	CALIDAD	E.Cristobal
4	PRENSA CON MACHINA PARA REALIZAR ENSAYOS DE DOBLES	1		N.A	N.A			OPERATIVO	MAESTRANZA	E.Cristobal
5	MEDIDOR DE TEMPERATURA LASER -50 A 1000 °c	1		N.A	N.A		EXTECH INSTRUMENTS	OPERATIVO	SECRETARIA	E.Cristobal
<b>C</b>	<b>CONTROL DE PINTURA</b>									
1	MEDIDOR DE PELICULA SECA (ELCOMETER 456 BASIC F1)	1	EED-001	03/07/2009	03/01/2010		ELCOMETER	OPERATIVO	CALIDAD	E.Cristobal
2	MEDIDOR DE PELICULA HUMEDA (ELCOMETER 115 SCALE 3)	1		N.A	N.A		ELCOMETER	NUEVO	CALIDAD	E.Cristobal
3	MEDIDOR DE PELICULA HUMEDA (ELCOMETER 115 SCALE 3)	1		N.A	N.A		ELCOMETER	NUEVO	CALIDAD	E.Cristobal
4	GALGA DE CALIBRACIÓN N° SERIE: JD2250 - ELCOMETER 5.06 mil/hou (128.4 micron)	1		N.A	N.A		ELCOMETER	NUEVO	CALIDAD	E.Cristobal
5	GALGA DE CALIBRACIÓN N° SERIE: JD2050 - ELCOMETER 38.88 mil/hou (987 micron)	1		N.A	N.A		ELCOMETER	NUEVO	CALIDAD	E.Cristobal
6	GALGA DE CALIBRACIÓN N° SERIE: JD2150 - ELCOMETER 21.25mil/hou (540micron)	1		N.A	N.A		ELCOMETER	NUEVO	CALIDAD	E.Cristobal
7	GALGA DE CALIBRACIÓN N° SERIE: JD2375 - ELCOMETER 1.99mil/hou (50.7micron)	1		N.A	N.A		ELCOMETER	NUEVO	CALIDAD	E.Cristobal

## ANEXO 4

Elemento / Equipo N° : \_\_\_\_\_

Ítem	Descripción	Documentos	SI	NO	N/A	OBSERVACIONES
01	CONTROL DE DOCUMENTOS.	-				
		-				
		-				
02	RECEPCIÓN DE MATERIALES.	-				
		-				
		-				
		-				
03	TRAZABILIDAD DE MATERIALES.	-				
04	CONTROL DIMENSIONAL.	-				
08	ESPECIFICACIONES DE SOLDADURA.	-				
		-				
		-				
		-				
09	INSPECCIÓN VISUAL DE SOLDADURA.	-				
10	END.	-				
		-				
		-				
11	PRUEBAS.	-				
		-				
	NEUMÁTICA	-				
12	RECUBRIMIENTOS SUPERFICIALES.	-				

## ANEXO 5

### ACTA DE REUNION

#### I) Datos Generales:

Fecha		Proyecto	
Asistentes		Firmas	

#### II) Acuerdos Tomados:

Ítem	Tema	Decisión	Ejecutante
01			
02			
03			
04			
05			
06			
07			



## ANEXO 7

**NOMBRE DEL ELEMENTO:**

**TIPO:**

**DIÁMETRO:**

**UBICACIÓN:**

**FECHA:**

### I.- DOCUMENTOS DE REFERENCIA

A) PROCEDIMIENTO: **FCC-012 PROCEDIMIENTO DE PRUEBA NEUMÁTICA EN VÁLVULAS**

II.- REQUERIMIENTOS: Según FCC-012

ITEM	NOMBRE	CONDICION
III-A	Equipamiento	A
III-B	Personal	A

### III) DATOS DE EQUIPAMIENTO:

A) Manómetro

Marca	
Serie	
Rango	
Certificado	

B) Fluido de ensayo: Aire

### IV) REGISTRO DE PRUEBA

Presión de Prueba:
Hora inicio:
Tiempo de Prueba:

### V) INSPECCION VISUAL

	RESULTADO	OBSERVACIONES
Inspección visual de bridas		
Inspección de sellos		

### ABREVIATURAS:

Acceptable: **A** Rechazado: **R**

REALIZADO POR: ASPASA	AUTORIZADO POR: ASPASA	SUPERVISADO POR :
Nombre:	Nombre:	Nombre:
Firma:	Firma:	Firma:
Fecha:	Fecha:	Fecha:

## ANEXO 8

WPQ			
Nombre:		DNI : Estampa:	
Especificación de Procedimiento de Soldadura (WPS):		Revisión:	Vigencia :
<b>Variables</b>	<b>Valor Usado en la Calificación</b>	<b>Rango Calificado</b>	
Proceso de Soldadura:			
Electrodo (simple o múltiple):			
Corriente(Amp) / Polaridad:			
Posición:			
Volaje:			
Progresión de Soldadura:			
Backing o Respaldo:			
Material/Especificación:			
<b>Material Base:</b>			
Espesor (plancha)			
A tope:			
Filete:			
Espesor (tubería)			
Bisel:			
Filete:			
Diámetro (tubería)			
Bisel:			
Filete:			
<b>Metal de Aporte:</b>			
Nº Especificación:			
Clase:			
F-Nº:			
Tipo gas/fundente:			
Otros: Flux			
<b>INSPECCIÓN VISUAL</b>			
Acceptable SI <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>			
<b>Resultados de prueba de doblez guiado</b>			
Tipo	Resultado	Tipo	—
Probeta 1 (Dobleza de Raíz)	<b>Acceptable</b>	—	—
Probeta 2 (Dobleza de Cara)	<b>Acceptable</b>	—	—
<b>Resultados de pruebas de filete</b>			
Apariencia :	—	Dimensión filete :	—
Prueba fractura penetración de raíz:	—	Macro ataque :	—
Inspeccionado Por :	---	Numero de Ensayo :	—
Organización :	—	Fecha :	—
<b>Resultados de prueba radiográfica</b>			
Identificación de película	Resultado:	Observaciones:	Resultado: Observaciones:
—	—		—
Interpretado por :	Numero de Ensayo :		
Organización :	Fecha :		
Nosotros, los abajo firmantes, certificamos que los datos registrados son correctos y que las probetas fueron preparadas, soldadas y ensayadas de acuerdo a los requerimientos de la sección 4 del código de Soldadura para Aceros Estructurales AWS D1.1-Edición .2010			
VºBº CONTROL CALIDAD ASPASA.	VºBºINGENIERIA ASPASA	SUPERVISION	

## ANEXO 9

Nombre de la Compañía:				Identificación N°: <b>WPS</b>				
Proceso(s) de soldadura:				Revisión: 01		Fecha:		
Soporte PQR N°(s):				<i>Elaborado por:</i>				
<b>DISEÑO DE LA JUNTA USADA</b>				Tipo:	Manual : <input checked="" type="checkbox"/>	Semiautomático : <input type="checkbox"/>		
Tipo: B-U2					Maquina : <input type="checkbox"/>	Automático : <input type="checkbox"/>		
Simple : <input checked="" type="checkbox"/>		Doble: <input type="checkbox"/>		<b>POSICIÓN</b>				
Respaldo:	Si: <input checked="" type="checkbox"/>	No : <input type="checkbox"/>		Posición :				
<i>Material de respaldo: ASTM A36</i>				Progresión : ASCENDENTE				
Abertura de raíz(r) :Tolerancia:		Dimensión cara raíz (f): Tolerancia:		<b>CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS</b>				
Ángulo de bisel( $\alpha$ ) :		Tolerancia:		Modo de transferencia (GMAW)				
Soldadura de respaldo	Sí : <input checked="" type="checkbox"/>	No : <input type="checkbox"/>		Globular : <input type="checkbox"/>	Pulverizado : <input type="checkbox"/>	Corto circuito: <input type="checkbox"/>		
				Corriente:	CA : <input type="checkbox"/>	CCEP: <input checked="" type="checkbox"/>	CCEN : <input type="checkbox"/>	
				Otro:	---			
<b>METAL BASE</b>				Electrodo de Tungsteno (GTAW): ---				
<i>Especificación del material:</i>				Tamaño: ---				
Tipo o Grado : ---		Filete : ---		Tipo: ---				
Espesor (T1) : 8mm		Diámetro (tubo) : ---		<b>TÉCNICA</b>				
<b>METAL DE APORTE</b>				<i>Arrastre u oscilación :</i>				
<i>Especificación AWS:</i>				<i>Pasada simple o múltiple (por cara) :</i>				
Clasificación AWS :				Número de electrodos : ---				
Nombre Comercial :				Espaciado de electrodos: ---				
<b>PROTECCIÓN</b>				Longitudinal: ---				
Fundente: ---		Gas: ---		Ángulo: ---				
Composición del Gas : ---				Distancia de contacto del tubo a la pieza de trabajo: ---				
Fundente-electrodo (clase) : ---				Forjado : ---				
Ratio de alimentación : ---				Limpieza entre pasadas:				
Tamaño de la copa : ---								
<b>PRECALENTAMIENTO</b>				<b>TRATAMIENTO TÉRMICO POST SOLDADURA</b>				
Temperatura de precalentamiento, mínima: ---				Temperatura : ---				
Temperatura entre pases, mínima : ---				Tiempo : ---				
<b>VARIABLES DE SOLDEO</b>								
Pase (s)	Proceso	Metal de aporte		Corriente		Voltaje (V)	Velocidad de avance (cm/min)	Detalles de la Junta
		Clase	Diám. (mm)	Tipo y polaridad	Amperaje (A)			
V°B° CONTROL CALIDAD		V°B°INGENIERIA			V°B°PRODUCCION			