



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería Marítima, Ciencias Biológicas, Oceánicas y

Recursos Naturales

“DISEÑO PRELIMINAR DE UNA EMBARCACIÓN RECOLECTORA DE LECHUGUINES”

TESIS DE GRADO

Previa a la obtención del Título de:

INGENIERÍA NAVAL

Presentado por:

David Eduardo Aráuz Calle

Guayaquil – Ecuador

2015

AGRADECIMIENTO

Al Ing. Cristóbal Mariscal y al Ing. Bolívar Vaca,
por su valiosa colaboración, paciencia y apoyo en
esta Tesis.

Agradeciendo a todo los Profesores de la
FIMCBOR, especialmente al Ph. D. José Marín
López por sus grandes enseñanzas.

Al Ing. Chanabá por su gestión para la
culminación de este Proyecto de final de carrera.

A mis compañeros de clase, amigos con los que
tuve la dicha de compartir momentos inolvidables.

DEDICATORIA

Al Universo, a Dios y a mi abuela Illa (+).

A mis padres por darme amor y darme toda las herramientas necesarias para luchar en la vida, ejemplos de sacrificio responsabilidad, humildad y honestidad.

A mi amada esposa, por estar a mi lado en cada instante, por su apoyo invaluable, su paciencia, su amor y su cariño.

A mis niños Lu y Nuno, su alegría, mi motor.

A familiares, hermanos y amigos.

TRIBUNAL DE GRADUACIÓN

Ing. Alejandro Chanabá

Presidente del Tribunal

Ing. Cristóbal Mariscal

Director de Tesis

Ing. Bolívar Vaca

Miembro Principal

DECLARACIÓN EXPRESA

La responsabilidad por los hechos, ideas y doctrinas expuestos en esta tesis, corresponden exclusivamente a su autor, y el patrimonio intelectual de la Tesis de Grado corresponderá a la “ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL”.

David Eduardo. Aráuz Calle

RESUMEN

Este proyecto de tesis se desarrolla básicamente por la necesidad de excluir una amenaza que se reproduce rápidamente como lo es el lechuguín. Los lugares que se han ubicado en donde crece la mayoría del tiempo son el Río Guayas, Los embalses Poza Honda, La Esperanza y Daule Peripa que son los lugares tentativos para poner en práctica al diseño en mención.

Para poder combatir este problema se diseñó una embarcación tipo barcaza la cual tiene instalado un sistema para recolectar tanto en la proa, cubierta y popa, para que recolecte, transporte y desaloje el alga. Se seleccionó una malla metálica transportadora, de acero galvanizado para trabajo estándar, la que se divide en 3 partes sobre el área de la nave e impulsadas por un motor de 6 hp.

Siguiendo con la espiral de diseño y con el requerimiento del armador se generaron las formas de la embarcación, que gracias a una base de datos de naves del mismo tipo, y unas ecuaciones de regresión lineal se pudieron determinar las dimensiones principales que son 15 m de eslora, 5 m de manga y 1.45 m de puntal. Se analizaron las condiciones de carga extrema de la nave, que son ligera y cargada, y en donde se encontró que la nave necesitaba de tanques en la proa para mejorar el asiento, por lo que se colocaron 2 tanques de lastre en la proa.

Para estructurar a la embarcación se utilizaron las Reglas ABS (American Bureau Shipping), definiendo el espesor del forro de la nave en 7 mm en costado y fondo, y con perfiles tipo L.

Finalmente, se determinó que el proyecto es rentable, siendo financiado inicialmente por el banco, y habiendo cancelado la deuda en 15 años con una tasa del 17%. Se consideró una tasa interna de retorno del 20% y con un tiempo de amortización de 20 años.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN.....	VI
ÍNDICE GENERAL	VIII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XI
ÍNDICE DE TABLAS.....	XIV
INDICE DE ANEXOS	XVI
INTRODUCCIÓN	1
CAPITULO I.....	2
CONSIDERACIONES INICIALES	2
1.1. Descripción General del Lechuguín	2
1.2. Análisis del tipo de amenaza que representa.....	6
1.3. Presencia del Lechuguín en el Ecuador.....	7
1.4. Aprovechamiento del Lechuguín	11
1.5. Métodos de control usados en el Mundo.....	11
1.6. Condiciones Hidrográficas	14
CAPITULO II.	17
DISEÑO DEL SISTEMA DE RECOLECCIÓN	17
2.1. Necesidades	17
2.2. Antecedente del Sistema de Recolección	19

2.2.1.	Descripción de los tipos de Bandas Transportadoras.....	21
2.2.2.	Descripción de los tipos de Mallas Metálicas	25
2.2.3.	Elección del Tipo de Banda	26
2.3.	Diseño de la Malla Transportadora.....	27
CAPITULO III.....		30
DISEÑO CONCEPTUAL DE LA EMBARCACIÓN		30
3.1.	Requerimientos de Diseño.....	30
3.2.	Recorridos de Recolección	31
3.3.	Restricciones del Diseño	34
3.4.	Relaciones Empíricas de las dimensiones principales.....	34
3.5.	Dimensionamiento de la Embarcación.....	38
3.6.	Selección del Material	39
3.7.	Estimación de Pesos	41
3.7.1.	Cálculo de Centros de Gravedad Longitudinal y vertical	42
CAPITULO IV.....		45
DISEÑO PRELIMINAR DE LA EMBARCACIÓN		45
4.1	Concepción de las Líneas de Formas y Cálculos Hidrostáticos	45
4.2	Distribución General	53
4.3	Diseño Estructural	55
4.4	Selección del Sistema Propulsor	59

CAPITULO V.....	64
ANÁLISIS ECONÓMICO	64
5.1 Flujo de Caja	64
5.2 Cálculo de Costos Fijos y Operacionales	65
CONCLUSIONES	71
RECOMENDACIONES	74
ANEXOS	76
BIBLIOGRAFÍA	107

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura I.1 Lechuguín en todo su florecimiento en el Embalse de Chongón	5
Figura I.2 Orillas del Embalse Chongón.....	7
Figura I.3 Presencia del Alga en el embalse Poza Honda.....	8
Figura I.4 Presencia del Lechugín en el Río Guayas	9
Figura I.5 Determinación de cobertura vegetal.....	10
Figura I.6 Tractor recolectando.....	12
Figura I.7 Nave recolectora #1	12
Figura I.8 Nave recolectora #2.....	12
Figura I.9 Fumigación del alga	13
Figura I.10 Recolección artesanal.....	13
Figura I.11 Nave recolectora #3.....	13
Figura I.12 Nave Recolectora #4	14
Figura I.13 Nave Recolectora #6	14
Figura I.14 Ubicación en el mapa de los 3 embalses	15
Figura I.15 Río Guayas	16
Figura II.1 Bandas transportadoras Multicapas/Aplicación en Minería	19
Figura II.2 Cintas transportadoras.....	22
Figura II.3 Elementos básicos de una banda transportadora.....	22
Figura II.4 Sector alimenticio	23
Figura II.5 Nave Recolectora	24

Figura II.6 Partes principales de un sistema transportador	24
Figura II.7 Malla galvanizada de trabajo duro	26
Figura II.8 Malla con retenedores instalados	26
Figura III.1 Ruta del Río Guayas	32
Figura III.2 Ruta Embalse Daule – Peripa	32
Figura III.3 Ruta Embalse La Esperanza	33
Figura III.4 Ruta Embalse Poza Honda	33
Figura III.5 Eslora vs Manga	36
Figura III.6 Manga vs Puntal	37
Figura III.7 Puntal vs Calado	37
Figura III.8 Dimensiones Preliminares de la embarcación Recolectora	38
Figura III.9 Estimación de pesos en Pequeñas embarcaciones pesqueras	40
Figura III.10 Diagrama de Distribución de Pesos	41
Figura IV.11 Plano de Líneas de Formas	46
Figura IV.12 Curva Gz - Condición Ligera	50
Figura IV.15 Curva Gz – Condición Cargada	52
Figura IV.17 Plano de Distribución del Buque Recolector	54
Figura IV.18 Estructural de la Cuaderna Maestra y Mamparo	56
Figura IV.19 Plano Estructural del Buque Recolector	57
Figura IV.20 Potencia vs Velocidad	60
Figura IV.21 Unidad Hidráulica con propulsión azimutal	61
Figura IV.22 Barcaza usando unidades hidráulicas a los costados	62

Figura IV.23 Control de mando de las unidades hidráulicas	63
Figura V.24 Diagrama de Flujo de Caja	65
Figura V.25 Ingreso Anual.....	67

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla I.1 Características principales del Lechuguín	5
Tabla I.2 Porcentaje del lechuguín en la zona de Daule-Peripa.....	9
Tabla I.3 Métodos de control usados por otros países	12
Tabla I.4 Descripción de altura de cuencas y Rutas sugeridas	15
Tabla II.1 Dimensiones de las bandas en la nave.....	27
Tabla II.2 Datos de entrada	28
Tabla II.3 Resultados de las características de la banda metálica.....	29
Tabla II.4 Características de la Malla	29
Tabla III.1 Descripción de rutas.....	31
Tabla III.2 Base de datos de Barcazas registradas en Guayaquil.....	35
Tabla III.3 Dimensiones Preliminares Principales.....	38
Tabla III.4 Estimación de Pesos.....	42
Tabla III.5 Pesos estimados para la condición Ligera.....	43
Tabla III.6 Pesos estimados para la Condición Cargada.....	43
Tabla IV.1 Resultados Hidrostáticos	47
Tabla IV.2 Resultados de Carena de verificación de asientos	48
Tabla IV.3 Datos para la curva GZ	50
Tabla IV.4 Aprobación de los Criterio de la OMI – Condición Ligera	51
Tabla IV.5 Resultados Hidrostáticos para la Condición Cargada.....	51
Tabla IV.6 Aprobación de los Criterio de la OMI – Condición Cargada	52

Tabla IV.7 Escantillonado del Buque	58
Tabla IV.8 Resistencia/Potencia vs Velocidad	59
Tabla V.1 Costos Totales del Proyecto	66
Tabla V.2 Distribución de días en los lugares tentativos	67
Tabla V.3 Ingreso Anual	67
Tabla V.4 Ingreso Anual por las ventas del Lechuguín	68
Tabla V.5 Resumen de Ingresos Anuales	68
Tabla V.6 Costos operacionales	69
Tabla V.7 Valores del V.A.N y el T.I.R	70

INDICE DE ANEXOS

ANEXO I – CÁLCULO DE LA MALLA METÁLICA.....	77
ANEXO II – CURVAS HIDROSTÁTICAS	87
ANEXO III - ESCANTILLONADO	93
ANEXO IV – SISTEMA DE PROPULSIÓN	97
ANEXOS V – DETALLE DEL CÁLCULO ECONÓMICO.....	101

INTRODUCCIÓN

El lechuguín es una planta que ha sabido sobrevivir a través del mundo, habiendo llegado desde la Amazonía hasta nuestras aguas ecuatorianas. Todo esto ha causado incomodidades en sectores poblados y en el sector privado por la gran alfombra que provocan en aguas estancadas. Las molestias han sido tales que ya han llamado la atención de los medios televisivos.

Este Proyecto intenta desarrollar una embarcación que cuenta con los sistemas e implementos adecuados para el desalojo del alga y que a la vez sea factible económicamente. Se determinarán las rutas en las que la nave va a operar, determinando así las dimensiones de la nave y su capacidad de carga. Todo el diseño preliminar deberá satisfacer los requerimientos, y finalmente será necesario analizar el diagrama de flujo de caja para ver la factibilidad del negocio.

CAPITULO I.

CONSIDERACIONES INICIALES

1.1. Descripción General del Lechuguín

Esta planta acuática tiene sus comienzos en los cursos de agua de la cuenca Amazónica, en América del Sur, y para ser específicos en Brasil. Actualmente ésta maleza tiene poblaciones en más de 50 países de los cinco continentes.

Su nombre científico es *Eichhornia crassipes*, o nombres vulgares tales como: Jacinto de agua, Camalotes, Lampazo, Violeta de agua, Buchón, Taruya, etc., y pertenece a la familia Ponderiáceas.

El Jacinto de agua se desarrolla en espacios de agua dulce como los son: ríos, lagos, charcas y embalse trópico y subtropical. El desarrollo del lechuguín se genera porque estas aguas contienen nitrógeno, fósforo y potasio. El nivel de sal en el agua puede limitar o modificar su distribución.

Esta maleza puede anclarse y plantar sus raíces en suelos saturados de agua por un corto periodo de tiempo. Requiere que la iluminación sea intensa, de lo contrario si es artificial, se le deberá proporcionar una luminosidad completa. Los climas en donde crecen deben de ser cálidos y templados con temperaturas entre 20°C y 30°C, ya que no resisten temperaturas bajas como se da en los inviernos fríos. Durante el verano se reproduce fácilmente a través de la planta madre, llegando a formarse verdaderas islas de gran tamaño.

Estas plantas pueden tolerar la fluctuación del nivel del agua, las variaciones estacionales de la velocidad del flujo hídricos y los extremos de la disponibilidad de nutrientes, pH, temperaturas y sustancias tóxicas. [1]

Este lirio flotante generalmente puede llegar a crecer desde 50 cm hasta 1,2 metros desde la parte superior hasta la raíz, siendo la octava planta con mayor crecimiento en todo el mundo. Carece de tallo aparente, provisto de un rizoma, muy particular, emergente, del que se abre un rosetón de hojas que tienen una superficie esponjosa notablemente inflada que parece un globo con forma de vejiga llena de aire, lo que hace que se mantenga sobre la superficie del agua.

Sus hojas son de gran espesor, redondeadas y brillantes, provistas de pequeños altos relieves que facilitan la flotación, conteniendo seis pétalos, de color azul, en donde el pétalo superior tiene una mancha central de color azul bordeado de amarillo [1]. Sus raíces son muy características llegando a tener 70 laterales negras, con las extremidades blancas cuando son jóvenes, y negras violáceas cuando son adultas. A

medida que la densidad de la planta crece, el tamaño de cada roseta y los peciolo crecen perpendicularmente a la superficie del agua.

El ciclo de vida del lirio acuático se inicia al crecer en las cabeceras de los ríos, movilizarse durante las crecientes y llegar hasta el mar donde muere; todo este proceso dura entre 65 y 70 días, lo que contribuye a su rápida proliferación.

Su reproducción es asexuada y sexual, floreciendo todo el año, y generando abundantes semillas de vida larga. La fructificación se produce en un 90% de humedad, alta intensidad de la luz y la modificación de altas y bajas temperaturas (5°C a 40°C) favorecen la germinación. [1]

Según un estudio hecho en el embalse Daule Peripa se observaron los siguientes resultados:

- a) **Ritmo de multiplicación:** En un período de 10 meses de observación (8 en época seca y 2 en la de lluvias), una sola planta madre generó 438 plantas hijas, como promedio. [2]
- b) **Incremento de masa:** La misma planta madre, en los 10 meses de observación, originó un incremento de 18.7 gramos de peso original a 262 gramos; y de 17.25 cm de altura a 118.025 cm. [2]
- c) **Presión de las colonias de Jacinto:** 1.4 Kg/cm². [2]

Figura I.1 Lechuguín en todo su florecimiento en el Embalse de Chongón



Fuente: Fotografía propia

Que en resumen una planta madre de Jacinto de Agua puede generar hasta 55 Kg por mes. Y se obtuvieron Tabla I.1 las características del alga, [2]:

Tabla I.1 Características principales del Lechuguín

Peso promedio de lirio escurrido por unidad de superficie	23 Kg/m ²
Densidad promedio del lirio escurrido	250 Kg/m ³
Densidad promedio de lirio triturado	250 Kg/m ³
Peso promedio del lirio	1.25 Kg/planta
Longitud promedio de la planta con la raíz	1.36 m
Longitud promedio de la raíz	0.87 m

Fuente: ver referencia [2]

1.2. Análisis del tipo de amenaza que representa

El lechuguín o lirio acuático incide en el ambiente en el que lo rodea invadiendo rápidamente las vías fluviales. Por su gran volumen esta hierba consume la mayoría de luz y oxígeno compitiendo con otras especies por estos elementos alterando el ecosistema. Sus hojas al descomponerse expide malos olores por su alta producción de sulfuro de hidrógeno.

Debido a su rápido crecimiento, llenando vastas áreas, hace que el transporte fluvial sea dificultoso generando malestares en los pobladores, ya que impiden el rápido acceso a las escuelas o a los centros de salud, etc., e interfiriendo con la navegación tanto de las embarcaciones de recreo y comerciales, impactando negativamente en el pescador, actividades deportivas, como las de esquiadores y nadadores en aguas recreativas.

Su presencia como tapetes muy amplios y extensos en los cuerpos de agua como manantiales, lagos y presas que fungen como refugio de esta planta acuática, no solo modifican la calidad y la cantidad del agua, sino que su impacto trasciende a todos los niveles, desde los ecológicos, de salud pública, sociales económicos e incluso los políticos.

Los efectos negativos son inmediatos, tales como la obstrucción del flujo de agua en los canales de irrigación, dificultad para navegar y la destrucción y deterioro de algunos puentes y presas debido al incremento de la presión que ejerce la acumulación de plantas.

En la siguiente figura se ve un panorama actual del Embalse Chongón, en el cual funciona uno de los recolectores de lechuguines comprados por el estado.

Figura I.2 Orillas del Embalse Chongón



Fuente: Fotografía propia

1.3. Presencia del Lechuguín en el Ecuador

En el Ecuador los lechuguines están presentes principalmente en el Río Guayas, las Presas Poza Honda y Esperanza en Manabí, y en la presa Daule-Peripa en la Provincia del Guayas.

El alga como se ha mencionado causa malestar en donde se reproduzca, ya hace algún tiempo el embalse de Poza Honda estaba infestado de lirios, mal que afectó a 800 familias asentadas en las diez poblaciones circundan esta cuenca hidrográfica y que también es una de las vías de ingreso al centro del cantón Santa Ana. [3]

Figura I.3 Presencia del Alga en el embalse Poza Honda



Fuente: <http://www.eluniverso.com/2012/01/13/1/1447/lechuguines-casi-cubren-presas.html>

En el Río Guayas esta planta viaja a través de sus corrientes, estacionándose en las orillas del provocando la acumulación del mismo en las embarcaciones que se encuentran acoderadas en los muelles. Este acopio de planta provoca el estancamiento de basura, animales muertos produciendo un mal olor circundante, y hasta troncos de gran tamaño. Esto podría provocar daños perjudiciales para las embarcaciones que requieran navegar, y si no se hace una inspección debida, estos elementos se pueden meter en las tomas de tomar o enredarse en las hélices, pudiendo sufrir daños severos en las máquinas principales.

Figura I.4 Presencia del Lechugín en el Río Guayas



Fuente: Fotografía propia

Por la existencia de esta planta acuática en los embalses de Daule-Peripa, CELEC EP-HIDRONACIÓN contrató en los años 2009 y 2012 a la empresa GeoSIMA para realizar la determinación de esta cobertura vegetal del espejo del agua, lo cual se muestra en la Tabla I.2 lo siguiente:

Tabla I.2 Porcentaje del lechugín en la zona de Daule-Peripa

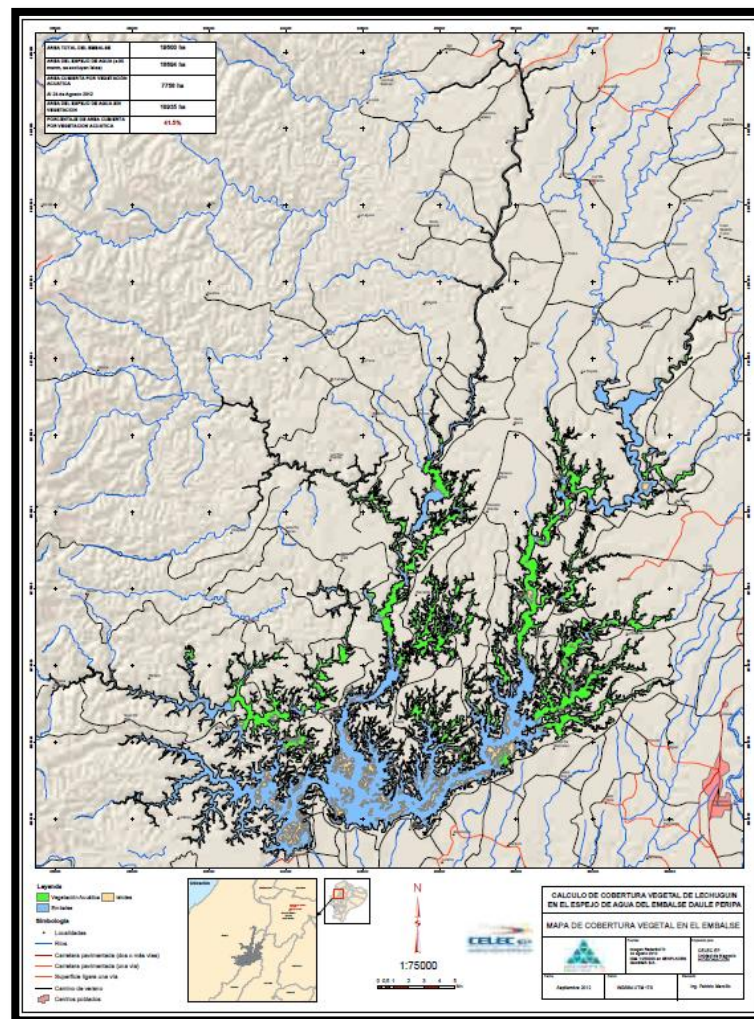
Descripción	2009	2012
Área del espejo de agua (a 80 m.s.n.m., se excluyen islas)	18,694 ha	18,694 ha
Área cubierta por vegetación	7.904 ha	7.758 ha
Porcentaje	42.40%	41.50%

Fuente: Revista CELEC EP – HIDRONACIÓN/25 AÑOS PRESA DAULE – PERIPA

Se aprecia entre los dos estudios una ligera disminución del porcentaje de cobertura de vegetación acuática del 42.4% al 41.5%, lo cual significa aproximadamente 146 ha, debido a la actividad de extracción o remoción realizada por la empresa

GEOSIMA CIA.LTDA. La masiva distribución de los lechuguines disminuye el caudal a ser turbinado, por lo tanto, es importante desarrollar una forma viable de controlar la proliferación del lechuguín y convertirlo en materia prima de instalaciones industriales, energéticas, etc. [4]

Figura I.5 Determinación de cobertura vegetal



Fuente: www.celec.gov.ec/hidronacion/images/stories/pdf/REVISTA-HIDRONACION-25-A%C3%91OS-PDF.pdf

1.4. Aprovechamiento del Lechuguín

El lirio acuático así como representa una amenaza también se puede aprovechar de muchas maneras tales como: biogás, el cual se puede usar para el encendido de la cocina, producción de humus (abono) para la agricultura y alimento para ganado bovino y porcino que han dado un buen rendimiento. Un estudio señala que esta macrófita contiene una concentración de nutrientes muy propias para la aplicación como abono orgánico, pero aún no se conocen datos que corrobore su efectividad. La presencia de metales pesados puede ser un limitante como alimento para animales.




Otro aprovechamiento es el tratamiento de aguas residuales domésticas, a nivel de sistemas unifamiliares y comunitarios en sectores rurales, siendo la *Eichhonia crassies* la especie más eficiente. En México esta maleza se usa para elaborar tableros aglomerados y en Cuba para hacer colchones.

Para los que se dedican a la siembra del lechuguín, se debe mantener con cosechas continuas dejando un 50% del área libre para oxigenar y permitir el crecimiento de nuevos organismo.

1.5. Métodos de control usados en el Mundo

En lo que respecta a la recolección de esta maleza, ya existen medios de control ya sean artesanales o usando embarcaciones recolectoras, aquí se muestra en la Tabla I.3 como otros países manejan la proliferación de este lirio:

Tabla I.3 Métodos de control usados por otros países

<p>Australia: Recogen el lechuguín con un Tractor recolector</p>	<p>Figura I.6 Tractor recolectando</p>  <p><i>Fuente: http://www.chguadiana.es/</i></p>
<p>EEUU, Florida: Recogen el lechuguín con una Barcaza recolectora</p>	<p>Figura I.7 Nave recolectora #1</p>  <p><i>Fuente: http://www.zandvleitrust.org.za/art-</i></p>
<p>EEUU, Filipinas: Recogen el lechuguín con otro modelo de una Barcaza recolectora-procesadora.</p>	<p>Figura I.8 Nave recolectora #2</p>  <p><i>Fuente: http://www.alamy.com</i></p>

EEUU: Otra forma de control es con la fumigación. Existe una empresa llamada Coastalspray para el control de esta maleza.

Figura I.9 Fumigación del alga



Fuente:

http://www.coastalspray.com/aquatic_control_programs.html

Parque nacional de Akagera, situado al norte de Ruanda, cerca de la Frontera con Tanzania, África: Recogen el lechuguín de manera artesanal, usando hombres con trinchas para subirlos a la lancha.

Figura I.10 Recolección artesanal



Fuente:



http://en.howtopedia.org/wiki/How_to_Control_Water_Hyacinth

Jiangsu, China: Utilizan el mismo sistema de una barcaza recolectora.

Figura I.11 Nave recolectora #3



Fuente. <https://www.thinglink.com/scene>

<p>India: en este país no se tiene una embarcación sino una maquinaria a parte que procesa el lechuguín.</p>	<p>Figura I.12 Nave Recolectora #4</p>  <p><i>Fuente: https://apms.org/category/apms-blog/water-hyacinth/</i></p>
<p>Ecuador: A través de una nave cosechadora y otra nave que recibe el lechuguín.</p>	<p>Figura I.13 Nave Recolectora #6</p>  <p><i>Fuente: http://www.aquarius-systems.com/</i></p>

*Fuente: Internet
Elaboración propia*

Como se observan en las figuras todas las embarcaciones tienen un sistema para recolectar por la proa el Jacinto de agua ingresando por la proa y desalojando por la popa, se va tomar esta opción para el diseño de la nave de este proyecto.

1.6. Condiciones Hidrográficas

En los puntos anteriores se trató se los lugares donde el lechuguín está proliferando actualmente. En la siguiente Tabla I.4 se definen las alturas de estos sectores:

Tabla I.4 Descripción de altura de cuencas y Rutas sugeridas

Descripción	Altura, [m]
Río Guayas [5]	7
Embalse Daule Peripa, [4]	200
Embalse Poza Honda, [6]	40
Embalse La Esperanza	45

Fuente: Internet (ver referencias)

Elaboración propia

Como se observa los calados de estas áreas tienen variaciones significativas, por lo que hay que tomar en consideración para el diseño el menor valor que es el del Río Guayas con 7 metros, [5], por los tres embalses la altura es más que suficiente. En tanto las mangas de estas cuencas son mayores al kilómetro según estudios de batimetría realizados.

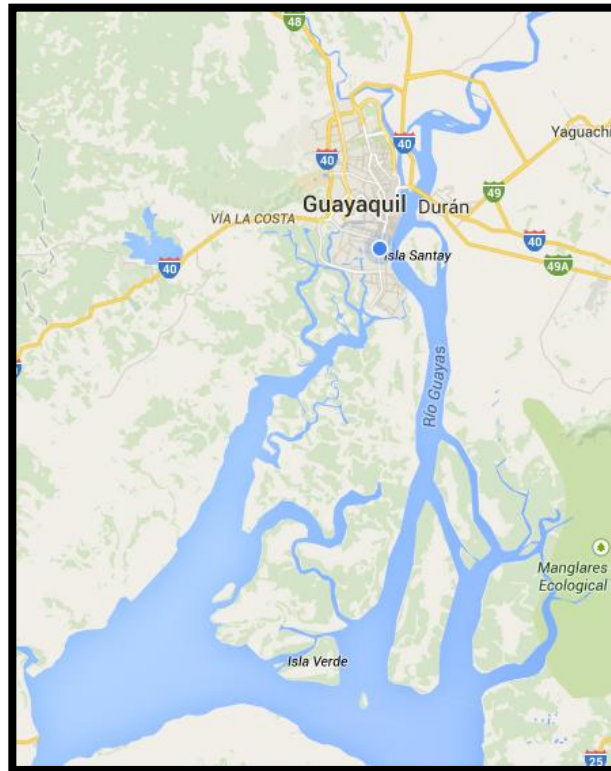
A continuación se presenta una imagen con los lugares emergentes para la recolección:

Figura I.14 Ubicación en el mapa de los 3 embalses

Fuente: Google Maps

En donde: 1) Represa Daule – Peripa, 2) Embalse la Esperanza, 3) Embalse Poza Honda y 4) Río Guayas.

Figura I.15 Río Guayas



Fuente: Google maps

CAPITULO II.

DISEÑO DEL SISTEMA DE RECOLECCIÓN

2.1. Necesidades

Este Lirio acuático genera muchas molestias como se lo mencionó en el Capítulo 1 afectando tanto a la población como a la vida en el agua. Su rápido crecimiento genera bastas alfombras de estas algas impidiendo por ejemplo en los embalses el cruce en canoas para adquirir víveres y más.

Esta planta debe de ser controlada por un sistema que lo procese y lo almacene en un mismo lugar, y que luego de ser recolectado exista algún tipo de institución que se encargue de reutilizarlo, para que así no quede simplemente en su extracción del agua.

Como ya se ha mencionado en el Capítulo anterior el lechuguín crece con rapidez en lugares donde el agua se encuentra estacionada, por este motivo tiene

mayor incidencia en las represas mencionadas, en donde solo una planta madre puede generar *1.825 Kg/día*. [2]

Debido a que existe esta necesidad de una nave ligera, las dimensiones y peso deben de ser las adecuadas para realizar la recolección de manera correcta y que a la vez sea práctico, eficiente y productivo. Para esto sería ideal un modelo tipo barcaza que por sus formas cumple con las expectativas deseadas.

Para poder hacer efectiva la recolección se requiere que la planta sea extraída del agua, procesada y desalojada de la embarcación una vez que se la haya cargado al máximo permitido. Para esto se ha tomado en cuenta un sistema muy eficiente como es el de las bandas transportadoras, el cual recolectaría a la planta por la proa, la llevaría por cubierta hacia la banda de popa, y luego la expulsa de la nave.

Debido al auge actual del cuidado del medio ambiente, el sistema propulsivo deberá contaminar lo menos posible y que ocupe poco espacio que los sistemas tradicionales Motor-Eje-Hélice. Por tanto, es importante considerar a los motores azimutales ya que vienen como un sistema compacto y fácil de instalar utilizando energía renovable y limpia, y que en caso de alguna tragedia la posibilidad de contaminar el agua sea menor.

Más adelante se presentará un diseño detallado del sistema seleccionado y de acuerdo a eso se determinarán las características de la embarcación apropiada para el sistema propuesto.

Para el procedimiento de selección se procederá se tomarán en cuenta los siguientes puntos, [7]:

- El equipo recolector debe ser resistente a la corrosión del agua.
- El sistema debe utilizar poca potencia para ser accionado.
- Debe ser fácil de controlar
- Determinación de las características de la embarcación apropiada para el sistema propuesto

Una vez determinado el sistema, éste debe ser capaz de:

- Recoger el material
- Ser eficiente y versátil

2.2. Antecedente del Sistema de Recolección

Un sistema que ha demostrado ser eficaz en lo que respecta a transporte de material es el uso de los “*Conveyor Belts*” o Bandas Transportadoras, que desde sus inicios en los años 1892 en los campos mineros comenzó a representar una vía rápida para llevar el material de un lugar a otro debido a su rapidez y eficiencia.

Convirtiéndose así en una de las tareas fundamentales para el proceso productivo y un factor determinante en la rentabilidad de la actividad en cuestión. [8]

Figura II.1 Bandas transportadoras Multicapas/Aplicación en Minería



Fuente: Catálogo de Bandas Transportadoras Sava

Entre las principales ventajas generales de las cintas transportadoras, se mencionan algunas de ellas, [8]:

- ***Sistema de apoyo de la banda:*** un sistema en donde la banda opera sobre su propia cama de rodillos, de ese modo requiere un mínimo de atención.
- ***Mínima degradación del material:*** el suave montaje de la banda transportadora de centros largos produce una muy pequeña degradación del material que está siendo transportado.
- ***Consideraciones ambientales:*** los sistema de bandas transportadoras accionadas electromecánicamente son silenciosos, una importante característica en procura de cumplir con las normas de seguridad industrial.
- ***Mínimo trabajo:*** un hombre por cada kilómetro y medio de banda es más que suficiente en un sistema de banda transportadora apropiadamente diseñado.
- ***Peso liviano de la estructura del transportador:*** el bajo peso de carga y estructura del transportador por metro lineal permite un diseño simple para cruzar barrancas, arroyos, calzadas u otros obstáculos similares.
- ***Posibilidad de múltiples puntos de alimentación y descarga:*** Esta característica es importante en minería o excavación, donde dos o más operaciones de excavado pueden alimentar a un mismo punto de carga. Al final de la descarga, el material puede ser dispersado en múltiples direcciones a lo largo de cualquier punto de la trayectoria de la banda mediante carros descargadores.
- ***Bajo requerimiento de potencia:*** los transportadores de banda requieren la más baja potencia de todos los tipos de transporte con medio de tracción, bandas con

inclinación descendente, dependiendo del ángulo de pendiente, a menudo pueden generar potencia que puede ser realimentada a la línea para otros usos.

- ***Versatilidad en las Fuentes de poder:*** las bandas transportadoras, que generalmente son accionadas por motores eléctricos, pueden adaptarse a cualquier tipo de fuente de fuerza motriz, sea esta por combustibles, hidroeléctrica, gas natural, energía nuclear, o solar.
- ***Control:*** las bandas transportadoras apropiadamente diseñadas tienen controles del tipo botonera sencilla y pueden ser auto controlado por sistemas en interlock con interruptores de límite.
- ***Detección temprana de fallas:*** generalmente las bandas transportadoras presentan señales de su desgaste con algunos meses de anticipación a la falla.

2.2.1. Descripción de los tipos de Bandas Transportadoras

Existen dos tipos de bandas transportadoras que son las que usualmente se usan en el área industrial, a continuación las mencionamos juntos con algunas de sus características principales:

- a) **Bandas Transportadoras No metálicas:** este tipo de cinta está compuesto generalmente por varias capas de algodón, tejidos sintéticos o de cables de acero, todo depende del tipo de material que se vaya a transportar. A simple vista, posee una apariencia similar a una banda convencional. Sin embargo, tras ella existe un

diseño exhaustivo que le permite resistir los elevados esfuerzos de tensión que se presentan en el funcionamiento del sistema, [9]. Es usado regularmente en las industrias que necesitan transportar material de un lugar a otro, como

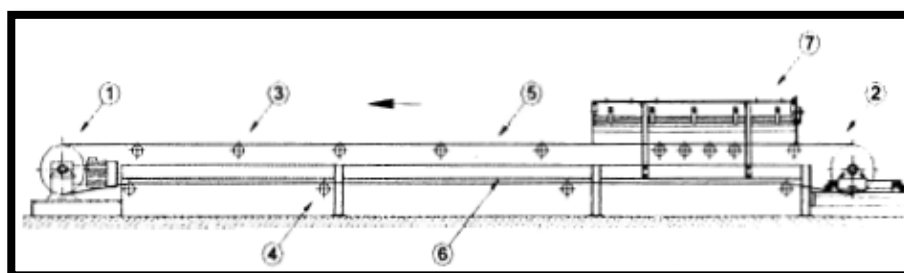
Figura II.2 Cintas transportadoras



Fuente: <http://www.trituracionymolienda.com/Bandas.html>

Entre las partes principales del sistema se mencionan las siguientes, [8]:

Figura II.3 Elementos básicos de una banda transportadora



Fuente: Tesis de Grado, Hinojosa Heber, pág.10

(1) Cabezal Motriz

(2) Cabezal de retorno

- (3) Rodillos superiores
- (4) Rodillos inferiores
- (5) Cinta transportadora
- (6) Bastidor de soporte
- (7) Zona de interferencia de material

b) **Bandas transportadoras Metálicas:** llamadas también Mallas transportadoras o “*Conveyor Mesh*”, estas bandas se caracterizan por ser construidas de lazos o enlaces de alambre no continuos que forman la malla, y dependiendo del uso que se le vaya a dar, del material a transportar y del presupuesto, éstas pueden ser de acero (existen aleaciones al carbono, galvanizadas e inoxidable), cobre, latón y aluminio. Siendo la resistencia a la temperatura una de sus propiedades físicas principales y a su fácil limpieza, tracción y flexibilidad, éstas se usan en las industrias tales como: el sector alimentario, metal-mecánico, farmacéutico, cosmético y marítimo.

Figura II.4 Sector alimenticio



Fuente: Catálogo de Bandas Metálicas TwenteBelt

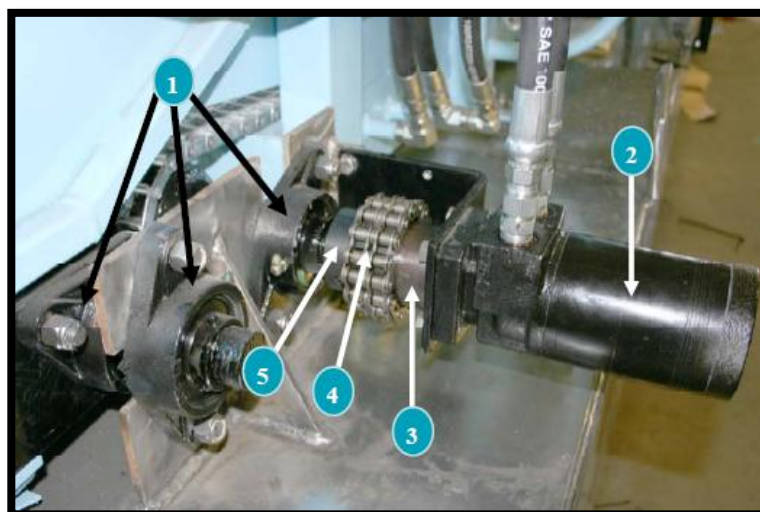
Figura II.5 Nave Recolectora



Fuente: y Keystone Manufacturing

Las partes principales que conforman a este sistema son:

Figura II.6 Partes principales de un sistema transportador



Fuente: Catálogo Acuaris Systems

1 Cojinete del eje

2 Motor de accionamiento del impulsor hidráulico

3 Engrane 1

4 Conjunto de cadena

5 Engrane 2

2.2.2. Descripción de los tipos de Mallas Metálicas

Las mallas metálicas transportadoras generalmente vienen caracterizadas por la aleación de acero, la cual pueden ser: Galvanizado/Acero inoxidable de trabajo estándar (standard duty galvanized/stainless), Galvanizado/Acero inoxidable de trabajo duro (heavy duty galvanized/stainless).

Hay que tener en cuenta que las segundas pesan 75% más que las estándar, y es recomendado solamente cuando exista una densa vegetación y restos flotantes que puedan dañar a las galvanizadas.

Todo depende del presupuesto y del trabajo a realizar. A continuación se muestra a través de figuras algunos tipos de malla:

Figura II.7 Malla galvanizada de trabajo duro



Fuente: Catálogo Aquarius System

Figura II.8 Malla con retenedores instalados



Fuente: Catálogo Aquarius System

2.2.3. Elección del Tipo de Banda

De acuerdo a las características y tipos de mallas metálicas mencionadas en los puntos anteriores se puede observar que éstas son adecuadas para este diseño, en donde se ubicarán 3 tipos de bandas de acero galvanizado de trabajo estándar tanto en la proa, cubierta y popa, con unos ángulos soldados encima para mejorar el agarre del lechuguín., siendo a la vez su peso ligero es adecuado para el diseño de esta nave.

2.3. Diseño de la Malla Transportadora

Como ya fue mencionado en puntos anteriores, la embarcación constará con tres (03) mallas transportadoras por cada área, para la cual se describirá la selección para cada área. Hay que aclarar que una de las condiciones del diseño de la embarcación será las de ajustarse a las dimensiones y capacidades del sistema.

Para poder determinar si la malla escogida es la correcta, se realizarán ciertos cálculos para su verificación, y así determinar sus dimensiones y accesorios, para después saber con qué potencia será necesaria activar la banda metálica, (ver *Anexo I*).

En primera instancia se necesitan saber dos datos importantes para iniciar con la selección:

- Material a Transportar: Lechuguín.
- Peso por unidad de superficie del Material: 23 Kg/m² o 4.71 Lbs/ft².
- Dimensiones principales de la banda: se muestran en la Tabla II.1:

Tabla II.1 Dimensiones de las bandas en la nave

Descripción	Simbología	Unidades	Valor		
			Proa	Cubierta	Popa
Ancho	B	m	3.90	3.90	3.90
Largo	L	m	6.00	10.000	6.00

Fuente: Elaboración propia

Para el ancho de toda la banda se sugiere un valor de 3.90 metros, y para esto se colocarán tres mallas de 1.3 metros cada una. A continuación lo siguiente:

- a) **Cálculo de la Tensión:** se calcula la tensión que se genera en las mallas por la carga transportada.
- b) **Cantidad de engranes:** se calcula la cantidad de engranes que va requerir el sistema para accionar las bandas, seleccionando el tipo adecuado.
- c) **Capacidad máxima de Carga:** se calcula la capacidad de carga máxima que puede soportar la banda.
- d) **Ejes de accionamiento Superior e inferior:** se calculan la potencia, y los diámetros de los ejes.

En las Tabla II.2 y Tabla II.3 que se presenta abajo se muestran los datos de entrada requeridos para el cálculo en mención (Ver Anexos I):

Tabla II.2 Datos de entrada

Descripción	Simbología	Unidades	Valor		
			Proa	Cubierta	Popa
Peso de la Cinta	W_B	Lbs/ft ²	1,850	1,850	1,850
Peso de la carga sobre la cinta	W_L	Lbs/ft ²	4,710	4,710	4,710
Ancho de la cinta	B	ft	4,265	4,265	4,265
Longitud del transportador	L	ft	19,685	32,808	19,685
Velocidad de la banda	S_b	ft/min	250,000	250,000	250,000
Capacidad Volumétrica de la banda	Q_v	m ³ /hora	54,492	458,867	54,492
Peso específico del material	γ	Ton/m ³	0,250	0,250	0,250
Ángulo de la banda	ϕ	°	42,000	0,000	42,000
Área transversal del material	A	m ²	0,100	0,100	0,100
Ancho de la banda	B	m	1,300	1,300	1,300

Ancho transversal del material	b	m	1.750	1.750	1.750
inclinación del material	β	°	60.000	60.000	60.000

Fuente: Elaboración propia

Obteniendo como resultados los siguientes valores en la Tabla II.3:

Tabla II.3 Resultados de las características de la banda metálica

Descripción	Simbología	Unidades	Valor		
			Proa	Cubierta	Popa
Tensión	T_d	Lbs	105,913	176,522	105,913
Peso de la Cinta	W_B	Lbs/ft ²	1,850	1,850	1,850
Peso de la carga sobre la cinta	W_L	Lbs/ft ²	4,710	4,710	4,710
Factor de fricción	F	-	0,150	0,150	0,150
Ancho de la cinta	B	ft	4,265	4,265	4,265
Longitud del transportador	L	ft	19,685	32,808	19,685
Tensión Máxima	$T_{m\acute{a}x}$	Lbs/ft	24,833	41,388	24,833

Fuente: Elaboración propia

Los valores que se muestran en la Tabla II.3, demuestran que la malla está dentro de los parámetros permitidos. Las mallas seleccionadas tienen las siguientes características como se ve en la Tabla II.4:

Tabla II.4 Características de la Malla

Descripción	Tipo	Dato
Malla	Acero Galvanizado de Trabajo Estándar	Acero Galvanizado
Serie	Series S/S2	Series S
Ángulo de agarre	2''x2''x1/4''	Acero inoxidable

Fuente: Elaboración propia

El detalle de los cálculos se los puede revisar en la sección de *Anexos I*.

CAPITULO III.

DISEÑO CONCEPTUAL DE LA EMBARCACIÓN

3.1. Requerimientos de Diseño

Entre los requerimientos de la embarcación se detalla lo siguiente:

- La embarcación debe ser construida con trabajo local.
- Su desplazamiento debe considerar el calado de los lugares donde va a navegar.
- El del material del casco debe ser acero inoxidable.
- La nave debe recolectar y tener la capacidad de almacenar el material hasta que sea desalojado de ella.
- La tripulación consistirá de personas que conozcan el lugar donde van a navegar, y que estén en capacidad de operar los equipos instalados a bordo.
- La Propulsión utilizada serán ser dos unidades independientes, con hélices azimutales.
- La nave debe tener dimensiones y un peso ligero tales que puedan ser transportados de un lugar a otro.

- Deberá contar con tanques de lastre para adrizar la embarcación en momentos de carga máxima.
- La velocidad sugerida para la nave será de 10 nudos.

3.2. Recorridos de Recolección

En la siguiente Tabla III.1 se definen las rutas de recolección que se sugieren para la nave cosechadora.

Tabla III.1 Descripción de rutas

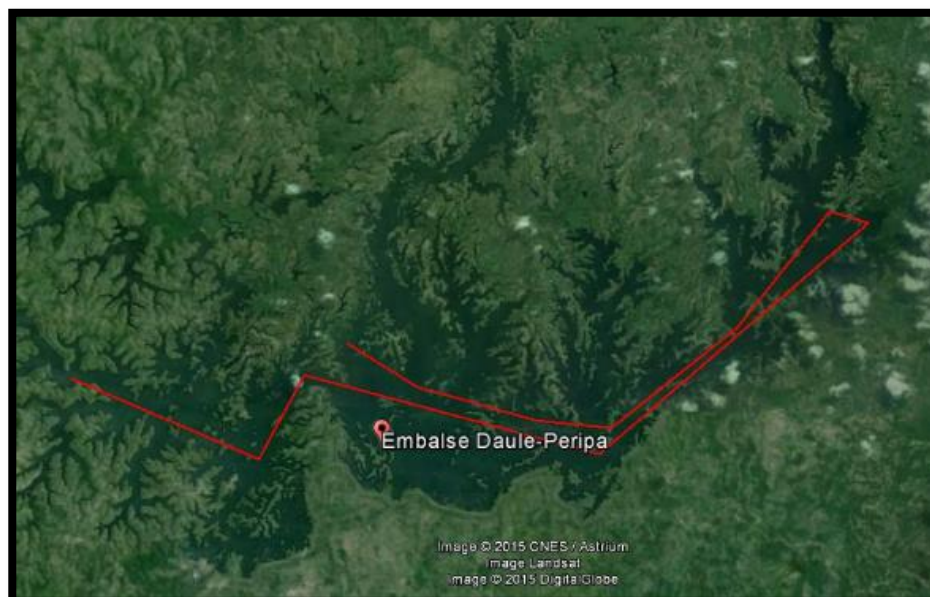
Descripción	Distancias de Ida y Vuelta, Km
Río Guayas	125
Embalse Daule Peripa	42
Embalse Poza Honda	15
Embalse La Esperanza	22
Total	204

Fuente: Google Earth

En la segunda columna se definen unas distancias de ida y regreso de la embarcación siendo la de mayor trascendencia la del Río Guayas con 125 Km de recorrido, a la cual se acoge como la autonomía de la embarcación. A continuación se muestran unas imágenes de las trayectorias a recorrer:

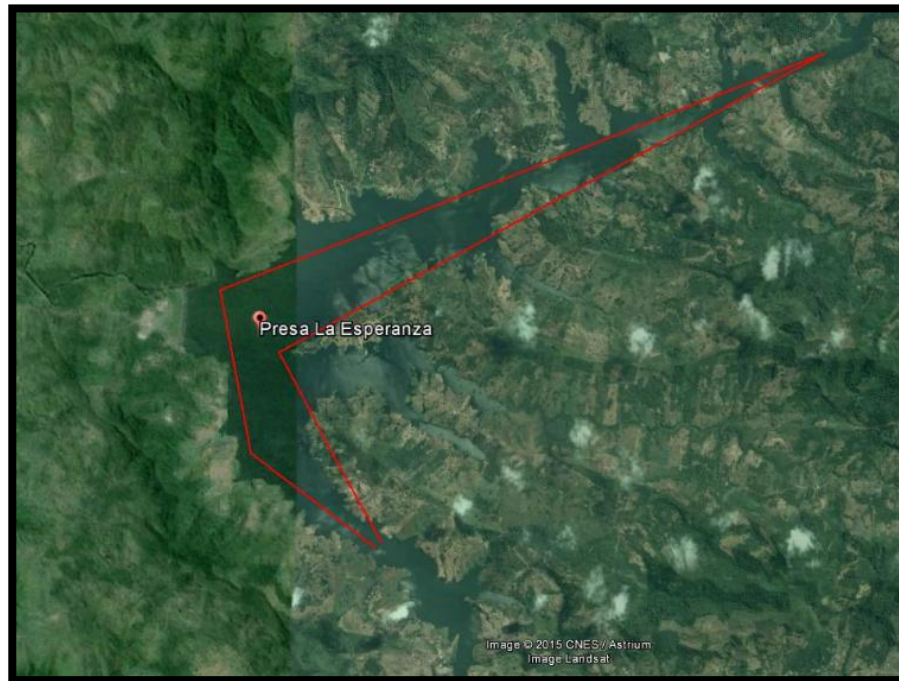
Figura III.1 Ruta del Río Guayas

Fuente: Google Earth

Figura III.2 Ruta Embalse Daule – Peripa

Fuente: Google Earth

Figura III.3 Ruta Embalse La Esperanza



Fuente: Google Earth

Figura III.4 Ruta Embalse Poza Honda



Fuente: Google Earth

La línea de color Rojo marca la ruta para la nave, tanto de ida como de vuelta, distancia necesaria para cubrir las zonas.

3.3. Restricciones del Diseño

La mayor restricción que se tiene al momento de construir una nueva embarcación, sea de cualquier tipo, está dada por la batimetría del lugar en donde se van a realizar los trabajos, que en el caso de éste proyecto es el de recolección. Se mencionó en el Capítulo II que la mayor incidencia en lo que respecta al calados es en el Río Guayas, en donde se tiene un valor de 7 metros de profundidad al centro, [5], pero se puede dar el caso de tener valores de 50 centímetros en de altura en las orillas según se observa en las tablas de marea que tiene el INOCAR, para esto la nave deberá apegarse en momentos que la marea esté alta.

3.4. Relaciones Empíricas de las dimensiones principales

Para la selección de las dimensiones correctas de esta barcaza se tomarán como base la información de algunas naves existentes en el mercado ecuatoriano, para luego realizar una regresión lineal. La base de datos será de barcasas sin propulsión, a continuación la Tabla III.2:

Tabla III.2 Base de datos de Barcazas registradas en Guayaquil

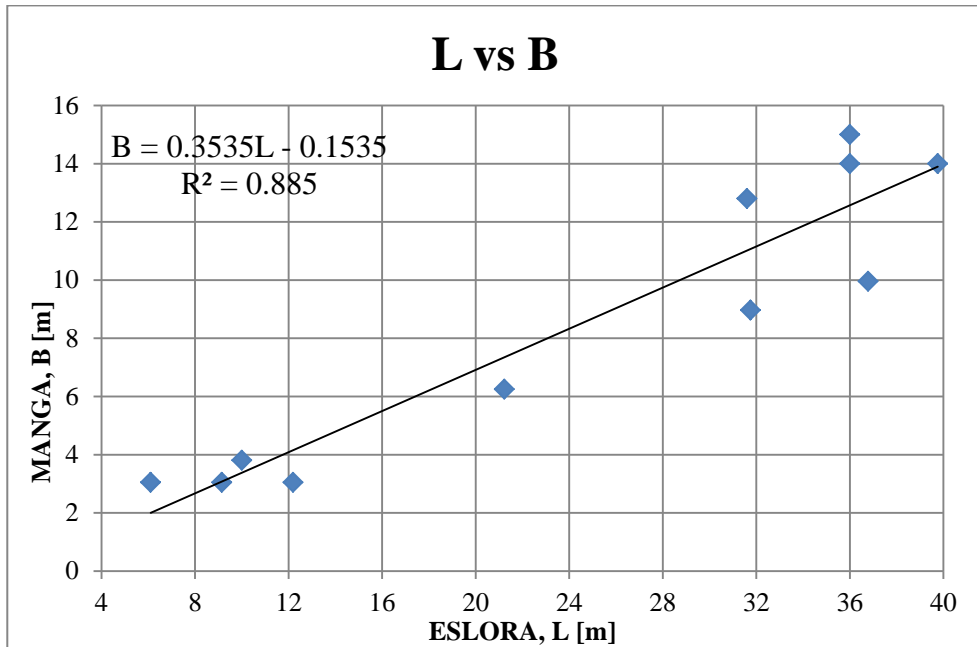
N°	NOMBRE	ESLORA, [m]	MANGA, [m]	PUNTAL, [m]	CALADO, [m]
1	CIDADE DE COJADAS	36.78	9.96	1.67	1.39
2	CIPORT 2000 LEONARDO 3	36	14	2.46	2.1
3	CIPORT N. 62 ALFA	31.6	12.8	2.5	2
4	CIPORT NO. 74	36	15	2.5	2
5	ST SERIES BARGES	12.19	3.05	1.52	1.1
6	ST SERIES BARGES	9.14	3.05	1.52	0.95
7	LAS VEGAS	39.76	14	2.1	1.75
8	JUNSA	18	10	1.75	1
9	ST SERIES BARGES	6.1	3.05	1.52	1
10	SEPEGA 10	31.75	8.97	1.5	1.2
11	EPU HUAPI	21.22	6.25	1.44	1.2
12	CERECITA	10	3.81	0.76	0.7

Fuente: Proporcionada por la Subsecretaría de Puertos y Transportes Marítimos y Fluviales. /Elaboración propia

Con la tabla se hizo la gráfico de *Eslora vs Manga*, en la cual se traza un línea de tendencia entre los puntos graficados generando así una ecuación de regresión lineal, que con un valor en la abscisa se obtiene el valor de la manga para la eslora sugerida.

A continuación se presenta la gráfica de *L vs B*:

Figura III.5 Eslora vs Manga



Fuente: Elaboración propia

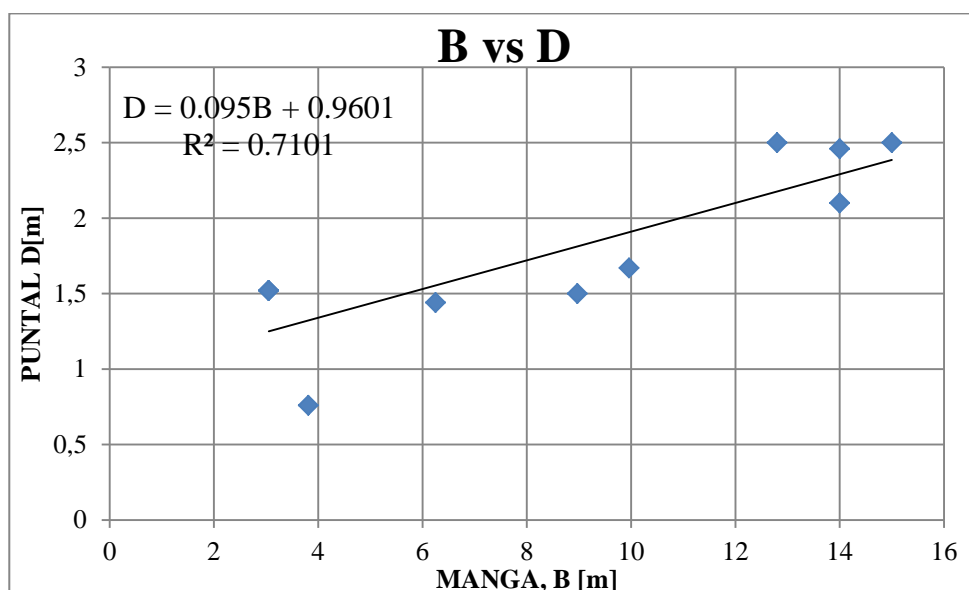
Se puede observar que la linealidad de la regresión tiene un valor alto de 0.885 lo cual significa que la base de datos está correcta.

Para éste Proyecto se sugiere un valor de eslora de 15 metros, tal como se menciona en los requisitos, la nave necesita tener dimensiones específicas para que sea transportada de un lugar a otro, por este motivo se propone esta longitud.

A continuación se muestran las gráficas con sus ecuaciones de tendencia de las demás dimensiones que son la Manga, el Puntal y el Calado, para luego a través de sus igualdades mostrar los valores correspondientes para el diseño de esta embarcación.

Abajo se muestra la Gráfica de B vs D :

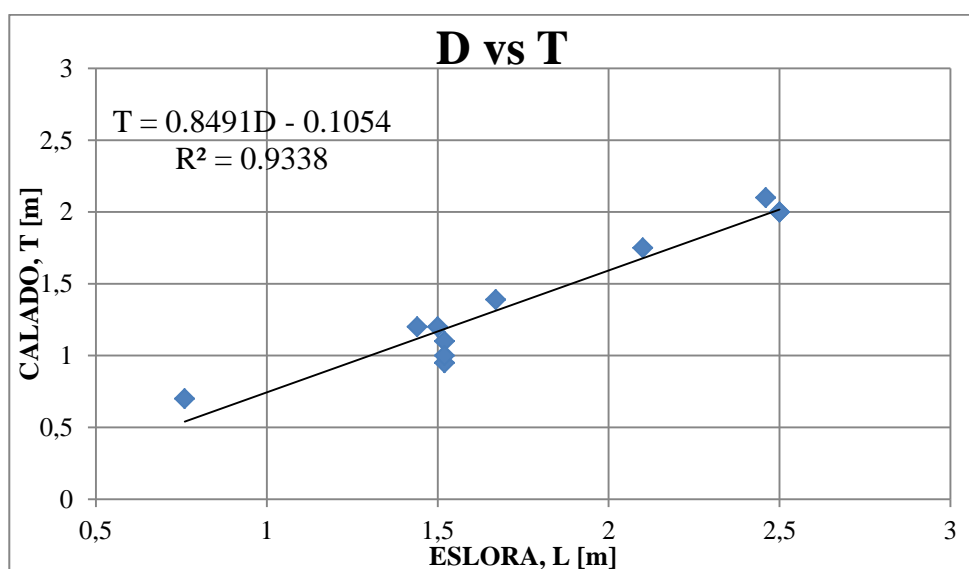
Figura III.6 Manga vs Puntal



Fuente: Elaboración propia

Con un valor de $R^2 = 0.71$ que es alto. Seguindo de la Gráfica *Puntal vs Calado*:

Figura III.7 Puntal vs Calado



Fuente: Elaboración propia

La 0 tiene un valor de $R^2 = 0.93$ lo cual es alto.

3.5. Dimensionamiento de la Embarcación

A continuación se muestra la Tabla III.3 con los valores calculados de acuerdo a las ecuaciones generadas de las regresiones lineales que se presentaron en la Figura III.5, Figura III.6, y en la Figura III.7, ingresando con una eslora de 15 metros se definen así las dimensiones preliminares principales de la embarcación:

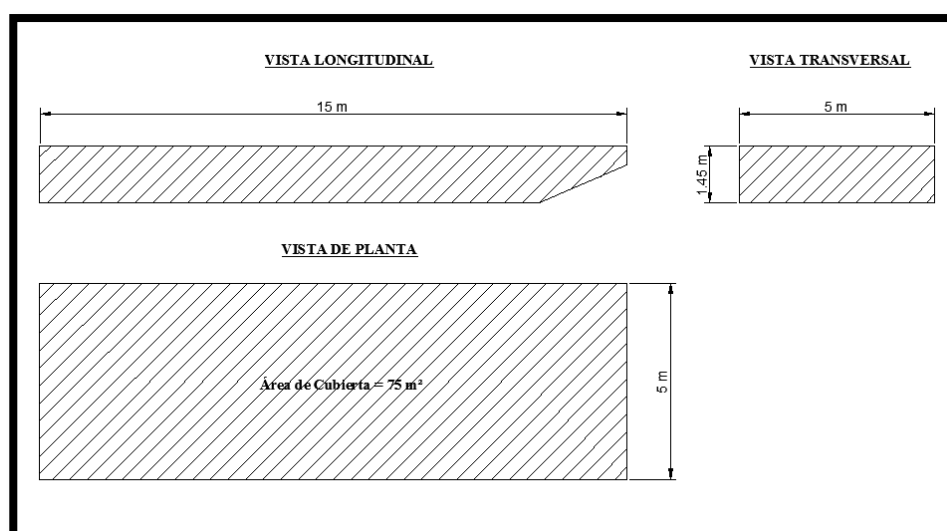
Tabla III.3 Dimensiones Preliminares Principales

Descripción	Ecuación	Valor calculado	Valor estimado
ESLORA	-	15.00 [m]	15.00 [m]
L vs B	$B = 0.3535 \times L - 0.1535$, [metros]	5.15 [m]	5.00 [m]
B vs D	$D = 0.095 \times B + 0.9601$, [metros]	1.45 [m]	1.45 [m]
D vs T	$T = 0.8491 \times L - 0.1054$, [metros]	1.11 [m]	1.00 [m]

Fuente: Elaboración propia

En el siguiente dibujo se muestran las dimensiones preliminares de la embarcación:

Figura III.8 Dimensiones Preliminares de la embarcación Recolectora



Fuente: Elaboración propia

En el gráfico se pueden observar las dimensiones que se obtuvieron de la base de datos, en donde la nave cuenta con un área de 75 m^2 .

3.6. Selección del Material

Para seleccionar el material con el que se va a construir a la embarcación hay que saber sus propiedades para saber si cumple las necesidades descritas en capítulos anteriores, dentro de la cual se encuentra que la nave debe de ser de un peso ligero para que sea fácil de transportar, pero a la vez debe de ser resistente a la corrosión.

La figura que se muestra a continuación es una gráfica con la que se puede estimar el peso del barco, ingresando con la eslora a la línea de agua de diseño del mismo para obtener un valor del peso del casco/número cúbico para diferentes materiales tales como el acero, la madera y la fibra de vidrio.

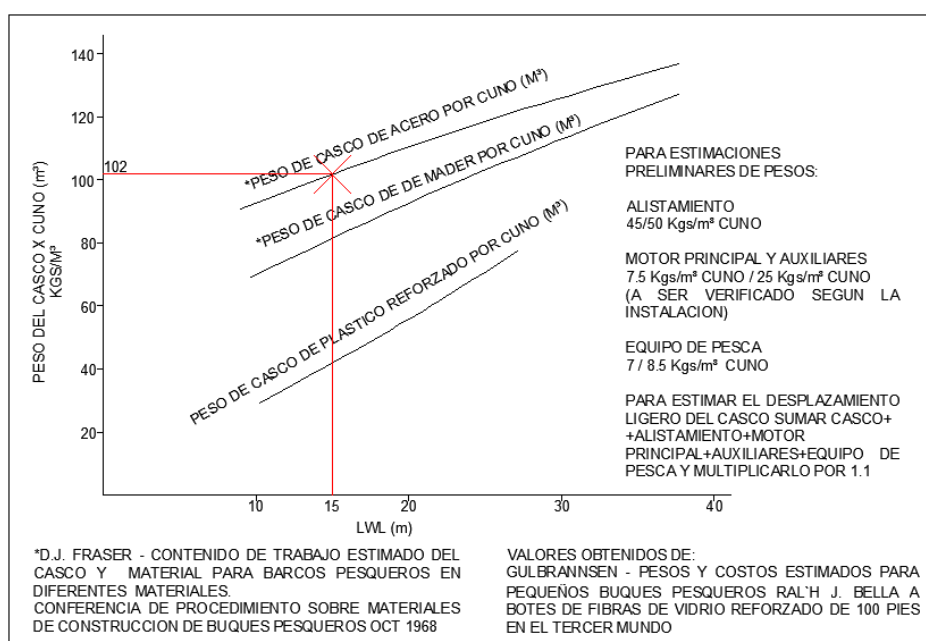
Un material que nos proporciona la propiedad para la no oxidación es el acero inoxidable, específicamente el 304 L que es de la familia de los *Austeníticos* la cual es la que tiene mayor número de aleaciones con un límite de elástico de 210 N/mm^2 , y siendo popular por su excelente formabilidad y su resistencia a la corrosión.

Este metal se distingue del resto por su bajo porcentaje de carbono, conteniendo a la vez un pequeño valor de 10% de cromo, que al estar sometido a un ambiente agresivo el cromo se une primeramente con el oxígeno para formar una delgada película transparente de óxido de cromo sobre la superficie del acero y excluye la oxidación adicional del acero inoxidable, [10].

Entre las propiedades más importantes del acero inoxidable se tiene:

- Excelente resistencia a la corrosión.
- Excelente soldabilidad.
- Excelente factor de higiene y limpieza.
- Es un metal que es funcional en temperaturas extremas.
- En esencia no son magnéticos por lo que son endurecidos por trabajo en frío y no por tratamiento térmico, pero pueden tener cierto grado de magnetismo el cual depende de su aleación.

Figura III.9 Estimación de pesos en Pequeñas embarcaciones pesqueras



Fuente: ELIZALDE, PEDRO, Tesis "Estudio Preliminar para establecer un sistema de transportación fluvial en la Subcuencas del Río Daule, [11]

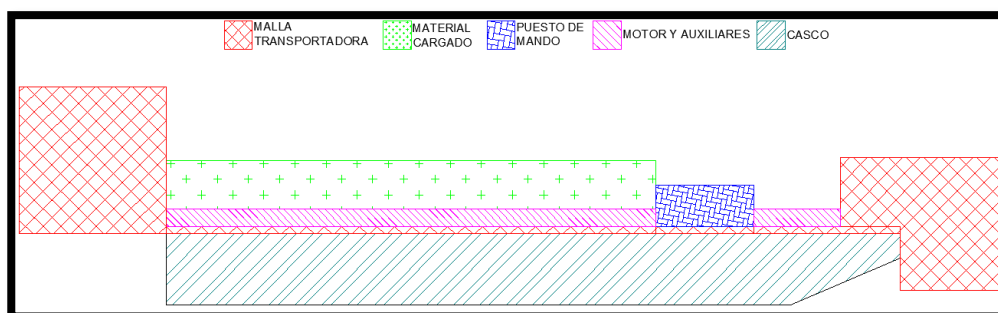
Ingresando con el valor de eslora de 15 [m] en la curva del material acero se obtiene una ordenada de 102 Kgs/m³.

3.7. Estimación de Pesos

La figura siguiente es una referencia importante ya que secciona la distribución de pesos que puede tener una embarcación en cuatro grupos: el casco, alistamiento, motores principales y auxiliares, y carga.

En la siguiente figura se puede apreciar esta distribución con sus nombres respectivos de la nave:

Figura III.10 Diagrama de Distribución de Pesos



Fuente: Elaboración propia

Para lo cual el área que ocupan mallas transportadoras + estructura será de 1076 pies² estimando un peso de 1.5 Ton, y una capacidad de carga de 30 Toneladas sobre cubierta.

Teniendo todos estos valores se procede a calcular el CUNO para esta nave:

$$CUNO = L \times B \times D, [m]$$

En donde,

L = eslora del barco en metros.

B = manga del barco en metros.

D = puntal del barco en metros.

Reemplazando los valores respectivos se tiene un número cúbico de:

$$CUNO = 15 \times 5 \times 1.45 = 108.75 [m^3]$$

Con este valor como resultado, multiplicamos lo siguiente para obtener el desplazamiento preliminar del casco recolector:

$$\begin{aligned} \text{Peso del Casco} &= 102 \frac{Kgs}{m^3} \times 108.75 [m^3] = 11092.5 [Kgs] \\ &= 11.093 [Toneladas] \end{aligned}$$

De acuerdo a las estimaciones de distribución de pesos, el CUNO, el peso de las mallas y de la carga se tiene a continuación el siguiente resumen en la Tabla III.4:

Tabla III.4 Estimación de Pesos

Descripción	Unidad	Valor de Gráfica Kg/m ³	Resultado, Ton
CUNO	m ³	-	108.750
Casco	Ton	102	11.093
Sistema de Recolección	Ton	-	1.500
Unidad de Propulsión	Ton	45	5.000
Desplazamiento Ligero	Ton	-	17.593
Factor Multiplicador	-	-	1.1
Desplazamiento Ligero Final	Ton		19.352
Capacidad de carga	Ton	-	30.000
Tanques de Lastre	Ton	-	10.870
Desplazamiento Cargado	Ton	-	60.222

Fuente: Elaboración propia

3.7.1. Cálculo de Centros de Gravedad Longitudinal y vertical

Para los cálculos mencionados se va tomar de referencia como origen el extremo de la popa de la barcaza, y los pesos se considerarán uniformemente distribuidos.

Los resultados se muestran en la Tabla III.5 y la Tabla III.6:

Condición Ligera

Tabla III.5 Pesos estimados para la condición Ligera

Descripción	Peso, [Ton]	VCG, [m]	Momento VCG [Ton.m]	LCG, [m]	Momento LCG [Ton.m]
Casco	11.093	0.746	8.275	7.150	79.311
Sistema de Recolección	1.500	2.330	3.495	6.290	9.435
Unidad de Propulsión	5.000	1.780	8.900	3.750	18.750
Total	17.593		20.670		107.496

<i>Desplazamiento Ligero</i>	19.352	Ton
<i>VCG Ligero</i>	1.175	m
<i>LCG Ligero</i>	6.110	m

Fuente: Elaboración propia

Condición Cargada

Se consideran tanques de lastre en la proa como lo indican los requerimientos del diseño para poder compensar el peso generado en la proa y así mantener asentada la embarcación. A continuación la 0:

Tabla III.6 Pesos estimados para la Condición Cargada

Descripción	Peso, [Ton]	VCG, [m]	Momento VCG [Ton.m]	LCG, [m]	Momento LCG [Ton.m]
Casco Ligero	19.352	1.175	22.737	6.110	118.246
Tanques de Lastre	10.870	0.928	10.087	13.694	148.854
Carga	30.000	2.280	68.400	4.000	120.000
Total	60.222		101.224		387.100

<i>Desplazamiento Cargado</i>	60.222	Ton
<i>VCG Cargado</i>	1.681	m
<i>LCG Cargado</i>	6.428	m

Fuente: Elaboración propia

Se puede observar que en la anteriores muestran un valor de pesos de 19.352 y 60.22 Toneladas respectivamente para las dos condiciones extremas del buque que son ligera y cargada.

CAPITULO IV.

DISEÑO PRELIMINAR DE LA EMBARCACIÓN

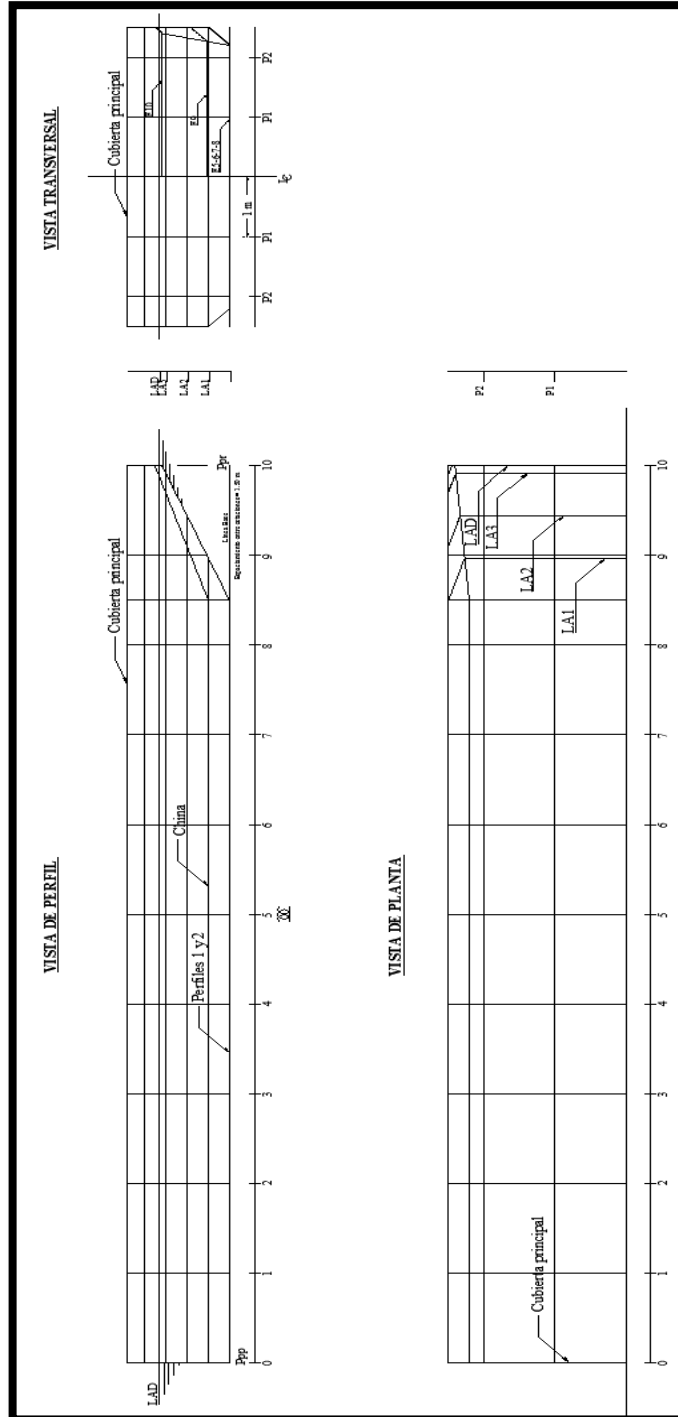
En este capítulo se desarrollará el diseño preliminar de la nave de acuerdo a las dimensiones obtenidas en el capítulo anterior.

4.1 Concepción de las Líneas de Formas y Cálculos Hidrostáticos

Para poder generar el modelo se utilizó el programa RHINOCEROS versión 4.0, para las líneas de formas el programa MAXSURF versión 13, y para el cálculo de las curvas hidrostáticas el módulo de HYDROMAX.

El buque por tener una forma prismática, no fue necesario suavizar sus curvas. Para poder crear el plano se siguieron los requerimientos de diseño, dibujando una china y una proa en punta para mejorar la resistencia del casco. A continuación las formas de la embarcación en la siguiente página.

Figura IV.1 Plano de Líneas de Formas



Fuente: Elaboración propia

Partiendo de estas formas se procede a obtener los *Cálculos Hidrostáticos* con asiento 0 asumido. Se presenta la Tabla IV.1:

Tabla IV.1 Resultados Hidrostáticos

Calado medio	[m]	0.10	0.22	0.34	0.47	0.59	0.71	0.83	0.96	<u>1.00</u>	1.20
Desplazamiento agua salada	[ton]	5.94	13.70	22.00	30.57	39.33	48.27	57.40	66.71	<u>70.12</u>	85.50
desplazamiento agua dulce	[ton]	5.79	13.37	21.46	29.82	38.37	47.09	56.00	65.08	<u>68.41</u>	83.41
Calado en la Perp. De Proa	[m]	0.10	0.22	0.34	0.47	0.59	0.71	0.83	0.96	<u>1.00</u>	1.20
Calado en la Perp. De Popa	[m]	0.10	0.22	0.34	0.47	0.59	0.71	0.83	0.96	<u>1.00</u>	1.20
Calado en el Centro de Flotación	[m]	0.10	0.22	0.34	0.47	0.59	0.71	0.83	0.96	<u>1.00</u>	1.20
Asiento (+Popa)	[m]	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	<u>0.00</u>	0.00
Eslora en Línea de Flotación	[m]	12.99	13.28	13.57	13.86	14.15	14.43	14.72	15.00	<u>15.00</u>	15.00
Manga en Línea de Flotación	[m]	4.60	4.84	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	<u>5.00</u>	5.00
Superficie mojada	[m ²]	61.24	67.65	73.73	79.08	84.51	90.01	95.60	101.23	<u>103.01</u>	111.01
Area del Plano de Flotación	[m ²]	59.72	64.22	67.67	69.15	70.63	72.10	73.57	74.97	<u>74.99</u>	75.00
Coef. Prismático	-	0.86	0.87	0.88	0.89	0.90	0.91	0.92	0.93	<u>0.93</u>	0.94
Coef. de Bloque	-	0.84	0.83	0.83	0.85	0.87	0.88	0.90	0.91	<u>0.91</u>	0.93
Coef. de Area Seccional	-	0.98	0.95	0.95	0.96	0.97	0.98	0.98	0.98	<u>0.98</u>	0.99
Coef. del Plano de Flotación	-	0.87	0.88	0.90	0.92	0.94	0.96	0.98	1.00	<u>1.00</u>	1.00
LCB desde punto 0	[m]	6.43	6.51	6.58	6.65	6.73	6.80	6.88	6.96	<u>6.98</u>	7.08
LCF desde punto 0	[m]	6.49	6.63	6.77	6.92	7.06	7.21	7.36	7.50	<u>7.50</u>	7.50
KB	[m]	0.05	0.11	0.18	0.24	0.31	0.37	0.43	0.50	<u>0.52</u>	0.63
KG	[m]	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	<u>0.00</u>	0.00
BMt	[m]	18.18	9.37	6.54	4.81	3.83	3.18	2.73	2.40	<u>2.28</u>	1.87
BML	[m]	144.88	70.40	48.14	36.97	30.61	26.54	23.71	21.59	<u>20.55</u>	16.86
GMt	[m]	18.23	9.49	6.72	5.06	4.13	3.55	3.17	2.90	<u>2.80</u>	2.50
GML	[m]	144.93	70.52	48.32	37.21	30.92	26.90	24.14	22.08	<u>21.07</u>	17.49
KMt	[m]	18.23	9.49	6.72	5.06	4.13	3.55	3.17	2.90	<u>2.80</u>	2.50
KML	[m]	144.93	70.52	48.32	37.21	30.92	26.90	24.14	22.08	<u>21.07</u>	17.49
TPc	[ton/cm]	0.61	0.66	0.69	0.71	0.72	0.74	0.75	0.77	<u>0.77</u>	0.77
MTc	[ton.m]	0.57	0.64	0.71	0.76	0.81	0.87	0.92	0.98	<u>0.99</u>	1.00

Fuente: Hydromax/MAXsurf

Como se ve en la tabla el peso del casco ligero estimado (19.352 toneladas) está a un calado aproximado de 30 cm, y al calado de diseño de 1 metro se tiene un desplazamiento de 70 toneladas con un coeficiente bloque de 0.92, y con una diferencia con el peso en condición cargada de 10.22 Toneladas para cualquier peso que falte colocar al final de la espiral de diseño. Las curvas respectivas se las presentarán en anexos.

Teniendo las formas del buque se procede a verificar el asiento de la embarcación para las condiciones de carga: Ligero, Cargada + sin tanques y Cargadas + tanques, así de esta manera saber cuántos tanques de lastre habrá que poner para compensar el trimado respetando el calado máximo de diseño. A continuación se presenta la Tabla IV.2 con los datos de carena que fueron generados por el programa *HYDROMAX* para las condiciones mencionadas:

Tabla IV.2 Resultados de Carena de verificación de asientos

Descripción	Condiciones		
	Ligera	Cargada Sin tanques	Cargada con Tanques
<i>Draft Amidsh. m</i>	0.299	0.665	0.866
Displacement tonne	19.35	49.35	60.22
Heel to Starboard degrees	0	0	0
Draft at FP m	0.234	-0.044	0.696
Draft at AP m	0.364	1.373	1.037
Draft at LCF m	0.306	0.76	0.873
<i>Trim (+ve by stern) m</i>	0.129	1.417	0.341
WL Length m	13.339	13.135	14.432
WL Beam m	5	5	5
Wetted Area m ²	71.599	87.16	96.279
Waterpl. Area m ²	66.247	65.183	72.083
Prismatic Coeff.	0.728	0.474	0.769

Block Coeff.	0.692	0.468	0.756
Midship Area Coeff.	0.951	0.987	0.983
Waterpl. Area Coeff.	0.883	0.869	0.961
LCB from zero pt. (+ve fwd) m m	6.101	4.698	6.4
LCF from zero pt. (+ve fwd) m m	6.634	6.492	7.207
KB m	0.16	0.472	0.459
KG m	1.175	1.847	1.681
BMt m	7.222	2.797	2.552
BML m	51.667	19.21	21.251
GMt m	6.207	1.416	1.329
GML m	50.652	17.829	20.029
KMt m	7.382	3.269	3.01
KML m	51.827	19.682	21.71
Immersion (TPc) tonne/cm	0.679	0.668	0.739
MTc tonne.m	0.653	0.587	0.804
RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) tonne.m	2.096	1.219	1.397
Max deck inclination deg	0.5	5.4	1.3
Trim angle (+ve by stern) deg	0.5	5.4	1.3

Fuente: Hydromax/Maxsurf

Como se puede ver en la Tabla IV.2 de arriba los calados de popa y proa en la condición ligera demuestran que la nave está asentada 13 cm, un estado que es recomendable para una embarcación en rosca. En la condición cargada sin tanques el asiento fue de 1.42 cm, lo cual es inaceptable, por lo que implicó colocar tanques en la proa de una capacidad de 10.87 m³ para compensar y llegar a un asiento a 34 cm, y con un calado que se encuentra por debajo del de diseño.

La distribución de tanques se la mostrará junto con el de la nave en el siguiente subcapítulo. Con las condiciones de la Tabla IV.2 se procede a realizar la estabilidad intacta de la barcaza para corroborar su comportamiento en estas dos condiciones extremas.

Condición Ligera

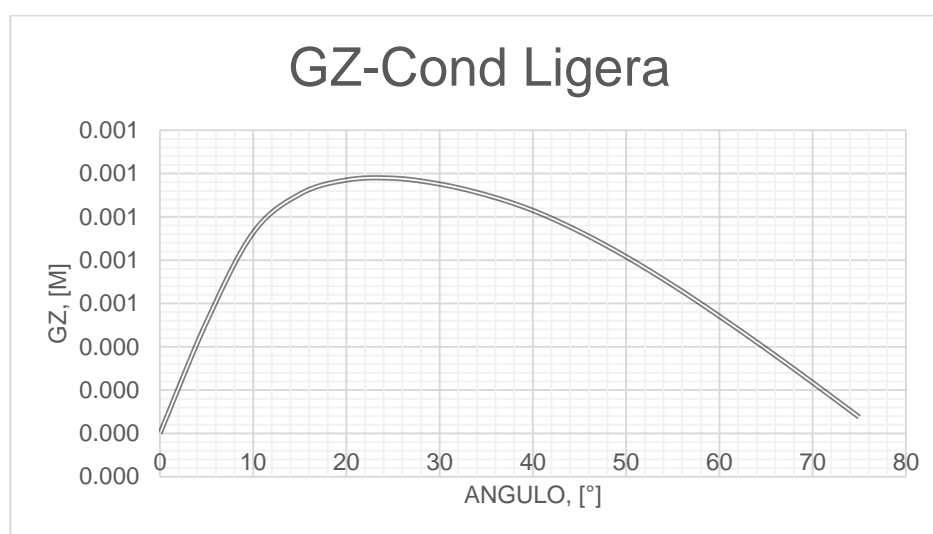
Realizando el análisis con escoras desde 0 a 75°, ver la Tabla IV.3

Tabla IV.3 Datos para la curva GZ

q	q	KN	GZ	CRITERIO 1		CRITERIO 2		CRITERIO 3	CRITERIO 4	CRITERIO 5	GZ max	
				F.S.	Area	F.S.	Area				1.178	CRITERIO 6
[°]	[rad]	[m]	[m.rad]									
0	0.000	0.000	0.000	1.000	0.000	1.000	0.000					
5	0.087	0.617	0.515	3.000	1.544	4.000	2.058					
10	0.175	1.131	0.927	3.000	2.781	2.000	1.854					
15	0.262	1.409	1.105	2.000	2.210	4.000	4.420					
20	0.349	1.572	1.170	3.000	3.510	2.000	2.340					
25	0.436	1.675	1.178	3.000	3.535	4.000	4.714					
30	0.524	1.739	1.152	1.000	1.152	2.000	2.303					
35	0.611	1.775	1.101			4.000	4.404					
40	0.698	1.785	1.030			1.000	1.030					
45	0.785	1.763	0.932									
50	0.873	1.716	0.816									
55	0.960	1.647	0.684									
60	1.047	1.559	0.541									
65	1.134	1.456	0.391									
70	1.222	1.339	0.235									
75	1.309	1.210	0.075									

Fuente: Elaboración propia

Figura IV.2 Curva Gz - Condición Ligera



Fuente: Elaboración propia

Comprobando que cumplan los criterios de la OMI si obtienen los resultados en la siguiente Tabla IV.4.

Tabla IV.4 Aprobación de los Criterio de la OMI – Condición Ligera

Descripción	Valor	Und	Actual	Estado	Margen
Área entre 0 y 30 > 0.055	0.055	m.rad	0.4833	AP	8.787
Área entre 0 y 40 > 0.09	0.09	m.rad	0.6751	AP	7.501
Área entre 30 y 40 > 0.03	0.03	m.rad	0.1918	AP	6.393
Gz entre 30 y 90 > 0.2m	0.2	m	1.152	AP	5.760
Angulo de Máximo GZ > 0.2m	25	deg	25	AP	1.000
Valor de GMt > 0.15	0.15	m	6.207	AP	41.380
Valor de Máximo Gz	0.2	m	1.176	AP	5.880

Fuente: Elaboración propia

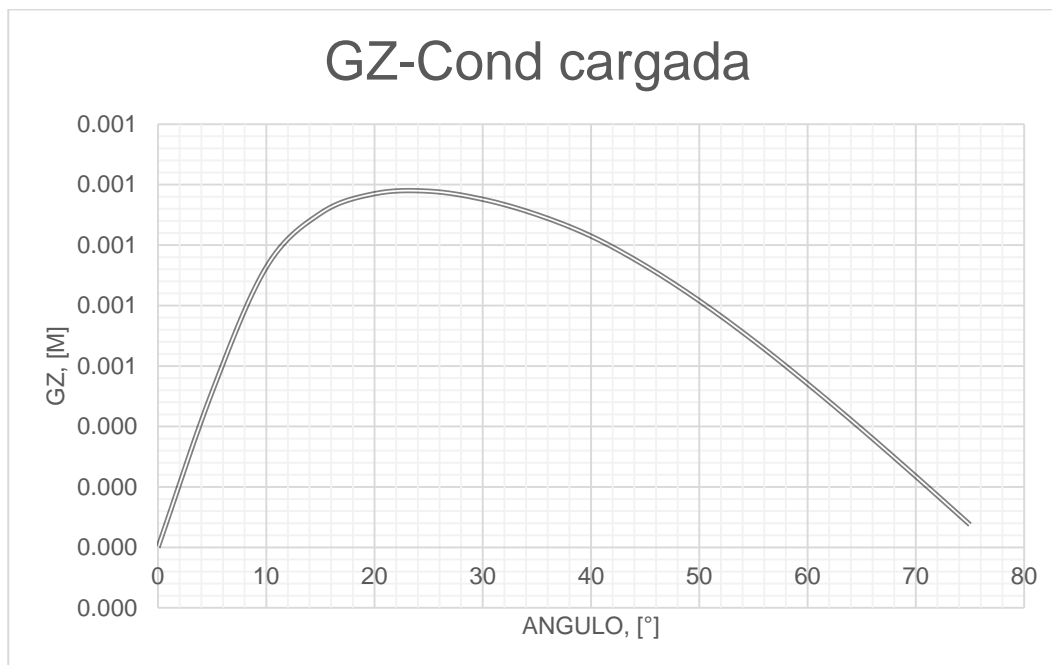
Condición Cargada

Realizando el análisis con escoras desde 0 a 75°, la Tabla IV.5 muestra:

Tabla IV.5 Resultados Hidrostáticos para la Condición Cargada

q	KN	GZ	CRITERIO 1		CRITERIO 2		CRITERIO 3	CRITERIO 4	CRITERIO 5	CRITERIO 6	GZ max	1.171
			F.S.	Area	F.S.	Area						
[rad]	[m]	[m.rad]										
0.000	0.000	0.000	1.000	0.000	1.000	0.000						
0.000	0.263	0.263	3.000	0.789	4.000	1.052						
0.000	0.528	0.528	3.000	1.584	2.000	1.056						
0.000	0.768	0.768	2.000	1.536	4.000	3.072						
0.000	0.939	0.939	3.000	2.817	2.000	1.878						
0.000	1.046	1.046	3.000	3.138	4.000	4.184						
0.000	1.111	1.111	1.000	1.111	2.000	2.222						
0.000	1.149	1.149			4.000	4.596						
0.000	1.168	1.168			1.000	1.168						
0.000	1.171	1.171										
0.000	1.161	1.161										
0.000	1.140	1.140										
0.000	1.108	1.108										
0.000	1.067	1.067										
0.000	1.017	1.017										
0.000	0.960	0.960										

Fuente: Elaboración propia

Figura IV.3 Curva Gz – Condición Cargada

Fuente: Elaboración propia

Comprobando que cumplan los criterios de la OMI si obtienen los resultados en la siguiente Tabla IV.6:

Tabla IV.6 Aprobación de los Criterio de la OMI – Condición Cargada

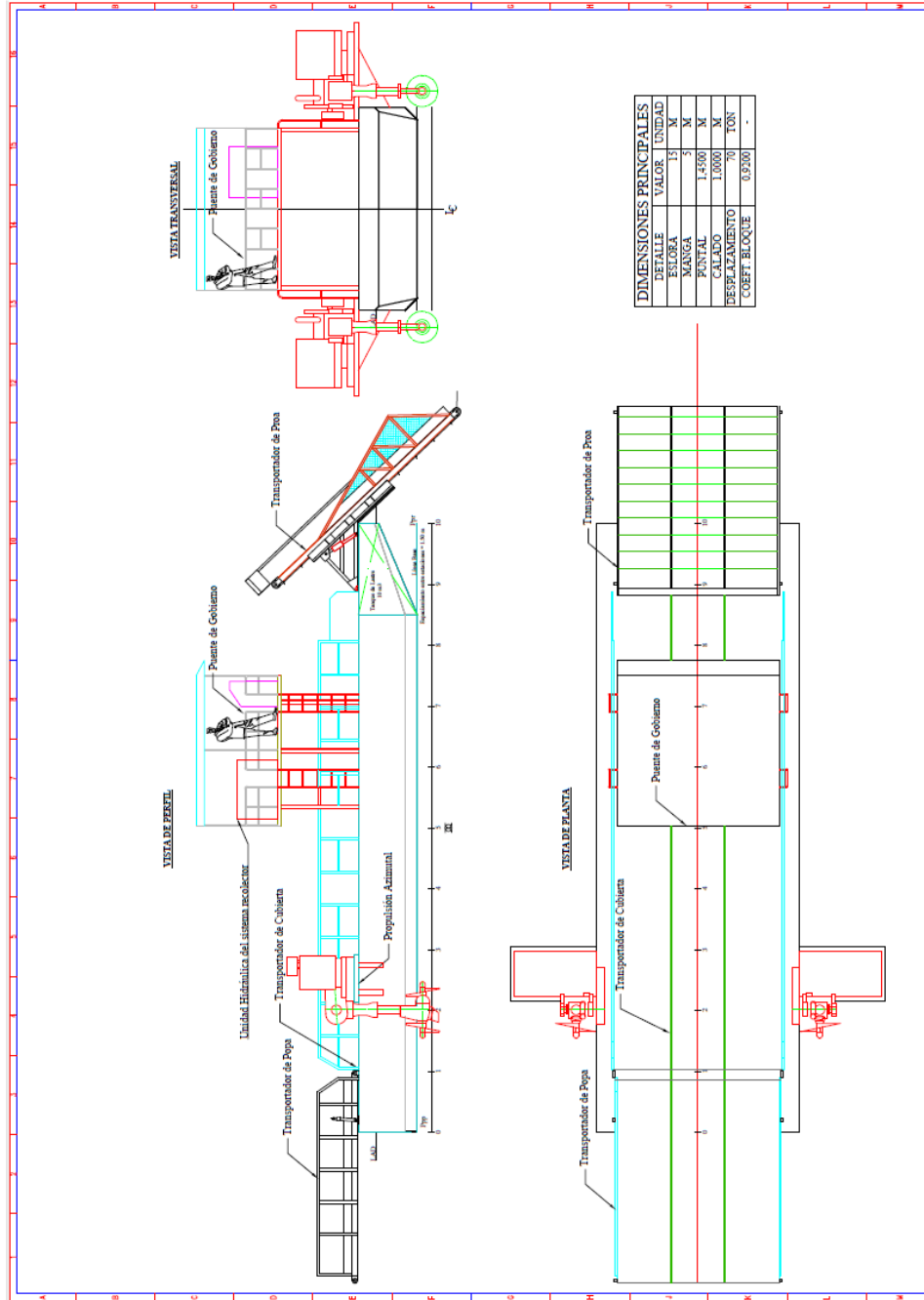
Descripción	Valor	Und	Actual	Estado	Margen
Área entre 0 y 30 >0.055	0.055	m.rad	0.1404	AP	2.553
Área entre 0 y 40 >0.09	0.09	m.rad	0.1783	AP	1.981
Área entre 30 y 40 >0.03	0.03	m.rad	0.0379	AP	1.263
Gz entre 30 y 90 >0.2m	0.2	m	0.304	AP	1.520
Angulo de Máximo GZ >0.2m	25	deg	25	AP	1.000
Valor de GMt >0.15	0.15	m	1.329	AP	8.860
Valor de Máximo Gz	0.2	m	0.385	AP	1.925

Fuente: Elaboración propia

4.2 Distribución General

La distribución de la nave se la realizará tomando en cuenta los requerimientos de diseño mencionados. La capacidad de carga estimada será de 30 Toneladas sobre cubierta colocando dos tanques de lastre en el pique de popa con una capacidad de 10.870 toneladas aproximadamente para mejorar el asiento de la embarcación una vez cargada completamente.

Figura IV.4 Plano de Distribución del Buque Recolector



Fuente: Elaboración propia

4.3 Diseño Estructural

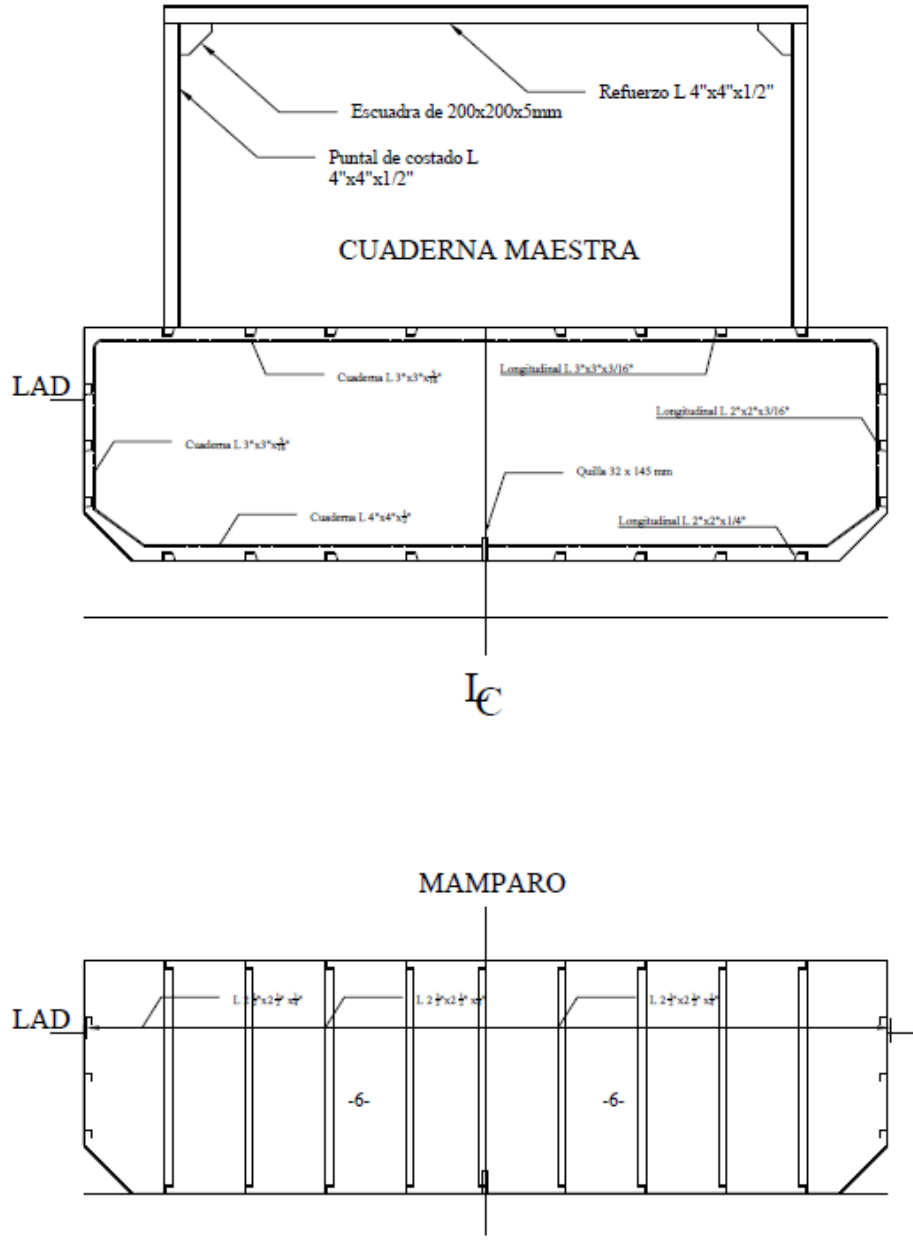
Después de haber seleccionado al acero inoxidable como material de construcción para la barcaza, se procede a escantillonar la parte estructural del buque, definiendo las dimensiones tanto del planchaje como los refuerzos primarios y secundarios que lo constituyen interiormente.

Para esto se va a utilizar como normas para el cálculo a la Casa Clasificadora *ABS* (*American Bureau Shipping*, [12]) el cual presenta fórmulas basadas en reglas establecidas que respetan los esfuerzos tanto de fluencia como cortante para las diferentes condiciones de mar en las que un barco está sometido cuando se encuentra en operación.

El arreglo estructural de la nave será de tipo transversal, con cuadernas espaciadas 750 mm entre ellas y soportadas por refuerzos longitudinales. Las características de los mismos son perfiles tipo L tanto para el fondo, costado y cubierta.

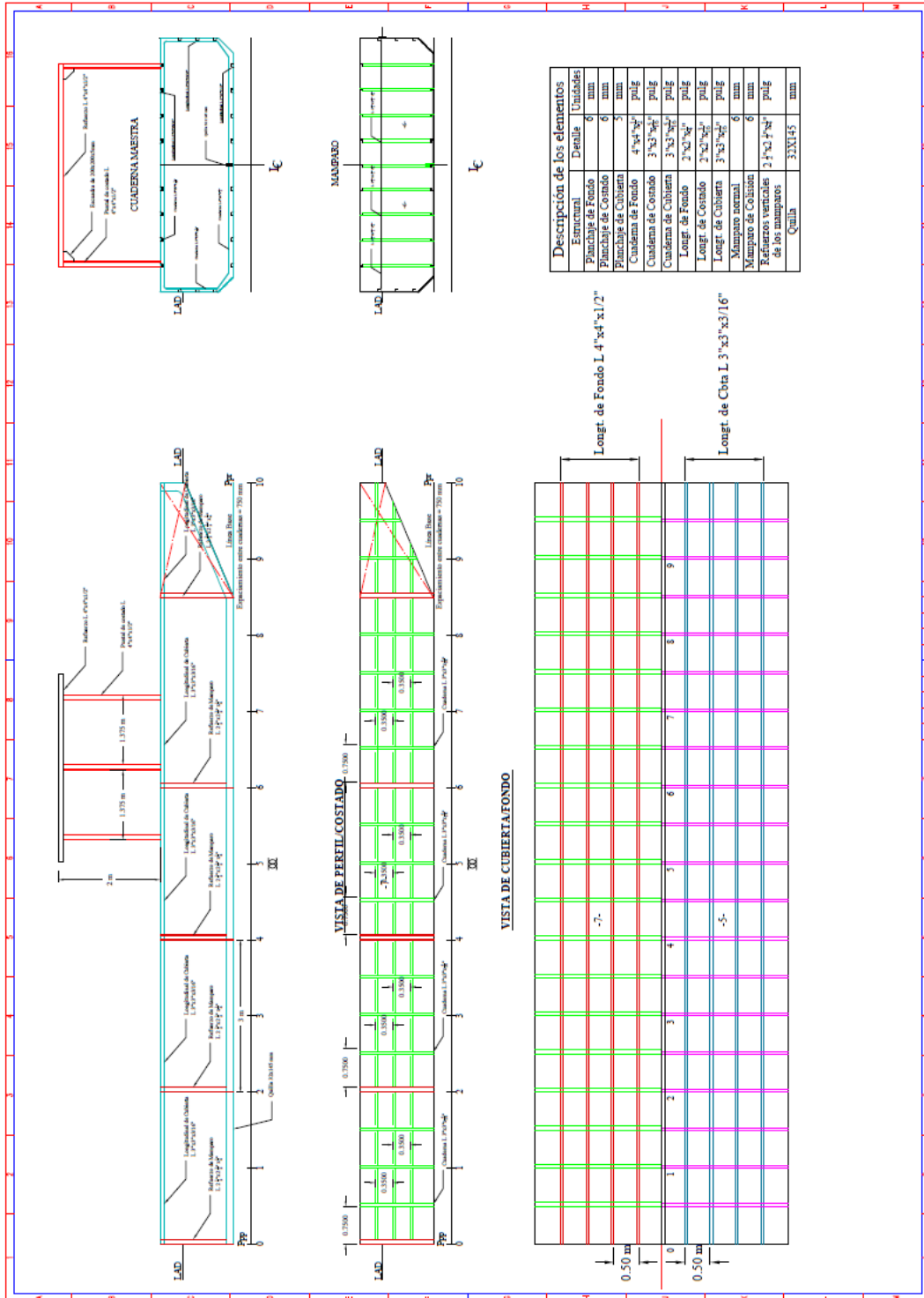
A continuación se presenta el arreglo estructural del buque, presentando vistas de planta tanto de fondo como de cubierta, de perfil en la línea de crujía y de costado, y transversal de cuadernas y mamparos.

Figura IV.5 Estructural de la Cuaderna Maestra y Mamparo



Fuente: Elaboración propia

Figura IV.6 Plano Estructural del Buque Recolector



Fuente: Elaboración propia

Como se ve en el plano se pueden apreciar los estructurales en las diferentes áreas respectivas. En la Tabla IV.7 que se presenta a continuación se podrá apreciar un resumen de los resultados obtenidos de las reglas ABS para la distribución en mención y la vez la el refuerzo seleccionado de acuerdo al módulo seccional requerido, [13]:

Tabla IV.7 Escantillonado del Buque

	D	Requerido	Aplicado	Und	Descripción	ABS
Planchaje del Fondo						
Planchaje	t	6.06	7	mm		3-2-2/3.3.1
Cuaderna	Z	27.14	27.53	cm3	L: 100x80x10 mm	3-2-4/5.7
Longitudinal de Fondo	Z	3.18	4.05	cm3	L: 50x50x6 mm	3-2-4/5.3.1
Planchaje de Costado						
Planchaje	t	5.87	7	mm		3-2-2/5.1
Cuaderna	Z	4.07	7.64	cm3	L: 65x50x8 mm	3-2-5/5.1
Longitudinal de Costado	Z	1.90	2.15	cm3	L: 50x50x3 mm	3-2-5/3.1
Planchaje de Cubierta						
Planchaje	t	4.87	5	mm		3-2-3/3.1
Cuaderna	Z	14.88	10.88	cm3	L: 80x50x8 mm	3-2-6/1.3
Longitudinal de Cubierta	Z	2.09	3.11	cm3	L: 50x50x5 mm	3-2-6/3.3
Mamparos						
Planchaje Mamparo Normal	t	6.00	7	mm		3-2-7/5.1
Planchaje Mamparo de colisión	t	6	7	mm		3-2-7/5.1
Refuerzos Verticales	Z	7.49	8.88	cm3	L: 80x50x6 mm	3-2-7/5.3
Superestructura						
Planchaje de cubierta	t	6.83	7.00	mm		3-2-6/1.3
Cuaderna de Costado y de Cbta.	Z	25.10	27.53	cm3	L: 80x50x8 mm	3-2-6/3.3
Quilla						
	t	31.25	32	mm		3-2-10/1.1
	h	143.80	145	mm		3-2-10/1.1

Fuente: Elaboración propia

Donde:

t: espesor del elemento

Z: módulo seccional del elemento

h: altura del elemento

En la Tabla IV.7 se observa que los módulos seccionales son mayores a los requeridos lo que representa que las dimensiones de los elementos están correctas. En la sección del *Anexo II* se detallará el cálculo realizado para la obtención de los mismos.

4.4 Selección del Sistema Propulsor

Para la selección del sistema de propulsión se utilizó el módulo de Maxsurf versión 13 *Hullspeed*, para poder calcular la resistencia al avance y la potencia de la nave a una determinada velocidad. Se empleó el Método de *Holtrop* para el análisis, utilizando los datos de carena obtenidos de las curvas hidrostáticas en condiciones de máxima carga, los resultados se van a mostrar en la Tabla IV.8 a continuación:

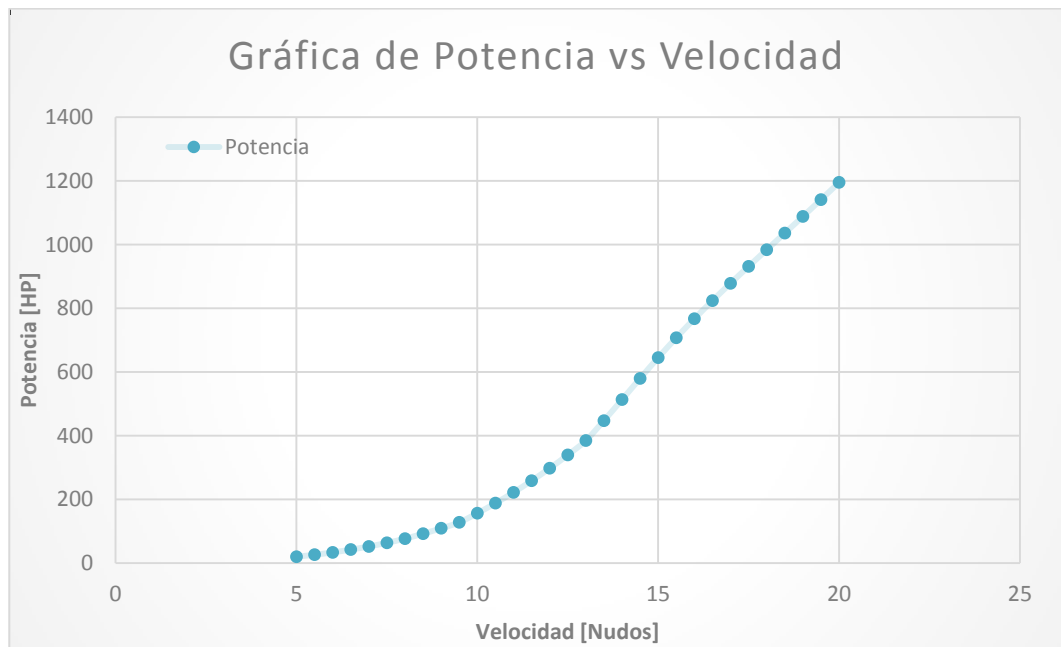
Tabla IV.8 Resistencia/Potencia vs Velocidad

Velocidad, [Nudos]	Resistencia [Holtrop, kN]	Potencia [Holtrop, HP]
5	5,83	20,12
5,5	6,95	26,37
6	8,15	33,74
6,5	9,45	42,38
7	10,84	52,33
7,5	12,29	63,6
8	13,92	76,82
8,5	15,76	92,39
9	17,59	109,2
9,5	19,5	127,82

10	22,71	156,68
10,5	25,96	188,08
11	29,26	222,04
11,5	32,59	258,58
12	35,96	297,7
12,5	39,36	339,42
13	42,89	384,69
13,5	48,04	447,38
14	53,15	513,37
14,5	57,98	579,96
15	62,34	645,09
15,5	66,17	707,58
16	69,49	767,09
16,5	72,38	823,86
17	74,9	878,47
17,5	77,16	931,6
18	79,24	983,93
18,5	81,18	1036,04
19	83,03	1088,4
19,5	84,84	1141,36
20	86,62	1195,19

Fuente: Elaboración propia

Figura IV.7 Potencia vs Velocidad



Fuente: Elaboración propia

Como se observa el valor de la potencia a 10 nudos es de 156,65 HP el cual se lo va redondear a 160 HP. Con esta información se procede a seleccionar la propulsión de la nave para la cual se había propuesto un sistema azimutal.

Este sistema azimutal apareció por los años 1960 pero estaba muy adelantado a su época, y actualmente se han desarrollado muchas mejoras complementarias, como hélices retráctiles, como unidades independientes hidráulicas fuera de borda, unidades transportables, etc. A continuación se presenta las diferentes clases que existen en el mercado:

Figura IV.8 Unidad Hidráulica con propulsión azimutal



Fuente: Harbomaster

Esta unidad hidráulica es transportable y no necesita de mucho espacio, por lo que es perfecta para la propulsión de esta barcaza. Como se mostró en la Figura IV.9 los azimutales fueron colados estratégicamente a los costados para lograr el asiento adecuado de la nave.

Figura IV.9 Barcaza usando unidades hidráulicas a los costados



Fuente: Brochure Harbomaster

En este proyecto se van a usar dos de estos módulos de 60 kW u 80 HP para que la barcaza pueda viajar lo requerido para este proyecto, (ver detalles en *Anexos III*). El equipo cuenta con su propio tanque de combustible que tiene 120 galones lo cual es suficiente para 27.3 horas de trabajo, (ver detalles en *Anexos III*).

Usando como control de mando para la unidad una consola que la proporciona el mismo proveedor, a continuación una referencia en la Figura IV.10:

Figura IV.10 Control de mando de las unidades hidráulicas



Fuente: Harbormaster

CAPITULO V.

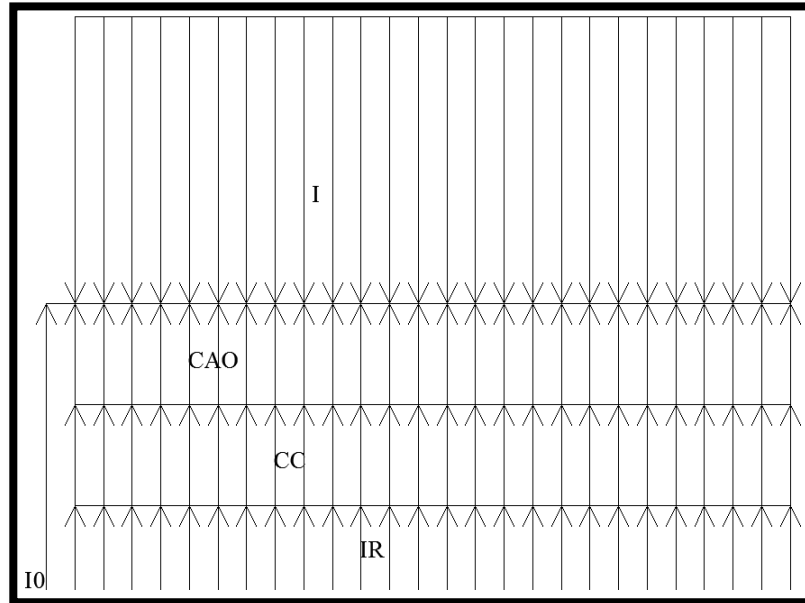
ANÁLISIS ECONÓMICO

En este capítulo se analiza la rentabilidad de este proyecto, utilizando los conceptos del *Valor Actual Neto (V.A.N)* y la *Tasa Interna de Retorno (T.I.R)*.

5.1 Flujo de Caja

Aquí se detalla los ingresos y egresos obtenidos por la embarcación durante un período de 20 años, la cual corresponden a la vida útil del acero sometido al ambiente corrosivo, para lo cual se seguirá el modelo económico sugerido en referencia [14]. A continuación en la Figura V.1 se presenta el Diagrama de Flujo de Caja para este proyecto:

Figura V.1 Diagrama de Flujo de Caja



Fuente: Elaboración propia

Donde:

I0: Inversión inicial

CAO: Costos anuales de operación

CC: Amortización anual del financiamiento más depreciación anual.

I: Ingresos anuales

IR: Impuestos a la renta

5.2 Cálculo de Costos Fijos y Operacionales

Para poder obtener el costo estimado de esta embarcación, fue necesario tener como base el diseño preliminar desarrollado en el CAPÍTULO IV. El cálculo detallado se

mostrará en el Anexo IV. Un resumen del costo del proyecto se muestra en la Tabla V.1.

Tabla V.1 Costos Totales del Proyecto

COSTOS TOTALES	CANTIDAD
COSTO DIRECTO (CD=CM+CE+CPO)	\$ 353,797.41
COSTO INDIRECTO (CI = GG+U+I+F)	\$ 115,868.65
COSTO TOTAL DEL PROYECTO (CT=CD+CI)	\$ 469,666.06

Fuente: Elaboración propia

Como se muestra en la Tabla V.1 el costo del proyecto es de casi \$ 470,000.00, un valor que podría ser financiado por el sector privado o a través de un préstamo bancario.

Costo de capital de la embarcación:

En esta sección, se asume que el banco hace un préstamo del 60% del valor de la nave financiado a 15 años plazo con un interés del 17%, y que la depreciación del bien será lineal, la cual es limitada para la vida útil de la embarcación, que son 20 años con valor residual nulo.

Costos Operacionales:

Para poder obtener los valores se va asume que la nave laborará 22 días al mes, 8 horas diarias, los costos están liderados por los siguientes ítems:

- Salario del personal.
- Costo del consumo de combustible.
- Costo del mantenimiento de la embarcación, y Gastos generales.

Distribuyendo sus días recorriendo los embalses, como se ve en la 0:

Tabla V.2 Distribución de días en los lugares tentativos

LUGAR	DIAS
RIO GUAYAS	12
EMBALSE DAULE PERIPA	4
EMBALSE POZA HONDA	3
EMBALSE LA ESPERANZA	3
TOTAL DE DIAS	22

Fuente: Elaboración propia

Tomando en cuenta que para ir de un lugar a otro es necesario un transporte y una grúa con un costo asumido de \$1,000.00, a continuación la Tabla V.3:

Tabla V.3 Ingreso Anual

INGRESO ANUAL												
MES	RIO GUAYAS			EMBALSE DAULE PERIPA			EMBALSE POZA HONDA			EMBALSE LA ESPERANZA		
	COSTO \$	DIAS	COSTO TOTAL \$	COSTO \$	DIAS	COSTO TOTAL \$	COSTO \$	DIAS	COSTO TOTAL \$	COSTO \$	DIAS	COSTO TOTAL \$
ENERO	462.82	12.00	5,553.85	1,562.82	4.00	6,251.28	1,562.82	3.00	4,688.46	1,562.82	3.00	4,688.46
FEBRERO	462.82	12.00	5,553.85	1,562.82	4.00	6,251.28	1,562.82	3.00	4,688.46	1,562.82	3.00	4,688.46
MARZO	462.82	12.00	5,553.85	1,562.82	4.00	6,251.28	1,562.82	3.00	4,688.46	1,562.82	3.00	4,688.46
ABRIL	462.82	12.00	5,553.85	1,562.82	4.00	6,251.28	1,562.82	3.00	4,688.46	1,562.82	3.00	4,688.46
MAYO	462.82	12.00	5,553.85	1,562.82	4.00	6,251.28	1,562.82	3.00	4,688.46	1,562.82	3.00	4,688.46
JUNIO	462.82	12.00	5,553.85	1,562.82	4.00	6,251.28	1,562.82	3.00	4,688.46	1,562.82	3.00	4,688.46
JULIO	462.82	12.00	5,553.85	1,562.82	4.00	6,251.28	1,562.82	3.00	4,688.46	1,562.82	3.00	4,688.46
AGOSTO	462.82	12.00	5,553.85	1,562.82	4.00	6,251.28	1,562.82	3.00	4,688.46	1,562.82	3.00	4,688.46
SEPTIEMBRE	462.82	12.00	5,553.85	1,562.82	4.00	6,251.28	1,562.82	3.00	4,688.46	1,562.82	3.00	4,688.46
OCTUBRE	462.82	12.00	5,553.85	1,562.82	4.00	6,251.28	1,562.82	3.00	4,688.46	1,562.82	3.00	4,688.46
NOVIEMBRE	462.82	12.00	5,553.85	1,562.82	4.00	6,251.28	1,562.82	3.00	4,688.46	1,562.82	3.00	4,688.46
DICIEMBRE	462.82	12.00	5,553.85	1,562.82	4.00	6,251.28	1,562.82	3.00	4,688.46	1,562.82	3.00	4,688.46
TOTAL			66,646.25			75,015.42			56,261.56			56,261.56

Fuente: Elaboración propia

Y un ingreso adicional anual por ventas de lechuguín a alguna empresa privada que lo reutilice, vendiendo a \$ 15 la tonelada, y que mensualmente compren entre 50 y 150 toneladas, véase la Tabla V.4:

Tabla V.4 Ingreso Anual por las ventas del Lechuguín

INGRESO POR VENTA DEL LECHUCGUÍN								
MES	RIO GUAYAS		DAULE PERIPA		POZA HONDA		LA ESPERANZA	
	TON/MES	TOTAL	TON/MES	TOTAL	TON/MES	TOTAL	TON/MES	TOTAL
ENERO	150	2250.00	150.00	2250.00	150.00	2250.00	150.00	2250.00
FEBRERO	150	2250.00	150.00	2250.00	150.00	2250.00	150.00	2250.00
MARZO	150	2250.00	150.00	2250.00	150.00	2250.00	150.00	2250.00
ABRIL	50	750.00	50.00	750.00	50.00	750.00	50.00	750.00
MAYO	50	750.00	50.00	750.00	50.00	750.00	50.00	750.00
JUNIO	50	750.00	50.00	750.00	50.00	750.00	50.00	750.00
JULIO	50	750.00	50.00	750.00	50.00	750.00	50.00	750.00
AGOSTO	50	750.00	50.00	750.00	50.00	750.00	50.00	750.00
SEPTIEMBRE	150	2250.00	150.00	2250.00	150.00	2250.00	150.00	2250.00
OCTUBRE	150	2250.00	150.00	2250.00	150.00	2250.00	150.00	2250.00
NOVIEMBRE	150	2250.00	150.00	2250.00	150.00	2250.00	150.00	2250.00
DICIEMBRE	150	2250.00	150.00	2250.00	150.00	2250.00	150.00	2250.00
TOTAL		19500.00		19500.00		19500.00		19500.00

Fuente: Elaboración propia

Y para una mejor apreciación de los ingresos se detalla un resumen en la Tabla

V.5:

Tabla V.5 Resumen de Ingresos Anuales

INGRESO ANUAL	COSTO \$
RIO GUAYAS	\$ 66,646.25
EMBALSE DAULE PERIPA	\$ 75,015.42
EMBALSE POZA HONDA	\$ 56,261.56
EMBALSE LA ESPERANZA	\$ 56,261.56
VENTA DEL LECHUGUÍN	\$ 78,000.00
COSTO TOTAL	\$ 332,184.79

Fuente: Elaboración propia

Para los costos operaciones se asumieron valores mensuales y proyectándolos anualmente, en las que están involucrados: los salarios del personal, costo del consumo de combustible, costo de mantenimiento, y gastos generales que podrían incurrir en la nave. Los valores se muestran en la Tabla V.6:

Tabla V.6 Costos operacionales

DESCRIPCIÓN	COSTO MENSUAL	COSTO ANUAL
SALARIO TRIPULANTE 1	\$ 650.00	\$ 7,800.00
SALARIO TRIPULANTE 2	\$ 650.00	\$ 7,800.00
13 Y 14 SUELDO	-	\$ 8,265.00
TÉCNICO	\$ 800.00	\$ 9,600.00
SECRETARIA	\$ 360.00	\$ 4,320.00
ADMINISTRATIVO 1	\$ 550.00	\$ 6,600.00
GUARDIANÍA	\$ 500.00	\$ 6,000.00
GERENTE	\$ 2,000.00	\$ 24,000.00
CONSUMO DE COMBUSTIBLE	\$ 605.22	\$ 7,262.64
MANTENIMIENTO DE LA EMBARCACIÓN	\$ 750.00	\$ 9,000.00
GASTOS GENERALES	\$ 1,000.00	\$ 12,000.00
ALQUILER OFICINAS	\$ 300.00	\$ 3,600.00
COSTO OPERACIONAL TOTAL	-	\$ 106,247.64
UTILIDAD 15% DEL COSTO ANUAL	\$ 15,937.15	
TOTAL (COSTO ANUAL +UTILIDAD)	\$ 122,184.79	
COSTO DE CADA VIAJE	\$ 462.82	

Fuente: Elaboración propia

Con los costos anuales se puede sacar cuánto sería el valor por cada viaje de la embarcación que sería un valor \$462.82 como se puede observar en la Tabla V.3. Con todos estos valores se realiza el cálculo respectivo para obtener la rentabilidad del proyecto (con una razón de descuento del 20%), el cual se detalla a continuación en la Tabla V.7:

Tabla V.7 Valores del V.A.N y el T.I.R

ITEM	VALOR	APROBACION
VAN	273,648.49	OK
TIR	61%	OK

Fuente: Elaboración propia

Estos valores indican que el proyecto es rentable para poder llevarlo a cabo desde la construcción hasta el momento en que comience a operar. El detalle del cálculo está en el *Anexo IV*.

CONCLUSIONES

Se hizo un análisis sobre la presencia del lechuguín en zonas que afectan a la población y a industrias, lo que conllevó a que se realice el diseño preliminar de una barcaza recolectora satisfaciendo los requerimientos, y determinando la rentabilidad del proyecto. Con lo que se puede concluir lo siguiente:

El lechuguín es perjudicial si no se controla su crecimiento, ya que su abundancia causa muchos estragos a quien lo rodea. Se determinó que el Jacinto de agua es una planta que a pesar de los problemas que genera tiene sus ventajas, al poder ser reutilizado para ser aprovechado como energía o alimento.

El lechuguín está esparciéndose rápidamente en el Ecuador, como se mencionó ya existen 4 lugares en donde la planta se multiplica velozmente. En otros países resuelven este problema recolectando, existiendo desde maneras rústicas hasta

tecnológicas. Las condiciones hidrográficas de los lugares mencionados en el CAPITULO I benefician al diseño de la nave de este proyecto.

Con respecto al sistema de recolección, las mallas transportadoras son un método eficiente para recoger el lechuguín, en donde el tipo seleccionado es el adecuado, ya que escurre el agua por sus espacios y es ligero por ser galvanizado.

La base de datos de barcazas proporcionada por la Subsecretaría de Transportes Marítimos y Fluviales, fueron valores muy óptimos, ya que las regresiones lineales generaron fórmulas de líneas de tendencia y se pudieron estimar de manera adecuada las dimensiones de la nave. Su tamaño y forma aparentemente son adecuadas ya que puede ser transportado y deslizado en las orillas, ayudando así a la maniobra del mismo-

El acero inoxidable como material para el casco de la nave promete ser el propicio para el medio hostil en el que se irá a desenvolver, ayudando al medio ambiente y reduciendo costos de mantenimiento de obra viva por la no incrustación de conchas y no oxidación.

Los valores de los centros de gravedad para la condición ligera y cargada, generan un estado de asiento positivo por la popa, una posición que se recomienda que todas las embarcaciones tengan para reducir la resistencia y el área de contacto con el agua.

La distribución de las mallas para la recolección dentro de la nave se basa en un sistema básico de recoger, transportar y desalojar, lo cual se apega correctamente para el objetivo principal de este proyecto.

Las reglas ABS demuestran ser gran ayuda al momento de dimensionar naves de todo tipo, ya que todas sus fórmulas se mantienen dentro de los valores límites permisibles y así la embarcación sea bien estructurada.

La curva de potencia y resistencia obtenidas usando el Método Holtrop dieron resultados aceptables como preliminares, pero no es la vía correcta para obtener datos cercanos a la realidad.

La unidad de propulsión es adecuada por su fácil montaje y desmontaje, evitando a su vez el uso de palas para la dirección debido al sistema azimutal, y ocupar espacio de por los tanques de combustibles ya que se encuentran dentro del mismo.

Se determinó a través del análisis económico que el proyecto es rentable ya que se obtuvieron valores del VAN y del TIR aceptables.

RECOMENDACIONES

Se recomienda realizar un estudio más exhaustivo por el área de biología de la FIMCBOR sobre el crecimiento del lechuguín, y de las zonas donde se generan, y las zonas potenciales donde podría hacerlo, así se podrían determinar sus distintas maneras para aprovecharlos como energía o material de construcción.

Se sugiere que para obtener valores de potencia y resistencia más reales se utilice un método específicamente para barcazas, o también a través de algún modelo ensayado en un canal de pruebas.

En lo que respecta al sistema de recolección, se recomienda que se realice el cálculo para instalar un cortador en la parte frontal de la estructura recolectora, para que al momento de recoger el lechuguín, éste ingrese ya cortado y no en formas que podrían causar molestias en la nave.

En la selección del sistema propulsor, se podría realizar una búsqueda más amplia sobre empresas que desarrollen unidades hidráulicas fuera de borda de menor tamaño para que así ocupe menos espacio en la embarcación.

ANEXOS

ANEXO I – CÁLCULO DE LA MALLA METÁLICA

I. *Cálculo de la Tensión* [15]

Para el cálculo de tensión se requiere tener un tipo de banda pre-seleccionada y averiguar si no excede el máximo valor de tensión permitido. A continuación su fórmula:

$$T_d = (F \times B \times L)(2W_B + W_L),$$

En donde:

$T_d =$ Tensión de la unidad (lbs)

$W_B =$ Peso de la cinta (lbs/ft²)

$W_L =$ Peso de la carga sobre la cinta (lbs/ft²)

$F =$ Factor de fricción

$B =$ Ancho de la cinta (ft)

$L =$ Longitud del transportador (ft) (Medido entre los centros de los rodillos superiores e inferiores)

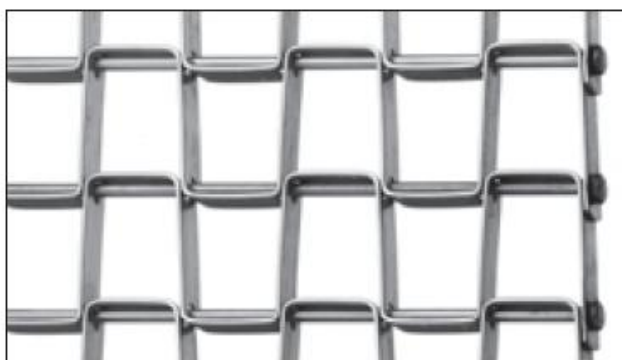
A continuación se muestra la con los diferentes tipos de mallas:

Diseño		Malla	Peso (lbs/ft ²)	Tensión Máxima (Lbs/ft del ancho)
S1	S2	1" x 1"	1.85	480
S3	S4	1/2" x 1"	2.20	660
	S5	1/2" x 1/2"	3.25	750
S6	S7	1/2" x 1"mod	2.50	660
	S8	3/4" x 1"	2.00	550
H1	H4	1" x 1"	3.50	1350
H2	H5	1/2" x 1"	3.90	1750
H3		1/2" x 1"mod	4.85	1750

Fuente: Catálogo Keystone Manufacturing

Se selecciona la S2, la cual corresponde a una malla de 1"x1" de acero galvanizado de trabajo estándar con los extremos soldados (ver figura). Los ojos de la malla permitirán escurrir de manera adecuada el agua y a la vez el agarre entre la planta y la banda haría que todo material que se encuentre frente al sistema suba por la banda.


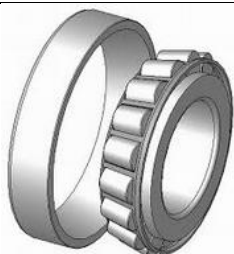


Tipo de Malla



Fuente: Catálogo Keystone Manufacturing

En la tabla siguiente se muestra una tabla con los distintos valores de fricción entre la banda y su soporte:

Valores de fricción y su soporte

Soporte de banda	Factor de Fricción	Figura
Cojinete de cilindros de bola	0.1	
<u>Camisa de los cojinetes de cilindros</u>	<u>0.15</u>	
Cama plástica de deslizamiento	0.2	
Mesa de apoyo de acero - Lubricada	0.25	
Mesa de apoyo de acero - No lubricada	0.3	

Fuente: Catálogo Keystone Manufacturing

Se escogió el factor de fricción de 0.15 por su tipo de adecuación al sistema que se desea colocar. A continuación se presenta el cálculo de la tensión y su análisis respectivo:

Cálculo de Tensión

Descripción	Simbología	Unidades	Valor		
			Proa	Cubierta	Popa
Tensión	T_d	Lbs	105,913	176,522	105,913
Peso de la Cinta	W_B	Lbs/ft ²	1,850	1,850	1,850
Peso de la carga sobre la cinta	W_L	Lbs/ft ²	4,710	4,710	4,710
Factor de fricción	F	-	0,150	0,150	0,150
Ancho de la cinta	B	ft	4,265	4,265	4,265
Longitud del transportador	L	ft	19,685	32,808	19,685
Tensión Máxima	$T_{máx}$	Lbs/ft	24,833	41,388	24,833

Fuente: Elaboración propia

Se puede observar que la tensión máxima para cada sección que se desea colocar las mallas está por debajo del permitido por la banda escogida (480 Lbs/ft), con esto se puede decir que la seleccionada está dentro de los parámetros.

II. Cantidad de engranes, [15]

La vida del engrane está relacionada al número de dientes sobre el piñón. Un engrane con un diámetro más grande tiene más dientes lo cual permite que la carga se distribuya sobre ellos. Esto conduce a una vida más larga de la rueda.

Para calcular el mínimo número de piñones de accionamiento se escoge el mayor número obtenido por los dos puntos siguientes:

- Se divide la tensión del piñón (T_d) por la carga máxima por engrane (Ver tabla de abajo).

$$NS_1 = \frac{T_d}{\text{Máxima carga por engrane}}$$

- Se divide la ancho de la banda (B) en pulgadas, por 6 y sumándole 1:

$$NS_2 = \frac{B}{6} + 1$$

Y como resultado la máxima carga por engrane y velocidad máxima en la banda

Máxima carga por engrane

Estilo de Engranaje	Máxima carga (por engrane)
<u>S-Series y T-Series Engranajes Metálicos</u>	70 lbs.
S-Series y T-Series Engranajes Plásticos	50 lbs.
H-Series y FL-Series Engranajes Metálicos	190 lbs.
H-Series Engranajes Plásticos	140 lbs.
Tipo de Engranaje	Velocidad Máx. de la banda
Engranajes de molde	120 fpm
<u>Diente de engranes maquinados</u>	250 fpm

Fuente: Catálogo Keystone Manufacturing

La malla seleccionada es de la Serie S por eso le corresponden 70 lbs por cada engrane, y el tipo de engrane será el maquinado con un valor de velocidad máxima de 250 pies por minuto.

De acuerdo a lo mencionado arriba, se muestra la siguiente con la cantidad de engranes que necesita el diseño:

Cantidad de Engranés

Descripción	Simbología	Unidades	Valor		
			Proa	Cubierta	Popa
Número de engranes 1	NS1	-	2	3	2
Número de engranes 2	NS2	-	2	2	2
Máxima carga por engrane	MaxCarEn	Lbs	70	70	70
Número Total de engranes	NF	-	2	3	2

Fuente: Elaboración propia

La tabla muestra un número total de engranes para el sistema de mallas metálicas, a lo que se tiene un valor de 2, 3 y 2 para las secciones de la proa, cubierta y la popa.

III. Capacidad máxima de transporte, [8]

Aquí es necesario saber cuál es la capacidad máxima que puede transportar la malla metálica, para eso se realiza el siguiente cálculo:

$$Q_T = \gamma \times Q_V,$$

En donde:

$Q_T =$ Capacidad máxima de carga sobre la banda (Ton/hora)

$Q_V =$ Capacidad volumétrica de la banda (m^3 /hora)

$\gamma =$ Peso específico del material a transportar (Ton/m^3)

Para eso se necesita saber la capacidad volumétrica:

$$Q_V = 3600 \times A \times v \times k,$$

$$k = 1 - 1.64 \cdot \left(\frac{\varphi \cdot \pi}{180}\right)^2,$$

$$A = \frac{1}{4}b^2[\tan \beta]$$

$$b = 0.9B - 0.05$$

A = Área transversal del material sobre la banda (m^2)

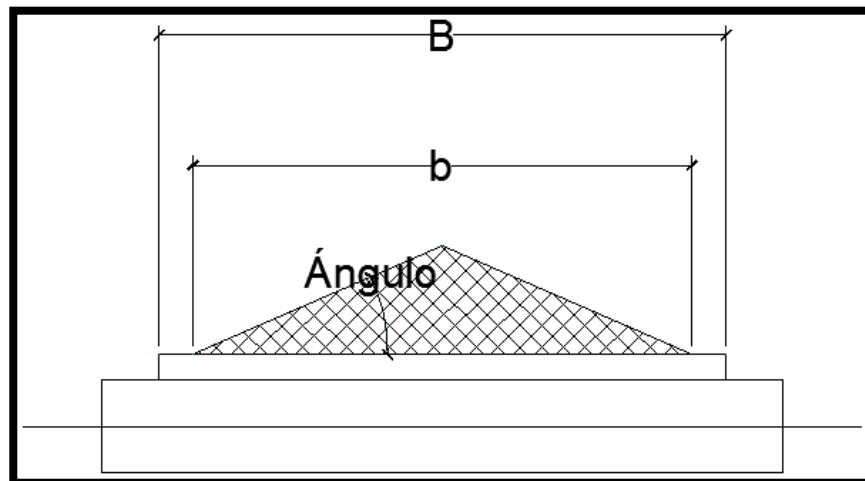
v = velocidad de la banda (m/s)

k = factor de fricción entre la banda y su soporte

B = Ancho de la banda (m)

b = ancho transversal del material sobre la banda (m)

Área Transversal del material sobre la banda



Fuente: Elaboración propia

A continuación se presenta la tabla siguiente que muestra el cálculo para este punto:

Cálculo de la máxima capacidad de la banda

Descripción	Simbología	Unidades	Valor		
			Proa	Cubierta	Popa
Capacidad Máxima de carga	Q_T	Ton/hora	13,623	114,717	13,623
Capacidad Volumétrica de la banda	Q_V	m ³ /hora	54,492	458,867	54,492
Peso específico del material	γ	Ton/m ³	0,250	0,250	0,250
Factor de Fricción	k	-	0,119	1,000	0,119
Velocidad de la banda	v	m/s	1,270	1,270	1,270
Ángulo de inclinación de la banda	φ	°	42	0	42
Área transversal del material	A	m ²	0,100	0,100	0,100
Ancho de la banda	B	m	1,300	1,300	1,300
Ancho transversal del material	b	m	1,120	1,120	1,120
Ángulo de inclinación del material	β	°	60	60	60

Fuente: Elaboración propia

Se puede observar que el valor de la capacidad máxima de carga será en el área de cubierta o sea el lugar donde será transportado el lechuguín hacia la banda de popa.

IV. Ejes de accionamiento Superior e Inferior, [15]

Para poder calcular las medidas de los ejes de accionamiento se necesita lo siguiente:

- a) Primero, calcular la Tensión de accionamiento Total (T_d) sobre el sistema (ver el punto I).
- b) Determinar la potencia necesaria para accionar el sistema:

$$H_p = \frac{T_d \times S_b}{11,000}$$

Donde S_b = Velocidad de la banda (ft/min)

c) Calcular el Diámetro del Eje

$$D = 4.8 \sqrt[3]{\frac{H_p}{N}}$$

Donde N = Revoluciones por minuto

$$D = 0.316 \sqrt[3]{T_d \times D_p}$$

Donde D_p = paso de diámetro del engrane (ft)

Nota: La fórmulas de arriba usan un factor de seguridad de 3. Si se desea usar un factor de seguridad menor se debe multiplicar por 0.216 en vez de 0.316.

d) Distancia entre cojinetes

Para diámetros menores a 2 pulgadas, el espaciamiento entre ejes puede ser alrededor de 8 pies. Para diámetros más largos, usar la siguiente fórmula:

$$L = 5.2 \sqrt[3]{D^2}$$

Donde:

L = Distancia entre cojinetes, en pies

D = Diámetro del eje en pulgadas

En esta última parte tenemos los siguientes resultados en la tabla siguiente:

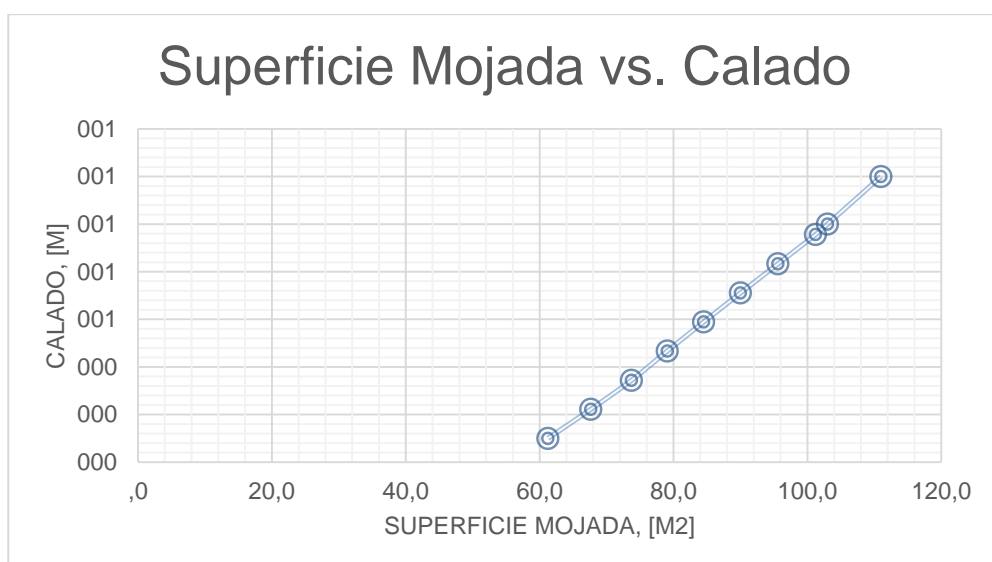
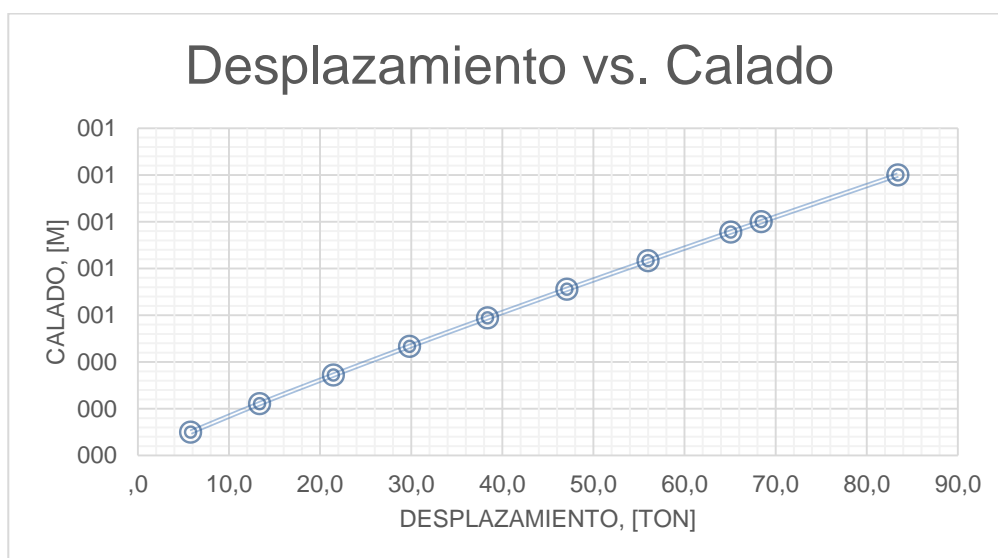
Cálculo de la Potencia y dimensiones de los ejes

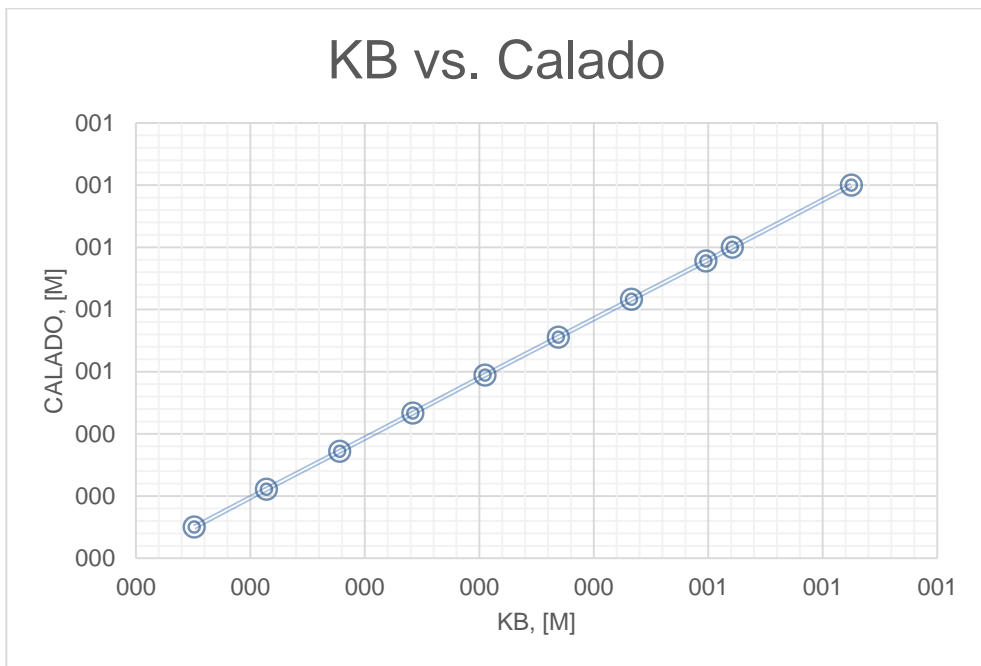
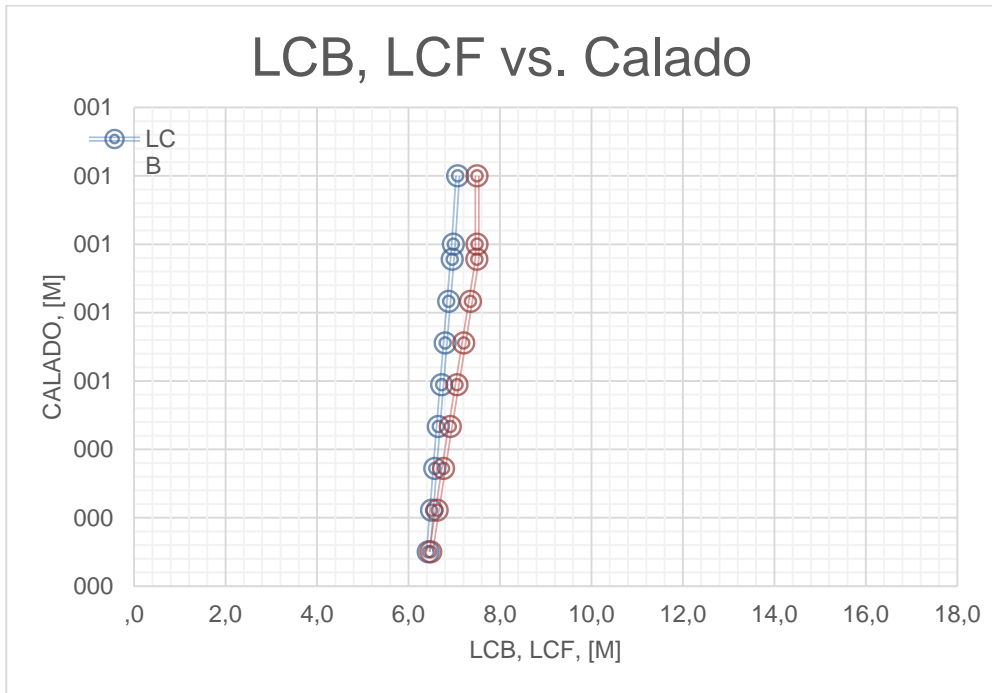
Descripción	Simbología	Unidades	Valor		
			Proa	Cubierta	Popa
Potencia	H_p	HP	1,605	2,675	1,605
Tensión	T_d	Lbs	105,913	176,522	105,913
Velocidad de la banda	S_b	ft/min	250,000	250,000	250,000
Factor de Seguridad	FS	-	2	2	2
Diámetro del Eje	D	ft	0,729	0,864	0,729
Paso de Diámetro	D_p	ft	0,363	0,363	0,363
Distancia entre los cojinetes del eje	L_c	ft	30,313	35,940	30,313

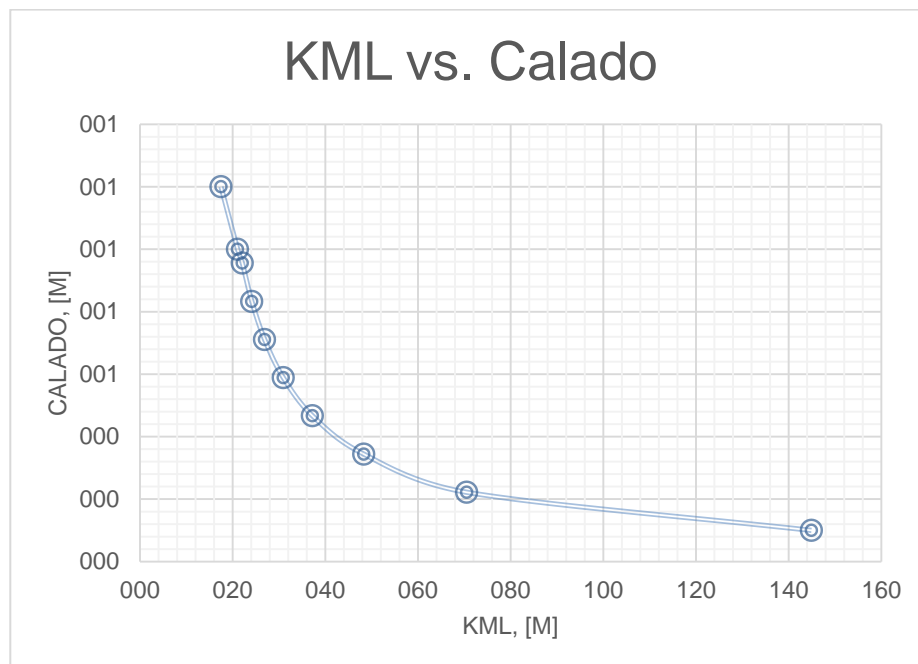
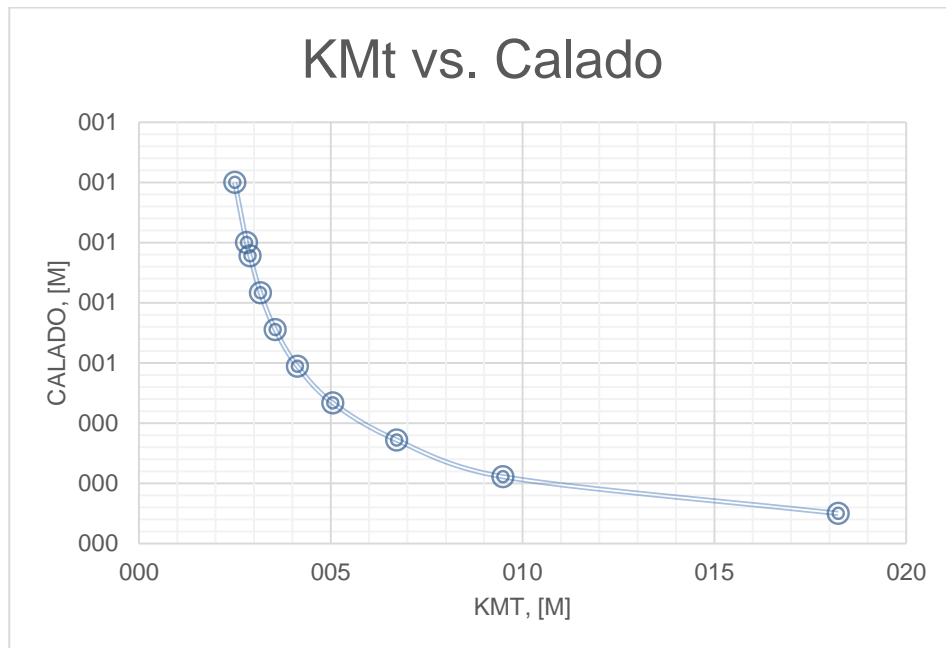
Fuente: Elaboración propia

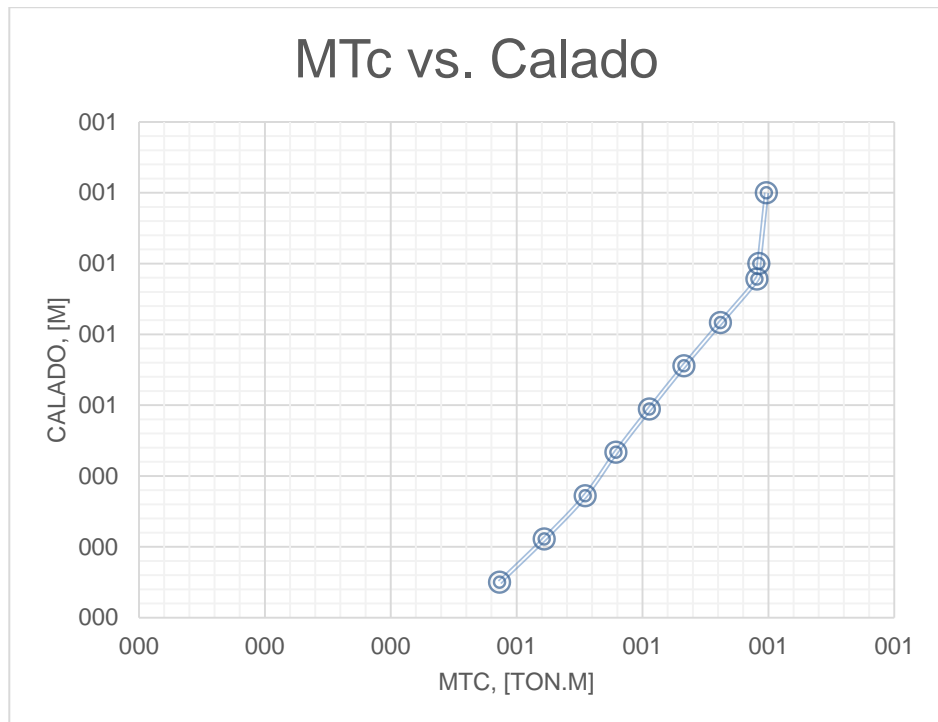
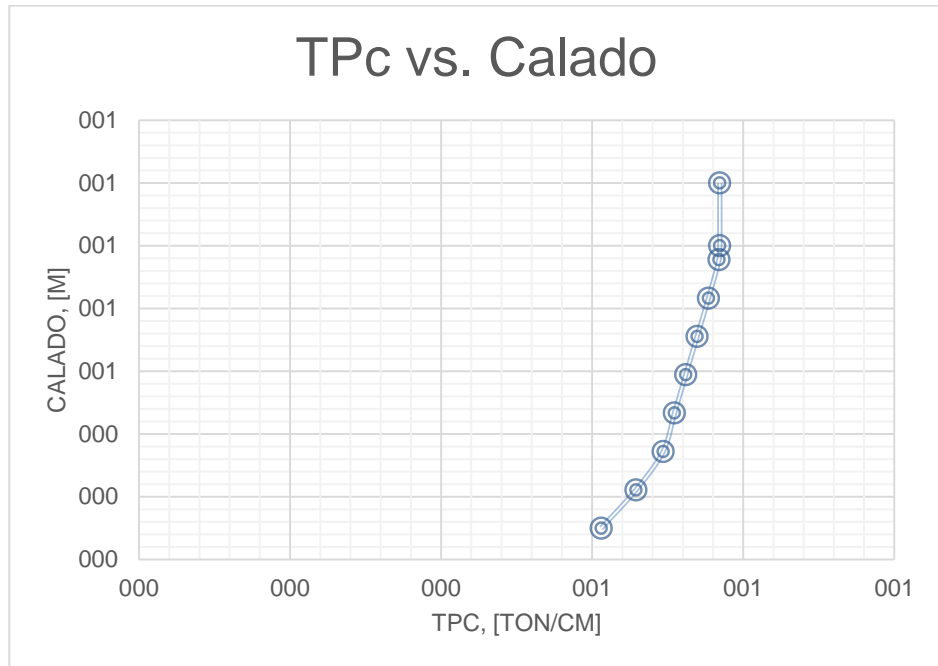
ANEXO II – CURVAS HIDROSTÁTICAS

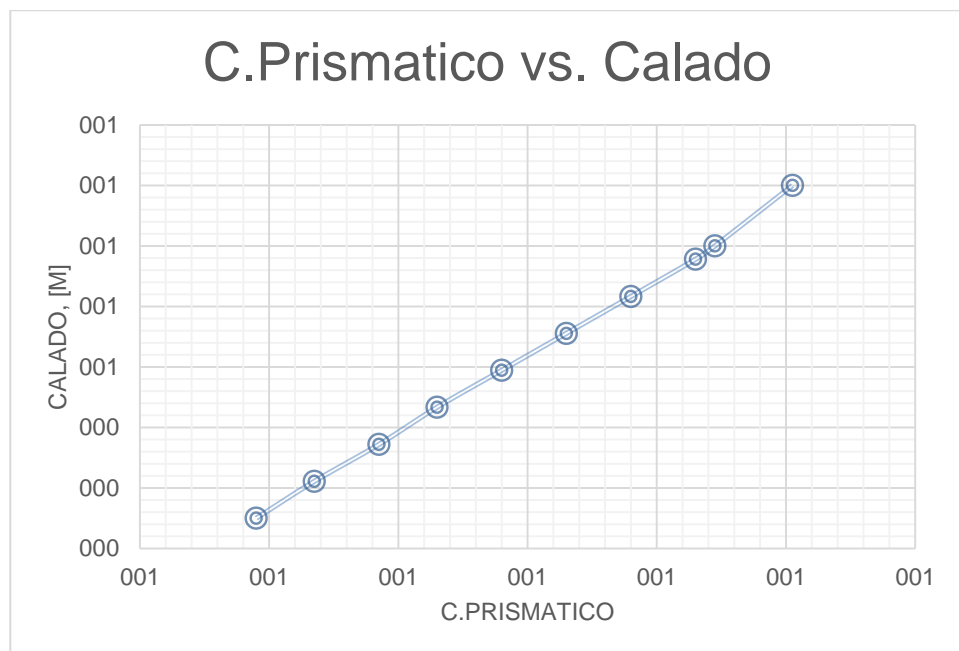
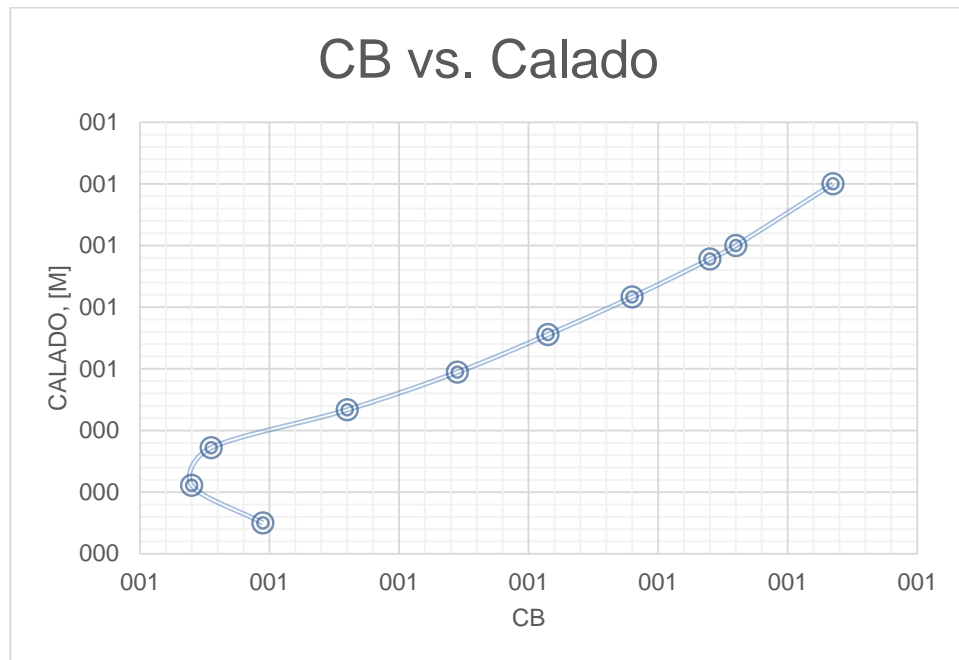
A continuación se presentan las curvas hidrostáticas de la barcaza recolectora, con un calado de diseño de 1 metro y un desplazamiento de 70 toneladas:

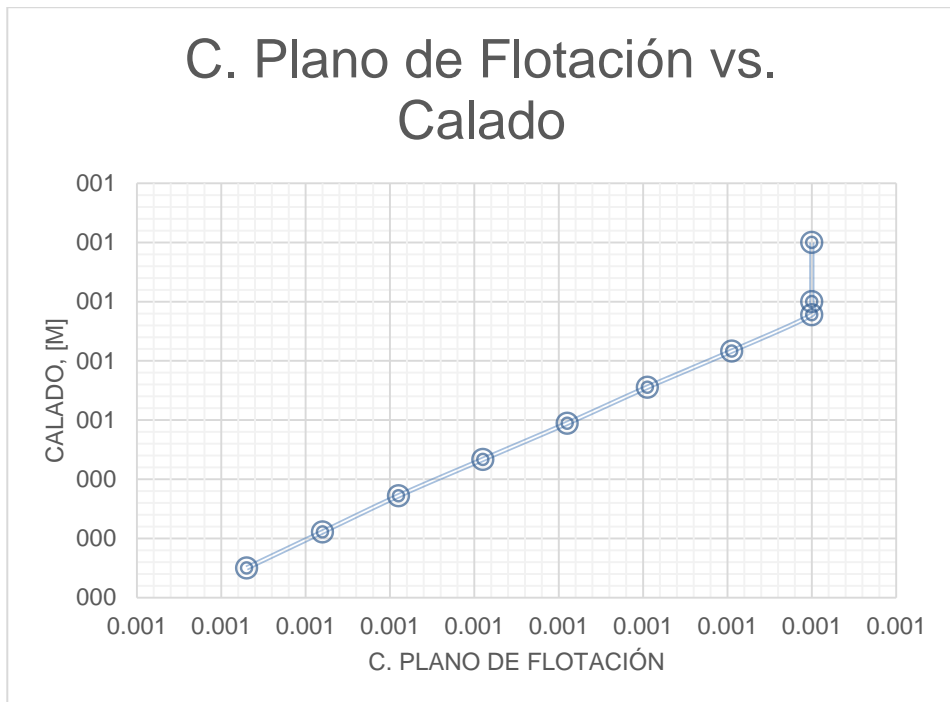
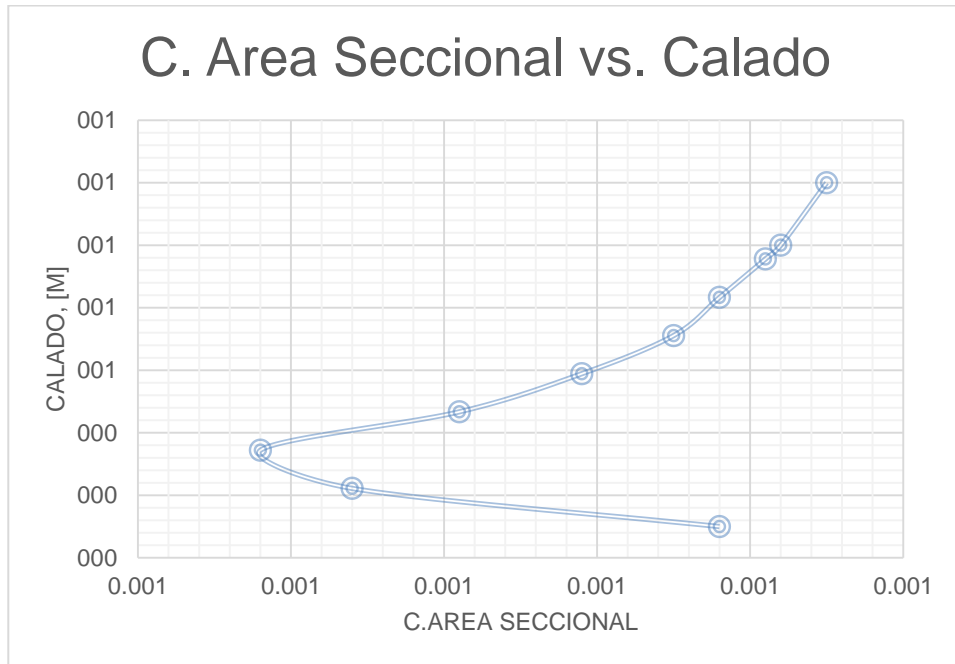












ANEXO III - ESCANTILLONADO

En esta sección se detallará el cálculo obtenido a través de las ecuaciones que presenta ABS (*American Bureau Shipping*) en sus reglas de clasificación. A continuación la siguiente tabla especificará el escantillonado de la embarcación:

Escantillonado detallado del buque				ABS
Planchaje del Fondo				referenci
				a
t	7.00	mm	espesor aplicado	3-2- 2/3.3.1
tcal	6.06	mm	espesor requerido	3-2- 2/3.3.1
s	750	mm	espaciamiento entre cuadernas	3-2- 2/3.3.1
h	1.45	m	puntal	3-2- 2/3.3.1
Refuerzos del Fondo				
Cuaderna				
SM	27.14	cm ³	Módulo seccional mínimo	3-2-4/5.7
c	0.8	-	Constante	3-2-4/5.7
h	1.45	m	Distancia vertical desde la mitad del hasta la cubierta de costado	3-2-4/5.7
s	0.75	m	espaciamiento entre cuadernas	3-2-4/5.7
l	2	m	Espacio desde la LC hasta el último ref. longt. En el fondo	3-2-4/5.7
Longitudinales de Fondo				
SM	3.18	cm ³	Módulo seccional mínimo	3-2- 4/5.3.1
c	1	-	Constante para cuadernas transversales	3-2- 4/5.3.1
h	1.45	m	Distancia vertical desde el 1er longt. de l hasta la cubierta al costado	3-2- 4/5.3.1
s	0.5	m	Espaciamiento entre longitudinales de fondo	3-2- 4/5.3.1
l	0.75	m	Espacio no soportado	3-2- 4/5.3.1
Planchaje de costado				
t	7.00	mm	espesor aplicado	3-2-2/5.1
tmín	5.87	mm	espesor mínimo	3-2-2/5.1

s	750	mm	espaciamiento entre cuadernas	3-2-2/5.1
h	1.45	mm	puntal	3-2-2/5.1

Cuaderna de costado

SM	4.07	cm ³	Módulo seccional	3-2-5/5.1
c	0.915	-	Constante para cuadernas transversales	3-2-5/5.1
h	0.65	m	Distancia vertical desde la mitad del hasta la cubierta de costado	3-2-5/5.1
ht	0.76	m	Altura mínima	3-2-5/5.1
s	0.75	m	Espaciamiento entre cuadernas	3-2-5/5.1
l	1	m	Espacio no soportado	3-2-5/5.1

Longitudinal de Costado

SM	1.90	cm ³	Módulo seccional	3-2-5/3.1
c	0.915	-	Constante para cuadernas transversales	3-2-5/3.1
h	0.65	m	Distancia vertical desde la mitad del hasta la cubierta de costado	3-2-5/5.1
h	0.76	m	Distancia vertical desde la mitad del hasta la cubierta de costado	3-2-5/3.1
s	0.35	m	Espaciamiento entre longitudinales	3-2-5/3.1
l	1	m	Espacio no soportado	3-2-5/3.1

Planchaje de cubierta

t	5.00	mm	espesor aplicado	3-2-3/3.1
treq. tmín	4.87	mm	espesor requerido	3-2-3/3.1
.	5.00	mm	espesor mínimo	3-2-3/3.1
s	500	mm	espaciamiento entre baos o longitudinales	3-2-3/3.1
h	1.45	mm	Altura para francobordo expuesto con cubierta debajo	3-2-3/3.1

Baos

SM	14.88	cm ³	Módulo seccional	3-2-6/1.3
c	0.6	-	Constante para cuadernas transversales	3-2-6/1.3
h	1.06	m	Altura para francobordo expuesto con cubierta debajo	3-2-6/1.3
s	0.75	m	Espaciamiento entre baos	3-2-6/1.3
l	2	m	Espacio no soportado	3-2-6/1.3

Longitudinal (Eslora)

SM	2.09	cm ³	Módulo seccional	3-2-6/3.3
c	0.6	-	Constante para cuadernas transversales	3-2-6/3.3
b	0.75	m	distancia de área de la eslora soportada	3-2-6/3.3
h	1.06	m	Altura para francobordo expuesto con cubierta debajo	3-2-6/3.3
l	0.75	m	Espacio no soportado	3-2-6/3.3

Mamparo Normal estanca

t	7.00	mm	Espesor aplicado	
t	4.34	mm	Espesor de formula	3-2-7/5.1

t _{min}	6	mm	Espesor mínimo	3-2-7/5.1
s	800	mm	Espacio entre refuerzos	3-2-7/5.1
k	1	-	Constante	3-2-7/5.1
q	1.062	N/mm		
q	5	2	Relación con el esfuerzo de fluencia	3-2-7/5.1
Y	32000	psi	Esfuerzo de fluencia mínimo	3-2-7/5.1
h	1	m	Distancia desde el borde inferior de la plancha a la línea de flotación de equilibrio en el compartimiento de una avería	3-2-7/5.1
c	290		Constante para mamparos estancos	3-2-7/5.1

Mamparo Colisión

t	7	mm	Espesor aplicado	
t	4.75	mm	Espesor	3-2-7/5.1
t _{min}	6	mm	Espesor mínimo	3-2-7/5.1
s	800	mm	Espacio entre refuerzos	3-2-7/5.1
k	1	-	Constante	3-2-7/5.1
q	1.062	N/mm		
q	5	2	Relación con el esfuerzo de fluencia	3-2-7/5.1
Y	32000	psi	Esfuerzo de fluencia mínimo	3-2-7/5.1
h	1	m	Distancia desde el borde inferior de la plancha a la línea de flotación de equilibrio en el compartimiento de una avería	3-2-7/5.1
c	254		Constante para mamparos de colisión	3-2-7/5.1

Refuerzos verticales

SM	7.49	cm ³	Módulo seccional	3-2-7/5.3
c	0.3	-	Constante para cuadernas transversales	3-2-7/5.3
h	1	m	Distancia desde el borde inferior de la plancha a la línea de flotación de equilibrio en el compartimiento de una avería	3-2-7/5.3
s	0.8	m	Espaciamento entre verticales	3-2-7/5.3
l	2	m	Espacio no soportado	3-2-7/5.3

Superestructura

Refuerzos de Costado y cubierta de mando

SM	25.10	cm ³	Módulo seccional	3-2-5/5.3
c	0.9	-	Constante para cuadernas transversales	3-2-5/5.3
h	0.65	m	Altura para francobordo expuesto con cubierta debajo	3-2-5/5.3
s	1.375	m	Espaciamento entre refuerzos de costado	3-2-5/5.3
l	2	m	Altura del costado	3-2-5/5.3

Planchaje de Cubierta de la superestructura

t	7.00	mm	espesor aplicado	3-2-3/3.1
t _{req.}	6.83	mm	espesor requerido	3-2-3/3.1
t _{mín}	5.00	mm	espesor mínimo	3-2-3/3.1
s	1375	mm	espaciamento entre baos o longitudinales	3-2-3/3.1

h	0.64	mm	Altura para francobordo expuesto con cubierta debajo	3-2-3/3.1
Quilla				
t	31.25	mm	Espesor	3-2-10/1.1
	143.8			
h	0	mm	Altura	3-2-10/1.1
L	30	mm	Eslora de la regla	3-2-10/1.1

Fuente: Elaboración propia

ANEXO IV – SISTEMA DE PROPULSIÓN

En esta parte se detallan las especificaciones técnicas de la unidad hidráulica seleccionada Modelo SW-2080 en la siguiente tabla las especificaciones técnicas y el plano respectivo de sus dimensiones.

Especificaciones Técnicas de la Unidad Hidráulica seleccionada

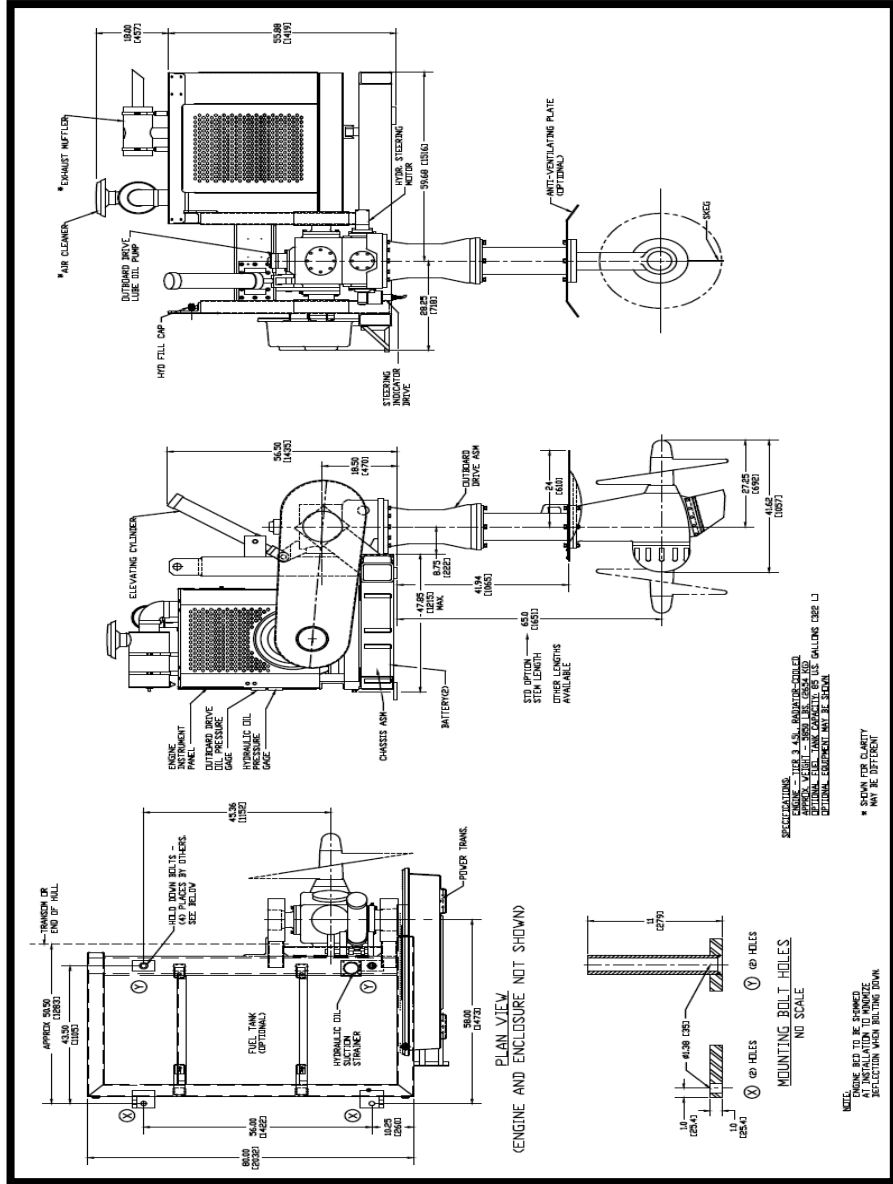
Item	Description	Datos del Proveedor
1	Model: Type: Origin:	Harbormaster Marine, Inc., Model SW-2080 Marine propulsion unit for on deck installation Manufactured in USA
2	Engine: a) Model: b) Type: c) No. of Strokes: d) Flywheel hp/rpm: e) Cooling System:	Manufactured by Cummins Engine Co., USA 4BT3.9 Four (4) cylinder, inline, turbocharged marine/industrial diesel engine Four (4) stroke 80 hp @ 2200 rpm (60 kw @ 2200 rpm) continuous Water cooled, radiator type
3	Steering Range:	Three hundred sixty degrees.
4	Propeller Speed:	538 @ 2200 engine rpm.
5	Gearboxes: Reduction Ratio:	Manufactured by Harbormaster Marine, Inc. 4.09:1 overall
6	Stem: a) Standard Length: b) Maximum Length: c) Minimum Length: d) Stem, Raise Angle:	(From mounting deck surface to centerline of propeller.) 1651 mm (65") 2032 mm (80") <u>Additional lengths Dispobible en</u> 1524 mm (60") Ninety degrees
7	Propeller: a) Diameter: b) No. of Blades: c) Thrust:	Manganese Bronze, right hand 762 mm (32") Three (3) blades 860 kg (1900 lb)
8	Controls:	Full power hydraulic steering system and full hydraulic power elevating system.
9	a) Safety Features: b)	"Automatic kick up," if stem strikes a submerged object. Engine automatic and emergency shutdown is Dispobible en.
10	Chassis:	Welded construction of rectangular tubing for stiffness and long life.
11	Hydraulic Tank:	Integral part of chassis.

12	Fixation System:	Bolt on type, requires no welding.
13	Weight of Assembly:	2.49 m ton wet (5500 lb)
14	Dimensions	
	a) Length:	Front of frame to end of fairwater nut: 2235 mm (88")
	b) Width:	1676 mm (66")
	c) Height:	Deck to top of air cleaner: 1778 mm (70")
15	Electrical System Specifications:	12 (twelve) VDC with starting motor, battery charging alternator, battery, and cables.
16	Optional In-Base Tank:	147.5 liters (39.0 US gallons), sufficient for 5.0 working hours at rated speed and load.

Fuente: Harbomaster

La unidad seleccionada tiene un peso de 2.5 toneladas y unas dimensiones de 2.2x1.6x1.6 m. Para una mejor visualización se presenta un plano referencial en la 0 página:

Plano de la Unidad Hidráulica fuera de borda



Fuente: Harbomaster

Pudiendo seleccionar un equipo adicional para la cual para este proyecto se escogerá que la unidad tenga su propio tanque de combustible, a continuación un detalle de estas especificaciones en la siguiente tabla:

Especificaciones Técnicas de Equipos adicionales

Item	Descripción
1	Single remote control freestanding console suitable for the independent control and monitoring of one (1) propulsion unit.
	The console will include plug in cables between the console and propulsion units. Standard console is equipped with "joy stick" lever steering and elevation, propeller angle indicator, throttle lever, engine tachometer, clutch engage/disengage push buttons, oil pressure and water temperature indicator lights, start/stop switch, panel light dimmer, hold-down system indicator lights, nameplates, and epoxy paint.
	Price includes 20 feet of connecting cable to allow control from console.
2	Auxiliary fuel tank – 454.32 liters (120 US gallons), sufficient for 27.3 working hours at rated speed.
3	Spare propeller - 32" x 22" Manganese Bronze, 3-blade, right hand - bored to fit propeller shaft.
4	Set of lifting cables to enable the marine propulsion unit to be lifted onto/off of barge by a crane with a single hook.
5	Special tools to include propeller wrench, propeller seal installation tool, and air pressure test tool.
6 a)	Kim-Hotstart engine water heater Model TPS-101GT8-000, 120V, single phase, 1000 watts, with thermostatic range of 80 degrees F to 100 degrees F. Base mounted with external hoses.
b)	Kim-Hotstart push in type block heater Model CUB-101FP, 120V, single phase, 1000 watts, heat shield and 11 foot cord, without thermostat. Unit does not require external hose connections.
7	Engine oil/fuel/air/hydraulic filters for 4000 hours operation.
8	Spark arrester exhaust silencer.

Fuente: Harbomaster

En la que se puede ver que el tanque tiene una capacidad de 454.32 litros suficiente para 27 horas de trabajo.

ANEXOS V – DETALLE DEL CÁLCULO ECONÓMICO

Para el cálculo que se presentó en Capítulo V, fue necesario detallar los *Costos Directos e Indirectos*, en la que cada una se desglosa en la siguiente tabla:

Costos Directos e Indirectos

COSTOS DIRECTOS	COSTOS INDIRECTOS
COSTO DE MATERIALES (CMT)	(GG) GASTOS GENERALES: 5% *CD
EQUIPOS DE LA NAVE (EN)	(U) UTILIDADES: 15% (CD+GG)
COSTO DE EQUIPOS (CEQ)	(I) IMPUESTO ALA RENTA: 12%*CD
COSTO PERSONAL OPERATIVO (CPOP)	COSTO INDIRECTO (CI = GG+U+I+F)
COSTO DIRECTO (CD=CM+CE+CPO)	
COSTO TOTAL DEL PROYECTO (CT= CD+CI)	

Fuente: Elaboración propia

Y sumando el costo directo con el costo indirecto se tiene el costo total del proyecto. A continuación se va definir los elementos que comprenden los Costos Directos:

- **COSTO DE MATERIALES**

La siguiente tabla presenta lo siguiente:

Costo de Materiales CMT

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD TOTAL	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
PLANCHA DE ACERO DE 7 mm	MTS2	172	\$40.40	\$6,948.80
PLANCHA DE ACERO DE 5 mm	MTS2	84	\$48.49	\$4,073.16
ANGULO DE ACERO A-36 DE 1/2" X 4" X 4"	METRO	108	\$22.46	\$2,434.66
ANGULO DE ACERO A-36 DE 2" X 2" X 1/4"	METRO	126	\$5.24	\$660.24
ANGULO DE ACERO A-36 DE 3" X 3" X 5/16"	METRO	125	\$12.13	\$1,510.19
ANGULO DE ACERO A-36 DE 3/16" x 2" x 2"	METRO	216	\$3.14	\$678.24
ANGULO DE ACERO A-36 DE 1/4" x 2 1/2" x 2 1/2"	METRO	71	\$6.71	\$478.09
PLATINA DE ACERO A-36 DE 36X150	METRO	25	\$14.61	\$365.25
SOLDADURA 6011 1/8"	LIBRA	100	\$0.91	\$91.00
SOLDADURA 7018 3/32"	LIBRA	120	\$1.00	\$120.00
SOLDADURA 7018 1/8"	LIBRA	120	\$0.94	\$112.80
DISCO DE ESMERIL 1/4" X 4 1/2"	UND	50	\$0.89	\$44.50
DISCO DE CORTE 1/8" X 4 1/2"	UND	200	\$0.80	\$160.00
DISCO DE CORTE 1/8" X 7"	UND	10	\$1.36	\$13.60

DISCO DE ZIRCONIO G60 DE 4 1/2"	UND	150	\$3.35	\$502.50
PINTURA DE SUPERESTRUCTURA Y EXTERIORES	UND	1	\$149.98	\$149.98
ALQUILER DEL ESPACIO DE CONSTRUCCIÓN	UND	1	\$500.00	\$20,000.00
			CMT	\$38,343.01

Fuente: ASTINAVE EP

• **COSTOS DE EQUIPOS DE LA NAVE, EQUIPOS PARA LA CONSTRUCCIÓN Y COSTO DEL PERSONAL OPERATIVO**

La siguiente tabla presenta lo siguiente:

Costos de Equipos de la nave/Equipos para la construcción/Personal operativo

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD TOTAL	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
SISTEMA RECOLECCIÓN	UNID	3	\$10,000.00	\$30,000.00
UNIDAD HIDRÁULICA DE PROPULSIÓN	UND	2	\$125,000.00	\$250,000.00
EQUIPOS AUXILIARES	-	1	\$10,000.00	\$10,000.00
EQUIPOS DE COMUNICACIÓN	-	1	\$2,000.00	\$2,000.00
ACCESORIOS DE CUBIERTA	-	1	\$1,000.00	\$1,000.00
			EN	\$293,000.00
MONTACARGA DE 2 TON.	UND/HORA	40	\$7.45	\$298.00
SOLDADORA ELECTRICA	UND/HORA	320	\$4.90	\$1,568.00
MOLADORA	UND/HORA	960	\$1.45	\$1,392.00
IMPLEMENTOS DE SEGURIDAD	UND/HORA	800	\$1.45	\$1,160.00
HERRAMIENTAS MENORES	UND/HORA	800	\$2.45	\$1,960.00
			CEQ	\$6,378.00
HH SOLDADOR NAVAL	HH/HORA	320	\$7.39	\$2,364.80
HH AYUDANTE	HH/HORA	320	\$5.04	\$1,612.80
HH ARMADOR NAVAL	HH/HORA	576	\$7.05	\$4,060.80
HH MECANICO NAVAL	HH/HORA	80	\$5.26	\$420.80
HH MAQUINADO	HH/HORA	80	\$5.26	\$420.80
HH OPERADOR DE MONTACARGA	HH/HORA	40	\$7.01	\$280.40
HH DISEÑADOR	HH/HORA	80	\$12.35	\$988.00
HH SUPERVISOR	HH/HORA	480	\$12.35	\$5,928.00
			CPOP	\$16,076.40

Fuente: ASTINAVE EP/HARBOMASTER

Que con los Costos Indirectos se tiene:

Costos Indirectos

DESCRIPCION	COSTO TOTAL
(GG) GASTOS GENERALES: 5% *CD	\$ 17,689.87
(U) UTILIDADES: 15% (CD+GG)	\$ 55,723.09
(I) IMPUESTO ALA RENTA: 12%*CD	\$ 42,455.69
(F) FISCALIZACION: 0% (CD+GG+U)	\$ -
COSTO INDIRECTO (CI = GG+U+I+F)	\$ 115,868.65

Fuente: Elaboración propia

Y que al final se obtienen los costos totales en lo siguiente:

Costos Totales

COSTOS TOTALES	CANTIDAD
COSTO DIRECTO (CD=CMT+EN+CEQ+CPOP)	\$ 353,797.41
COSTO INDIRECTO (CI = GG+U+I+F)	\$ 115,868.65
COSTO TOTAL DEL PROYECTO (CT= CD+CI)	\$ 469,666.06

Fuente: Elaboración propia

- **CÁLCULO DEL VAN Y TIR**

Para ver si el proyecto es rentable se requiere obtener estos números que dependen de los valores siguientes:

Valores iniciales

Inversión inicial	\$ 469,666.1
Ingresos	\$ 332,184.79
Egresos	\$ 156,075.36

Fuente: Elaboración propia

Y asumiendo que el banco hace un préstamo del 60 % de la Inversión inicial, con una tasa del 17% a 15 años plazo, se tiene lo siguiente:

Préstamo al Banco

AÑO	PREST. PEND.	INTERES	CAPITAL	ANUALID.	PW(20%)	FCP
1	\$ 276,777.38	\$ 47,905.94	\$ 5,022.26	\$ 52,928.20	0.833	\$ 44,106.83
2	\$ 270,901.33	\$ 47,052.15	\$ 5,876.04	\$ 52,928.20	0.694	\$ 36,755.69
3	\$ 264,026.36	\$ 46,053.23	\$ 6,874.97	\$ 52,928.20	0.579	\$ 30,629.74
4	\$ 255,982.64	\$ 44,884.48	\$ 8,043.72	\$ 52,928.20	0.482	\$ 25,524.79
5	\$ 246,571.50	\$ 43,517.05	\$ 9,411.15	\$ 52,928.20	0.402	\$ 21,270.66
6	\$ 235,560.45	\$ 41,917.15	\$ 11,011.04	\$ 52,928.20	0.335	\$ 17,725.55
7	\$ 222,677.53	\$ 40,045.28	\$ 12,882.92	\$ 52,928.20	0.279	\$ 14,771.29
8	\$ 207,604.51	\$ 37,855.18	\$ 15,073.02	\$ 52,928.20	0.233	\$ 12,309.41
9	\$ 189,969.08	\$ 35,292.77	\$ 17,635.43	\$ 52,928.20	0.194	\$ 10,257.84
10	\$ 169,335.63	\$ 32,294.74	\$ 20,633.45	\$ 52,928.20	0.162	\$ 8,548.20
11	\$ 145,194.49	\$ 28,787.06	\$ 24,141.14	\$ 52,928.20	0.135	\$ 7,123.50
12	\$ 116,949.35	\$ 24,683.06	\$ 28,245.14	\$ 52,928.20	0.112	\$ 5,936.25
13	\$ 83,902.54	\$ 19,881.39	\$ 33,046.81	\$ 52,928.20	0.093	\$ 4,946.87
14	\$ 45,237.78	\$ 14,263.43	\$ 38,664.77	\$ 52,928.20	0.078	\$ 4,122.40
15	\$ -0.00	\$ 7,690.42	\$ 45,237.78	\$ 52,928.20	0.065	\$ 3,435.33
		\$ 512,123.00	\$ 281,800.00	\$ 793,923.00	VAN	\$ 247,464.00

Fuente: Elaboración propia

Como se puede ver a los 15 años el préstamo queda totalmente pagado al banco quedando con una deuda de cero.

A continuación se presenta la obtención del VAN y del TIR:

Detalle del cálculo del VAN

V_0	\$ 469.666,06
V_1 (40%)	\$ 187.866,42
N	20
Amortización	\$ 14.089,98

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Año	Capital	Ingresos	Egresos	Flujo de Caja	Intereses bancarios	Amortización	BASE IMPONIBLE	IMPUESTOS 25%	FLUJO CON IMPUESTOS	PW 20%	DCF 20%	PW 54%	DCF 54%
-	-187.866,42			187.866,42					-187.866,42	1,000	-187.866	1,000	187.866
1		332.184,79	156.075,36	176.109,43	47.905,94	14.089,98	114.113,51	28.528,38	147.581,05	0,833	122.984	0,649	95.832
2		332.184,79	156.075,36	176.109,43	47.052,15	14.089,98	114.967,29	28.741,82	147.367,60	0,694	102.339	0,422	62.138
3		332.184,79	156.075,36	176.109,43	46.053,23	14.089,98	115.966,22	28.991,56	147.117,87	0,579	85.138	0,274	40.281
4		332.184,79	156.075,36	176.109,43	44.884,48	14.089,98	117.134,97	29.283,74	146.825,69	0,482	70.807	0,178	26.105
5		332.184,79	156.075,36	176.109,43	43.517,05	14.089,98	118.502,40	29.625,60	146.483,83	0,402	58.869	0,115	16.912
6		332.184,79	156.075,36	176.109,43	41.917,15	14.089,98	120.102,29	30.025,57	146.083,85	0,335	48.923	0,075	10.952
7		332.184,79	156.075,36	176.109,43	40.045,28	14.089,98	121.974,17	30.493,54	145.615,89	0,279	40.639	0,049	7.089
8		332.184,79	156.075,36	176.109,43	37.855,18	14.089,98	124.164,27	31.041,07	145.068,36	0,233	33.738	0,032	4.586
9		332.184,79	156.075,36	176.109,43	35.292,77	14.089,98	126.726,68	31.681,67	144.427,76	0,194	27.991	0,021	2.965
10		332.184,79	156.075,36	176.109,43	32.294,74	14.089,98	129.724,70	32.431,18	143.678,25	0,162	23.205	0,013	1.915
11		332.184,79	156.075,36	176.109,43	28.787,06	14.089,98	133.232,39	33.308,10	142.801,33	0,135	19.219	0,009	1.236
12		332.184,79	156.075,36	176.109,43	24.683,06	14.089,98	137.336,39	34.334,10	141.775,33	0,112	15.901	0,006	797
13		332.184,79	156.075,36	176.109,43	19.881,39	14.089,98	142.138,06	35.534,51	140.574,91	0,093	13.139	0,004	513
14		332.184,79	156.075,36	176.109,43	14.263,43	14.089,98	147.756,02	36.939,00	139.170,42	0,078	10.840	0,002	330
15		332.184,79	156.075,36	176.109,43	7.690,42	14.089,98	154.329,03	38.582,26	137.527,17	0,065	8.926	0,002	212
16		332.184,79	156.075,36	176.109,43	-	14.089,98	162.019,45	40.504,86	135.604,57	0,054	7.335	0,001	136
17		332.184,79	156.075,36	176.109,43	-	14.089,98	162.019,45	40.504,86	135.604,57	0,045	6.112	0,001	88
18		332.184,79	156.075,36	176.109,43	-	14.089,98	162.019,45	40.504,86	135.604,57	0,038	5.093	0,000	57
19		332.184,79	156.075,36	176.109,43	-	14.089,98	162.019,45	40.504,86	135.604,57	0,031	4.245	0,000	37
20	187.866,42	332.184,79	156.075,36	176.109,43	-	14.089,98	162.019,45	40.504,86	135.604,57	0,026	3.537	0,000	24
		6.643.695,72	3.121.507,16	3.334.322						VAN	521.112,49		84.336,23

Fuente: Elaboración propio

Con este valor calculado se procede a obtener el resultado final:

Cálculo del VAN y TIR

VAN	20,00%	44.790,63
RAZ. RET.	5,28	
TIR	56,51%	

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar los valores del VAN son mayores a cero por y el valor del TIR es relativamente aceptable, por lo que se puede concluir que el proyecto es rentable.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] . JEAN-MARIE, «Global invasive species database,» [En línea]. Available: <http://www.issg.org/database/species/ecology.asp?si=70&fr=1&sts=sss&lang=EN>.
- [2] ÁLVAREZ OCHOA MARÍA VERÓNICA, MEJÍA PINO DANNY JAVIER, *Tesis de Grado "Diseño de una planta para el procesamiento de compost a base de lechuguín"*, Guayaquil - Ecuador: Espol, 2013.
- [3] «EL UNIVERSO,» Lunes 12 Enero 2009. [En línea]. Available: <http://www.eluniverso.com/2009/01/12/1/1447/EC54EE0CF485405F922A68817AD8C3AF.html>.
- [4] HIDRONACIÓN, CELEC EP, «25 años Presa Daule - Peripa 1988 -2013,» pp. 44-45, 2013.
- [5] CAMAE, «Problemas que afectan la navegabilidad del Río Guayas,» Octubre 2013. [En línea]. Available: <http://www.camae.org/files/Informar/A%C3%B1o%202013/Octubre/Articulo/Articulo.pdf>.
- [6] «WIKIPEDIA,» 2014 Enero 2014. [En línea]. Available: http://es.wikipedia.org/wiki/Poza_Honda.
- [7] MENDOZA DELGADO JOSÉ A., *Tesis de grado "Diseño detallado de un Catamarán para recolección de desechos flotantes"*, Guayaquil - Ecuador:

- Espol, 2004.
- [8] HINOJOSA RUIZ HEBER RODRIGO, *Tesis de Grado "Software para diseño de transportadores de banda"*, Guayaquil - Ecuador: Espol, 2002.
- [9] BASURTO BARRETO BYRON DAVID, *Tesis de Grado "Diseño de bandas transportadoras Tubulares"*, Guayaquil Ecuador: ESPOL, 2013.
- [10] (CENDI), Centro Nacional para el Desarrollo del Acero Inoxidable, «Ingefilter,» [En línea]. Available:
www.ingefilter.com/pdf/Manual%20Acero%20Inoxidable.pdf.
- [11] ELIZALDE, PEDRO; Tesis de Grado "Estudio Preliminar para establecer un Sistema de Transportación Fluvial en la subcuenca del Río Daule", Guayaquil - Ecuador: Espol, 2002.
- [12] ABS (American Bureau Shipping), «Construcción del casco y Equipamiento,» de *Reglas para la construcción y Clasificación para naves menos de 90 m de eslora*, ABS, 2001.
- [13] PYTEL ANDREW, SINGER FERDINAND L., *Resistencia de Materiales*, Oxford University Press, 2012.
- [14] MARISCAL, CRISTÓBAL, *Formulación y Evaluación de Proyectos*, Guayaquil - Ecuador: Espol, 2011.
- [15] CATALOGUE KEYSTONE MANUFACTURIN, «Keystone Manufacturing Inc.,» 10 Mayo 2012. [En línea]. Available:
<http://www.keystonemfg.com/pdf/catalog.pdf>.

- [16] «CELEC EP,» [En línea]. Available:
<https://www.celec.gob.ec/hidronacion/index.php/informacion-tecnica-principal/presa-daule-peripa-y-embalse-1>.
- [17] Harbomaster, 2011. [En línea]. Available:
http://www.harbomastermarine.com/Marine_Outboard_Drive.htm.
- [18] ROBLES WILFREDO PH.D., «Universidad de Puerto Rico,» [En línea].
Available: http://atlas.eea.uprm.edu/sites/default/files/Jacinto%20de%20agua-Eichhornia%20crassipes_0.pdf.