

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

**Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la
Producción**

Diseño de un pescante principal para barco pesquero con una capacidad
de 80 toneladas de carga

PROYECTO INTEGRADOR

Previo la obtención del Título de:

Ingeniero Mecánico

Presentado por:

Xavier Andrés Trujillo Flores

Adriana Belén Rodríguez Torres

GUAYAQUIL - ECUADOR

Año: 2021

DEDICATORIA

Este trabajo se lo dedico a mi familia por brindarme todo el apoyo necesario para cumplir esta gran etapa en mi vida: a mi madre por demostrarme su valor y fortaleza al culminar sus estudios mientras trabaja, a mi padre por ser el pilar de la familia y cuidar de todas mis necesidades durante toda la carrera y a mi hermana por alegrar días y afrontar esos viajes a Guayaquil los fines de semana. Así mismo, a mi abuelita Julia, mi tía Pilar y a mi abuelita Gloria por su gran interés en mis estudios y brindarme su cariño incondicional preocupándose que nunca me falte nada. Finalmente, a mi enamorada Arianna Villarruel por estar junto a mí día a día desde el inicio durante esta increíble etapa universitaria.

Xavier Trujillo

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a Dios, porque sin Él nada de esto hubiera sido posible. A mi familia por ser mi refugio y principal motivación durante estos años. A mis padres Walter y Priscila por ser quienes han inculcado en mi con su infinito amor el deseo de siempre creer que todo es posible, que se debe luchar por las cosas que valen la pena y que sin importar lo difícil de cualquier situación, siempre puedo volver a ellos. A mis hermanas Leo, Taty y Joss por siempre estar para mí y recordarme que no estoy sola, por cuidarme, consentirme y hacerme sentir la hermana menor más afortunada. A mi hermano Darwin por enseñarme que siempre se puede salir adelante mientras no te rindas. A mi mascota Lulú por ser mi apoyo emocional durante tantas noches, al igual que Kody, Foster y Lucas.

Adriana Rodríguez

AGRADECIMIENTOS

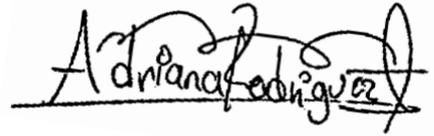
Agradecemos a Dios por guiar cada una de las acciones tomadas a lo largo de nuestra carrera, a nuestra familia por ser nuestro principal apoyo e inspiración. A nuestros amigos, con los cuales hemos enfrentado los desafíos presentados en la universidad y finalmente a los docentes de la facultad que fueron los responsables de la formación profesional que obtuvimos durante estos últimos años.

DECLARACIÓN EXPRESA

“Los derechos de titularidad y explotación, nos corresponde conforme al reglamento de propiedad intelectual de la institución; Xavier Andrés Trujillo Flores y Adriana Belén Rodríguez Torres damos nuestro consentimiento para que la ESPOL realice la comunicación pública de la obra por cualquier medio con el fin de promover la consulta, difusión y uso público de la producción intelectual”



Xavier Andrés
Trujillo Flores



Adriana Belén
Rodríguez Torres

EVALUADORES

PhD. Francis Loayza Paredes

PROFESOR DE LA MATERIA

MSc. Fausto Maldonado Galarza

PROFESOR TUTOR

RESUMEN

El presente proyecto detalla el diseño integral de un sistema por pescante principal para recolección de morenillo, con capacidad de 80 ton de carga, otorgando de mayor seguridad y efectividad a la maniobra de pesca. Se emplearon criterios surgidos a partir de las necesidades del cliente, para estimar alternativas y definir la más apropiada en base a la metodología de comparación por jerarquía analítica (AHP), permitiendo así obtener el diseño mediante el análisis por resistencia estática con el uso de elementos finitos en software CAD Inventor Nastran, corrigiendo detalles de espesor, dimensión y posicionamiento. Para definir las pinturas y soldaduras adecuadas, se emplearon normas ISO 8503-1 Y AWS D1.1 respectivamente. El diseño final consistió en una estructura tipo T, compuesta por una base, su refuerzo, un brazo principal y un espejo; además de nervios horizontales y 4 planchas internas en la estructura del brazo. El material de fabricación corresponde al acero A36, exceptuando los ejes dispuestos en la base, para los cuales se emplea acero AISI 4340 templado y revenido. El esfuerzo de Von Mises máximo obtenido fue 249.56 MPa, con un factor de seguridad igual a 1.8 en base a la resistencia elástica, lo que permite constatar la veracidad del diseño propuesto. El costo de manufactura se calculó en \$13020, valor que representa un alto beneficio de inversión para la empresa cliente; de igual manera, se concluye que es necesario el cambio geométrico en la base del winche debido a las condiciones de funcionamiento de la estructura diseñada.

Palabras Clave: Pescante, esfuerzo, elementos finitos, deformación plástica.

ABSTRACT

This project details the comprehensive design of a main davit system for collecting morenillo, with a capacity of 80 tons of cargo, providing greater safety and efficiency to the fishing maneuver. Criteria arising from the needs of the client were used to estimate alternatives and define the most appropriate based on the Analytical Hierarchy Comparison (AHP) methodology, thus obtaining the design through static resistance analysis with the use of finite elements in Inventor Nastran CAD software, correcting details of thickness, dimension and positioning. To define the appropriate paints and welds, ISO 8503-1 and AWS D1.1 standards were used, respectively. The final design consists of a T-type structure, composed of a base, its reinforcement, a main arm and a mirror; in addition, horizontal ribs and 4 internal plates in the structure of the arm. The manufacturing material corresponds to A36 steel, except for the selected shafts in the base, for which AISI 4340 quenched and tempered steel is used. The maximum Von Mises stress obtained is equivalent to 249.56 MPa, with a safety factor equal to 1.8 based on the elastic resistance, which allows verifying the veracity of the proposed design. The calculated manufacturing cost corresponds to \$13,020, a value that represents a high investment benefit for the client company; Similarly, it is concluded that the geometric change in the base of the winch is necessary due to the operating conditions of the designed structure.

Keywords: *Davit, stress, finite elements, plastic deformation.*

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN.....	I
<i>ABSTRACT</i>	II
ÍNDICE GENERAL	III
ABREVIATURAS.....	V
SIMBOLOGÍA.....	VI
ÍNDICE DE FIGURAS	VII
ÍNDICE DE TABLAS.....	IX
ÍNDICE DE PLANOS.....	X
CAPÍTULO 1.....	1
1. Introducción	1
1.1 Definición del Problema.....	1
1.2 Justificación del Proyecto	2
1.3 Objetivos	2
1.3.1 Objetivo General	2
1.3.2 Objetivos Específicos.....	2
1.4 Marco Teórico	2
1.4.1 Tipos de Pesquerías:	3
1.4.2 Tipos de Embarcaciones Pesqueras	3
1.4.3 Tipos de Pescantes	7
1.4.4 Partes del Pescante Principal	8
1.4.5 Recubrimiento de Protección.....	9
CAPÍTULO 2.....	14
2. Metodología	14
2.1 Proceso de Diseño	14
2.1.1 Necesidades del Cliente	15

2.2	Alternativas de Diseño.....	15
2.3	Matriz de Decisión.....	19
2.3.1	Criterios de Diseño	19
2.4	Diseño Detallado	23
2.4.1	Altura del Pescante.....	23
2.4.2	Material del Pescante	23
2.4.3	Diagrama de Cuerpo Libre.....	24
2.4.4	Diseño del Eje del Pescante	25
2.4.5	Ensamble del Pescante	27
2.4.6	Parámetros para el Análisis por Elementos Finitos.....	27
CAPÍTULO 3.....		30
3.	Resultados.....	30
3.1	Cálculo de Reacciones del Pescante Principal Final.....	30
3.2	Simulación de Esfuerzos del Pescante Principal Final.....	31
3.3	Simulación de Esfuerzos de la Base	33
3.4	Ejes del Pescante.....	36
3.5	Simulación de Esfuerzos del Refuerzo de la Base.....	39
3.6	Base de Carro Guía.....	42
3.7	Soldadura y Sistema de Pinturas	44
3.8	Análisis de Costos	45
3.9	Análisis de Resultados	49
CAPÍTULO 4.....		51
4.	CONCLUSIONES y recomendaciones.....	51
4.1	Conclusiones.....	52
4.2	Recomendaciones.....	53

BIBLIOGRAFÍA

APÉNDICES

ABREVIATURAS

ESPOL	Escuela Superior Politécnica del Litoral
ASTM	American Society for Testing and Materials
MPY	Milésimas de pulgadas por año
NACE	National Association of Corrosion Engineer
AWS	American Welding Society
ISO	International Organization for Standarization
SSPC	Steel Structure Painting Council
AHP	Analytic Hierarchy Process
dft	Espesor de Capa Seca
wft	Espesor de Capa Húmeda
SV%	Porcentaje de Sólido por Volumen
R _T	Rendimiento Teórico
C _T	Consumo Teórico
w	Ancho de pierna en soldadura
T	Espesor de material base
t	Tamaño de Garganta
CI	Índice de Consistencia
RI	Índice Aleatorio
TIR	Tasa Interna de Retorno
VAN	Valor Actual Neto
BAUE	Beneficio Anual Uniforme Equivalente
B/C	Relación Beneficio Costo
T _{mar}	Tasa Mínima Aceptable de Rendimiento
CAD	Computer-Aided Design
3D	3 dimensiones
Ton	Toneladas
AISI	American Iron and Steel Institute
F.S	Factor de Seguridad

SIMBOLOGÍA

μm	Micrómetros
\$	Dólares Estadounidenses
%	Porcentaje
°F	Grados Fahrenheit
η	Factor de Seguridad
\emptyset	Diámetro
σ'	Esfuerzo de Flexión de Von Mises
σ_{Perm}	Esfuerzo Permisible
θ	Ángulo
”	Pulgadas
m	Metros
lt	Litros
k	Kilo
N	Newtons
MPa	Mega Pascales
τ	Esfuerzo Cortante
V	Fuerza Cortante
Q	Primer Momento de Área
b	Ancho Paralelo al Eje de Flexión
c	Distancia desde el Eje Neutro a la Fibra Exterior
I	Inercia
\therefore	Por lo tanto.

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Estructura General de una Embarcación.....	4
Figura 1.2 Partes de una Red de Cerco con Jareta.	5
Figura 1.3 Pescante Móvil empleado en una Embarcación Pesquera.	7
Figura 1.4 a) Método de Engoznado. b) Instalación en Base Giratoria	8
Figura 1.5 Elementos del Sistema de Pescante Principal.	9
Figura 2.1 Proceso de Diseño de Ingeniería.	14
Figura 2.2 Diagrama de Necesidades del Cliente.	15
Figura 2.3 Modelo de Poleas Vacilantes para Pesca de Cerco.....	16
Figura 2.4 Diseño por Estructura tipo "T" Tradicional para Pesca de Cerco.	17
Figura 2.5 Diseño por un solo Brazo que Actúa como Grúa para Pesca de Cerco. ...	18
Figura 2.6 Detalle de la Medición de Altura del Pescante.	23
Figura 2.7 Diagrama de Cuerpo Libre del Pescante Principal.....	24
Figura 2.9 Dimensionamiento Inicial del Pescante.....	25
Figura 2.10 Puntos Críticos a Analizar en el Pescante.....	28
Figura 2.11 a) Despiece de elementos b) Ensamble de elementos del Pescante.....	29
Figura 3.1 Restricciones y Cargas del Pescante Final.	31
Figura 3.2 Esfuerzos de Von Mises del Pescante.	32
Figura 3.3 Desplazamiento del Pescante.	32
Figura 3.4 Factor de Seguridad del Pescante.	33
Figura 3.5 Restricciones y Cargas de la Base.....	34
Figura 3.6 Esfuerzos de Von Mises de la Base.....	35
Figura 3.7 Desplazamiento de la Base.....	35
Figura 3.8 Factor de Seguridad de la Base.....	36
Figura 3.9 DCL del Eje del Pescante.....	36
Figura 3.10 a) Diagrama de Esfuerzo Cortante Plano XY. b) Momento Flector del Eje Plano XY.....	37
Figura 3.11 a) Diagrama de Esfuerzo Cortante Plano XZ. b) Momento Flector del Eje Plano XZ.....	38
Figura 3.12 Restricciones y Cargas del Refuerzo de la Base.....	40
Figura 3.13 Esfuerzos de Von Mises del Refuerzo de la Base.....	41
Figura 3.14 Desplazamiento del Refuerzo de la Base.....	41
Figura 3.15 Factor de Seguridad del Refuerzo de la Base.....	42

Figura 3.16 a) Base de Carro Guía antes de modificación. b) Base de Carro Guía después de modificación.	43
Figura 3.17 Tabla de Amortización.	48

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1 Nivel de Corrosión según Norma 8503-1.....	10
Tabla 2.1 Resumen de Ventajas y Desventajas de Alternativa #1.	16
Tabla 2.2 Características Generales de Alternativas de Guardado.....	17
Tabla 2.3 Resumen de Ventajas y Desventajas de Alternativa #3.	19
Tabla 2.4 Escala de Aplicabilidad del Método AHP.....	20
Tabla 2.5 Matriz Comparativa de Criterios.	20
Tabla 2.6 Matriz Normalizada para Ponderaciones.....	21
Tabla 2.7 Matriz Decisión.	22
Tabla 2.8 Matriz Decisión para el Método de Guardado.	22
Tabla 3.1 Condiciones Iniciales del Modelo.....	30
Tabla 3.2 Valores Resultantes de Fuerza y Momento.....	30
Tabla 3.3 Reacciones Finales.	31
Tabla 3.4 Parámetros del Diseño Analizado.....	31
Tabla 3.5 Esfuerzos del Pescante.....	32
Tabla 3.6 Desplazamiento del Pescante.	33
Tabla 3.7 Factor de Seguridad del Pescante.....	33
Tabla 3.8 Parámetros del Diseño Analizado.....	34
Tabla 3.9 Esfuerzos para la Base.....	35
Tabla 3.10 Desplazamiento de la Base.	36
Tabla 3.11 Factor de Seguridad del Pescante.....	36
Tabla 3.12 Parámetros del Diseño Analizado para la Base.....	40
Tabla 3.13 Refuerzo de la Base.	41
Tabla 3.14 Desplazamiento del Pescante.	41
Tabla 3.15 Factor de Seguridad del Refuerzo de la Base.	42
Tabla 3.16 Valores Recomendados para el Ancho de Soldadura tipo Filete.....	44
Tabla 3.17 Valores correspondientes al Sistema de Pinturas.	44
Tabla 3.18 Costos de Materia Prima.	45
Tabla 3.19 Costos de Fabricación y Mano de Obra.	46
Tabla 3.20 Gastos de la Empresa Cliente.	46
Tabla 3.21 Parámetros para el Análisis de Viabilidad Económica del Proyecto.	47
Tabla 3.22 Fujo de Caja.	48
Tabla 3.23 Indicadores de Viabilidad.....	48

ÍNDICE DE PLANOS

- PLANO 1 Vista en Explosión del Sistema por Pescante Principal
- PLANO 2 Estructura Pescante Principal: Brazo y espejo
- PLANO 3 Base de Pescante Principal
- PLANO 4 Eje de Sujeción para Base de Pescante Principal
- PLANO 5 Refuerzo de Cubierta para Base de Pescante Principal

CAPÍTULO 1

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Definición del Problema

Las embarcaciones pesqueras se clasifican en base al equipo de captura que posee, además, existen sistemas de pesca variados, que difieren según sea la estructura mecánica empleada para la recolección. Actualmente, una empresa pesquera posee cuatro barcos, de los cuales tres son para recolección de morenillo y utilizan un sistema de pesca por pescante principal, mientras que la embarcación restante no cuenta con el diseño adecuado para realizar ese tipo de pesca, debido a que, es un barco atunero cuyo sistema de pesca se basa en la recolección por pescante móvil. Por lo tanto, se requiere modificar dicho sistema de pesca actual, para lo cual se realizará el diseño de un sistema de pescante principal que permita la recolección del morenillo de manera idónea, con una capacidad de carga correspondiente a 80 toneladas.

El presente proyecto generará un impacto en el ámbito de **seguridad** para sus operarios, ya que este sistema permite salvaguardar la integridad física de los pescadores al reducir el esfuerzo al que se someten los cables, lo cual también enfatiza en los aspectos de **salud**, al dotar el espacio con una mayor ergonomía, además otorga **bienestar** en sus operarios al optimizar el tiempo de pesca reduciéndolo a la mitad puesto que, la maniobra de cierre se puede realizar con mayor facilidad y comodidad. Adicionalmente, en el aspecto **económico** se produce una reducción de costos en la operación y mantenimiento del pescante, fomentando el desarrollo **global** en la oferta y demanda del sector pesquero debido al incremento de especies capturadas. En el ámbito **social, ambiental y cultural** el proyecto no repercute de forma directa ya que está dirigido a un mercado objetivo correspondiente a la pesca industrial y las mejoras aplicables en sistemas de maniobra, es decir equipos, estructuras o mecanismos específicamente.

1.2 Justificación del Proyecto

El sistema actual manejado mediante pescante móvil que se emplea en el barco atunero para la recolección de morenillo es riesgoso y demorado, ya que se emplea en la actividad pesquera alrededor de dos horas de proceso, mientras que, con el sistema adecuado, es decir por pescante principal, se obtiene una maniobra de pesca más segura y menos demorada, provocando una reducción en el tiempo empleado de aproximadamente el 50%.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Diseñar un sistema pescante principal para un barco pesquero con capacidad de 80 toneladas mediante el análisis por resistencia estática de cargas y esfuerzos producidos, así como también el uso de criterios de selección de materiales.

1.3.2 Objetivos Específicos

1. Diseñar y seleccionar las diferentes partes del pescante y modificar la guía del winche del barco pesquero.
2. Desarrollar un modelo 3D del sistema diseñado.
3. Validar el modelo propuesto mediante el uso de métodos computacionales.
4. Determinar los costos de fabricación.

1.4 Marco Teórico

La actividad pesquera en el sector industrial representa un gran impacto en el desarrollo económico del país, ya que posee una amplia variedad de recursos marítimos que lo posicionan como uno de los exportadores más importantes de especies marinas en la región latinoamericana; proveyendo mayor solidez en el ámbito laboral, debido al crecimiento de plazas de trabajo afines a esta actividad y también, en el ámbito alimenticio; al ser un país que consume una amplia variedad de animales marinos, sobre todo de las especies pelágicas. Dentro de las capturas de la flota pesquera ecuatoriana, los pelágicos representan el 20% de un total de 663 mil toneladas métricas obtenidas en el 2014 (ESPOL, 2016).

1.4.1 Tipos de Pesquerías:

- **Pesquería de Subsistencia:**
Corresponde a la pesca con embarcaciones pequeñas con la finalidad de proveer alimentos a la familia.
- **Pesquería Artesanal:**
Se realiza en embarcaciones pequeñas, para la cala se utilizan sistemas de pesca manuales o con la implementación de diferentes tipos de pescante, con la finalidad de abastecer de pesca para alimentación o fabricación de harinas.
- **Pesquería Industrial:**
Para este tipo de pesquerías son utilizadas con embarcaciones grandes o medianas, las cuales poseen sistemas mecánicos automatizados para la cala y sistemas de refrigeración para la conservación de pelágicos a bordo. Las embarcaciones están dotadas de medios mecánicos idóneos para el transporte pelágicos en grandes cantidades en tiempos relativamente prolongados.
- **Pesquería Semi-Industrial:**
A diferencia de la pesquería industrial, este tipo corresponde a embarcaciones pequeñas o medianas, las cuales poseen sistemas mecánicos los cuales requieren de operadores; la mayoría de estas embarcaciones poseen sistemas de refrigeración por amoníaco para la conservación de pelágicos.
(FAO, 1984)

1.4.2 Tipos de Embarcaciones Pesqueras

Las embarcaciones pesqueras comprenden todo elemento estructural móvil y flotante que permita la recolección de especies marinas; que, a su vez sigue la siguiente estructura:

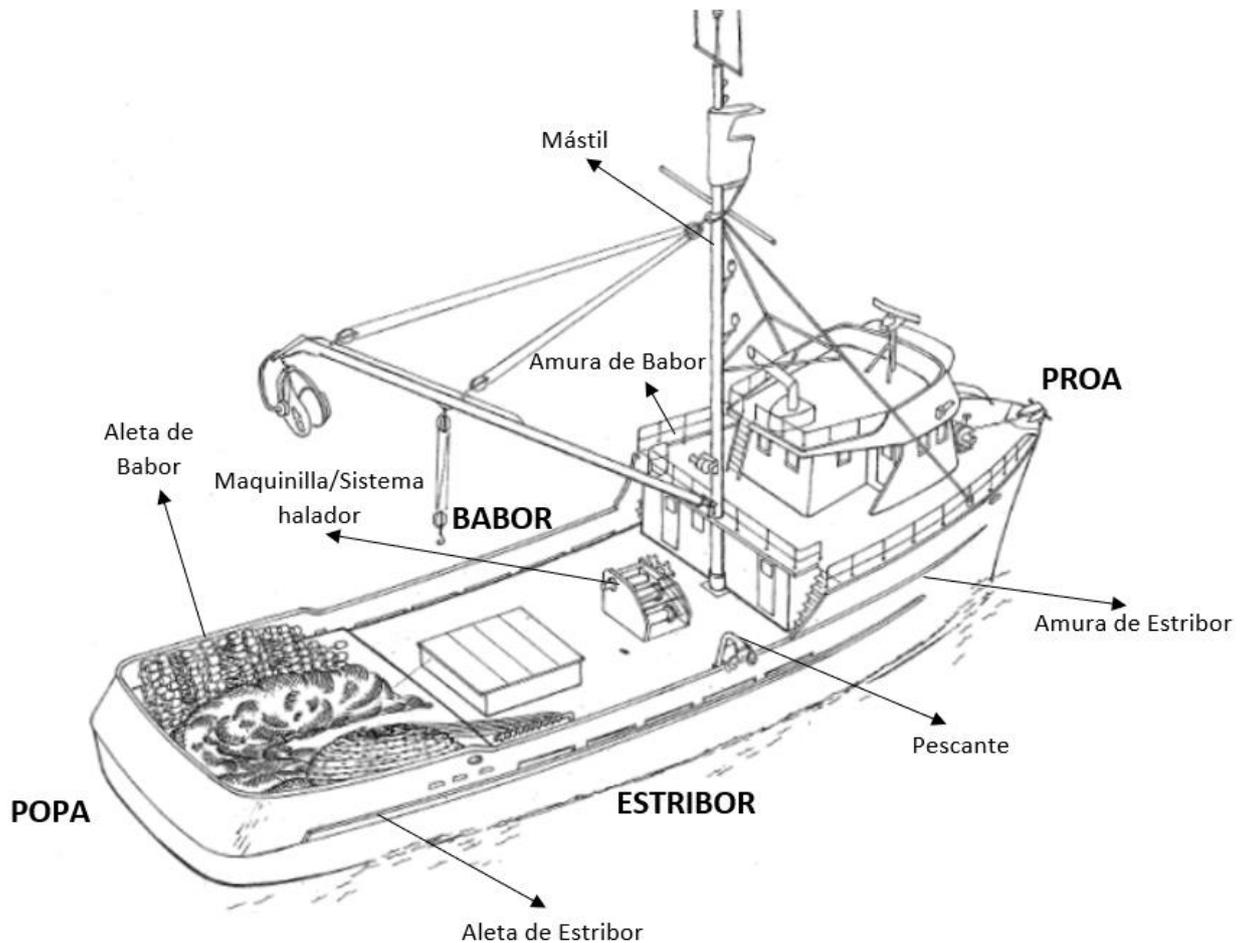


Figura 1.1 Estructura General de una Embarcación. [FAO, 1986]

Se clasifican de la siguiente manera:

- **Arrastreros:** Poseen redes de arrastre y motores acoplados a winches que permiten remolcar la red a la velocidad de arrastre adecuada. Así mismo, poseen un sistema de poleas automatizado para subir la red a bordo e izar el copo sobre la cubierta. (Castro, 2019)
- **Rastreros:** Al igual que los arrastreros poseen redes de arrastre y motores acoplados a winches que permiten remolcar la red, también poseen una rastra para recoger moluscos del fondo, utilizando una bomba para el funcionamiento de la rastra.(FAO, 1984)
- **Embarcaciones para la pesca con redes de izado:** Se encuentran equipadas para utilizar redes de longitudes relativamente largas, las cuales son subidas y bajadas mediante una pluma principal, que se encuentran automatizadas

mediante el uso de maquinillas. Adicionalmente, utilizan luces submarinas con la finalidad de llamar la atención de los pelágicos.

- Embarcaciones para la pesca con líneas: Utilizan líneas y anzuelos, con o sin carnada, el tamaño de estas depende del tipo de especie que se desee capturar. Se destacan por poseer recipientes o tanques para almacenar el cebo y a su vez disponen de una superficie para encarnar los anzuelos.
- Embarcaciones con bombas de absorción: Estas embarcaciones están dotadas de bombas sumergibles. Los peces son atraídos por la luz de una lámpara u ubicada sobre en la succión de la bomba, una vez que los peces son succionados al barco, pasan por un desaguador para la separación de la pesca y el agua.
- Embarcaciones polivalentes: Son embarcaciones que pueden ser utilizadas para más de un tipo de pesca sin la necesidad de realizar modificaciones importantes en la embarcación.

Pueden utilizar redes de cerco para pelágicos y líneas de mano para diferentes especies el resto del año: no se requieren modificaciones y la embarcación permanece igual.

- Cerqueros: Estas embarcaciones utilizan como equipo de pesca redes de cerco sin jareta o con jareta, para capturar fundamentalmente especies pelágicas; la red si es de jareta se compone principalmente por cuatro cabos que permiten la maniobra de cierre y a su vez otorgan el nombre a este tipo de pesca de cerco, el detalle de su estructura se lo detalla a continuación:

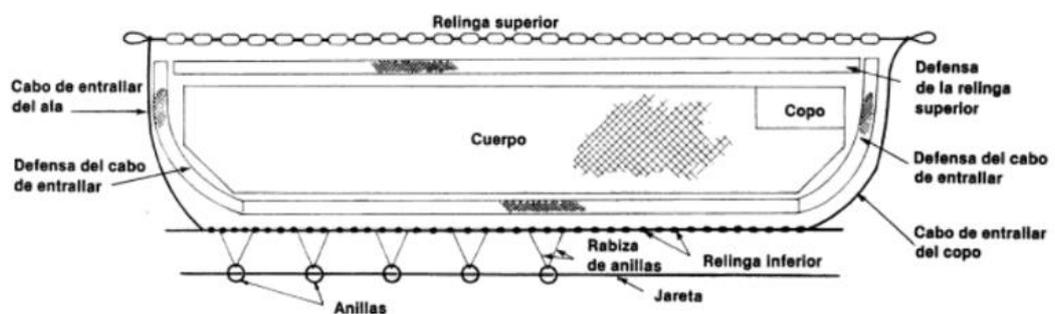


Figura 1.2 Partes de una Red de Cerco con Jareta. [Mutton,1983]

Normalmente estas embarcaciones poseen un motor acoplado a un winche para llevar la red a bordo, al igual que un sistema de maquinillas para el izado de la red.

Para embarcaciones pequeñas como canoas o barcas, las redes de cerco pequeñas son utilizadas de manera manual. Para poder extraer los peces capturados en el cerco, se puede utilizar un salabardo fijado a un puntal de carga, aunque generalmente se utiliza una bomba desde la bodega de frío hasta el centro de la red.

- Cerqueros atuneros: Estas embarcaciones están equipadas para utilizar redes relativamente grandes para la captura de atún. Así mismo, poseen una panga que se encuentra ubicada de forma diagonal a popa de la embarcación, como todos los cerqueros poseen un motor acoplado a un winche para llevar la red a bordo, al igual que un sistema de maquinillas para el izado de la red.
- Cerqueros con jareta de tipo europeo: La diferencia de este tipo de cerquero es la ubicación del puente a popa de la embarcación. Por tal motivo, la red se ubica en la cubierta superior y la polea motriz está instalada a un lado del puente. El winche está situada a proa, con los tambores orientados hacia el pescante.
- Cerqueros con jareta de tipo norteamericano: Este tipo de poseen el puente a proa, mientras que la red se transporta en la popa. La maquinilla posee tambores paralelos los cuales se encuentran frente al pescante.

Una pieza fundamental en las embarcaciones cerqueras con jareta de tipo norteamericano es precisamente el pescante, ya que es el elemento que permite guiar la jareta de la red en la pesca de cerco y facilitar la maniobra de cierre, siendo ampliamente utilizada en embarcaciones pesqueras de atún y especies pelágicas.

1.4.3 Tipos de Pescantes

Existen 2 tipos de pescantes que se utilizan en las embarcaciones cerqueras:

- **Pescante Móvil (Conjunto de Pastecas Colgantes):**
Es un sistema que permite guiar la jareta a través del helador de pesca. Es un mecanismo rústico que se usa tradicionalmente en la actividad pesquera industrial, sea esta de arrastre o de cerco. Permite colocar el cabo a través de la rueda de guía o roldana variadas veces, omitiendo el requerimiento de atravesar por el chicote (extremo del cabo), sin embargo, este tipo de sistema ralentiza la maniobra de cierre y consecuentemente de la pesca, así como también provoca un mayor desgaste del cable. (LLC, The Crosby Gorup, 2013)



Figura 1.3 Pescante Móvil empleado en una Embarcación Pesquera.

- **Pescante Principal (pescante fijo):**
Este elemento se define como una estructura metálica que sigue la forma aproximada de una "T" y permite realizar la acción de despliegue y recogida de la red de pesca (Figura 1.2). La longitud de la pieza depende de la amurada y de la dimensión del barco. Cabe destacar que, al momento de ingresar al puerto, el pescante y sus correspondientes pastecas/motones deben posicionarse con dirección al interior del barco para guardarse, para

ello se suele emplear dos métodos: fijar la base del tubo en un gozne e instalar el pescante sobre una base giratoria, como se muestra en la Figura 1.4.

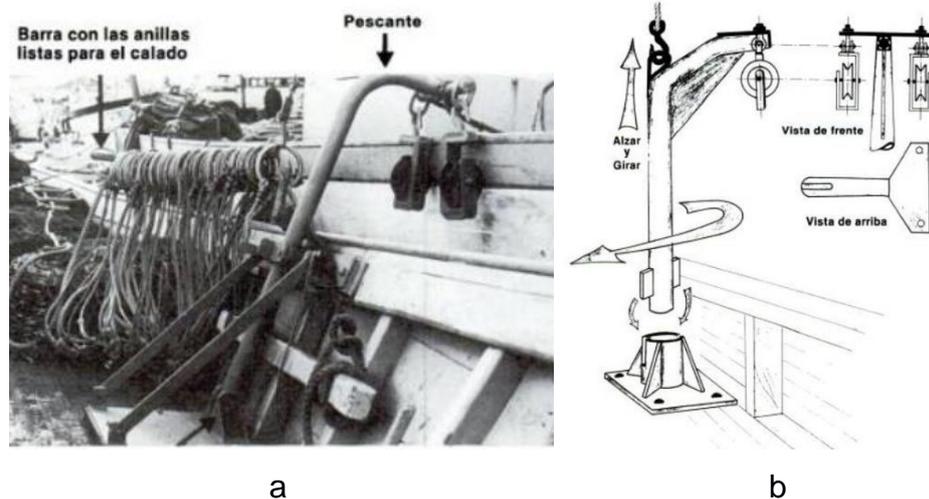


Figura 1.4 a) Método de Engoznado. b) Instalación en Base Giratoria. [LLC, 2013]

1.4.4 Partes del Pescante Principal

Externamente, la pieza se compone de elementos sencillos que permiten la funcionalidad óptima del mecanismo, entre ellos se destacan las pastecas/motones, que son los elementos de guía que se ubican en los extremos de la placa horizontal dispuesta en la parte superior del pescante, tal como se indica en la figura 1.5; además, de la guía del winche que es la que conecta el mecanismo al sistema jalador que conforma la maquinilla de tambores (pueden ser 2 o 3), el cual se sitúa delante del pescante. Estructuralmente, la pieza se conforma por elementos soldados brazo y espejo; así como también, la base de borda y traba; para en conjunto unificar la contextura de la pieza diseñada para la maniobra de cierre en la pesca de cerco. Finalmente, posee un método giratorio para su guardado.

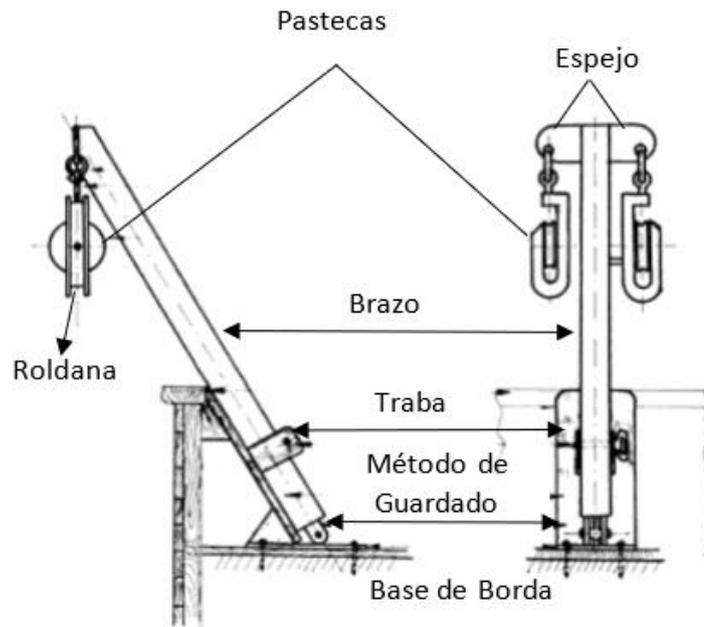


Figura 1.5 Elementos del Sistema de Pescante Principal. [LLC, 2013]

- Pastecas: Ensamblaje de una o más póleas que, generalmente incluyen un elemento de agarre, pudiendo ser un gancho o grillete, utilizado para el levantamiento o descenso de cargas. (LLC, 2013)
- Brazo: Estructura principal del pescante
- Espejo: Pieza que permite adecuar las pastecas para soportar las tensiones del cable de red.
- Traba: Elemento de sujeción, normalmente soldado junto con la base del pescante
- Método de Guardado: Tipo de descanso que se le brinda al pescante cuando este no se encuentra en uso o dentro del puerto, puede ser engoznado o en un disco giratorio.
- Base de Borda: Base del pescante que está unido a la borda y representa el elemento de acople para el brazo del pescante.

1.4.5 Recubrimiento de Protección

La preparación de superficies tiene como objetivo proteger elementos metálicos que puedan vulnerarse debido a la exposición de agentes externos; el

revestimiento aplicado en la estructura del pescante es de vital importancia para contrarrestar los efectos de desgaste generados por la corrosión que supone el lugar en el cual se desarrolla la actividad pesquera, es decir la zona costera, la misma que se define a partir de la norma ISO 12944-2, como el ambiente C5-M.

Nivel de Corrosión

Debido a que la estructura corresponde a un diseño nuevo, los elementos utilizados para la construcción del pescante poseen un nivel de corrosión nula, correspondiente al grado A.

Tabla 1.1 Nivel de Corrosión según Norma 8503-1.

Condición	Según ISO 8501-1-3	Según SSPC-VIS 1 ó Equivalente
Grado A	Superficie de acero recubierta en gran medida por escamas de laminación adherida, pero con poco o nada de óxido.	Superficie de acero recubierta completamente con escama de laminación, con corrosión no visible.
Grado B	Superficie de acero con óxido incipiente, en la que han empezado a exfoliarse las escamas de laminación.	Superficie de acero cubierta con escamas de laminación con óxido.
Grado C	Superficie de acero cuyas escamas de laminación han desaparecido por la acción del óxido, o que puede eliminarse raspando, pero con algunas picaduras visibles a simple vista.	Superficie de acero cubierta con óxido y picaduras no visibles a simple vista.
Grado D	Superficie de acero cuyas escamas de laminación han desaparecido por la acción del óxido y en la que se ven a simple vista numerosas picaduras.	Superficie de acero cubierta con óxido y picaduras visibles.

Lo cual señala que la superficie debe ser preparada mediante el uso de limpieza con solventes, tal como señala en la Norma 8503-1.

Sistema de Pinturas

El sistema empleado en la estructura repercute en el grado de protección que proveerá, tomando en cuenta parámetros como el número de capas, espesor de capa húmeda y rendimiento teórico, cabe recalcar que el espesor de capa seca viene dado por la información del fabricante del cual haya sido seleccionado como sistema de pintura a aplicar.

Espesor de capa húmeda:

$$wft = \frac{dft}{SV\%} \times 100 \quad (1.1)$$

Dónde:

dft: Espesor de capa seca [μm]

wft: Espesor de capa húmeda [μm]

SV%: Sólido por volumen [μm]

Rendimiento teórico:

$$R_T = \frac{10 \cdot SV\%}{dft} \quad (1.2)$$

Dónde:

dft: Espesor de capa seca [μm]

SV%: Sólido por volumen [μm]

CAPÍTULO 2

2. METODOLOGÍA

Este capítulo establece la metodología empleada para el diseño del pescante principal que requiere la empresa cliente, se analizó cada una de las alternativas presentes y se tomó en cuenta los requerimientos establecidos por el usuario para determinar la alternativa óptima. Posteriormente, se describió el proceso de diseño detallado del pescante y los elementos que lo conforman; en el que se establecen los principios técnicos, selección de materiales y recursos para su fabricación.

2.1 Proceso de Diseño

El proceso inicia con la declaración del cliente, en el que se estableció que la empresa requiere el diseño de un pescante principal para un barco de 80 toneladas de capacidad. En la Figura 2.1, se detalla cual es el proceso de diseño de ingeniería que se llevó a cabo.

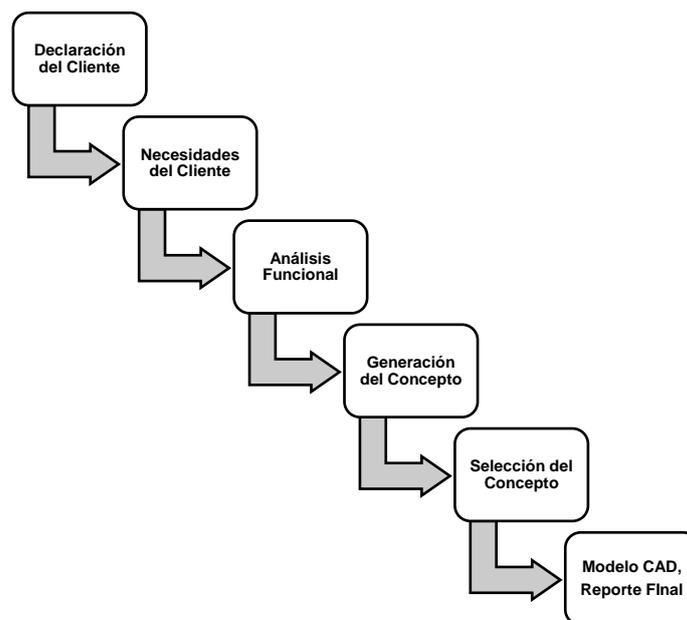


Figura 2.1 Proceso de Diseño de Ingeniería.

2.1.1 Necesidades del Cliente

En base a la definición del problema y la justificación del proyecto se conoce de manera detallada la razón del diseño a realizar, sin embargo, es necesario conocer las prioridades de diseño del cliente, en la que se analizó con él cada uno de los objetivos de diseño planteados en la Figura 2.2.

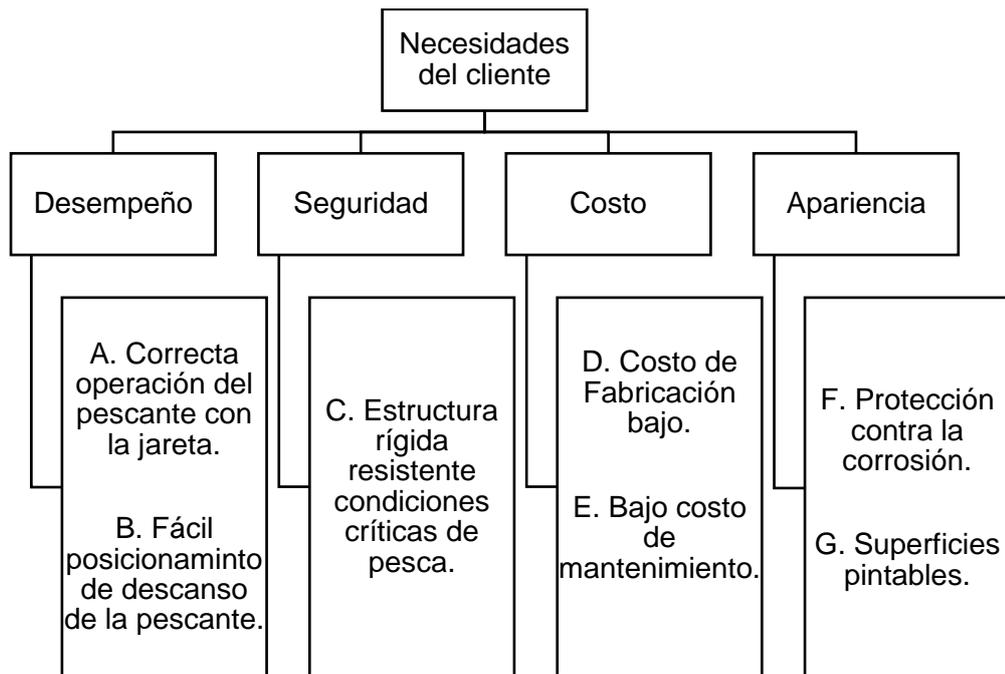


Figura 2.2 Diagrama de Necesidades del Cliente.

Para proceder el análisis de las necesidades del cliente, es importante determinar los pesos de cada una de estas necesidades, para aquello se hizo uso del cuadro de comparaciones por pares.

2.2 Alternativas de Diseño

Alternativa #1

El diseño del pescante se basa en una estructura dispuesta a modo de U invertida, que reubica los componentes en donde van sujetados las pastecas, ya que se suprime el uso de un espejo en la parte superior de la estructura del brazo principal, posee en su lugar, dos poleas vacilantes que conectan con la jareta de proa y popa; tiene un total de 4 poleas en su sistema y no necesita de una traba para el momento de su instalación, además de que se puede prescindir de

establecer un método de guardado ya que las poleas se extienden únicamente cuando se hace uso del pescante. Sin embargo, este tipo de sistema acarrea mayores costos de fabricación debido al incremento de elementos y además una mayor complejidad en la operación por parte del pescador.



Figura 2.3 Modelo de Poleas Vacilantes para Pesca de Cerco.

Tabla 2.1 Resumen de Ventajas y Desventajas de Alternativa #1.

Ventajas	Desventajas
<ul style="list-style-type: none"> • Otorga una mayor seguridad para los operadores sin importar su experiencia. • Estructura compacta. • Ausencia del espejo. • Uso de poleas abatibles interiores que permiten un mejor enrollado. 	<ul style="list-style-type: none"> • Estructura más pesada. • Aumento en el peso del pescante debido a la cantidad de elementos. • Mayor complejidad de operación respecto a la alternativa #2 y #3. • Difícil desmontaje en caso de requerir cambiar una pieza.

Alternativa #2

El diseño sigue la forma tradicional tipo “T”, dividido en dos partes que se unen mediante elementos de sujeción, siendo estos en un inicio la base que es soldada

a la borda y el brazo principal que se suelda con el espejo, el cual contiene las terminaciones en sus extremos para acomodar las poleas. Su ventaja recae en la facilidad de manejo durante la actividad pesquera, reduce peso de embarcación al contar con menos elementos en su estructura y minimiza los costos de fabricación debido al mismo factor. Además, se puede adaptar a cualquier sistema jalador, requiriendo únicamente de ligeras modificaciones en la guía del winche a la que el pescante esté conectado. Su desventaja recae sobre el riesgo que supone al momento de ubicarse debajo de los extremos del espejo o "T" para retirar los cabos de la red, sin embargo, siguiendo los reglamentos de seguridad para embarcaciones pesqueras, este riesgo se reduce.

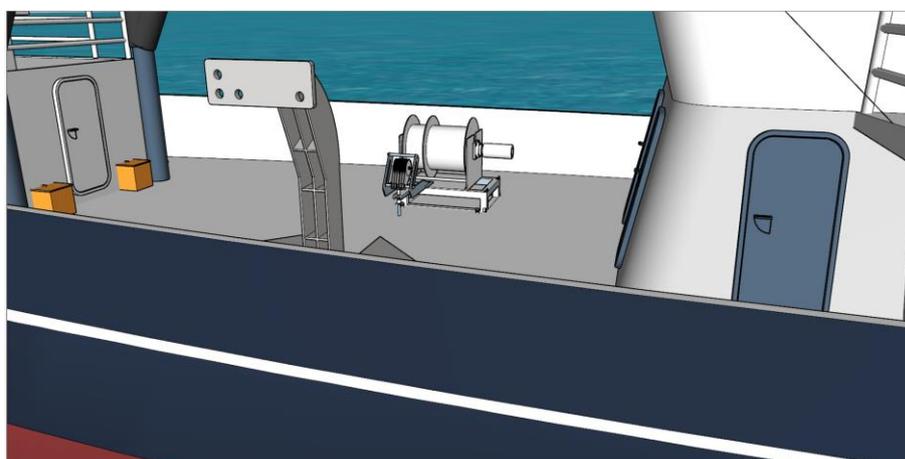


Figura 2.4 Diseño por Estructura tipo "T" Tradicional para Pesca de Cerco.

Este diseño cuenta a su vez con dos alternativas para realizar el método de guardado, siendo algunas de sus características las indicadas en la siguiente tabla.

Tabla 2.2 Características Generales de Alternativas de Guardado.

Base Engoznada	Base Giratoria
<ul style="list-style-type: none"> • Fácil guardado del pescante. • No requiere de elementos externos para guardar el mecanismo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Fácil guardado del pescante. • Requiere de un elemento externo para elevar el

<ul style="list-style-type: none"> • Rápida acción para acomodar el pescante. • Menos costo de fabricación. • Requiere desmontar toda la estructura si se necesita hacer un reemplazo. 	<p>mecanismo y girarlo en la posición requerida.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mejor aspecto estético. • Mayor costo de fabricación. • Mayor duración. • Facilidad para cambiar el brazo principal del pescante en caso de requerirlo.
---	---

Alternativa #3

El diseño se presenta como un pescante de un solo brazo que actúa como grúa, que tiene como finalidad elevar además de redes, botes salvavidas. Está constituido por sistema hidráulico que permite reducir la aplicación de fuerza para la maniobrabilidad del pescador; así como también de elementos antes mencionados en las alternativas 1 y 2. Proveen de mayor libertad de posicionamiento para el transporte de cargas y reduce el tiempo de operación para dichos procesos.

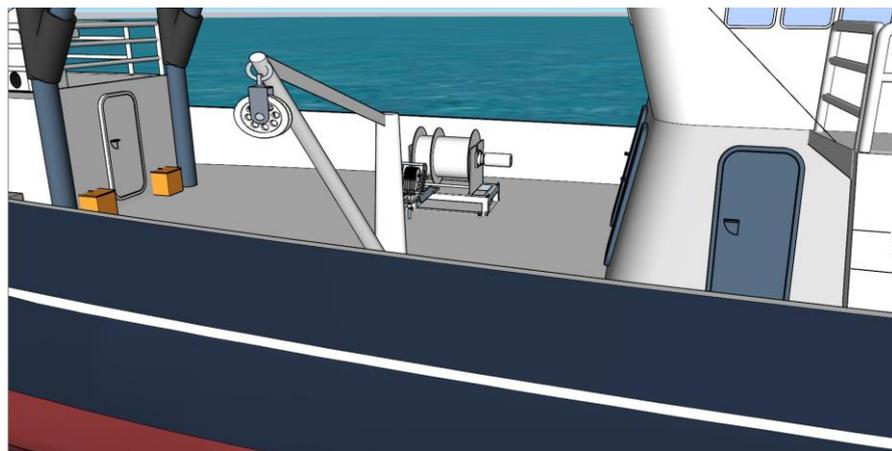


Figura 2.5 Diseño por un solo Brazo que Actúa como Grúa para Pesca de Cerco.

Tabla 2.3 Resumen de Ventajas y Desventajas de Alternativa #3.

Ventajas	Desventajas
<ul style="list-style-type: none"> • Mayor libertad de posicionamiento en la maniobra de izado y descenso de elementos. • Funcionabilidad variada. • Operación mediante sistema hidráulico. • Menor espacio de uso. • No necesita un método de guardado. 	<ul style="list-style-type: none"> • Mayor costo de fabricación. • Reduce capacidad de embarcación debido al incremento del peso. • Excede las funciones requeridas para el proyecto. • Elevado costo de mantenimiento.

2.3 Matriz de Decisión

Para determinar la mejor alternativa de diseño, se empleó el análisis comparativo de factores influyentes, determinados según la relevancia de su aporte en el diseño final; dicha evaluación fue empleada mediante el uso de la herramienta de matriz de decisión aplicando el concepto de jerarquía analítica (AHP).

2.3.1 Criterios de Diseño

Para la construcción de la matriz, se tomó a consideración los siguientes factores:

- Costo: El factor económico influye en la cantidad de inversión que requerirá la empresa cliente para reemplazar el pescante actual.
- Seguridad: Influye en el tipo de estructura a emplear y el manejo del sistema de maniobra, especialmente de cierre
- Apariencia: Se refiere al tamaño y peso que poseerá el pescante a diseñar, ya que este repercute directamente con la capacidad total del barco.

- Desempeño: Hace alusión a las distintas acciones debe solventar el pescante, la facilidad de uso y desmontaje; así como también del tipo de descanso que utilizará el sistema.

La escala empleada para cuantificar los criterios, se indica a continuación:

Tabla 2.4 Escala de Aplicabilidad del Método AHP.

Escala numérica	Definición	Descripción
1	Igual Importancia	El criterio de fila es igual de importante que el criterio de columna
3	Importancia moderada	Ligera importancia del criterio de fila sobre el de columna
5	Importancia fuerte	Fuerte importancia del criterio de fila sobre el de columna
7	Importancia fuertemente demostrada	El criterio de fila domina fuertemente al criterio de columna
9	Importancia Extrema	Criterio de fila domina fuertemente con un orden de magnitud considerable al criterio de columna

Siguiendo los lineamientos del método AHP, se determina las ponderaciones correspondientes a cada criterio, tal como se evidencia en la tabla 2.5 y 2.6.

Tabla 2.5 Matriz Comparativa de Criterios.

MATRIZ DE COMPARACIÓN				
Criterios de Diseño	Costo	Seguridad	Apariencia	Desempeño
Costo	1	0.33	0.33	0.14
Seguridad	3.00	1	3	0.33
Apariencia	3.00	0.33	1	0.20
Desempeño	7	3.00	5	1
TOTAL	14.00	4.67	9.33	2

Tabla 2.6 Matriz Normalizada para Ponderaciones.

MATRIZ NORMALIZADA					
Criterios de Diseño	Costo	Seguridad	Apariencia	Desempeño	PONDERACIÓN
Costo	0.07	0.07	0.04	0.09	0.07
Seguridad	0.21	0.21	0.32	0.20	0.24
Apariencia	0.21	0.07	0.11	0.12	0.13
Desempeño	0.50	0.64	0.54	0.60	0.57

Para corroborar que la calificación indicada en la matriz comparativa (tabla 2.5) es razonable, se debe obtener la relación de consistencia a partir de la multiplicación entre la mencionada matriz y el vector de ponderaciones obtenido en la tabla 2.6:

$$\begin{pmatrix} 1 & 0.33 & 0.33 & 0.14 \\ 3 & 1 & 3 & 0.33 \\ 3 & 0.33 & 1 & 0.20 \\ 7 & 3 & 5 & 1 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} 0.07 \\ 0.24 \\ 0.13 \\ 0.57 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0.27 \\ 1.01 \\ 0.52 \\ 2.38 \end{pmatrix}$$

Siendo la suma del vector resultante igual 4.18, por lo tanto, se pudo obtener el índice de consistencia CI y el índice aleatorio RI:

$$CI = \frac{4.18 - 4}{4 - 1} = 0.06$$

$$RI = \frac{1.98(4 - 2)}{4} = 0.99$$

Dando como resultado una relación de consistencia menor a 0.1, por lo tanto, la ponderación obtenida es razonable:

$$CR = \frac{CI}{RI} = \frac{0.06}{0.99} = 0.06$$

Finalmente, empleando una valoración en la matriz decisión, con un rango de valores de 1 a 5, siendo 5 el caso más favorable, se obtuvo que la alternativa #2 es la óptima, según las condiciones y necesidades que el cliente requería.

Tabla 2.7 Matriz Decisión.

Criterios de Diseño	Ponderación	Alternativa #1		Alternativa #2		Alternativa #3	
Costo	0.07	3	0.20	4	0.26	2	0.13
Seguridad	0.24	2	0.47	2	0.47	3	0.71
Apariencia	0.13	2	0.26	4	0.51	2	0.26
Desempeño	0.57	2	1.14	3	1.71	3	1.71
TOTAL	1.00	2.07		2.96		2.81	

Por lo tanto, se realizó el mismo procedimiento para establecer la mejor alternativa de método de guardado, tomando en cuenta los siguientes criterios:

- **Facilidad de Uso:** Hace referencia al nivel de complejidad que requiere aplicar el método de guardado.
- **Operatividad:** Se refiere a la rapidez con que se dispone el pescante a guardar cuando no se está utilizando.
- **Comodidad:** Indica la comodidad del operador para ejecutar el guardado del pescante.

Dando como resultado, según la ponderación obtenida para cada criterio y la valoración dada por el rango anteriormente indicado, que la alternativa correspondiente a base engoznada fue la de mejor preferencia.

Tabla 2.8 Matriz Decisión para el Método de Guardado.

Criterios de Diseño	Ponderación	Base Engoznada		Base Giratoria	
Facilidad de Uso	0.63	3	1.90	2	1.27
Operatividad	0.11	4	0.42	2	0.21
Comodidad	0.26	3	0.78	3	0.78
TOTAL	1.00	3.11		2.26	

2.4 Diseño Detallado

A continuación, se presentan las ecuaciones empleadas para determinar el dimensionamiento necesario de los elementos del pescante, tomando en cuenta que el ángulo existente entre la guía del winche y la jareta de proa y popa será de 90°.

2.4.1 Altura del Pescante

Para determinar la altura del pescante se tomó a consideración el diámetro del winche con respecto a la cubierta principal, así como también el espesor del cable de la jareta en el winche.

$$h_{Espejo} = h_{EstructuraWinche} = 1.4 [m]$$

Considerando que la altura de los grilletes comúnmente utilizados es de 30 cm, se consiguió que el pescante opere perfectamente al ángulo requerido.

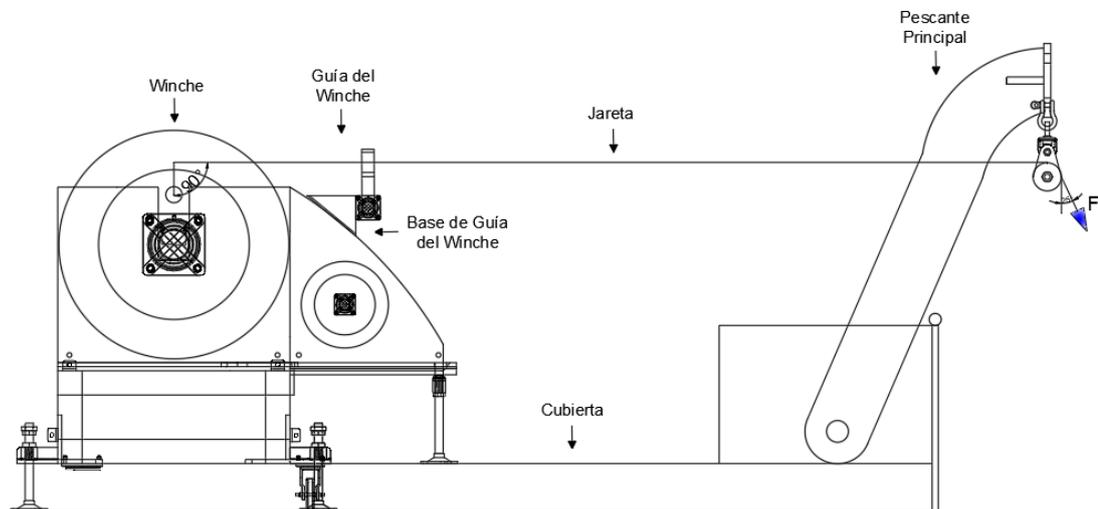


Figura 2.6 Detalle de la Medición de Altura del Pescante.

2.4.2 Material del Pescante

El material base para la construcción fue el acero aleado A36, el cual es ampliamente utilizado en la construcción de trabajos navales. Una vez construido se procedió a arenar y pintar la estructura con el sistema correspondiente.

Para el cuerpo de la estructura, es decir el brazo principal, así como también del espejo se utilizó una plancha de 1½"; para los refuerzos del pescante, se requirió de una plancha con espesor igual a ½", al igual que para los refuerzos de la base, mientras que, para las platinas dispuestas en la parte inferior de la base, sujetadas a la plancha de la misma, se empleó una plancha de dimensiones de 150 x 15 mm y 10 mm respectivamente; esto último, de modo que se pueda mejorar la sujeción del pescante con la borda.

2.4.3 Diagrama de Cuerpo Libre

Mediante la simplificación en un modelo de análisis, con los datos ya conocidos se obtuvo lo siguiente:

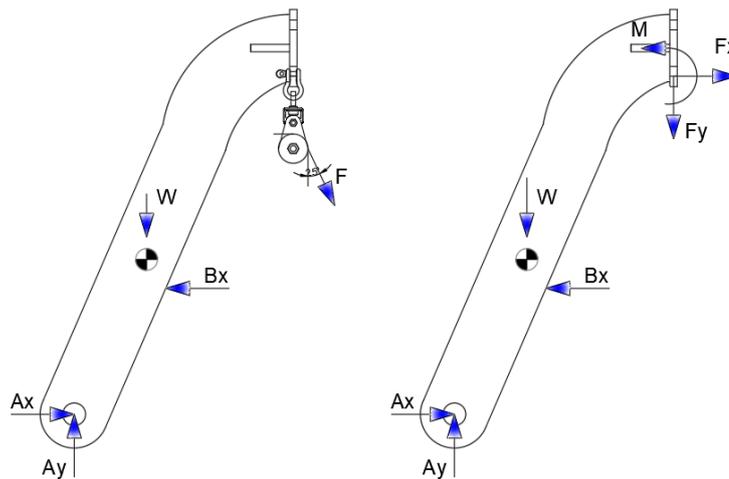


Figura 2.7 Diagrama de Cuerpo Libre del Pescante Principal.

Dónde cabe destacar que para el dimensionamiento de ancho y profundidad (Figura 2.8), en el diseño inicial, se tomó de referencia 3 pescantes provenientes de otras embarcaciones existentes en la empresa cliente y que el ángulo de dirección con el que se inclina la carga de pesca mediante las jaretas fue obtenido a través de una medición empírica experimental realizada durante la actividad pesquera.

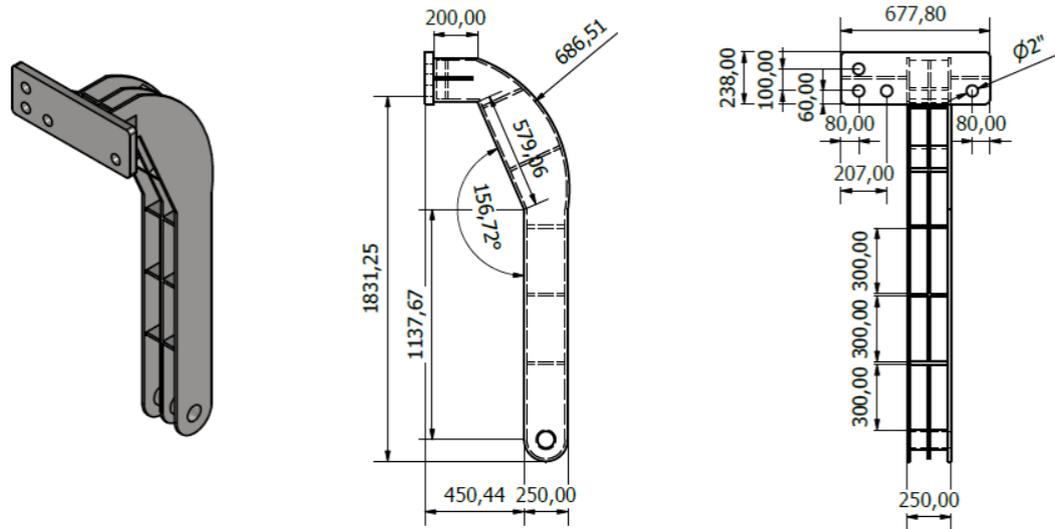


Figura 2.8 Dimensionamiento Inicial del Pescante.

Adicionalmente, debido a que el cuerpo del pescante, es decir el brazo principal es una forma no continua, no pudo calcularse analíticamente por medio de las ecuaciones 2.1 y 2.2, ya que estas son aplicables en elementos cuya condición implica seguir una forma continua. Por lo tanto, su diseño final se obtuvo mediante el uso de software computacional (análisis de elementos finitos), a través de procesos iterativos.

2.4.4 Diseño del Eje del Pescante

El eje ubicado como pivote en el punto A, se obtuvo mediante las siguientes ecuaciones:

Cálculo de Momento Flector del Eje del Pescante

El momento flector genera un esfuerzo de flexión que deberá soportar el eje que sostiene el pescante en la base, producido por las cargas generadas en los apoyos del pivote, por lo tanto, una vez que se obtuvo el valor de las reacciones, se procedió a construir los respectivos diagramas de fuerza cortante y momento flector para posteriormente aplicar:

$$\sigma_{xy} = \frac{Mc}{I} \quad (2.1)$$

Dónde:

M : Momento aplicado en la zona de estudio [Nm]

c : Distancia desde el eje neutro a la fibra exterior [m]

I : Inercia del eje [m⁴]

Cálculo Esfuerzo Cortante del Eje del Pescante

De igual manera como en el caso anterior, se obtuvo la fuerza cortante del diagrama en el punto de interés, posteriormente se aplicó la ecuación 2.2.

$$\tau_{xy} = \frac{VQ}{Ib} \quad (2.2)$$

Dónde:

V : Fuerza cortante en el punto de interés [N]

Q : Primer momento de área por encima del punto de interés [m³]

I : Inercia del eje [m⁴]

b : Ancho paralelo al eje de flexión [m]

Esfuerzo de Von Mises

Como existieron esfuerzos en diferentes direcciones, tal como se indica en las reacciones del punto A de la figura 2.8, se necesitó obtener el esfuerzo de Von Mises de modo que fue posible analizar un esfuerzo equivalente uniaxial.

$$\sigma' = \sqrt{\sigma_x^2 + \sigma_y^2 - \sigma_x\sigma_y + 3\tau_{xy}^2} \quad (2.3)$$

Dónde:

σ_x : Esfuerzo de flexión en el plano x [Pa]

σ_y : Esfuerzo de flexión en el plano y [Pa]

τ_{xy} : Esfuerzo Cortante [Pa]

Esfuerzo Permisible

Finalmente, los esfuerzos producidos en el pescante no deben superar el valor permisible, por lo que se debió considerar un factor de seguridad que permita ser lo suficientemente conservador, en este caso 4, debido al riesgo que implica para los operadores que se encuentren cerca de la estructura, para ello se empleó la siguiente ecuación:

$$\sigma_{per} = \frac{\sigma_{fl}}{n_s} \quad (2.4)$$

Dónde:

σ_{fl} : Esfuerzo de fluencia [Pa]

N_s : Factor de Seguridad

2.4.5 Ensamble del Pescante

Para la construcción del pescante, cada una de las caras, nervios internos y cubierta fueron soldadas mediante electrodos E6011 y E7018. Es importante recalcar que no existen uniones empernadas, por lo que la totalidad de las uniones del pescante y la base se realizaron mediante soldadura de filete.

2.4.6 Parámetros para el Análisis por Elementos Finitos

Puntos Críticos

Para el análisis de esfuerzos de la estructura del brazo principal, se pudo identificar mediante la información otorgada por la empresa cliente y la vasta experiencia en el campo, que los puntos en donde se suele presentar la falla corresponden a los señalados en la figura 2-10

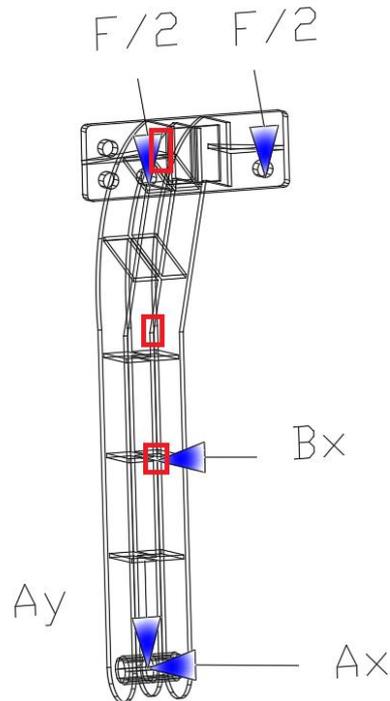


Figura 2.9 Puntos Críticos a Analizar en el Pescante.

Iteraciones de Diseño del Pescante

El diseño fue propuesto para que su posicionamiento sea dispuesto de forma perpendicular respecto a la superficie de la borda, sin embargo, una vez realizada las correspondientes simulaciones se halló que los esfuerzos producidos en el cambio de sección, es decir por encima del punto B (Figura 2-10), se incrementaban de manera muy crítica, por ello se dispuso ubicar el pescante con una inclinación de 23° respecto al plano perpendicular inicial, de modo que estos valores fueron minimizados, así como también se incrementó el área de contacto para esta sección por parte de la base.

Diseño 3D

Para el diseño 3D de los elementos y ensamble del pescante, se utilizó el software de Autodesk Inventor con licencia estudiantil, de modo que fue posible modelar la base, los ejes, el espejo y la estructura del brazo principal, dando como resultado el diseño presentado a continuación.

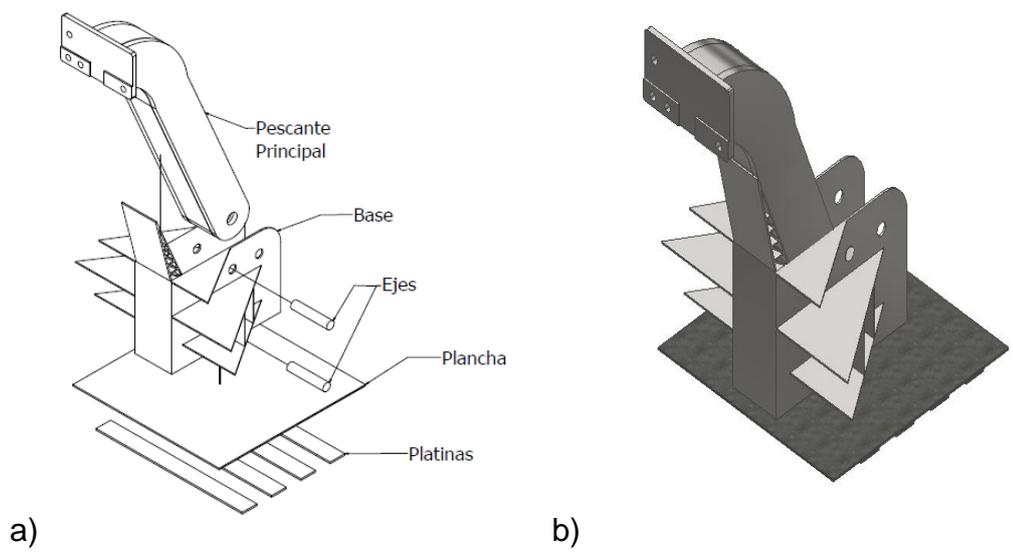


Figura 2.10 a) Despiece de elementos b) Ensamble de elementos del Pescante.

CAPÍTULO 3

3. RESULTADOS

En este capítulo se describen los resultados obtenidos durante el desarrollo del proceso de diseño del pescante principal, incluyendo el comportamiento mecánico de la estructura basado en un análisis estático y la validación final a través del uso de Inventor Nastran con licencia estudiantil, como software CAD integrado de elementos finitos.

3.1 Cálculo de Reacciones del Pescante Principal Final

Mediante la iteración del análisis por elementos finitos se pudo establecer las correcciones necesarias para el buen comportamiento estructural del pescante principal, por ello, una vez realizadas las modificaciones se procedió a calcular los valores de fuerza y momento existentes en el sistema a partir de las condiciones iniciales detalladas en la tabla 3.1. Cabe destacar que el desarrollo del cálculo y análisis del diseño provisional se encuentra detallado en el Apéndice A.

Tabla 3.1 Condiciones Iniciales del Modelo.

F_{carga}	72574.779 kg
θ_{Carga}	25°
θ_{Pescante}	23.28°
W_{Pescante}	3834.4 N

Tabla 3.2 Valores Resultantes de Fuerza y Momento.

Componente	Valor
F_x	300783.95 [N]
F_y	645033.26 [N]
M	65898.078 [N.m]

De dónde aplicando las mismas expresiones mencionadas para el cálculo de reacciones, se obtuvo:

Tabla 3.3 Reacciones Finales.

Punto de Análisis	Valor [kN]
A _x	2257.31
A _y	648.87
B _x	2558.09

3.2 Simulación de Esfuerzos del Pescante Principal Final

A partir de los valores calculados en la tabla 3.3, y de las modificaciones en el diseño inicial, se empleó el uso de elementos finitos para determinar los valores de esfuerzos que experimentó el pescante principal, al aplicarse la carga crítica de 80 ton.

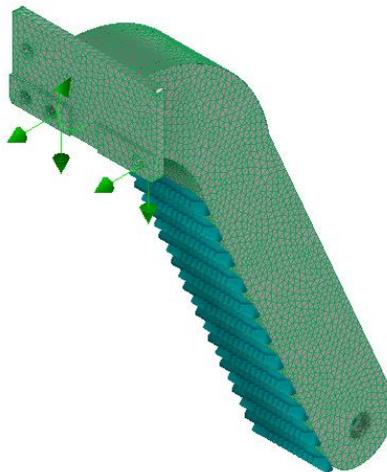


Figura 3.1 Restricciones y Cargas del Pescante Final.

Tabla 3.4 Parámetros del Diseño Analizado.

Tipo de Análisis Ejecutado	Lineal Estático
Elementos Utilizado	ASTM A36
Carga Total Aplicada	80 ton
Espesor de Plancha Estructura	1½"
Espesor de Plancha Espejo	1½"
Tamaño del Elemento	30 mm
Número de Nodos	1762

Soldadura	Eléctrica (E7018, E6011)
-----------	--------------------------

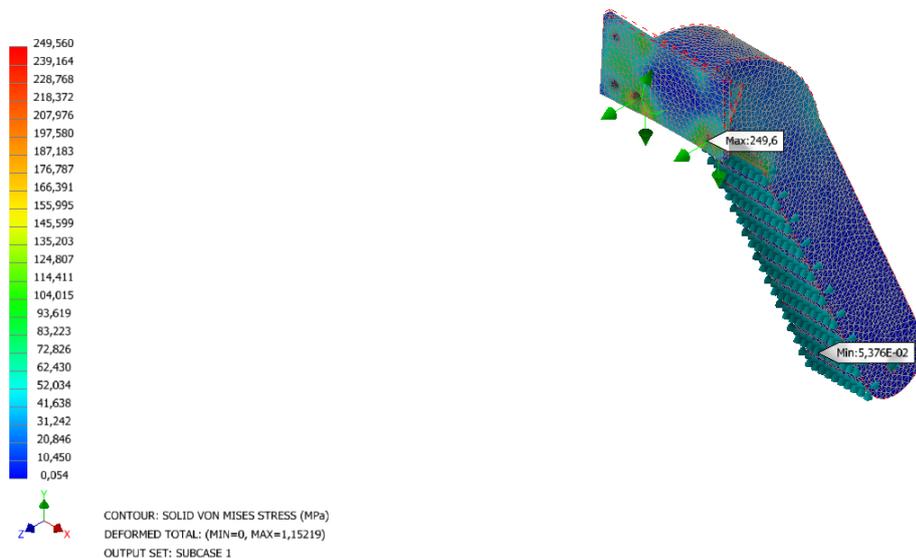


Figura 3.2 Esfuerzos de Von Mises del Pescante.

Tabla 3.5 Esfuerzos del Pescante.

Esfuerzo Máx	249.56 MPa
Esfuerzo Mín	0.054 MPa



Figura 3.3 Desplazamiento del Pescante.

Tabla 3.6 Desplazamiento del Pescante.

Desplazamiento Máx	0.789 mm
Desplazamiento Mín	0 mm

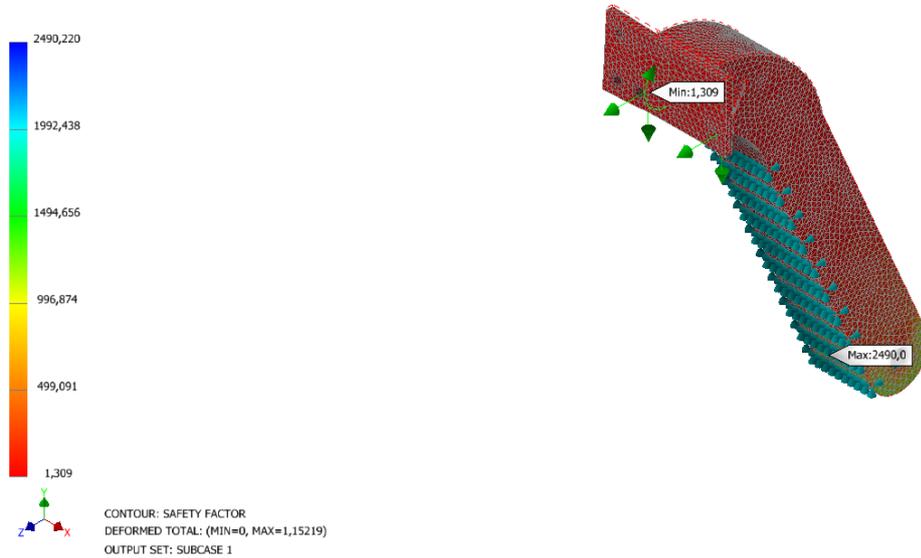


Figura 3.4 Factor de Seguridad del Pescante.

Tabla 3.7 Factor de Seguridad del Pescante.

F.S Máx	383.3
F.S Mín	1.755

3.3 Simulación de Esfuerzos de la Base

Una vez obtenido el plano final del pescante principal, se procedió a diseñar la base, la cual estuvo sometida a las fuerzas de reacción del pescante mostradas anteriormente. Las restricciones de la base se deben a que la base se encontraba soldada a la borda y al refuerzo de cubierta del barco, por tal motivo las superficies que estaban en contacto son las que tenían dicha restricción. En cuanto a la carga aplicada fue la misma que la calculada con anterioridad y aplicada en la superficie de apoyo del pescante.

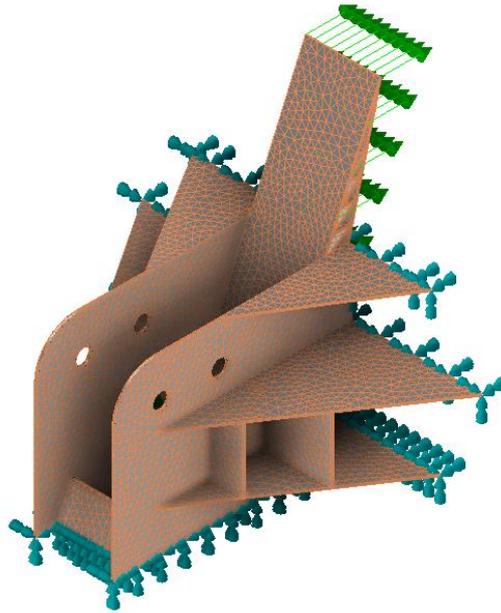


Figura 3.5 Restricciones y Cargas de la Base.

Tabla 3.8 Parámetros del Diseño Analizado.

Tipo de Análisis Ejecutado	Lineal Estático
Elementos Utilizado	ASTM A36
Carga Total Aplicada	1649.78 kN/m
Espesor de Plancha Estructura	10 mm
Tamaño del Elemento	30 mm
Soldadura	Eléctrica (E7018, E6011)

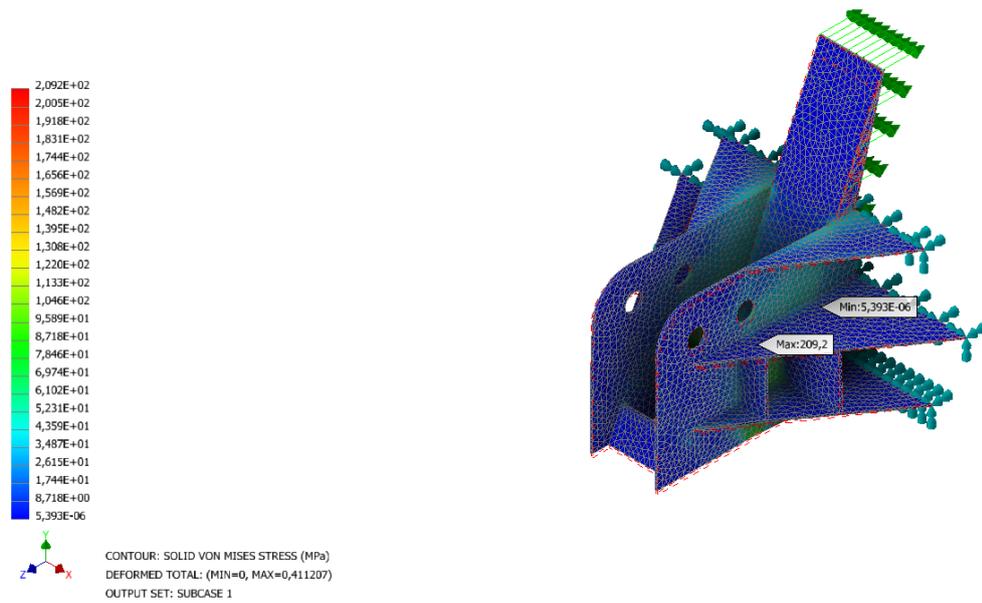


Figura 3.6 Esfuerzos de Von Mises de la Base.

Tabla 3.9 Esfuerzos para la Base.

Esfuerzo Máx	209.2 MPa
Esfuerzo Mín	5.39x10 ⁻⁶ MPa

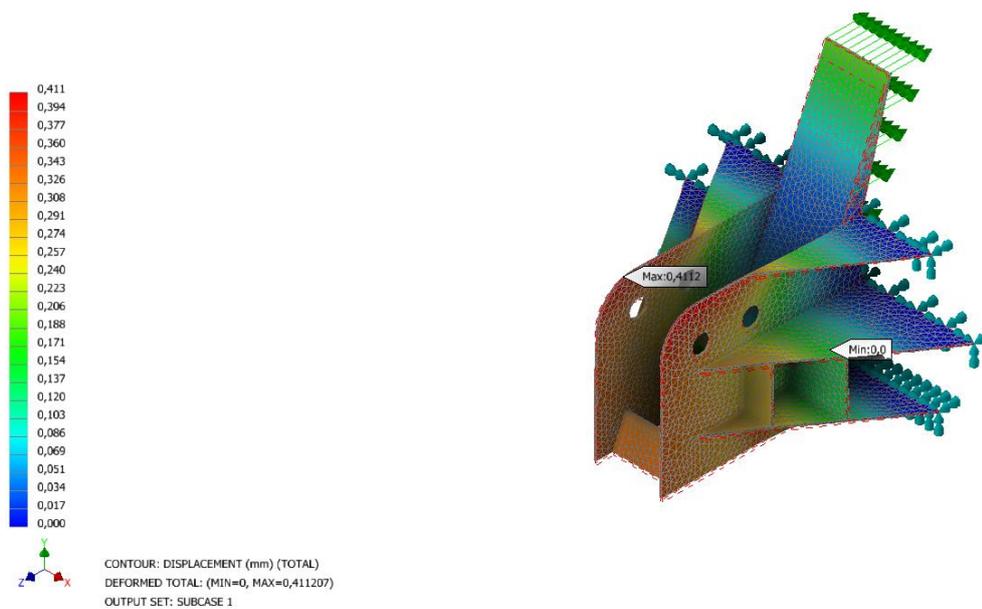


Figura 3.7 Desplazamiento de la Base.

Tabla 3.10 Desplazamiento de la Base.

Desplazamiento Máx	0.44 mm
Desplazamiento Mín	0 mm

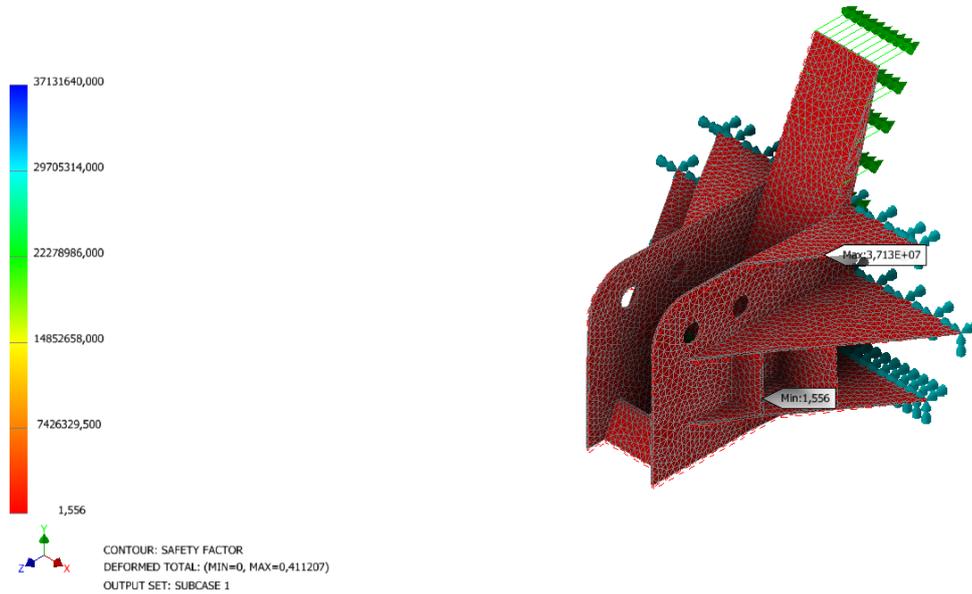


Figura 3.8 Factor de Seguridad de la Base.

Tabla 3.11 Factor de Seguridad del Pescante.

F.S Máx	371×10^6
F.S Mín	1.556

3.4 Eje del Pescante

Mediante las ecuaciones mencionadas en el capítulo 2, se procedió a calcular el diámetro mínimo que debía poseer el eje.

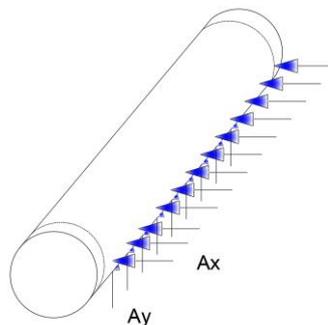
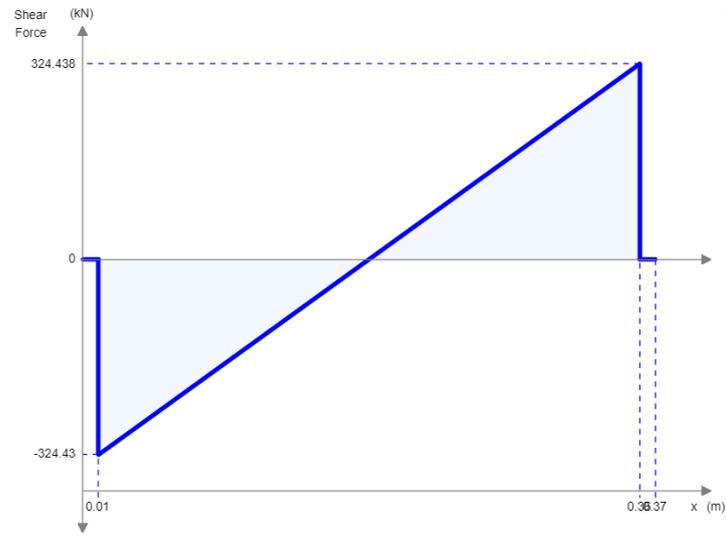
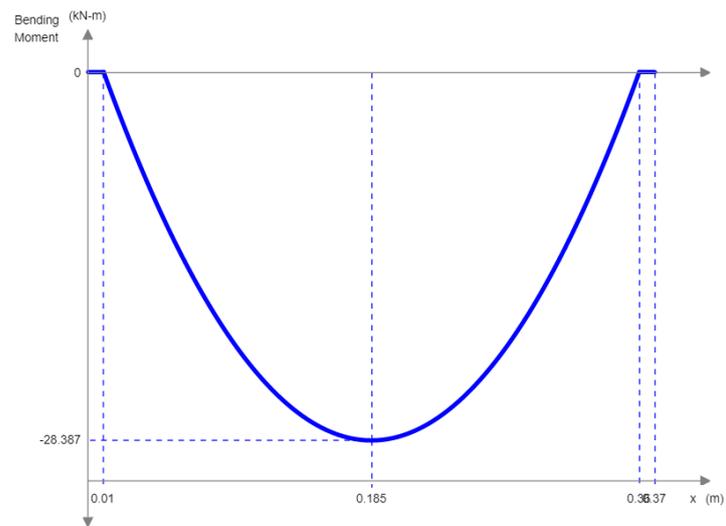


Figura 3.9 DCL del Eje del Pescante.

Para el plano XY:



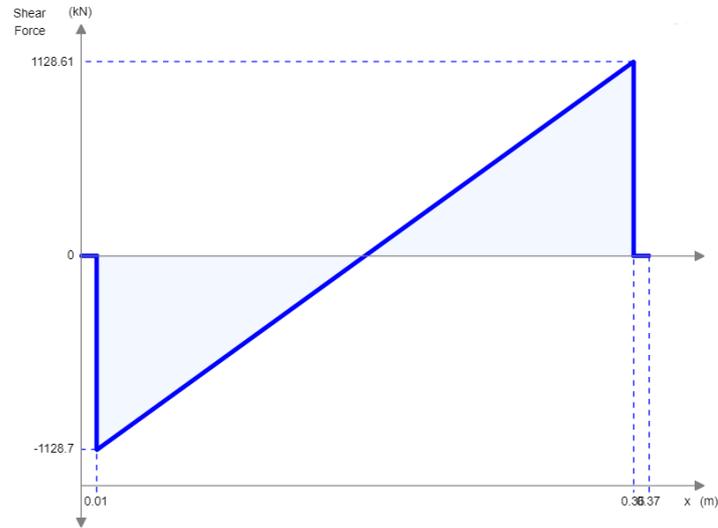
a)



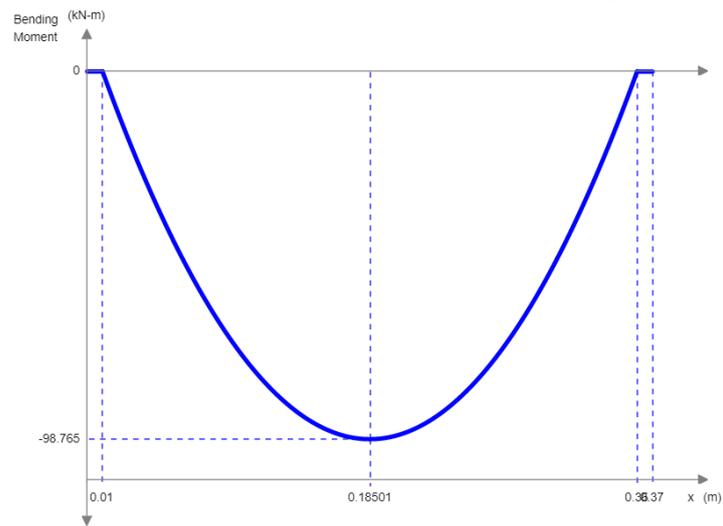
b)

Figura 3.10 a) Diagrama de Esfuerzo Cortante Plano XY. b) Momento Flector del Eje Plano XY.

Para el plano XZ:



a)



b)

Figura 3.11 a) Diagrama de Esfuerzo Cortante Plano XZ. b) Momento Flector del Eje Plano XZ.

A partir de esto, se pudo calcular lo siguiente:

$$M_{max} = \sqrt{M_{XY}^2 + M_{XZ}^2}$$

$$M_{max} = \sqrt{28.39^2 + 98.765^2}$$

$$M_{max} = 102.76 \text{ kNm}$$

$$\sigma_{max} = \frac{M_{max} \cdot (d/2)}{\frac{\pi \cdot d^4}{64}} = \frac{32 \cdot M_{max}}{\pi \cdot d^3}$$

Se consideró un factor de seguridad de 1.5 y acero AISI 4340 templado y revenido @ 600 °F:

$$\eta > \frac{\sigma_{perm}}{\frac{32 \cdot M_{max}}{\pi \cdot d^3}}$$

$$d > \sqrt[3]{\frac{\eta \cdot 32 \cdot M_{max}}{\pi \cdot \sigma_{perm}}}$$

$$d > \sqrt[3]{\frac{1.5 \cdot 32 \cdot 102.76 \cdot 10^3 \text{ Nm}}{\pi \cdot 1586 \cdot 10^6 \text{ Pa}}}$$

$$d > 0.099664 \text{ m}$$

$$\therefore d \approx 4 \text{ in}$$

El diámetro del eje pudo ser mayor a 3.92 in, por tal motivo, el diámetro final del eje fue establecido en 4 in.

3.5 Simulación de Esfuerzos del Refuerzo de la Base

Para el refuerzo de la base se utilizaron platinas de 150 x 15 mm y una plancha de 10 mm laminada en caliente.

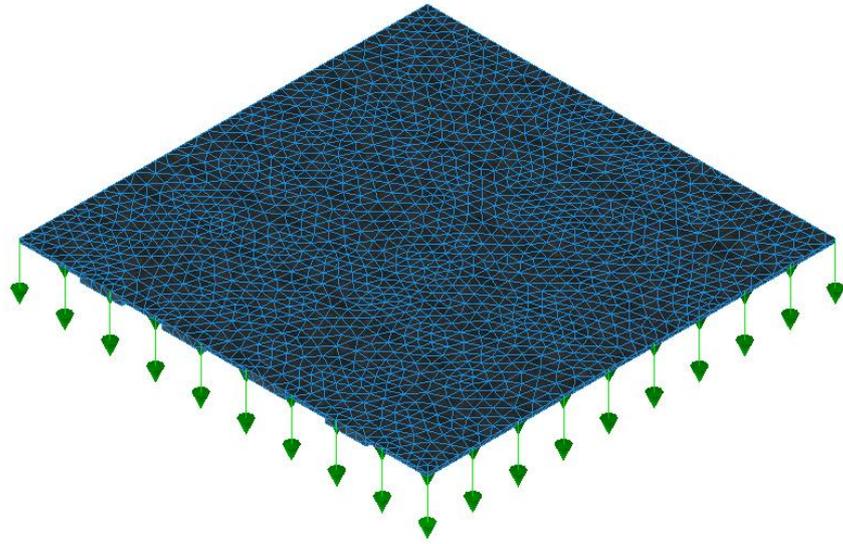


Figura 3.12 Restricciones y Cargas del Refuerzo de la Base.

Tabla 3.12 Parámetros del Diseño Analizado para la Base.

Tipo de Análisis Ejecutado	Lineal Estático
Elementos Utilizado	ASTM A36
Carga Total Aplicada	21.895 kN
Espesor de Plancha Estructura	10 mm
Tamaño del Elemento	1.5 mm
Soldadura	Eléctrica (E7018, E6011)

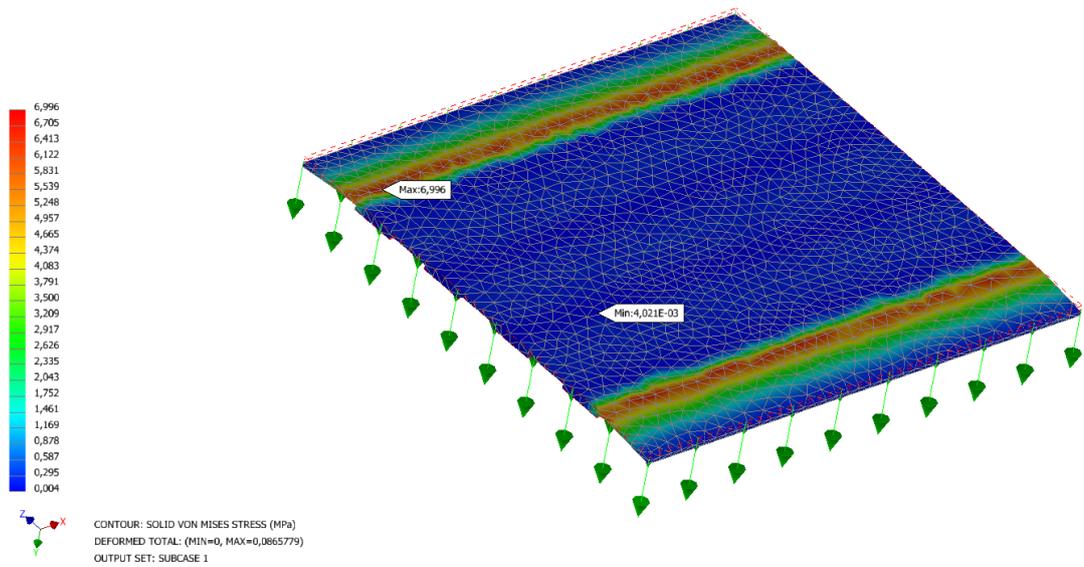


Figura 3.13 Esfuerzos de Von Mises del Refuerzo de la Base.

Tabla 3.13 Refuerzo de la Base.

Esfuerzo Máx	6.996 MPa
Esfuerzo Mín	0.004 MPa

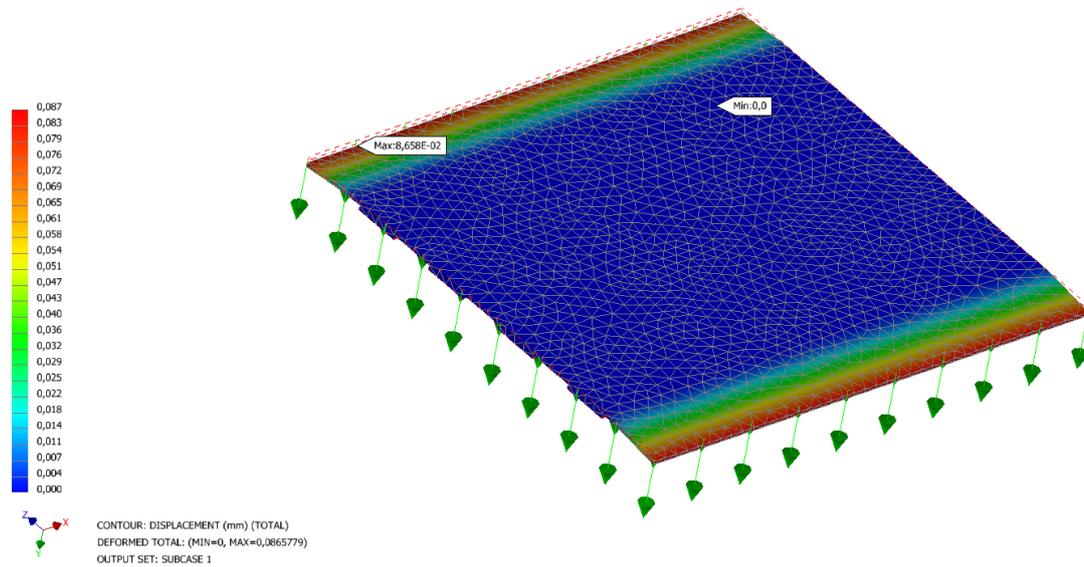


Figura 3.14 Desplazamiento del Refuerzo de la Base.

Tabla 3.14 Desplazamiento del Pescante.

Desplazamiento Máx	0.087 mm
Desplazamiento Mín	0 mm

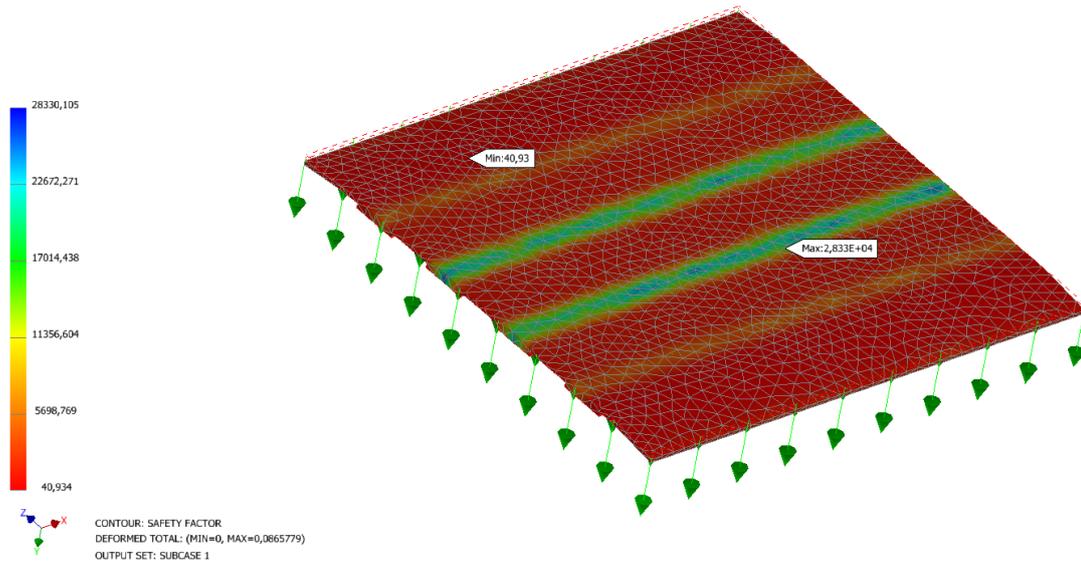


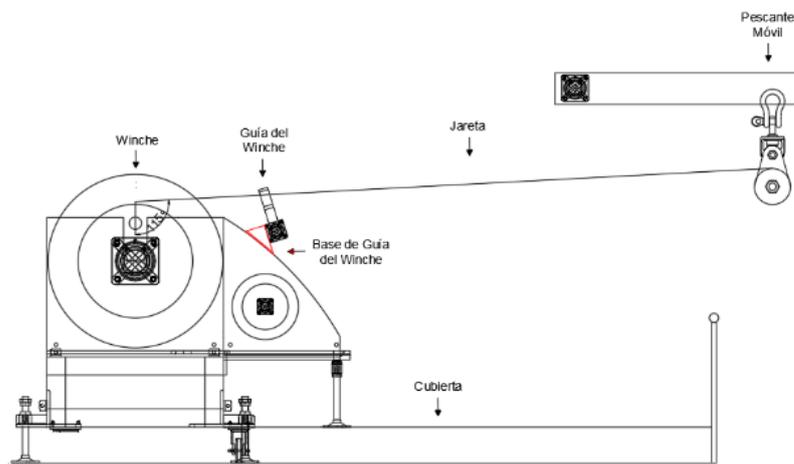
Figura 3.15 Factor de Seguridad del Refuerzo de la Base.

Tabla 3.15 Factor de Seguridad del Refuerzo de la Base.

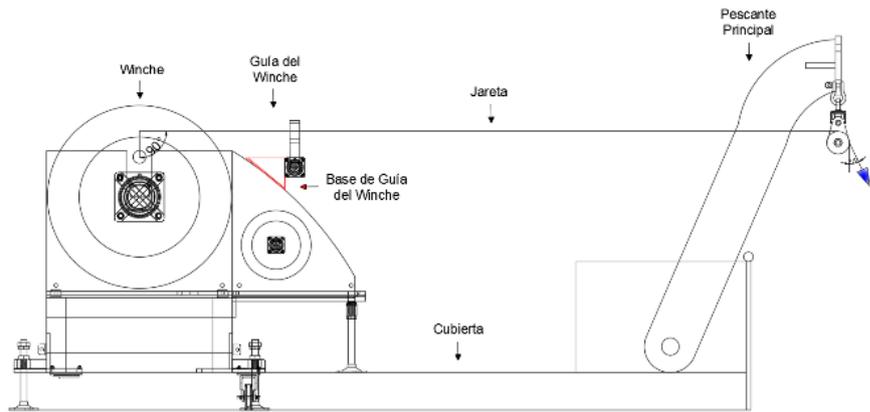
F.S Máx	28300.00
F.S Mín	40.93

3.6 Base de Carro Guía

La base del carro guía del winche fue diseñada por condiciones geométricas, debido a que no se modificaron las cargas del carro guía. Por tal motivo no se consideró necesario un análisis de elementos finito.



a)



b)

Figura 3.16 a) Base de Carro Guía antes de modificación. b) Base de Carro Guía después de modificación.

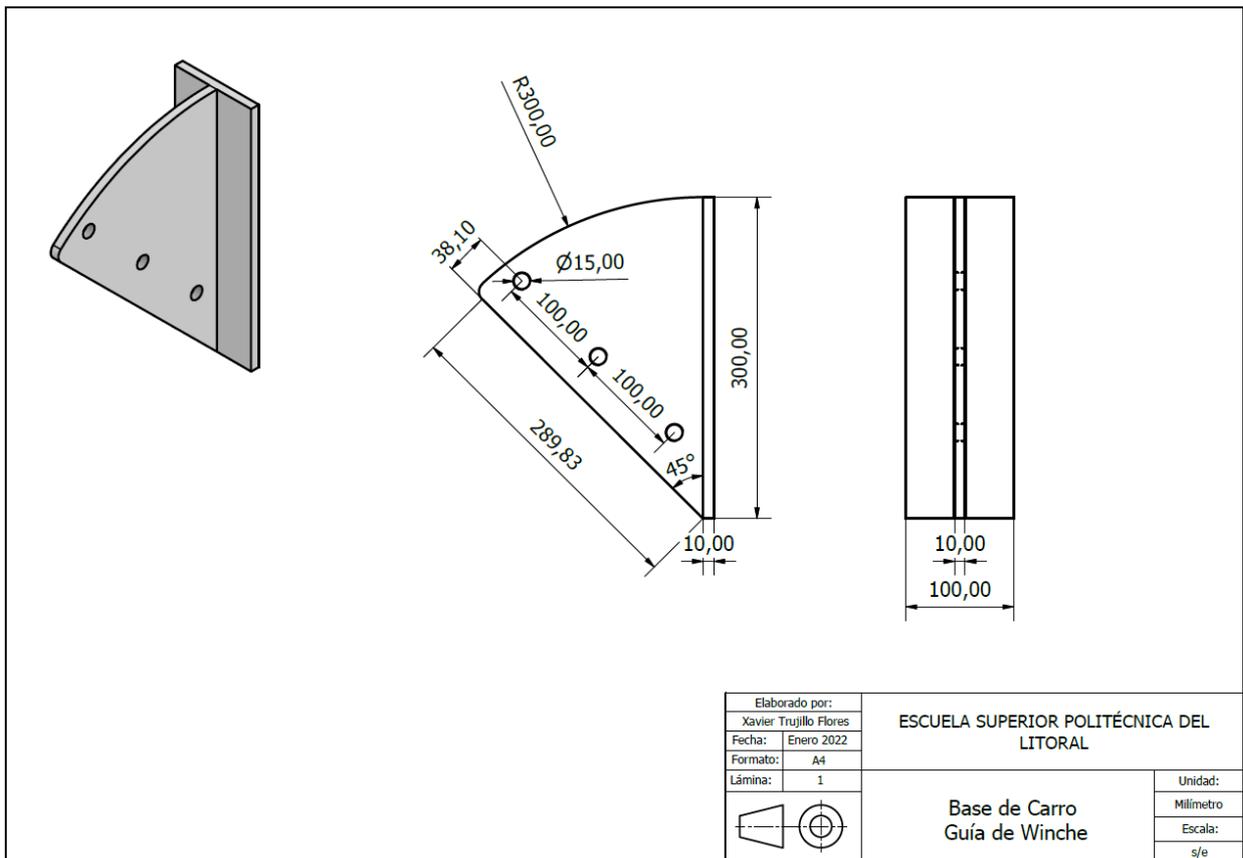


Figura 3-17 Base de Carro Guía.

3.7 Soldadura y Sistema de Pinturas

Para el ensamble de las partes, como se había mencionado, fue mediante soldadura; para lo cual se recomendó un tamaño mínimo de acuerdo con la norma AWS D1.1, en el cual se tomó a consideración el espesor menor de las placas soldadas en cada sección.

Tabla 3.16 Valores Recomendados para el Ancho de Soldadura tipo Filete.

Espesor de Placa	Tamaño mínimo de Soldadura
T= 1/2"	1/4"
T=1 1/2"	5/16"

Para determinar la cantidad de galones de pintura requeridos en la aplicación del pescante principal, se procedió a calcular las variables de espesor de capa húmeda y rendimiento teórico. Una vez seleccionado el sistema de pinturas adecuado, se obtuvo lo siguiente:

Tabla 3.17 Valores correspondientes al Sistema de Pinturas.

Zinc Clad II Ethyl Silicate Inorganic Zinc Rich (B69V3/B69D11)	
Espesor Capa Húmeda	80.645 μm
Rendimiento Teórico	12.4 m ² /lt
Consumo	1 galón
Macropoxy 646 FC Fast Cure (Línea B58/B58V600):	
Espesor Capa Húmeda	173.611 μm
Rendimiento Teórico	5.76 m ² /lt
Consumo	2 galones
Esmalte Poliuretano Industrial (Línea B65K):	
Espesor Capa Húmeda	121.951 μm
Rendimiento Teórico	8.2 m ² /lt
Consumo	1 galón

El cálculo detallado de las variables correspondientes al sistema de pinturas se encuentra detallado en el apéndice C.

3.8 Análisis de Costos

Para determinar la factibilidad económica del proyecto, se detalló los gastos de inversión requeridos para la obtención de materia prima y mano de obra en procesos.

Tabla 3.18 Costos de Materia Prima.

Descripción	Unidad de Medida	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
Plancha 1/2"x 2.40x6 m, acero naval	Unidad	2	\$1,326.80	\$2,653.60
Plancha 1 1/2"x 2.40x6 m, acero naval	Unidad	1	\$1,556.80	\$1,556.80
Plancha 10 mm		1	\$890.00	\$890.00
Eje sólido 4" AISI 4340 templado revenido @600°F	Unidad	2	\$850.00	\$1,700.00
Platina 150x15 mm	Unidad	2	\$195.71	\$391.41
Soldadura 6011 1/8"	Kg	40	\$3.61	\$144.40
Soldadura 7018 1/8"	Kg	40	\$3.45	\$138.00
Disco pulir 7"	Caja	1	\$23.90	\$23.90
Disco pulir 4"	Caja	1	\$14.50	\$14.50
Disco corte 4"	Caja	1	\$24.75	\$24.75
Disco corte 7"	Caja	1	\$43.10	\$43.10
Zinc Clad II Ethyl Silicate Inorganic Zinc Rich	Galón	1	\$47.00	\$47.00
Macropoxy 646 FC Fast Cure (Línea B58/B58V600)	Galón	2	\$49.23	\$98.46
Esmalte Poliuretano Industrial (Línea B65K)	Galón	1	\$51.45	\$51.45

Pastecas	Unidad	2	\$720	\$1,440.00
TOTAL				\$9,217.37

Tabla 3.19 Costos de Fabricación y Mano de Obra.

Descripción	Costo Total
Confección e instalación del pescante principal	\$2.200,00
Desmontaje e instalación de batallola e instalación de taliscones	\$1.100,00
Desmontaje e instalación plancha 1/2" en base del pescante	\$500,00
TOTAL	\$3.800,00

Con los valores indicados en las tablas 3.18 y 3.19 se obtuvo un monto de inversión inicial equivalente a un aproximado de **\$13020**.

Se realizó un análisis de costos, considerando los gastos actuales de la empresa e ingresos que obtendrá al aumentar al doble su capacidad de pesca habitual con el nuevo pescante.

Tabla 3.20 Gastos de la Empresa Cliente.

Descripción	Gasto Anual
Personal de Flota	\$105.937,50
Gerente	\$54.000,00
Administrativo	\$9.600,00
Jefe de Flota	\$42.000,00
Combustible	\$28.500,00

Costos de Operación y Mantenimiento	\$3.330.798,84
TOTAL	\$3.570.836,34

Una vez definido los parámetros indicados en la tabla 3.21, considerando un préstamo bancario del 35% de la inversión total, se realizó el flujo de caja correspondiente para un período de 5 años, por ello las variables monetarias indicadas en el mismo se encontraban en función de la anualidad.

Tabla 3.21 Parámetros para el Análisis de Viabilidad Económica del Proyecto.

Tasa de Inflación	0.65%
Tasa Bancaria	11%
Riesgo de Inversión	4%
Depreciación	10%
Tasa de Descuento	12%
Tmar	4.65%
Tmar Mixta	6.87%

Se consideró un riesgo de inversión bajo ya que el producto mantiene una demanda estable en el mercado y se lo pudo establecer en un rango del 3 a 6%; de igual manera, para la depreciación se determinó un 10% anual. La tasa de inflación y de descuento fueron obtenidas por parte del estado (Carrillo, 2021).

Detalle Simulación de Crédito

Tipo	Microcredito		
Destino	Activo Fijo	Tasa Nominal(%)	11.00
Sector Económico	Producción	Tasa Efectiva(%)	11.00
Facilidad	Microcrédito	Monto(USD)	4,560.00
Tipo Amortización	Cuota Fija	Plazo(Años)	5
Forma de Pago	Anual	Fecha Simulación	2022-01-14

Recuerda: Esta información es una simulación de crédito que permite familiarizarse con nuestro sistema. No tiene validez como documento legal o como solicitud de crédito.

Periodo	Saldo	Capital	Interés	Cuota
0	50000.00			
1	41971.48	8028.52	5500.00	13528.52
2	33059.83	8911.65	4616.86	13528.52
3	23167.90	9891.93	3636.58	13528.52
4	12187.85	10980.05	2548.47	13528.52
5	0.00	12187.85	1340.66	13528.52

Figura 3.17 Tabla de Amortización.

Tabla 3.22 Flujo de Caja.

PERÍODO	0	1	2	3	4	5
Inversión	\$ 13,017					
Ingreso		\$3,875,000	\$3,900,188	\$3,925,539	\$3,951,055	\$3,976,737
Interés		\$5,500	\$4,617	\$3,637	\$2,548	\$1,341
Depreciación		\$15,120	\$13,608	\$12,247	\$11,022	\$9,920
Gastos		\$3,570,836	\$3,570,836	\$3,570,836	\$3,570,836	\$3,570,836
Flujo Neto	\$ 13,017	\$283,544	\$311,126	\$338,819	\$366,647	\$394,639
Flujo Neto Acumulado		\$283,544	\$594,670	\$933,489	\$1,300,136	\$1,694,775

Tabla 3.23 Indicadores de Viabilidad.

VAN	\$1'186279
TIR	21.88%
B/C	92.13
BAUE	\$209952

Finalmente, como el Valor Actual Neto (VAN) fue positivo y superior a la inversión, así como también la Tasa Interna de Retorno (TIR) superó a la tasa de descuento, se pudo establecer que el proyecto fue viable económicamente.

3.9 Análisis de Resultados

Para el diseño del pescante principal fueron considerados 2 aspectos claves: el primero corresponde a la altura que debe poseer, debido a que la jareta (el cable de la red) que sale del winche debe trabajar a 90 grados en dirección a las pastecas. Sin embargo, hay que considerar que la altura del winche no es la misma altura que deben poseer los huecos del pescante, De esta manera se dimensionó la altura del pescante. El segundo aspecto clave para el diseño, fue la carga que éste debe resistir. Para que el pescante pudiera soportar las 80 toneladas de carga, fue necesario el uso de refuerzos internos a la estructura inicial del pescante, estos refuerzos sirven no solo para prevenir una falla por flexión sino también para evitar fallas por torsión y cortante.

Como se observa en el apéndice A, en la primera iteración de la simulación realizada los esfuerzos en la sección de apoyo del pescante eran demasiado altos, presentando esfuerzos de hasta 3 GPa. Esto se debe a que, el área de contacto en la que el pescante reposaba era muy pequeña, adicionalmente, hay que tomar en cuenta que la carga seleccionada de 80 toneladas es crítica. Por tal motivo, fue necesario ampliar el área de apoyo del pescante y de esta manera tener una mayor sección de apoyo.

Se debe colocar refuerzos por debajo de la rampa de apoyo, de esta manera, la rampa no falla por esfuerzos cortantes o de flexión. Para la selección del material del eje se utilizó acero AISI 4340 templado y revenido @ 600 °F, debido a su elevado esfuerzo de fluencia, el cual corresponde a 1586 MPa, y con un factor de seguridad de 1.5 se determinó el diámetro del mismo. Con esto, aseguramos que el eje del pescante no falle por flexión. En cuanto a la base del carro guía, la modificación realizada en comparación de la existente es un cambio geométrico; debido a que, solo se cambia al ángulo de inclinación de la guía del winche.

En lo económico, como se mencionó en la sección de análisis de costos, el Valor Actual Neto (VAN) resulta positivo. Simultáneamente se consigue el mismo efecto mediante el indicador correspondiente a la Tasa Interna de Retorno (TIR), la cual es mayor a la tasa de descuento aplicada y por ende manifiesta que la inversión requerida para el presente proyecto es rentable.

CAPÍTULO 4

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En este trabajo se presenta el diseño de un pescante principal con capacidad de 80 toneladas de carga para una embarcación pesquera de cerco; el cual surge de la necesidad de modificar el pescante actual (móvil), debido a las limitantes que presenta y se mencionan en el capítulo 1. Para el desarrollo íntegro del mismo, se han definido los términos y fundamentos teóricos relacionados a la ingeniería que compete al diseño del pescante principal, así como también el entendimiento de conceptos navales en embarcaciones pesqueras; para lo cual, se establecieron alternativas y criterios de selección definidos según las necesidades de la empresa cliente y ponderados mediante el empleo de la metodología AHP.

Fue posible establecer el diseño de forma del pescante; esto después de realizar iteraciones a través del uso del software CAD Inventor Nastran para elementos finitos, se pudo identificar y definir las correcciones necesarias en el diseño inicial y en su posicionamiento respecto al plano de la superficie de borda, para finalmente obtener el diseño definitivo y el factor de seguridad adecuado para este. También, considerando el costo de inversión, se presentó un análisis de viabilidad económica para su aprobación por parte de la empresa, basado en los costos de materia prima y fabricación, para un período de 5 años.

Realizando una comparación con el diseño de los pescantes principales anteriormente utilizados en embarcaciones cerqueras de la empresa cliente, se pudo notar que la estructura interna de los pescantes no contaba con la cantidad de refuerzos necesarios para poder soportar las distintas cargas a las cuales se someterá dicho elemento, debido a que, solo presentan nervios horizontales entre las caras externas del pescante, es decir, no poseen caras internas que aumenten la resistencia de este. Adicionalmente, por resultados empíricos se conoce que, la estructura de aquellos pescantes fallaba constantemente a la flexión, excediendo el esfuerzo último del material de fabricación (A36) y provocando su fractura.

Además, el área de contacto que disponían con la borda de la embarcación era muy pequeña, por tal motivo, los esfuerzos de aquella sección se concentraban a tal punto de provocar una deformación plástica en el elemento. En lo que respecta al costo, este tipo de pescantes principales manejan un valor más accesible dentro del mercado. Sin embargo, esto repercutía de manera directa en el aumento del costo de mantenimiento de la embarcación, debido a la reducción de su vida útil, por las razones antes mencionadas; así mismo, influía en la incapacidad de pesca, ya que generaban un impacto negativo en los ingresos de la empresa cliente.

4.1 Conclusiones

El diseño presentado para la construcción del pescante principal es aceptable para el uso mencionado por parte de la empresa cliente, ya que, mediante el análisis respectivo de su estructura, se encontró que los esfuerzos producidos en el mismo no exceden el límite a la fluencia del material de fabricación, garantizando la capacidad de carga de 80 toneladas con un factor de seguridad igual a 1.8. Además, se pudo constatar que, el aumentar la superficie de contacto en el apoyo del pescante, específicamente en la sección con mayor probabilidad de falla, se consigue una reducción considerable de la concentración inicial de esfuerzos y por ende una mayor resistencia a la deformación plástica y posterior fractura del pescante. Por lo tanto:

- La metodología de diseño empleada para la sustitución del sistema de pesca actual (pescante móvil) desarrollado de la forma tradicional (tipo "T"), permitió corregir falencias en la resistencia de la estructura, a través del uso y análisis de elementos finitos en software CAD Inventor Nastran, cumpliendo así con los requerimientos propuestos por el cliente y posibilitando una mayor durabilidad de la estructura en contraste con anteriores versiones del diseño tradicional.
- El cambio geométrico en la base del carro guía del winche resulta necesaria para que se pueda ajustar el ángulo de salida a 90° , de modo que, el sistema de maniobra por pescante principal funcione en las condiciones adecuadas, según lo indicado por la empresa cliente.
- La inversión aproximada es de \$13020 y se concluye a través de los indicadores de viabilidad económica, que su realización por parte de la empresa

cliente representa un alto beneficio de inversión, ya que la tasa interna de retorno calculada supera la tasa de descuento y el valor actual neto resulta positivo, por ende, no existe riesgo de pérdidas. Además, se puede inferir en un aumento de volumen de ventas debido al empleo del presente sistema de maniobra. adicionalmente, se calculó el beneficio-costo resultante, el cual consigue ser ampliamente lucrativo debido a los altos ingresos que maneja la empresa. Finalmente, para el análisis de costos se calculó el Beneficio Anual Uniforme Equivalente (BAUE), dónde el total de ingresos anuales para períodos equivalentes es aproximadamente \$209952 y como se evaluó beneficios, se entiende que mientras mayor sea este resultado, más atractiva será la propuesta. Por lo tanto, se pudo determinar la factibilidad económica del proyecto a partir de los indicadores y las consideraciones expuestos en la tabla 3.21.

4.2 Recomendaciones

- Se recomienda que el trabajo de soldadura sea realizado por personas calificadas que cumplan con los procedimientos WPS, PQR, WPQR; de modo que, se puede asegurar la creación efectiva de las uniones soldadas.
- Se recomienda realizar un mantenimiento anual del pescante para garantizar el cuidado del sistema y conservar la durabilidad de su uso.
- Se recomienda que la persona responsable de operar el pescante durante la actividad pesquera mantenga precaución y conste del equipamiento necesario al momento de ubicarse cerca del espejo, debido a las altas tensiones que soporta la jareta.

BIBLIOGRAFÍA

- ANSI-AWS-D1.1.-2000.pdf*. (2000). Recuperado 20 de enero de 2022, de <https://www.soldaceros.com.pe/wp-content/uploads/2015/09/ANSI-AWS-D1.1.-2000.pdf>
- Avilés Arciniegas, M. A. (2010). *Montaje y Equipamiento de Un Barco Sardinero Refrigerado de 39 m de Eslora*.
- Blanes, V. (2014). *Estudio de Mecanismo de Elevación para el Izado de Embarcaciones en un Puerto de Pequeño Porte*. Facultad de Náutica de Barcelona.
- Budynas, R. G., & Nisbett, J. K. (s. f.). *Diseño en Ingeniería Mecánica de Shigley*. (Novena).
- Carrillo, E. (2021). *Se realizó la primera sesión para la fijación salarial para el 2022 – Ministerio del Trabajo*. <https://www.trabajo.gob.ec/se-realizo-la-primera-sesion-para-la-fijacion-salarial-para-el-2022/>
- Castro, R. (2019). Descripciones de las Embarcaciones Pesqueras de La Costa Ecuatoriana. *Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca*, 8.
- Economic Viability—An overview | ScienceDirect Topics*. (s. f.). Recuperado 16 de enero de 2022, de <https://www.sciencedirect.com/topics/earth-and-planetary-sciences/economic-viability>
- ESPOL, M. P. (2016). *Estudios Industriales Orientación Estratégica para la Toma de Decisiones*. 36.
- FAO. (1984). *Definición y Clasificación de las Embarcaciones Pesqueras*.
- Funcionamiento de los pescantes para embarcaciones. (2018, octubre 3). *Fondear.blog*. <https://fondear.wordpress.com/2018/10/03/pescantes-nauticos-para->

embarcaciones/

ISO 8503-1-2012-02.pdf. (2012). Recuperado 20 de enero de 2022, de <http://www.iso-iran.ir/standards/iso/ISO%208503-1-2012-02.pdf>

Limay Valderrama, L. S. (2021). *Diseño de un Pescante de SPEEDBOAT de 800 kg, aplicando las normas internacionales americanas de construcción de acero, para la embarcación pesquera Huacho 5*. Universidad Nacional del Santa.

LLC, The Crosby Gorup. (2013). *Advertencia e Información sobre Uso y Mantenimiento de Pastecas*. LLC, The Crosby Gorup.

Mutton, B. (1983). *Mecanismos de Halar para Embarcaciones Pesqueras Pequeñas*. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.

Norton, R. L. (2011). *Diseño de Máquinas* (4ta Edición).

Prat Urreiztieta, J. F. (2012). *Pescante de Cerco para Barco de Pesca*.

Raise the Bar: The Absolute Best Boat Davit Systems | BetterBoat Boating Blog. (2019, septiembre 26). <https://betterboat.com/boating/davit-systems/>

Ramachandran, R., Roopith, K., R., Saran, R., & Saran, V. (2011). *Lifeboat Launching Gravity Davit*.

Rodríguez Martínez, R. M. (2019). *El Buque Pesquero de Litoral. La Construcción Naval en Almería. Nuevas Tecnologías*. Dialnet.

Tasa de inflación en Ecuador 2020. (2021). Statista. Recuperado 16 de enero de 2022, de <https://es.statista.com/estadisticas/1190037/tasa-de-inflacion-ecuador/>

Valero Palmero, M. J. (1972). *Artes y Sistema de Pesca del Mar Menor*.

APÉNDICES

APÉNDICE A

Diseño del Pescante Principal

Pescante Principal

Al ser el brazo del pescante en conjunto con el espejo los elementos principales del sistema diseñado, sus resultados influyen de manera directa en el resto de las partes que conforman el sistema. Por tal motivo, se consideró a estos como los primeros componentes a diseñar.

Cálculo de Reacciones del Pescante Principal

Para conocer todas las fuerzas que actúan sobre el pescante se procedió a realizar un análisis estático, mediante el cual fue posible determinar las reacciones generadas en el mismo.

Cálculo de Condiciones Iniciales del Diseño del Pescante:

Condiciones Iniciales:

$$F_{carga} = 80 \text{ ton} = 72574.779 \text{ kg}$$

$$\theta_{carga} = 25^\circ$$

$$\theta_{pescante} = 90^\circ$$

$$W_{pescante} = 391 \text{ kg} * 9.807 = 3834.4 \text{ N}$$

Considerando lo antes mencionado, se obtiene lo siguiente:

$$F_x = F_{carga} * \text{sen}(\theta_{carga}) * g = 300783.95 \text{ N}$$

$$F_y = F_{carga} * \text{cos}(\theta_{carga}) * g = 645033.26 \text{ N}$$

$$M = F_x * 0.43 \text{ m} - F_y * 0.098 \text{ m} = 34251.25 \text{ Nm}$$

Considerando que fue necesario realizar un traslado de fuerzas para poder analizar el elemento correspondiente al brazo del pescante, se obtiene lo siguiente:

Componente	Valor
F_x	300783.95 [N]
F_y	645033.26 [N]
M	34251.252 [N.m]

De dónde se consiguen las siguientes expresiones, que permitieron determinar el valor de las reacciones señaladas en la figura 2-10:

$$A_y: A_y - F_y - W = 0$$

$$B_x: B_x * 0.754 - W * 0.190 - F_y * 0.573 - F_x * 1.705 + M = 0$$

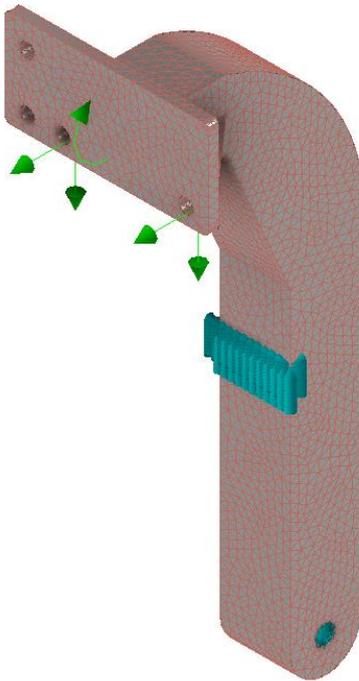
$$A_x: A_x - B_x + F_x = 0$$

De dónde se obtuvieron los siguientes valores:

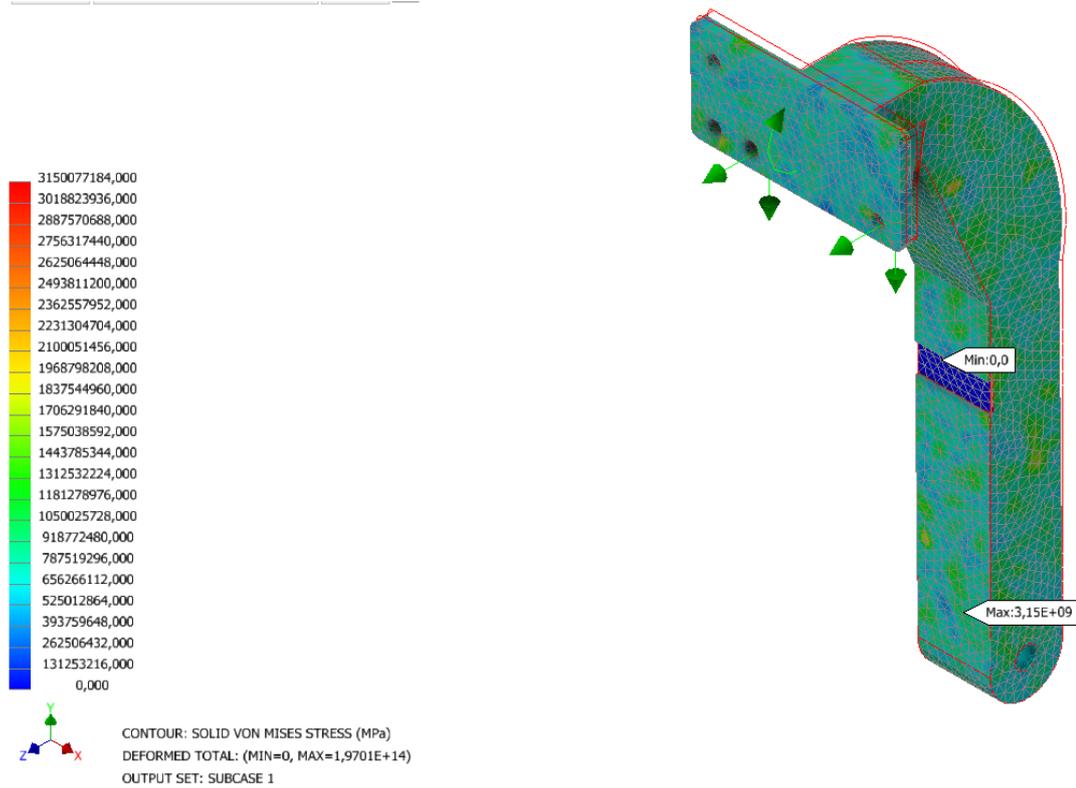
Punto de Análisis	Valor [kN]
A_x	648.87
A_y	1125.88
B_x	825.10

Simulación de Esfuerzos del Pescante Principal

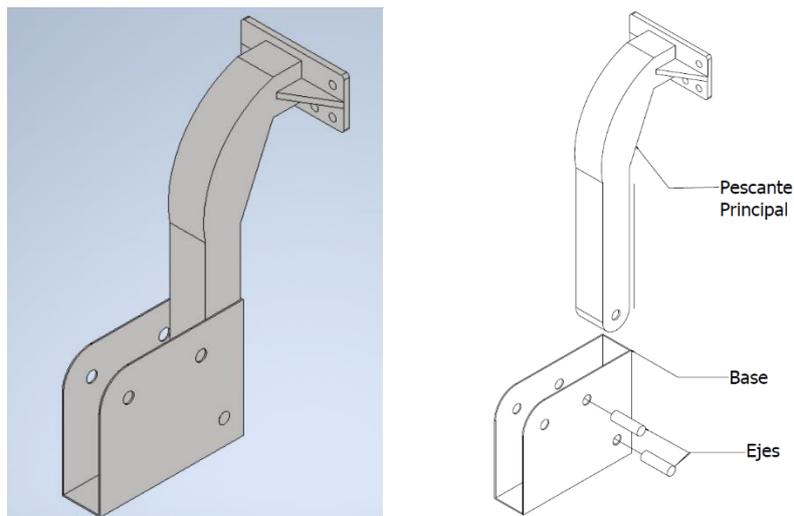
Una vez obtenido el diseño de forma respectivo, se empleó el uso de elementos finitos para determinar el valor de esfuerzos producidos en la estructura, específicamente del brazo y el espejo, en el cual se indican las restricciones a las cuales estará sometido el pescante, así como también las fuerzas y momentos que surgen a partir de la aplicación de la carga crítica, es decir 80 ton.



Con el mallado del pescante realizado, las restricciones y cargas aplicadas en Inventor Nastran se procedió a ejecutar la simulación, siendo el esfuerzo de Von Mises el de principal interés.



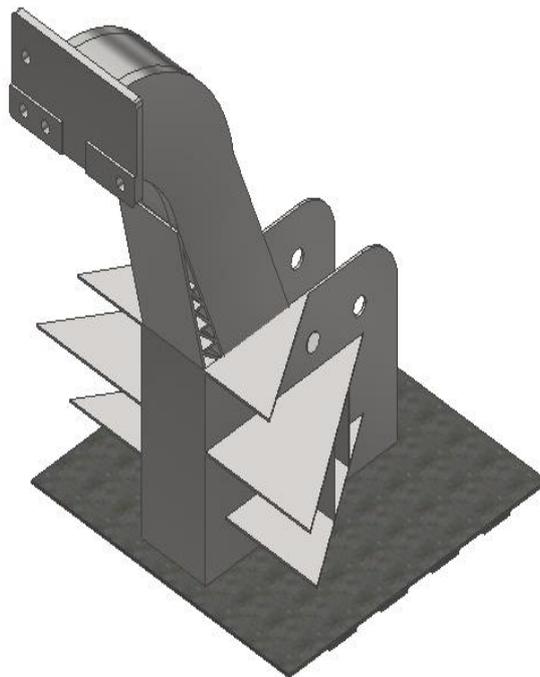
Como se puede apreciar en la figura anterior los esfuerzos provocados en el pescante son muy elevados. Esto se debe a la disposición del pescante (totalmente recta) y a la reducida área de contacto en la que se apoya el mismo. Por tal motivo, se decidió realizar un rediseño del sistema de pescante principal.



En la figura anterior, se puede apreciar el diseño inicial que era manejado para el análisis.

Rediseño del Sistema de Pescante Principal

El nuevo pescante principal debe reducir los esfuerzos producidos en el apoyo del pescante, por tal motivo, se debe procurar que el área de apoyo sea mayor y de esta manera, los esfuerzos pudiesen distribuirse mejor, sin embargo, no solo basta con someter el pescante a cierta inclinación, sino también, cambiar las dimensiones del cuerpo para que se pueda mantener la altura de los agujeros del espejo con la borda, permitiendo de esta manera que el winche trabaje a 90° con el pescante y a su vez el espejo del pescante se encuentre totalmente paralelo a estribor.



APÉNDICE B

Catálogos Utilizados

Propiedades Estructurales del Acero (DIPAC)

Calidad Estructural

Norma	Composición Química							Propiedades Mecánicas				
	% C	%MN	%P	%S	%SI	%CU	OTROS	Fluencia (Mpa)	Esfuerzo Máximo (Mpa)	Alarga- miento %	Doblado 180°	Norma Equivalente
ASTM A-588M Grado A	0,19 max	0,8 1,25	0,04 max	0,05 max	0,3 0,6	0,25 0,40	Ni 0,15-0,35 Cr 0,40-0,65 V 0,02-0,10	345 min	485 min	18 min		
ASTM A-283 Grado C	0,12 0,18	0,3 0,6	0,025 max	0,03 max	0,04 max	0,2 max		205 min	380 516 max	25 min	0=1,5e	SAE 1015
JIS G-3101 5541 M	0,17 0,23	0,3 0,6	0,025 max	0,025 max	0,04 max	0,25 max		250 min	400 min 550 max	21 min		SAE 1020 ASTM A-36 ASTM A-570 GRADO 36
A 36	0,25 0,29	0,80 1,2	0,04 max	0,05 max	0,4 max	0,20 max		250 min	400 min 550 max	20 min		
A570-GR50	0,25	1,35 max	0,035 max	0,04 max				340 min	450 min 550 max	17 min	1-1/2e	

Propiedades de Planchas Laminadas en Caliente



Denominación	Dimensiones		Peso		Área
	A	e	kg/m	kg/6m	cm2
PLT 12X3	12	3	0,28	1,70	0,36
PLT 12X4	12	4	0,38	2,45	0,48
PLT 12X6	12	6	0,57	3,40	0,72
PLT 19X3	19	3	0,45	2,68	0,57
PLT 19X4	19	4	0,60	3,58	0,76
PLT 19X6	19	6	0,89	5,37	1,15
PLT 25X3	25	3	0,59	3,53	0,75
PLT 25X4	25	4	0,79	4,71	1,00
PLT 25X3	25	6	1,18	7,07	1,50
PLT 25X12	30	3	0,71	4,24	0,90
PLT 30X4	30	4	0,94	5,65	1,20
PLT 30X6	30	6	1,41	8,47	1,80
PLT 30X9	30	9	2,12	12,71	2,70
PLT 30X12	30	12	2,83	16,95	3,60
PLT 38X3	38	3	0,89	5,37	1,15
PLT 38X4	38	4	1,19	7,16	1,52
PLT 38X6	38	6	1,79	11,40	2,28
PLT 38X9	38	9	2,69	16,11	3,42
PLT 38X12	38	12	3,58	21,48	4,56
PLT 50X3	50	3	1,18	7,08	1,50
PLT 50X4	50	4	1,58	9,42	2,00
PLT 50X6	50	6	2,26	14,16	3,00
PLT 50X9	50	9	3,53	21,20	4,50
PLT 50X12	50	12	4,71	28,26	6,00
PLT 65X6	65	6	3,06	18,37	3,90
PLT 65X9	65	9	4,59	27,55	5,85
PLT 65X12	65	12	6,12	36,73	7,80
PLT 75X6	75	6	3,53	21,20	4,50
PLT 75X9	75	9	5,30	31,80	6,75
PLT 75X8	75	8	7,07	28,26	9,00
PLT 75X12	75	12	7,07	42,39	9,00
PLT 100X6	100	6	4,71	28,26	6,00
PLT 100X8	100	8	7,07	37,68	9,00
PLT 100X9	100	9	7,07	43,00	9,00
PLT 100X12	100	12	9,42	58,00	12,00
PLT 120X12	120	12	67,82	67,82	14,40
PLT 150X15	150	15	105,88	105,88	22,50
PLT 150X20	150	20	145,44	145,00	30,00

PLANCHAS LAMINADAS AL CALIENTE

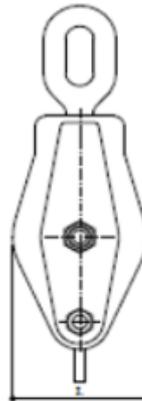
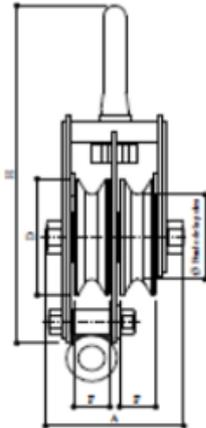
Especificaciones Generales:

Norma:	NTE INEN 115
Espesores:	ASTM A36 - SAE J 403 1008
Espesores:	2mm a 12mm
Rollos:	Ancho 1000, 1220, 1500mm
Planchas:	4 x 8 pies y medidas especiales
Acabado:	Acero Negro

Selección de Modelo de Pastecas (J&L Carral)

PASTECAS DE LANTEON ARRAIGADO DOBLE

Serie: LAD-A



*Pasteca montada sobre rodamientos.

*Polea maciza.



Para pedidos, especificar:

- Denominación
- Serie
- Tamaño
- Tipo de suspensión

Ejemplo: Pasteca de Lanteón LAD-A 40 CA

TIPOS DE SUSPENSIÓN GIRATORIA

CA	Cancamo Alargado
CC	Cancamo Circular
H	Horquilla
G	Gancho

Tamaño	Tracción Cable TN.	Carga Suspensión TN.	Dimensiones						
			D (Ø de la polea)	Ø Fondo de la polea	Ø Máximo recomendado de cable	A	H	L	P
10	1	5	130	96	12	180	372	135	56
20	2	10	170	130	16	214	487	179	58
30	3	15	233	170	20	256	617	240	69
40	5	25	280	230	26	297	774	285	80
50	8	40	360	306	32	356	920	365	81

APÉNDICE C

Cálculos Realizados

Cálculo de Condiciones Iniciales del Diseño Final del Pescante

Condiciones Iniciales:

$$F_{carga} = 80 \text{ ton} = 72574.779 \text{ kg}$$

$$\theta_{carga} = 25^\circ$$

$$\theta_{pescante} = 23.28^\circ$$

$$W_{pescante} = 391 \text{ kg} * 9.807 = 3834.4 \text{ N}$$

Considerando lo antes mencionado, se obtiene lo siguiente:

$$F_x = F_{carga} * \text{sen}(\theta_{carga}) * g = 300783.95 \text{ N}$$

$$F_y = F_{carga} * \text{cos}(\theta_{carga}) * g = 645033.26 \text{ N}$$

$$M = F_x * 0.43 \text{ m} - F_y * 0.098 \text{ m} = 65898.078 \text{ Nm}$$

Cálculo de Consumo para el Sistema de Pinturas

ESPESOR CAPA SECA	
Zinc Clad II Ethyl Silicate Inorganic Zinc Rich (B69V3/B69D11):	50 μm
Macropoxy 646 FC Fast Cure (Línea B58/B58V600):	125 μm
Esmalte Poliuretano Industrial (Línea B65K):	50 μm

Espesor de Capa Húmeda:

$$wft = \frac{dft}{SV\%} \times 100$$

Dónde:

dft : Espesor de capa seca [μm]

wft : Espesor de capa húmeda [μm]

$SV\%$: Sólido por volumen [μm]

- Zinc Clad II Ethyl Silicate Inorganic Zinc Rich (B69V3/B69D11):

$$wft = \frac{50}{62} * 100$$

$$wft = 80.645 \mu m$$

- Macropoxy 646 FC Fast Cure (Línea B58/B58V600):

$$wft = \frac{125}{72} * 100$$

$$wft = 173.611 \mu m$$

- Esmalte Poliuretano Industrial (Línea B65K):

$$wft = \frac{50}{41} * 100$$

$$wft = 121.951 \mu m$$

Cantidad de Galones Por Utilizar (Rendimiento Teórico):

$$R_T = \frac{10 \cdot SV\%}{dft}$$

- Zinc Clad II Ethyl Silicate Inorganic Zinc Rich (B69V3/B69D11):

$$R_T = \frac{10 \cdot 62}{50}$$

$$R_T = 12.4 m^2/lt$$

- Macropoxy 646 FC Fast Cure (Línea B58/B58V600):

$$R_T = \frac{10 \cdot 72}{125}$$

$$R_T = 5.76 \text{ m}^2/\text{lt}$$

- Esmalte Poliuretano Industrial (Línea B65K):

$$R_T = \frac{10 \cdot 41}{50}$$

$$R_T = 8.2 \text{ m}^2/\text{lt}$$

El área total de pintura abarca la superficie comprendida por la base del pescante, la estructura principal (brazo), el eje y la plancha inferior, dichos datos se obtienen a partir de las propiedades del modelo 3D realizado en Autodesk Inventor.

Área Base	11.81 m ²
Área Estructura Principal	10.26 m ²
Área Eje	0.12 m ²
Área plancha	4.77 m ²
TOTAL	26.96 m²

Consumo Teórico:

$$C_T = \frac{A_T}{R_T}$$

- Zinc Clad II Ethyl Silicate Inorganic Zinc Rich (B69V3/B69D11):

$$C_T = \frac{26.96}{12.4}$$

$$C_T = 2.17 \text{ litros} = 0.57 \approx 1 \text{ galón}$$

- Macropoxy 646 FC Fast Cure (Línea B58/B58V600):

$$C_T = \frac{26.96}{5.76}$$

$$C_T = 4.68 \text{ litros} = 1.28 \approx 2 \text{ galones}$$

- Esmalte Poliuretano Industrial (Línea B65K):

$$C_T = \frac{26.96}{8.2}$$

$$C_T = 3.29 \text{ litros} = 0.87 \approx 1 \text{ galón}$$

APÉNDICE D

Normas Técnicas

Soldadura:



Tabla 7.6
Tolerancia de contraflecha para vigas comunes sin cartela de concreto diseñada (ver 7.22.4)

Tolerancia de contraflecha (en pulgadas)					
a/S	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5
Vano					
≥ 100 ft	1/4	1/2	5/8	3/4	3/4
< 100 ft	1/8	1/4	5/16	3/8	3/8
Tolerancia de contraflecha (en milímetros)					
a/S	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5
Vano					
≥ 30 m	7	13	17	19	20
< 30 m	4	6	8	10	10

Tabla 7.7
Tamaños mínimos de soldaduras en filete (ver 7.13)

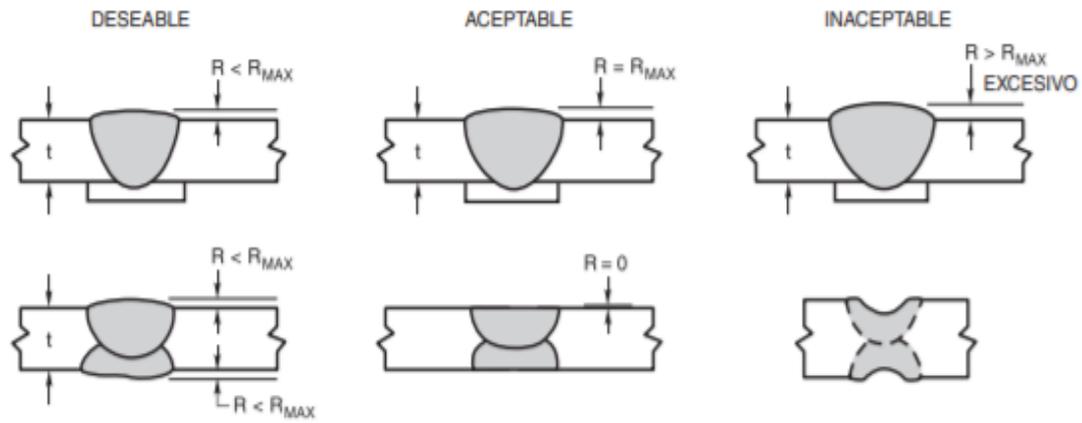
Espesor del metal base (T) ^a		Tamaño mínimo de soldadura en filete ^b	
pulg.	mm	pulg.	mm
T ≤ 1/4	T ≤ 6	1/8 ^c	3 ^c
1/4 < T ≤ 1/2	6 < T ≤ 12	3/16	5
1/2 < T ≤ 3/4	12 < T ≤ 20	1/4	6
3/4 < T	4	5/16	8

^a En el caso de los procesos que no son de bajo hidrógeno y no tienen precalentamiento calculado de conformidad con 8.4, T es igual al espesor de la parte más gruesa unida; se deben utilizar soldaduras de pasada única.

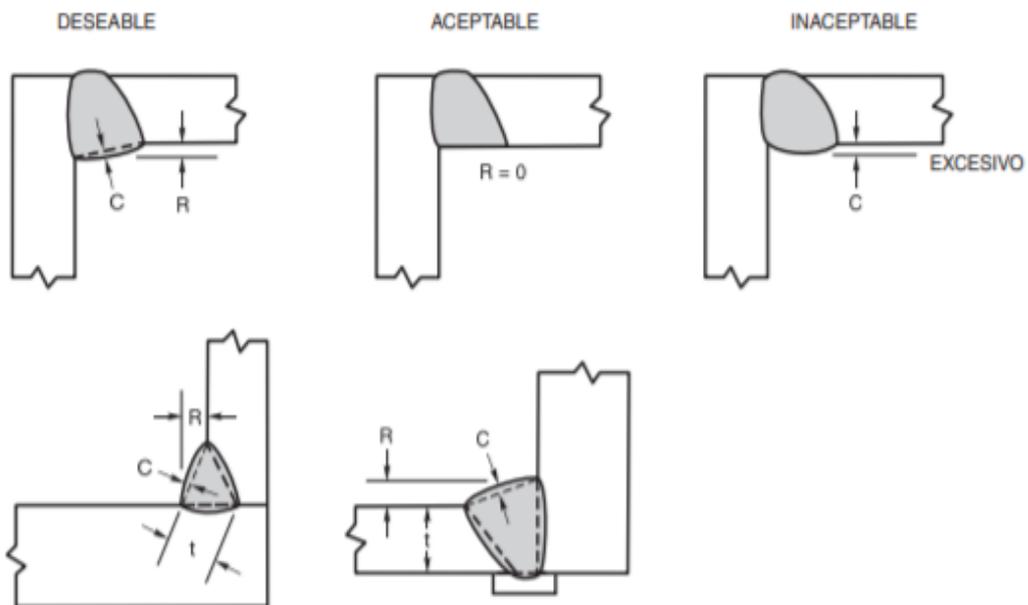
Tanto en los procesos de bajo hidrógeno como en los que no lo son y están establecidos para evitar el agrietamiento de conformidad con 8.4, T es igual al espesor de la parte unida más delgada; no se aplica el requisito de pasada única.

^b Excepto que no es necesario que el tamaño de la soldadura supere el espesor de la parte más delgada unida.

^c El tamaño mínimo para las estructuras cargadas cíclicamente debe ser de 3/16 pulg. [5 mm].



(A) PERFILES DE SOLDADURA PARA JUNTAS A TOPE



(B) PERFILES DE SOLDADURA EN RANURA DENTRO DE JUNTAS EN ESQUINA

Figura 7.4—Requisitos para los perfiles de soldadura (ver Tablas 7.8 y 7.9)

4.2.2 Structures buried in soil

Corrosion in soil is dependent on the mineral content of the soil and the nature of these minerals, and on the organic matter present, the water content and the oxygen content. The corrosivity of soil is strongly influenced by the degree of aeration. The oxygen content will vary and corrosion cells may be formed. Where major steel structures such as pipelines, tunnels, tank installations, etc., pass through different types of soil, soils with differing oxygen contents, soils with differing ground water levels, etc., increased local corrosion (pitting) may occur due to formation of corrosion cells.

For further details, see EN 12501-1.

Different types of soil and differences in soil parameters are not considered as classification criteria in this part of ISO 12944.

4.3 Special cases

For the selection of a protective paint system, special stresses to which a structure is subjected and special situations in which a structure is located shall also be taken into account. Both the design as well as the use of the structure may lead to corrosion stresses not taken into consideration in the classification system given in clause 5. Examples of such special cases are given in annex B.

5 Classification of environments

5.1 Atmospheric-corrosivity categories

5.1.1 For the purposes of ISO 12944, atmospheric environments are classified into six atmospheric-corrosivity categories:

C1	very low
C2	low
C3	medium
C4	high
C5-I	very high (industrial)
C5-M	very high (marine)

5.1.2 To determine corrosivity categories, the exposure of standard specimens is strongly recommended. Table 1 defines the corrosivity categories in terms of the mass or thickness loss of such standard specimens made of low-carbon steel and/or zinc after the first year of exposure. For details of standard specimens and the treatment of the specimens prior to and after exposure, see ISO 9226. Extrapolation of the mass or thickness losses to one year from shorter exposure times, or back-extrapolation from longer times, will not give reliable results and is therefore not permitted. The mass or thickness losses obtained for steel and zinc specimens may sometimes give different categories. In such cases, the higher corrosivity category shall be taken.

If it is not possible to expose standard specimens in the actual environment of interest, the corrosivity category may be estimated by simply considering the examples of typical environments given in table 1. The examples listed are informative and may occasionally be misleading. Only the actual measurement of mass or thickness loss will give the correct classification.

NOTE — Corrosivity categories can also be estimated by considering the combined effect of the following environmental factors: yearly time of wetness, yearly mean concentration of sulfur dioxide and yearly mean deposition of chloride (see ISO 9223).

Table 1 — Atmospheric-corrosivity categories and examples of typical environments

Corrosivity category	Mass loss per unit surface/thickness loss (after first year of exposure)				Examples of typical environments in a temperate climate (informative only)	
	Low-carbon steel		Zinc		Exterior	Interior
Mass loss g/m ²	Thickness loss µm	Mass loss g/m ²	Thickness loss µm			
C1 very low	≤ 10	≤ 1,3	≤ 0,7	≤ 0,1	—	Heated buildings with clean atmospheres, e.g. offices, shops, schools, hotels.
C2 low	> 10 to 200	> 1,3 to 25	> 0,7 to 5	> 0,1 to 0,7	Atmospheres with low level of pollution. Mostly rural areas.	Unheated buildings where condensation may occur, e.g. depots, sports halls.
C3 medium	> 200 to 400	> 25 to 50	> 5 to 15	> 0,7 to 2,1	Urban and industrial atmospheres, moderate sulfur dioxide pollution. Coastal areas with low salinity.	Production rooms with high humidity and some air pollution, e.g. food-processing plants, laundries, breweries, dairies.
C4 high	> 400 to 650	> 50 to 80	> 15 to 30	> 2,1 to 4,2	Industrial areas and coastal areas with moderate salinity.	Chemical plants, swimming pools, coastal ship- and boatyards.
C5-I very high (industrial)	> 650 to 1 500	> 80 to 200	> 30 to 60	> 4,2 to 8,4	Industrial areas with high humidity and aggressive atmosphere.	Buildings or areas with almost permanent condensation and with high pollution.
C5-M very high (marine)	> 650 to 1 500	> 80 to 200	> 30 to 60	> 4,2 to 8,4	Coastal and offshore areas with high salinity.	Buildings or areas with almost permanent condensation and with high pollution.
NOTES						
1 The loss values used for the corrosivity categories are identical to those given in ISO 9223.						
2 In coastal areas in hot, humid zones, the mass or thickness losses can exceed the limits of category C5-M. Special precautions must therefore be taken when selecting protective paint systems for structures in such areas.						

5.2 Categories for water and soil

For structures immersed in water or buried in soil, corrosion is normally local in nature and corrosivity categories are difficult to define. However, for the purpose of this International Standard, various environments can be described. In table 2, three different environments are given together with their designations. See 4.2 for more detail.

NOTE — In many such situations, cathodic protection is involved and this should be borne in mind.

Table 2 — Categories for water and soil

Category	Environment	Examples of environments and structures
Im1	Fresh water	River installations, hydro-electric power plants
Im2	Sea or brackish water	Harbour areas with structures like sluice gates, locks, jetties; offshore structures
Im3	Soil	Buried tanks, steel piles, steel pipes

INTERNATIONAL
STANDARD

ISO
8503-1

Second edition
2012-02-15

**Preparation of steel substrates before
application of paints and related
products — Surface roughness
characteristics of blast-cleaned steel
substrates —**

Part 1:
**Specifications and definitions for ISO
surface profile comparators for the
assessment of abrasive blast-cleaned
surfaces**

*Préparation des subjectiles d'acier avant application de peintures et
de produits assimilés — Caractéristiques de rugosité des subjectiles
d'acier décapés —*

*Partie 1: Spécifications et définitions des comparateurs viso-tactiles ISO
pour caractériser les surfaces décapées par projection d'abrasif*

3.10 maximum peak to valley height (by stylus), R_V : The largest single peak-to-valley height occurring within an individual sampling length l (3.9) when using a stylus instrument (see ISO 8503 4).

NOTE — R_V is defined in ISO 4257-1 as “the distance between the line of profile peaks and the lines of profile valleys within the sampling length”.

3.11 mean maximum peak-to-valley height (by stylus), R_{VS} : The arithmetic mean of the maximum peak-to-valley heights R_V (3.10) of five adjoining single sampling lengths l (3.9).

NOTE — R_{VS} is also sometimes known as R_z DIN or R_{tm} . In DIN 4768 Part 1, R_z is defined exactly as in the definition given above for R_{VS} .

3.12 grand mean maximum peak-to-valley height (by stylus), R_{VS} : The arithmetic mean of a number of determinations (not less than 10) of R_{VS} (3.11).

3.13 primary profile : The original surface profile prior to blast-cleaning.

3.14 secondary profile : The surface profile resulting from the effect of the blast-cleaning process on the primary profile (3.13).

3.15 hackles : Thin raised slivers of steel, still attached to the substrate, which are caused by the impact of abrasives on a steel surface during blast-cleaning and which sometimes protrude above the other peaks.

3.16 rogue peaks : Isolated peaks, substantially higher than the surrounding peaks, normally caused by the presence of over-sized abrasive in the abrasive mixture used during blast-cleaning with grit abrasives.

4 ISO surface profile comparators

ISO surface profile comparators shall be planar and shall have the dimensions given in the figure. The segments shall comply with the values given in table 1 when measured according to the methods described in ISO 8503-3 or ISO 8503-4. The visual assessment (of the comparator) shall not be inferior to preparation grade Sa 2 1/2 of ISO 8501-1.

ISO surface profile comparators shall be manufactured by forming positive replicas from nickel or other corrosion-resistant metal using master coupons prepared from mild steel (for example, electro-forming has been found to give suitable products).

ISO surface profile comparators shall be marked :

“Reference comparator G to ISO 8503-1” for comparators representing profiles after blast-cleaning with grit abrasives.

“Reference comparator S to ISO 8503-1” for comparators representing profiles after blast-cleaning with shot abrasives.

Table 1 — Nominal values and tolerances for the surface profiles of the segments of ISO surface profile comparators

a) Comparators for steel, blast-cleaned with grit abrasives

Segment	Nominal reading ¹⁾ µm	Tolerance µm
1	25	3
2	60	10
3	100	15
4	150	20

b) Comparators for steel, blast-cleaned with shot abrasives

Segment	Nominal reading ¹⁾ µm	Tolerance µm
1	25	3
2	40	5
3	70	10
4	100	15

1) When using the microscope method (see ISO 8503-3), the nominal reading refers to \bar{R}_V . When using the stylus method (see ISO 8503-4), the nominal reading refers to \bar{R}_{VS} .

Each comparator shall be accompanied by a calibration certificate stating the method for determining the surface profile, the estimated tolerance, and the calibrated surface profile, in micrometres, of each segment (see also clause 8).

NOTE — Other comparator designs and configurations may be used, provided that four segments are included which comply with the profiles and tolerances specified in this International Standard. Such a comparator, however, may not be identified as an “ISO-comparator”, but it may bear the inscription that it “complies with the profiles specified in ISO 8503-1”.

5 Ranges of the profile gradings

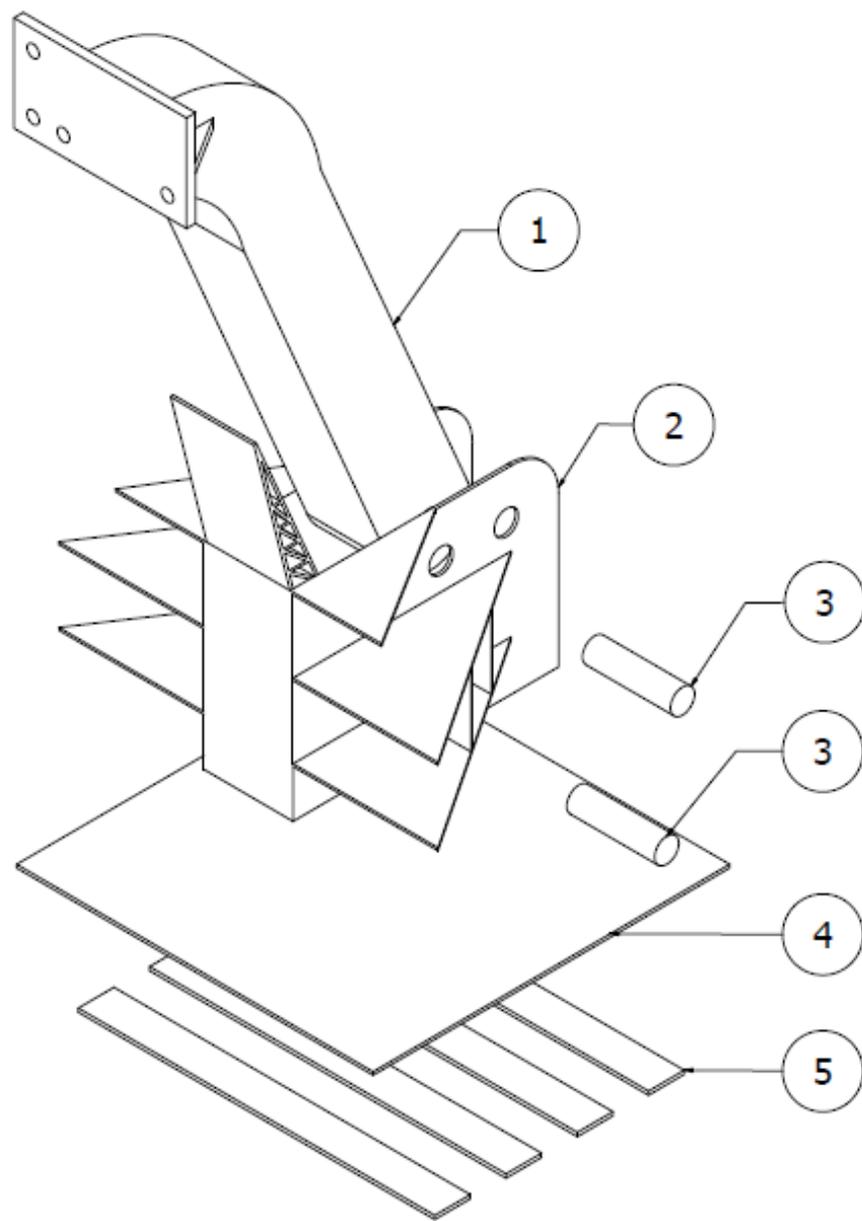
The ranges of the profile gradings “fine”, “medium” and “coarse” shall be as given in table 2.

Table 2 — Limits of profile grades

a) Comparators for steel, blast-cleaned with grit abrasives

Fine (G)	Profiles equal to segment 1 and up to but excluding segment 2
Medium (G)	Profiles equal to segment 2 and up to but excluding segment 3
Coarse (G)	Profiles equal to segment 3 and up to but excluding segment 4

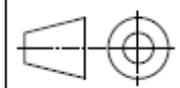
APÉNDICE E
Planos



PARTS LIST			
ITEM	QTY	PART NUMBER	MATERIAL
1	1	Pescante Principal	Acero ASTM A36
2	1	Base Pescante Principal	Acero ASTM A36
3	2	Eje	Acero AISI 4340
4	1	Plancha	Acero ASTM A36
5	1	Platinas	Acero ASTM A36

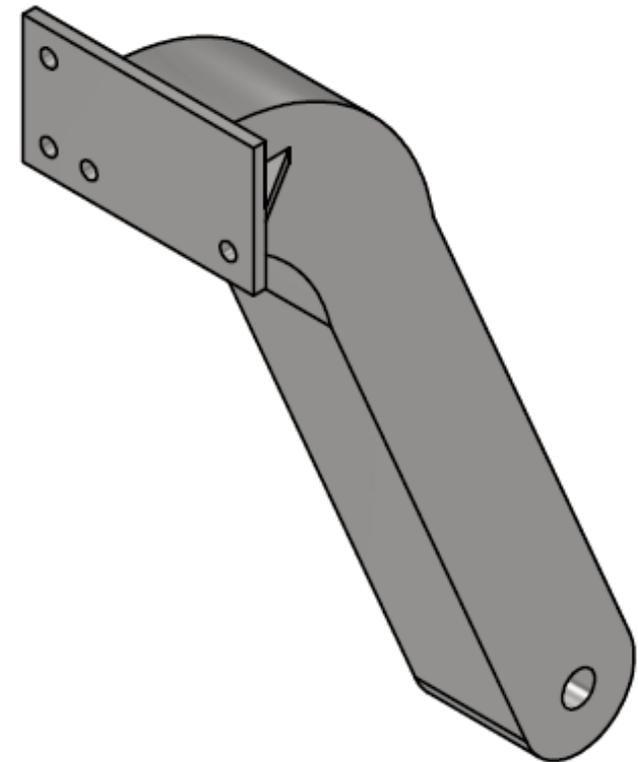
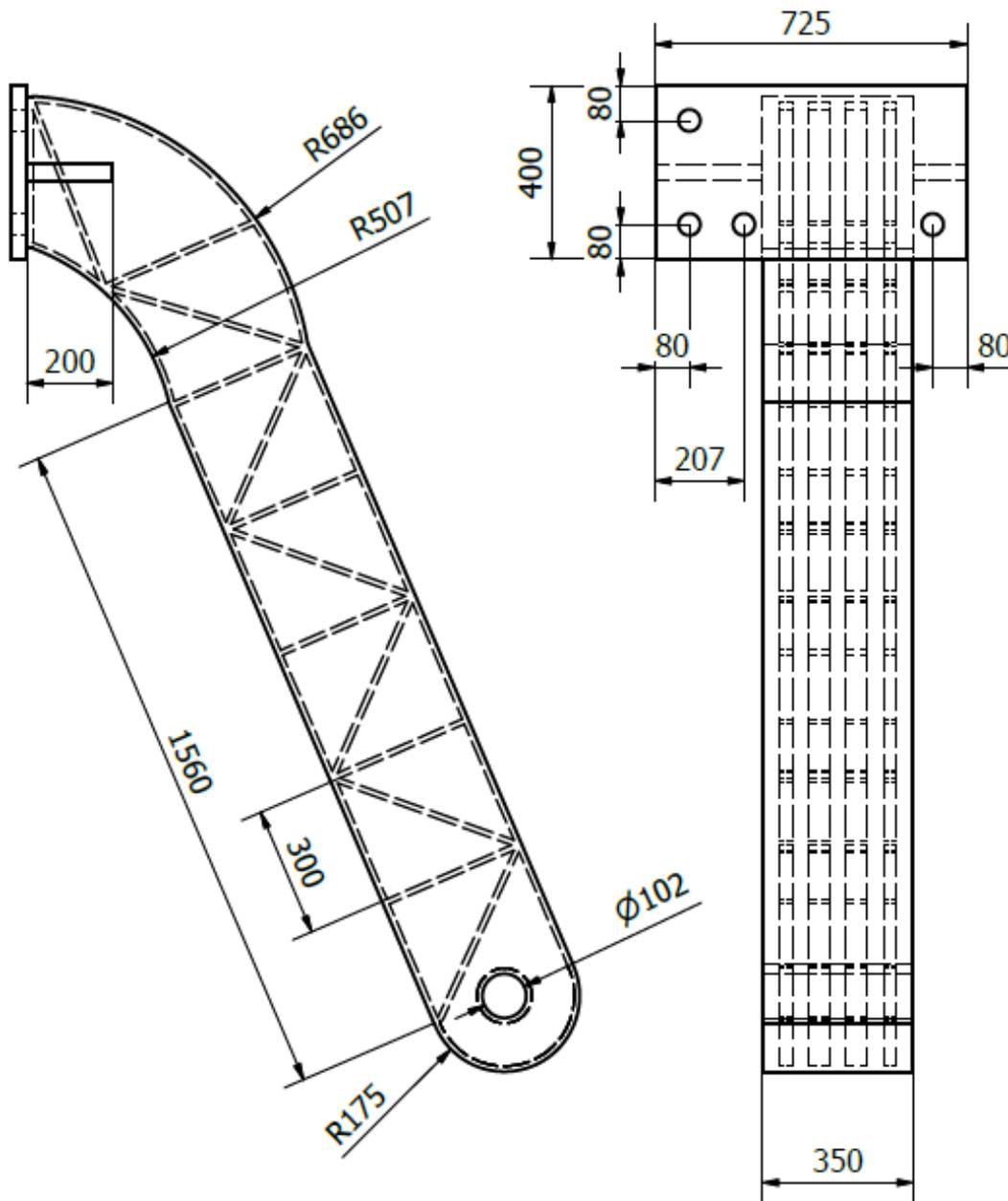
Elaborado por:	
Xavier Trujillo Flores	
Adriana Rodríguez Torres	
Revisado por:	
MSc. F Maldonado Galarza	
Fecha:	Enero 2022
Formato:	A3
Lámina:	1

Escuela Superior Politécnica del Litoral
 Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción



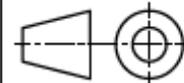
Explotado de Sistema de Pescante Principal

Unidad:
Milímetro
Escala:
1:10



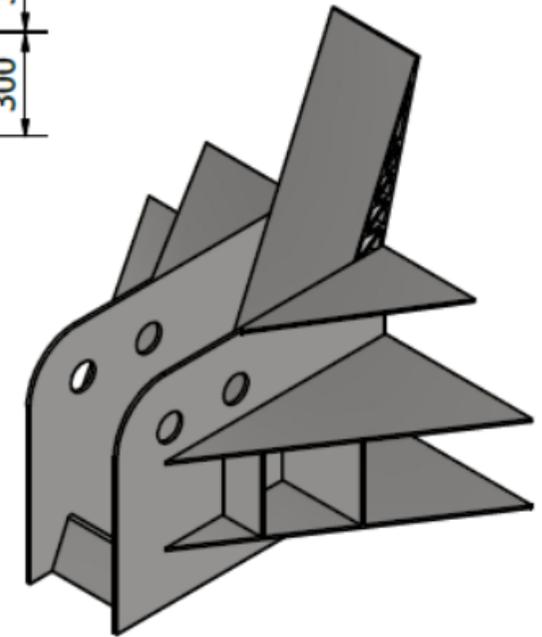
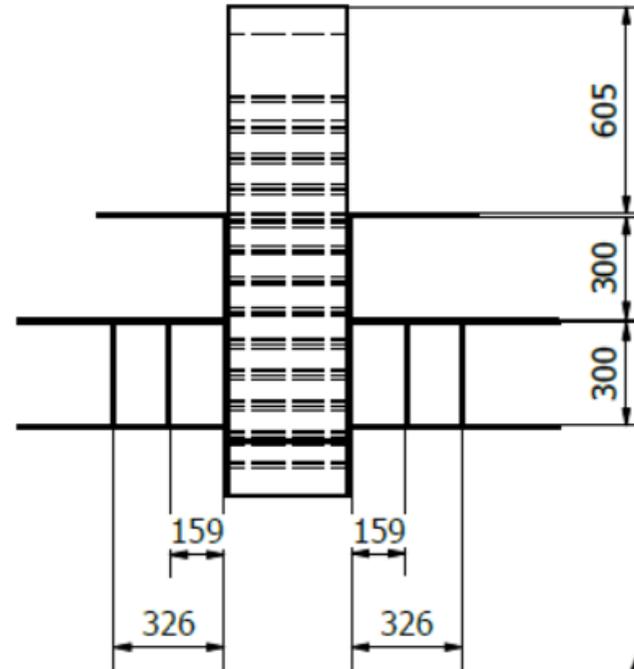
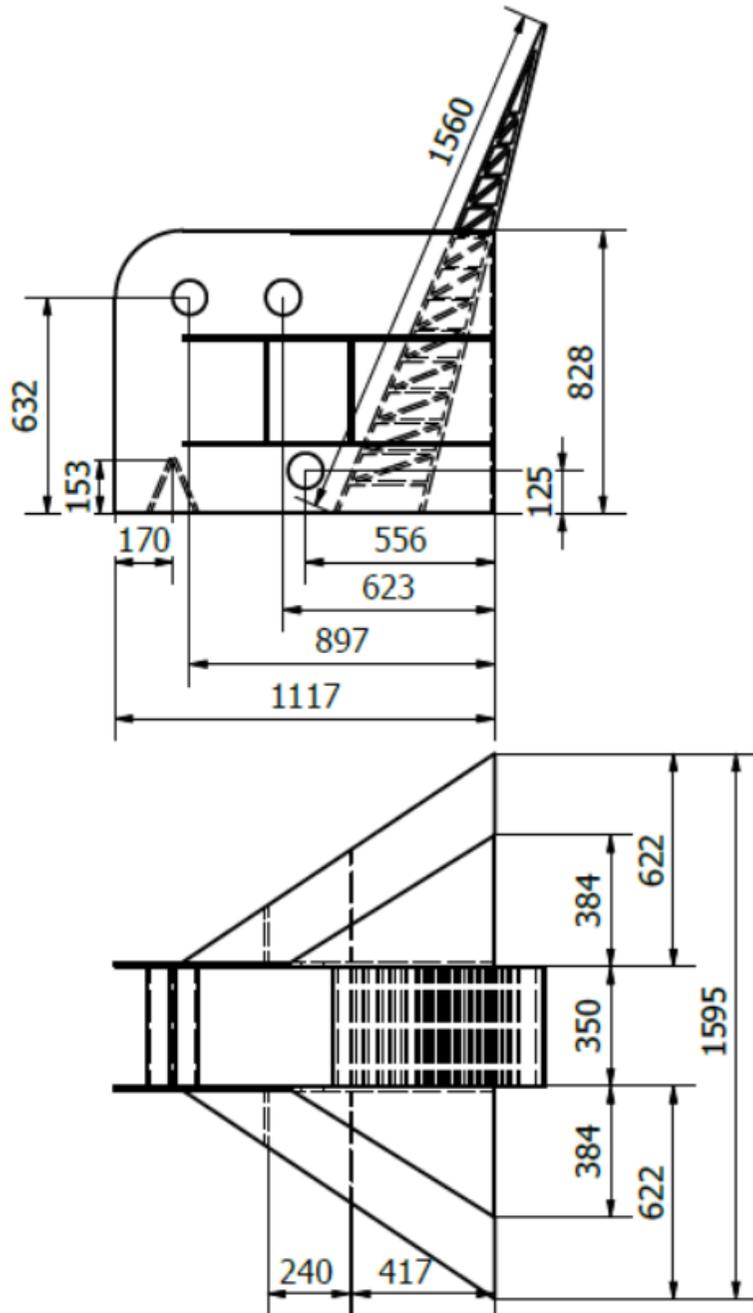
Elaborado por:	
Xavier Trujillo Flores	
Adriana Rodríguez Torres	
Revisado por:	
MSc. F Maldonado Galarza	
Fecha:	Enero 2022
Formato:	A4
Lámina:	2

Escuela Superior Politécnica del Litoral
 Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción



Pescante Principal

Unidad:
Milímetro
Escala:
1 : 15



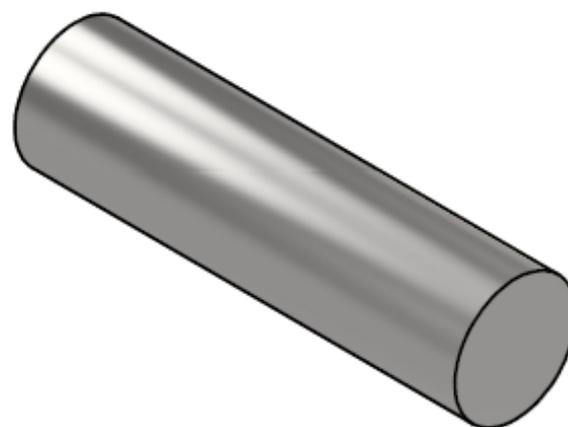
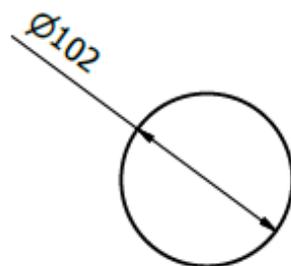
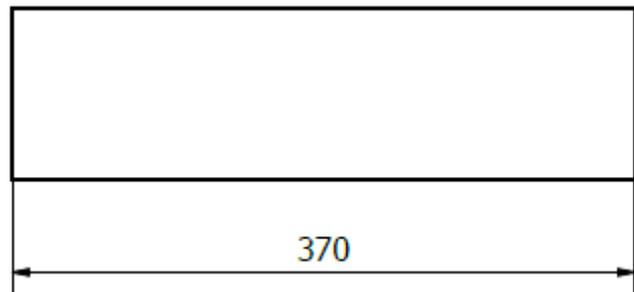
Elaborado por:	
Xavier Trujillo Flores	
Adriana Rodríguez Torres	
Revisado por:	
MSc. F Maldonado Galarza	
Fecha:	Enero 2022
Formato:	A4
Lámina:	3



Escuela Superior Politécnica del Litoral
 Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción

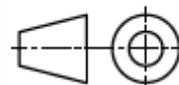
Base de Pescante Principal

Unidad:
 Milímetro
 Escala:
 1 : 20



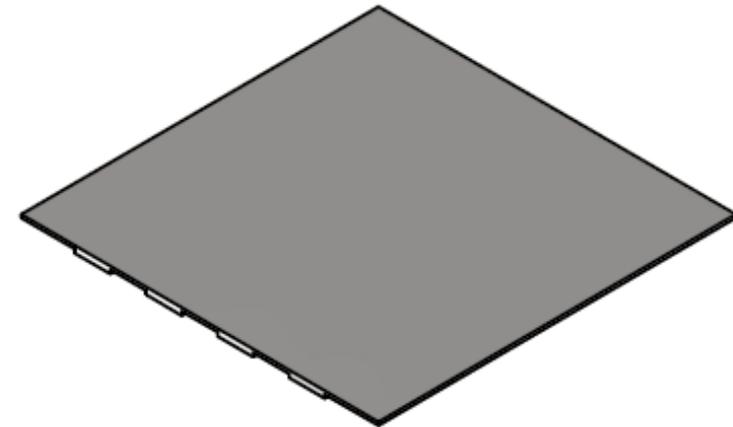
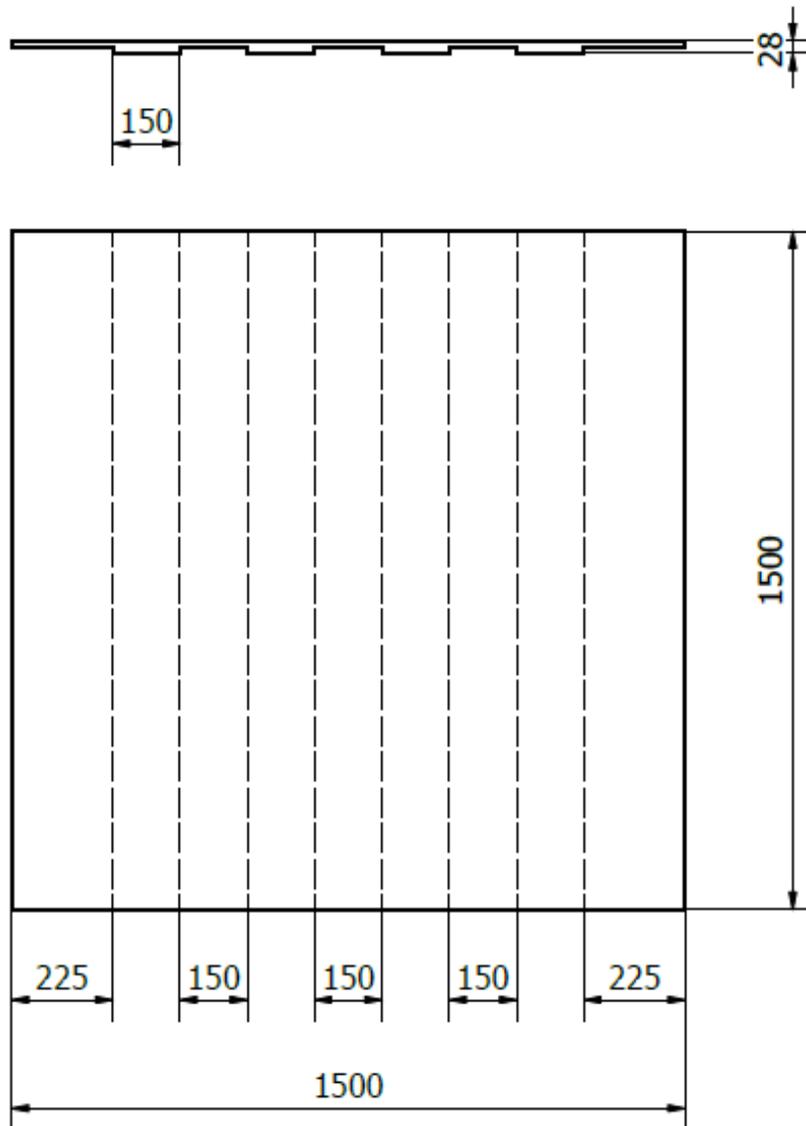
Elaborado por:	
Xavier Trujillo Flores	
Adriana Rodríguez Torres	
Revisado por:	
MSc. F Maldonado Galarza	
Fecha:	Enero 2022
Formato:	A4
Lámina:	4

Escuela Superior Politécnica del Litoral
 Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción



Eje de Pescante

Unidad:
Milímetro
Escala:
1 : 4



Elaborado por:		Escuela Superior Politécnica del Litoral Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción	Unidad:
Xavier Trujillo Flores			Milímetro
Adriana Rodríguez Torres			Escala:
Revisado por:			1 : 15
MSc. F Maldonado Galarza			
Fecha:	Enero 2022	Refuerzo Base de Pescante	
Formato:	A4		
Lámina:	5		