ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería Marítima y Ciencias del Mar

Diseño preliminar de una embarcación de turismo sostenible para el sector de Las Huacas

INGE-865

PROYECTO INTEGRADOR

Previo la obtención del Título de:

Ingeniera Naval

Presentado por:

Génesis Susana Shett Pinos

GUAYAQUIL - ECUADOR

Año: 2020

Dedicatoria

Este proyecto quiero dedicárselo principalmente a mi abuela Susana, mi tío Jorge, mi tía Marcia, mis mamás Susana y Teresa, a mis hermanos porque siempre han estado apoyándome en todas mis decisiones y en lo que realmente amo hacer sin importar lo que los demás digan. A Laura, Daniel, Arnold, mis amigos más incondicionales que me han enseñado a crecer desde el inicio de todo este camino.

Génesis Shett Pinos

Agradecimientos

Ante el esfuerzo durante todo este tiempo, mi más grande y eterna gratitud es a mi abuela, gracias a Ella que siempre me ha estado alentando a seguir aun cuando se ha puesto difícil el camino. A mis tutores, al Ing., Alejandro Chanabá y al Ing. José Rodríguez que gracias a sus experiencias laborales me ha sabido guiar y han compartido sus conocimientos en esta última etapa.

A mi familia entera, en especial a mi tío, mi tía y mis mamás por el apoyo incondicional que siempre me han brindado. Y por supuesto a mis amigos/as quienes han compartido conmigo su tiempo y sus conocimientos durante estos años de estudio.

Declaración expresa

Yo, Genesis Susana Shett Pinos acuerdo y reconozco que:

La titularidad de los derechos patrimoniales de autor (derechos de autor) del proyecto de graduación corresponderá al autor o autores, sin perjuicio de lo cual la ESPOL recibe en este acto una licencia gratuita de plazo indefinido para el uso no comercial y comercial de la obra con facultad de sublicenciar, incluyendo la autorización para su divulgación, así como para la creación y uso de obras derivadas. En el caso de usos comerciales se respetará el porcentaje de participación en beneficios que corresponda a favor del autor o autores.

La titularidad total y exclusiva sobre los derechos patrimoniales de patente de invención, modelo de utilidad, diseño industrial, secreto industrial, software o información no divulgada que corresponda o pueda corresponder respecto de cualquier investigación, desarrollo tecnológico o invención realizada por mí/nosotros durante el desarrollo del proyecto de graduación, pertenecerán de forma total, exclusiva e indivisible a la ESPOL, sin perjuicio del porcentaje que me/nos corresponda de los beneficios económicos que la ESPOL reciba por la explotación de mi/nuestra innovación, de ser el caso.

En los casos donde la Oficina de Transferencia de Resultados de Investigación (OTRI) de la ESPOL comunique al autor que existe una innovación potencialmente patentable sobre los resultados del proyecto de graduación, no se realizará publicación o divulgación alguna, sin la autorización expresa y previa de la ESPOL.

Guayaquil, 13 diciembre del 2024

Firmado electrónicamente por:
GENESIS SUSANA SHETT PINOS

Génesis Susana Shett Pinos

Evaluadores

Firmado electrónicamente por:
MARIA TADEA
QUINTUNA
RODRIGUEZ

María Tadea Quintuña Rodríguez

Profesor de Materia

Firmado electrónicamente por:
ALEJANDRO JOFFRE
CHANABA RUIZ

Alejandro Joffre Chanabá Ruiz

Tutor de Proyecto

Resumen

En la actualidad, la comuna Las Huacas, ubicada en el archipiélago de Jambelí en la provincia de EL Oro, posee una reserva ecológica de Manglar con una gran diversidad de especies, sin embargo, su turismo no ha sido desarrollado debido a una no adecuada infraestructura marítima. Su única vía de transporte es marítima, por lo que, este proyecto se enfoca en el diseño de una embarcación que brinde servicio turístico que beneficie a la comuna y al ecosistema. Como solución, se diseñó una embarcación de desplazamiento fabricada en PRFV de 11 metros de eslora, considerando los requerimientos del armador. Basándonos en la espiral de diseño, siguiendo las normas ISO 12215 para la validación estructural y la 12217 para la evaluación de su estabilidad. Su sistema de propulsión eléctrico operará con energía solar empleando tecnología fotovoltaica, con un motor de 50 kW proporcionando una velocidad de 9 nudos. Se realizó un estudio financiero aplicando el valor actual neto y la tasa interno de retorno para conocer la rentabilidad del proyecto. Como resultados, actualmente es rentable con las fuentes adecuadas de financiamiento, buscando generar un beneficio social y turístico directo a la comuna aumentando ingreso de turistas y ventas en sus negocios.

Palabras Clave: Las Huacas, espiral de diseño, energía solar, tecnología fotovoltaica, sistema de propulsión eléctrico.

Abstract

Currently, the Las Huacas commune, located in the Jambelí archipelago in the province of El Oro, has an ecological reserve of mangroves with a great diversity of species, however, its tourism has not been developed due to inadequate maritime infrastructure. Its only means of transport is maritime, so this project focuses on the design of a vessel that provides tourist services that benefit the commune and the ecosystem. As a solution, a displacement vessel made of 11-meter long GRP was designed, considering the requirements of the shipowner. Based on the design spiral, following the ISO 12215 standards for structural validation and 12217 for the evaluation of its stability. Its electric propulsion system will operate with solar energy using photovoltaic technology, with a 50 kW motor providing a speed of 9 knots. A financial study was carried out applying the net present value and the internal rate of return to determine the profitability of the project.As a result, it is currently profitable with the appropriate sources of financing, seeking to generate a direct social and tourist benefit to the community by increasing tourist income and sales in its businesses.

Keywords: *Las Huacas, design spiral, solar energy, photovoltaic technology, electric propulsion system.*

Índice general

Resumen I
Abstract..... II
Índice general III
Abreviaturas..... VII
Simbología..... VIII
Índice de figuras..... IX
Índice de tablas..... XI
Índices de planos XIII
CAPITULO 1 1
1. Introducción..... 2
1.1. Descripción del problema 4
1.2. Justificación del problema 5
1.3. Objetivos 5
1.3.1. Objetivo General..... 5
1.3.2. Objetivos Específicos 5
1.4. Marco teórico 6
1.4.1. Antecedentes 6
1.4.2. Espiral de diseño 6
1.4.3. Grupos Tecnológicos..... 8
1.4.4. Normas y regulaciones 9
1.4.5. Energía Renovable 10
1.4.6. Motor fuera de borda eléctrico 11
CAPITULO 2 14
2. Metodología 15
2.1. Información técnica de la comuna Las Huacas..... 15

2.1.1. Rutas de transportación....16
2.1.2. Hidrografía....17
2.1.3. Embarcaciones actuales....18
2.2. Diseño conceptual....18
2.2.1. Requerimientos técnicos....18
2.2.2. Base de datos....19
2.2.3. Estudio estadístico....20
2.2.4. Dimensiones preliminares....20
2.2.5. Estimación previa de la velocidad de diseño....23
2.3. Diseño Preliminar....24
2.3.1. Líneas de formas....24
2.3.2. Generación de formas....25
2.4. Distribución General....25
2.5. Arreglo Estructural....26
2.5.1. Procedimiento....26
2.6. Estabilidad....27
2.7. Estimación de costos....28
2.8. Mejoras e implicaciones del diseño....28
2.8.1. Selección de la energía limpia....29
2.8.2. Paneles solares....29
2.8.3. Energía producida por un panel fotovoltaico....29
2.8.4. Rendimiento del trabajo del panel....29
2.8.5. Tipos de paneles solares....30
2.8.6. Cálculos del número de paneles....30

2.9. Baterías solares 31

CAPITULO 3 32

3. Resultados y Análisis 33

3.1. Diseño preliminar 33

3.1.1. Líneas de formas 34

3.2. Arreglo Estructural 39

3.2.1. Rayado estructural 39

3.2.2. Eslora inundable 39

3.2.3. Escantillonado 40

3.2.4. Laminado 43

3.3. Resistencia y Propulsión 44

3.3.1. Resistencia al avance 44

3.3.2. Propulsión 44

3.3.3. Selección del motor fuera de borda 46

3.4. Implementación de energía eléctrica 46

3.4.1. Selección de paneles 46

3.4.2. Selección de baterías 48

3.4.3. Selección del regulador de carga 50

3.4.4. Rendimiento del sistema 50

3.5. Pesos y Estabilidad 51

3.5.1. Cálculo de pesos 51

3.5.2. Estabilidad transversal 52

3.5.3. Evaluación de criterios de la norma ISO 12217-1 53

3.6. Presupuesto 54

3.6.1. Estudio financiero 55

CAPITULO 4 58

4. Conclusiones y Recomendaciones 59

4.1. Conclusiones 59

4.2. Recomendaciones 61

References 62

APÉNDICES 64

Abreviaturas

ESPOL	Escuela Superior Politécnica del Litoral
IACS	Asociación Internacional de Sociedades de Clasificación
ISO	International Organization Standardization
PRFV	Plástico Reforzado en fibra de vidrio
GEOGES	Geotecnia y Gestión Ambiental
AIE	Agencia Internacional de la Energía
PVGIS	Sistema de Información Geográfica Fotovoltaica
HSP	Horas Picos Solares
VAN	Valor Actual Neto
TIR	Tasa Interna de Retorno
TMAR	Tasa Mínima Aceptable de Rendimiento

Simbología

L	Eslora total
B	Manga total
Lwl	Eslora en flotación
Bwl	Manga en flotación
D	Puntal
Tm	Calado Medio
M	Metro
V	Velocidad
Fr	Número de Froude
Cv	Coeficiente de Velocidad
Δ	Desplazamiento
η	Eficiencia
EHP	Potencia efectiva
IHP	Potencia indicada
Ah	Amperios-hora
Cb	Coeficiente de Bloque
Cm	Coeficiente de Sección Media
Awp	Área de plano de flotación
Cp	Coeficiente prismático
Vm	Voltaje nominal
Im	Corriente nominal
CV	Caballos de vapor
Rpm	Revoluciones por minuto

Índice de figuras

Figura 1.1 *Espiral de diseño del proyecto* 7

Figura 1.2 *Aspectos críticos para el desarrollo del proyecto* 8

Figura 1.3 *Grupos Tecnológicos* 8

Figura 1.4 *Motor fuera de borda ePropulsion* 12

Figura 1.5 *Motor fuera de borda TORQEEDO CRUISE* 12

Figura 2.1 *Localización de la comuna Las Huacas- Jambelí* 15

Figura 2.2 *Rutas de transportación actuales* 16

Figura 2.3 *Unidades hidrográficas del nivel 4 del Ecuador (Unidad Hidrográfica 13)* 17

Figura 2.4 *Vista transversal del modelo PiloBoat_Pro* 21

Figura 2.5 *Perspectiva del modelo PilotBoat_Pro* 21

Figura 2.6 *Vista Transversal del diseño conceptual* 22

Figura 2.7 *Vista Transversal del diseño conceptual* 22

Figura 2.8 *Curvas de resistencia y potencia del diseño conceptual* 23

Figura 2.9 *Proceso para la generación de las líneas de formas* 25

Figura 2.10 *Grupos de costos generales para la viabilidad del proyecto* 28

Figura 2.11 *Tipos de paneles fotovoltaicos. Monocristalino (Izq.), Policristalino (Der.)* 30

Figura 3.1 *Modelo en 3D del casco* 35

Figura 3.2 *Análisis de Cebra del casco* 35

Figura 3.3 *Distribución General. Vista de perfil por línea Central* 36

Figura 3.4 *Dimensiones del campo de visión según norma ISO 11591* 37

Figura 3.5 *Distribución General. Vista de planta.* 38

Figura 3.6 *Ubicación de los paneles solares en cubierta. Vista de perfil* 39

Figura 3.7 *Distribución de los paneles en cubierta.* 39

Figura 3.8 *Rayado estructural del fondo del casco* 39

Figura 3.9 *Eslora inundable de dos compartimientos* 40

Figura 3.10 *Estimación de la resistencia al avance* 44

Figura 3.11 *Estimación de la potencia efectiva de la embarcación* 45

Figura 3.12 *Estimación de la eficiencia efectiva* 45

Figura 3.13 *Motor seleccionado TORQUEEDO. Fuente: Torqueedo* 46

Figura 3.14 *Módulo fotovoltaico* 47

Figura 3.15 *Baterías solares de 12 V. Fuente AutoSolar*. 50

Figura 3.16 *Regulador de carga PWM Must Solar. Fuente AutoSolar.* 50

Figura 3.17 *Curva de brazos adrizante a mínima carga* 52

Figura 3.18 *Curva de brazos adrizante a máxima carga* 53

Índice de tablas

Tabla 1.1 *Propiedades del propulsor* 12

Tabla 1.2 *Característica de TORQEEDO CRUISE [11]* 13

Tabla 2.1 *Características Iniciales del nuevo diseño* 20

Tabla 2.2 *Resumen de las características preliminares del modelo* 22

Tabla 3.1 *Resultados de diseño conceptual* 33

Tabla 3.2 *Dimensiones finales del proyecto* 34

Tabla 3.3 *Posición de los mamparos* 40

Tabla 3.4 *Parámetros para escantillonado* 41

Tabla 3.5 *Espaciamiento entre cuadernas* 41

Tabla 3.6 *Presiones de diseño de cada sección del casco* 41

Tabla 3.7 *Espesores mínimos de paneles* 42

Tabla 3.8 *Paneles dimensiones mínimas y calculadas* 42

Tabla 3.9 *Espesores seleccionados* 43

Tabla 3.10 *Pesos y espesores mínimos y máximos de cada panel* 43

Tabla 3.11 *Resultados de resistencia* 44

Tabla 3.12 *Potencia requerida del motor* 46

Tabla 3.13 *Características del motor fuera de borda* 46

Tabla 3.14 *Características del módulo seleccionado (TS-S450)* 47

Tabla 3.15 *Número de paneles* 47

Tabla 3.16 *Análisis de un panel en cubierta* 48

Tabla 3.17 *Corriente requerida por el sistema* 48

Tabla 3.18 *Capacidades del banco de baterías* 49

Tabla 3.19 *Número de baterías para el sistema eléctrico* 49

Tabla 3.20 *Características de la batería seleccionada. Fuente AutoSolar*. 50

Tabla 3.21 Característica del regulador de carga 50

Tabla 3.22 *Objetivos de la norma ISO 12217-1. Fuente Norma ISO* 51

Tabla 3.23 *Tanques de la embarcación*.....52

Tabla 3.24 *Criterios de la norma ISO 12217-1. Fuente Maxsurf Stability*.....53

Tabla 3.25 *Rubros de los Grupos Tecnológicos* 54

Tabla 3.26 *Ahorro de combustible de un motor fuera de borda* 54

Tabla 3.27 *Costos de mantenimiento* 55

Tabla 3.28 *Tareas de Mantenimiento anuales*.....55

Tabla 3.29 *Gastos administrativos y operativos.*.....55

Tabla 3.30 *Distribución de la Inversión Inicial*.....55

Tabla 3.31 *Recorridos Turísticos al 80% de afluencia de turistas*.....56

Tabla 3.32 *Ingresos de recorridos diarios, semanales y anuales.*.....56

Tabla 3.33 *Depreciación de activos de producción*.....57

Tabla 3.34 *Tabla de Amortización* 57

Tabla 3.35 *Flujo Neto de Caja*.....57

Tabla 3.36 *Valor Actual Neto para los primeros 5 años* 57

Índices de planos

PLANO 1 Plano de Líneas de Formas

PLANO 2 Plano de Distribución General

PLANO 3 Plano de Rayado Estructural

CAPITULO 1

1. Introducción

Mundialmente, el ecosistema del manglar cubre el 60 y 75% de la línea costera, y su distribución está limitada en las zonas tropicales y subtropicales. Como los ecosistemas del Manglar en Colombia que son considerados de importancia estratégica para el país, debido a que prestan innumerables servicios ambientales que desde el punto cultural son el soporte para las actividades productivas de las comunas aledañas [1], siendo estas actividades de carácter turístico y cultural son las principales causas del deterioro de los paisajes debido a la movilización de los turistas alrededor de las zonas. Por ello, un buen plan de transportación para el desarrollo turístico constituye al crecimiento económico, cultural y ambiental de las comunidades.

En Ecuador, el ecosistema del Manglar se encuentra presente a lo largo de las costas de las provincias de Esmeraldas, Manabí, Guayas, El Oro y las islas Galápagos. Una de las formaciones encontradas ha sido en los estuarios de Jubones-Santa Rosa-Arenillas [2]. En esta zona se encuentra una de las más grandes reservas del Archipiélago de Jambelí ubicada en la comuna Las Huacas, que durante 13 años de organización comunitaria ha logrado incrementar en un 13% su área de manglar [3].

Su único medio de movilización entre comunas es el transporte y se ha visto afectada por sus embarcaciones tanto en el ámbito turístico, ambiental y económico. En esta zona habitan las principales fuentes de economía de la comuna que son especies como ostiones, ostras, crustáceos y una variedad de conchas, también existe una variedad de flora y fauna. Actualmente debido a todos los beneficios económicos obtenidos por el avistamiento de aves, por la variedad de mariscos y los tipos de peces que existen en el manglar, existe un potencial desarrollo turístico en la zona.

Diferentes entidades ambientales han desarrollado proyectos de turismo sostenible en la comuna Las Huacas, sin embargo, estos proyectos se han visto afectados por la contaminación que se debe a las embarcaciones artesanales que poseen los moradores. El turismo sostenible hace referencia a actividades que son respetuosas con el medio ambiente, esto le permite el

intercambio de experiencias entre visitantes y residentes [4]. Muchos países incluyendo Ecuador se han sumado a una alternativa de turismo, en donde se busca desarrollar dos tipos de turismo comunitario y ecoturismo, considerando la sostenibilidad y respetando el ecosistema.

Según la Estrategia Nacional para el manejo y desarrollo sostenible del aviturismo en Ecuador [5], el turismo en el Archipiélago de Jambelí es deficiente a pesar de que posee una de las reservas con más variedades de aves debido a que los avistamientos de su hábitat se vean afectadas por la generación de contaminación causado por las embarcaciones artesanales de los moradores de las comunas. Pese a que la comuna Las Huacas posee una de las reservas más grande del manglar del Archipiélago de Jambelí no pueden ser reservas turísticas ya que no cuenta con la infraestructura adecuada para el transporte o recorrido de turistas.

Se han realizado estudios e investigaciones por la empresa GEOGES C. Ltda. sobre el ecoturismo y su impacto turístico y ambiental con el Archipiélago de Jambelí. En donde se hace énfasis sobre la falta de infraestructura para la transportación de turistas, también sobre la importancia de la conservación del manglar, ya que es un Patrimonio Natural del Estado, pero se ha visto afectada por la contaminación que generan las embarcaciones actuales y perjudican al desarrollo turístico y económico de la comuna. Por otra parte, se obtuvo el estudio de diseño de motores fuera de borda híbridos eléctricos para embarcaciones.

Esta metodología se basó en la selección del motor fuera de borda con la capacidad de recorrer en los puertos de España, usando únicamente energía eléctrica. Se empezó diseñando el tipo de embarcación, ya que dependiendo de las formas del casco fue necesaria la potencia del fuera de borda para vencer las fuerzas resistentes provocadas por el mar, siendo estas la resistencia aerodinámica, hidrodinámica y de las olas [6]. Otro punto importante que se realizó fue la selección de la configuración del motor ya sea en serie o en paralelo, para este proyecto la selección de la configuración en paralelo fue la más efectiva debido a las siguientes características con velocidad de 3 nudos en puerto usando únicamente el motor eléctrico y alcanzar una velocidad de 22 nudos de crucero, usando ambos motores térmico y eléctrico [6].

En contraste con los estudios anteriores se pretende en este proyecto da paso a la implementación de futuras y nuevas tecnologías en el medio de transporte marítimo, ayudando a la conservación del ecosistema del manglar y para el desarrollo económico, ambiental y turístico de la comuna Las Huacas.

1.1. Descripción del problema

La construcción de caminos o senderos no es una opción para la comuna Las Huacas, por lo que, las embarcaciones son su principal medio de transporte entre la comuna y son utilizadas para varias actividades de la zona como pesca artesanal, recolección de conchas, movilización entre comunas y turismo. Poseen únicamente dos modelos de panga tipo “tiburón y empanada”, cabe recalcar que estas embarcaciones son utilizadas para el trabajo diario como la pesca y recolección no son ideales para el transporte de turistas o moradores ya que existen incomodidades durante el trayecto a otras comunas y durante los recorridos turísticos. Estas pangas son fabricadas en madera y fibra de vidrio de eslora 8.5 [m], no poseen asientos ni cubiertas y son operados con motores fuera de borda de 45 y 75 HP de dos tiempos, características que las hacen lentas e ineficiente para el consumo de combustible que dependerá del motor, carga y embarcación [7]. Al operar estas embarcaciones con motores de 2 tiempos provocan contaminación ambiental que son factores que perjudican tanto al ecosistema principalmente al turismo y a la economía.

Otro de los problemas es el alto consumo de combustible que van desde los 18 a 24 galones durante las faenas de trabajo, esto representa 260 dólares al mes por embarcación [9], estos valores son financiados por el trabajo de los moradores y parte de las aportaciones recibidas por el Programa de Socio Manglar para la conservación del ecosistema.

De manera que, aunque existan embarcaciones funcionales para los moradores, el diseño conceptual de una embarcación turística se puede implementar el uso de energía limpia

mediante la instalación de motores fuera de borda eléctrico y optimizando el peso estructural para reducir costos de construcción.

1.2. Justificación del problema

El transporte marítimo es su único medio de comunicación entre comunas, sin embargo, la mayoría de las embarcaciones dedicadas al transporte de carga y pasajeros, son construidas de manera artesanal en PRFV y poseen dos tipos de pangas que son usadas para todas las actividades de la comuna. Al ser embarcaciones artesanales que se dedican a la pesca no ofrecen el confort adecuado para el recorrido de turistas y como son operados con motores de combustión fuera de borda generan altos consumo de combustible que aumentan los niveles de carbono en el ambiente.

Con el fin de reducir los costos de operativos y de construcción, se pretende realizar un diseño de embarcación que reduzca el impacto ambiental, eliminando el uso de hidrocarburos, reduciendo el ruido y vibraciones, implementando nueva tecnología y optimizando su peso estructural.

1.3. Objetivos

En base a la falta de transportación y la mantención del ecosistema del Manglar de Las Huacas se ha determinado los siguientes objetivos:

1.3.1. Objetivo General

Realizar el diseño preliminar de una embarcación que use “energía limpia” para el turismo recreativo en el sector de Las Huacas.

1.3.2. Objetivos Específicos

1. Identificar los requerimientos del armador para el diseño de una embarcación en base a las necesidades de la comuna por medio de investigaciones in situ y reuniones virtuales.

2. Determinar el tipo y el material de construcción de la embarcación cumpliendo la metodología de la espiral de diseño y los estándares de las normas ISO para su estructura y estabilidad.
3. Realizar el análisis económico al nuevo diseño que contemple desde el inicio el uso de energías limpia con el fin de encontrar en equilibrio económico para el armador y usuario

1.4. Marco teórico

1.4.1. Antecedentes

En 2011 en la comuna Las Huacas, la empresa GEOGES C. Ltda. ha aportado con asistencia técnica a organizaciones sociales de la provincia de El Oro en procesos medioambientales y conservación de los recursos del manglar. En 2014, el Programa Socio Manglar provee a la comuna de una aportación a cambio de la custodia y cuidado del manglar, por lo que surge la idea de crear un proyecto que ayude a desarrollar el turismo en la comuna Las Huacas, aprovechando los recursos naturales que provee el ecosistema que los rodea.

Sin embargo, esta situación obligó a los moradores a destinar parte de sus ingresos para las aportaciones de la asociación debido a que las aportaciones recibidas por el Programa Socio Manglar y son destinadas para la financiación de la compra de combustible y el mantenimiento de las embarcaciones.

1.4.2. Espiral de diseño

El diseño de una embarcación tiene 3 etapas:

- Etapa conceptual,
- Etapa preliminar,
- Etapa diseño del contrato.

El primer escenario del diseño inicial dependerá de los objetivos del proyecto, en donde el diseñador trabaja en pro de la mejor solución que se ajuste y equilibre los parámetros relacionados entre sí.

Figura 1.1

Espiral de diseño del proyecto

Un diseño conceptual debe proporcionar información suficiente en base a los objetivos y una evaluación básica técnico-económica de las opciones a realizar. Los criterios económicos son utilizados para medir la rentabilidad, descuento en efectivo, flujo o flete necesarios.

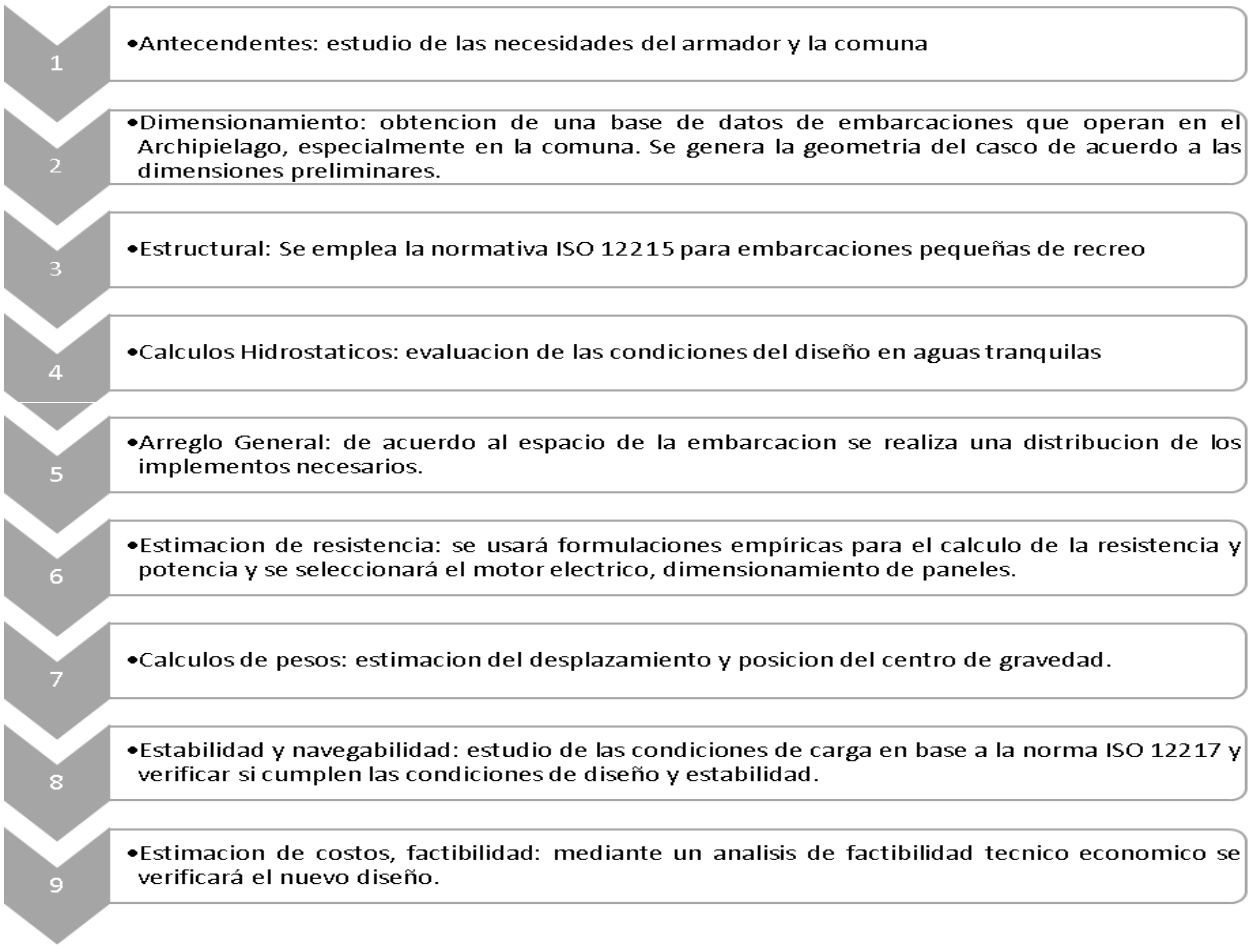
En la segunda etapa, el diseño preliminar refina y analiza el acuerdo del concepto de diseño, incluyendo las disposiciones, estructura, y objetivos a fin de optimizar el rendimiento del servicio. Finalmente, en la etapa del diseño contractual serán definitivos los sistemas y éstos deben satisfacer los requerimientos de Armador.

El diseño de post contrato influye en el diseño particular a la elaboración de la estructura. Los sistemas auxiliares y equipamiento se han previsto en detalle para lograr un costo y ciclo de tiempo de construcción efectiva. Se deben tener en cuenta si existen limitaciones en el diseño ya que estos puedes afectar en la producción de la embarcación.

Este proyecto se concentrará en la parte preliminar, con la finalidad de verificar los requerimientos y restricciones del diseño de acuerdo con las normas ISO implementadas. El proceso que se empleará se basa en los siguientes aspectos críticos como dimensionamiento, arreglo general, estructural, potencia, estabilidad, costos.

Figura 1.4

Aspectos críticos para el desarrollo del proyecto

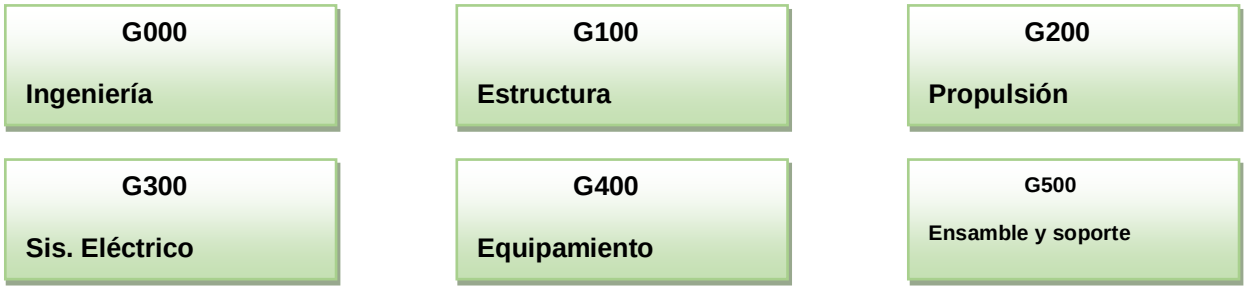


1.4.3. Grupos Tecnológicos

Los grupos tecnológicos nos sirven para gestionar y administrar de manera más eficiente el diseño y construcción de una embarcación, se lo ha dividido en 6 grupos:

Figura 1.7

Grupos Tecnológicos



Finalmente, mediante esta aplicación de tecnología grupal se obtiene una oportunidad para desarrollar métodos y técnicas mejores en el diseño y construcción.

1.4.4. Normas y regulaciones

Para explicar las normas y regulaciones que el proyecto empleará, se expone las siguientes entidades:

[1]. Sociedad de clasificación En el ámbito marítimo, las casas clasificadoras conocidas como sociedades son entidades que garantiza al armador la calidad del diseño y construcción del buque. Estas regulaciones se rigen mediante formulaciones empíricas obtenidas de estadísticas de resultados de prueba a través de los años.

La Asociación Internacional de Sociedades de Clasificación (IACS) provee confianza y reconocimiento. Entre las sociedades más reconocidas tenemos:

- Burear Veritas
- American Bureau of Shipping
- Det Nortske Veritas& Germanischer Lloyd (DNV GL)
- Lloyd’s Register (LR)
- China Classification society (CCS)
- Croatian Register of Shipping (CRS)
- Registro Italiano Navale (RINA)

[2]. Organización Internacional de Normalización (ISO) Las normas ISO contribuyen a la eficacia en el desarrollo, producción y suministro de bienes. Contienen específicamente técnicas que se basan en los resultados de experiencias y desarrollo tecnológico como las normas 12215 que son aplicadas en embarcaciones menores, tanto en monocasco como multicascos y son construidas con plástico reforzado en fibra de vidrio (PRFV), especialmente se conciernen a los detalles y componentes estructurales.

1.4.5. Energía Renovable

Las energías renovables son fuentes inagotables de energía limpia y actualmente tiene un crecimiento competitivo. Las energías limpias más empleadas son la eólicas y fotovoltaica.

Según las previsiones de la Agencia Internacional de la Energía (AIE), la participación de las renovables en el suministro eléctrico global pasará del 26% en 2018 al 44% en 2040, proporcionando 2/3 del incremento de la demanda eléctrica, mediante las tecnologías eólicas y fotovoltaica. [1]

- Entre las energías limpias que encontramos están:
- Energía eólica: proviene del viento
- Energía solar: obtenida del sol, la principal tecnología es la solar fotovoltaica y solar térmica.
- Energía hidráulica o hidroeléctrica
- Biomasa o biogás
- Energía geotérmica
- Energía mareomotriz
- Energía olamotriz o undimotriz
- Bioetanol (fermentación de productos vegetales)
- Biodiesel (Derivados de aceites vegetales)

Debido a su crecimiento competitivo de las tecnologías eólicas y solas fotovoltaica, sus costes se reducen drásticamente llegando a que sean una solución más sostenible no solo ambientalmente sino económicamente.

En el ámbito naval, una de las energías más implementadas en los proyectos actuales es la energía solar esta puede ser producida por la luz o el calor del sol generando electricidad o producción de calor. Esta energía se obtiene a través de paneles o espejos solares ya que es una fuente inagotable y renovable. Si se utiliza la luz solar, esta tecnología es conocida como solar fotovoltaico ya que convierte la luz del sol directamente en electricidad debido al llamado efecto fotoeléctrico. De todas las ventajas de esta energía es importante mencionar y destacar que la energía solar no emite sustancias toxicas y más aún contaminante del aire; también no genera residuos que ocasionen contaminación del agua. Al ser una energía autóctona, contribuye en la reducción de las importaciones energéticas y crea riqueza y empleo de forma local, contribuyendo al desarrollo sostenible.

1.4.6. Motor fuera de borda eléctrico

Los motores fuera de borda eléctricos más populares en 2016 son los siguientes:

- PROPULSION: distribuidos por la empresa Solé Diésel en España, son de mayor rendimiento que los convencionales a gasolina. Cuentan con una autonomía superior, ya que pueden durar el doble que otros motores.
- La potencia de estos motores es de 1000W (3 HP), son de baterías desmontables se recargan fácilmente. Destacan debido a que son portables y desmontables, no poseen escobillas, no poseen piezas que aumenta el valor del producto y no se estropean con facilidad. Debido al no consumo de gasolina, su mantenimiento es accesible. Su velocidad es de fácil modificación por lo que la hace apta para embarcaciones de pesca, recreación y como auxiliar.

Figura 1.10

Motor fuera de borda ePropulsion

Tabla 1.1

Propiedades del propulsor

Potencia	**1000 W**	**Potencia equiparable**	**3 hp**
Tensión	40.7 V	Intensidad	24.6 A
Eficiencia	50%	Empuje estático	66 lb
Diámetro de la hélice	11 pulgadas	Velocidad de rotación	1200 rpm
Peso del motor	16 kg	Longitud de la cola	630 mm 755 mm
Batería	1000 Wh Li-po	Peso de la batería	7.5 kg

TORQEEDO CRUISE: diseñados para las necesidades de los usuarios profesionales que navegan a diario superando condiciones adversas. Posee una carcasa de aluminio por lo que resiste a cualquier tipo de golpe, esta caracteristica está elabroada en aluminio anodizado que ofrece resistencia al agua salada y mayor vida util.

Figura 1.13

Motor fuera de borda TORQEEDO CRUISE

Tabla 1.2

Característica de TORQEEDO CRUISE [11]

Tensión de la batería	24 V
Número de baterías	2 de plomo-gel o AGM
Capacidad de carga mínima	180 Ah
Rendimiento equiparable	15 CV
Cargador	solar

CAPITULO 2

2. Metodología

De acuerdo con la espiral de diseño propuesta en la sección 1.4.2, se determinó el diseño conceptual y preliminar de la embarcación turística en base a las requerimientos y restricciones del armador.

2.1. Información técnica de la comuna Las Huacas

La comuna Las Huacas está ubicada en la provincia de El Oro en el extremo suroccidental de la costa ecuatoriana, entre los esteros Chupadores y Las Huacas en la parroquia Jambelí del cantón Santa Rosa.

Figura 2.1

Localización de la comuna Las Huacas- Jambelí

Cuenta con una extensión de 1070 hectáreas de Manglar bajo el acuerdo de uso sostenible y custodia del Manglar (AUSCM) por parte de la Asociación de concheros, crustáceos y pescadores afines “Las Huacas”. Mientras que la entidad ambiental Socio Manglar cuenta con 925 hectáreas de la zona. El número de socios de la comuna se componen de 40 hombres y 28

mujeres que se enfocan en las principales actividades de la comuna como pesca artesanal y recolección de conchas.

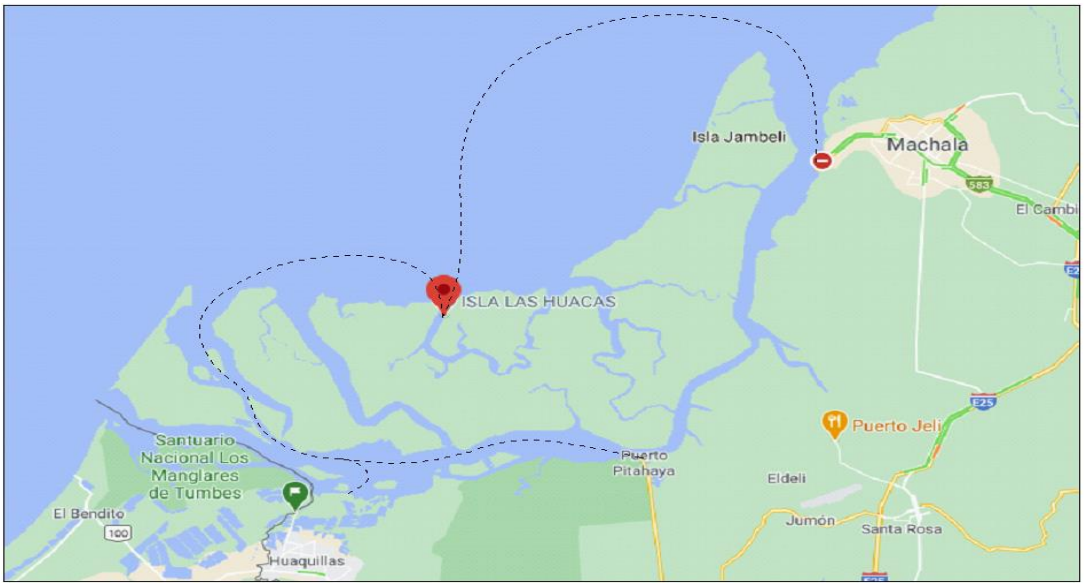
2.1.1. Rutas de transportación

Las rutas establecidas por los moradores de la comuna Las Huacas han sido determinadas en base a las actividades que realizan, números de pasajeros y distancia de movilización. Sin embargo, la infraestructura marítima adecuada únicamente está presente en tres tramos como son:

- Las Huacas – Puerto Bolívar (Machala)
- Las Huacas – Puerto Pitahaya (Santa Rosa)
- Las Huacas – Hualtaco (Huaquillas

Figura 2.4

Rutas de transportación actuales



Actualmente, el tramo más utilizado por parte de los moradores es Las Huacas- Puerto Bolívar (Machala), ya que los centros de abastecimientos, centros de salud, equipos y demás implementos para la vida diaria se encuentran en la ciudad principal. Véase el Apéndice A.

2.1.2. Hidrografía

La Isla Las Huacas se encuentra atravesada por una red de esteros y esterillos como son Los Esteros Chupadores, Pongal y Las Casitas, también se encuentra delimitada por las Islas Chupadores y Pongal por medio de las cuales se conectan directamente con el Océano Pacifico mediante el estero Santa Rosa.

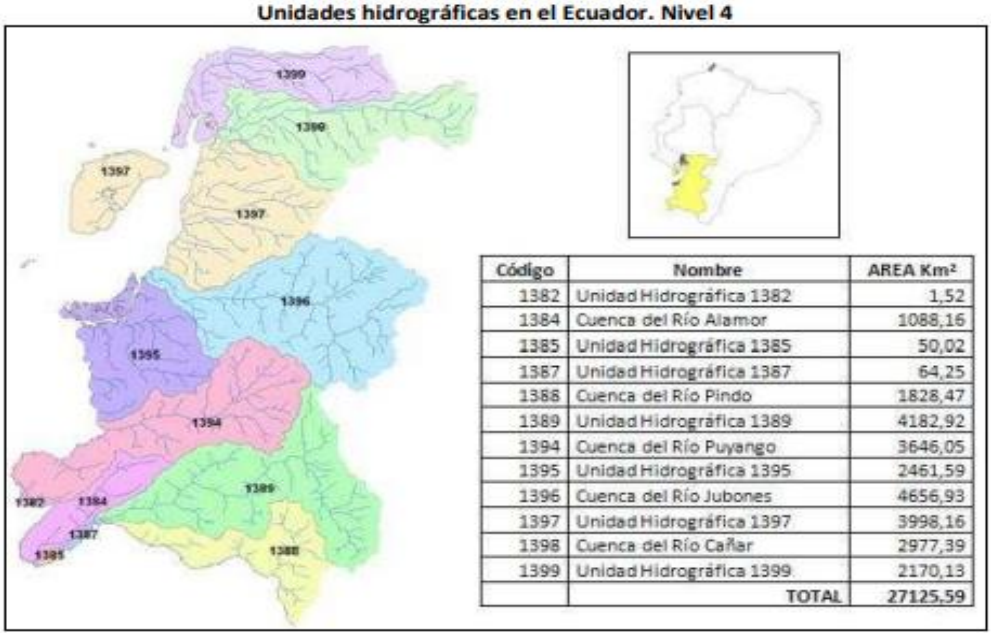
La Asociación de concheros, crustáceos y pescadores artesanales y afines “Las Huacas” mediante un Acuerdo Ministerial No 1018 mantiene una concesión de 1070.5 hectareas del manglar.

Según la esquematización de la metodología Pfafstetter, la zona de Las Huacas se encuentra dentro de la unidad hidrográfica (UH) 1395 y corresponde al nivel 4, de la región hidrográfica 1 o conocida también como Vertiente del Pacifico. Esta unidad posee un área de 2461.59 km2, los esteros que rodea a la común poseen una extensión de 2,65 km el estero Las Huacas y 12,78 km el estero las Casitas.

Figura 2.7

Unidades hidrográficas del nivel 4 del Ecuador (Unidad Hidrográfica 13)

Unidades hidrográficas en el Ecuador. Nivel 4



Código	Nombre	AREA Km²
1382	Unidad Hidrográfica 1382	1,52
1384	Cuenca del Río Alamor	1088,16
1385	Unidad Hidrográfica 1385	50,02
1387	Unidad Hidrográfica 1387	64,25
1388	Cuenca del Río Pindo	1828,47
1389	Unidad Hidrográfica 1389	4182,92
1394	Cuenca del Río Puyango	3646,05
1395	Unidad Hidrográfica 1395	2461,59
1396	Cuenca del Río Jubones	4656,93
1397	Unidad Hidrográfica 1397	3998,16
1398	Cuenca del Río Cañar	2977,39
1399	Unidad Hidrográfica 1399	2170,13
	TOTAL	27125,59

La acción mareal depende constantemente del flujo y reflujo constante de las mareas para la transportación, debido a que las actividades las zonas se encuentran estrechamente vinculadas a las horas de pleamar y bajamar. Según el Instituto Oceanográfico de la Armada (INOCAR), el sur de la provincia del Guayas y El Oro presenta un estado de mar 4 siendo moderado-ligero (Escala de DOUGLAS) en el año 2019, con alturas de ola máximos de 0.30 a 1,20 metros en mar abierto.

2.1.3. Embarcaciones actuales

El número de embarcaciones de la comuna se encuentran entre 10 y 12 pangas, que son utilizadas de acuerdo con las actividades que se realizan, a su vez el número de personas es un máximo de 12 pasajeros en estado de incomodidad. El número de carga que cada panga puede soportar durante las faenas son aproximadamente 8 quintales cuando realizan recolecciones de conchas y pesca. Véase el Apéndice A.

2.2. Diseño conceptual

Para el diseño inicial de este proyecto, se desarrolló en cuatro partes: definición de los requerimientos técnicos del armador, obtención de una base de datos de embarcaciones locales de la zona, regresiones lineales relacionando las dimensiones principales y dimensiones iniciales del modelo con una estimación previa de la velocidad que alcanzará el diseño.

2.2.1. Requerimientos técnicos

Para el diseño de este proyecto se analizaron las necesidades de la comuna y fueron considerados ciertos parámetros a fin de definir los requerimientos en los cuales se basará el diseño preliminar, los cuales son:

- Tipo de embarcación: lancha rápida
- Servicio: transporte de pasajeros
- Ruta a cubrir: Las Huacas – Pitahaya (Santa Rosa).
- Localidad más alejada: 17 millas náuticas (30 km aproximadamente).
- Eslora mínima: 8.5 metros

- Sistema de propulsión: motores fuera de borda eléctricos.
- Capacidad de pasajeros: 12 personas.

2.2.2. Base de datos

Las regresiones lineales fueron obtenidas en base a 32 embarcaciones pesqueras de fibra de vidrio que operan en el Archipiélago de Jambelí, con el principio de uso o diseño similar a las embarcaciones que operan en la comuna.

Los parámetros que fueron considerados inicialmente para el registro de datos, tomando en cuenta que algunos de estos datos fueron medidos de diferentes formas y se realizaron asunciones de que estas variaciones no eran significativas, son los siguientes:

- Eslora
- Manga
- Puntal
- Calado
- Potencia
- Desplazamiento

Para este estudio de las dimensiones preliminares fue necesario incluir más datos, sin embargo, la mayoría de los fabricantes no suelen colocar la información necesaria. Por esta razón se pretende obtener las dimensiones principales mediante un escalado en 2D de acuerdo con perfiles seleccionados y dimensiones conocidas.

Para la obtención de las dimensiones preliminares fueron seleccionados los siguientes parámetros:

- Eslora total
- Manga
- Puntal

Véase en el Apéndice A

2.2.3. Estudio estadístico

En base a los datos obtenidos anteriormente, se ha realizado el análisis generando regresiones lineales, con la finalidad de obtener relaciones dimensionales que permitan obtener las características preliminares.

Con el fin, de realizar un estudio adecuado de estas regresiones lineales se consideraron datos que representen una fuerte correlación lineal (R^2), sin embargo, se observó que ciertos datos se encuentran dispersos por lo que estos fueron descartados.

Al realizar una optimización de las regresiones descartando las embarcaciones más alejadas quedaron 17 embarcaciones entre 8,2 y 11,5 metros de eslora. Las mangas máximas están entre 1,6 a 2,9 metros y puntal entre 1,6 y 1,9 metros. (Revisar Apéndice A)

2.2.4. Dimensiones preliminares

Como se ha obtenido en las secciones anteriores, se debe tener en cuenta que las dimensiones preliminares y ciertos parámetros obtenidos fueron calculados mediante estimaciones en base a un estudio estadísticos como son las regresiones lineales.

Tomando en cuenta que estos valores son un punto de comienzo para la elaboración de las formas del casco. (Revisar Apéndice A)

Finalmente, este proyecto se ha basado en 32 embarcaciones y a continuación se muestran las dimensiones preliminares:

Tabla 2.1

Características Iniciales del nuevo diseño

Dimensiones preliminares	
Eslora (L), m	11
Manga (B), m	2,73
Puntal (D), m	1,82
Calado (T), m	0,64

Desplazamiento, Ton	14.36
Coeficiente de bloque, Cb	0.496
Coeficiente de Sección Media, Cm	0.916

Se validaron estos datos usando el programa Maxsurf y se consideró el modelo de "PilotBoat_Pro" como base de nuestro diseño, con las dimensiones preliminares. Como se observa en el modelo, este comprende una caseta y regala, también fondo cóncavo y formas en V rectas.

Figura 2.10

Vista transversal del modelo PiloBoat_Pro

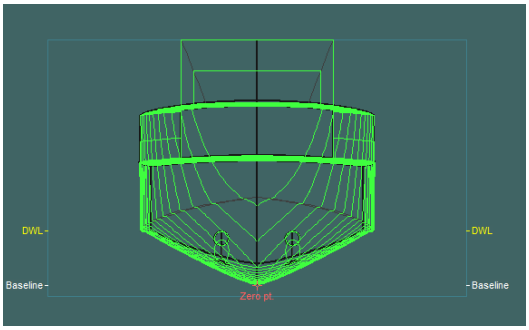
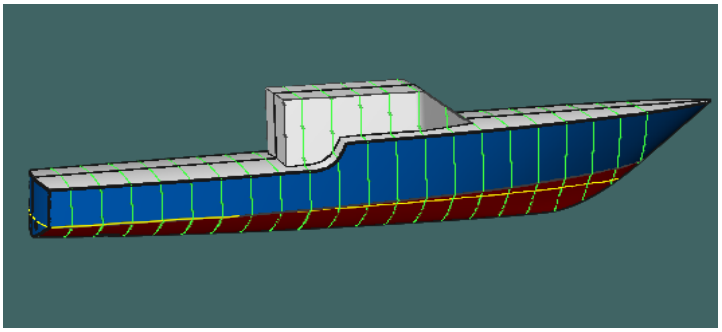


Figura 2.13

Perspectiva del modelo PilotBoat_Pro



En base a estas dimensiones preliminares se seleccionó este modelo base de Maxsurf Modeler, el cual mediante modificaciones en el casco se obtuvo el diseño de formas conceptual como se muestra a continuación:

Figura 2.16

Vista Transversal del diseño conceptual

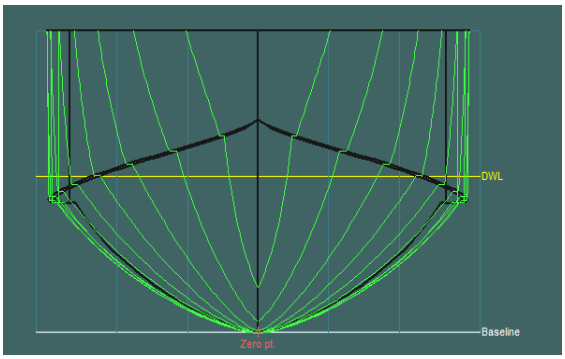
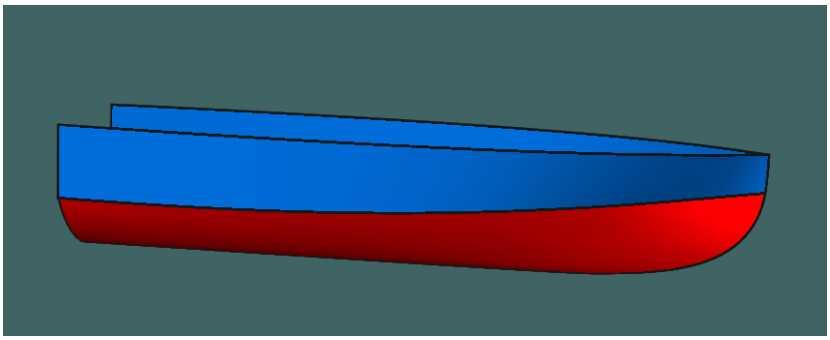


Figura 2.19

Vista Transversal del diseño conceptual



Se presenta las características preliminares del diseño y los coeficientes adimensionales:

Tabla 2.2

Resumen de las características preliminares del modelo

Características	Calculado	Maxsurf	Unidades
Desplazamiento	14.36	11.17	Ton.
Volumen, ▼	14.0	10.90	m^3
Calado medio, Tm	0.64	0.64	m
Eslora en flotación, Lwl	10.45	10.996	m
Manga Máxima, Bmax	2.73	2.73	m
Área mojada, Am		32.39	m^2

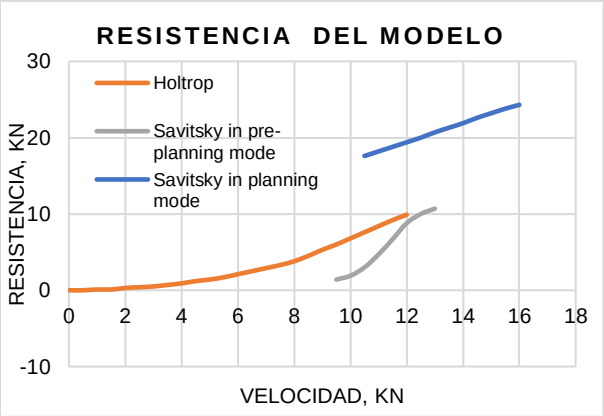
Área de sección media, Asm		1.33	m^2
Área de plano de flotación, Awp		24.30	m^2
Cp		0.74	
Cb	0.496	0.57	
Cm	0.916	0.77	
Cwp		0.82	
L/B	4,03	4,03	
B/D	1,5	1,5	
B/T	2,91	2,91	

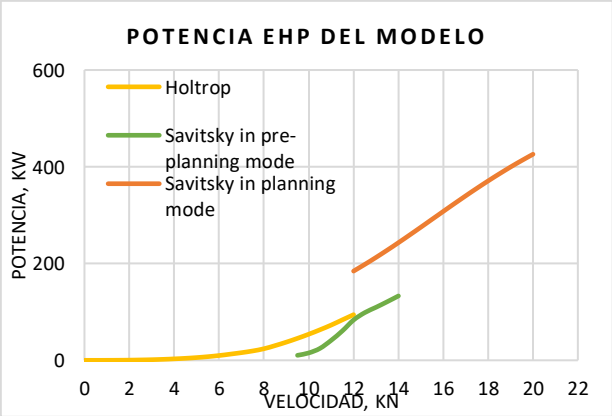
2.2.5. Estimación previa de la velocidad de diseño

Para la determinación de la velocidad previa se realizó el cálculo de la resistencia al avance y la potencia requerida por el motor (IHP), mediante métodos estadísticos como Holtrop y Mennen, Savitsky para embarcaciones de desplazamiento, semi-desplazamiento, planeo y pre-planeo usando el programa de Maxsurf Resistance.

Figura 2.22

Curvas de resistencia y potencia del diseño conceptual





En base al modelo inicialmente propuesto, el método estadístico de predicción de potencia que se siguió fue Holtrop y Mennen para embarcaciones de desplazamiento. Mediante estas gráficas se obtuvo la potencia indicada (IHP) considerando una eficiencia efectiva (η_e) del 65% y una potencia efectiva (EHP) de 24 kW aproximadamente, como se indica en la ecuación 2.1.

$$SHP = \frac{EHP}{n_e} \tag{2.1}$$

Donde SHP es la potencia en el eje [HP], la cual se aproximará a la potencia al freno (BHP) considerando un rendimiento del motor (n_M) del 95%, como se observa en la ecuacion 2.3.

$$IHP = \frac{BHP}{n_M} \tag{2.2}$$

Se obtuvo preliminarmente, una potencia indicada de 39 kW para alcanzar una velocidad de diseño de 8 nudos.

2.3. Diseño Preliminar

En esta sección se conectó el diseño conceptual con el preliminar, mediante la implementación de conceptos como arquitectura naval, estabilidad, estructura naval, maquinaria marítima, resistencia y propulsión. A continuación, se realiza un resumen de los campos considerados en donde se ha aplicado el método de la espiral de diseño para finalmente considerar aspectos como los costos y la factibilidad del proyecto.

2.3.1. Líneas de formas

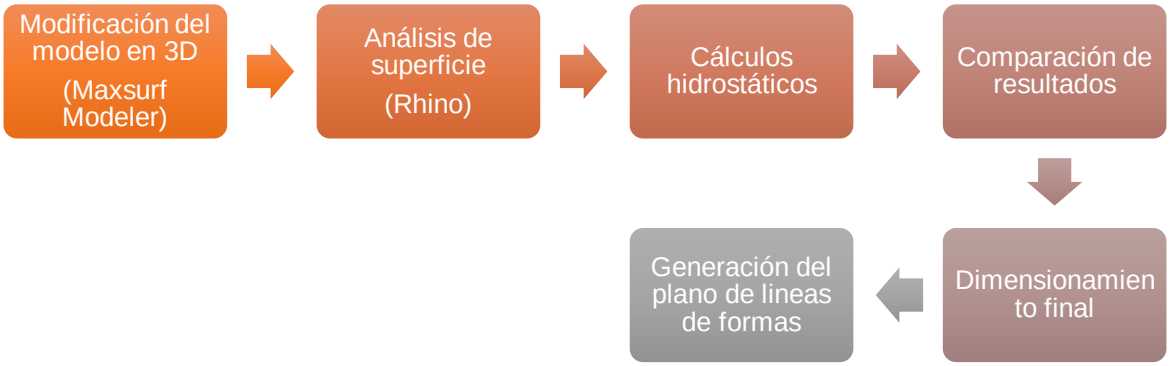
En esta sección se realizaron los cambios respectivos del casco de la embarcación a partir del modelo conceptual propuesto en la sección 2.2 mediante el programa paramétrico Maxsurf Modeler y se analizó también las formas del fondo, proa y popa en base a los requerimientos. Revisar Apéndice A.

2.3.2. Generación de formas

A partir de los coeficientes estimados en la sección 2.2 y el diseño conceptual de las líneas de formas, se empleó el programa Maxsurf Modeler para obtener las dimensiones del proyecto cumpliendo los requerimientos técnicos propuestos.

Figura 2.25

Proceso para la generación de las líneas de formas



2.4. Distribución General

En base a los requerimientos del armador y las necesidades de la comuna, se han realizado las formas del casco por lo que se ha procedido a la distribución del espacio de la embarcación.

En donde las medidas iniciales de cada zona incluyendo la forma de distribución espacial se realizó mediante la comparación con diferentes disposiciones generales de otras embarcaciones existentes en la comuna.

Esta distribución incluirá los siguientes detalles como ubicación de los refuerzos, asientos, ubicación del motor, baterías y paneles solares. Sin embargo, si se ubicarán elementos estructurales de la embarcación como son la ubicación de los mamparos transversales.

Se debe tener en consideración, el grado de espacio que desea tener el armador o cliente ya que como es una embarcación dirigida para el transporte turístico debe ser una zona de interés visual y de relax flotante en el cual se transportará a 12 personas. Debido al tamaño y al peso de

los pasajeros y equipos, es necesario conocer la ubicación aproximada ya que influirá en la posición vertical del centro de gravedad del diseño.

Inicialmente, se ha realizado una aproximación de la distribución general, en cuatro zonas:

- Zona de pique de proa
- Zona de pasajeros
- Puesto de gobierno y máquinas.
- Zona de paneles solares.

2.5. Arreglo Estructural

En este apartado, se estudió la configuración de laminado en materiales compuesto de acuerdo con las superficies de la embarcación propuesta como son los refuerzos longitudinales y transversales, mamparos y otros elementos. El arreglo estructural se determinó mediante la norma ISO 12215-5:2008 para pequeñas embarcaciones, construcción de casco y escantillones, de acuerdo con las presiones de diseño de tensiones y determinación de las dimensiones del escantillonado.

La norma ISO 12215-5, es un reglamento que puede aplicarse a embarcaciones pequeñas destinadas para el recreo para la construcción del casco y determinación del escantillonado de acuerdo con las presiones de diseño y el dimensionamiento de los refuerzos, tomando en cuenta que esta norma no conlleva todas las cargas que actúan en el casco y no sustituyen a las normas IACS.

2.5.1. Procedimiento

Para la disposición de los refuerzos y determinación del escantillonado se siguió la norma ISO 12215-5, aplicable para embarcaciones menores a 24 metros.

- Cálculo del espaciamiento entre refuerzos
- Disposición de los refuerzos transversales y longitudinales
- Determinación de los paneles en el modelo 3D

- Determinación de las cargas de diseño
- Cálculo de espesores del casco
- Cálculo del espesor de la cubierta
- Cálculo del sándwich de los paneles
- Dimensionamiento de los refuerzos
- Cálculo de la inercia, modulo seccional.
- Planos de cuaderna, rayado estructura y modelo final 3D.

En el Apéndice A se detallan las formulaciones para el cálculo de las presiones que actúan sobre la embarcación en modo de desplazamiento y los requerimientos mínimos de la masa de fibra del sándwich y espesores.

2.6. Estabilidad

En esta sección se colocó a prueba la estabilidad del nuevo diseño, aplicando la normativa ISO 12217. Para este análisis se seguirá el siguiente procedimiento:

- Condiciones Hidrostáticas
- Condiciones de carga del modelo
- Máxima carga en condiciones hidrostáticas
- Evaluación de los ensayos de estabilidad de la norma ISO 12217

En esta norma en la **Opción 1** mencionan las siguientes pruebas y cálculos a aplicar:

- Aberturas de inundación (sub-apartado 6.1.1)
- Ensayo de la altura de inundación (sub-apartado 6.1.2)
- Ángulo de inundación (sub-apartado 6.1.3)
- Ensayo de compensación de cargas (sub-apartado 6.2)
- Resistencia a las olas y viento (sub-apartado 6.3)

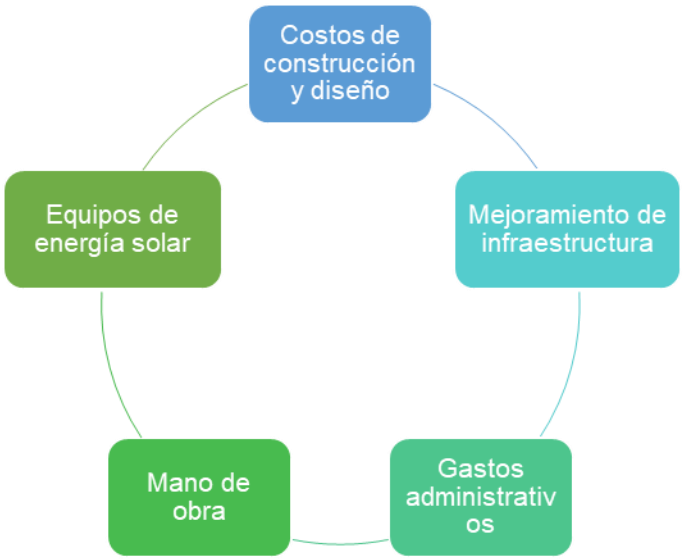
Estos cálculos fueron realizados en el programa de Maxsurf en el módulo de Stability, en las diferentes secciones de Equilibrium, Longitudinal Strength y Specified condition.

2.7. Estimación de costos

Para la obtención del presupuesto y viabilidad del proyecto se determinó los siguientes grupos:

Figura 2.28

Grupos de costos generales para la viabilidad del proyecto



Se realizó el estudio financiero para determinar la factibilidad del proyecto tomando en consideración:

- Inversión inicial
- Fuentes de financiamiento
- Costos totales

Considerando el flujo de efectivo proyectado a 5 años, se estimó el valor actual neto (VAN) y la tasa interna de retorno (TIR) para conocer la viabilidad del proyecto.

2.8. Mejoras e implicaciones del diseño

Con el fin de mejorar las condiciones de la comuna, se implementó un sistema eléctrico aprovechando la energía solar.

2.8.1. Selección de la energía limpia

La energía eléctrica obtenida de la energía solar se puede obtener de dos maneras, aprovechando el calor o la luz solar. Por lo que, en este proyecto para la generación de la energía eléctrica se aplicó energía fotovoltaica la cual aprovecha la irradiación solar de la comuna (luz solar).

Determinada por el Sistema de información geográfica fotovoltaica (PVGIS) (Comission, s.f.), la irradiación que se genera en la comuna Las Huacas en la época más desfavorable.

2.8.2. Paneles solares

Los módulos fotovoltaicos o paneles solares son elementos que cumplen la función del almacenamiento de la luz solar y la convierten en energía eléctrica. Compuesta por celdas solares o cédulas originalmente está hecha de silicio cristalino y se debe al efecto fotoeléctrico el hecho de que pueda convertir la luz en electricidad.

Un panel está compuesto de varias celdas solares juntas y se conectan en serie dentro del panel.

2.8.3. Energía producida por un panel fotovoltaico

La producción de la energía diaria de un panel solar se calcula de la siguiente manera:

$$Energía\ diaria = I_{mpp} * V_{mpp} * HSP * \%W_{panel} \quad \left[W - \frac{h}{día}\right] \tag{2.3}$$

Donde:

HSP son las horas pico solares que corresponden a la irradiación ficticia de $1000\frac{W}{M^2}$

Impp es la intensidad a máxima potencia

Vmpp es el voltaje a máxima potencia

2.8.4. Rendimiento del trabajo del panel

Este rendimiento $(\%W_{panel})$ puede variar entre 80% y 90%, determina las pérdidas de energía en el panel debido a las impurezas del ambiente o suciedad (Tecnología, s.f.). Se puede observar en la ficha técnica de cada panel.

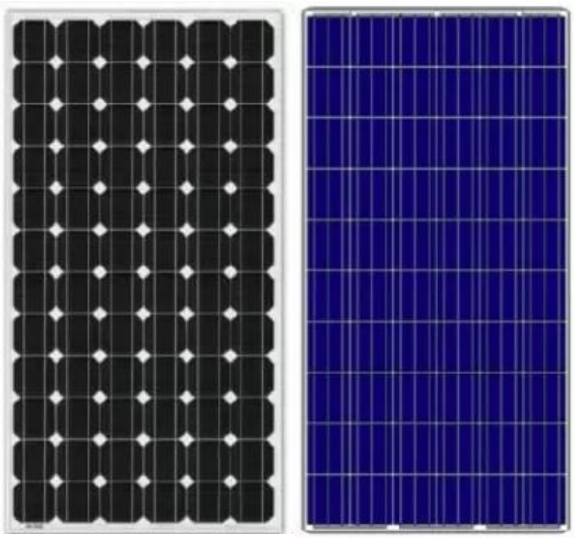
2.8.5. Tipos de paneles solares

Existen diferentes tipos, a continuación, se detallan:

- Monocristalino de celdas de silicio: debido a sus celdas fabricadas con una pureza alta de silicio, fáciles de reconocer por su coloración y aspecto uniforme.
- Policristalino de silicio: el cristal de silicio se funde y se vierte en un molde cuadrado. Son más accesibles, son de bajo coste, sin embargo, constan de una eficiencia inferior en comparación con el panel monocristalino.

Figura 2.31

Tipos de paneles fotovoltaicos. Monocristalino, Policristalino.



2.8.6. Cálculos del número de paneles

Una vez obtenido el consumo energético que generaría el motor y establecido el número de horas pico totales del sector, se selecciona el panel, el cual indicará la potencia necesaria del mismo.

Mediante la siguiente formulación se establecerá el número de paneles necesario bajo estas condiciones.

$$Número\ de\ paneles = \frac{E_{motor}}{P_{panel} * HSP} \quad \frac{[W - h]}{[HSP * W]} \tag{2.4}$$

Donde:

- P_{panel} es la potencia del panel en Watts
- HSP son las horas picos solares
- E_{motor} es el consumo del motor eléctrico en Watts por hora

Se ha considerado un esfuerzo de fluencia para la estructura de fibra de vidrio de 107 [MPa] aproximadamente. Véase en el Apéndice A

2.9. Baterías solares

Este sistema está compuesto por un sistema de baterías, el cual es el encargado de suministrar la energía eléctrica necesaria al motor. Realizando valoraciones y estudio de las baterías existentes en el mercado se selecciona la más adecuada para el sistema implementado.

Existen diferentes propiedades a tomar en consideración, esto dependerá de la naturaleza de ciertos materiales que las componen, como son:

- Potencia que suministra
- Densidad de la carga
- Autonomía
- Precio
- Tiempo de carga/descarga
- Número de ciclo de carga/descarga

CAPITULO 3

3. Resultados y Análisis

En este capítulo, se ha realizado los cálculos necesarios para el diseño preliminar de la embarcación turística, en la cual, se ha tomado en cuenta las restricciones y requerimientos del armador. Siguiendo la espiral de diseño, se obtuvieron las líneas de formas, la distribución general, con el fin de proporcionar un medio sostenible se obtuvo el número de paneles solares que se usará para sustentar la embarcación durante un determinado tiempo de recorrido, obteniendo una potencia adecuada para el sistema de propulsión y se determinó la cantidad de material para la estructura de la embarcación.

Presentando los resultados obtenidos en base a lo propuesto en el Capítulo 2.

3.1. Diseño preliminar

En base al estudio estadístico realizado en la sección 2.2, se obtuvieron las dimensiones finales de la embarcación, estimando a su vez los coeficientes de forma mediante el software Maxsurf.

Tabla 3.1

Resultados de diseño conceptual

Características	Calculado
Desplazamiento, ton	14.36
Volumen, m3	14.0
Calado medio, m	0.64
Eslora en flotación, m	10.45
B, m	2.73
Cb	0.496
Cm	0.916

Cada una de las formulaciones se encontraron en función de la eslora total de la embarcación, lo que permitió ajustar los coeficientes de forma a los requerimientos de una embarcación de desplazamiento.

3.1.1. Líneas de formas

[3]. Generación de formas

Según el proceso indicado en la figura 2.16, el casco se modeló referenciando un modelo existente de la base de datos de Maxsurf. Se realizaron las modificaciones del casco mediante el programa de Rhino, de tal manera que cumplieran los requisitos del armador.

Tabla 3.2

Dimensiones finales del proyecto

B, m	**2.73**
Desplazamiento, ton	11.17
Volumen, m3	10.90
Calado, m	0.64
Puntal, m	0.64
Lwl, m	10.996
Bwl, m	2.71
Área mojada, m2	32.39
Área Seccional media, m2	1.33
Área del plano de flotación, m2	24.30
Cp	0.74
Cb	0.57

Cm	0.77

Se generaron las formas finales de la embarcación considerando los cambios en los coeficientes y dimensiones.

Figura 3.1

Modelo en 3D del casco

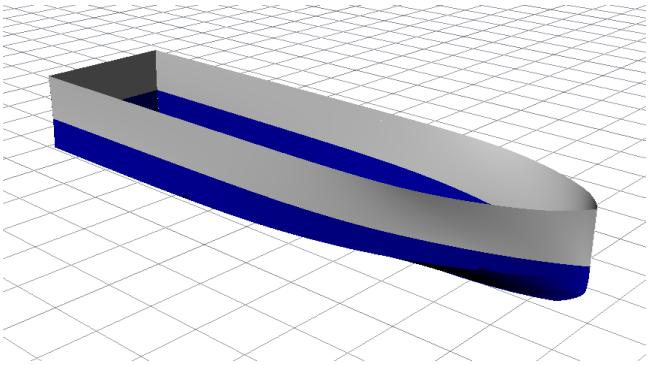
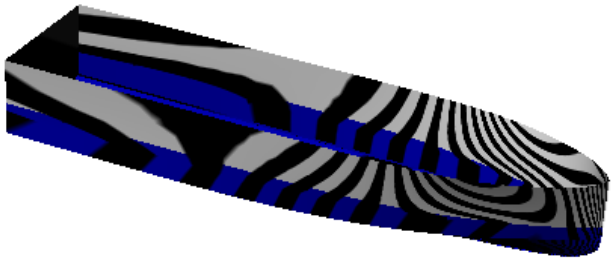


Figura 3.4

Análisis de Cebra del casco

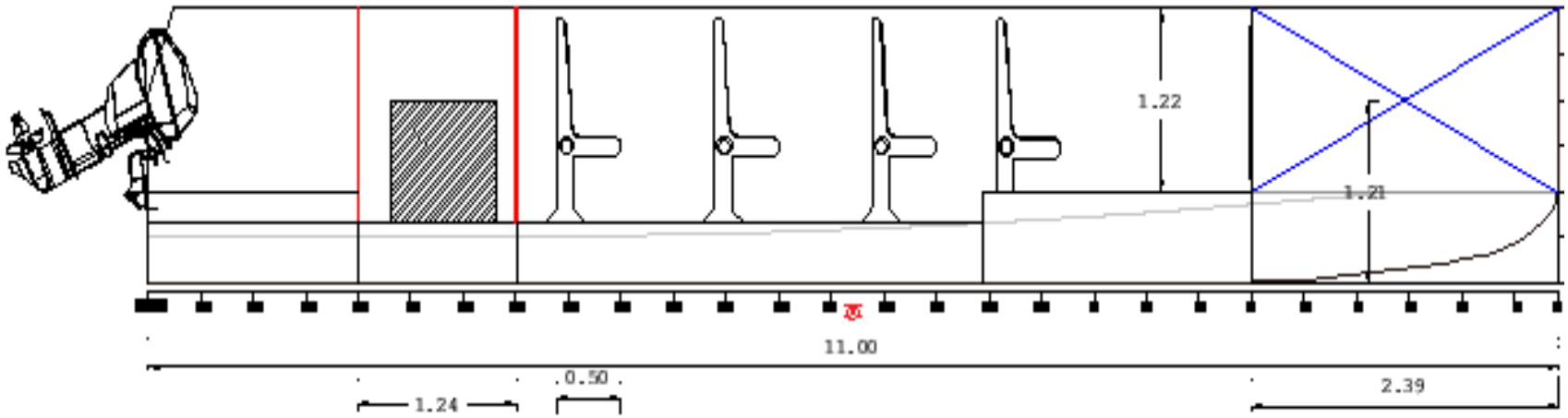


[4]. Distribución General

Se realizó la distribución general del buque, aprovechando el espacio y cumpliendo los requerimientos del armador, también tomando en consideración las dimensiones estándar de los asientos y del motor.

Figura 3.7

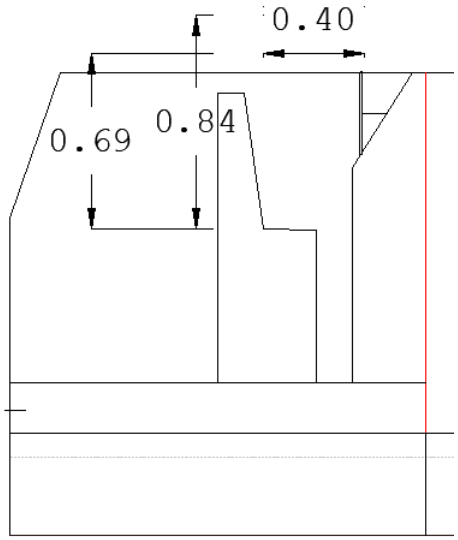
Distribución General. Vista de perfil por línea Central



Para la determinación del campo de visión del maquinista, se colocó el asiento en la banda de babor cumpliendo la norma ISO 11591 para embarcaciones de recreo a motor para el campo de visión desde la posición del timón.

Figura 3.10

Dimensiones del campo de visión según norma ISO 11591



Zona de pasajeros

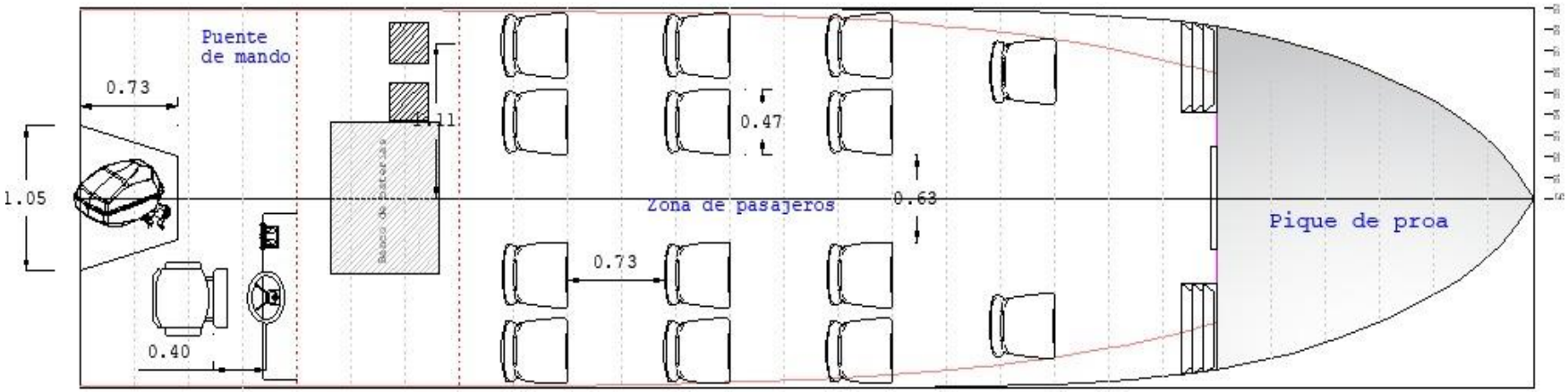
En esta sección se distribuyó los asientos a cada banda de la embarcación para la comodidad de los pasajeros durante los avistamientos de las especies.

Zona de pique de proa

Se ha dispuesto de escaleras para poder facilitar el embarque y desembarque de los pasajeros y tripulación, permitirá que las personas de tercera edad puedan transitar con facilidad.

Figura 3.13

Distribución General. Vista de planta.



Zona de paneles solares

Los paneles solares fueron ubicados en cubierta principal, de tal manera que puedan almacenar la energía necesaria durante los recorridos turísticos.

Figura 3.16

Ubicación de los paneles solares en cubierta. Vista de perfil

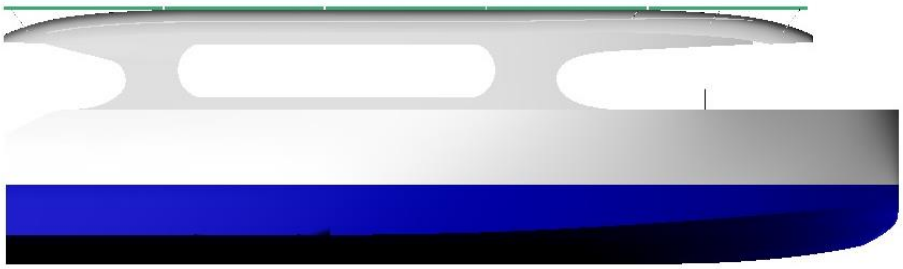
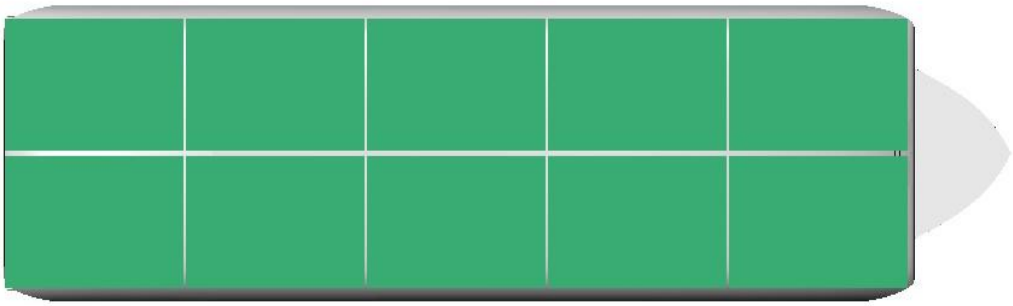


Figura 3.19

Distribución de los paneles en cubierta.



3.2. Arreglo Estructural

3.2.1. Rayado estructural

Inicialmente se definió la ubicación de los mamparos bajo lo recomendado por el Convenio de Solas, donde indican que las distancias de los mamparos de colisión están ubicadas en el rango del 5% y 8% de la eslora. Ver Apéndice H.

Este arreglo permite a la embarcación obtener una mayor resistencia a la flexión.

3.2.2. Eslora inundable

Se estableció la ubicación de los mamparos, de acuerdo con las cuadernas establecidas:

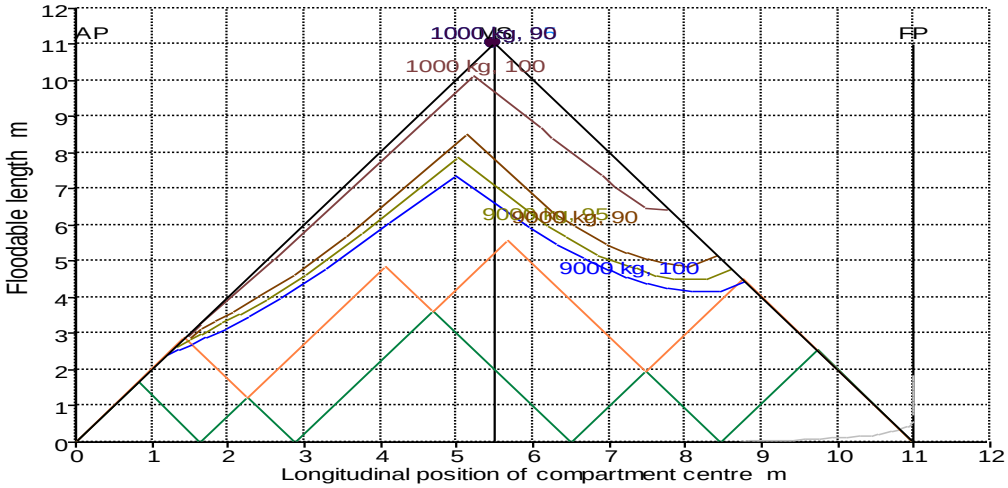
Tabla 3.3

Posición de los mamparos

Pique de proa	9,65
Zona de pasajeros 1	8,52
Zona de pasajeros 2	6,53
Bodega	2,51

Figura 3.25

Eslora inundable de dos compartimientos



De acuerdo con la disposición realizada en las permeabilidades descritas en la tabla 3.4, sí cumplen cada una de las condiciones. (Véase Apéndice D)

3.2.3. Escantillonado

Para estos cálculos nos hemos basado en la norma ISO 12217-1, en la cual se determinó los siguientes parámetros:

Tabla 3.4

Parámetros para escantillonado

V, kn	**9**
Lwl. m	10,996
Bwl. m	2,7110
D. m	1,82
β0.4	14
Dc	A

Tabla 3.5

Espaciamiento entre cuadernas

REGLA	**UNE-EN-ISO 12215-5**	
s, mm	9.2.1	
Sr, m	0,405015	
Sr,mm	405,015	410

Se obtuvieron las presiones de diseño de acuerdo con las dimensiones de los paneles y su ubicación:

Tabla 3.6

Presiones de diseño de cada sección del casco

Presiones de diseño	**kN/m2**
Presión base de fondo, PBM_base	72,01
Presión de fondo, PBMD	45,01

Presión de costado PSMD	22,10
Presión de cubierta, PDM	4,65
Presión de diseño de mamparos	8,49

Tabla 3.7

Espesores mínimos de paneles

Zonas	t, mm	t/w
Fondo	12,53	1,87
Costado	9,55	1,89
Mamparo	9,25	1,92
Cubierta	6,08	0,88

Tabla 3.8

Paneles dimensiones mínimas y calculadas

FONDO	Mínimo	Calculado
Área req, cm2	4,398	44,817
Inercia, cm4	1599,405	1644,093
COSTADO	**Mínimo**	**Calculado**
Área req, cm2	2,816	29,901
Inercia, cm4	750,568	1201,705
CUBIERTA	**Mínimo**	**Calculado**
Área req, cm2	1,159	12,539
Inercia, cm4		186,506

Para el laminado y dimensionamiento, de acuerdo con los módulos seccionales y espesores, se seleccionó el más adecuado cumpliendo la relación del parámetro de la altura y el espesor del alma. Vease Apéndice H.

Tabla 3.9

Espesores seleccionados

	Fondo	Costado	Cubierta
tw	6	4	3

3.2.4. Laminado

En base a los espesores obtenidos se determinó el número de capas de cada panel y refuerzos de la embarcación. Véase Apéndice H

Considerando el núcleo de PVC y una combinación de MAT y Roving para los paneles.

Tabla 3.10

Pesos y espesores mínimos y máximos de cada panel

Paneles	Peso min kg-m2	Tmin, mm	Peso max kg-m2	Tmax, mm
Fondo	2,16	12,53	7,075	14,8
Costado	2,042	9,55	5,825	12,25
Mamparos	2,043	9,251	4,575	9,7
Cubierta		6,08	3,325	7,15

Para los refuerzos de la estructura se determinó de igual forma las capas de tela necesarias para la embarcación, sin embargo, en estos únicamente se usaron tela MAT 450 y 350.

3.3. Resistencia y Propulsión

3.3.1. Resistencia al avance

Se determinó la resistencia utilizando el método de Holtrop & Mennen, mediante dos formas:

Figura 3.28

Estimación de la resistencia al avance

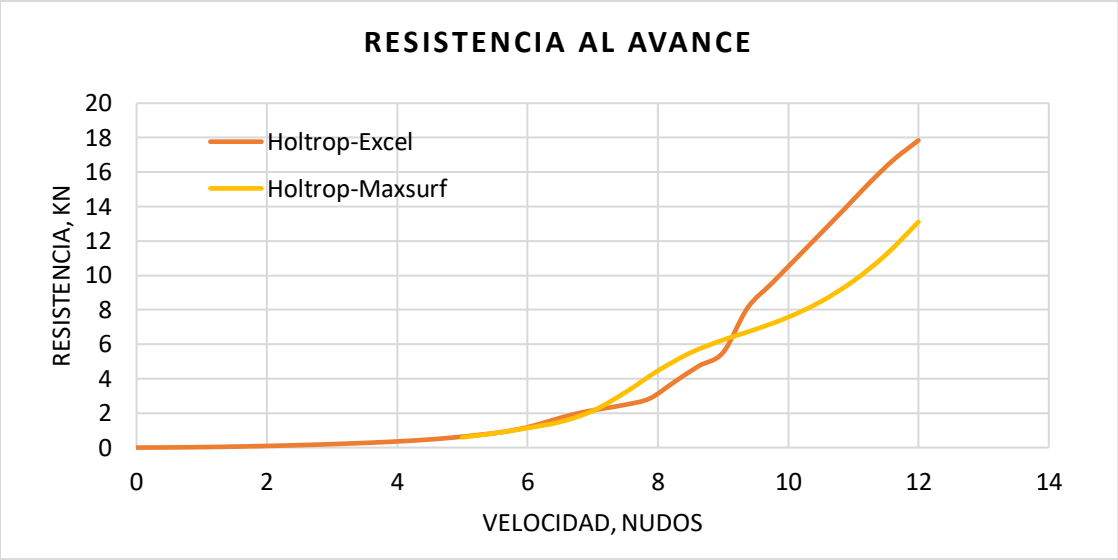


Tabla 3.11

Resultados de resistencia

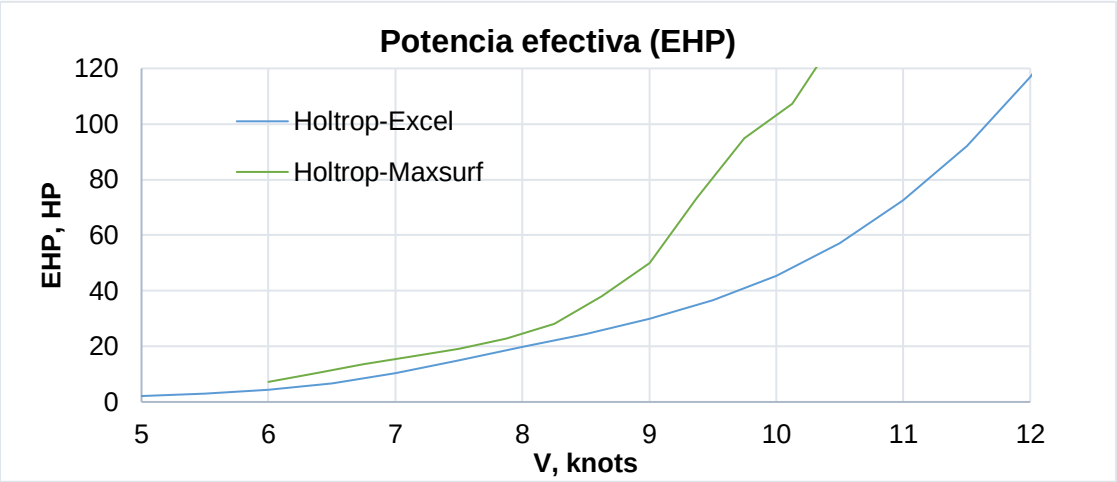
Velocidad, nudos	9
Resistencia_Excel, kN	5,52
Resistencia_Maxsurf, kN	6,33

3.3.2. Propulsión

De acuerdo con la resistencia obtenida, se estimó la potencia efectiva a la cual operará la embarcación.

Figura 3.31

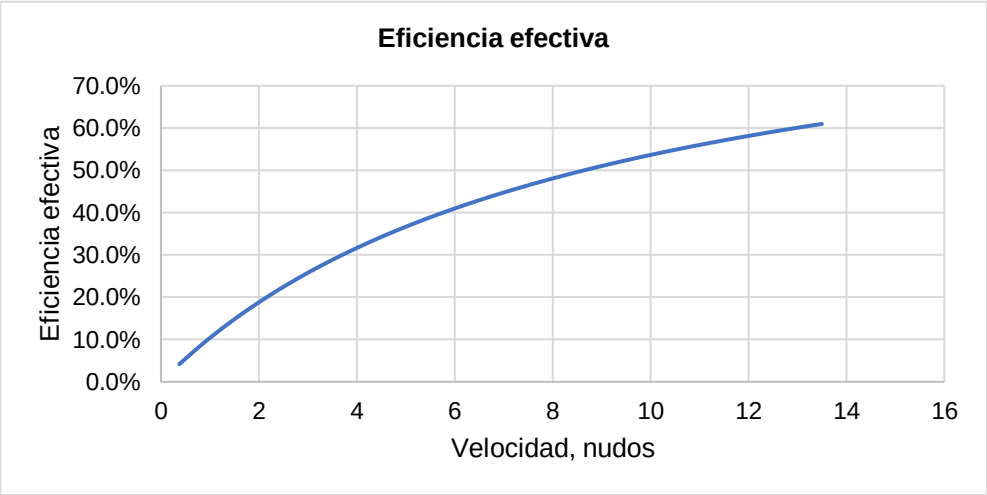
Estimación de la potencia efectiva de la embarcación



Mediante la formulación empírica de Molland se estimó la eficiencia propulsiva de acuerdo con la velocidad diseñada.

Figura 3.34

Estimación de la eficiencia efectiva



Donde se observa que, a una velocidad de 9 nudos, la eficiencia efectiva será de 51%.

Entonces se obtiene que la potencia requerida del motor es de:

Tabla 3.12

Potencia requerida del motor

Velocidad, nudos	**9**
Potencia efectiva, kW	25,24
Eficiencia efectiva	51%
Potencia requerida, kW	49,5

3.3.3. Selección del motor fuera de borda

A continuación, se presenta el motor seleccionado para la embarcación, Véase Apéndice H.

Figura 3.37

Motor seleccionado TORQUEEDO. Fuente: Torqueedo

3.4. Implementación de energía eléctrica

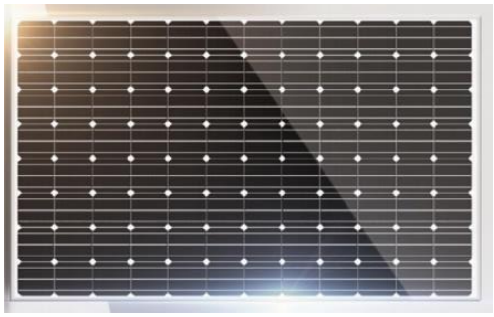
3.4.1. Selección de paneles

Para la selección se determinó la irradiación solar en la comuna desde el año 2010 al 2015. Determinando un crecimiento de irradiación de 6,89%, siendo la irradiación promedio de $159{,}16\ kW\ \frac{hr}{m2}$. Véase Apéndice J

En base a las HPS, se determinó el número de paneles necesarios, para ello se seleccionó el panel. Véase Apéndice J

Figura 3.40

Módulo fotovoltaico



De acuerdo con la potencia requerida del panel seleccionado se obtuvo lo siguiente:

Tabla 3.13

Número de paneles

Potencia_panel, W	**450**
Consumo, Wh/dia *dias	21428,57
Número de paneles en paralelo	2
Voltaje del paneles seleccionado, V	50,21
Número de paneles en serie	5
Factor global de funcionamiento	80%
Número de paneles totales	10

Se tomó en consideración el peso que generan estos paneles sobre la cubierta por lo que, se obtuvo las reacciones en cada apoyo mediante un análisis de equilibrio mediante las formulaciones de Newton y se compararon los resultados con el esfuerzo de fluencia de una estructura de fibra generalmente es de 106.62 MPa.

Tabla 3.14

Análisis de un panel en cubierta

# paneles simétricos	**1**
Peso	35
P, N/m	175,17
Mz, N/m2	84,12
σ, MPa	2.7E-2
σ fluencia, MPa	106,62

3.4.2. Selección de baterías

Para la selección del adecuado banco de baterías se determinó la capacidad de almacenamiento.

Donde la energía requerida en baterías, se consideró las pérdidas por autoconsumo del regulador y los conductores para luego obtener la corriente que se requerirá en un tiempo de 3 horas de recorrido.

Tabla 3.15

Corriente requerida por el sistema

Pmotor, kW	**50**
Tiempo, hr	3

Capacidad (%)	0,5
Ets, kW	75
Is, A h	1562,5

Por ende, se aplicará factor de seguridad debido a las pérdidas ya sean por uso, suciedad o exposición al ambiente. Se consideró un valor del 20%, obteniendo una corriente corregida de 1875 Amperios*h.

Para observar el uso que tendrán las baterías se consideró dos días de autonomía, suponiendo que no se pondrán a recargar las mismas, además de que las baterías se descargan 80%.

Tabla 3.16

Capacidades del banco de baterías

Corriente corregida, Ah	**1875**
Corriente nominal del banco, Ah	3750
Autonomía de baterías	2 días
Capacidad corregida del banco, Ah (80% descarga)	**4687,5**

En base, a estos cálculos se determinó cuantas baterías requerirá el sistema para obtener la energía requerida:

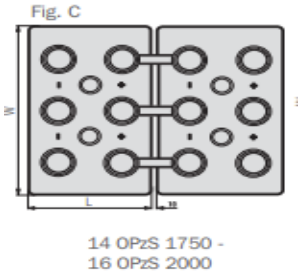
Tabla 3.17

Número de baterías para el sistema eléctrico

Número de baterías en paralelo	**3**
Número de baterías en serie	4
Número de baterías totales	**12**

Figura 3.43

*Baterías solares de 12 V. Fuente AutoSolar***.**



3.4.3. Selección del regulador de carga

Se determinó la corriente de entrada del regulador y salida del regulador (AutoSolar, 2018).

Tabla 3.18

Característica del regulador de carga

Corriente de entrada	**22,425**
Corriente de salida	181,16

Figura 3.46

Regulador de carga PWM Must Solar. Fuente AutoSolar.

3.4.4. Rendimiento del sistema

En esta sección se determinó que tan eficiente es nuestro sistema ya que dependerá de la profundidad de descarga y del ciclo, por lo que, para este cálculo se han descartado las variaciones en el ambiente y el 100% de descarga.

$$\eta_{total} = \eta_{hélice} * \eta_{motor} * \eta_{conducción} * \eta_{batería} + \eta_{conducción} * \eta_{regulador} + \eta_{panel} \quad (3.2)$$

$$\eta_{total} = 0{,}75 * 0{,}51 * 0{,}98 * 0{,}8 + 0{,}98 * 0{,}96 * 0{,}25$$

$$\eta_{total} = 0{,}535 = 54\%$$

3.5. Pesos y Estabilidad

Se analizó la embarcación bajo la normativa ISO 12217-1 para embarcaciones pequeñas de 6 metros de eslora o más.

Se determinaron los objetivos para el empleo de esta norma:

Tabla 3.19

Objetivos de la norma ISO 12217-1. Fuente Norma ISO

Objetivo	**Lancha turística para el comercio de las Huacas**
Eslora	11 metros
Categoría de diseño C	Corresponde a las aguas costeras
Zona de navegación 4.5.6.7	No más de 12 millas de la costa

3.5.1. Cálculo de pesos

De acuerdo, a la distribución de los pesos en la embarcación se han obtenido los siguientes resultados: (Véase Apéndice I)

	Peso total, kg	**M kg. m**	**Centroide, m**
Peso en rosca	5678,35	13884.21	1.758

[5]. Peso muerto

Los tanques considerados en la embarcación

Tabla 3.20

Tanques de la embarcación

	Aft, m	Fwd, m	Stb, m	Babor, m	Fondo, m
Lastre proa	8,610	11,002	-1,360	1,360	0,600
Lastre sec. pasajeros	6,510	8,610	-1,360	1,360	0,600

[6]. Peso total de la embarcación

A continuación, se presenta los pesos en dos condiciones de carga:

Máxima Carga: condición Full

Pesos	Masa T. kg	X, m	Y, m	Z, m
Máxima carga Condición Full	8323,9	5,154	0,008	0,935
Mínima carga Condición 0%	6136,8	4,182	0,011	1,131

3.5.2. Estabilidad transversal

Se analizó esta sección para las dos condiciones de carga propuesta anteriormente. Donde se han considerado a máxima carga los tanques de lastres llenos en 80% y 100%, mientras que a mínima carga están completamente vacíos.

Figura 3.49

Curva de brazos adrizante a mínima carga

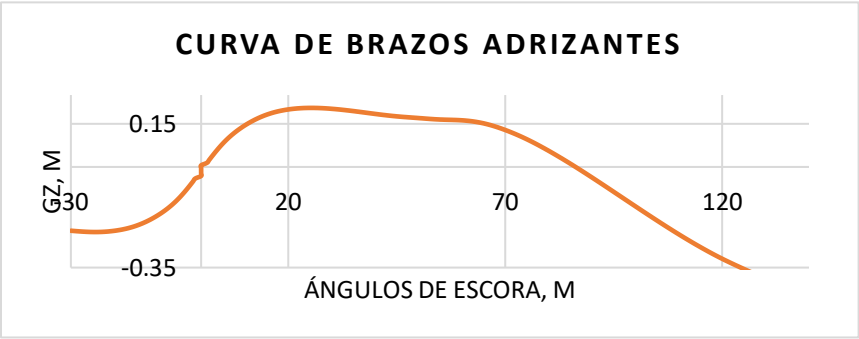
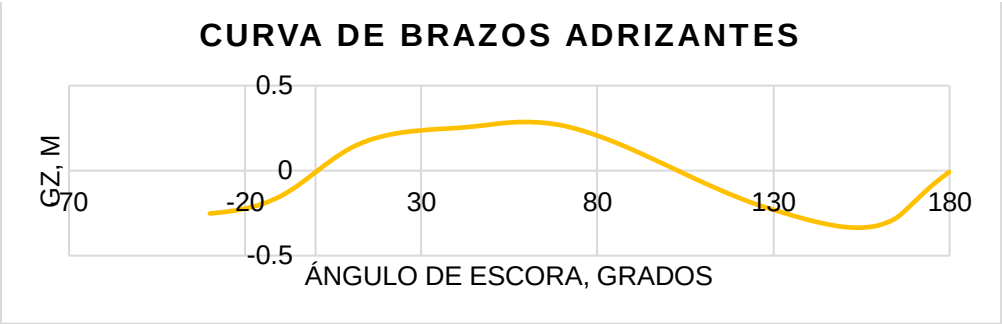


Figura 3.52

Curva de brazos adrizante a máxima carga



3.5.3. Evaluación de criterios de la norma ISO 12217-1

Para la evaluación de la estabilidad y flotabilidad de embarcaciones pequeñas, se llevó a cabo de acuerdo con la clase que pertenece de la norma. (Véase Apéndice I)

En la máxima carga, se obtiene los siguientes resultados de la aplicación del criterio:

Tabla 3.21

Criterios de la norma ISO 12217-1. Fuente Maxsurf Stability

Código	Valor		Actual	Estado	Margen %
ISO 12217-1:2002(E)	10,0	deg	3,9	Pass	+60,70
ISO 12217-1:2002(E)	9,85	%	37,055	Pass	+36,61
ISO 12217-1:2002(E)	0,200	m	0,237	Pass	+18,50
ISO 12217-1:2002(E)	5,8	deg	4,7	Pass	+19,26

De acuerdo con los valores presentados, la embarcación cumple con los criterios estando a máxima carga.

3.6. Presupuesto

De acuerdo con los rubros propuestos para este proyecto, los cuales se encuentran detallados en los apéndices de este informe, se presentan los valores resumidos a continuación:

Tabla 3.22

Rubros de los Grupos Tecnológicos

Inversión fija	
Mejoramiento de infraestructura	$ 4.828,56
G100: Estructura	$ 3.506,24
G200: Sistema eléctrico	$48.252,93
G300: Equipos	$ 9.400,63
G000: Diseño e Ingeniería	$10.000,00

Con el fin de observar la viabilidad de proyecto, se planteó la idea de observar cuanto se ahorraría en consumo de combustible al usar esta tecnología fotovoltaica, ya que uno de sus principales problemas radica en el uso de motores de combustión que generan ruidos y altas emisiones de carbono perjudicando a las actividades recreativas, se expone:

Tabla 3.23

Ahorro de combustible de un motor fuera de borda

Potencia, HP	**75**
Viajes/semana	5
# horas	3
Combustible/galones	10
Dias de semana	7

Factor de carga	71%
Números de dias	360
Consumo/hr	3,33
Ahorro de combustible	**$ 6.476,23**

Mientras que, las emisiones de carbono bajarían radicalmente ya que anualmente estos motores generan 27,82 toneladas de CO2.

Se establecieron las tareas de mantenimiento de acuerdo con cuantas veces al año son necesarias y gastos administrativos y operativos. Véase Apéndice K.

3.6.1. Estudio financiero

Para determinar la factibilidad del proyecto, se analizó inicialmente desde el punto económico de acuerdo con los costos, gastos, inversiones y utilidad generada en un periodo contable.

A continuación, se presenta cómo estará estructurada la inversión:

Tabla 3.24

Distribución de la Inversión Inicial

Capital Propio	**$22.796,51**
%	30%
Crédito Banco	$53.191,85
%	70%
Total	$75.988,36
Tasa de interés %	**13%**

[7]. Ingresos

Para el cálculo de ingresos se establecieron dos rutas que pueda realizar la embarcación. Puerto Pitahaya- Las Huacas, esta ruta se la designó como principal debido a que nos permitirá recoger mayor cantidad de turistas.

Se ha considerado el tiempo de mantenimiento que la embarcación estará sin operar son 3 semanas anualmente, y una capacidad de pasajeros del 80%, ya que por factores de afluencia de turistas no podrá completarse el 100%.

Tabla 3.25

Recorridos Turísticos al 80% de afluencia de turistas

Rec. Turísticos	Distancia	Pasaje/per.	% salida/pasajeros	# Pasaje	$/recorrido
Huacas-Las Casitas	20,5	$ 4,00	50,0%	5	$ 20,00
Pitahaya-Huacas	30	$ 6,00	70,0%	7	$ 42,00

Tabla 3.26

Ingresos de recorridos diarios, semanales y anuales.

$/día	**$ 207,00**
$/semana	$ 4.347,00
$/año	$ 99.981,00

La tasa de inflación se estableció en un aproximado del 2,38% de acuerdo con el INEC en el período del 2010-2019, (Ver Apéndices L)

Como es una embarcación de dimensiones menores, se ha establecido un periodo contable de 5 años para el flujo de caja.

De acuerdo con los activos de producción se estableció el 10% de depreciación por la embarcación siendo $7.115,98.

Considerando la posibilidad de poder financiar este proyecto mediante un crédito se calcula a una tasa de interés del 13% a un periodo contable de 5 años.

[8]. Flujo de caja

Se ha realizado el flujo de caja proyectado para 5 años, revisar apéndice L.

Para su análisis y ver la factibilidad del proyecto se emplearon las herramientas financieras como la obtención del Valor Actual Neto o VAN y la tasa interna de retorno o TIR.

Mediante una tasa fija del 13% de acuerdo con la industria y considerando la inversión inicial y los costos totales del flujo de efectivo se ha obtenido un valor de

Mientras que la tasa interna de retorno fue de 23,09%, superando a la tasa de interés del 13%, considerando el valor de pasaje entre $6 y $4 dependiendo del recorrido y la afluencia de turistas a la zona.

CAPITULO 4

4. Conclusiones y Recomendaciones

En este capítulo, se expuso las conclusiones y recomendaciones en base a los resultados obtenido previamente en el capítulo 3. En donde, se hizo énfasis en la viabilidad del proyecto y los estudios que se deberán realizar para implementar este proyecto, además de la aceptación de los turistas, se tomó en cuenta la comparación de resultados entre los obtenidos con los propuestos por las normas ISO para el dimensionamiento, estabilidad y factibilidad de navegación debido al material de construcción de fibra de vidrio.

4.1. Conclusiones

Para este proyecto se ha logrado diseñar una embarcación que cubra los requerimientos o necesidades del armador, los cuales se establecieron que pueda cubrir una de las rutas de transportación como es de Puerto Pitahaya a las Huacas, que posea una capacidad de 12 personas y principalmente que sea amigable con el ecosistema, permitiéndoles en un futuro desarrollar su turismo y sus actividades recreativas.

Así mismo, cumpliendo con las dimensiones propuestas de la embarcación, se logró incorporar las normas ISO 12215-5 y 12217-1 para el dimensionamiento estructural y el análisis de estabilidad y factibilidad de navegación, ya que esta embarcación será construida en fibra de vidrio y será estrictamente para uso turístico en zonas costeras o internas del Archipiélago de Jambelí. Con el objetivo de respetar el ecosistema, se logró implementar un sistema de propulsión eléctrico, el cual nos proporcionará 9 nudos de velocidad que aunque no es la deseada por el armador es la que puede alcanzar un motor eléctrico fuera de borda cumpliendo con algunos puntos que se han destacado como la disminución del ruido, ya que estos generarían problemas durante el aviturismo y también la reducción del consumo de combustible permitiéndoles a los comuneros obtener utilidades que beneficien a la comuna. En base a estos

datos se estableció efectivamente la potencia necesaria a alcanzar, tomando en consideración una eficiencia propulsiva del 51%.

Debido a que no existen datos actualizados de la irradiación solar en la comuna, se estableció un promedio el cual nos permitió dimensionar el sistema de almacenamiento de la energía solar, obteniendo los paneles, baterías, reguladores e inversores adecuados y sobre todo lograr que la embarcación pueda operar durante 3 horas continuas con la carga total del banco de baterías.

Por otro lado, debido a que no se han realizado estudios de la demanda de turismo en la comuna Las Huacas, se establecieron varios escenarios de afluencia de turistas. Considerando que la embarcación realizará 3 viajes y una capacidad del 80% de pasajeros y tomado en consideración, los costos de construcción, operación, mantenimiento y mejoramiento de la infraestructura, se realizó un estudio financiero donde se determinó que el proyecto es rentable si la embarcación trabajase 7 días a la semana realizando 3 viajes diarios y el costo de los pasajes oscila entre $4 y $6. Sin embargo, se sabe que, debido a la situación actual del país, la entrada de personas del extranjero hasta el año 2020 ha declinado en un 76,4%, es difícil determinar un número aproximado de turistas en esta zona del Ecuador.

Las embarcaciones es el único medio de transportación de esta comuna, por lo que, este proyecto beneficiaría a las personas de lugar ya que la llegada de turistas les permitiría incrementar las ventas de sus negocios, conocer sus platos típicos y sus actividades recreativas y realizar visitas para apreciar la diversidad de especies que habitan en esta zona.

4.2. Recomendaciones

Se recomienda realizar un estudio sobre la demanda de turistas en la zona de Las Huacas y realizar un plan estratégico de las rutas más adecuadas para la implementación la infraestructura y qué épocas existiría mayor afluencia de turistas para establecer con mejor precisión la capacidad y dimensiones de las embarcaciones.

Debido a que no existe un estudio de batimetría de la zona, se recomienda realizarlo en las zonas de los esteros y esterillos para conocer la profundidad y el suelo marino de la zona y determinar cuál sería la mejor ruta de transportación y cual se debería evitar, ayudaría a que las embarcaciones no se encallen en los sedimentos de arena.

Como se está implementando un nuevo sistema de operación mediante energía solar, es importante realizar capacitaciones constantes sobre el uso de este tipo de energía y como operar un motor eléctrico y como realizar un mantenimiento preventivo, en caso de que se averíe de imprevisto.

Se recomienda que fuera factible construir centrales de carga solar en el muelle o en zonas estratégicas de la comuna, para las recargas de los bancos de baterías, ya que ayudaría, a una carga más rápida y evitaría que la embarcación este sin operar por alguna

References

ACCIONA. (2020). *BUSINESS AS UNUSUAL*. Retrieved Enero 03, 2021, from https://www.acciona.com/es/energias-renovables/

Ambiente, C. I. (2019, octubre). *Manejo Integrado de espacios marinos y costeros de alto valor para la biodiversidad en el Ecuador Continental. .*

AutoSolar. (2018). *AutoSolar*. Retrieved Enero 28, 2020, from https://autosolar.es/reguladores-de-carga-pwm/regulador-48v-50a-pwm-must-solar

Bosch, L. (n.d.). *Nautica y yates*. Retrieved from http://www.nauticayyates.com/tag/motor-electrico/.

Carpio, N. (2020, Septiembre 24). *MONSOLAR*. Retrieved Enero 25, 2021, from https://www.monsolar.com/blog/que-es-y-que-hace-un-regulador-de-carga-solar/

Comission, E. (n.d.). *Sistema de información geográfica fotovoltaica (PVGIS)*. Retrieved Diciembre-Enero 2020-2021, from https://ec.europa.eu/jrc/en/pvgis

FAO. (2006, octubre, 6). *Descripcion de los manglares-Ecuador. Organizacion de las Naciones Unidas para la Alimentacion y la agricultura.* GUAYAQUIL.

Franco, I. M. (2012-2013). *Diseño y construcción de una embarcación de practicaje propulsada con un sistemas híbrido.* Universitat Politecnica de Catalunya: Facultad de Náutica de Barcelona.

IMO. (1981). *Codigo sobre niveles del ruido a bordo de un buque.* https://www.directemar.cl/directemar/site/artic/2.

Ltda., G. C. (2019). *Desarrollo productivo de las concesiones de Uso Sostenible de Manglar. .* El Oro.

Martinez, L. M. (2016, septiembre, 1). *Ecosistema de Manglar.* CARTAGENA.

NN. (2016). *Conservacion Internacional del Ambiente. Incremento de Capacidades para Servicios de turismo comunitario.*

Prado, R. M. (Junio 2016). *Diseño básico de un motor fuera de borda híbrido eléctrico.* Madrid: Universidad Pontificia de Madrid- Comillas.

Tapia, F. (2019). *LAS HUACAS. Recuerdos de infancia.* El Oro.

Tapia, F. (2020). *Costos de Conservacion del Manglar: Casos Las Huacas y Pongalillo, en la Provincia de El Oro, al sur de Ecuador. .* Las Huacas.

Techno Sun, S. -M. (2019). *Feria Virtual InterEmpresa*. (Grupo Nova Ágora) Retrieved from https://www.interempresas.net/Automocion/FeriaVirtual/Producto-Motores-fuera-borda-electricos-Torqeedo-Ref-OTH007-Cruise-20RS-163529.html

Tecnología. (n.d.). *Paneles Solares* . Retrieved from https://www.areatecnologia.com/electricidad/paneles-solares.html

APÉNDICES

APENDICE A

Rutas de transportación

Se presenta a continuación el detalle de las rutas de las distintas actividades que realizan los trabajadores, autoridades de la comuna y moradores.

Tabla A.1

Información de las rutas en base a las actividades de la comuna

Personajes	RUTAS	Objetivo	Distancia	Tiempo
Asociación	Las Huacas - Machala	Reuniones y capacitaciones	25 km	45min
	Las Huacas - Pitahaya	Reuniones y capacitaciones	30 km	45min
	Las Huacas - Zona 1	Control y vigilancia	10 km	14min
	Las Huacas - Zona 2	Control y vigilancia	5 km	10min
	Las Huacas - Zona 3	Control y vigilancia	5 km	10min
	Las Huacas - Zona 4	Control y vigilancia	5 km	10min
Socios	Las Huacas - Zona 1	Recolección de concha prieta	5 km	25min
	Las Huacas - Zona 2	Recolección de concha prieta	2 km	15min
	Las Huacas - Zona 3	Recolección de concha prieta	3 km	20min
	Las Huacas - Zona 4	Recolección de concha prieta	2 km	10min
	Las Huacas - Zona de pesca 1	Pesca	4 km	2 horas
Comercio	Las Huacas - Hualtaco	Comercio concha prieta	15 km	25min
	Las Huacas - Machala	Comercio pesca	25 km	45min
		Otros...		
Comuneros	Las Huacas - Machala	Abastecimiento	25 km	45min

	Las Huacas - Machala	Citas médicas	25 km	45min
	Las Huacas - Machala	Trámites varios	25 km	45min

Embarcaciones actuales

A continuación, se presenta el número de personas que viajan durante las actividades y el número de embarcaciones que se usan para las mismas.

Tabla A.2

Números de embarcaciones y pasajeros para las actividades en base a las rutas.

Personajes	**RUTAS**	**Frecuencia**	**# Emb.**	**# Pasaj.**
Asociación	Las Huacas - Machala	2 veces al mes	2	4
	Las Huacas - Pitahaya	1 vez al mes	1	5
Socios	Las Huacas - Zona 1	cada cosecha	11	10
	Las Huacas - Zona 2	cada cosecha	11	10
	Las Huacas - Zona 3	cada cosecha	11	10
	Las Huacas - Zona 4	cada cosecha	11	10
	Las Huacas - Zona de pesca 1	todos los dias	5	2
Comercio	Las Huacas - Hualtaco	todos los dias	2	2
	Las Huacas - Machala	2 a la semana	2	2
Comuneros	Las Huacas - Machala	1 a la semana	4	2
	Las Huacas - Machala	1 vez al mes	1	2
	Las Huacas - Machala	1vez al mes	2	2

Diseño preliminar

Cálculos Hidrostáticos de la embarcación.

TABLA A.3

Cálculos hidrostáticos finales

Displacement	**11,17**	**t**
Volume (displaced)	10,90	m^3
Draft Amidships	0,64	m
Immersed depth	0,64	m
WL Length	10,996	m
Beam max extents on WL	2,71	m
Wetted Area	32,39	m^2
Max sect. area	1,33	m^2
Waterpl. Area	24,30	m^2
Prismatic coeff. (Cp)	0,74	
Block coeff. (Cb)	0,57	
Max Sect. area coeff. (Cm)	0,77	
Waterpl. area coeff. (Cwp)	0,82	
LCB length	4316,00	from zero pt. (+ve fwd) m
LCF length	4629,00	from zero pt. (+ve fwd) m
LCB %	39.254	from zero pt. (+ve fwd) % Lwl

LCF %	42.094	from zero pt. (+ve fwd) % Lwl
KB	0,396	m
KG fluid	0,000	m
BMt	1.153	m
BML	17.340	m
GMt corrected	1.549	m
GML	17.736	m
KMt	1.549	m
KML	17.736	m
Immersion (TPc)	0,249	tonne/cm
MTc	0,180	tonne.m
RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1)	0,302	tonne.m
Length:Beam ratio	4.056	
Beam:Draft ratio	4.236	
Length:Vol^0.333 ratio	4.959	
Precision	Medium	61 stations

Base de datos

A continuación, se presenta las embarcaciones que forman la base de datos inicial:

Tabla A.4

Base de datos de las embarcaciones actuales de la provincia El Oro

	Descripción	Eslora	Manga	Puntal	Calado
1	Lancha	8,22	3,048	1,2	
2	Bote de pesca 1	7,2	1,9	0,9	0,59
3	Bote de pesca 2	10	3	2,5	
4	Bote de fibra vidrio 1	5	1,5	0,5	0,2
5	Panga	8,9	1,6	1,3	
6	Jalisco	7	1,3	1,2	
7	Rosita	6,5	1,6	0,9	0,4
8	Leila	7,5	2,3	1,05	0,53
9	Briana y Roger	7,2	2	0,95	0,4
10	Mercury	9,5	2	1,6	0,6
11	Bote de FV	7,6	1,5	1,6	0,8
12	Bote de fibra	9,5	2,1	1,4	0,85
13	Rf	7	2,5	1	
14	Bote de fibra	9,5	1,7	1,5	0,78
15	Bote Grande	9,8	2,1	1,6	1,1
16	Bote de fibra V	8,5	2,2	1,3	0,55
17	vt	9,5	2	1,7	0,8

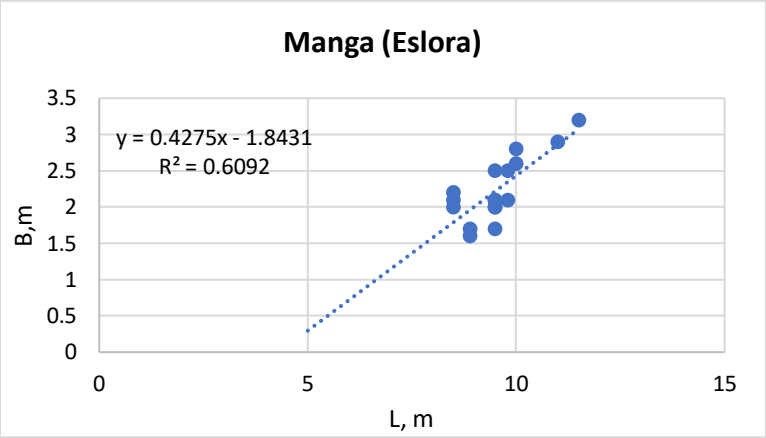
18	tumaco	8,5	2,1	1,3	0,65
19	Generación	8,5	2	1,3	0,7
20	Fantasía	7,6	1,7	1,2	0,75
21	GT	11	4,5	3,1	
22	Faabri	8,6	2,5	1,7	0,67
23	Bote de pesca Rubí	9,5	2,1	1,4	0,85
24	Bote FV	8,9	1,7	1,2	0,9
25	Bote fibra de vidrio	10	2,6	2,4	0,78
26	FV	9,8	2,5	1,7	0,9
27	Bote en fibra	10	2,8	1,7	0,7
28	BF	11	2,9	1,87	0,9
29	Machala	11,5	3,2	1,9	1,05
30	PJE	9,5	2,5	1,5	
31	Graciela	8,7	2,3	1,35	0,67
32	FV	7,6	2	1,4	0,5

Regresiones lineales

A continuación, se presentan las regresiones lineales en función de la eslora:

Figura A.1

Eslora total vs Manga máxima

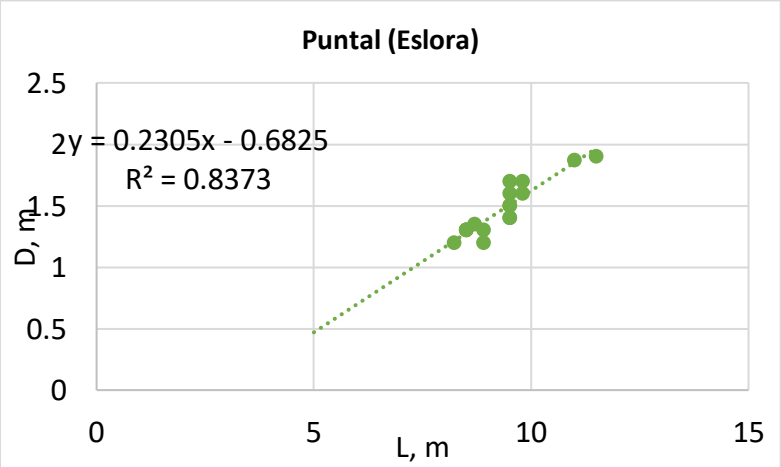


$$B_{max}\ (L_{total}) = 0.4275 * L_{total} - 1.8431 \quad [m]$$

$$R^2 = 0.6092$$

Figura A.2

Eslora total vs Puntal

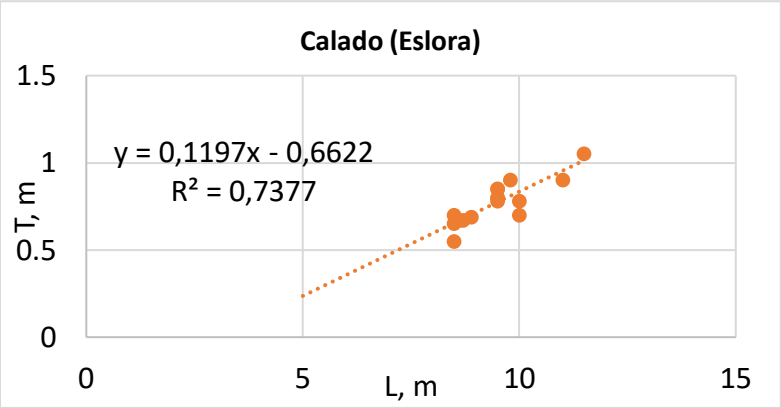


$D\ (L_{total}) = 0.2305 * L_{total} - 0.6825 \quad [m]$

$R^2 = 0.8373$

Figura A.3

Eslora total vs Calado

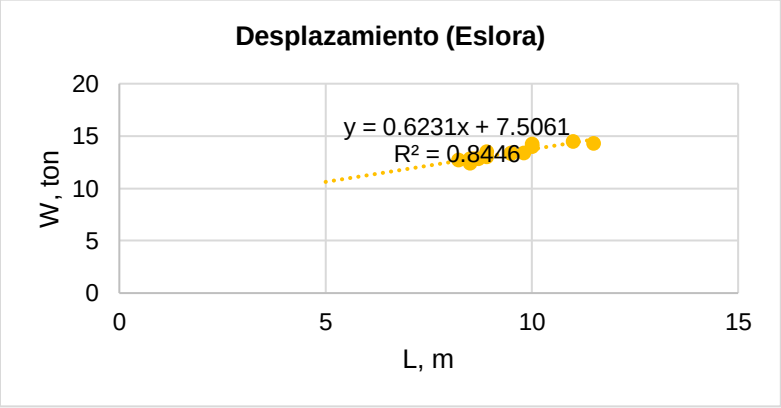


$T\ (L_{total}) = 0.1197 * L_{total} - 0.6622 \quad [m]$

$R^2 = 0.7377$

Figura A.4

Desplazamiento vs Eslora



$T\ (L_{total}) = 0.6231 * L_{total} + 7.5061 \quad [m]$

$R^2 = 0.8446$

Cálculo preliminar del casco

Se establecieron formulaciones matemáticas para estimar los coeficientes de la sección maestra (Cm), coeficiente de bloque (Cb), área de flotación (Awp), volumen sumergido (V) y el desplazamiento (∆).

Coeficiente de Bloque, (Lewis, 1988)

$$C_b = \frac{Vol}{\rho * L_{pp} * B * T}$$

$$C_b = 0.496$$

Coeficiente Sección Media (Alvariño, 1997)

$$C_m = \frac{1}{1 + (1 - C_b)^{3.5}}$$

$$C_m = 0.916$$

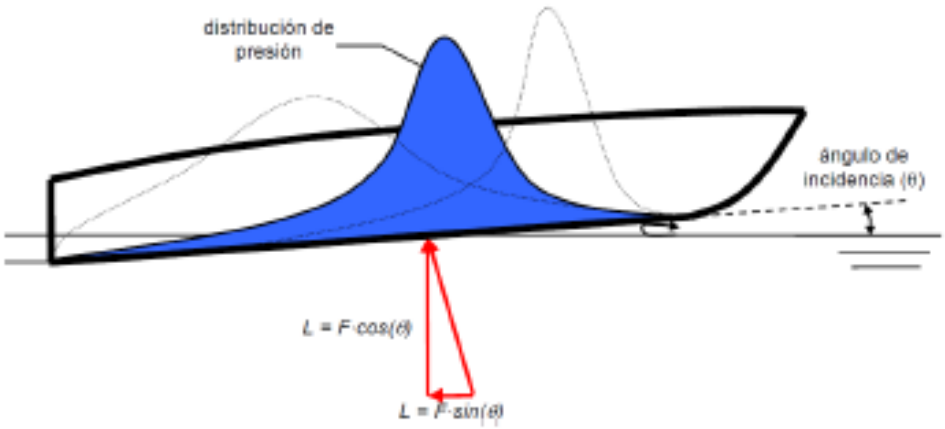
Análisis de la forma del fondo

Con el fin de obtener una embarcación para el turismo recreativo se necesita un diseño que brinde confort y eficacia en el rendimiento de los espacios, por lo que se ha seleccionado un casco en forma de V, aunque se realizaron algunas variaciones.

El tipo de variación aplicado fue recto ya que permite obtener un buen rendimiento tanto en bajas como en altas velocidades y la distribución de presiones posee su punto máximo muy centrado en la embarcación.

Figura A.5

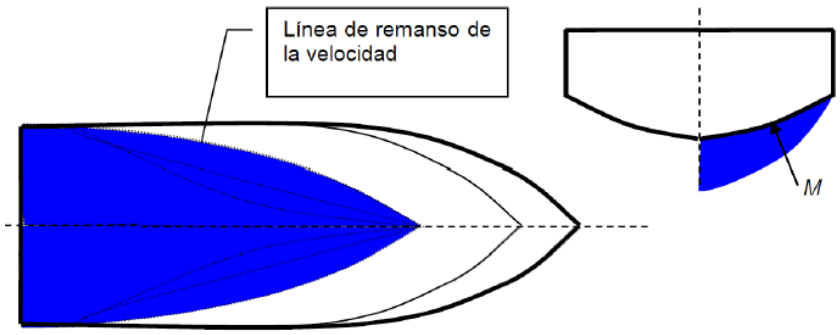
Distribución de presiones en el fondo plano.



Luego se consideró una ligera convexidad en las formas en V, ya que contribuye a un mejor desplazamiento y son útiles para aumentar la velocidad produciendo un mayor empuje global y reduciendo la superficie mojada.

Figura A.6

Formas del fondo con convexidad



Análisis de la forma de proa

Se consideró 3 aspectos importantes para la definición de la forma de la proa de la embarcación.

Semi ángulo de entrada en la línea de flotación, dependerá de las características principales del modelo.

Ángulo de la roda

Disposición de las secciones de proa (secciones en U o en V)

Análisis de la forma de la popa

En este punto se consideró varios aspectos como:

- Dar lugar a los motores fuera de borda a instalar con una adecuada inmersión.
- Las recomendaciones básicas para un número de Froude mayor a 0,5 mencionan que la inmersión de la popa puede llegar al 15 o 20% del calado.
- En embarcaciones Fn>0,5 se dispone bajo el espejo de popa, un flap, permitiendo reducir el trimado dinámico y también la resistencia al avance.

Arreglo estructural

Aplicación de la norma ISO 12215-5

La normativa ISO 12215-5 ciertos límites para su aplicación, a continuación, se presenta cuáles son:

Tabla A.5 *Parámetros de aplicación para la norma ISO 12215-5.3*

Consideraciones	Propuesta	¿Cumple?
2,5 m < Eslora < 24 m	11.003 m	Si
Velocidad < 50 nudos	9	Si
$\mathbf{3.6 + 0.06 * L_{WL} < \frac{L_{WL}}{\nabla^{\frac{1}{3}}} < 6.2 + 0.04 * L_{WL}}$	$4.23 < 4.56 < 6.62$	Si

$\frac{V}{\sqrt{L_{WL}}} > 3.6$	3.852	Si

Cálculo de presiones

A continuación, se presenta el detalle de las formulaciones para el cálculo de las presiones que actúan sobre la embarcación en modo de desplazamiento y los requerimientos mínimos de la masa de fibra del sándwich y espesores:

Factores adimensionales

Factores de ajuste de presión

De acuerdo con el diseño, tipo de embarcación, localización, entre otros:

Tabla A.6

Factor de ajuste de presión. Fuente: Norma ISO 12215

Valores de k_{DC} de acuerdo con el diseño de categoría				
Diseño	A	B	C	D
Valores de k_{DC}	1	0.8	0.6	0.4

Donde: A y B en las embarcaciones a motor, los paneles laterales y los refuerzos se analizarán tanto en el modo de planeo como en el de desplazamiento, utilizando el peor de los casos.

Factor dinámico de carga n_{CG}

Para embarcaciones a motor y de desplazamiento, si el $\boldsymbol{n_{CG}}$ es menor que 3, este valor debe ser usado para kL.

$$n_{CG} = 0.32\left(\frac{L_{wL}}{10 * B_C} + 0.084\right) * (50 * \beta_{0.4}) * \left(V^2 * \frac{B_C^2}{m * LDC}\right)$$

Factor de distribución de la presión longitudinal k_L

Este factor tiene en cuenta la variación de las cargas de presión debido a la ubicación en la embarcación.

$$k_L = \frac{1 - 0.167 * n_{CG}}{0.6} * \frac{x}{L_{wL}} + 0.167 * n_{CG} \quad ; \frac{x}{L_{WL}} \leq 0.6$$

$$k_L = 1 \quad ; \frac{x}{L_{WL}} > 0.6$$

Factor de reducción de presión de área k_{AR}

Este factor tiene en cuenta la presión de las cargas debido a los paneles o tamaño de refuerzos.

$$k_{AR} = \frac{k_R * 0.1 * m_{LDC}^{0.15}}{A_D^{0.3}}$$

$$k_{AR} \; no \; debe \; ser \; mayor \; que \; 1$$

Factor de reducción de presión del costado del casco k_Z

$$k_Z = \frac{Z - h}{Z}$$

Factor de reducción de presión de la superestructura y caseta k_{SUP}

Se define de acuerdo con la localización y tipo de embarcación.

Tabla A.7

Factores adimensionales para Superestructura y casetas. Fuente Norma ISO 12215

Posición del panel	$\mathbf{k_{SUP}}$ **motor**	**Aplicación**
Frente	1	Cualquier área
Costado	0.67	Área para caminar
Costado	0.5	Área para no caminar
Popa	0.5	Cualquier área
Top <800 mm sobre cubierta	0.5	Área para caminar
Top >800 mm sobre cubierta	0.35	Área para caminar

Presiones de diseño para embarcaciones a motor

Presión de fondo (Part5, Sec 8.1.2)

$$P_{BMD} = P_{BMD\ BASE} * k_{AR} * k_{DC} * k_L \ ; \quad \left[\frac{kN}{m^2}\right]$$

Presión mínima de fondo

$$P_{BMD_min} = 0.45 * m_{LCD}^{0.33} + 0.9 * L_{WL} * k_{DC} \ ; \quad \left[\frac{kN}{m^2}\right]$$

Presión Base de fondo

$$P_{BMD\ BASE} = 2.4 * m_{LCD}^{0.33} + 20 \ ; \quad \left[\frac{kN}{m^2}\right]$$

Presión de costado (Part5, Sec 8.1.4)

$$P_{SMD} = [P_{DMBASE} + k_z * (P_{BMDBASE} - P_{DMBASE})] * k_{AR} * k_{DC} * k_L \ \left[\frac{kN}{m^2}\right]$$

Presión mínima de costado

$$P_{SMMIN} = 0.9 * L_{WL} * k_{DC} \ ; \left[\frac{kN}{m^2}\right]$$

Presión de cubierta (Part5, Sec 8.1.6)

$$P_{DM} = P_{DMBASE} * k_{AR} * k_{DC} * k_L \ ; \quad \left[\frac{kN}{m^2}\right]$$

Presión de cubierta mínima

$$P_{DM\ min} = 5 \ ; \quad \left[\frac{kN}{m^2}\right]$$

Presión de cubierta base

$$P_{DM\ BASE} = 0.35\ L_{WL} + 14.6 \ ; \quad \left[\frac{kN}{m^2}\right]$$

Presión de superestructura y casetas (Part 5, Sec 8.1.7)

$$P_{SUPM} = P_{DMBASE} * k_{DC} * k_{AR} * k_{SUP} \ ; \quad \left[\frac{kN}{m^2}\right]$$

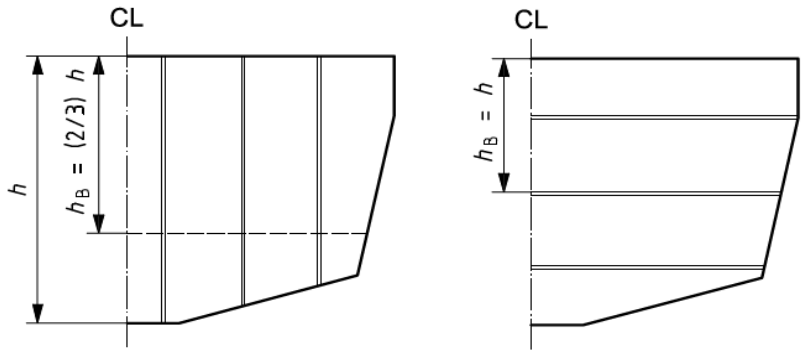
Presión de diseño de mamparos de colisión

Presión de mamparos de colisión (Part5, Sec 8.3.1)

$$P_{DM\ BASE} = 7\ h_B \ ; \quad \left[\frac{kN}{m^2}\right]$$

Figura A.7

Mamparos de colisión. Fuente: Norma ISO 12215



Escantillonado para FRP

Espesores mínimos para fondo, costado y cubierta

$$t_1 = b * f_k * \sqrt{P * \frac{k_2}{1000 * \sigma_d}} \quad ; \ [mm]$$

$$t_2 = b * f_k * \sqrt[3]{\frac{P * k_3}{1000 * k_1 * E_f}} \quad ; \ [mm]$$

Resistencia y Propulsión

Método de Holtrop y Mennen

Este método estadístico es uno de los más conocidos para la predicción de la potencia y cuenta con una gran cantidad de ensayos realizados en el canal de Wageningn de diferentes modelos a escala y de pruebas de mar de embarcaciones reales es aplicable para embarcaciones de desplazamiento. Aunque posee rangos de aplicación muy variables, los parámetros más recomendados se muestran a continuación:

Tabla A.8

Método de Holtrop y Mennen, rango de aplicación (Bentley, 2016)

Rangos de aplicación				
	Froude	Cp	L/B	B/T
Minino	0	0.55	3.9	2.1
Máximo	0.8	0.85	15	4

Es un método estadístico presentado para la determinación de la potencia propulsiva requerida en una primera etapa del diseño de una embarcación. Fue desarrollado mediante regresiones lineales de varios modelos experimentales a escala.

A continuación, se detalla el procedimiento para la estimación de la resistencia:

- Determinar las variables de entradas

Figura A.8

Variables de entrada para el método de Holtrop y Mennen

- Cálculo de la resistencia de los apéndices
- Cálculo de la resistencia de olas
- Cálculo de la resistencia de remolque
- Determinación de los coeficientes propulsivos
- Cálculo de la resistencia total
- Estimación de la eficiencia del propulsor

Se detalla la formulación del método Holtrop y Mennen para la predicción de la potencia:

Predicción de la Resistencia total

La resistencia total se calculó mediante:

$$R_{Total} = R_F(1 + k_1) + R_{APP} + R_W + R_B + R_{TR} + R_A$$

Resistencia friccional se la obtuvo mediante la formulación de la ITTC 1957.

$$C_T = C_F + C_A + C_{AA} + C_R = \frac{R_F}{\frac{1}{2} * \rho * S * V^2}$$

$$C_F = \frac{0.075}{(\log(R_n) - 2)^2}$$

Número de Reynolds

$$Rn = V * \frac{L_{WL}}{v}$$

Superficie mojada

$$S = 1.025 * L_{pp}(C_B * B + 1.7 * T), \ \ [m^2]$$

Resistencia por olas

$$R_W = C_{17} * C_2 * C_5 \nabla \rho g \exp(m_3 \, F_n^d + m_4 \cos(\gamma F_n^2))$$

Resistencia por número de inmersión: $R_{TR} = 0.5 * \rho * V^2 \, A_T \, c_6$

Resistencia de correlación

$$R_A = \frac{1}{2} * \rho * V^2 \, S \, C_A$$

Predicción de los factores de propulsión:

El factor efectivo de estela:

$$w = c_9 \, C_V \frac{L}{T_A} \left(0.061875 + 1.21756 \, c_{11} * \frac{c_V}{1 - Cp1}\right) + 0.24558 * \sqrt{\frac{B}{L(1 - C_{p1})}} - \frac{0.09726}{0.95 - C_P} + \frac{0.11434}{0.95 - C_B}$$

$$+ 0.75 * C_{stern} C_V + 0.002 \, C_V$$

El factor de empuje.

$$t = \frac{0.001979L}{B - B * C_{P1}} + 1.0585 * c_{10} - 0.00524 - 0.1418 * \frac{D^2}{BT} + 0.0015 * C_{stern}$$

La eficiencia relativa rotativa se obtuvo mediante:

$$n_R = 0.9922 - 0.05908 * \frac{A_E}{A_o} + 0.07424 * (C_P - 0.0225\ lcb)$$

Estimación de la eficiencia del propulsor

Se basan en la corrección de la rugosidad de acuerdo al método ITTC-1978. Mediante este método se calculó los coeficientes del empuje y torque, los cuales se presentan a continuación:

$$K_{T-ship} = K_{TBSeries} + \Delta\ C_D * 0.3 * \frac{P\ c_{0.75} Z}{D^2}$$

$$K_{Q-ship} = K_{QBSeries} + \Delta\ C_D * 0.25 * \frac{P\ c_{0.75} Z}{D}$$

Radio del área de la pala fue determinado mediante el método Keller.

$$\frac{A_E}{A_O} = K + (1.3 + 0.3Z)\frac{T}{D^2(\rho_o + \rho g h - p_v)}$$

Eficiencia del eje

$$n_S = \frac{P_D}{P_S} = 0.99$$

La potencia del eje (SHP) se estimó mediante:

$$P_S = \frac{P_E}{n_R n_o n_S * \frac{1-t}{1-w}}$$

Método de Savitsky

Este método es empleado más que todo para embarcaciones de planeo, poseen un comportamiento muy diferente a las de desplazamiento, sin embargo, en velocidad bajas pueden comportarse igual, pero a medida que la velocidad aumenta se produce un empuje adicional generando un efecto conocido como sustentación o empuje hidrodinámico. Se debe tomar en cuenta ciertos parámetros que establecen el tipo de embarcación como se muestra a continuación:

Tabla A.9

Método de Savitsky, rango de aplicación

	Embarcaciones de desplazamiento	Embarcaciones de pre-planeo	Embarcaciones de planeo
Froude Mínimo	0	0.42	1.1
Froude Máximo	0.42	1.1	
Cv	< 1.5	> 1.5	

$$C_V = \frac{V}{\sqrt{g\ b}} \tag{2.1}$$

Donde: Cv es el coeficiente de velocidad (Savitsky, 1984), V es la velocidad de diseño en kn, g es la gravedad $\left(32.2\frac{ft}{s^2}\right)$, b es la manga de la china, ft.

Mejoras e implicaciones

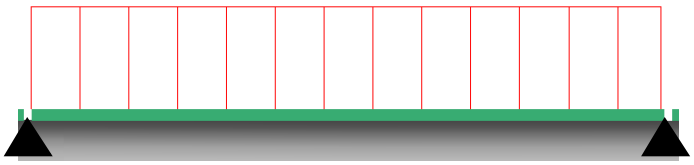
Como la embarcación es alimentada únicamente por paneles entonces se considera que las baterías se encargarán de la autonomía de la misma por una cierta cantidad de tiempo.

La cubierta debe soportar la colocación de los paneles, por lo que, estará sometida a esfuerzos de flexión.

Se realizó el análisis de esfuerzos, considerando el panel como carga distribuida en cubierta soportada en apoyos simples. Estableciendo las formulaciones de la primera ley de Newton se determinaron las siguientes ecuaciones:

Figura A.8

Esquema de la carga distribuida de uno de los paneles en cubierta.



$$\frac{d^2M}{dx^2} = -P \qquad \left[\frac{F}{L}\right]$$

$$-V(x) = -Px + A \quad [F]$$

$$M(x) = -\frac{Px^2}{2} + Ax + B \quad [F * L]$$

Considerando la máxima carga en el centro del panel, se establece que:

La fuerza cortante $V\left(\frac{L}{2}\right) = \frac{PL}{2}$

Momento Flector $M\left(\frac{L}{2}\right) = -\frac{PL^2}{8}$

Entonces, obteniendo el esfuerzo de flexión:

$$\sigma_x = -\frac{M_z(x)}{SM} \qquad [MPa]$$

Donde:

SM es el módulo seccional del panel, m^3

M_z es el momento flector, N m

Baterías solares

Algunos puntos claves para la selección de las baterías adecuadas se muestran a continuación:

Tabla A.10

Características de baterías en el mercado [4]

Tipos de baterías				
	Ion-Litio	Plomo-ácido	Níquel-Cadmio	Con placa tubular de plomo
Costes	Alto	Bajo	Alto	Medio
Peso	Bajo	Alto		Medio
Densidad de energía	Alta	Media	Alta	

Eficiencia	Alta	Inferior al 100%	Mayor que el plomo	Alta
Durabilidad	Alta	Baja	Buena	Alta
Autodescarga	Muy baja	Elevado	Alta	Alta
Seguridad	Riesgo de explosión	Plomo contaminante pero 100% reciclable	Muy contaminante	No exposición a temperatura extremas

Para la obtención de la capacidad de las baterías, es necesaria la siguiente formulación la cual relaciona la aportación de los paneles y el porcentaje de descarga de la batería seleccionada.

$$Cbaterías = \frac{Dias\ de\ autonomía * (Consumo \frac{total}{dia} - Aporte\ de\ paneles)}{\%\ Descarga * Voltaje\ del\ sistema * \%pérdidas}$$

Obtenido este valor, seleccionamos el tipo de batería más adecuado y la configuración necesaria ya sea en serie o en paralelo, o combinadas en serie-paralelo, la cual deberá cumplir el amperaje [Ah] obtenido.

Cálculo de ángulo óptimo de instalación de los paneles

- El ángulo óptimo para el almacenamiento de la energía solar es determinado en base a varios factores como son:
- Mayor irradiación solar del sector a lo largo del día
- Máximo de 45º (SE y SOE)
- Latitud y longitud del sector
- Época del año más desfavorable

Mediante el programa CalculationSolar y PVGIS, se determinó el ángulo adecuado para el que se obtendría mayor irradiación de la zona. Realizando una comparación entre ambos programas se determinó el ángulo más adecuado para la inclinación.

Regulador de carga solar

Es importante controlar el flujo de la energía que se encuentra entre el campo fotovoltaico y las baterías, para ellos la colocación de un regulador solar se debe realizar mediante un control de parámetros como la intensidad y el voltaje, permitiendo así aumentar la vida útil de la batería controlando continuamente el estado de la carga.

Los tres estados posibles que indica el regulador (Carpio, 2020):

- Fase Bulk: total descarga de la batería y toda la corriente que genera el campo fotovoltaico es dirigida a las baterías, aumentando la tensión en la misma a medida que se llena.
- Fase de absorción: cuando la tensión de la batería alcanza la tensión de absorción, por lo que el regulador se mantiene debajo de este valor y reduce la corriente hasta que la batería quede llena.
- Fase de flotación: se iguala la tensión a la de flotación, y la corriente inyectada se reduce hasta que la batería quede llena completamente.

Únicamente necesitan ser programadas de acuerdo al tipo de baterías, capacidad y tensiones de funcionamiento.

Para la selección del regulador de carga, se tomó en cuenta la intensidad de corriente de los paneles ubicados en paralelos y en series.

$$I_{req} = I_{max} + 10\% \, I_{max} \quad [Amperios]$$

Inversor o variadores de velocidad

Estos son los encargados de alteran la velocidad del motor cambiando el voltaje y la frecuencia de la electricidad que se suministra de acuerdo con los requerimientos del sistema propuesto.

Se convierte la corriente alterna en continua, en donde se controla el voltaje y la frecuencia invirtiendo la corriente. Al realizar este proceso de forma adecuada se puede controlar la velocidad del motor en un rango amplio con las características apropiadas para la aplicación.

Los cuatro componentes principales que hacen posible la operación son:

- Convertidor
- Inversor
- Circuito de corriente continua
    - Unidad de control

APÉNDICE B

Curvas hidrostáticas y Coeficientes de formas

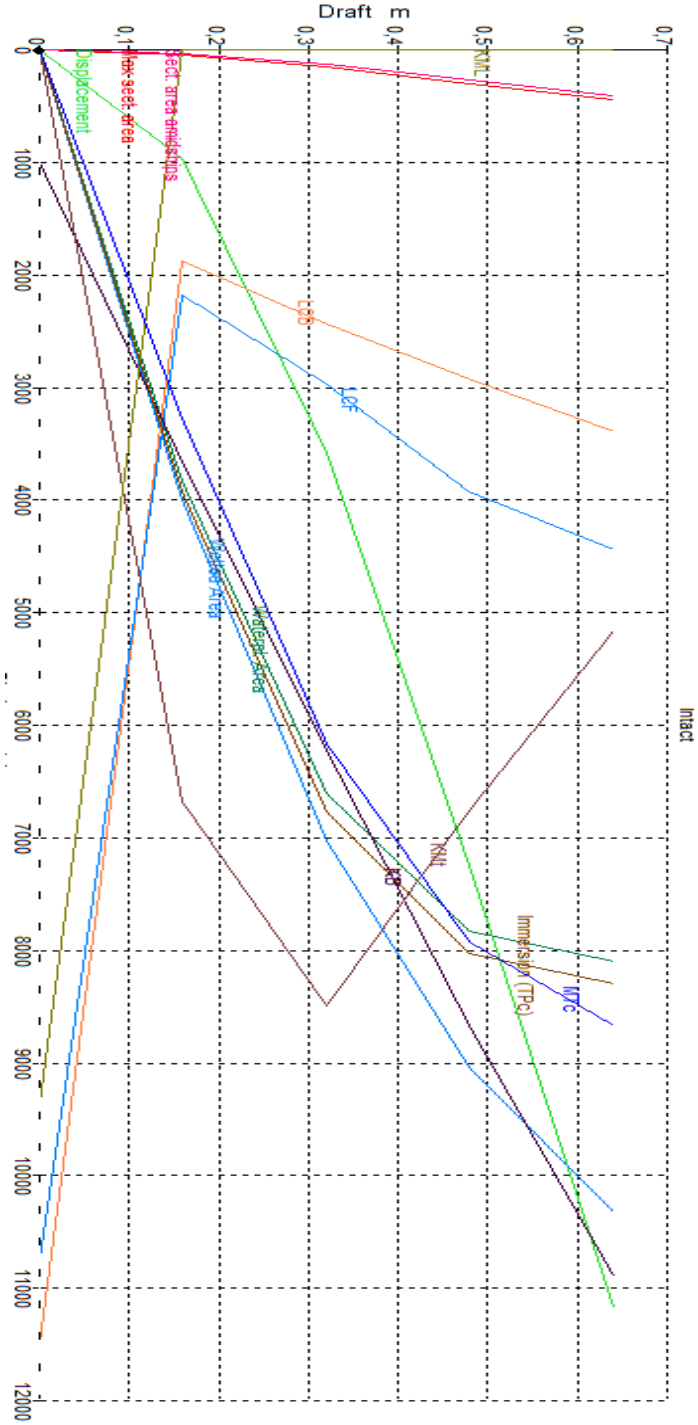


FIGURA B. 1

Curvas Hidrostáticas

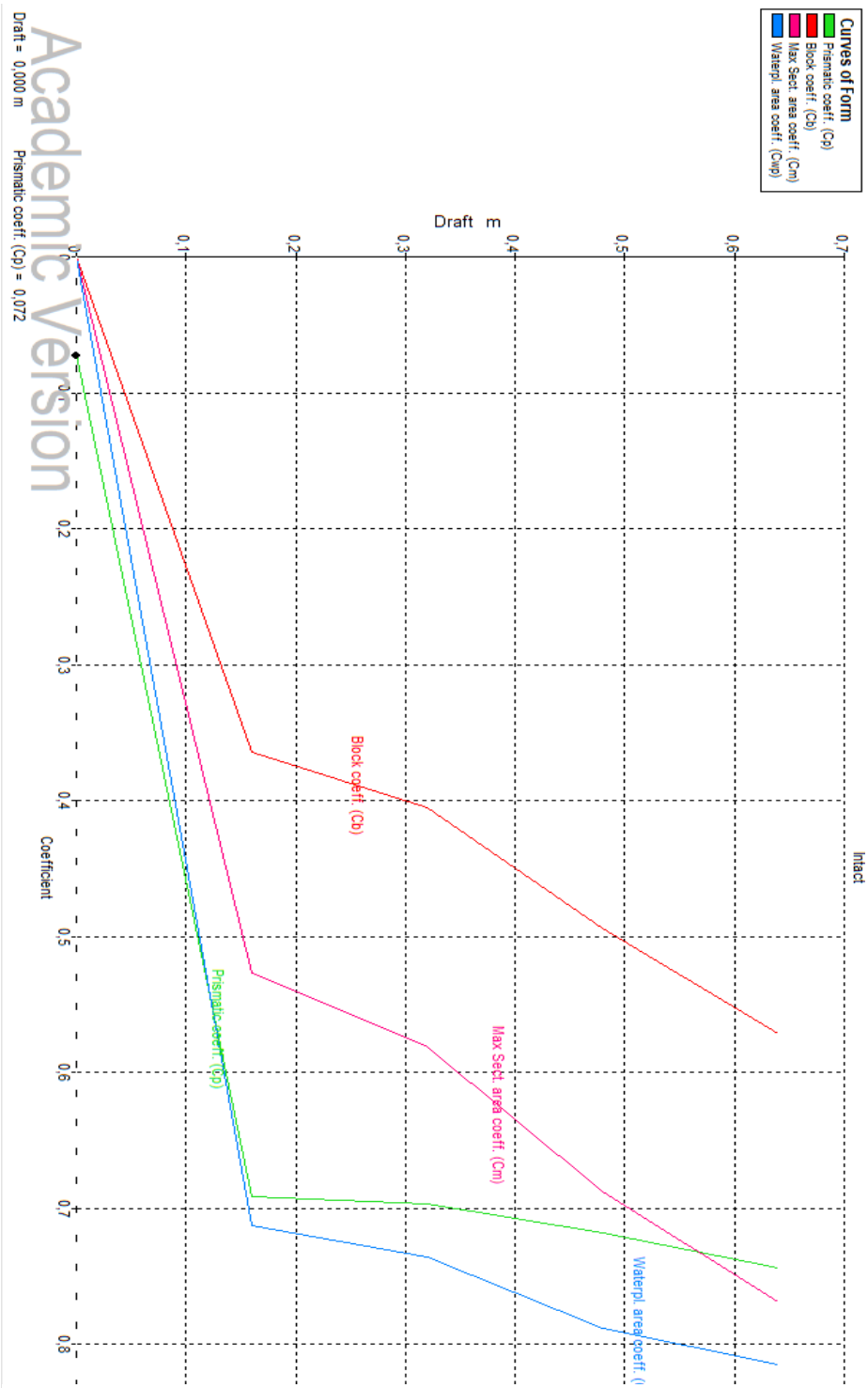


FIGURA B. 2

Coeficientes de formas

APÉNDICE C

Curva de Área

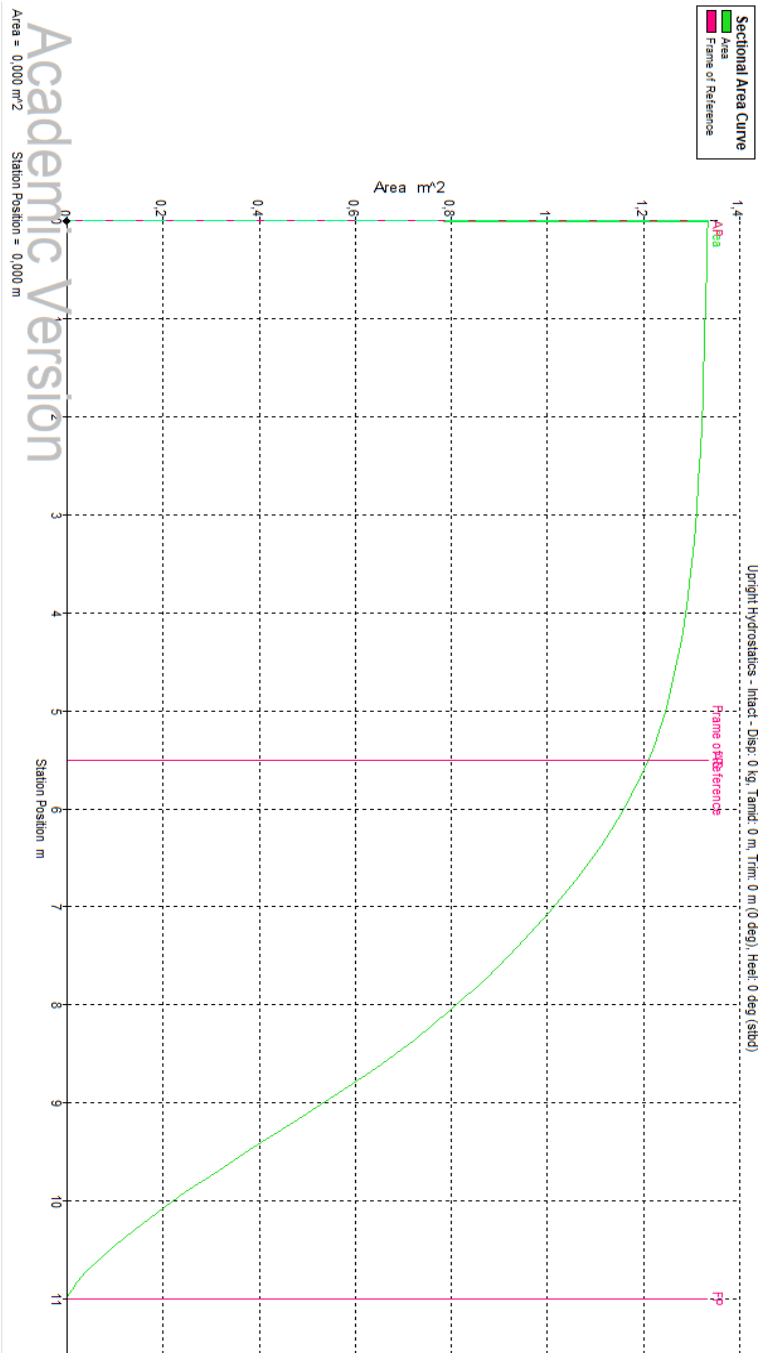


FIGURA C. 1

Curvas de Área del modelo preliminar

APÉNDICE D

Cálculos Estructurales

En base la normativa ISO 12215, se establecieron los siguientes parámetros para la determinación del mejor dimensionamiento.

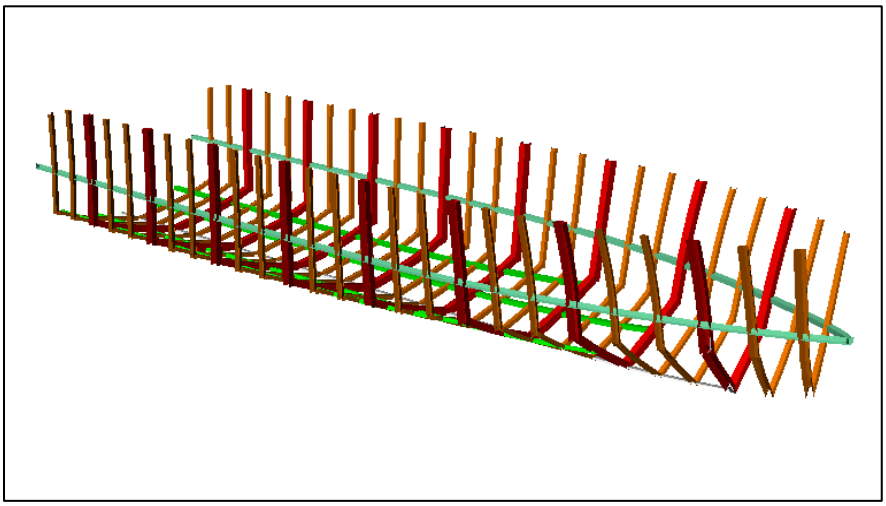
TABLA D.1

Parámetros de la embarcación

Velocidad maxima	**V, kn**	**9**
Eslora en flotacion	Lwl. m	10,996
Manga de pantoque	Bc. m	1,366
Manga en flotacion	Bwl. m	2,7110
Puntal	D. m	1,82
	β0.4	14
masa de desplazamiento.	mLDC. kg	11170
Categoria de diseño	Dc	A

FIGURA D.1

Modelo Estructural del casco de la embarcación



Eslora inundable

Para este cálculo se ha considerado las siguientes permeabilidades:

TABLA D.2

Permeabilidad de acuerdo a la zona de la embarcación.

Permeabilidad	
Zona de pasajeros	95%
Espacios vacíos	100%
Bodegas	85%

APÉNDICE E

Selección de los paneles del casco

TABLA E.1

Dimensionamiento de los paneles del casco

	Item	Centroide, m			Area, m2	l, mm	b, mm
		x, m	y, m	z, m			
FONDO	PA1	0,615216348	0,245226257	0,044992466	0,613452262	1230	499
	PA2	0,61520458	0,736066826	0,148915191	0,621287092	1230	505
	PA3	0,615079272	1,28071585	0,495110612	1,24127833	1230	1008
	PB1	1,84535082	0,245222376	0,046147192	0,613847991	1230	499
	PB2	1,8453313	0,736041406	0,151767557	0,621510754	1230	505
	PB3	1,84448125	1,27919792	0,496628897	1,23594498	1230	1006
	PC1	3,07541655	0,245222628	0,0478053	0,614616515	1230	500
	PC2	3,07546009	0,736058816	0,156431963	0,622356361	1230	506
	PC3	3,07332959	1,27495366	0,500801213	1,22043278	1230	992
	PD1	4,30561602	0,245235977	0,050817771	0,616116408	1230	504
	PD2	4,3058133	0,73617766	0,16567229	0,624565117	1230	512
	PD3	4,30075016	1,26490191	0,510710294	1,18460988	1230	965
	PE1	5,5363566	0,24528265	0,058132259	0,620183652	1230	514
	PE2	5,5369746	0,73657428	0,18874994	0,631104884	1230	526
	PE3	5,5240593	1,2401276	0,53505687	1,1018843	1230	897
	PF1	6,76836104	0,24538535	0,076318905	0,632458353	1230	514
	PF2	6,7788159	0,74259588	0,24840479	0,662606012	1230	526
	PF3	6,73225777	1,18462233	0,592015575	0,914183815	1230	754
	PG1	8,0033556	0,2456828	0,11489979	0,665694254	1230	539
	PG2	7,9674661	0,88599817	0,51593681	1,30183636	1230	1042
	PH1	9,1952887	0,47633654	0,44731052	1,5877443	1230	1249
	PI1	10,35497	0,2038606	0,56880737	0,98241337	1230	903
COSTADO	PA4	0,615231347	1,35107617	1,37820956	1,08255534	1230	880
	PB4	1,84525032	1,35093573	1,378207	1,08250606	1230	880
	PC4	3,07525363	1,35095238	1,37819889	1,08250023	1230	880
	PD4	4,30527977	1,35001043	1,37817963	1,0825967	1230	880
	PE4	5,5354632	1,3419953	1,3780708	1,08360537	1230	881
	PF4	6,76663376	1,30398071	1,37770464	1,09088972	1230	885
	PG4	8,0005071	1,1858995	1,3785956	1,1248417	1230	903
	PH2	9,2303006	0,91962946	1,381867	1,1890109	1230	942
	PI2	10,45179	0,4186284	1,388477	1,25855	1230	912
ESPEJO	PAA1	0,000135157	0,24083396	0,490946084	0,437948546	490	894
	PBB1	0,000161739	0,72874925	0,542087581	0,387305824	490	792
	PCC1	0,000202624	1,16058457	0,607580512	0,245288388	490	664
	PDD1	0,000191544	0,675638284	1,37901715	1,1889543	1362	880
cubierta	PC1	1,2324	0,7561149	2,88999	4,106716	2550	1460
	PC2	3,2955056	0,772334208	2,96441	2,34078818	1500	1460
	PC3	5,85669439	0,772367	2,964037	5,65309261	3650	1460
	PC4	8,8306095	0,75402819	2,8784324	3,633855905	2300	1460

APÉNDICE F

Factores Adimensionales y Presiones de Diseño

Para embarcaciones de desplazamiento se determinó los factores adimensionales adecuados para la obtención de las presiones ejercidas en cada sección de la embarcación. Se presentan a continuación:

TABLA F.1

Factor de carga dinámica

Factor de carga de dinámica	
ncg(1)	0,139
ncg final	0,923
ncg para kL	3

Para cada panel:

TABLA F.2

Factor de distribución de presión de cada sección de la embarcación

Factor de distribución de presión					
	Items	x, m	x/Lwl		kL
FONDO	PA1	0,61521635	0,0559491	0,547531	0,547531005
	PA2	0,61520458	0,05594803	0,54753011	0,547530115
	PA3	0,61507927	0,05593664	0,54752064	0,547520637
	PB1	1,84535082	0,16782019	0,64057046	0,640570459
	PB2	1,8453313	0,16781842	0,64056898	0,640568982
	PB3	1,84448125	0,16774111	0,64050469	0,64050469
	PC1	3,07541655	0,27968503	0,73360471	0,733604714
	PC2	3,07546009	0,27968899	0,73360801	0,733608007
	PC3	3,07332959	0,27949523	0,73344687	0,733446869
	PD1	4,30561602	0,39156202	0,82664908	0,826649084
	PD2	4,3058133	0,39157997	0,826664	0,826664005
	PD3	4,30075016	0,39111951	0,82628106	0,826281061
	PE1	5,5363566	0,50348823	0,91973438	0,91973438
	PE2	5,5369746	0,50354443	0,91978112	0,919781121

	PE3	5,5240593	0,50236989	0,91880429	0,918804291
	PF1	6,76836104	0,61552938		1
	PF2	6,7788159	0,61648017		1
	PF3	6,73225777	0,61224607		1
	PG1	8,0033556	0,72784245		1
	PG2	7,9674661	0,72457858		1
	PH1	9,1952887	0,83623942		1
	PI1	10,35497	0,94170335		1
	PA4	0,61523135	0,05595047	0,54753214	0,547532139
COSTADO	PB4	1,84525032	0,16781105	0,64056286	0,640562858
	PC4	3,07525363	0,27967021	0,73359239	0,733592391
	PD4	4,30527977	0,39153145	0,82662365	0,826623652
	PE4	5,5354632	0,50340698	0,91966681	0,919666809
	PF4	6,76663376	0,6153723		1
	PG4	8,0005071			1
	PH2	9,2303006	0,83942348		1
	PI2	10,45179	0,95050837		1
CUBIERTA	PC1	1,23240	0,11207712	0,5942108	0,594210804
	PC2	3,29551	0,2997004	0,75025083	0,750250833
	PC3	5,85669	0,53262044	0,94396267	0,943962668
	PC4	8,83061	0,80307471		1

TABLA F.3

Factor de reducción de presión

Factor de reduccion de presion							
							Panels
		b, mm	l, mm	kr	Ad, m2	Ad_max , m2	kAr
FONDO	PA1	499	1230	1,3503	0,61377	0,6225025	0,6327564
	PA2	505	1230	1,3485	0,62115	0,6375625	0,62965112
	PA3	1008	1230	1,1976	1,23984	2,54016	0,45447508
	PB1	499	1230	1,3503	0,61377	0,6225025	0,6327564
	PB2	505	1230	1,3485	0,62115	0,6375625	0,62965112
	PB3	1006	1230	1,1982	1,23738	2,53009	0,45497377
	PC1	500	1230	1,35	0,615	0,625	0,63223598
	PC2	506	1230	1,3482	0,62238	0,64009	0,62913756
	PC3	992	1230	1,2024	1,22016	2,46016	0,45849215

	PD1	504	1230	1,3488	0,61992	0,63504	0,63016581
	PD2	512	1230	1,3464	0,62976	0,65536	0,62607961
	PD3	965	1230	1,2105	1,18695	2,3280625	0,46541786
	PE1	514	1230	1,3458	0,63222	0,66049	0,6250691
	PE2	526	1230	1,3422	0,64698	0,69169	0,61909594
	PE3	897	1230	1,2309	1,10331	2,0115225	0,48375056
	PF1	514	1230	1,3458	0,63222	0,66049	0,6250691
	PF2	526	1230	1,3422	0,64698	0,69169	0,61909594
	PF3	754	1230	1,2738	0,92742	1,42129	0,52738319
	PG1	539	1230	1,3383	0,66297	0,7263025	0,61279229
	PG2	1042	1230	1,1874	1,28166	2,71441	0,44614206
	PH1	1249	1230	1,1253	1,53627	3,9000025	0,40043869
	PI1	903	1230	1,2291	1,11069	2,0385225	0,48207803
COSTADO	PA4	880	1230	1,236	1,0824	1,936	0,48855123
	PB4	880	1230	1,236	1,0824	1,936	0,48855123
	PC4	880	1230	1,236	1,0824	1,936	0,48855123
	PD4	880	1230	1,236	1,0824	1,936	0,48855123
	PE4	881	1230	1,2357	1,08363	1,9404025	0,48826626
	PF4	885	1230	1,2345	1,08855	1,9580625	0,48712964
	PG4	903	1230	1,2291	1,11069	2,0385225	0,48207803
	PH2	942	1230	1,2174	1,15866	2,21841	0,47147044
	PI2	912	1230	1,2264	1,12176	2,07936	0,47959002
CUBIERTA	PC1	2550	1460	0,735	3,723	16,25625	0,20055219
	PC2	1500	1460	1,05	2,19	5,625	0,3359418
	PC3	3650	1460	0,405	5,329	33,30625	0,09923601
	PC4	2300	1460	0,81	3,358	13,225	0,22796532

PRESIONES DE DISEÑO

Fondo:

TABLA F.4

Cálculos de presión de diseño de fondo

	Items	P_{BM_min}	P_{BMD_BASE}	kL	kAr	P_{BMD}
FONDO	PA1	20,6375094	72,0078366	0,547531	0,6327564	24,9473849
	PA2			0,54753011	0,62965112	24,8249141
	PA3			0,54752064	0,45447508	17,9180328
	PB1			0,64057046	0,6327564	29,1865805
	PB2			0,64056898	0,62965112	29,0432791

PB3	0,64050469	0,45497377	20,9840079
PC1	0,73360471	0,63223598	33,3980481
PC2	0,73360801	0,62913756	33,234522
PC3	0,73344687	0,45849215	24,214769
PD1	0,82664908	0,63016581	37,5107537
PD2	0,826664	0,62607961	37,2681941
PD3	0,82628106	0,46541786	27,6917629
PE1	0,91973438	0,6250691	41,3971283
PE2	0,91978112	0,61909594	41,0036208
PE3	0,91880429	0,48375056	32,0054737
PF1	1	0,6250691	45,0098737
PF2	1	0,61909594	44,5797591
PF3	1	0,52738319	37,9757226
PG1	1	0,61279229	44,125847
PG2	1	0,44614206	32,1257248
PH1	1	0,40043869	28,8347236
PI1	1	0,48207803	34,7133958

Costado

TABLA F.5

Cálculos de presión de diseño de costado

	Items	kL	kAr	PSMD
COSTADO	PA4	0,54753214	0,48855123	12,1275849
	PB4	0,64056286	0,48855123	14,1882212
	PC4	0,73359239	0,48855123	16,2489665
	PD4	0,82662365	0,48855123	18,3100691
	PE4	0,91966681	0,48826626	20,362107
	PF4	1	0,48712964	22,1000587
	PG4	1	0,48207803	21,8447362
	PH2	1	0,47147044	21,2701944
	PI2	1	0,47959002	21,4435653

Cubierta

TABLA F.6

Cálculos de presión de diseño de cubierta

				PDM_base	PDM_min	PDM
CUBIERTA	PC1	0,5942108	0,20055219	18,4486	5	2,19852477
	PC2	0,75025083	0,3359418			4,64979645
	PC3	0,94396267	0,09923601			1,7281742

	PC4	1	0,22796532	4,20564104

APÉNDICE G

Esfuerzos de fluencia

Fondo

TABLA G.1

Esfuerzo de fluencia del Fondo

R	**0,55156951**
Ψ	0,36071749
σuf, N/mm2	172,318788
σd, N/mm2	86,1593938

Costado

TABLA G.2

Esfuerzo de fluencia del costado

R, kg/m2	**0,56756757**
Ψ	0,35783784
σuf, N/mm2	171,280055
σd, N/mm2	85,6400275

Cubierta

TABLA G.3

Esfuerzo de fluencia del Cubierta

R, kg/m2	**0,63302752**
Ψ	0,34605505
σuf, N/mm2	167,116556

σd, N/mm2	83,5582778

Mamparos

TABLA G.4

Esfuerzo de fluencia de Mamparos

R, kg/m2	**0,59183673**
Ψ	0,35346939
σuf, N/mm2	169,720185
σd, N/mm2	84,8600926

TABLA G.5

Espesores mínimos de las zonas de la embarcación

Espesores mínimos y masa de fibra/metro2				
Zonas	t, mm	t/w	w, kg/m2	σ, N/mm2
Fondo	12,53	1,87	6,71	86,16
Costado	9,55	1,89	5,06	85,64
Mamparo	9,25	1,92	4,82	84,86
Cubierta	6,08	0,88	6,92	83,56

Escantillonado de refuerzos

Tabla G.6

Escantillonado de refuerzos

Módulo Seccional, cm3	**Área, cm2**	**tsel, mm**	**, mm**	**,mm**	**df, mm**	**(tw/2)**	**h/tf**	**d**

o	**Fondo**										
ario	**Primario**	73,57	1 4,82	4	6 0	0	4	0	3 0	1	
ndarios	**Secundarios**	2,29	9 2,18	3	5 0	0	5	0	2 6,66	1	
ario	**Terciario**	0,88	9 1,68	3	4 0	0	5	5	2 2,5	1	

ado	**Costado**										
ario	**Primario**	21,8	1 9,90	2	4 0	0	4	0	3 0	1	
ndario	**Secundario**	0,64	7 5,58	2	4 0	0	5	5	2 2,5	1	
ario	**Terciario**	0,64	7 5,58	2	4 0	0	5	5	2 2,5	1	

erta	**Cubierta**										
ario	**Primario**	5,35	1 2,54	1	3 0	0	2	3,3	1 ,7	6	

APÉNDICE H

Laminado

TABLA H.1

Peso total del laminado

	□	**Peso de fibra, g/m2**	**Peso total , kg/m2**
MAT375	0,3	375	1,25
MAT450	0,3	450	1,5
ROV800	0,48	800	1,67

Laminado de refuerzos

TABLA H.2

Cálculos de laminado de cada elemento según la zona de la embarcación

	elementos	**Longitud, m**	**Ala y alma, m**	**superficie, m2**	**MAT450**	**ROV800**	**ALA MAT450**	**□□□ kg/m3**	**Peso, kg/m2**	**Peso/paneles, kg**
primarios (Transversales)	fondo_h1_c1		90	0,502	3	2	4	60	13,83	6,94
	fondo_h1_c2		90	0,500	3	2	4	60	13,83	6,91
	fondo_h1_c3		90	0,495	3	2	4	60	13,83	6,85
	fondo_h1_c4		90	0,485	3	2	4	60	13,83	6,71
	fondo_h1_c5		90	0,461	3	2	4	60	13,83	6,38
	fondo_h1_c6		90	0,421	3	2	4	60	13,83	5,83
	fondo_h1_c7		90	0,339	3	2	4	60	13,83	4,69
	fondo_h1_c8		90	0,248	3	2	4	60	13,83	3,43
	costado_h1_c1		60	0,231	4	0	4	60	12	2,77
	costado_h1_c2		60	0,231	4	0	4	60	12	2,77
	costado_h1_c3		60	0,231	4	0	4	60	12	2,77

	costado_h1_c4		60	0,231	4	0	4	60	12	2,77
	costado_h1_c5		60	0,231	4	0	4	60	12	2,77
	costado_h1_c6		60	0,227	4	0	4	60	12	2,73
	costado_h1_c7		60	0,224	4	0	4	60	12	2,69
	costado_h1_c8		60	0,218	4	0	4	60	12	2,61
secundarios (Long)	fondo_h2_l1	8,617	50	1,300	5	0	3	60	12	15,60
	fondo_h2_l2	7,386	50	1,131	5	0	3	60	12	13,57
	costado_h2_l1	11,231	50	1,704	4	0	4	60	12	20,45
terciarios (Transversales)	fondo_h3_e1		50	0,342	4	0	4	60	12	4,10
	fondo_h3_e2		50	0,304	4	0	4	60	12	3,65
	fondo_h3_e3		50	0,304	4	0	4	60	12	3,65
	fondo_h3_e4		50	0,304	4	0	4	60	12	3,64
	fondo_h3_e5		50	0,302	4	0	4	60	12	3,63
	fondo_h3_e6		50	0,302	4	0	4	60	12	3,62
	fondo_h3_e7		50	0,299	4	0	4	60	12	3,59
	fondo_h3_e8		50	0,297	4	0	4	60	12	3,56
	fondo_h3_e9		50	0,289	4	0	4	60	12	3,47
	fondo_h3_e10		50	0,283	4	0	4	60	12	3,39
	fondo_h3_e11		50	0,270	4	0	4	60	12	3,24
	fondo_h3_e12		50	0,261	4	0	4	60	12	3,13
	fondo_h3_e13		50	0,237	4	0	4	60	12	2,84
	fondo_h3_e14		50	0,222	4	0	4	60	12	2,66

	fondo_h3_e15	50	0,177	4	0	4	60	12	2,12
	fondo_h3_e16	50	0,156	4	0	4	60	12	1,87
	fondo_h3_e17	50	0,118	4	0	4	60	12	1,42
	fondo_h3_e18	50	0,093	4	0	4	60	12	1,11
	costado_h3_e1	50	0,135	4	0	4	60	12	1,62
	costado_h3_e2	50	0,135	4	0	4	60	12	1,62
	costado_h3_e3	50	0,135	4	0	4	60	12	1,62
	costado_h3_e4	50	0,135	4	0	4	60	12	1,62
	costado_h3_e5	50	0,135	4	0	4	60	12	1,62
	costado_h3_e6	50	0,135	4	0	4	60	12	1,62
	costado_h3_e7	50	0,135	4	0	4	60	12	1,62
	costado_h3_e8	50	0,135	4	0	4	60	12	1,62
	costado_h3_e9	50	0,135	4	0	4	60	12	1,62
	costado_h3_e10	50	0,132	4	0	4	60	12	1,59
	costado_h3_e11	50	0,135	4	0	4	60	12	1,62
	costado_h3_e12	50	0,135	4	0	4	60	12	1,62
	costado_h3_e13	50	0,136	4	0	4	60	12	1,63
	costado_h3_e14	50	0,137	4	0	4	60	12	1,64
	costado_h3_e15	50	0,129	4	0	4	60	12	1,55
	costado_h3_e16	50	0,128	4	0	4	60	12	1,53

	costado_h3_e17	50	0,141	4	0	4	60	12	1,69
	costado_h3_e18	50	0,152	4	0	4	60	12	1,82
cubierta	fondo_h1_c1	20	0,555	3	0	3	60	9	4,99
	fondo_h1_c2	20	0,557	3	0	3	60	9	5,01
	fondo_h1_c3	20	0,646	3	0	3	60	9	5,81
	fondo_h1_c4	20	0,557	3	0	3	60	9	5,01
	fondo_h1_c5	20	0,559	3	0	3	60	9	5,03
	fondo_h1_c6	20	0,556	3	0	3	60	9	5,00
	fondo_h1_c7	20	0,559	3	0	3	60	9	5,03

A continuación, se presenta las características de capas de cada panel:

Tabla H.3

Laminado de paneles de Fondo

		fibra seca	**% resina**	**espesor**	**fibra+resina**
#	Capas	gr fibra/m2	ψ	t, mm	gr/m2
1	MAT375	375	0,3	1	1250,0
2	MAT450	450	0,3	1,05	1500,0
3	ROV800	800	0,48	1,5	1666,7
4	MAT450	450	0,3	1,05	1500,0
5	ROV800	800	0,48	1,5	1666,7
6	MAT450	450	0,3	1,05	1500,0
7	ROV800	800	0,48	1,5	1666,7
8	MAT450	450	0,3	1,05	1500,0
9	ROV800	800	0,48	1,5	1666,7
10	MAT450	450	0,3	1,05	1500,0
11	ROV800	800	0,48	1,5	1666,7
12	MAT450	450	0,3	1,05	1500,0
	Total, kg/m2	7,075	t, mm	14,8	18583,3
	Peso_min, kg/m2	2,16	tmin, mm	12,53	

Tabla H.4

Laminado de paneles de costado

#	**Capas**	**gr fibra/m2**	**ψ**	**t, mm**	**gr/m2**

1	MAT375	375	0,3	1	1250,0
2	MAT450	450	0,3	1,05	1500,0
3	ROV800	800	0,48	1,5	1666,7
4	MAT450	450	0,3	1,05	1500,0
5	ROV800	800	0,48	1,5	1666,7
6	MAT450	450	0,3	1,05	1500,0
	ROV800	800	0,48	1,5	1666,7
8	MAT450	450	0,3	1,05	1500,0
9	ROV800	800	0,48	1,5	1666,7
10	MAT450	450	0,3	1,05	1500,0
	Total, kg/m2	5,825	t, mm	12,25	15416,7
kg/m2	Peso_min,	2,042 mm	tmin,	9,55	

Tabla H.5

Laminado para mamparos

#	Capas	gr fibra/m2	ψ	t, mm	gr/m2
1	MAT375	375	0,3	1	1250,0
2	MAT450	450	0,3	1,05	1500,0
3	ROV800	800	0,48	1,5	1666,7
4	MAT450	450	0,3	1,05	1500,0
5	ROV800	800	0,48	1,5	1666,7
6	MAT450	450	0,3	1,05	1500,0

7	ROV800	800	0,48	1,5	1666,7
8	MAT450	450	0,3	1,05	1500,0
	Total, gr/m2	4,575	t, mm	9,7	12250,0
	Peso_min, kg/m2	2,043 mm	tmin,	9,251	

Tabla H.6

Laminado de paneles de cubierta

#	Capas	gr fibra/m2	ψ	t, mm	gr/m2
1	MAT375	375	0,3	1	1250,0
2	MAT450	450	0,3	1,05	1500,0
3	ROV800	800	0,48	1,5	1666,7
4	MAT450	450	0,3	1,05	1500,0
5	ROV800	800	0,48	1,5	1666,7
6	MAT450	450	0,3	1,05	1500,0
	Total, kg/m2	3,325	t, mm	7,15	9,0833
	Peso_min, kg/m2	0 mm	tmin,	6,08	

Estructural 2D y 3D

Se desarrollaron los esquemas de las cuadernas típicas y sección media, con las medidas obtenidas.

Figura H.1

Vista transversal de la estructura

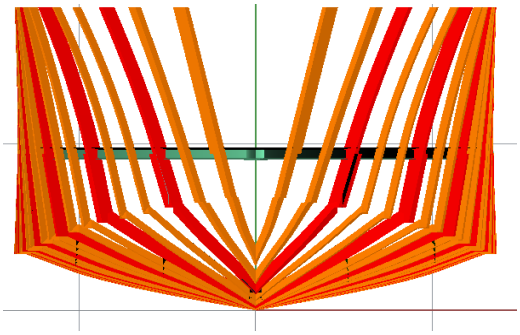
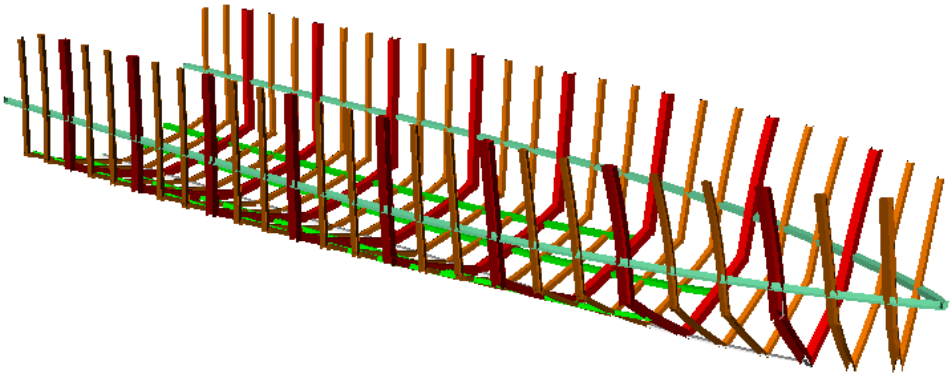


Figura H.2

Estructural en 3D de la embarcación. Refuerzos primarios, secundarios y terciarios



APÉNDICE I

Pesos y estabilidad

Pesos en rosca

Tabla I.1

Pesos calculados de la embarcación

	Unidad	Peso. kg	Peso total
Motor	1	138,79	138,79
Estructura	1	2367,75	2367,75
Pasajeros	12	75	900
Carga (maletas)	1	225	225
Paneles	9	35	315
Regulador	1	5	5
Banco de baterias	12	143,1	1717,2
Inversor/In.cargador	1	4.8	9,6
		Peso total. kg	5678,35

Tabla I.2

Detalle de los pesos que intervienen en la embarcación. Peso en rosca.

Detalle	Masa total. kg	x. m	y. m	z. m	Mx, kg m	My, kg, m	Mz, kg, m
Estructura	2451.2	4.923	0.000	1.16	12067.25	0	2853.19
			Equipos eléctricos				
Motor eléctrico	138.8	0.350	0.000	0.56	48.58	0	77.728
Banco de baterías	1717.2	2.310	0.000	0.8	3966.732	0	1373.76

Módulos fotovoltaico	175.0	4.960	0.730	3.	868	127.75	525
Módulos fotovoltaico 2	175.0	4.960	-0.730	3	868	-127.75	525
Inversor	9.6	2.480	0.690	0.54	23.808	6.624	5.184
Regulador	5.0	2.480	1.110	0.54	12.4	5.55	2.7
Total	4671.8	3.822	0.003	1.15	17855.6	14.0154	5363.22
			Pasajeros				
Pasajeros	900.0	4.290	0.000	1.12	3861	0	1008
Tripulación	75.0	1.030	0.730	1.12	77.25	54.75	84
Carga	225.0	7.580	0.000	0.8	1705.5	0	180
Asientos preferenciales	150.0	7.190	0.000	1.12	1078.5	0	168
Demás	115.0	9.430	0.000	1.21	1084.45	0	139.15
Total	1465.0	5.329	0.037	1.08	7806.985	54.205	1579.27
			Mtotal, kg m		51324.08	135.144	13884.21
			Centroide, m		6.500	0.017	1.758

Peso total de embarcación

Tabla I.3

Distribución de pesos a máxima carga

Descripción	Cantidad	Masa U. kg	Masa T. kg	X, m	Y, m	Z, m
Lightship	1	2451,2	2451,2	4,923	0,000	1,164
$Equipos eléctricos						
Motor eléctrico	1	138,8	138,8	0,350	0,000	0,560

Banco de baterías	12	143,1	1717,2	2,310	0,000	0,800
Módulos fotovoltaico	5	35,0	175,0	4,960	0,730	3,000
Módulos fotovoltaico 2	5	35,0	175,0	4,960	-0,730	3,000
Inversor	4	2,4	9,6	2,480	0,690	0,540
Regulador	1	5,0	5,0	2,480	1,110	0,540
Total			4671,8	3,822	0,003	1,148
Pasajeros	12	75,0	900,0	4,290	0,000	1,120
Tripulación	1	75,0	75,0	1,030	0,730	1,120
Carga	1	225,0	225,0	7,580	0,000	0,800
Asientos preferenciales	2	75,0	150,0	7,190	0,000	1,120
Demás	1	115,0	115,0	9,430	0,000	1,210
Total			1465,0	5,329	0,037	1,078
Lastre proa	80%	611,6	489,2	9,313	-0,001	0,381
Lastre sec. pasajeros	100%	1697,9	1697,9	7,471	-0,001	0,388
total	94,7%	2309,4	2187,1	7,883	-0,001	0,386
Total Loadcase			8323,9	5,154	0,008	0,935
FS correction						0,039
VCG fluid						0,974

Mínima Carga: Condición 0%

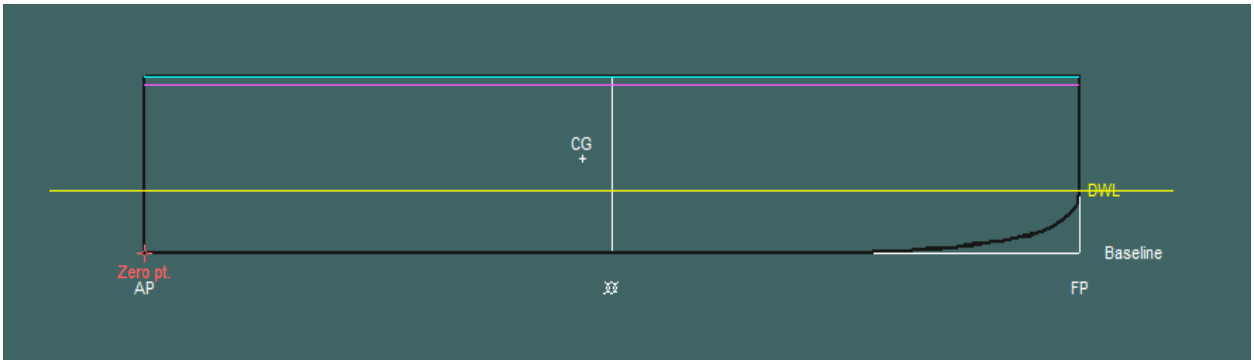
Tabla I.4

Distribución de pesos en carga mínima

Descripción	Cantidad	Masa U. kg	Masa T. kg	X, m	Y, m	Z, m
Lightship	1	2451,2	2451,2	4,923	0,000	1,164
$Equipos eléctricos						
Motor eléctrico	1	138,8	138,8	0,350	0,000	0,560
Banco de baterías	12	143,1	1717,2	2,310	0,000	0,800
Módulos fotovoltaico	5	35,0	175,0	4,960	0,730	3,000
Módulos fotovoltaico 2	5	35,0	175,0	4,960	-0,730	3,000
Inversor	4	2,4	9,6	2,480	0,690	0,540
Regulador	1	5,0	5,0	2,480	1,110	0,540
Pasajeros	12	75,0	900,0	4,290	0,000	1,120
Tripulación	1	75,0	75,0	1,030	0,730	1,120
Carga	1	225,0	225,0	7,580	0,000	0,800
Asientos preferenciales	2	75,0	150,0	7,190	0,000	1,120
Demás	1	115,0	115,0	9,430	0,000	1,210
Total			1465,0	5,329	0,037	1,078
Lastre proa	0%	611,6	0,0	8,623	0,000	0,010
Lastre sec. pasajeros	0%	1697,9	0,0	6,938	0,000	0,000
total	0%	2309,4	0,0	0,000	0,000	0,000
Total Loadcase			6136,8	4,182	0,011	1,131
VCG fluid						1,131

Figura I.1

Vista de Perfil en el módulo de Stability Maxsurf



Criterios de la norma ISO

Tabla I.5

Evaluación de estabilidad y flotabilidad según categoría de diseño de embarcaciones pequeñas. Fuente Norma ISO 12217-1.

Opción	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**
Categorías	A-B	C-D	B	C-D	C-D	C-D
Zonas cubiertas	Cubierta completa	Cubierta completa	Cualquier tipo	Cualquier tipo	Cubierta Parcial	Cualquier tipo
Evaluación de la altura del hundimiento	x	x	x	x		x
Ángulo de inundación	x	x	x	x	x	
Ensayo de compensación de pesos	x	x	x	x	x	x
Resistencia a olas y viento	x		x		x	

Escora debido al viento	x		x	x	x
Material de flotabilidad		x	x		

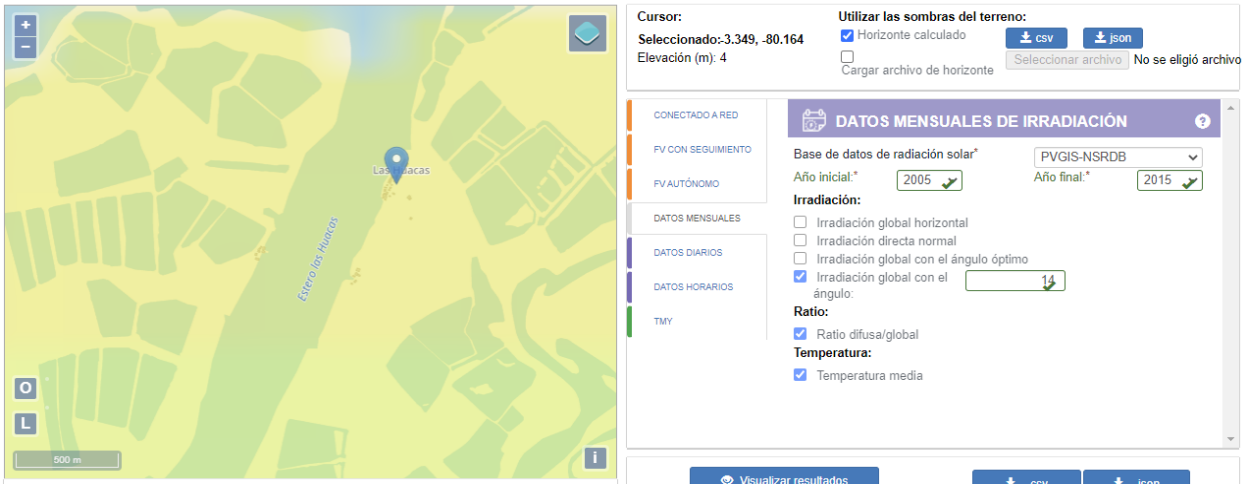
APÉNDICE J

Implementación de la energía solar

Mediante el programa PVGIS se estableció el valor de la irradiación solar, en un periodo de tiempo para así determinar un promedio y la tasa de crecimiento. Esto se lo realizó tomando en consideración un ángulo óptimo de 15.2°.

FIGURA J.1

Valor de la Irradiación solar, mediante el programa PVGIS



Obteniendo así, la irradiación en un gráfico el cual consta de la longitud y latitud de la zona a analizar y el crecimiento anual de la misma.

FIGURA J.2

Datos mensuales de irradiación solar de la zona Las Huacas

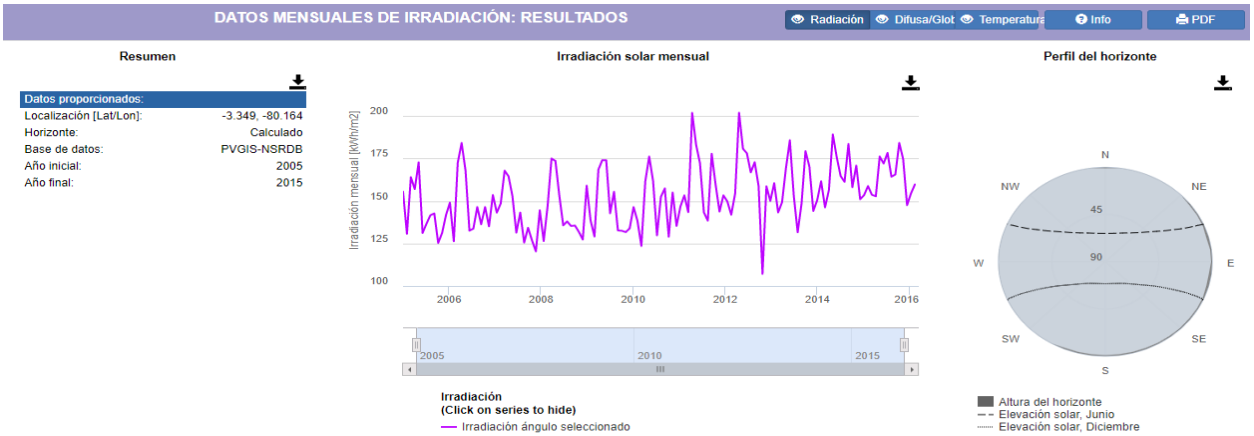


TABLA J.1

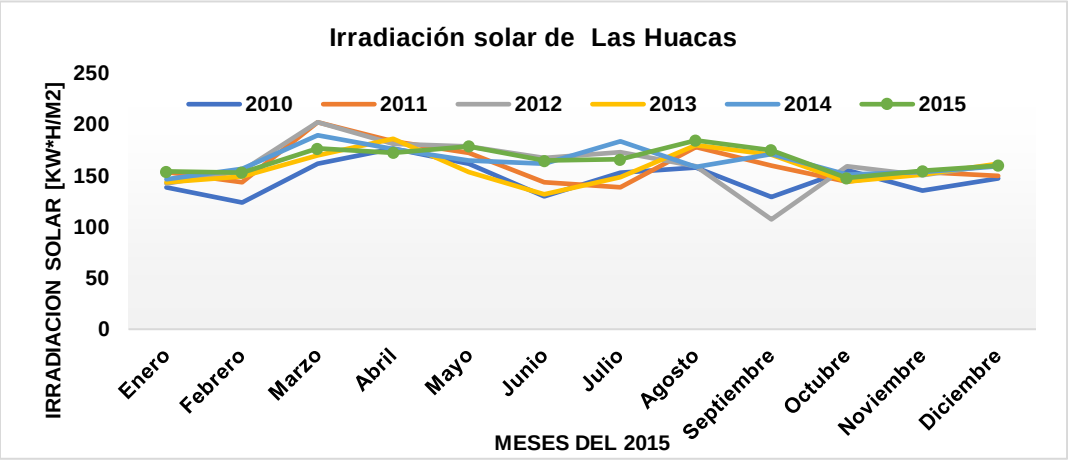
Datos mensuales de irradiación solar desde 2010-2015 de la zona Las Huacas

	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Enero	138,28	153,31	141,92	143,27	146,29	153,66
Febrero	123,56	143,46	154,47	149,26	156,51	152,79
Marzo	161,52	201,91	201,95	169,35	189,21	176,23
Abril	176,22	183,2	180,78	185,78	175,76	172,07
Mayo	161,71	172,21	178,13	153,18	164,7	178,33
Junio	129,79	143,3	166,87	131,6	161,3	164,31
Julio	152,5	138,46	172,85	148,59	183,6	165,61
Agosto	157,43	177,83	158,82	179,37	158,13	184,22
Septiembre	128,96	159,63	107,12	170,28	170,85	174,68
Octubre	155,01	143,76	158,66	144,14	151,04	147,55
Noviembre	135,33	153,35	150,06	150,53	153,48	154,46

Diciembre	146,79	149,76	160,52	161,64	158,8	159,74

FIGURA J.3

Irradiación solar de la comuna Las Huacas



De acuerdo con la irradiación promedio, se obtuvieron las horas pico solares (HSP):

Tabla J.2

Cálculo de Horas Pico Solares (HSP)

Imes, kW*h/m2	**159,16**
I_unidad	1
HSP	5,31

La selección de los paneles se los realizó en el sitio web de CalculationSolar, en el cual obtuvimos los datos más importantes de los equipos a utilizar.

TABLA J.3

Selección del panel solar más adecuado mediante CalculationSolar

	L, mm	Ancho, mm	Espesor, mm	Peso, kg	# cels	Pmax, W	Vmp, V	Imp, A	Ef%
QS 500 QLX	2506	1340	20	30	120	500	63,1	8,14	14,9
TS-S450	1960	1308	40	35	96	450	50,21	8,97	17,6

BSM500M-96	1956	1310	45	38	96	500	48,63	10,28	19,51
Canadian solar	2108	1048	40	24,9	144	405	38,9	10,42	18,33

Para la selección del panel, realizamos la cotización en el sitio web AutoSolar, por medio del cual se ha obtenido las características necesarias para el banco de baterías seleccionado.

Motor fuera de borda

A continuación, se detallan las características del motor seleccionado de acuerdo a los cálculos obtenidos

TABLA J.4

Características del motor fuera de borda

Detalles	**Deep Blue**
	80 RL/ RXL
Potencia de entrada (pico)	66 kW
Potencia de entrada (continua)	50 kW
Poder propulsor	32,4 kW
Fuerabordas de gasolina comparables (potencia en el eje)	80 CV
Máxima eficiencia global	0,54
Batería integrada: energía utilizable	25,6 - 51,2 kWh
Voltaje nominal	345 V
Voltaje de carga final	389 V
Peso del motor sin batería, incluida la electrónica	306 libras (80 RL)
	320 libras (80 RXL)

Longitud del eje	20 "/ 51 cm (80 RL)
	25" / 63,5 cm (80 RXL)
Velocidad (hélice estándar)	50 km / ha 50 kW
Velocidad máxima de la hélice	2.400 rpm
Controlar	Acelerador remoto
Dispositivo de inclinación	Ajuste e inclinación eléctricos
Dispositivo de recorte	Ajuste e inclinación eléctricos

Caracteristicas del Módulo fotovoltaico seleccionado

TABLA J.5

Características del módulo seleccionado (TS-S450)

L, mm	**1960**
Ancho, mm	1308
Espesor, mm	40
Peso, kg	35
# cels	96
Pmax, W	450
Vmp, V	50,21

Imp, A	8,97
Ef%	17,6
tipo	monocristalino
dimensiones cels	6"

APÉNDICE K

Presupuesto

Mejoramiento de la infraestructura

Debido a que la comuna no cuenta con un lugar adecuado para la construcción de estas embarcaciones se ha designado algunos rubros para mejorar las condiciones de trabajo.

TABLA K.1

Valores para mejorar las condiciones de trabajo

Mejoramiento de la infraestructura			
Detalles	**Cantidad**	**Costo**	**Total**
Área de Producción	1	$ 2.250,00	$ 2.250,00
Área de Aseo Personal	1	$ 150,00	$ 150,00
Bodega	1	$ 678,56	$ 678,56
Administración	1	$ 1.750,00	$ 1.750,00
	Total	$ 4.828,56	$ 4.828,56

Grupo Tecnológicos

En base al proyecto, se han determinado los grupos tecnológicos que formaran parte la inversión inicial:

G100: Estructura del casco

G100				
Detalles	**Unidad**	**Cantidad**	**P.U.**	**P.T.**
Fibra Vowen Roving 800 (25 paños)	1,65x1,45 m	9	$ 25,99	$ 233,91
Fibra MAT 450 (100 paños)	1,65x1,45 m	14	$ 49,99	$ 699,86
Fibra MAT 350 (100 paños)	2x1, 5 m	1	$ 52,23	$ 52,23
Resina Pug 330 P	galones	150	$ 5,00	$ 750,00
Secante MEC		3	$ 20,00	$ 60,00
Talco chino		2	$ 14,75	$ 29,50
Cobalto		2	$ 13,50	$ 27,00
Estireno		7	$ 7,50	$ 52,50
Dióxido de titanio		30	$ 1,50	$ 45,00
		Total	$ 190,46	$ 1.950,00

TABLA K. 2

Valores de la mano de obra de la construcción del casco

	Area, m2	$Mano obra
Fondo	37,90	$ 246,32
	6,90	$ 44,87
	4,86	$ 31,60
	9,12	$ 59,27
Costado	37,90	$ 246,32
	3,65	$ 23,72
	3,41	$ 22,16
	4,88	$ 31,70
Cubierta	41,79	$ 271,65
	7,98	$ 51,85
Mamparos	36,152	$ 234,99
		$ 1.556,24
	total	$ 3.506,24

G200: Sistema de propulsión

Se han considerado los equipos más importantes, como se los muestra a continuación:

TABLA K.3

Gastos para el sistema de propulsión

		G200			
instalación del sistema propulsivo		Material	Prec. Unitario	#	Subtotal
Instalación motor $/motor	$ 1.500,00	Motor fuera de bordo electrico	$ 4.974,99	1	$ 4.974,99
Instalación motor $/motor	$ -	Paneles solares: Monocristalino, 1,96x1,308	$ 138,80	10	$ 1.388,00
Instalación paneles $	$ 1.000,00	Reguladores	$ 63,48	1	$ 63,48

		Inversor	$ 169,23	2	$ 338,46
		baterías: placa tubular	$ 2.674,00	12	$ 32.088,00
		sistema de gobierno	$ 2.500,00	1	$ 2.500,00
		Conexiones de paneles	$ 3.500,00	1	$ 3.500,00
		Radios	$ 300,00	3	$ 900,00
Costo $	$ 2.500,00				$ 45.752,93
Subtotal	$ 48.252,93				
FS	1,5				
Subtotal G200l	$ 48.252,93				

G300: Equipos y Accesorios

TABLA K.4

Gastos en equipos y accesorios

Costo Montaje $/HH	**$ 15,00**	**G300**			
Mano de Obra		Material	#	pv	Subtotal
HH Instalación de equipos	50	Asientos	14	$ 30,00	$ 420,00
		Escalera	2	$ 100,00	$ 200,00
		Maquinista asiento	1	$ 250,00	$ 250,00
		Ancla	1	$ 99,90	$ 99,90
		Cadena	1	$ 123,18	$ 123,18
		Plan de pintura	1	$ 5.000,00	$ 5.000,00
		Extintor 21_B	2	$ 30,00	$ 60,00

		Botiquín	2	$ 300,00	$ 600,00
		Chalecos Salvavidas	15	$ 15,27	$ 229,05
		Luces de navegación	2	$ 5,00	$ 10,00
		Molinete	1	$ 1.658,50	$ 1.658,50
					$ 8.650,63
Costo $	$ 750,00				
Subtotal	$ 9.400,63				
FS	1				
Subtotal G600	$ 9.400,63				

G400: Diseño e Ingeniería

TABLA K.5

Gastos en diseño e ingeniería.

GRUPO 400			
Diseño e Ingeniería			
Descripción	Tiempo (H)	Costo ($/H)	SUBTOTAL ($)
Horas de Ingeniería para el Diseño	300	$ 25,00	$ 7.500,00
Materiales y Equipos	100	$ 25,00	$ 2.500,00
		TOTAL($)	$ 10.000,00

Resumen de costos, tareas y gastos administrativos

TABLA K.6

Costos de mantenimiento

Costo de asesoría (1 vez)	**$ 7.500,00**
Costo de mano de obra anual	$ 4.500,00

TABLA K.7

Tareas de Mantenimiento anuales

Tareas de mantenimiento	Meses	Proveedor	$ Unidad	$ Total
Cambio de hélice	3	Torqueedo	$ 450,00	$ 1.350,00
Repuesto de cables	2		$ 100,00	$ 200,00
Baterías	1	AutoSolar	$ 2.674,00	$ 2.674,00
Aislamiento eléctrico	4		$ 800,00	$ 3.200,00
Mediciones de aislación	2		$ 1.500,00	$ 3.000,00
Repuestos en general	4		$ 2.500,00	$10.000,00
			Subtotal	$20.424,00

TABLA K.8

Gastos administrativos y operativos.

	Mensual		Anual	
Gastos operativos	$	1.313,23	$	15.758,72
Gastos administrativos	$	3.737,92	$	30.923,76

APÉNDICE L

Beneficios del proyecto: Ingresos

Para el cálculo de los ingresos se determinó de forma teórica el tiempo de recorrido, las rutas a cubrir y los viajes por semana de la embarcación.

TABLA L.1

Determinación de los ingresos del proyecto

Posibilidad	**50%**
Viajes/día	3
Días/Semanas	7
Viajes/Semana	21
Mantenimiento semanal	2
# Semanas/año	52
Laborales semanas (50%)	23
Semanas trabajadas	29
Viajes al año	609

En base a estos datos, se ha establecido una capacidad de 80%.

TABLA L.2

Determinación de ingresos a una capacidad de carga del 80%

Condición: 80% capacidad								
Rec. Turísticos	km	Pasaje/per.	Duración, min	Tiempo	Espera	% salida/pasajeros	# Pasaje	$/recorrido
Huacas-Las Casitas	20,5	$ 4,00	74,00	1:15:00	0:30:00	50,0%	5	$ 20,00
Pitahaya-Huacas	30	$ 6,00	108,00	1:48:00	1:00:00	70,0%	7	$ 42,00

	Espera	2:00:00	Total/ viaje	$ 62,00
			Total/día	$ 186,00

Se han considerado los gastos administrativos, asesorías y mantenimiento de los equipos considerados para el sistema de propulsión.

TABLA L. 1

Gastos administrativos y de mantenimiento del sistema de propulsión.

costo de asesoria (1 vez)	$ 7.500,00
Costo de mano de obra anual	$ 4.500,00

Tareas de mantenimiento	**Meses**	**Proveedor**	**$ Unidad**	**$ Total**
Cambio de hélice	3	Torqueedo	$ 450,00	$ 1.350,00
Repuesto de cables	2		$ 100,00	$ 200,00
Baterías	1	AutoSolar	$ 2.674,00	$ 2.674,00
Aislamiento eléctrico	4		$ 800,00	$ 3.200,00
Mediciones de aislacion	2		$ 1.500,00	$ 3.000,00
Repuestos en general	4		$ 2.500,00	$10.000,00
			Subtotal	$20.424,00
			FS	1,25
			Total	$25.530,00

Flujo de caja

Determinando el flujo de caja en un período contable de 5 años, se ha establecido los siguientes parámetros:

TABLA L. 2

Determinación del Flujo de Caja en 5 años del proyecto

Tiempo estimado (Construir)	
Días	90
Meses	3

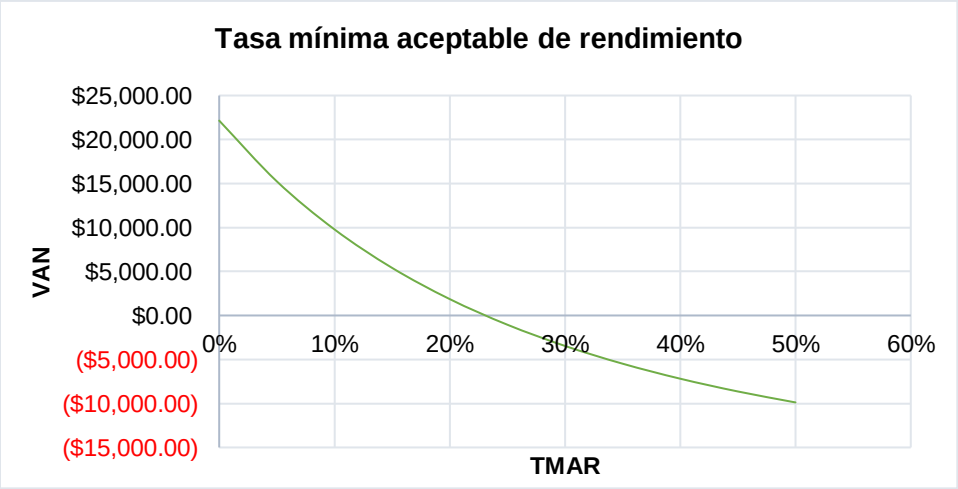
Capital Propio	$22.796,51
%	30%
Crédito Banco	$53.191,85
%	70%
Total	$75.988,36
Tasa de interes %	**13%**

N° periodos (Anual)	5
Inflación en el Ecuador	0,0238
Prima de riesgo	0,1

Se estableció la tasa mínima aceptable de rendimiento (TMAR), y observar cual será la rentabilidad mínima del proyecto para determinar los beneficios o riesgos.

FIGURA L.1

Tasa mínima aceptable de rendimiento (TMAR)



Para observar la utilidad que genera el proyecto durante los primeros 5 años de implementación del proyecto, se generó el flujo de caja, el cual se presenta a continuación con los respectivos rubros.

TABLA L. 3

Flujo de Caja detallado en 5 años

	0	1	2	3	4	5
Ingresos (+)		$ 89.838,00	$ 91.976,14	$ 94.165,18	$ 96.406,31	$ 98.700,78
Venta de activo						
Costos Operativos		$ 52.894,72	$ 54.153,61	$ 55.442,47	$ 56.762,00	$ 58.112,94
Costos Fijos		$ 8.462,80	$ 8.664,21	$ 8.870,42	$ 9.081,54	$ 9.297,68
Costos Administrativos		$ 30.529,76	$ 31.256,37	$ 32.000,27	$ 32.761,88	$ 33.541,61
Depreciación (10%)		$ 7.115,98	$ 7.115,98	$ 7.115,98	$ 7.115,98	$ 7.115,98
Valor en libros						$ 35.579,90
Egresos (-)		$ 91.887,28	$ 94.074,20	$ 96.313,16	$ 98.605,42	$ 100.952
Gastos Financieros		$ 6.914,94	$ 5.847,86	$ 4.642,07	$ 3.279,52	$ 1.739,84
UAPT		$-16.080,20	$-15.061,90	$-13.906,04	$-12.594,61	$-11.107,27
Utilidad Participacion de trabajadores (-15%)		$ -2.412,03	$ -2.259,28	$ -2.085,91	$ -1.889,19	$ -1.666,09
UAI		$-13.668,17	$-12.802,61	$-11.820,13	$-10.705,42	$ -9.441,18
Impuesto a la Renta (-25%)		$ -3.417,04	$ -3.200,65	$ -2.955,03	$ -2.676,35	$ -2.360,29
UDI		$-10.251,13	$ -9.601,96	$ -8.865,10	$ -8.029,06	$ -7.080,88
UDI+Depreciación		$ -3.135,15	$ -2.485,98	$ -1.749,12	$ -913,08	$ 35,10
Valor en libros						$ 35.579,90
Amortización		$ 8.208,28	$ 9.275,35	$ 10.481,15	$ 11.843,70	$ 13.383,38
Inversión Inicial (Capital Propio)	$ 22.796,51					
Inversión incial crédito	$ 53.191,85					
Flujo Neto de Caja	$-22.796,51	$ 5.073,13	$ 6.789,37	$ 8.732,03	$ 10.930,61	$ 13.418,47

VAN	$ 7.048,75
TIR	23,09%
Tasa	13%

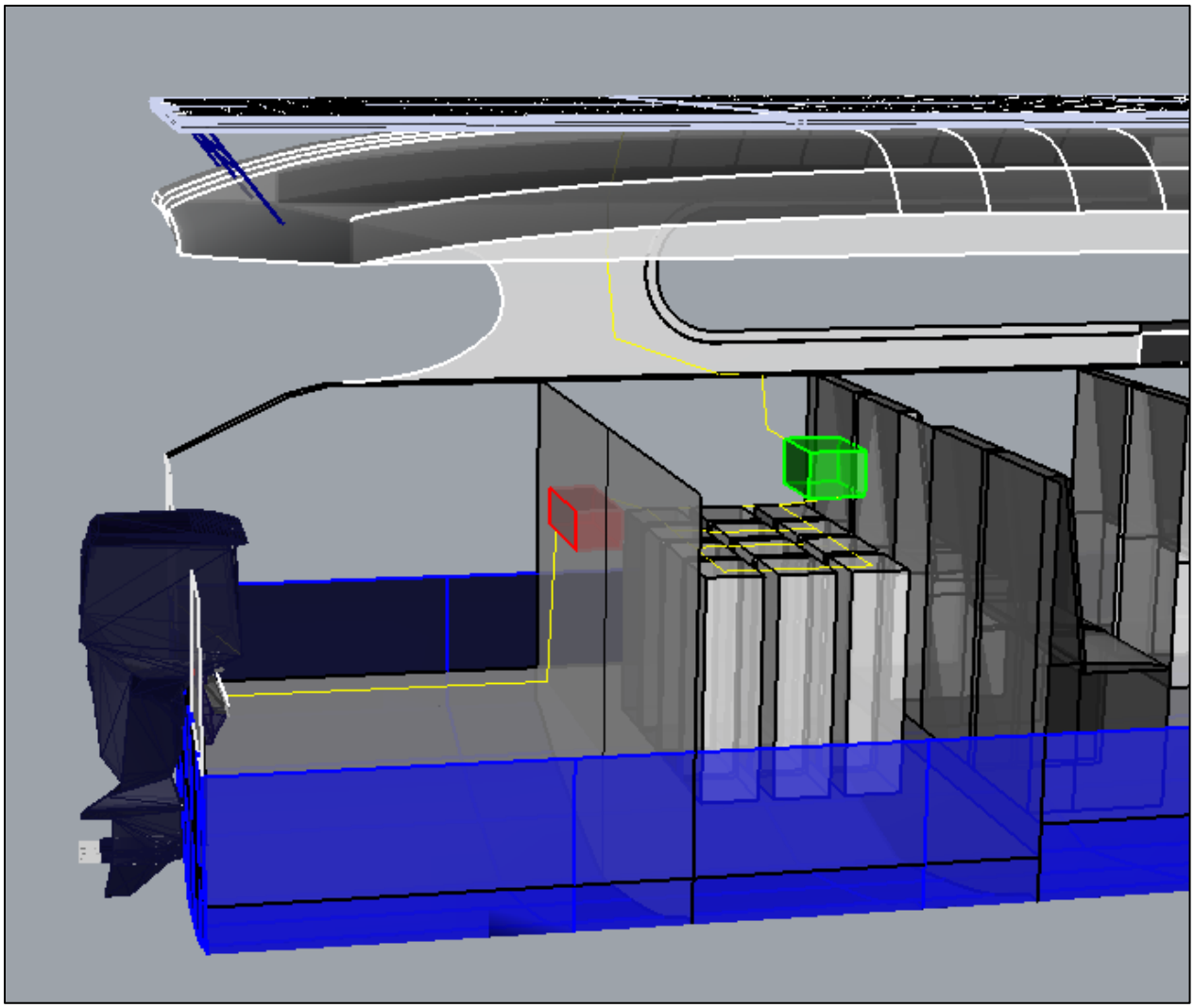
APÉNDICE M

Esquema del Sistema Eléctrico

Su diseño se basará en la colocación de los paneles en la cubierta de la embarcación, los cuales serán conectados al regulador de carga y la energía almacenada en los paneles será dirigida al banco de batería y entregada finalmente al motor eléctrico.

FIGURA M.1

Tasa mínima aceptable de rendimiento (TMAR)



APÉNDICE N

Planos Preliminares del Proyecto “Las Huacas”

Plano de Líneas de Formas

Plano de Distribución General

Plano de Rayado Estructural