

Universidad Nacional de Ingeniería

Facultad de Ingeniería Mecánica



TESIS

***Metodología para mejorar el proceso de soldadura de la arboladura en
embarcaciones pesqueras de tipo cerco, según American Bureau of
Shipping ABS***

Para obtener el Título Profesional de Ingeniero Naval

Elaborado por

Renzo Carlos Asto Vargas

 0009-0008-3557-9856

Asesor

Dr. Victor Nilo Acosta Pastor

 0009-0000-1036-2185

LIMA – PERÚ

2025

Citar/How to cite	(Asto, 2025)
Referencia/Reference	Asto, R. (2025). <i>Metodología para mejorar el proceso de soldadura de la arboladura en embarcaciones pesqueras de tipo cerco, según American Bureau of Shipping ABS</i> . [Tesis, Universidad Nacional de Ingeniería]. Repositorio institucional Cybertesis UNI.
Estilo/Style: APA (7ma ed.)	

Dedicatoria:

Dios, por darme salud y sabiduría para poder cumplir con mis metas, a pesar de todos los obstáculos que se me han presentado en la vida, gracias por todo.

*Mis padres, **Marcial Asto y Rosa Vargas**, por apoyarme y acompañarme en todos los momentos de mi vida para poder desarrollarme como profesional y persona.*

*Mis hermanos y sobrina: **Shirley Asto, Jessica Asto, Hans Asto y Nicole Barzotti**, quienes me han apoyado de una u otra forma para poder mejorar como persona y profesional.*

Agradecimiento:

Dr. **Víctor Nilo Acosta Pastor** por darme la oportunidad de empezar mi vida profesional, apoyándome en lo profesional y personal; también como asesor principal de la presente tesis.

Mis colegas de la UNI y Profesores de la UNI, por brindarme información valiosa para desarrollarme como profesional.

Lista de Contenidos:

RESUMEN:	X
ABSTRACT:	XI
CAPITULO: I GENERALIDADES	1
1.1. Antecedentes de la Investigación:	2
1.2. Identificación y Descripción del Problema de Estudio:	3
1.3. Formulación del Problema:	5
1.3.1. Problema principal:	5
1.3.2. Problemas secundarios:	5
1.4. Justificación e Importancia:	6
1.5. Objetivos:	6
1.5.1. Objetivo general:	6
1.5.2. Objetivos específicos:	6
1.6. Hipótesis:	7
1.6.1. Hipótesis general:	7
1.6.2. Hipótesis Específicos:	7
1.7. Variables y Operacionalización de Variables:	7
1.7.1. Variables:	7
1.7.2. Operacionalización de variables:	8
1.8. Metodología de la Investigación:	8
1.8.1. Unidad de Análisis:	8
1.8.2. Tipo, enfoque y nivel Investigación:	8
1.8.3. Diseño de la Investigación:	8
1.8.4. Fuentes de información:	9
1.8.5. Población y Muestra:	9

1.8.6. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos: -----	11
1.8.7. Análisis y Procesamiento de Datos:-----	11
Capítulo II -----	12
2.1. Bases Teóricas:-----	12
2.1.1. Arboladura de Embarcaciones Tipo Cerco: -----	13
2.1.2. Proceso de soldadura en las embarcaciones: -----	15
2.2. Marco Conceptual:-----	17
2.2.1. Uniones soldadas principales en la arboladura:-----	17
2.2.2. Criterios en las uniones soldadas según ABS: -----	21
2.2.3. Inspección de la Arboladura:-----	23
2.2.4. Esfuerzos del sistema de Arboladura: -----	25
Capítulo III -----	28
3.1. Desarrollo del Trabajo:-----	28
3.2. Diseño de la Metodología: -----	29
3.2.1. Sistema de arboladura en embarcaciones:-----	29
3.2.2. Procedimiento de Soldadura en Plumas:-----	38
3.2.3. Procedimiento de Soldadura entre Mástil y Bípode: -----	43
Capítulo IV -----	46
4.1. Análisis de Resultados:-----	46
4.2. Discusión de Resultados: -----	47
Conclusiones -----	49
Recomendaciones -----	51
Referencias -----	52
Anexos -----	53

Lista de Tablas

Tabla 1 las dimensiones principales de la pluma principal.	18
Tabla 2 Las Dimensiones principales de la Pluma Auxiliar.	18
Tabla 3 Las Dimensiones principales del tangón	19
Tabla 4 Las Dimensiones del Mástil.....	20
Tabla 5 Las plumas principales analizadas.....	46

Lista de Figuras

Figura 1- Tasa 220 al inicio y después de la caída del mástil	4
Figura 2: Zonas de Mayor Esfuerzo del Mástil	9
Figura 3 Que Soldadura se Usa en las Plumas.....	10
Figura 4 Zona Donde se Deforma una Pluma.....	10
Figura 5- Una embarcación de tipo cerco	12
Figura 6 - Sistema de arboladura – Vista Longitudinal.....	14
Figura 7 - Sistema de arboladura de una embarcación.....	14
Figura 8 – Tinteros y pinzotes en una embarcación.....	15
Figura 9 - Persona realizado el proceso SMAW y Esquema del proceso	16
Figura 10- Vista Longitudinal del Sistema de arboladura y sus puntos críticos.	17
Figura 11- Vista de una pluma principal arenada para su inspección de soldadura.....	19
Figura 12- Vista de la unión de tubos de una Pluma auxiliar arenada	20
Figura 13- Vista superior de un mástil unido al bípode y encartelado	20
Figura 14- Unión entre el mástil y bípode.....	21
Figura 15- Unión soldada de las tuberías en el mástil	21
Figura 16 Respaldo para unión de las tuberías	22
Figura 17 Soldadura en Filete para unión entre tubos y platinas	22
Figura 18- Tomar medidas de flexión de la pluma	23
Figura 19 Inspección visual y ultrasonido en una embarcación pesquera de tipo cerco	24
Figura 20 Fuerzas aplicadas en la panga en la Vista Longitudinal y Vista de Planta respectivamente.	26
Figura 21 Diagrama de fuerzas que actúan en la panga y su descomposición.	26
Figura 22 Diagrama de cuerpo libre sobre la pluma principal	27
Figura 23- Temporada anual de la variación de los ríos del Amazonas.	30

Figura 24 Pluma principal con soldadura corrida de la embarcación N°2.....	32
Figura 25 Pluma principal con soldadura intermitente de la embarcación N°2.....	32
Figura 26 Cálculo del factor de seguridad con soldadura corrida.....	33
Figura 27 Cálculo del factor de seguridad con soldadura intermitente.....	33
Figura 28 Pluma con soldadura corrida de la embarcación N°6.....	34
Figura 29 Pluma con soldadura intermitente de la embarcación N°6.....	34
Figura 30 Cálculo del factor de seguridad con soldadura corrida.....	35
Figura 31 Cálculo del factor de seguridad con soldadura intermitente.....	35
Figura 32 Mástil y bípode de la embarcación 02 en 3D	36
Figura 33 Cálculo de esfuerzos en el mástil y bípode	37
Figura 34- Detalle de soldadura para unión entre tubos	38
Figura 35- Apuntalando las venas a los tubos de las plumas.....	39
Figura 36- Detalle las uniones soldadas entre tubo y venas (también llamado nervios).	39
Figura 37- Detalle las uniones soldadas entre tubo y venas de forma intermitente.....	40
Figura 38- Detalle las uniones soldadas entre tubo y venas de forma intermitente.....	41
Figura 39- Soldador terminando de soldar venas verticales y pasando a soldar venas horizontales	42
Figura 40- Verificando la flexión de las plumas.....	42
Figura 41- Verificando la soldadura con tintes penetrantes y ultrasonido.....	42
Figura 42- Accesorios adicionales a las plumas.....	43
Figura 43- Uniones de las cartelas en la parte superior.....	44
Figura 44- Uniones de las cartelas en la parte inferior entre cubierta de caseta y bípode	44
Figura 45- Ensayo de tintes penetrantes en las uniones de mástil y cartelas y ultrasonido	45

Resumen:

Esta tesis se desarrolló con la finalidad de realizar una metodología para el proceso de soldeo del sistema de arboladura de las embarcaciones pesqueras de tipo cerco, esto debido que en la actualidad ha habido accidentes de desprendimientos del mástil y bípode, como también deflexión de las plumas. Los principales astilleros en el Perú dimensionan, construyen y dan mantenimiento a las plumas, mástil y bípode de acuerdo a las buenas prácticas del mismo, sin embargo, no existe un procedimiento para el proceso de soldadura del sistema de arboladura, por lo que muchos contratistas realizan el trabajo de forma empírico a través de sus experiencias.

La metodología para el proceso de soldadura del sistema de arboladura, se empezó recolectando información sobre la pluma principal, pluma auxiliar, tango y mástil, los cuales fueron proporcionados por el Señor Tapia Guerra Santos actual contratista de la empresa ZABDI y algunas que fueron medidas en situ. Luego se desarrolló modelos 3d en el software SolidWorks para comparar la soldadura corrida e intermitente en una pluma y asimismo encontrar las secciones soldadura corridas en la verticalidad del mástil. Finalmente se desarrolló la metodología para el proceso de soldeo de las plumas y unión entre mástil y bípode.

El resultado obtenido fue fundamentar la metodología de una pluma soldando de manera intermitente, pero completando la soldadura corrida en las venas; también la unión de mástil - bípode utilizando el tramo de menor altura en la parte superior del mástil, cumpliendo así con el objetivo de determinar un instructivo para el proceso de soldeo de mástil y plumas.

Abstract:

This thesis was developed with the aim of creating a methodology for the welding process of the rigging system on purse seine fishing vessels. This is due to the fact that there have been recent accidents involving mast and bipod detachment, as well as deflection of the booms. The main shipyards in Peru dimension, construct, and maintain the booms, mast, and bipod according to best practices; however, there is no procedure for the welding process of the rigging system, which means that many contractors carry out the work empirically based on their own experiences.

The methodology for the welding process of the rigging system began by collecting information about the main boom, auxiliary boom, tango, and mast, which were provided by Mr. Tapia Guerra Santos, the current contractor for the company ZABDI, as well as some measurements taken on-site. Then, 3D models were developed in SolidWorks software to compare continuous and intermittent welding on a boom and also to identify the welded sections in the verticality of the mast. Finally, the methodology for the welding process of the booms and the connection between the mast and bipod was developed.

The result obtained was the foundation of a methodology for intermittent welding on a boom, while completing the continuous welding on the veins. Additionally, the union of the mast and bipod was addressed using the section of lowest height at the bottom of the mast, thus fulfilling the objective of establishing a guide for the welding process of the mast and booms.

Introducción

El rubro naval peruano siempre se ha basado en lo que indica DICAPI, este mismo utiliza como referencia principal las principales normas internacionales y casas clasificadoras, sin embargo, se ha desarrollado poca investigación sobre el sistema de arboladura y en especial sobre su construcción, mantenimiento y reparación, ya que no existen muchas publicaciones o estudios sobre ello.

Por esta razón el presente estudio se enfoca en determinar una metodología para el proceso de soldeo de los principales elementos del sistema de arboladura de una embarcación de tipo cerco, por ende, se determinó los puntos críticos para la soldadura en las plumas y mástil.

La tesis se desarrolló de la siguiente forma:

Capítulo N°1: En este primer capítulo se desarrolló una introducción sobre las embarcaciones pesqueras de tipo cerco y las problemáticas en la actualidad describiendo los últimos accidentes como Tasa 220, de la misma forma se planteó los objetivos y antecedentes investigativos.

Capítulo N°2: Se desarrolló el marco teórico necesario, para poder respaldar el desarrollo del trabajo, en lo cual se explica las partes principales del sistema de arboladura y las principales uniones soldadas de los principales elementos de arboladura como plumas y mástil.

Capítulo N°3: Se empezó utilizando la información sobre la pluma principal, pluma auxiliar, tango y mástil, los cuales están en el marco conceptual. Luego se desarrolló modelos 3d en el software SolidWorks para comparar la soldadura corrida e intermitente en una pluma y asimismo encontrar las secciones soldadura

corridas en la verticalidad del mástil. Finalmente se desarrolló la metodología para el proceso de soldeo de las plumas y unión entre mástil y bípode.

Capítulo N°4: Los resultados obtenidos en una pluma soldando de manera intermitente es mejor que la soldadura corrida en las venas; también la unión de mástil - bípode utilizando el tramo de menor altura en la parte superior del mástil es mejor que colocándolo en la zona inferior, cumpliendo así con el objetivo de determinar un instructivo para el proceso de soldeo de mástil y plumas.

Por último, se presentan las conclusiones del estudio, recomendaciones y referencias bibliográficas de la presente tesis, de la misma forma se muestra los anexos correspondientes.

Capítulo I

Generalidades

La pesca industrial de anchoveta en el Perú es uno de los principales elementos estratégicos para la Economía Peruana, ya que es una fuente generadora de divisas después de la minería. Sin embargo, en este último año 2023, ha descendido en un 19.75% de acuerdo al artículo del (diario gestión del día 19/02/2024), esto debido al fenómeno del niño. Pese a ello, este 2024 se espera una mejora, debido al alejamiento del Fenómeno del niño.

Las embarcaciones pesqueras de tipo cerco que están destinadas para pesca industrial de anchoveta, remonta desde los años 1950, cuando la industria de harina pescado inicia su desarrollo (SNP, 2008) hasta la actualidad, pero a diferencia de otros rubros, no se han desarrollado investigaciones para este tipo de embarcaciones, en especial del sistema de arboladura, sin embargo, este sistema es el principal instrumento para poder realizar las maniobras de pesca.

El mantenimiento de las embarcaciones pesqueras industriales, están más enfocado al cambio de planchas en ciertas tracas de la embarcación, sistema de tuberías, sistema de propulsión, sistema de gobierno, sistema hidráulico, entre otros; sin embargo, deberían darle mucha más importancia al sistema de arboladura de la embarcación, esto

debido a que con ello se realiza las maniobras de pesca, esta acción es de alto riesgo y puede conllevar a un accidente fatal, por consiguiente, se debe prever en los mantenimientos de las embarcaciones. En la actualidad, son muy pocas las empresas pesqueras que realizan un buen mantenimiento a su sistema de arboladura.

Por esta razón es importante, evaluar con un arenado al blanco de cada componente del sistema de arboladura, con el fin de realizar ensayos no destructivos como líquidos penetrantes, con el fin de evitar accidentes futuros como caída del mástil, plumas flexionadas, pinzotes socavados flexionados, bípode con soldaduras rajadas entre otras cosas, que pueden llevar a un accidente fatal en la faena de pesca.

En la presente tesis, se busca plasmar lo que muchos obreros, técnicos e ingenieros del rubro naval, lo tienen como experiencia de años, pero que ninguno de ellos, se ha tomado el tiempo de analizar, ordenar y clasificar todos los procedimientos y buenas prácticas, para una buena inspección de uniones soldadas, flexión, socavaciones entre otros del sistema de arboladura.

1.1. Antecedentes de la Investigación:

En la investigación desarrollada en Huacho sobre el proceso de soldadura de un bloque naval, esta consistió en compartir información suficiente y confiable referente a como se realiza la construcción de un bloque naval que cumpla con la clasificación de la casa clasificadora tomando en cuenta las distintas etapas de prefabricación y fabricación. Con ello pudo dar parámetros necesarios para la mejora del proceso (Presentado por: Ing. Alexander Melgarejo Valenzuela (2021), Proceso De Soldadura Para El Armado De Un Bloque Naval - Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión - Perú)

En el trabajo de investigación de la tesis desarrollada en Guayaquil, se identificó tres causas importantes por mejorar en los procesos de soldadura y estos fueron Falta de Capacitación, Planificación de trabajos deficiente y la falta de orden del taller, con lo cual nos damos cuenta que estos parámetros nos ayudaran a mejorar con los procesos de

soldadura. (Integrantes: Ing. Fienco Estrella Christopher Andrés y Ing. Luna Román Claudio Cadillo (2022) – Universidad Politécnica Salesiana – Ecuador)

El trabajo desarrollado por la ingeniera naval Milagros Aramayo, se enfocó en el análisis de mejora de la gestión de la soldadura del Casco y Estructuras del Remolcador de 20 TM Casco y sus estructuras, explicando los estándares y las recomendaciones; asimismo realizó procedimientos de gestión, los procedimientos de soldadura al casco y estructuras principales del Remolcador en construcción, con lo cual nos da un enfoque importante sobre tener el control en el proceso de soldadura. (Ing. Aramayo Alonso, Milagros Ruth Li (2019), Mejora en la gestión del proceso de soldadura para el remolcador de 20 TM BP, según la American Bureau of Shipping – ABS – Universidad Nacional de Ingeniería – Perú)

1.2. Identificación y Descripción del Problema de Estudio:

En el Perú para poder izar las redes y maniobrar las mismas para la faena de pesca es atreves de la arboladura (pluma principal, pluma auxiliar, tango, bípode, pinzote, tintero y mástil, los cuales son los elementos principales de la arboladura); por lo cual se debe tener mucho cuidado en los cordones de soldadura, ya que podría ocurrir un accidente como el que sucedió el día 24 de enero del 2023 en la embarcación Tasa 220 de la empresa Tasa, donde falló la soldadura del bípode con la cubierta de caseta, de acuerdo a lo que se pudo apreciar en la imagen de la noticia.

Figura 1- Tasa 220 al inicio y después de la caída del mástil



Fuente: (K.C., 2024)

Este último acontecimiento no ha sido el único, otro suceso similar sucedió 20 de enero del 2018 con la EP Dorada de la empresa Exalmar, cuando desprendió todo el sistema de arboladura y quedaron pescadores heridos debido a la sorpresiva caída de las plumas.

Usualmente en el proceso de mantenimiento de las embarcaciones pesqueras, no se toma mucho en cuenta el bípode, pero como se redactó en líneas anteriores, esto es el inicio de los accidentes en el sistema de arboladura, para lo cual se debe realizar calibraciones e inspecciones de la soldadura de los bípodes y asimismo en las plumas para evitar futuros accidentes.

Los pinzotes son otro punto muy importante en la arboladura, el cual en su temporada de mantenimiento se debe verificar el flexionamiento y socavaciones, para poder realizar el cambio de ellos y con esto evitar accidentes.

El soldador en los astilleros, no son calificados al 100%, por lo que esto debe mejorar, ya que con ello podemos provocar daños en la soldadura y podría ocurrir accidentes fatales.

El proceso de arenado para la arboladura debería ser al blanco, ya que con ello podemos calibrar y verificar la soldadura de manera adecuada en el bípode, mástil, pluma principal, pluma auxiliar y tangón, con el fin de evitar accidentes.

Las uniones críticas de acuerdo con mi experiencia son las uniones del bípode con la cubierta de caseta, bípode con mástil, pinzote con las plumas; con lo cual se debe tener una planificación de mantenimiento más exhaustiva para evitar rupturas de soldadura en la temporada de pesca.

1.3. Formulación del Problema:

¿Existe alguna metodología adecuada para mejorar el proceso de soldadura de una pluma o mástil, lo cual pertenece al sistema de arboladura de las embarcaciones pesqueras de tipo cerco, asimismo, que cumpla con los requisitos del American Bureau of Shipping (ABS) y que a su vez garantice la calidad estructura?

1.3.1. Problema principal:

No hay normativas que te indiquen como soldar cada pieza del sistema de arboladura, para este caso en especial sobre el mástil y las plumas.

1.3.2. Problemas secundarios:

- Algunas malas prácticas en soldadura, puede llevar a que se caiga el mástil o que se deforme un mástil, asimismo pasa en la pluma principal
- El soldar corrido una pluma es el error principal, por la que la soldadura genere grietas y porosidades, esto debido a la deflexión de la pluma
- No existen instructivos que te indiquen como se debe soldar las plumas y mástil, todo se lo dejan a las buenas prácticas de los soldadores de experiencia.

- No todos los soldadores en el Perú son homologados, esto debido a que, en la flota peruana en su mayoría no son clasificadas como lo era la empresa pesquera TASA
- La normativa actual dada por DICAPI, no contempla un artículo específico sobre la soldadura de las plumas y mástil.

1.4. Justificación e Importancia:

La industria pesquera es una actividad económica clave en el Perú y su desarrollo sostenible depende de la eficiencia, seguridad y durabilidad de las embarcaciones pesqueras de tipo cerco utilizadas en toda la costa peruana. Sin embargo, en la actualidad, muchas de estas embarcaciones carecen de un procedimiento técnico estandarizado para la soldadura de la arboladura, particularmente en la unión entre tubo y venas en las plumas y en la soldadura entre tubos del mástil. Esta deficiencia genera una alta variabilidad en la calidad de las soldaduras, aumentando el riesgo de fallas estructurales, por lo cual pone en peligro la seguridad de la tripulación, la eficiencia operativa y la vida útil de la embarcación pesquera de tipo cerco.

1.5. Objetivos:

1.5.1. Objetivo general:

Desarrollar una metodología optimizada para mejorar el proceso de soldadura de la arboladura en embarcaciones pesqueras de tipo cerco, garantizando el cumplimiento de la normativa ABS.

1.5.2. Objetivos específicos:

- **Diagnosticar** el estado actual del proceso de soldadura en la arboladura de embarcaciones pesqueras tipo cerco.
- **Identificar** los principales defectos y fallas en la soldadura, considerando estándares de calidad según ABS.

- **Analizar** los parámetros técnicos que influyen en la calidad de la soldadura (materiales, técnicas, condiciones ambientales).
- **Proponer** una metodología mejorada que optimice el proceso de soldadura y reduzca defectos estructurales.
- **Validar** la metodología propuesta mediante pruebas experimentales y comparación con los estándares ABS.

1.6. Hipótesis:

1.6.1. Hipótesis general:

La implementación de una metodología optimizada para la soldadura de la arboladura en embarcaciones pesqueras de tipo cerco reducirá defectos estructurales y mejorará el cumplimiento de la normativa ABS.

1.6.2. Hipótesis Específicos:

- Si se aplica una metodología de soldadura estandarizada con base en la normativa ABS, se reducirán los defectos como grietas y porosidad.
- El uso de procedimientos adecuados de preparación de la junta y control de temperatura mejorará la calidad y resistencia de la soldadura.
- La capacitación técnica de los soldadores contribuirá a una mayor eficiencia en la aplicación de los procedimientos de soldadura.
- La implementación de pruebas de control de calidad durante el proceso permitirá detectar fallas a tiempo y mejorar la estructura final.

1.7. Variables y Operacionalización de Variables:

1.7.1. Variables:

Variable Independiente: Metodología de soldadura optimizada.

Variable Dependiente: Calidad de la soldadura en la arboladura de embarcaciones pesqueras tipo cerco.

1.7.2. Operacionalización de variables:

Dimensión	Subdimensiones
Proceso de soldadura	Técnica utilizada, tipo de electrodo, temperatura, velocidad de avance, control de humedad, preparación de la junta.
Defectos en la soldadura	Grietas, porosidad, falta de fusión, inclusión de escoria, penetración incompleta.
Normativa ABS	Requisitos estructurales, ensayos de calidad, estándares de seguridad.
Optimización del proceso	Reducción de defectos, mejora en tiempos de trabajo, aumento en la resistencia mecánica de la soldadura.

1.8. Metodología de la Investigación:

1.8.1. Unidad de Análisis:

Las arboladuras de embarcaciones pesqueras de cerco, los elementos principales analizar serán: pluma principal, así como el mástil que son soportados por los bípodes.

1.8.2. Tipo, enfoque y nivel Investigación:

El presente trabajo es de **tipo descriptivo y experimental**, ya que se va a analizar el proceso actual, identificando fallas y proponiendo mejoras a través de plumas soldadas con este método, asimismo es de **tipo aplicada** por que busca mejorar un proceso técnico con base en normas establecidas.

1.8.3. Diseño de la Investigación:

Cuantitativo y cualitativo: Se evaluarán parámetros técnicos de la soldadura (penetración, resistencia, defectos, etc.) y se recogerán opiniones de especialistas.

Experimental: Se pueden realizar ensayos de soldadura con distintas variables (tipos de electrodo, técnicas de soldadura, control de temperatura, etc.).

1.8.4. Fuentes de información:

Recolección en campo de las principales dimensiones de las plumas principales como diámetros de tubos, cantidad de venas entre otros datos, asimismo se van realizar entrevistas a ingenieros navales que tienen experiencia en el rubro de las embarcaciones pesqueras de tipo cerco.

1.8.5. Población y Muestra:

Población: Embarcaciones pesqueras tipo cerco que han pasado por procesos de soldadura en arboladura.

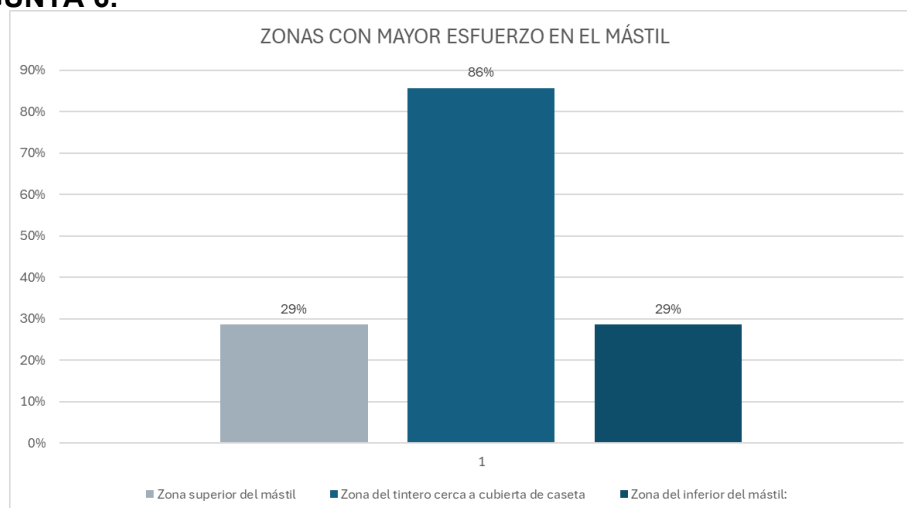
Muestra: Se puede seleccionar una cantidad representativa de casos para evaluar los problemas recurrentes en la soldadura. Por lo cual se ha realizado unas 08 entrevistas a Ingenieros navales de la UNI, que poseen experiencia en el rubro (Ver Anexo 7) con lo cual se obtuvo los siguientes resultados.

PREGUNTA 5:

No conocen un instructivo para el soldeo una pluma o mástil: **100%**

Figura 2: Zonas de Mayor Esfuerzo del Mástil

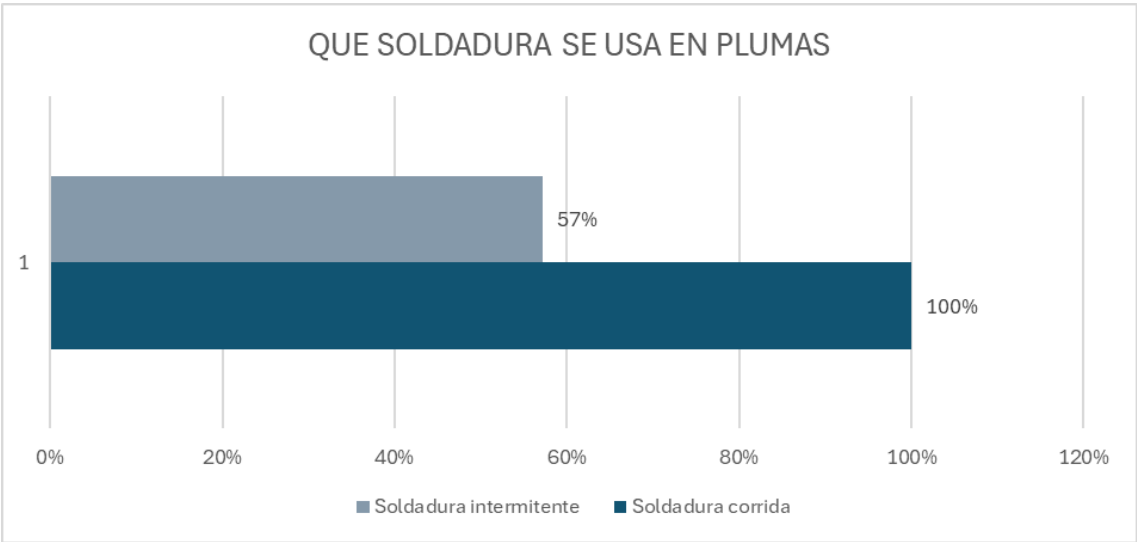
PREGUNTA 6:



Fuente: Elaboración propia

PREGUNTA 7:

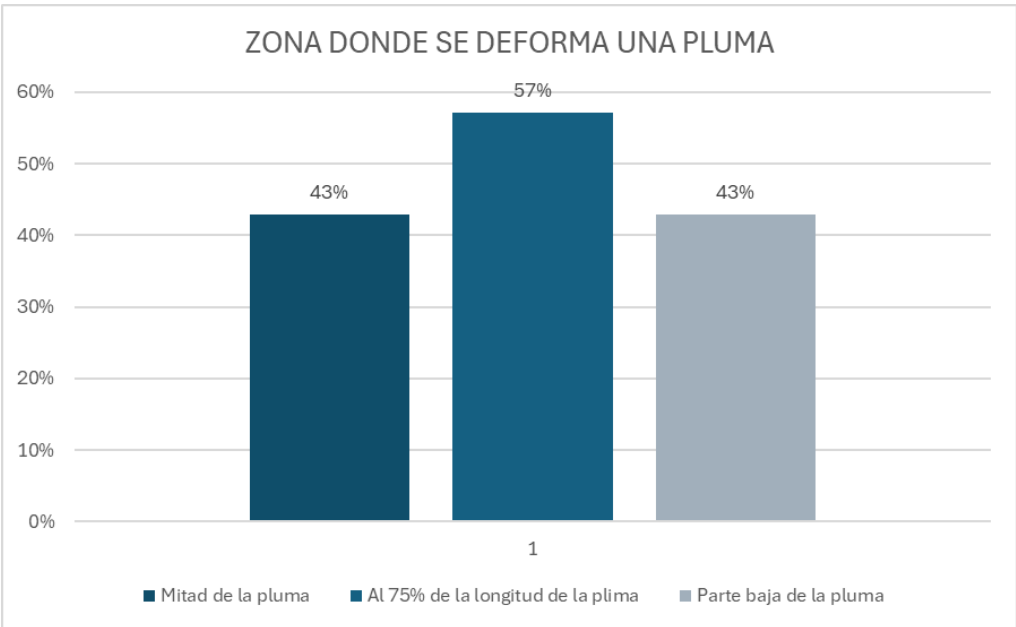
Figura 3 Que Soldadura se Usa en las Plumas



Fuente: Elaboración propia

PREGUNTA 8:

Figura 4 Zona Donde se Deforma una Pluma



Fuente: Elaboración propia

1.8.6. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos:

Observación directa: Evaluación del proceso de soldadura actual.

Pruebas destructivas o no destructivas: Análisis de calidad de la soldadura mediante ensayos (ultrasonido, rayos X, pruebas mecánicas).

REGLAS ABS: Se contrastará el proceso actual con los requisitos de la norma ABS.

1.8.7. Análisis y Procesamiento de Datos:

La información recolectada nos servirá para comprobar a través de un análisis estático que tan resistente es la soldadura corrida vs la soldadura intermitente, adicionalmente, se va realizar un análisis estático para identificar en que zona del mástil se genera un mayor esfuerzo.

Capítulo II

Marco Teórico y Marco Conceptual

2.1. Bases Teóricas:

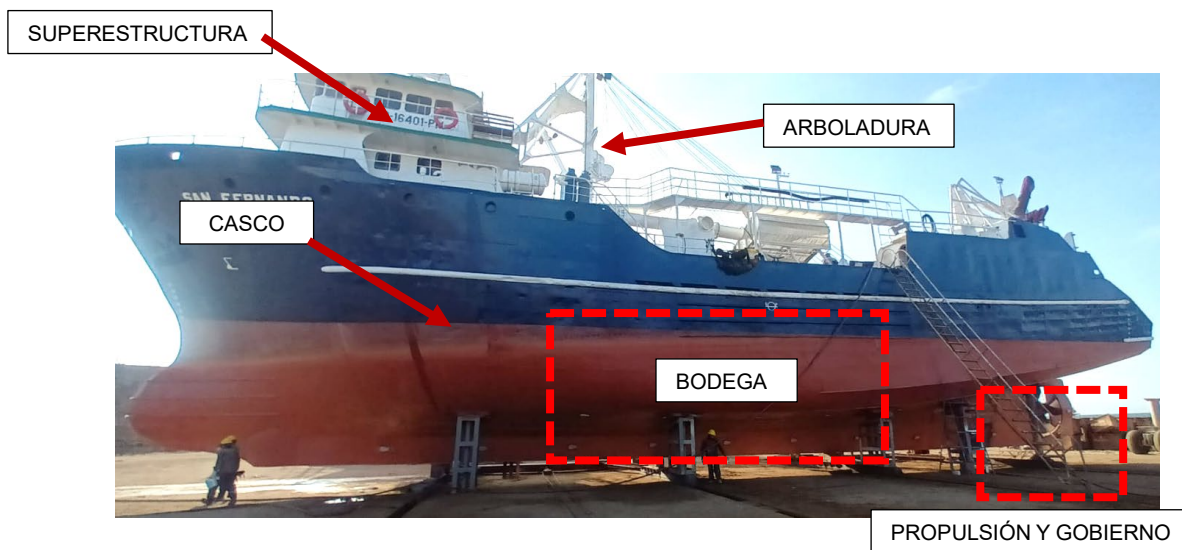
Una embarcación de tipo cerco para pesca de anchoveta en el Perú es la más solicitada por los armadores industriales y artesanales; ya que el 98% de la pesca de anchoveta se convierte en harina y aceite de anchoveta, por consiguiente, se exporta alrededor del mundo, ya que posee altas fuentes de omega 3 y omega 6. Estas embarcaciones principalmente provienen de las siguientes empresas industriales: Tasa, Copeinca, Austral, Exalmar entre otras; las cuales realizan su mantenimiento de sus embarcaciones periódicamente entre 2 a 2.5 años.

Las embarcaciones para su mantenimiento son varadas en los principales astilleros del Perú, las cuales están reguladas por la Dirección General de Capitanías y Guardacostas; esta última recibe un reporte por el armador sobre los trabajos realizados en el astillero para poder realizar su renovación de Línea de Máxima carga. Entre los principales mantenimientos que se realizan en un astillero son las siguientes:

- Casco, Bodegas y Superestructura
- Propulsión y Gobierno
- Arboladura

• *Figura 5- Una embarcación de tipo cerco*

Figura 6- Una embarcación de tipo cerco



Fuente: Elaboración propia

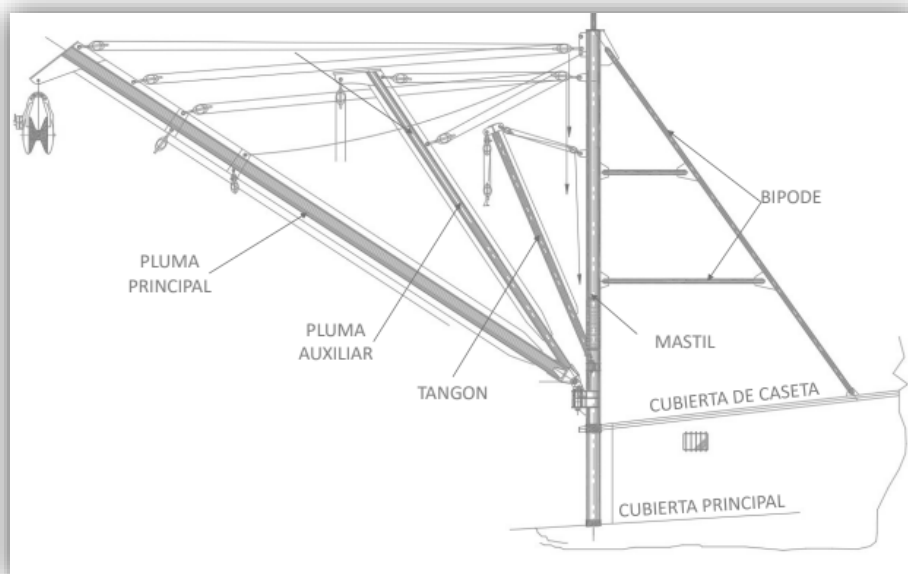
2.1.1. Arboladura de Embarcaciones Tipo Cerco:

El sistema de arboladura de una embarcación pesquera de tipo cerco se encarga de la maniobra del boliche o red, asimismo ayuda a soportar la panga de la embarcación durante la navegación de la misma hacia el cardumen. Por lo tanto, estos dos serían los casos críticos en los que se puede analizar los esfuerzos de los componentes del sistema de arboladura.

Los principales componentes del sistema de arboladura son los siguientes: Bípode, Mástil, Pluma Principal y Auxiliar, Tangón, Pinzote, Tintero entre otros elementos. Estos son ayudados con poleas y cabos para poder realizar su maniobra correspondiente.

- a) **Bípode:** Es una estructura tubular con cartelas soldadas al mástil y a la cubierta de caseta, la función principal es dar soporte longitudinal del mástil.
- b) **Mástil:** Es una estructura tubular vertical soldada al bípode y limitada en movimiento por un tintero en la cubierta principal y otro tintero en la cubierta de caseta (no se encuentra soldada al tintero), la función principal es soportar a las plumas principal y auxiliar, como al tangón durante sus maniobras.

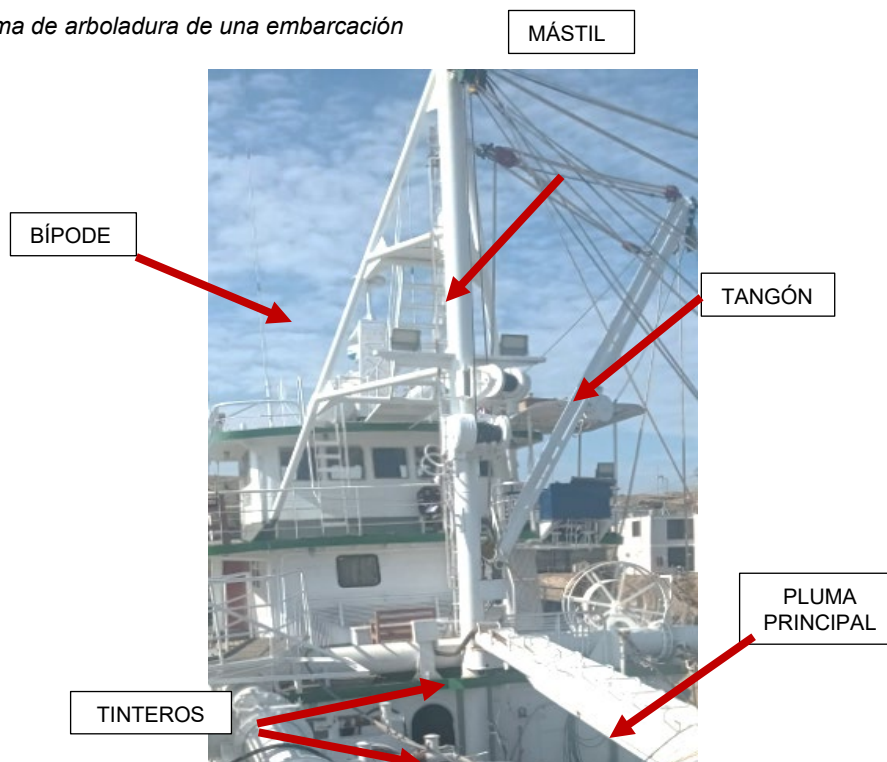
Figura 7 - Sistema de arboladura – Vista Longitudinal



Fuente: Elaboración propia

- c) **Plumas Principal y Auxiliar, Tangón:** Son estructuras tubulares con platinas soldadas a lo largo del tubo, soportadas en el mástil a través de un pinzote con tintero.

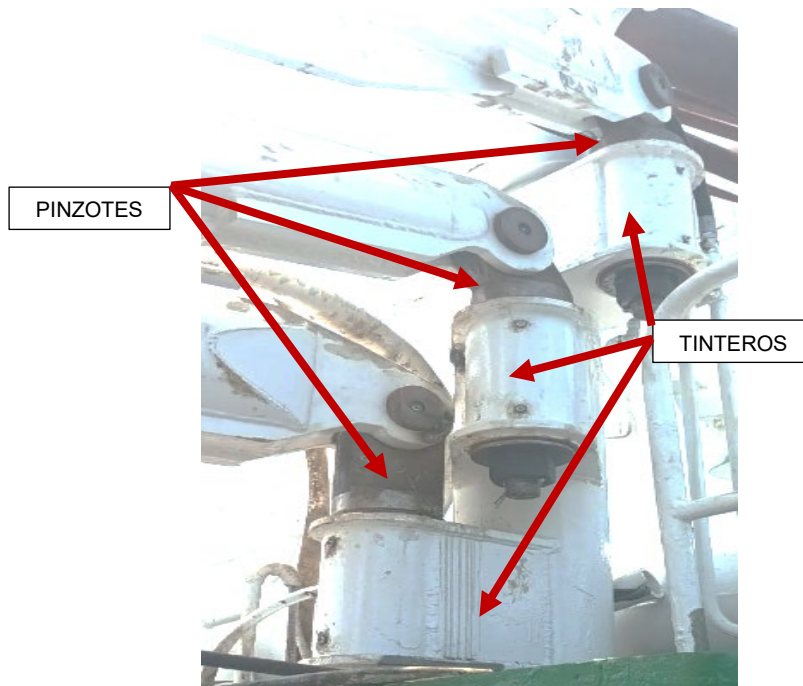
Figura 8 - Sistema de arboladura de una embarcación



Fuente: Elaboración propia

- d) **Pinzote:** Es una pieza fundida ubicada en el tintero y sirve como soporte para las plumas principal y auxiliar, tangón.
- e) **Tintero:** Es una pieza soldada en el mástil de forma encajonada y que tiene como función soportar el pinzote.

Figura 9 – Tinteros y pinzotes en una embarcación

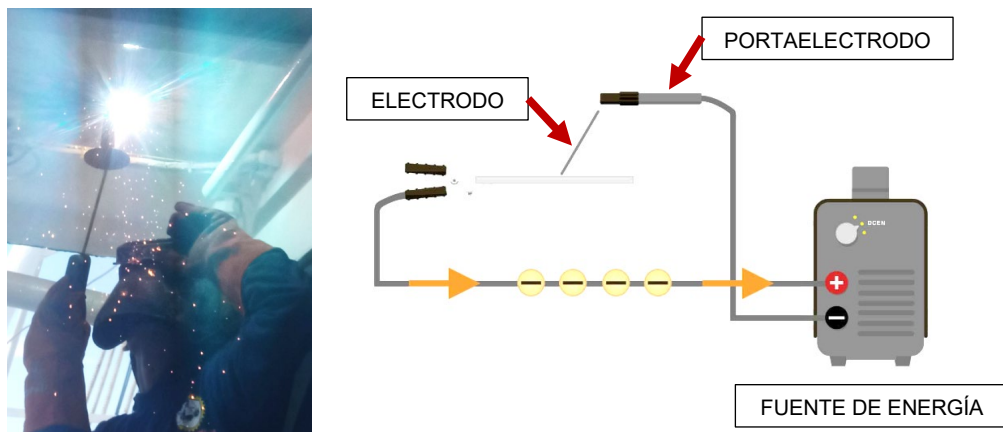


Fuente: Elaboración propia

2.1.2. Proceso de soldadura en las embarcaciones:

El proceso de soldadura más común en rubro naval peruano es el SMAW (Shield Metal Arc Welding) en inglés o en español Soldadura de Metal por Arco Protegido; esta soldadura sirve para unir planchas y tubos en las diferentes posiciones necesarias. Este proceso utiliza un electrodo metálico revestido, pinza porta electrodo y fuente de energía. Cuando el electrodo hace contacto con la superficie de la plancha, se genera un arco eléctrico que funde tanto el electrodo como el metal base. El revestimiento del electrodo se funde durante el proceso, formando una capa protectora de gas y escoria que protege la soldadura de la contaminación atmosférica y ayuda a mejorar la calidad de la unión.

Figura 10 - Persona realizando el proceso SMAW y Esquema del proceso



Fuente: Elaboración propia

Las principales ventajas de la soldadura SMAW son

- **Portabilidad:** Es un proceso altamente portátil y puede realizarse en casi cualquier lugar, lo que la hace ideal para trabajos en astillero o en lugares de difícil acceso.
- **Versatilidad:** Puede utilizarse para soldar una amplia variedad de metales, incluyendo acero al carbono, acero inoxidable, aluminio y hierro fundido.
- **Bajo Costo:** Los equipos necesarios para la soldadura SMAW son económicos en comparación con otros procesos de soldadura, lo que la convierte en una opción asequible para todos.
- **Facilidades de Aprendizaje:** Para dominar la soldadura SMAW requiere práctica y habilidad, sin embargo, es muy fácil de aprender con respecto los demás procesos de soldadura.

Los principales electrodos por utilizarse son E6011 es utilizado para la base es el más fácil de usar y produce poca salpicadura; E6013 es usado para acabado por su buena apariencia del cordón de soldadura y mínimas salpicadura, asimismo son adecuados para utilizarse con aceros de carbono de baja y media resistencia como el acero naval ASTM

Tabla 1 Las Dimensiones principales de la Pluma Principal.

Con respecto a las medidas principales de la Plumas principal:

	ESLORA (m)	LONGITUD (m)	DIAMETRO (pulg)	CÉDULA	VENAS
Embarcación 01	40.48	16.34	12	80	2
Embarcación 02	40.10	16.30	12	80	2
Embarcación 03	44.45	15.80	10	40	4
Embarcación 04	45.16	17.34	10	40	4
Embarcación 05	39.00	14.92	10	40	4
Embarcación 06	39.10	14.88	10	40	4
Embarcación 07	38.70	13.70	10	40	4
Embarcación 08	43.60	18.67	10	80	4
Embarcación 09	47.47	16.12	10	40	4
Embarcación 10	40.90	16.49	10	40	4

Fuente: Elaboración Propia

Con respecto a las medidas principales de la Plumas Auxiliar:

Tabla 2 Las Dimensiones principales de la Pluma Auxiliar.

	ESLORA (m)	LONGITUD (m)	DIAMETRO (pulg)	CÉDULA	VENAS
Embarcación 01	40.48	10.54	8	40	2
Embarcación 02	40.10	11.20	8	40	2
Embarcación 03	44.45	10.40	8	80	2
Embarcación 04	45.16	11.18	8	40	2
Embarcación 05	39.00	11.85	8	40	2
Embarcación 06	39.10	11.80	8	40	2
Embarcación 07	38.70	10.30	8	40	1
Embarcación 08	43.60	11.75	8	80	4
Embarcación 09	47.47	9.00	8	80	1
Embarcación 10	40.90	11.30	8	40	4

Fuente: Elaboración Propia

Con respecto a las medidas principales del Tangón:

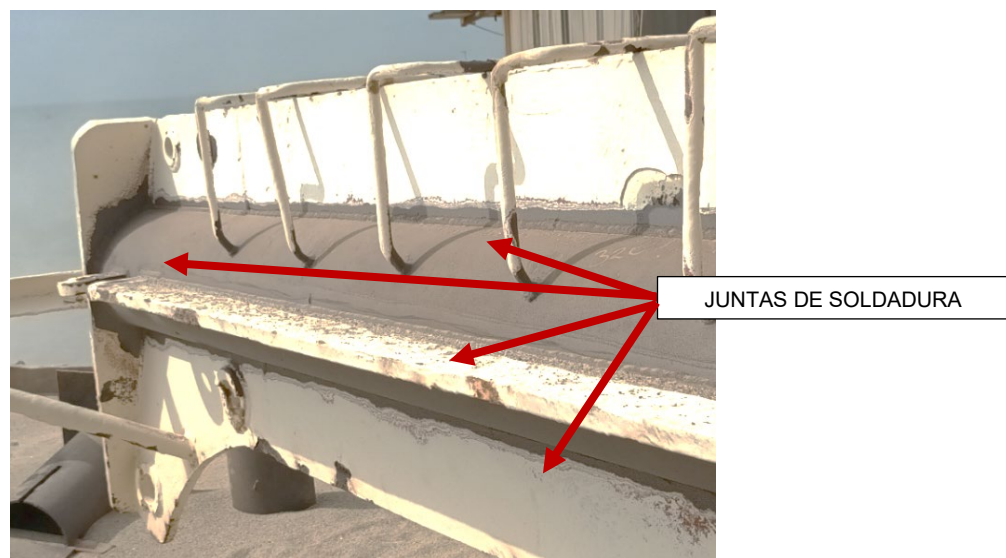
Tabla 3 Las Dimensiones principales del tangón

	ESLORA (m)	LONGITUD (m)	DIAMETRO (pulg)	CÉDULA	VENAS
Embarcación 01	40.48	6.92	6	80	0
Embarcación 02	40.10	6.86	6	80	0
Embarcación 03	44.45	7.85	6	80	1
Embarcación 04	45.16	7.07	6	40	2
Embarcación 05	39.00	6.46	6	40	1
Embarcación 06	39.10	6.44	6	40	1
Embarcación 07	38.70	6.55	6	80	2
Embarcación 08	43.60	7.32	6	80	2
Embarcación 09	47.47	8.13	6	80	4
Embarcación 10	40.90	7.07	6	40	4

Fuente: Elaboración Propia

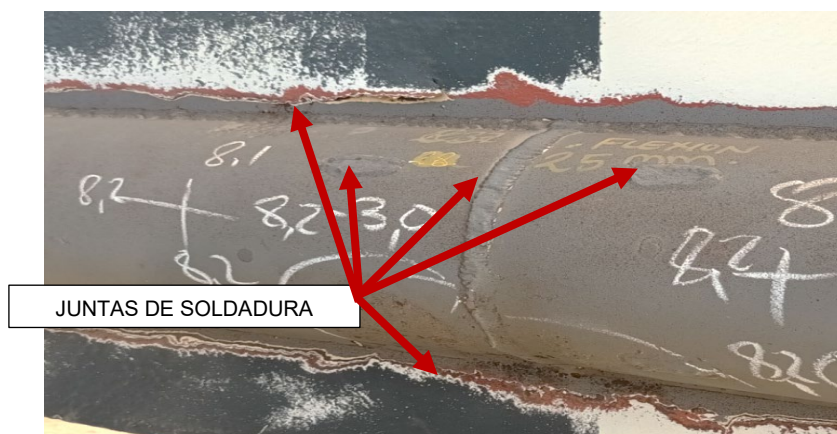
Las uniones soldadas más comunes sobre las plumas son las que se muestran en las siguientes imágenes:

Figura 12- Vista de una pluma principal arenada para su inspección de soldadura



Fuente: Elaboración propia

Figura 13- Vista de la unión de tubos de una Pluma auxiliar arenada



Fuente: Elaboración propia

Con respecto a las medidas principales del Mástil:

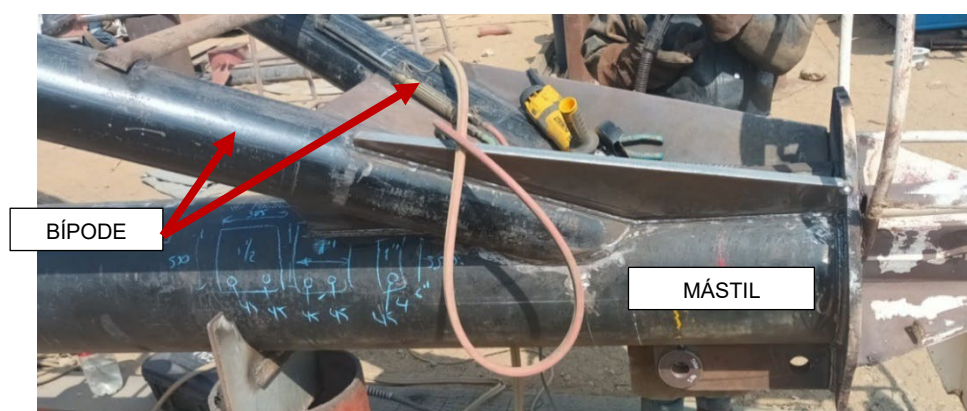
Tabla 4 Las Dimensiones del Mástil

	ESLORA (m)	LONGITUD (m)	DIAMETRO (pulg)	CÉDULA
Embarcación 02	40.10	13.4	12	40
Embarcación 05	39.00	12.6	10	80
Embarcación 07	38.70	12.5	12	40
Embarcación 10	40.90	12.2	12	40

Fuente: Elaboración Propia

Las medidas del mástil, solo se ha tomado de 04 embarcaciones, debido a que no hemos tenido acceso a la información de las demás embarcaciones. Las uniones soldadas más comunes en el mástil son las que se muestran en las siguientes imágenes:

Figura 14- Vista superior de un mástil unido al bípode y encartelado



Fuente: Elaboración propia

Figura 15- Unión entre el mástil y bípode



Fuente: Elaboración propia

Figura 16- Unión soldada de las tuberías en el mástil



Fuente: Elaboración propia

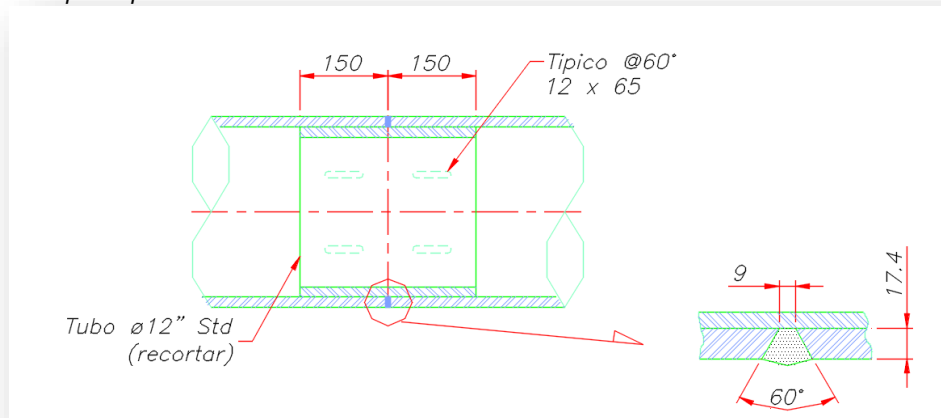
2.2.2. Criterios en las uniones soldadas según ABS:

La casa clasificadora American Bureau Shipiping siempre se respalda del código AWS D1.1 y la norma ASME- SECCIÓN IX, para poder calificar la soldadura y el

procedimiento de la misma. Una de las consideraciones en las uniones soldadas del sistema de arboladura es:

- De acuerdo al ABS PART 02 – CHAPTER 04 – SECTION 02 indica en el ítem 9.5.4 que las uniones entre tuberías con diámetro mayor 3 pulgadas, como las existentes en el mástil y plumas, deben tener un respaldo dentro.

Figura 17 Respaldo para unión de las tuberías

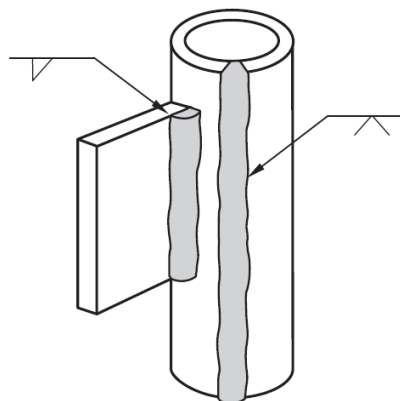


Fuente: Elaboración propia

- De acuerdo al AWS D1.1 para las uniones soldadas entre platinas y tubo como en las plumas, se deben soldar a filete para no considerar clasificación.

Figura 18 Soldadura en Filete para unión entre tubos y platinas

•



Nota: No se requiere la calificación de conducto y la calificación de placa es aceptable para soldaduras en ranura y filete en posiciones plana, horizontal, vertical y sobre cabeza.

Fuente: (SOCIETY, 2025)

2.2.3. Inspección de la Arboladura:

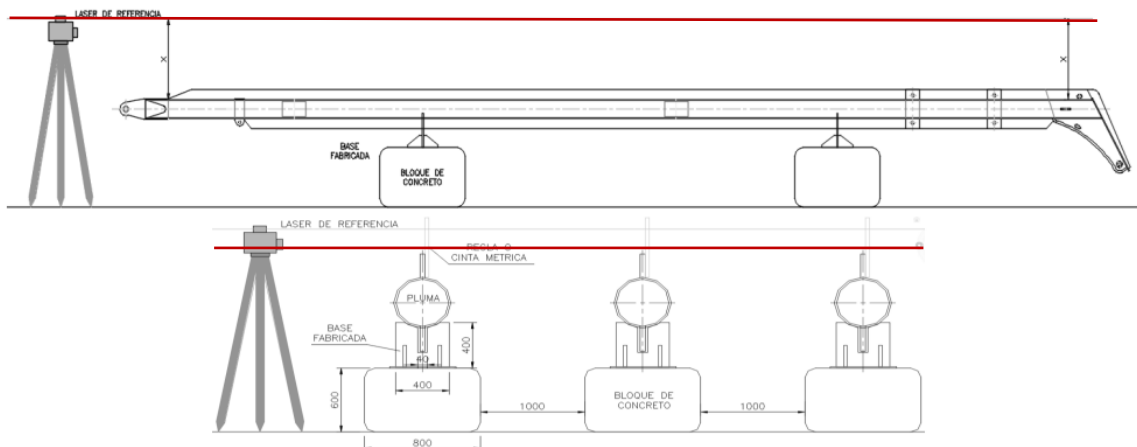
Las inspecciones en las plumas, bípode y mástil son inspecciones con ensayos no destructivos para los cordones de soldadura y con herramientas para medir la flexión de los tubos, ya sea construcción nueva o mantenimiento.

a) **Inspección de plumas:**

Las inspecciones de las plumas nuevas o antiguas son similares, la primera inspección es medir la flexión de la pluma luego del plan de soldadura de sus accesorios como las venas principalmente y la otra inspección es una visual realizando ensayos no destructivos como el ultrasonido y líquidos penetrantes.

Para poder realizar la inspección se debe colocar la pluma sobre unos bloques con soportes para las venas de las plumas y trazar con un láser o con una mira la línea de referencia desde donde se tomarán las alturas correspondientes

Figura 19- Tomar medidas de flexión de la pluma



Fuente: Elaboración propia

La deformación obtenida por los datos de la figura 18 se comparan de la longitud de la pluma multiplicada por 0.015, esto es de acuerdo al EN-10297-1-:2003 y esta debe ser menor a lo calculado en caso sea mayor se recomienda el cambio de la pluma. En el caso de las plumas nuevas es necesario tener un procedimiento para poder soldar las

venas, ya que algunos contratistas por desconocimientos sueldan las venas a la tubería de forma continua y esto deforman las plumas.

b) Inspección del mástil y bípode:

Las inspecciones del mástil y bípode se realizan a través de ensayo no destructivos

como inspección visual y ultrasonido en el material base, soldaduras de tuberías a tope, soldaduras en uniones a filete (unionen en cartelas, uniones de tuberías y uniones de barras para escaleras), para lo cual se toma como referencia AWS D1.1 y ASTM E165.

A continuación, se mostrarán algunas imágenes sobre dicha inspección.

Figura 20 Inspección visual y ultrasonido en una embarcación pesquera de tipo cerco



Parte inferior cartelas BIP-BR sobrecubierta con ligera corrosión aceptado.



Junta 1 de BIP-BR inspección por ultrasonido industrial aceptada.



Junta 1 de BIP-ER inspección por ultrasonido industrial aceptada.



Parte inferior juntas de cartelas BIP-ER sobrecubierta aceptadas.



Juntas de cartelas y cartelas de mastil III nivel aceptadas.



Juntas de cartelas y cartelas BIP-BR III nivel sobrecubierta aceptadas.



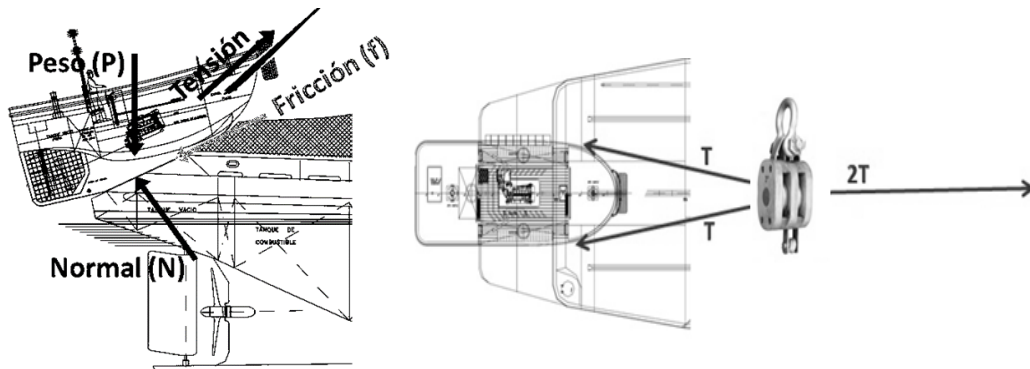
Junta 1 de mástil inspección visual aceptada.

Fuente: Elaboración propia

2.2.4. Esfuerzos del sistema de Arboladura:

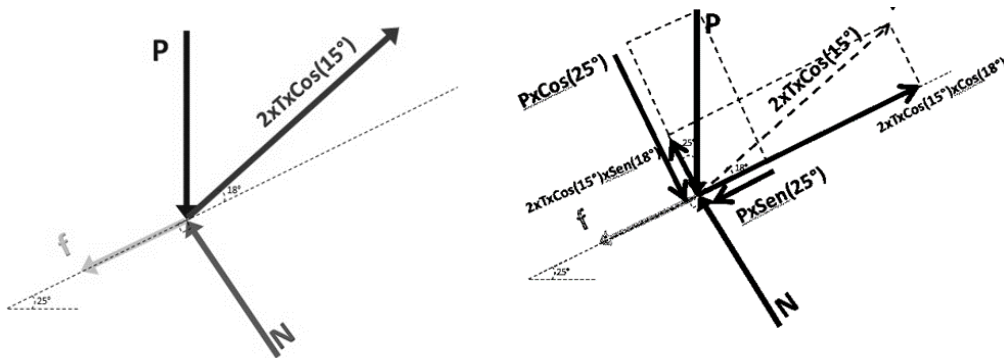
El cálculo de los esfuerzos en el sistema de arboladura se divide en 03 partes los esfuerzos en la pluma principal, los esfuerzos en la pluma auxiliar y los esfuerzos en el tangón, siendo los esfuerzos en la pluma principal la más importante porque esta sometidas a varias fuerzas y se puede obtener de dos maneras una calculando el esfuerzo en la faena de pesca de la pluma principal y a su vez se puede calcular con el peso de la panga. Con el fin de calcular los esfuerzos en la pluma principal hallamos las principales fuerzas que existen, por lo que realizaremos un diagrama de cuerpo libre de la panga versus la pluma principal.

Figura 21 Fuerzas aplicadas en la panga en la Vista Longitudinal y Vista de Planta respectivamente.



Fuente: Elaboración propia

Figura 22 Diagrama de fuerzas que actúan en la panga y su descomposición



Fuente: Elaboración propia

De las fuerzas que actúan en la panga se desarrolla las ecuaciones de equilibrio, como se muestra en la siguiente ecuación:

- $f + PxSen(25^\circ) = 2xTxCos(15^\circ)xCos(18^\circ) \quad \dots(1)$

- $N + 2xTxCos(15^\circ) xSen(18^\circ) = PxCos(25^\circ) \quad \dots(2)$

Además: $f = \mu xN$, donde $\mu=0.35$ para fricción de acero-acero.

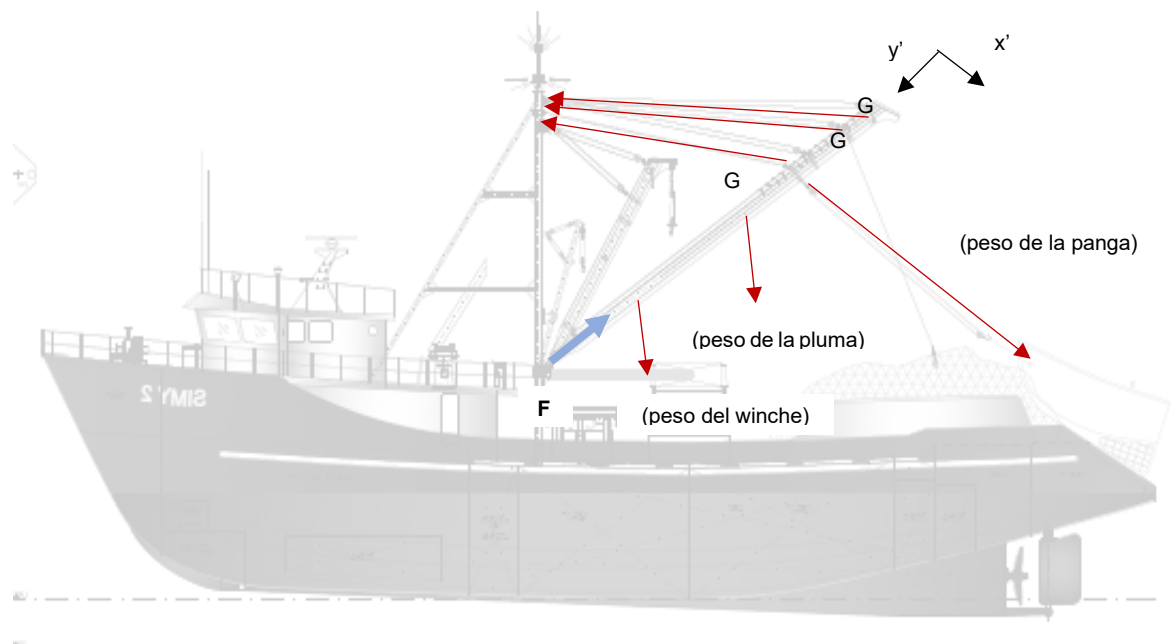
Reemplazando en (1) la fricción "f" y despejando "N" de la ecuación (2), tenemos:

- $\mu x[PxCos(25^\circ) - 2xTxCos(15^\circ) xSen(18^\circ)] + PxSen(25^\circ) = 2xTxCos(15^\circ)xCos(18^\circ)$

- $$T = \frac{\mu xPxCos(25^\circ) + PxSen(25^\circ)}{2xCos(15^\circ)xCos(18^\circ) + 2x\mu xCos(15^\circ) xSen(18^\circ)}$$

Realizamos el Diagrama de Cuerpo Libre, de las cargas (peso de panga, peso de la pluma principal, tensiones) ejercidas a la pluma principal obteniendo la siguiente ecuación:

Figura 23 Diagrama de cuerpo libre sobre la pluma principal



Fuente: Elaboración propia

Rotamos el eje de la primera condición de equilibrio:

$$\sum Fx' = 0$$

$$G \cos(\phi 1^\circ) + G \cos(\phi 2^\circ) + G \cos(\phi 3^\circ) - (\text{peso de la pluma principal}) \cos(\phi^\circ) - (\text{peso del winche}) \cos(\phi^\circ) - (\text{peso de la panga}) = 0$$

Con lo cual obtendremos F; reemplazando G en la siguiente ecuación:

$$\sum Fy' = 0$$

$$G \sin(\phi 1^\circ) + G \sin(\phi 2^\circ) + G \sin(\phi 3^\circ) + (\text{peso de la pluma principal}) \sin(\phi^\circ) + (\text{peso del winche}) \sin(\phi^\circ) - F = 0$$

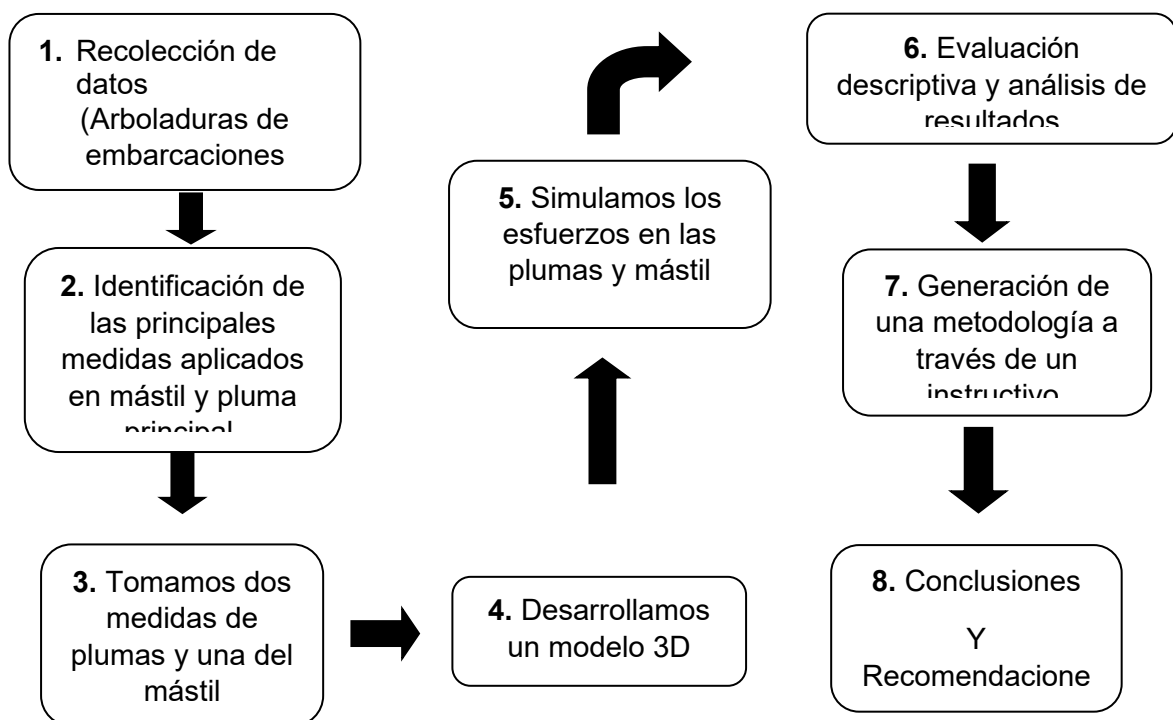
Con esto encontramos la fuerza resultante hacia el mástil en forma de ecuación que nos ayudará para realizar el cálculo con el software Solidworks de la pluma principal y el mástil.

Capítulo III

Desarrollo del Trabajo de Investigación

3.1. Desarrollo del Trabajo:

Para hacer la metodología del proceso de soldadura del sistema de arboladura, se ha realizado un diagrama de flujo, en el cual nos ayudará a visualizar gráficamente el proceso para obtención de resultados, desde recolección de información hasta las conclusiones de ello.



3.2. Diseño de la Metodología:

La información recolectada estará basada en las medidas en situ y algunas proporcionadas por contratistas con mucha experiencia en el rubro naval, como el señor Tapia Guerra Santos, estas embarcaciones son pesqueras de tipo cerco, para poder realizar la metodología de acuerdo a las embarcaciones existentes:

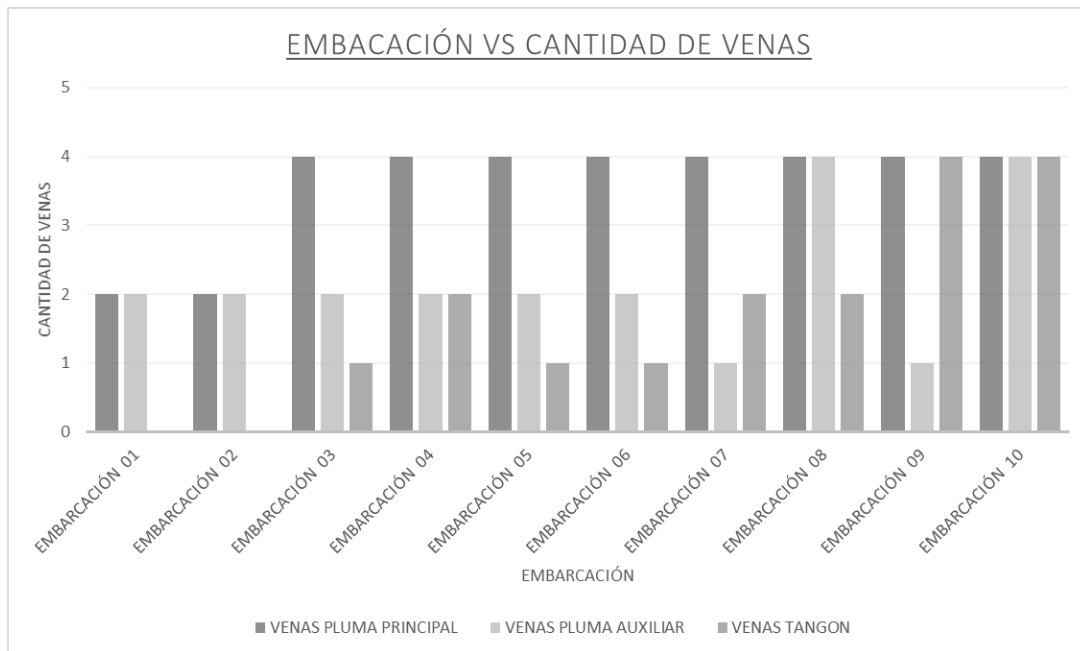
3.2.1. Sistema de arboladura en embarcaciones:

De todo el sistema de arboladura nos basaremos en las medidas de las plumas principal, pluma auxiliar, tangón y el mástil, así como también evaluar cuáles son sus juntas soldadas principales en estos elementos del sistema de arboladura. El mástil y las plumas son los elementos que están sometidos a mayor esfuerzo en la faena de pesca, por lo que, la metodología será enfocada en estos dos elementos.

De las tablas (1, 2 Y 3) mostradas anteriormente se puede inducir que las plumas principales, pluma auxiliar y tangón usan dos tubos unidos para lograr la longitud deseada; asimismo los diámetros de dichos tubos varían dependiendo la pluma, por lo que, la Pluma Principal tiene un diámetro de tubería entre 10" a 12" pulgadas - SCH (80-40), Pluma Auxiliar tiene un diámetro de tubería entre 8" pulgadas – SCH (80-40) y el Tangón tiene un diámetro de tubería entre 6" pulgadas – SCH (80-40).

Respecto a la cantidad de venas dependiendo el tipo de pluma, se ha realizado el siguiente gráfico:

Figura 24- Temporada anual de la variación de los ríos del Amazonas.



Fuente: Elaboración propia

Con lo cual podemos concluir que la cantidad de venas en las plumas principales, auxiliares y tangón varían entre 4, 2 y 0. Por lo cual metodología sobre las uniones soldadas se va generalizar para todas las plumas.

3.2.1.1. Cálculo de las fuerzas:

Se procedió a calcular las fuerzas sobre la pluma principal. Se va determinar la carga a necesitar:

Ecuación de Equilibrio: $\sum F=0$

- $f + Px\text{Sen}(25^\circ) = 2xTx\text{Cos}(15^\circ)x\text{Cos}(18^\circ) \dots(1)$
- $N + 2xTx\text{Cos}(15^\circ) x\text{Sen}(18^\circ) = Px\text{Cos}(25^\circ) \dots(2)$

Además: $f = \mu xN$, donde $\mu=0.35$ para fricción de acero-acero.

$P = 15 \text{ t}$ (peso de panga)

Reemplazando en (1) la fricción "f" y despejando "N" de la ecuación (2), tenemos:

- $\mu x[Px\text{Cos}(25^\circ) - 2xTx\text{Cos}(15^\circ)x\text{Sen}(18^\circ)] + Px\text{Sen}(25^\circ) = 2xTx\text{Cos}(15^\circ)x\text{Cos}(18^\circ)$

- $$T = \frac{\mu x P x \cos(25^\circ) + P x \sin(25^\circ)}{2x \cos(15^\circ) x \cos(18^\circ) + 2x \mu x \cos(15^\circ) x \sin(18^\circ)}$$

Reemplazando valores:

$$T = 6.76 \text{ toneladas}$$

Por lo tanto, la tensión en el cable para izar la panga **C=13.53 t.**

Realizamos el Diagrama de Cuerpo Libre de acuerdo a la figura 22, para poder obtener la fuerza resultante.

Considerando lo siguiente:

Pluma principal de longitud de 16.3 m con un peso estimado de 2.0 Tn.

Se consideró peso del winche nuevo de 0.5 Tn.

Rotamos el eje de la primera condición de equilibrio:

$$\sum F_x' = 0$$

$$G \sin 43^\circ + G \sin 50^\circ + G \sin 65^\circ - 6.76 \sin 75^\circ - 0.5 \sin 49^\circ - 9.2 = 0$$

$$1.43XG = 13.06$$

$$G = 9.09 \text{ tn}$$

Con lo cual obtendremos F; reemplazando G en la siguiente ecuación:

$$\sum F_y' = 0$$

$$G \cos 43^\circ + G \cos 50^\circ + G \cos 65^\circ + 6.76 \cos 75^\circ + 0.5 \cos 49^\circ - F = 0$$

$$\mathbf{F = 9.55 \text{ tn o } 93.7 \text{ KN}}$$

3.2.1.2. Modelo en 3D y Esfuerzo de Pluma Principal:

Las plumas principales tienen un promedio de 40 metros por lo que se han seleccionado las plumas de las embarcaciones N°2 y N°6, para desarrollar los modelos 3D y cálculo de esfuerzos comparando las soldaduras corrida e intermitente entre las venas y el tubo de las plumas principales.

- **Embarcación 02:**

Modelo 3D con soldadura corrida:

Figura 25 Pluma principal con soldadura corrida de la embarcación N°2



Fuente: Elaboración propia

Modelo 3D con soldadura intermitente:

Figura 26 Pluma principal con soldadura intermitente de la embarcación N°2

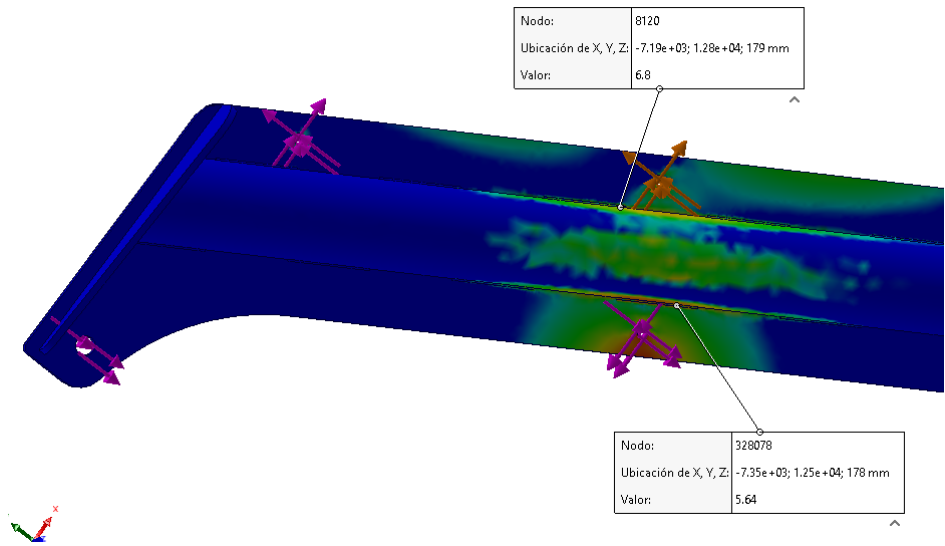


Fuente: Elaboración propia

Se desarrolló el cálculo de esfuerzos de cada pluma con los datos obtenidos en ítem 5.2.1.1., por lo cual se obtuvo los siguientes resultados:

Figura 27 Cálculo del factor de seguridad con soldadura corrida

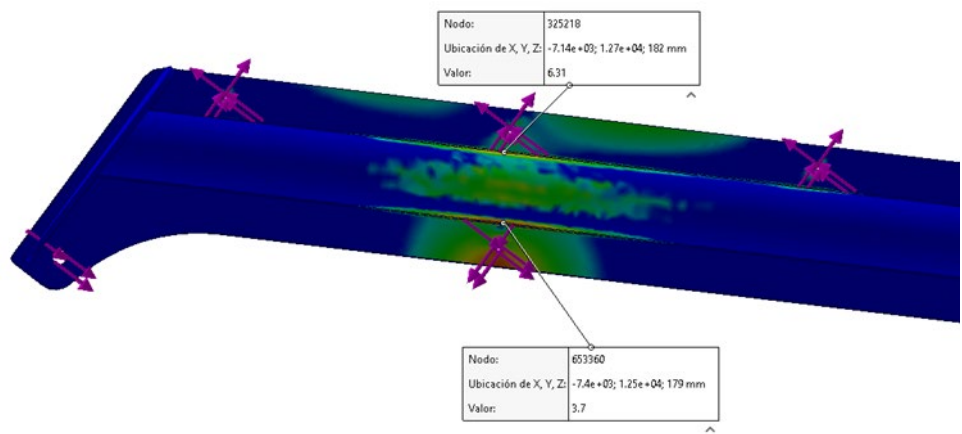
Modelo 3D con soldadura corrida:



Fuente: Elaboración propia

Modelo 3D con soldadura intermitente:

Figura 28 Cálculo del factor de seguridad con soldadura intermitente



Fuente: Elaboración propia

Figura 29 Pluma con soldadura corrida de la embarcación N°6

- **Embarcación 06:**

Modelo 3D con soldadura corrida:



Fuente: Elaboración propia

Figura 30 Pluma con soldadura intermitente de la embarcación N°6

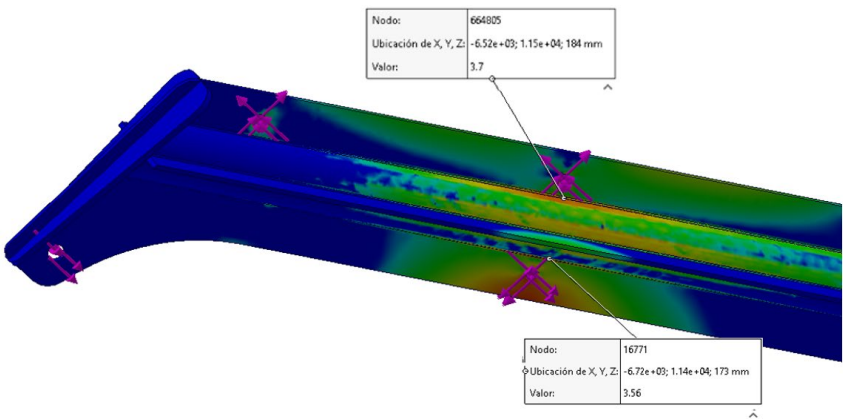
Modelo 3D con soldadura intermitente:



Fuente: Elaboración propia

Figura 31 Cálculo del factor de seguridad con soldadura corrida

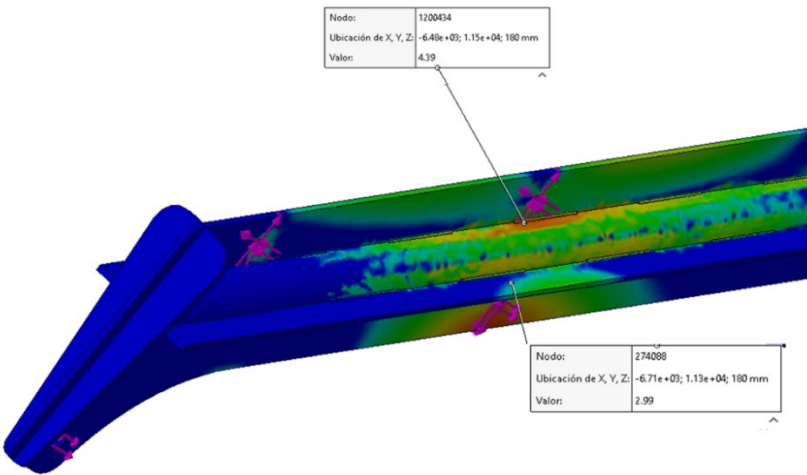
Modelo con soldadura corrida:



Fuente: Elaboración propia

Modelo con soldadura intermitente:

Figura 32 Cálculo del factor de seguridad con soldadura intermitente



Fuente: Elaboración propia

3.2.1.3. Modelo en 3D y Esfuerzo del Mástil:

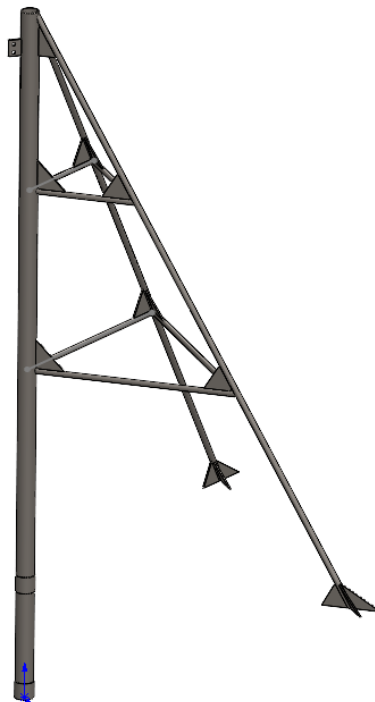
Se han modelado mástiles de las siguientes embarcaciones:

- **Embarcación 02:**

Mástil de la embarcación 2:

Modelo 3D del mástil y bípode:

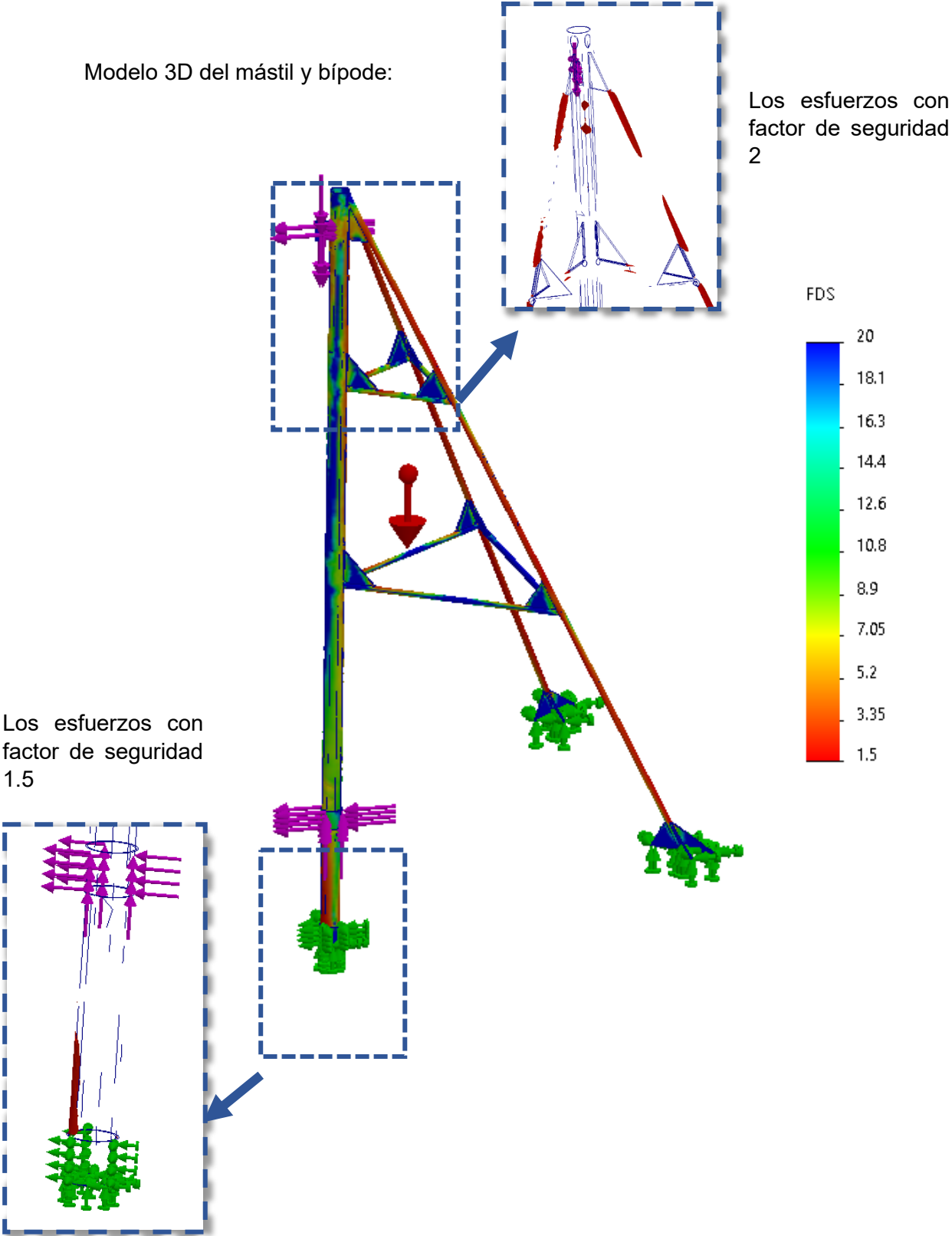
Figura 33 Mástil y bípode de la embarcación 02 en 3D



Fuente: Elaboración propia

Se colocaron las cargas obtenidas en ítem 5.2.1.1, asimismo, se analizó el mástil y bípode como una sola pieza, por lo cual se obtuvo los siguientes resultados:

Figura 34 Cálculo de esfuerzos en el mástil y bípode



Fuente: Elaboración propia

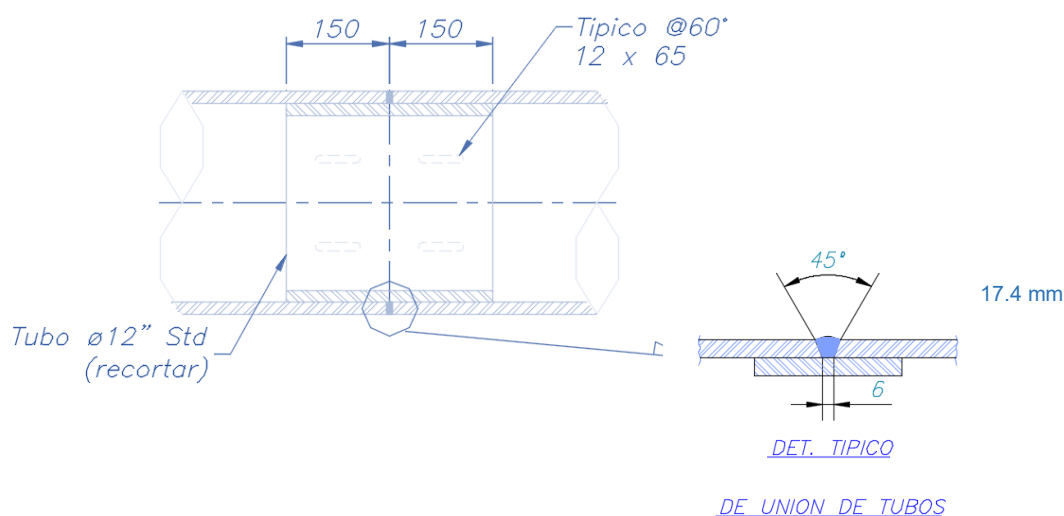
Como se muestra en la figura 33, con un factor de 2 la zona baja del mástil está más propensa a mayores esfuerzos, así también la parte superior de los tubos del bípode.

3.2.2. Procedimiento de Soldadura en Plumas:

El presente procedimiento de soldadura en las plumas estará basado en las experiencias de contratistas, buenas prácticas de los astilleros y la normativa ABS; esto debido a que hay contratistas que desconocen como soldar y lo sueldan sin criterio alguno, ocasionando que las plumas nuevas se flexionen y fallen en futuras operaciones.

- I. Debido a la longitud de las plumas mayor a 06 metros se utilizan dos tuberías, las cuales serán soldadas, con una tubería en su interior recortado o de menor diámetro, realizando ranuras en los dos tubos principales y esta tubería en su interior nos sirve como respaldo como se describe en la imagen:

Figura 35- Detalle de soldadura para unión entre tubos



Fuente: Elaboración propia

- III. Continuamos con las soldaduras de las venas, previo a eso se debe tener soportes para las venas y poder colocar tuberías y una vena; así mismo como se muestra en la tabla 1,2 y 3 la cantidad de venas entre plumas varía desde 0 a 04 venas; así que lo primero que se va realizar es apuntalar dichas venas a la tubería, como se muestra en la siguiente imagen:

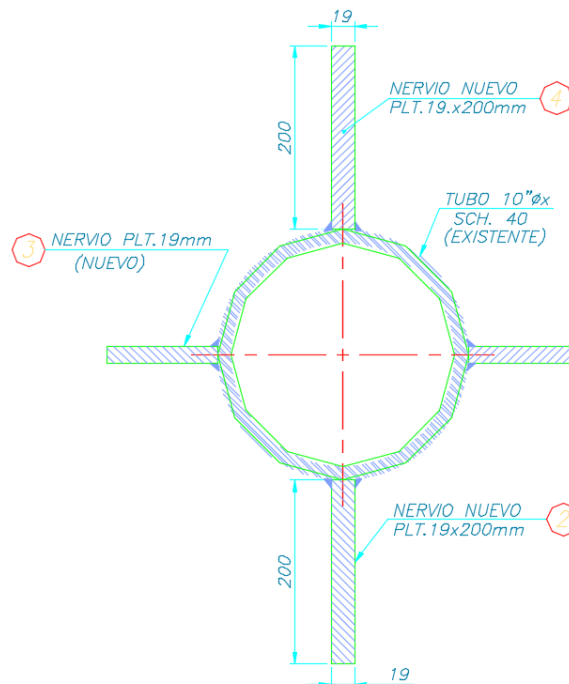
Figura 36- Apuntalando las venas a los tubos de las plumas



Fuente: Elaboración propia

- IV. Luego tenemos que soldar las venas con soldadura continua, aquí es donde varios soldadores cometen la mayoría de errores y la cual se debe corregir con esta metodología, se muestra el detalle de cómo debe ir soldadas las venas en caso ser 04:

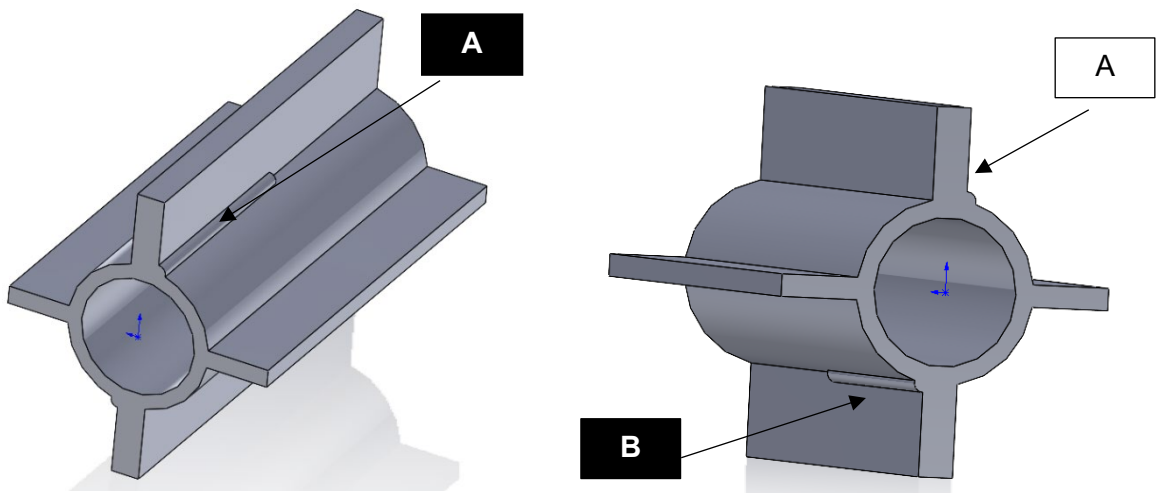
Figura 37- Detalle las uniones soldadas entre tubo y venas (también llamado nervios).



Fuente: Elaboración propia

- V. En consecuencia, para poder soldar las venas se va realizar de la siguiente forma: Soldamos de forma intercalada las venas del plano vertical o las venas del plano horizontal, con una soldadura corrida de 300 mm y la realizamos de forma intercalada empezando en la parte superior A y luego a la zona inferior B; como se muestra en la siguiente imagen:

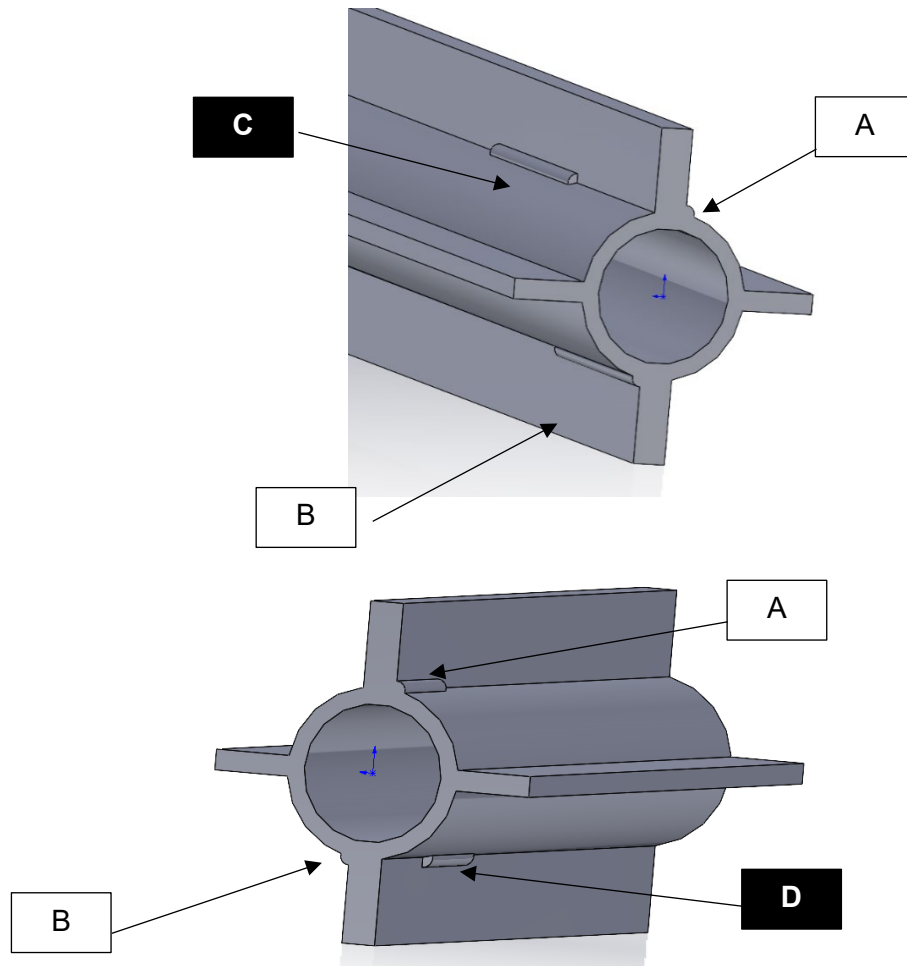
Figura 38- Detalle las uniones soldadas entre tubo y venas de forma intermitente



Fuente: Elaboración propia

- VI. Continuando con el ejemplo, soldaremos el lado opuesto de lo soldado continuando hacia adelante, soldando la parte superior C dejando 300mm del lado opuesto superior y parte inferior D, también dejamos 300 mm del lado opuesto inferior; como se muestra la siguiente figura:

Figura 39- Detalle las uniones soldadas entre tubo y venas de forma intermitente



Fuente: Elaboración propia

- VII. La longitud de 300 mm de cordón o separación pueden variar hasta 1000 mm, dependiendo la longitud de la pluma, sin embargo, con el fin de evitar calentar las tuberías y no flexionarlas.
- VIII. Este procedimiento de la soldadura intercalada se repite hasta completar la soldadura corrida en las plumas, como se ha mostrado las venas verticales, lo mismo vamos a repetir en las venas horizontales; para también darle continuidad a la soldadura en las venas, como se muestra en la siguiente figura:

Figura 40- Soldador terminando de soldar venas verticales y pasando a soldar venas horizontales



Fuente: Elaboración propia

- IX. Luego se tiene que corroborar que pluma no ha sido flexionada, puede ser con un láser o con una mira y su línea.

Figura 41- Verificando la flexión de las plumas



Fuente: Elaboración propia

- X. Asimismo, se tiene que realizar ensayos no destructivos como tintes penetrantes y ultrasonido en la soldadura para verificar el acabado:

Figura 42- Verificando la soldadura con tintes penetrantes y ultrasonido



Fuente: Elaboración propia

- XI. Finalmente, se sueldan los accesorios como cáncamos, plancha superior o moco de pavo, peldaños entre otros accesorios propio de las plumas, pero que no afectan a la flexión de los tubos, como se muestra en la siguiente figura:

Figura 43- Accesorios adicionales a las plumas



Fuente: Elaboración propia

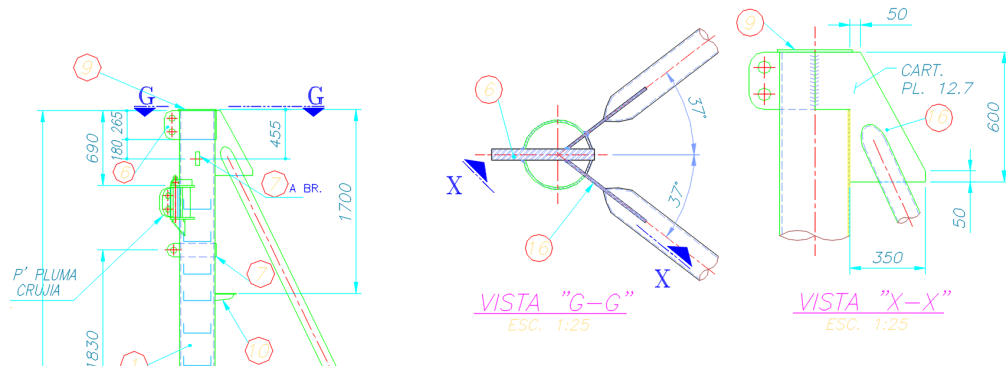
3.2.3. Procedimiento de Soldadura entre Mástil y Bípode:

El presente procedimiento de soldadura entre el mástil y bípode estará basado en las experiencias de contratistas, buenas prácticas de los astilleros y la normativa ABS; esto debido a que hay contratistas que desconocen como soldar y lo sueldan sin criterio alguno, ocasionando que las plumas nuevas se flexionen y fallen en futuras operaciones.

- I. Debido a la longitud del mástil mayor a 12 metros para embarcaciones de tipo cerco mayor a 38 metros de eslora de acuerdo a la tabla 04, por lo que se utilizan tres tuberías, las cuales serán soldadas, con una tubería en su interior recortado o de menor diámetro, realizando ranuras entre los tres tubos principales y esta tubería en su interior nos sirve como respaldo como se muestra en la figura 16.
- II. Sin embargo, de acuerdo con lo expuesto anteriormente hay dos casos, los cuales se han estudiado y se va a demostrar en el siguiente análisis:
- III. De acuerdo con lo expuesto anteriormente, se puede concluir que en el tramo pequeño en la parte superior posee un mayor factor de seguridad en comparación al tramo pequeño en la parte inferior.

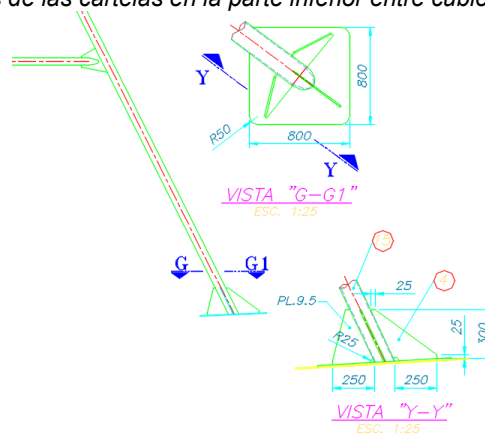
- IV. Luego se unirá las tuberías y cartelas de acuerdo con lo que se muestra en la siguiente figura:

Figura 44- Uniones de las cartelas en la parte superior



Fuente: Elaboración propia

Figura 45- Uniones de las cartelas en la parte inferior entre cubierta de caseta y bipode

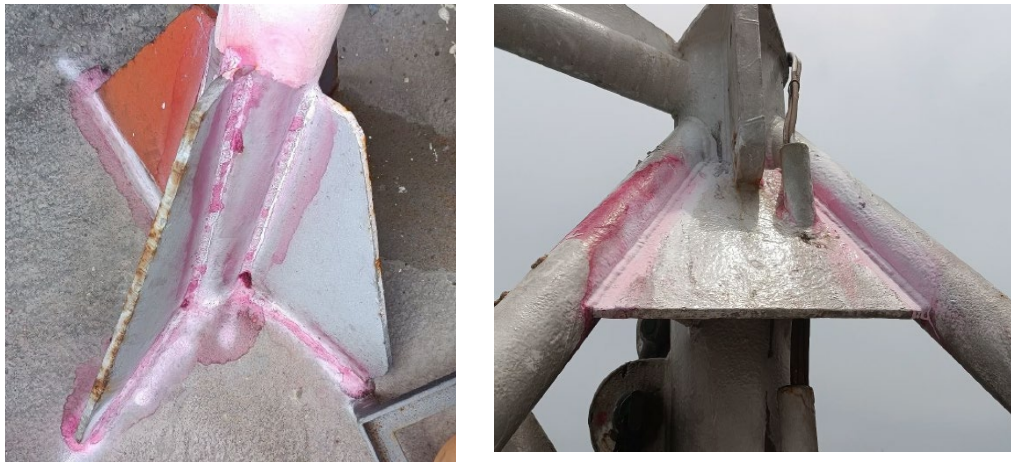


Fuente: Elaboración propia

- V. Finalmente se sueldan los cancamos al mástil y los accesorios como escaleras entre otros; considerar en la parte inferior del mástil y zona intercepta con el la cubierta de caseta y el mástil no van soldados, para darle libertad dinámica cuando se ejerza las fuerzas en las plumas y en los cáncamos de retenidas como se muestra en la simulación del punto II.

- VI. Asimismo, se deben realizar ensayos no destructivos como tintes penetrantes y ultrasonido en las juntas soldadas de mástil y cartelas, como se muestra en la siguiente figura:

Figura 46- Ensayo de tintes penetrantes en las uniones de mástil y cartelas y ultrasonido



Fuente: Elaboración propia

Capítulo IV

Resultados, Contratación de Hipótesis y Discusión de Resultados

4.1. Análisis de Resultados:

Los principales objetos de estudio han sido los puntos críticos de la soldadura en las plumas principales y el mástil,

- a) Con respecto a la pluma principal se han seleccionado 02 embarcaciones, ya que son el promedio de eslora (40 metros) de la data obtenida en la tabla N°1.

	ESLORA (m)	LONGITUD (m)	DIAMETRO (pulg)	CÉDULA	VENAS
Embarcación 02	40.10	16.30	12	80	2
Embarcación 06	39.10	14.88	10	40	4

Tabla 5 Las plumas principales analizadas.

Esto nos dio como resultados que en la parte superior de la pluma principal están los puntos críticos para la soldadura como se muestra en las figuras 26, 27, 30 y 31. Asimismo, el factor de seguridad en la soldadura corrida tanto para embarcación 02 y embarcación 06 son 5.64 y 3.56 respectivamente, siendo esto valores superiores al factor de seguridad en la soldadura intermitente, ya que el factor de seguridad para la embarcación 02 y embarcación 06 son 3.7 y 2.99 respectivamente.

- b) Con respecto al mástil, se ha seleccionado la embarcación 02 como objeto de estudio con el fin de ubicar el tramo corto a soldar en el mástil cuando este tiene una longitud vertical de 13.4 metros como se muestra en la tabla 4.

Esto nos dio como resultado que la zona con mayor esfuerzo para un factor de seguridad de 02 es parte inferior del tubo del mástil y los tubos superiores del bípode, con lo cual se puede concluir que tramo corto debe ir soldado en la parte superior del mástil.

4.2. Discusión de Resultados:

Con respecto a la Hipótesis general:

- a) La implementación de una metodología optimizada para la soldadura de la arboladura en embarcaciones pesqueras de tipo cerco reducirá defectos estructurales y mejorará el cumplimiento de la normativa ABS.

Se ha determinado la metodología para la mejora de la calidad del proceso de soldeo una pluma principal y mástil de las embarcaciones de tipo cerco utilizando parámetros de biselado, penetración y control de defectos.

Adicionalmente la unión entre el tubo y las venas en las plumas debe ser con una soldadura corrida, asimismo el soldeo del tramo corto en un mástil debe ser en la parte superior.

Con respecto a las Hipótesis específica:

- a) Si se aplica una metodología de soldadura estandarizada con base en la normativa ABS, se reducirán los defectos como grietas y porosidad.

La presente metodología nos ayuda a reducir las grietas y porosidades, debido al buen control de calidad de los cordones de soldadura con ayuda de ensayos no destructivos como líquidos penetrantes y ultrasonido como se muestra en las figuras 41y 45.

- b) El uso de procedimientos adecuados de preparación de la junta y control de temperatura mejorará la calidad y resistencia de la soldadura.

La preparación de junta de soldadura es muy importante para la unión entre tubos como el mástil de acuerdo al ABS PART 02 – CHAPTER 04 – SECTION 02 es obligatorio usar un respaldo, debido al diámetro mayor a 3", asimismo esta junta soldada debe tener un biselado 45°, abertura raíz de 6 mm y una penetración de 17.4 mm acuerdo a la cedula de la tubería 12" SCH80, cumpliendo con la normativa del AWS D1.1- Sección 3 – Precalificación de WPS

- c)** La capacitación técnica de los soldadores contribuirá a una mayor eficiencia en la aplicación de los procedimientos de soldadura.

Un soldador capacitado interpreta y aplica correctamente un WPS, lo que reduce la posibilidad de defectos como porosidad, grietas o inclusiones. Esto es vital en las principales uniones soldadas como se muestra en las figuras 39,41,43, 44 de las plumas principales y mástil.

- d)** La implementación de pruebas de control de calidad durante el proceso permitirá detectar fallas a tiempo y mejorar la estructura final.

La implementación de pruebas de control de calidad como tintes penetrantes y ultrasonido nos ayudan mejorar la entrega de los productos como mástil y plumas, porque se verifican todos los cordones de soldadura respaldados por la normativa del AWS D1.1- Sección 3

– Precalificación de WPS

Conclusiones

- La normativa ABS PART 02 – CHAPTER 04 – SECTION 02 nos indica que es obligatorio usar un respaldo para la unión entre tubos como el mástil, porque son diámetros mayores a 3”, asimismo esta tubería debe tener una junta soldada con un biselado 45°, abertura raíz de 6 mm y una penetración de 17.4 mm acuerdo a la tubería 12” SCH80, de acuerdo AWS D1.1- Sección 3 – Precalificación de WPS, en consecuencia se están cumpliendo los estándares del ABS para las uniones entre tubos del mástil garantizando la integridad estructural.
- El mástil dependiendo la longitud puede formarse con 02 o 03 tramos de tubería, por lo que, es necesario un respaldo de acuerdo ABS PART 02 – CHAPTER 04 – SECTION 02 entre tubos, sin embargo, de acuerdo con la metodología desarrollada y bajo las experiencias en el rubro naval, este respaldo debe ser una plancha rolada soldada con el tubo del mástil a través de botones, con lo cual nos garantiza cumplir con los estándares requeridos, en adición, el mástil con 03 tramos de tubería siempre va a poseer un tramo corto, por lo que, de acuerdo a lo calculado en la figura 33, el tramo corto debe ir en la posición superior del mástil, con el fin de dar una seguridad estructural.
- La normativa ABS se respalda de la AWS D1.1 - Sección C3, donde nos indica que la soldadura filete entre platina y tubo como son las plumas principales no necesita calificación, sin embargo, se ha realizado un WPS preliminar (Ver anexo 05), que complementa a la metodología, con el fin de que el soldador tenga parámetros para el proceso de soldadura SMAW en plumas.
- Soldadura continua presenta mejor factor de seguridad que la soldadura intermitente en las plumas principales entre las platinas o venas y el tubo, ya que esto proporcionar

una unión más homogénea y libre de discontinuidades, esto se debe a la capacidad de la soldadura continua para resistir esfuerzos de tracción, torsión y flexión sin generar puntos débiles, a comparación de la soldadura intermitente. Asimismo, la soldadura corrida tiene un mayor factor de seguridad con respecto a la soldadura intermitente, cuando la pluma posee 02 venas la mejora es 52 % y un 19 % cuando las plumas poseen 04 venas.

Recomendaciones

- En cada carena de la embarcación de tipo cerco, se debe realizar un arenado para la inspección de los cordones de soldadura, con el fin de realizar ensayos no destructibles como tintes penetrantes y ultrasonido para garantizar el buen estado del sistema de arboladura (mástil y plumas).
- La soldadura corrida debe predominar en las plumas principales, auxiliares y tangón, con el fin de dar una homogeneidad a la estructura cuando sufra esfuerzos en sus operaciones y pueda resistir a estos esfuerzos.
- Utilizar esta metodología, nos asegura un mejor funcionamiento del sistema de arboladura en el futuro, ya que esto no solo se puede aplicar a elementos nuevos de plumas y mástil, sino también, en el momento de una reparación parcial de una pluma o mástil, con el fin de garantizar la integridad estructural.
- El rubro naval peruano debería investigar y dejar por escrito las buenas prácticas en soldadura para embarcaciones pesqueras como el presente estudio realizado al sistema de arboladura enfocado en la pluma principal y mástil, con el fin de estandarizar nuestras normativas como DICAPI.
- El tramo corto debe ir siempre en la parte superior del mástil, ya que esta zona presenta menos esfuerzos en comparación que colocar este tramo en la zona inferior.
- Se recomienda para futuros análisis realizarlo de forma dinámica tanto la pluma como el mástil, ya que esto resulta crucial para garantizar la seguridad estructural y operacional de las embarcaciones pesqueras de tipo cerco. Al incorporar condiciones dinámicas reales como las aceleraciones de las embarcaciones y mediante simulación avanzada por Ansys, se obtienen datos más precisos para la toma de decisiones en el diseño, mantenimiento o rediseño del sistema. Esta investigación también aporta valor al sector pesquero, mejorando la fiabilidad de las maniobras de pesca y reduciendo riesgos laborales.

Referencias

ABS. (2023). *RULES FOR MATERIALS AND WELDING*.

BONILLA, O. F. (2021). *PROPUESTA DE UNA METODOLOGÍA PARA EL CONTROL Y SEGUIMIENTO AL PROCESO DE SOLDADURA EN LA EMPRESA CPC INGENIERÍA Y MANTENIMIENTO SAS*. BOGOTA.

Cadillo, I. F. (2022). *Tres causas importantes por mejorar en los procesos de soldadura*. ECUADOR: Universidad Politécnica Salesiana.

Enrique E. Niebles, J. U. (2013). Metodología para el Estudio de Soldabilidad en Uniones Soldadas. *Programa de Doctorado en Ingeniería Mecánica. Universidad*.

FLORES, F. J. (2006). *GUIA PRÁCTICA PARA PREVENIR DEFORMACIONES POR SOLDADURA*. VALDIVIA.

FOUNDATION, W. F. (2020). ARTES Y MÉTODOS DE PESCA DEL PERÚ. En S. P. Ambiental. LIMA.

Ing. Aramayo Alonso, M. R. (2019). *Mejora en la gestión del proceso de soldadura para el remolcador de 20 TM BP, según la American Bureau of Shipping – ABS*. LIMA: UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA.

K.C. (19 de ABRIL de 2024). *RADIO RSD*. Obtenido de <https://radiorsd.pe/noticias/una-segunda-embarcacion-de-tasa-sufre-accidente-maritimo>.

SOCIETY, A. W. (2025). *AWS D1.1 - CÓDIGO DE SOLDADURA ESTRUCTURAL*.

Valenzuela, I. A. (2021). *Proceso De Soldadura Para El Armado De Un Bloque Naval*. PERU: Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión.

Anexos

ANEXO 1:	Matriz de consistencia -----	1
ANEXO 2:	Data de las embarcaciones: -----	2
ANEXO 3:	La operación de embarcación tipo cerco: -----	3
ANEXO 4:	Dimensiones comerciales de tuberías A53: -----	4
ANEXO 5:	Concepto de factor de seguridad: -----	5
ANEXO 6:	WPS para la unión de plumas: -----	6
ANEXO 7:	Encuestas sobre soldadura de plumas y mástil -----	7
ANEXO 8:	Para procedimientos de soldadura ABS se respalda AWS D1.1: -----	16
ANEXO 9:	Detalle de unión con respaldo: -----	17
ANEXO 10:	Control de la distorsión y la contracción según AWS D1.1: -----	18
ANEXO 12:	EP TAMBO 1: pluma auxiliar doblada- solo se le realizo injerto parcial -----	19
ANEXO 13:	Imagen de la pantalla de ultrasonido en una inspección de soldadura -----	20

ANEXO 1:

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	INDICADORES
No hay normativas que te indiquen como soldar cada pieza del sistema de arboladura, para este caso en especial sobre el mástil y las plumas.	Desarrollar una metodología optimizada para mejorar el proceso de soldadura de la arboladura en embarcaciones pesqueras de tipo cerco, garantizando el cumplimiento de la normativa ABS.	La implementación de una metodología optimizada para la soldadura de la arboladura en embarcaciones pesqueras de tipo cerco reducirá defectos estructurales y mejorará el cumplimiento de la normativa ABS.	<u>V. INDEPENDIENTE:</u> - Metodología de soldadura optimizada. <u>V. DEPENDIENTE:</u> - Calidad de la soldadura en la arboladura de embarcaciones pesqueras tipo cerco	- Factor de seguridad - Calidad de soldadura.

PROBLEMA ESPECÍFICOS:	OBJETIVOS ESPECÍFICOS:	HIPÓTESIS ESPECÍFICOS:	VARIABLES	INDICADORES
Algunas malas prácticas en soldadura, puede llevar a que se caiga el mástil o que se deforme un mástil, asimismo pasa en la pluma principal.	Diagnosticar el estado actual del proceso de soldadura en la arboladura de embarcaciones pesqueras tipo cerco.	El proceso actual debe mejorar implementando un instructivo tanto para el mantenimiento y creación de nuevas plumas y mástil.	<u>V. INDEPENDIENTE:</u> - Metodología de soldadura optimizada. <u>V. DEPENDIENTE:</u> - Calidad de la soldadura en la arboladura de embarcaciones pesqueras tipo cerco	- Factor de seguridad - Calidad de soldadura.
El soldar corrido una pluma es el error principal, por la que la soldadura genere grietas y porosidades, esto debido a la deflexión de la pluma.	Identificar los principales defectos y fallas en la soldadura, considerando estándares de calidad según ABS.	Si se aplica una metodología de soldadura estandarizada con base en la normativa ABS, se reducirán los defectos como grietas y porosidad.	<u>V. INDEPENDIENTE:</u> - Metodología de soldadura optimizada. <u>V. DEPENDIENTE:</u> - Calidad de la soldadura en la arboladura de embarcaciones pesqueras tipo cerco	- Factor de seguridad - Calidad de soldadura.
No existen instructivos que te indiquen como se debe soldar las plumas y mástil, todo se lo dejan a las buenas prácticas de los soldadores de experiencia.	Analizar los parámetros técnicos que influyen en la calidad de la soldadura (materiales, técnicas, condiciones ambientales).	El uso de procedimientos adecuados de preparación de la junta y control de temperatura mejorará la calidad y resistencia de la soldadura.	<u>V. INDEPENDIENTE:</u> - Metodología de soldadura optimizada. <u>V. DEPENDIENTE:</u> - Calidad de la soldadura en la arboladura de embarcaciones pesqueras tipo cerco	- Factor de seguridad - Calidad de soldadura.

ANEXO 2:

DATA DE LAS EMBARCACIONES:

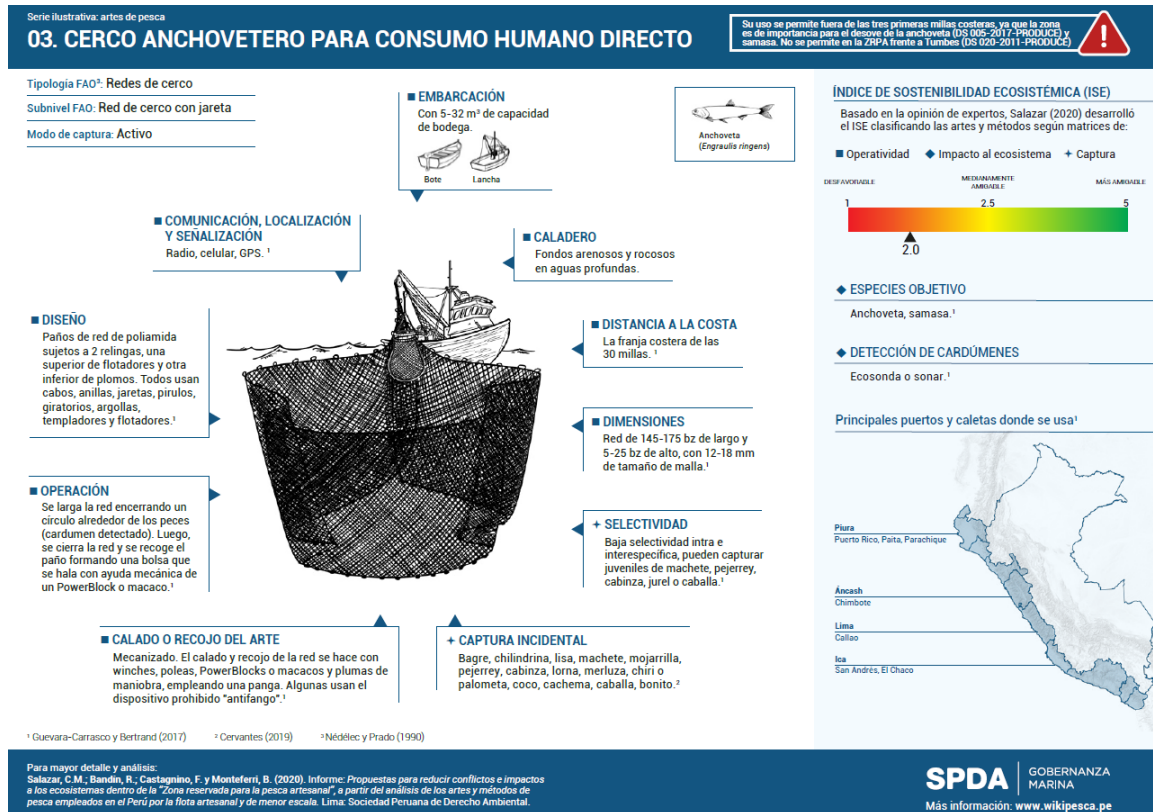
Esta data fue proporcionada por la empresa ZABDI.

	BARCO	EMPRESA PESQUERA	ESLORA (metros)	NOMBRE EN LA TESIS
1	ANDREA	COPEINCA	40.48	EMBARCACIÓN 01
2	DALMACIA	COPEINCA	40.1	EMBARCACIÓN 02
3	TASA 315	TASA	44.45	EMBARCACIÓN 03
4	TASA 424	TASA	45.16	EMBARCACIÓN 04
5	ALEJANDRIA 1	COPEINCA	39	EMBARCACIÓN 05
6	ELISA	COPEINCA	39.1	EMBARCACIÓN 06
7	SIMY 1	COPEINCA	38.7	EMBARCACIÓN 07
8	GRUNEPA 3	COPEINCA	43.6	EMBARCACIÓN 08
9	RICARDO	COPEINCA	47.47	EMBARCACIÓN 09
10	MARFIL	COPEINCA	40.9	EMBARCACIÓN 10

ANEXO 3:

LA OPERACIÓN DE EMBARCACIÓN TIPO CERCO:

Esta data fue proporcionada por **Sociedad Peruana de Derecho Ambiental**.



ANEXO 4:

Dimensiones comerciales de tuberías A53:

Esta data fue proporcionada por la página de OCTAL.



www.octalsteel.com

Dimensiones de Tubos de Acero ANSI B36.10 & 36.19 (Unidad en pulgada)

Tamaño Nominal del Tubo (NPS)	Diámetro Exterior (pulgada)	Tubos Cédula / Pipe Schedule																	
		OD	SCH 5s	SCH 10s	SCH 10	SCH 20	SCH 30	SCH 40s	SCH STD	SCH 40	SCH 60	SCH 80s	SCH XS	SCH 80	SCH 100	SCH 120	SCH 140	SCH 160	SCH XXS
1/8	6	0.405		1.240				0.068	0.068	0.068		0.095	0.095	0.095					
1/4	8	0.540		1.650				0.088	0.088	0.088		0.119	0.119	0.119					
3/8	10	0.675		1.650				0.091	0.091	0.091		0.126	0.126	0.126					
1/2	15	0.840	0.065	2.110				0.109	0.109	0.109		0.147	0.147	0.147				0.188	0.294
3/4	20	1.050	0.065	2.110				0.113	0.113	0.113		0.154	0.154	0.154				0.219	0.308
1	25	1.315	0.065	2.770				0.133	0.133	0.133		0.179	0.179	0.179				0.250	0.358
1 1/4	32	1.660	0.065	2.770				0.140	0.140	0.140		0.191	0.191	0.191				0.250	0.382
1 1/2	40	1.900	0.065	2.770				0.145	0.145	0.145		0.200	0.200	0.200				0.281	0.400
2	50	2.375	0.065	2.770				0.154	0.154	0.154		0.218	0.218	0.218				0.344	0.436
2 1/2	65	2.875	0.083	3.050				0.203	0.203	0.203		0.276	0.276	0.276				0.375	0.552
3	80	3.500	0.083	3.050				0.216	0.216	0.216		0.300	0.300	0.300				0.438	0.600
3 1/2	90	4.000	0.083	3.050				0.226	0.226	0.226		0.318	0.318	0.318					
4	100	4.500	0.083	3.050				0.237	0.237	0.237		0.337	0.337	0.337		0.438		0.531	0.674
5	125	5.563	0.109	3.400				0.258	0.258	0.258		0.375	0.375	0.375		0.500		0.625	0.750
6	150	6.625	0.109	3.400				0.280	0.280	0.280		0.432	0.432	0.432		0.562		0.719	0.864
8	200	8.625	0.109	3.760		0.250	0.277	0.322	0.322	0.322	0.406	0.500	0.500	0.500	0.594	0.719	0.812	0.906	0.875
10	250	10.750	0.134	4.190		0.250	0.307	0.365	0.365	0.365	0.500	0.500	0.500	0.594	0.719	0.844	1.000	1.125	1.000
12	300	12.750	0.156	4.570		0.250	0.330	0.375	0.375	0.406	0.562	0.500	0.500	0.688	0.844	1.000	1.125	1.312	1.000
14	350	14.000	0.156	4.780	0.250	0.312	0.375		0.375	0.438	0.594		0.500	0.750	0.938	1.094	1.250	1.406	
16	400	16.000	0.165	4.780	0.250	0.312	0.375		0.375	0.500	0.656		0.500	0.844	1.031	1.219	1.438	1.594	
18	450	18.000	0.165	4.780	0.250	0.312	0.438		0.375	0.562	0.750		0.500	0.938	1.156	1.375	1.562	1.781	
20	500	20.000	0.188	5.540	0.250	0.375	0.500		0.375	0.594	0.812		0.500	1.031	1.281	1.500	1.750	1.969	
22		22.000	0.188	5.540	0.250	0.375	0.500		0.375		0.875		0.500	1.125	1.375	1.625	1.875	2.125	
24	600	24.000	0.218	6.350	0.250	0.375	0.562		0.375	0.688	0.969		0.500	1.219	1.531	1.812	2.062	2.344	
26		26.000			0.312	0.500	0.000		0.375				0.500						
28	700	28.000			0.312	0.500	0.625		0.375				0.500						
30		30.000	0.250	7.920	0.312	0.500	0.625		0.375				0.500						
32	800	32.000			0.312	0.500	0.625		0.375	0.688			0.500						
34		34.000			0.312	0.500	0.625		0.375	0.688			0.500						
36	900	36.000			0.312	0.500	0.625		0.375	0.750			0.500						
38		38.000							0.375				0.500						
40	1000	40.000						0.375											
42		42.000				0.500			0.375	0.750			0.500						
44	1100	44.000							0.375				0.500						
46		46.000							0.375				0.500						
48	1200	48.000							0.375			0.500							

ANEXO 5:

Concepto de factor de seguridad:

Esta información es para definir el factor de seguridad.

1. ¿Qué es el factor de seguridad?

El factor de seguridad también es conocido como el coeficiente de seguridad de un elemento este se define como la relación entre su resistencia a su rotura R y el esfuerzo máximo F al que este puede estar sometido en las circunstancias desfavorables. Para que un elemento de máquina tenga suficiente resistencia, el esfuerzo unitario máximo debe limitarse a algún valor menor que la resistencia a la fluencia del material o resistencia última. Para conseguir este esfuerzo se debe incluir en los cálculos un factor de seguridad, permitiendo así que el elemento soporte mayores fuerzas, las cuales pueden resultar de variaciones en el material.

$$Fs = \frac{\sigma_{ultimo}}{\sigma_{admisible}}$$

$$Fs \geq 1$$

ANEXO 6:

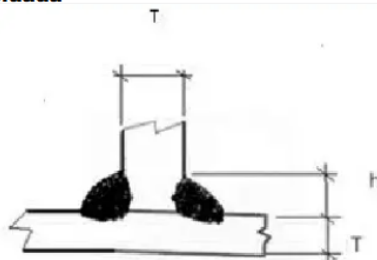
WPS para la unión de plumas:

UNI	ESPECIFICACION DEL PROCEDIMIENTO DE SOLDADURAS (WPS)		PERÚ
Generalidades		Diseño de la junta	
• Nombre de la compañía:	UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA		• Tipo de junta: En T
• Proceso de soldaduras:	SMAW	• Abertura de la raíz:	Máximo 1 mm (1/32")
• Tipo de proceso:	Manual	• Angulo del bisel:	No aplica
• Identificación del WPS:	T1	• Dimensión de cara raíz:	No aplica
• Fecha última revisión:	01/04/2025	• Radio del bisel:	No aplica
• Revisión hecha por:	RENZO CARLOS ASTO VARGAS	• Tipo de respaldo:	No aplica
• Número del PQR :	Precalificado según el código AWS D1.1	• Material del respaldo:	No aplica
Metal base		Posición de soldadura	
• Descripción del material:	Acero ASTM A-36 o similar	• Posición de la soldadura:	Todas
• Especificaciones del material:	Grupo I	• Progresión de la soldadura:	NA
• Dimensiones de los materiales:	Espesores de 6 - 20 mm	Medio de protección	
• Diámetro del tubo:	No aplica	• Identificación del gas:	No aplica
Metales de aporte		• Composición del gas:	No aplica
• Especificación AWS:	A5.1	• Flujo del gas de protección:	No aplica
• Clasificación AWS:	E- 7018	• Identificación del fundente:	No aplica
Características eléctricas		Técnica de soldadura aplicada	
• Tipo de fuente de soldadura:	Rectificador	• Movimiento del cordón:	Ondulado
• Tipo de corriente de soldadura:	DC+	• Número de pases por lado:	uno
• Voltaje de trabajo en la fuente:	20-24 V	• Método de limpieza del cordón raíz:	Pulidora
• Modo de transferencia GMAW:	No aplica	• Método de limpieza entre pases:	No aplica
• Tipo de electrodo GTAW:	No aplica	• Martilleo de la soldadura:	No aplica
Precalentamiento de la junta		Tratamiento térmico después de la soldadura	
• Temperatura de precalentamiento :	No aplica	• Temperatura de calentamiento posterior:	No aplica
• Temperatura mínima entre pases:	No aplica	• Tiempo de sostenimiento posterior:	No aplica

Pases de soldadura	Material de Aporte		Corriente de la Soldadura			Velocidad soldadura	Detalles de la junta soldada	
	Clase	Diámetro	Tipo	Amperaje	Voltaje		T	Altura mínima: h
1 por lado	E- 7018	1/8"	DC +	100- 120	20-24	4-6 ipm	De 3 a 6 mm	4 mm (3/16")
n por lado	E- 7018	1/8"	DC +	100- 120	20-24	4-6 ipm	De 8 a 10 mm	6mm (1/4")
n por lado	E- 7018	1/8"	DC +	100- 120	20-24	4-6 ipm	De 12 -20 mm	8 mm (5/16")

Notas: a) El espesor T se refiere al espesor del elemento más delgado de la junta.
b) Este procedimiento aplica para soldaduras por ambos lados de la junta.

Esquema de la junta soldada



Este procedimiento aplica para materiales con espesores desde 6 mm hasta 20 mm (1/4" hasta 3/4")

ANEXO 7:

ENCUESTAS SOBRE SOLDADURA DE PLUMAS Y MÁSTIL

CUESTIONARIO PREVIO CON RESPECTO DE SOLDADURA DE LAS PLUMAS Y MÁSTIL

FECHA:21/04/2025

1.-NOMBRE COMPLETO:

SANTOS TAPIA GUERRA

2.-PROFESIÓN Y PUESTO DE TRABAJO:

TÉCNICO CALDERERO-SUPERVISOR DE CALDERERIA Y SOLDADURA

3.-AÑOS DE EXPERIENCIA:

34 AÑOS

4-LUGAR DE TRABAJO:

MULTISERVICIOS GENERALES ZABDI -ASTILLERO ANDESA - PAITA - PIURA

5.- CONOCE DE ALGÚN INSTRUCTIVO SOBRE LA SOLDADURA DE MÁSTIL Y PLUMA PRINCIPAL?

NO HE VISTO ALGÚN INSTRUCTIVO SOBRE ELLO, PERO NOS BASAMOS EN NUESTRA EXPERIENCIA DE AÑOS PARA MODIFICAR Y CONSTRUIR NUEVAS PLUMAS E MÁSTIL.

6.- EN QUE ZONA DEL MÁSTIL CONSIDERA QUE HAY UN MAYOR ESFUERZO Y POR QUÉ?

CONSIDERO QUE EL MAYOR ESFUERZO SE UBICA EN LA ZONA DEL TINTERO DE LA CUBIERTA PRINCIPAL, DEBIDO A QUE EN ZONA HE ENCOTRADO LOS MAYORES CASOS DE DEFORMACIONES O RUPTURAS EN CASO DE SINIESTROS.

7.- QUE TIPO DE SOLDADURA HAS VISTO ENTRE LA UNIÓN DE TUBOS Y VENAS EN PLUMAS PRINCIPALES (INTERMITENTE O CORRIDA O AMBAS)?

LA MAYORIA DE LAS PLUMAS UTILIZA SOLDADURA CONTINUA, ANTIGUAMENTE SE SOLDADABAN CON SOLDADURA INTERMITENTE, PERO ERAN LAS QUE MÁS FALLAS TENIAN.

8.- EN BASE A SU EXPERIENCIA DONDE HA VISTO QUE SE HA DEFORMADO UNA PLUMA PRINCIPAL O LLEGADO A FRACTURAR?

EN MI EXPERIENCIA HE VISTO QUE SE FRACTURA EN LA MITAD DE LA PLUMA PRINCIPAL, YA QUE UNA VEZ COMO EJEMPLO UN PLUMA SE DOBLO EN U Y SE INTRODUCIO DENTRO DE LA BOCA DE ESCOTILLA CON TODO Y MACACO.

9.-QUE SUGERIRIA PARA DISMINUIR LA FLEXIÓN EN PLUMAS PRINCIPALES NUEVAS?

LAS NUEVAS PLUMAS PRINCIPALES SIEMPRE DEBERIAN LLEVAR VENAS DE UN ESPESOR ENTRE $\frac{3}{4}$ " O 1" PULGADA DE ESPESOR Y ADICIONAL A ELLO DEBE TENER LAS 04 VENAS EN FORMA DE CRUZ ALREDEDOR DEL TUBO PARA DARLE UNA MAYOR RIGIDEZ.

CUESTIONARIO PREVIO CON RESPECTO DE SOLDADURA DE LAS PLUMAS Y MÁSTIL

FECHA:02/04/2025

1.-NOMBRE COMPLETO:

JUAN TUMI URPAY

2.-PROFESIÓN Y PUESTO DE TRABAJO:

ING.NAVAL-JEFE DE PROYECTO

3.-AÑOS DE EXPERIENCIA:

18 AÑOS

4.-LUGAR DE TRABAJO:

ASTILLERO ANDESA - PAITA - PIURA

5.- CONOCE DE ALGÚN INSTRUCTIVO SOBRE LA SOLDADURA DE MÁSTIL Y PLUMA PRINCIPAL?

NO HE VISTO ALGÚN INSTRUCTIVO SOBRE ELLO, PERO SI HE ENCONTRADO DETALLES DE SOLDADURA TANTO PARA EL MÁSTIL COMO LA PLUMA PRINCIPAL.

6.- EN QUE ZONA DEL MÁSTIL CONSIDERA QUE HAY UN MAYOR ESFUERZO Y POR QUÉ?

CONSIDERO QUE EL MAYOR ESFUERZO SE UBICA EN LA ZONA DEL TINTERO DONDE SE COLOCAN LOS PINZOTES, YA QUE ALMACENAN LAS CARGAS DE PLUMAS.

7.- QUE TIPO DE SOLDADURA HAS VISTO ENTRE LA UNIÓN DE TUBOS Y VENAS EN PLUMAS PRINCIPALES (INTERMITENTE O CORRIDA O AMBAS)?

EN TODAS LAS PLUMAS QUE HE VISTO HE ENCONTRADO SOLDADURA CORRIDA, EN EL CASO DE INTERMITENTE NO HE VISUALIZADO.

8.- EN BASE A SU EXPERIENCIA DONDE HA VISTO QUE SE HA DEFORMADO UNA PLUMA PRINCIPAL O LLEGADO A FRACTURAR?

PUEDO SEÑALAR DOS PUNTOS

PRIMER PUNTO: EN LAS ZONAS DE LOS CANCAMOS QUE SE UNEN CON EL PINZOTE, YA QUE NO POSEEN ALGUNOS VENAS EN ESA ZONA

SEGUNDO PUNTO: LA ZONA DONDE SE UBICA EL CANCAMO QUE SOPORTA LA PANGA.

9.-QUE SUGERIRIA PARA DISMINUIR LA FLEXIÓN EN PLUMAS PRINCIPALES NUEVAS?

REALIZAR UN ESTUDIOS DE ESFUERZOS DE LA PLUMA Y EN LA ZONA DONDE HAYA LA MAYOR CARGA REFORZAR LAS PLUMAS.

CUESTIONARIO PREVIO CON RESPECTO DE SOLDADURA DE LAS PLUMAS Y MÁSTIL

FECHA:02/04/2025

1.-NOMBRE COMPLETO:

ERICK DAVID UCEDA SANCHEZ

2.-PROFESIÓN Y PUESTO DE TRABAJO:

ING.NAVAL-INGENIERO DE PROYECTOS

3.-AÑOS DE EXPERIENCIA:

8 AÑOS

4-LUGAR DE TRABAJO:

SIMA ASTILLERO - CHIMBOTE - SANTA

5.- CONOCE DE ALGÚN INSTRUCTIVO SOBRE LA SOLDADURA DE MÁSTIL Y PLUMA PRINCIPAL?

NO HE VISTO ALGÚN INSTRUCTIVO.

6.- EN QUE ZONA DEL MÁSTIL CONSIDERA QUE HAY UN MAYOR ESFUERZO Y POR QUÉ?

EN DONDE SE UBICA LAS DOS FUNDAS TANTO EN CUBIERTA DE CASETA Y CUBIERTA PRINCIPAL POR RECIBEN TODOS LOS MOMENTOS QUE SE GENERAN POR LO CANCEAMOS QUE SOPORTAN LAS PLUMAS EN PARTE ALTA DEL MÁSTIL.

7.- QUE TIPO DE SOLDADURA HAS VISTO ENTRE LA UNIÓN DE TUBOS Y VENAS EN PLUMAS PRINCIPALES (INTERMITENTE O CORRIDA O AMBAS)?

LAS PLUMAS PRINCIPALES QUE HE VISTO HE ENCONTRADO SOLDADURA CORRIDA EN VENAS SUPERIORES E INFERIORES COMO EN EL COSTADO, SIN EMBARGO, EN ALGUNAS PLUMAS LA SOLDADURA INTERMITEN HE VISTO EN LAS VENAS DEL COSTADO.

8.- EN BASE A SU EXPERIENCIA DONDE HA VISTO QUE SE HA DEFORMADO UNA PLUMA PRINCIPAL O LLEGADO A FRACTURAR?

DE ACUERDO LOS QUE VISTO SON EN DOS ZONAS EN LA PARTE CENTRAL DE LA PLUMA Y CANCEAMOS QUE SE UNEN CON EL PINZOTE.

9.-QUE SUGERIRIA PARA DISMINUIR LA FLEXIÓN EN PLUMAS PRINCIPALES NUEVAS?

UNA BUENA SELECCIÓN DE LA PLUMA DEPENDIENDO DE LA LONGITUD DE LA EMBARCACION Y ASIMISMO UN ESTUDIO DEL DIAMETRO DEL TUBO DE LA PLUMA COMO LA ALTURA Y ESPESOR DE LA VENAS.

CUESTIONARIO PREVIO CON RESPECTO DE SOLDADURA DE LAS PLUMAS Y MÁSTIL

FECHA:02/04/2025

1.-NOMBRE COMPLETO:

JOSEPH GERALD IBAÑEZ ECHEVARRIA

2.-PROFESIÓN Y PUESTO DE TRABAJO:

ING.NAVAL-JEFE DE DISEÑO E INGENIERIA

3.-AÑOS DE EXPERIENCIA:

15 AÑOS

4-LUGAR DE TRABAJO:

ASTILLERO PACIFICO EIRL- PUCALLPA -UCAYALI

5.- CONOCE DE ALGÚN INSTRUCTIVO SOBRE LA SOLDADURA DE MÁSTIL Y PLUMA PRINCIPAL?

NO HE VISTO ALGÚN INSTRUCTIVO.

6.- EN QUE ZONA DEL MÁSTIL CONSIDERA QUE HAY UN MAYOR ESFUERZO Y POR QUÉ?

EN EL EXTREMO SUPERIOR PORQUE ESTAN LA MAYOR CARGA POR SOPORTE DE LAS PLUMAS.

7.- QUE TIPO DE SOLDADURA HAS VISTO ENTRE LA UNIÓN DE TUBOS Y VENAS EN PLUMAS PRINCIPALES (INTERMITENTE O CORRIDA O AMBAS)?

LAS PLUMAS PRINCIPALES QUE HE VISTO HE ENCONTRADO SOLDADURA CORRIDA CON PROCESO SMAW, CON SOLDADURA 6011 Y 6013 POR AMBOS LADOS.

8.- EN BASE A SU EXPERIENCIA DONDE HA VISTO QUE SE HA DEFORMADO UNA PLUMA PRINCIPAL O LLEGADO A FRACTURAR?

DE ACUERDO LOS QUE VISTO SON EN DOS ZONAS EN LA PARTE CENTRAL DE LA PLUMA Y EN LAS ZONAS DONDE NO HAY VENAS CERCA A LOS CANCAMOS QUE SE UNEN CON EL PINZOTE.

9.-QUE SUGERIRIA PARA DISMINUIR LA FLEXIÓN EN PLUMAS PRINCIPALES NUEVAS?

USAR TUBOS DE SCH80 O SCH120, LOS EMPALMES DE LAS PLUMAS DEBEN ESTAN MÁS ESTRUCTURADOS Y QUE EL PROCESO DE SOLDADURA SEA CALCULADO Y ESTE BAJO UN INSTRUCTIVO.

CUESTIONARIO PREVIO CON RESPECTO DE SOLDADURA DE LAS PLUMAS Y MÁSTIL

FECHA:03/04/2025

1.-NOMBRE COMPLETO:

DANIEL FRANCISCO CHURAMPI ROMAN

2.-PROFESIÓN Y PUESTO DE TRABAJO:

ING.NAVAL-JEFE DE DIVISIÓN DISEÑO

3.-AÑOS DE EXPERIENCIA:

22 AÑOS

4-LUGAR DE TRABAJO:

SIMA ASTILLERO - CHIMBOTE - SANTA

5.- CONOCE DE ALGÚN INSTRUCTIVO SOBRE LA SOLDADURA DE MÁSTIL Y PLUMA PRINCIPAL?

NO HE VISTO ALGÚN INSTRUCTIVO.

6.- EN QUE ZONA DEL MÁSTIL CONSIDERA QUE HAY UN MAYOR ESFUERZO Y POR QUÉ?

EN LA PARTE SUPERIOR ZONA DE LOS BÍPODES Y ZONA DE LA FUNDA DE LA CUBIERTA DE CASETA CERCA AL TINTERO.

7.- QUE TIPO DE SOLDADURA HAS VISTO ENTRE LA UNIÓN DE TUBOS Y VENAS EN PLUMAS PRINCIPALES (INTERMITENTE O CORRIDA O AMBAS)?

LAS PLUMAS PRINCIPALES QUE HE VISTO HE ENCONTRADO SOLDADURA CORRIDA EN SU MAYORIA Y SOLO EN EL TANGO SOLDADURA INTERMITENTE.

8.- EN BASE A SU EXPERIENCIA DONDE HA VISTO QUE SE HA DEFORMADO UNA PLUMA PRINCIPAL O LLEGADO A FRACTURAR?

USUALMENTE A UN 75% DE LA LONGITUD EMPEZANDO DESDE LA ZONA DE LOS CANCAMOS QUE SE UNEN AL PINZOTE.

9.-QUE SUGERIRIA PARA DISMINUIR LA FLEXIÓN EN PLUMAS PRINCIPALES NUEVAS?

USAR NUEVOS MATERIALES Y NO SOLO EL ACERO ASTM 131 GR-, ADICIONAL A ELLO USAR OTROS PROCESOS DE SOLDADURA Y NO SOLO USAR SMAW.

**CUESTIONARIO PREVIO CON RESPECTO DE SOLDADURA DE LAS PLUMAS Y
MÁSTIL**

FECHA:03/04/2025

1.-NOMBRE COMPLETO:

ERICO ALBERTO MINAYA GUZMAN

2.-PROFESIÓN Y PUESTO DE TRABAJO:

ING.NAVAL- ANALISTA DE DISEÑO

3.-AÑOS DE EXPERIENCIA:

05 AÑOS

4-LUGAR DE TRABAJO:

ASTILLERO CORP FUNG - CALLAO - CALLAO

**5.- CONOCE DE ALGÚN INSTRUCTIVO SOBRE LA SOLDADURA DE MÁSTIL Y
PLUMA PRINCIPAL?**

NO HE VISTO ALGÚN INSTRUCTIVO.

**6.- EN QUE ZONA DEL MÁSTIL CONSIDERA QUE HAY UN MAYOR ESFUERZO Y POR
QUÉ?**

EN LA ZONA DE MEDIA.

**7.- QUE TIPO DE SOLDADURA HAS VISTO ENTRE LA UNIÓN DE TUBOS Y VENAS
EN PLUMAS PRINCIPALES (INTERMITENTE O CORRIDA O AMBAS)?**

LAS PLUMAS PRINCIPALES QUE HE VISTO HE ENCONTRADO SOLDADURA
CORRIDA EN SU MAYORIA, NO HE VISTO SOLDADURA INTERMITENTE

**8.- EN BASE A SU EXPERIENCIA DONDE HA VISTO QUE SE HA DEFORMADO UNA
PLUMA PRINCIPAL O LLEGADO A FRACTURAR?**

EN LA ZONA DE LOS CANCAMOS CERCA AL PINZOTE.

**9.-QUE SUGERIRIA PARA DISMINUIR LA FLEXIÓN EN PLUMAS PRINCIPALES
NUEVAS?**

DONDE HAYA UN MAYOR ESFUERZO UNA VENA CON UN MAYOR ESPESOR.

CUESTIONARIO PREVIO CON RESPECTO DE SOLDADURA DE LAS PLUMAS Y MÁSTIL

FECHA:04/04/2025

1.-NOMBRE COMPLETO:

ROBERTO HERNAN NUÑEZ MONTALVO

2.-PROFESIÓN Y PUESTO DE TRABAJO:

ING.NAVAL-JEFE DE PROYECTO

3.-AÑOS DE EXPERIENCIA:

8 AÑOS

4-LUGAR DE TRABAJO:

ASTILLERO ANDESA - PAITA - PIURA

5.- CONOCE DE ALGÚN INSTRUCTIVO SOBRE LA SOLDADURA DE MÁSTIL Y PLUMA PRINCIPAL?

NO HE VISTO ALGÚN INSTRUCTIVO.

6.- EN QUE ZONA DEL MÁSTIL CONSIDERA QUE HAY UN MAYOR ESFUERZO Y POR QUÉ?

EN LA ZONA BAJA DEL MÁSTIL Y ZONA DEL TINTERO DEBIDO A LAS CARGAS SOPORTADAS POR LAS PLUMAS EN EL TINTERO Y LOS CANCAMOS SUPERIORES.

7.- QUE TIPO DE SOLDADURA HAS VISTO ENTRE LA UNIÓN DE TUBOS Y VENAS EN PLUMAS PRINCIPALES (INTERMITENTE O CORRIDA O AMBAS)?

LAS PLUMAS PRINCIPALES QUE HE VISTO HE ENCONTRADO SOLDADURA CORRIDA EN SU MAYORIA, SIN EMBARGO, EN ALGUNOS TANGONES HE VISTO SOLDADURA INTERMITENTE.

8.- EN BASE A SU EXPERIENCIA DONDE HA VISTO QUE SE HA DEFORMADO UNA PLUMA PRINCIPAL O LLEGADO A FRACTURAR?

USUALMENTE A LA MITAD DE LA PLUMA O A LAS 3/4 DE LAS PLUMAS CERCA A LA ZONA DEL MACACO.

9.-QUE SUGERIRIA PARA DISMINUIR LA FLEXIÓN EN PLUMAS PRINCIPALES NUEVAS?

DESARROLLAR UN INSTRUCTIVO DONDE NOS INDIQUE LA SECUNCIA DEL SOLDEO DE LAS PLUMAS.

CUESTIONARIO PREVIO CON RESPECTO DE SOLDADURA DE LAS PLUMAS Y MÁSTIL

FECHA:05/04/2025

1.-NOMBRE COMPLETO:

TANNER HUGO ESPINOZA HUILLCA

2.-PROFESIÓN Y PUESTO DE TRABAJO:

ING.NAVAL-JEFE DE PROYECTO

3.-AÑOS DE EXPERIENCIA:

8 AÑOS

4-LUGAR DE TRABAJO:

IFLUTECH – SANTIAGO DE SURCO - LIMA

5.- CONOCE DE ALGÚN INSTRUCTIVO SOBRE LA SOLDADURA DE MÁSTIL Y PLUMA PRINCIPAL?

NO HE VISTO ALGÚN INSTRUCTIVO.

6.- EN QUE ZONA DEL MÁSTIL CONSIDERA QUE HAY UN MAYOR ESFUERZO Y POR QUÉ?

EN LA BASE DE LA PLUMA, PORQUE DEBE SOPORTAR EL PESO TOTAL DE LA CARGA Y LA PLUMA, ASÍ COMO LOS MOMENTOS Y FUERZAS CORTANTES, ADICIONAL A LAS ACELERACIONES QUE SE SOPORTAN POR LA DINÁMICA DEL BUQUE.

7.- QUE TIPO DE SOLDADURA HAS VISTO ENTRE LA UNIÓN DE TUBOS Y VENAS EN PLUMAS PRINCIPALES (INTERMITENTE O CORRIDA O AMBAS)?

SOLDADURA FILETE CORRIDA CUANDO ES PASANTE, TIPO UN CÁNCAMO. E INTERMITENTE CUANDO ES UNA VENA LARGA QUE CUBRE MAYOR PORCENTAJE DEL MÁSTIL.

8.- EN BASE A SU EXPERIENCIA DONDE HA VISTO QUE SE HA DEFORMADO UNA PLUMA PRINCIPAL O LLEGADO A FRACTURAR?

GRIETAS EN LAS UNIONES CON LA CUBIERTA. DEFORMACIONES EN LAS VENAS. GRIETAS EN LOS CAMBIOS DE SECCIÓN. DEFORMACIONES EN LOS AGUJEROS DE LOS CÁNCAMOS DE IZAJES.

9.-QUE SUGERIRIA PARA DISMINUIR LA FLEXIÓN EN PLUMAS PRINCIPALES NUEVAS?

DISEÑAR LAS PLUMAS, Y NO SOLO REPLICAR LAS YA EXISTENTES. ES NECESARIO HACER INGENIERÍA. ES NECESARIO TENER UNA FUENTE CONFIABLE DE LAS CARGAS A SOPORTAR, LAS CONDICIONES EN LAS CUALES SE VA A OPERAR, TENER UNA TABLA DE CARGA CON LA CAPACIDAD DE CARGA DE CADA CÁNCAMO DEPENDIENDO DE SU UBICACIÓN. EN LA EJECUCIÓN, CUIDAR EL

PROCESO TÉRMICO DE LA SOLDADURA PARA EVITAR LAS ZONAS ZAC, Y ENFRIAR LENTAMENTE EN EL CASO DE LINEAS CORRIDAS MUY LARGAS PARA EVITAR CRISTALIZACIÓN. TENER ESPECIAL CUIDADO EN LOS CAMBIOS DE SECCIÓN Y REFORZARLOS ADECUADAMENTE, ASÍ COMO LAS PLANCHAS BASE, Y LA CUBIERTA DEBEN SER DEBIDAMENTE REFORZADAS. FINALMENTE, REVISAR LA INFORMACIÓN EN LA ESTABILIDAD PARA VERIFICAR QUE LA CARGA A ESTIBAR NO SUPERE LOS LIMITES ESTABLECIDOS EN EL ACTA DE ESTABILIDAD. REALIZAR LAS PRUEBAS DE CALIDAD CORRESPONDIENTES PARA VALIDAR LO EJECUTADO Y REVISAR PERIODICAMENTE LOS ESPESORES.

ANEXO 8:

Para procedimientos de soldadura ABS se respalda AWS D1.1:

Part	2	Materials and Welding	
Appendix	9	Welding Procedure Qualification Tests of Steels for Hull Construction and Marine Structures (1 July 2014)	
Section	1	General Requirements	2-A9-1

3.7

The approved WPS shall be restricted to the contractor or subcontractor performing the qualification. If the approved WPS's are to be applied at workshops or yards belonging to the contractor or subcontractor, they are to be under the same technical management and working to the same quality assurance procedures and program.

3.9 (2022)

For slot welding, a procedure qualification test is to be carried out in accordance with AWS D1.1 Figure 6.26 or other recognized standards as agreed with ABS. Alternatively, a butt weld qualification may also qualify slot welds.

3.11 (2022)

Stud welding procedure qualification is to be carried out in accordance with AWS D1.1 Chapter 5 or other recognized standards, as agreed with ABS.

3.13 (2022)

This qualification scheme does not cover welding of process piping, structural tubulars or TKY joints. Weld procedures for process piping are to be qualified in accordance with ASME IX or other welding codes or standards agreed with ABS. For qualification of weld procedures intended for structural tubulars or TKY joints, refer to AWS D1.1 or other welding codes as agreed with ABS.

3.15 (2022)

A butt weld procedure qualification is required for welding full penetration T-butt joint.

3.17 (2022)

Butt weld qualification will permit welding of partial penetration welds. Alternatives for weld procedure qualification for partial penetration welds can be specifically agreed with ABS.

5 Welding Procedure Specification – pWPS and WPS

5.1 Preliminary Welding Procedure Specification (pWPS) and Welding Procedure Specification (WPS)

5.1.1 pWPS

The shipyard or manufacturer is to submit a pWPS for review prior to the Weld Procedure Qualification Tests (WPQT). The pWPS can be modified and amended during the WPQT as deemed necessary. The pWPS is to define all the variables (refer to AWS D1.1, ISO 15614 or other recognized standards) that will be included in the WPS. In case the test pieces welded according to the pWPS show unacceptable results the pWPS is to be adjusted by the shipyard or manufacturer. The new pWPS is to be prepared and the test pieces welded in accordance with the new pWPS.

5.1.2 WPS

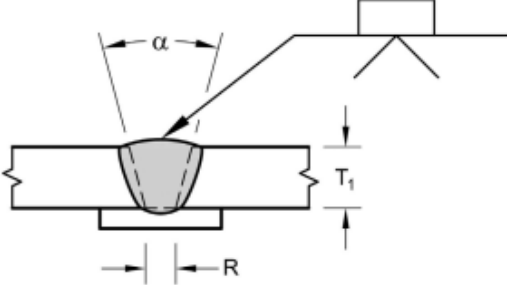
Upon completion of the WPQT and satisfactory review, the pWPS is given approval and becomes the WPS. The WPS is to be used as a basis for production welds. The approval range of the WPS is to be in compliance with 2-A9-1/9.

Note:

The generic term WPS is sometimes applied to a document before and after qualification tests, this can be accepted. The use of pWPS helps identify that the document has not yet been qualified by satisfactory tests.

ANEXO 9:

Detalle de unión con respaldo:

Single-V-groove welded (2) Butt joint (B)				Tolerances				
				As Detailed (see 5.4.1.1)	As Fabricated (see 5.4.1.8)			
				R = +1/16, 0	+1/4, 1/16			
				alpha = +10°, 0°	+10°, 5°			
Welding Process	Joint Designation	Base Metal Thickness (U = unlimited)		Groove Preparation		Allowed Welding Positions	Gas Shielding for FCAW	Notes
		T1	T2	Root Opening	Groove Angle			
SMAW	B-U2a	U		R = 1/4	alpha = 45°	A		e, j
				R = 3/8	alpha = 30°	F, V, OH		e, j
				R = 1/2	alpha = 20°	F, V, OH		e, j
GMAW FCAW	B-U2a-GF	U		R = 3/16	alpha = 30°	F, V, OH	Required	a, j
				R = 3/8	alpha = 30°	F, V, OH	Not req.	a, j
				R = 1/4	alpha = 45°	F, V, OH	Not req.	a, j
SAW	B-L2a-S	2 max.		R = 1/4	alpha = 30°	F		j
SAW	B-U2-S	U		R = 5/8	alpha = 20°	F		j

**Figure 5.1 (Continued)—Prequalified CJP Groove Welded Joint Details (See 5.4.1)
(Dimensions in Inches)**

ANEXO 10

Control de la distorsión y la contracción según AWS D1.1:

7.20 Control de la distorsión y la contracción

7.20.1 Procedimientos y secuencia. Al montar y unir piezas de una estructura o de miembros armados y al soldar piezas de refuerzo a los miembros, el procedimiento y la secuencia deben ser tales que minimicen la distorsión y la contracción.

7.20.2 Secuencia. En cuanto sea posible, todas las soldaduras deben realizarse en una secuencia que equilibre el calor aplicado de la soldadura a medida que esta progresa.

7.20.3 Responsabilidad del Contratista. En miembros o estructuras donde pudiera esperarse una contracción o distorsión excesiva, el Contratista debe preparar una secuencia de soldadura escrita para ese miembro o estructura que cumpla con los requisitos de calidad especificados. El programa de secuencia de soldadura y de control de distorsión se debe entregar al Ingeniero, para su

197

SECCIÓN 7. FABRICACIÓN

AWS D1.1/D1.1M:2020

información y comentarios, antes de comenzar a soldar un miembro o una estructura cuando la contracción o la distorsión pueda afectar la adecuación del miembro o la estructura.

7.20.4 Progresión de soldadura. La dirección del avance general de la soldadura de un miembro debe partir de los puntos donde las piezas tengan una posición relativamente fija entre sí hacia los puntos que tienen una mayor libertad relativa de movimiento.

7.20.5 Restricción minimizada. En los montajes, las juntas que se anticipa tendrán una contracción significativa por lo general deben soldarse antes que las juntas en las que se prevé menor contracción. Además, deben soldarse con la menor restricción posible.

7.20.6 Limitaciones de temperatura. Al realizar soldaduras en condiciones de restricción de contracción externas severas, una vez que la soldadura ha comenzado, no debe permitirse que la junta se enfríe por debajo del precalentamiento mínimo especificado hasta que se haya finalizado la junta o se haya depositado suficiente soldadura para garantizar que esté libre de grietas.

ANEXO 12:

EP TAMBO 1: pluma auxiliar doblada- solo se le realizo injerto parcial

Fecha:26/04/25



ANEXO 13:

IMAGEN DE LA PANTALLA DE ULTRASONIDO EN UNA INSPECCIÓN DE
SOLDADURA

