



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

**TRABAJO DE GRADO PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERÍA AUTOMOTRIZ**

TEMA:

**“PROPUESTA DE PROTOTIPO DE UN BOTE ELÉCTRICO
MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DE PANELES SOLARES.”**

AUTOR(ES): RUIZ PAREDES ÁNGEL OMAR

TRUJILLO CHANDI ALEX DARIO

DIRECTOR: ING. MONTENEGRO SIMANCAS VÍCTOR JAVIER, MSC.

IBARRA – ECUADOR

2023

CERTIFICADO

ACEPTACIÓN DEL DIRECTOR

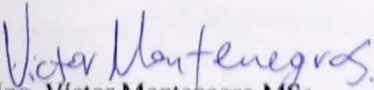
En mi calidad de director de plan de trabajo de grado, previo a la obtención de título de Ingeniería Automotriz, nombrado por el Honorable Consejo Directivo de la facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas.

CERTIFICO

Que una vez analizado el plan de grado cuyo título es "PROPUESTA DE PROTOTIPO DE UN BOTE ELÉCTRICO MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DE PANELES SOLARES" presentado por el señor Ruiz Paredes Ángel Omar con el número de cédula 1004345706 y el señor Trujillo Chandi Alex Darío con el número de cédula 1003682794, doy Fe que dicho trabajo reúne los méritos suficientes para ser sometido a presentación pública y evaluación por parte de los señores integrantes del jurado examinado que se designe.

En la ciudad de Ibarra, a los 15 días de noviembre del 2023

Atentamente


Ing. Víctor Montenegro MSc.

DIRTECTOR DE TRABAJO DE GRADO



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

1. Identificación de la obra

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica Del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional para lo cual pongo a disposición la siguiente información.

DATOS DE CONTACTO	
CÉDULA DE IDENTIDAD:	1004345706
APELLIDOS Y NOMBRES:	Ruiz Paredes Ángel Omar
DIRECCIÓN:	Otavalo, Cdl. Rumiñahui. Segundo Miguel Pinto y Alfonso Cisneros Pareja
EMAIL:	aoruizp@utn.edu.ec
TELÉFONO FIJO:	062520691

DATOS DE CONTACTO	
CÉDULA DE IDENTIDAD:	1003682794
APELLIDOS Y NOMBRES:	Trujillo Chandi Alex Darío
DIRECCIÓN:	Yahuarcocha, Agustín Cueva 1-10
EMAIL:	adtrujilloc@utn.edu.ec
TELÉFONO FIJO:	062577208

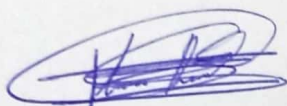
DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	PROPUESTA DE PROTOTIPO DE UN BOTE ELÉCTRICO MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DE PANELES SOLARES
AUTORES:	Ruiz Paredes Angel Omar Trujillo Chandi Alex Darío
FECHA:	15 de noviembre del 2023

2. CONSTANCIAS

Los autores manifiestan que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto, la obra es original y que son los titulares de los derechos patrimoniales, por lo que se asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrán en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 30 días de noviembre del 2023

AUTORES:



Ruiz Paredes Ángel Omar

1004345706



Trujillo Chandi Alex Darío

1003682794



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS
CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

DEDICATORIA

A Dios por darme vida y salud a lo largo del estudio de mi carrera, por brindarme la sabiduría e inteligencia para terminar este proyecto de investigación y la fuerza para seguir adelante en los momentos más difíciles de mi vida. A mis padres, Patricio y Elizabeth, quienes han sido mi apoyo incondicional en esta etapa universitaria, por su inmenso amor y arduo trabajo realizado por mi educación. De igual forma a mi hermana Monserrat quién a pesar de su corta edad ha sido motivo de mi inspiración para mejorar día tras día.

A mi tío David Chandi que siempre ha sido un pilar fundamental en mi vida y ha sido mi apoyo constante en esta última etapa de vida universitaria.

A Karito Muñoz por ser un apoyo incondicional y estar a mi lado en los momentos difíciles de mi vida, gracias por su comprensión y cariño hacia mi persona.

A mis abuelitas y demás familia quienes han velado por mi bienestar y han sabido llevarme por el buen camino desde muy pequeño.

Por último dedico este trabajo a mis ángeles del cielo, Juan Trujillo y Segundo Chandi quienes desde pequeño me supieron inculcar lo importante que es el estudio, donde quiera que estén, sé que estarán felices por este logro.

Alex Dario Trujillo Chandi

DEDICATORIA

Dedico con todo mi corazón esta tesis a mi madre Anabel Ruiz Paredes pues sin ella no lo habría logrado. La bendición que a diario me ha brindado a lo largo de mi vida me protege y lleva por el buen camino. Y por eso te doy mi trabajo en ofrenda, por tus palabras de aliento, comprensión y sobre todo amor, te amo madrecita.

A Fernando Monge por ser el gran apoyo de mi madre y mío desde mi niñez. Gracias por su comprensión, afecto paternal y amistad.

A mis abuelitos Ángel Ruiz y Samia Paredes que fueron después de mi madre quienes más se preocuparon por mí. sus cabellos blancos son sinónimo de experiencia y sabiduría. Juntos me enseñaron lo que es la humildad, la calidez de persona y muchas cosas vitales para la vida, son quienes ayudaron a forjar mi camino hacia el buen sendero.

A mis tíos Rommel, Laura, Fernanda, Majo y sobre todo Clau, por ser parte de mi familia y mi vida. Por compartir momentos donde me demostraron cariño, amor y por siempre estar dispuestos a escucharme y ayudarme.

A mis primitos Fernandito, Angie, Rommelito, Sofía y Valentina por ser los hermanitos que el destino me dio y así llevar alegría incluso en los momentos más difíciles.

Ángel Omar Ruiz Paredes



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS
CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Técnica del Norte y a la carrera de Ingeniería Automotriz, por permitirme adquirir los conocimientos necesarios y formarme como un profesional capaz y competitivo. Al Ing. Víctor Montenegro y Carlos Segovia director y opositor de mi tesis quienes me impartieron sus conocimientos de manera extraordinaria y con mucha paciencia durante el desarrollo de este trabajo, por la calidad humana que siempre tuvieron conmigo.

A mis amigos quienes se convertirán en mis colegas, gracias por encaminar este proceso juntos, por su aporte y brindarme su amistad en estos años.

Alex Dario Trujillo Chandi

AGRADECIMIENTO

En primera instancia doy infinitamente gracias a Dios por haber iluminado mi mente para la realización de este estudio, por darme salud y bendición para alcanzar mis metas como persona y así culminar esta etapa de mi vida.

Mi eterna gratitud la Universidad Técnica del Norte y sobre todo a los docentes que conforman la carrera de Ingeniería Automotriz quienes fueron los que me exigieron tanto, pero al mismo tiempo me han permitido obtener los conocimientos y destrezas necesarias para ser un gran profesional al servicio de la sociedad.

A mi tutor Ing. Víctor Montenegro y opositor Ing. Carlos Segovia que gracias a su excelente preparación académico y experiencia supieron guiar de manera óptima y eficaz la ejecución de este trabajo de grado.

A todos mis compañeros, amigos y futuros colegas, en especial a Diego, Kevin, Darío, Erik y Jorge por todos los buenos momentos que compartimos y ser pilares en mi desarrollo profesional a lo largo de estos años.

Al Ing. Fidel Villamarín quien me abrió las puertas de su taller y que junto al Ing. Washington Villamarín que supieron enseñarme, guiarme y formar parte de mi formación como profesional.

Y, por último, pero no menos importante, mis amigos de vida Juan, Kevin, Diego, Steeven, Pablo, Santiago, Jefferson, Marco, Michael y Majo por ser mis hermanos de corazón, al demostrarme lealtad, amistad y apoyo en todos los momentos, ya sean buenos o malos.

Ángel Omar Ruiz Paredes



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS
CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

RESUMEN

El desarrollo de la energía solar crea nuevas implementaciones tecnológicas en diversos campos, por ejemplo: tecnología comercial, industrial y de transporte (terrestre, marítimo y aéreo). En lo que respecta al transporte, se puede observar un aumento significativo y esto incluye autobuses, coches, Scooter y motocicletas, pero los motores eléctricos también se pueden implementar en otros modos de transporte, por lo que el proyecto de investigación actual es diseñar y construir un modelo de barco eléctrico el cual funcione con energía fotovoltaica y de esta manera disminuir las emisiones de gases contaminantes y evitar los problemas de contaminación al medio ambiente. Un ejemplo llamativo es que actualmente La Laguna de Yahuarcocha cuenta con barcos que utilizan MCI que han causado problemas en el área, debido a que este tipo de motores utilizan demasiado combustible para funcionar. Por lo tanto, el proyecto se realiza con la finalidad de motivar el uso de la energía solar determinando la topografía, dimensiones y peso adecuado para la construcción del medio de transporte eléctrico. Además, para la presente investigación se utilizará una potencia de entrada de 8400 vatios para el motor, una potencia máxima del panel solar de 400 W y una potencia máxima de la batería de 1650 Ah. Por otra parte, se puede señalar que el sistema PID está dimensionado adecuadamente ya que los paneles solares y baterías suministran energía a las cargas de acuerdo con las condiciones climáticas requeridas. De esta forma se logró consolidar el proyecto de auto sustentabilidad para promover el uso de energías renovables o energías limpias. Finalmente, mediante los cálculos propuestos se puede constatar que un bote eléctrico posee más eficiencia y una buena relación entre el costo – beneficio a comparación de un bote que posee movilidad a combustión y necesita combustible fósil para su funcionamiento por ende al mismo tiempo contamina el medio ambiente, además de que su precio tiende a ser muy inestable en nuestro medio, puesto que Ecuador no es un país 100% petrolero por lo cual se busca nuevas alternativas innovadoras como las que se presenta en este proyecto.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS
CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

ABSTRACT

The development energy is leading to new technological implementations in various fields, such as commercial, industrial, and transportation technology (land, sea, and air). Regarding transportation, a significant increase can be observed, including buses, cars, scooters, and motorcycles. However, electric motors can also be implemented in other modes of transportation. Therefore, the current research project aims to design and build a model of an electric boat that operates with photovoltaic energy, thus reducing emissions of polluting gases and preventing environmental pollution issues. A striking example is that currently, Yahuarcocha Lake has boats that use ICE, which have caused problems in the area because these types of engines consume too much fuel to operate. Therefore, the project is carried out with the purpose of promoting the use of solar energy by determining the appropriate topography, dimensions, and weight for the construction of the electric means of transportation. In addition, for the present research, an input power of 8400 watts will be used for the motor, a maximum power of the solar panel of 400 W, and a maximum power of the battery of 1650 Ah. It can be concluded that the PID system is appropriately dimensioned since the solar panels and batteries supply power to the loads according to the required weather conditions. In this way, the project of self-sustainability was consolidated to promote the use of renewable or clean energy. Finally, through the proposed calculations, it can be confirmed that an electric boat has more efficiency and a good cost-benefit ratio compared to a boat with combustion mobility that needs fossil fuel for its operation, therefore, at the same time, it pollutes the environment, in addition to the fact that its price tends to be very unstable in our environment, since Ecuador is not a 100% oil-producing country, for which new innovative alternatives such as those presented in this project are sought.

ÍNDICE DE CONTENIDO

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR	II
IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA	IV
DEDICATORIA	VI
DEDICATORIA	VII
AGRADECIMIENTO	VIII
AGRADECIMIENTO	IX
RESUMEN	X
ABSTRACT	XI
ÍNDICE DE TABLAS	XV
ÍNDICE DE FIGURAS	XVI
ÍNDICE DE ECUACIONES	XVIII
ÍNDICE DE ANEXOS	XIX
CAPÍTULO I	1
1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	1
1.1. Objetivos	1
1.1.1 Objetivo General	1
1.1.2 Objetivos Específicos	1
1.2. Justificación	1
1.3 Alcance	3
1.4 Antecedentes	4
1.5 Planteamiento del problema	6
1.6 Situación Actual	7
1.7 Energía Fotovoltaica	7
1.7.1 Los paneles fotovoltaicos	9
1.7.2 Clasificación de los paneles según su textura física	10
1.8 Bancos de baterías	10
1.8.1 Batería de ciclo bajo	11
1.8.2 Baterías de ciclo profundo	11
1.8.3 Características para tener en cuenta de una batería solar	11
1.8.4 Tipo de baterías	12
1.9 Controlador o Regulador de carga	13
1.10 Inversor	14
1.11 Cableado de Inter Conexión	14
1.12 Motor Eléctrico	15
1.12.1 Ventajas y desventajas de un motor eléctrico en operaciones marítimas	16
1.13 Lanchas Solares	17
CAPÍTULO II	18
2. MATERIALES Y MÉTODOS	18
2.1. Diseño de propulsión del sistema eléctrico	18
2.1.1. Concepto General	18
2.1.2. Sistema de Propulsión Eléctrico (EPS)	18
2.1.3. Panel de Celdas fotovoltaicas	19
2.1.4. Baterías	19
2.1.5. Reguladores	20
2.1.6. Propulsión	21

2.2.	Consideraciones de la energía solar	22
2.2.1	Radiación Solar	23
2.2.2	Irradiancia Solar	23
2.2.3	Irradiación Solar.....	24
2.2.4	Instalación de Panel Solar	24
2.3	Funcionamiento Teórico del panel solar	25
2.3.1.	Curva de I-V respecto a la Temperatura	26
2.3.2.	Curva de I-V respecto a la Irradiancia	26
2.4	Funcionamiento teórico del regulador de carga MPPT.....	27
2.4.1.	Carga a Intensidad máxima	27
2.4.2.	Carga en absorción	27
2.4.3.	Carga en flotación.....	27
2.5	Funcionamiento teórico de los acumuladores	27
2.6	Consideraciones de seguridad	28
2.7	Metodología y diseño de forma.....	29
2.7.1	Factores de diseño	29
2.8	Cálculos de rendimiento y potencia	30
2.8.1	Cálculo la velocidad de carena (V)	30
2.8.2	Cálculo la resistencia al avance.....	31
2.8.3	Cálculo de la potencia del motor.....	32
2.8.4	Cálculo de la energía requerida en las baterías	32
2.8.5	Dimensionamiento del banco de baterías.....	33
2.8.6	Cálculo del sistema fotovoltaico	35
2.8.7	Cálculo de la corriente de entrada del regulador.....	36
2.8.9	Cálculo de la corriente de la salida del regulador	36
2.8.10	Cálculo del rendimiento del sistema	36
2.9	Componentes del sistema de propulsión	37
2.10	Componentes eléctricos	37
2.11	Construcción del sistema de mando y propulsión.....	39
2.11.1	Sistema de Gobierno	39
2.11.2	Sistema de propulsión	39
2.11.3	Sistema eléctrico	40
CAPÍTULO III.....		41
3.	ANÁLISIS Y RESULTADOS	41
3.1	Explicación del sistema.....	41
3.2	Selección del barco	41
3.3	Diseño estructural del barco.....	42
3.3.1	Planos	43
3.3.2	Estructura	44
3.3.3	Análisis estructural de carga estática del peso de los paneles solares.....	45
3.3.4	Materiales de construcción.....	46
3.3.5	Pintura	47
3.3.6	Porque se escogió el aluminio como principal material de construcción	47
3.4	Fuente de energía principal	50
3.4	Cálculo de la resistencia al avance.....	50
3.4.1	Cálculo de la potencia del motor.....	51

3.4.2 Cálculo de la energía requerida en baterías.....	53
3.4.3 Dimensionamiento del banco de batería	54
3.4.4 Determinación del número total de módulos	56
3.4.5 Cálculo de la corriente del panel.....	56
3.4.6 Determinación del número de módulos	57
3.4.7 Cálculo del área de los paneles solares	58
3.4.8 Cálculo del regulador para el funcionamiento de los sistemas fotovoltaicos	58
3.4.9 Cálculo del rendimiento del sistema	58
3.4.10 Cálculo de los parámetros de flotabilidad total.....	59
3.5 Deterioro de los materiales del motor eléctrico	59
3.5.1 Deterioro en los conductores del estator	60
3.5.2 Deterioro en los conductores del rotor	61
3.6 Deterioro por fricción y ventilación	62
3.7 Desgaste por histéresis	62
3.8 Reducción por “Eddy Currents”.....	62
3.9 Comparativa entre el sistema propuesto y uno a combustión	62
3.9.1 Consumo de combustible	63
3.9.2 Factor de carga anual	63
3.10 Comparativa de costos entre la lancha convencional y solar	66
3.11 Calibración del modelo propuesto en un período de 12 años	66
3.12 Sistema convencional en un período de 12 años.....	69
3.13 Beneficios adicionales del proyecto.....	69
3.13.1 Ventajas del impulso eléctrico en lanchas solares	70
3.13.2 Limitaciones de una embarcación eléctrica.....	72
3.14 Turismo	74
3.15 Mejoras en el transporte fluvial.....	75
3.16 Reciclaje de las baterías	76
3.17 Análisis estadístico longitudinal del barco.....	78
3.17.1 Resumen de la prueba de hipótesis de las medidas longitudinales del barco	83
3.18 Norma IEC	86
CONCLUSIONES	88
RECOMENDACIONES.....	89
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	90
ANEXOS	95

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA NUM.	PAG
1 Estimación de carga total a desplazar	30
2 Elementos del sistema de propulsión	37
3 Elementos del sistema eléctrico	38
4 Comparativa entre lancha convencional y solar.....	66
5 Medidas reales del Barco (cm).....	78
6 Resumen estadístico longitudinal.....	79
7 Frecuencias longitudinales del barco	79
8 Frecuencias para media de medidas longitudinales del barco	80
9 Percentiles de medidas longitudinales del barco.....	81

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA NUM.	PAG
1 Estructura de un sistema fotovoltaico autónomo.	8
2 Paneles Integrados.....	9
3 Partes que componen a un panel solar	9
4 Panel Rígido.	10
5 Panel Flexible.....	10
6 Batería de ácido.....	12
7 Batería Líquida.....	12
8 Batería Integrada en motor fuera de borda.....	13
9 Regulador o Controlador de carga	13
10 Inversor Fotovoltaico.	14
11 Cable Fotovoltaico Solar.....	15
12 Motor fuera de borda eléctrico.....	15
13 Motor mercury fuera de borda	16
14 Lancha solar	17
15 Tipología TPS	18
16 Panel Solar	19
17 Regulador de carga.....	20
18 Motor Fuera de borda Torqueado	22
19 Irradiación total promedio.....	24
20 Curva V-I, respecto a la irradiancia	26
21 Caja de fusibles y activadores	28
22 Boceto del barco.....	31
23 Esquema general de conexión.....	40
24 Modelamiento estructural del bote.....	43
25 Análisis estático de la estructura de los paneles.....	45
26 Relación desplazamiento/ eslora en el eje de las abscisas	50
27 Ciclo de vida de una batería	67
28 Años de vida de una batería	68
29 Vida útil del motor eléctrico vs motor convencional.....	68
30 Relación potencia-costo de un motor eléctrico	69
31 Entrada de extranjeros al Ecuador 2022 – 2023.....	75
32 Movilidad fluvial en el Ecuador.....	76
33 Reciclaje de baterías.....	78
34 Análisis de dispersión de las medidas.....	81
35 Gráfico de caja y bigotes para medidas longitudinales del barco	82
36 Histograma de medidas longitudinales del barco.....	82
37 Gráfico de cuantiles de medidas longitudinales del barco	83
38 Probabilidad normal de las medidas longitudinales del barco	83
39 Norma mecánica IEC	86
40 Norma eléctrica IEC.....	87
A1.1 Motor eléctrico fuera de borda.....	95
A1.2 Panel solar monocristalino Eco-Green.....	95

A1.3 Breaker DC.....	96
A1.4 Cables de conexión.....	96
A1.5 Controlador Morningstar Prostar 40 MPPT	96
A1.6 Cargador de batería NOCO GEN4.....	97
A1.7 Batería victron energy	97
A1.8 Control de precisión de batería/ victron BMV 700	97
A1.9 Elevador hidráulico de motor fuera de borda.....	98

ÍNDICE DE ECUACIONES

ECUACIÓN NUM.	PAG
[2. 1] Irradiación Solar	23
[2. 2] Velocidad de carena	31
[2. 3] Resistencia al avance	31
[2. 4] Resistencia con velocidad máxima.....	31
[2. 5] Resistencia al avance con peso.....	32
[2. 6] Resistencia total.....	32
[2. 7] Potencia de la hélice	32
[2. 8] Potencia necesaria	32
[2. 9] Engría requerida.....	32
[2. 10] Energía total requerida	33
[2. 11] Pérdida de energía por el regulador.....	33
[2. 12] Pérdida de energía en los conductores.....	33
[2. 13] Corriente del sistema	33
[2. 14] Corriente del sistema corregida	34
[2. 15] Capacidad nominal del banco de baterías	34
[2. 16] Capacidad corregida del banco de baterías	34
[2. 17] Número de baterías en paralelo	34
[2. 18] Número de baterías en serie	34
[2. 19] Corriente pico del sistema	35
[2. 20] Número total de módulos	35
[2. 21] Número de paneles paralelo	35
[2. 22] Número de paneles consecutivo	35
[2. 23] Área de cada panel.....	35
[2. 24] Corriente de entrada del regulador	36
[2. 25] Corriente de salida del regulador.....	36
[2. 26] Eficiencia global del sistema	36
[3. 27] Deterioro en los conductores del estator	60
[3. 28] Factor de potencia.....	60
[3. 29] Corriente de línea	61
[3. 30] Deterioro en los conductores del rotor	61
[3. 31] Factor de carga	64
[3. 32] Número de días.....	64
[3. 33] Potencia por hora.....	64
[3. 34] Consumo de combustible	64
[3. 35] Hp por litro y hora	64
[3. 36] Ahorro de combustible	65
[3. 37] Emisiones de CO ₂	65

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO NUM.	PAG
1 Fichas técnicas.....	94
2 Vista Frontal- Lateral del barco	98
3 Vista posterior del barco	99
4 Vista Lateral del barco	99

CAPÍTULO I

1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

En esta sección se presentan los últimos progresos relacionados con los principios teóricos necesarios para comprender y justificar el proyecto en desarrollo, comenzando por las bases teóricas que sustentan las características de la energía fotovoltaica, las baterías utilizadas para este tipo de sistemas y conceptualización de términos técnicos que se utilizarán en el desarrollo del proyecto.

1.1. Objetivos

1.1.1 Objetivo General

Realizar el diseño y construcción de un prototipo de bote eléctrico a pequeña escala impulsado mediante la implementación de un sistema fotovoltaico.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Realizar el análisis bibliográfico comparativo de los sistemas de movilidad eléctrico fluvial con respecto al sistema mecánico.
- Realizar el diseño y construcción de prototipo de un bote eléctrico a pequeña escala.
- Realizar el análisis comparativo de rendimiento de un sistema real con el prototipo propuesto.

1.2. Justificación

El presente trabajo de investigación presentará una propuesta de diseño para un prototipo de bote eléctrico impulsado mediante la implementación de paneles solares como

principal fuente de alimentación esto con el fin de proporcionar una alternativa ecológica ante los sistemas de movilidad convencionales como lo son los motores de combustión interna o también denominados motores térmicos.

El M.C.I es el único sistema de impulso empleado en los entornos acuáticos en el Ecuador, al utilizar esta alternativa es posible que se derrame un gran número de litros de combustible y aceite en los diferentes canales fluviales que desembocan en los mares durante la maniobra y recarga de carburante (Guillermo Reyes & Varios, 2021). Todo esto presenta elevados costos de mantenimiento y combustible, además de que pone en riesgo la vida del medio ambiente, y el equilibrio biológico del lugar, afectando directamente a las personas.

Deliberando los artículos 15 y 413 de la Constitución de nuestro país Ecuador, establece que el gobierno impulsará, en los diferentes sectores que son el privado y público, la utilización de tecnologías renovables y amigables con el medio ambiente, De la misma manera, el apartado 27 del artículo 66 de la constitución, establece el derecho a la coexistencia en un medio ambiente saludable, equilibrado, en armonía y de libre de contaminación. En el supuesto de que la población elija la “tecnología verde”, la carta magna insta un impuso económico, tributarios y fiscales, según el artículo 283. No obstante, para poder atribuir a los mencionados impulsos económicos, la tecnología escogida debe regirse a ciertas condiciones.

Las cláusulas enumeradas en el artículo 282, y con las que rige la locomoción eléctrica son las siguientes; la disminución de emisiones que afectan al medio ambiente, la invención de nuevas tecnologías, la exclusión de materia prima tóxica. Al promover estas leyes, el proyecto busca generar una alternativa que cumpla las necesidades de movilidad para las

personas y de ser amigable con el ambiente, convirtiéndose en una opción viable para el desarrollo.

Tomando en cuenta que los sistemas de movilidad eléctrica poseen una mayor eficiencia, son amigables con el medio ambiente, no hacen ruido, disponen del torque y potencia necesaria para promover un transporte fluvial, el costo de mantenimiento es bajo o casi nulo al no tener fricción ya que posee pocas piezas en movimiento. Al utilizar una embarcación con movilidad eléctrica se debe estimar beneficios económicos, sociales y de impacto ambiental. Esta indagación mediante la construcción de un prototipo de bote eléctrico se dará a conocer la viabilidad en términos de rendimiento y el análisis comparativo con un sistema real.

1.3 Alcance

En el siguiente estudio de investigación se establecerá el esquema y construcción de un bote eléctrico utilizando varios materiales e implementos como software para el diseño y simulación, el cual permitirá conocer de forma visual la propuesta de su bosquejo, asimismo se podrá realizar un análisis comparativo entre el prototipo y un barco real que funcione con motor térmico.

Esta propuesta está enfocada a utilizar energías renovables como es el caso de los paneles solares, los cuales se escogerá dependiendo de las necesidades del sistema, y para almacenar la energía se implementará baterías recargables como fuente de auto consumo, la propulsión se la logrará mediante un motor eléctrico el cual brindará propulsión al bote.

El diseño del prototipo está basado en un sistema de propulsión que puede dirigir su propulsión girando en torno al eje de las abscisas X que posee (hélice), cuya ventaja permite el impulso de este sistema sin necesidad de tener ejes rígidos, por medio un sistema de propulsión eléctrico adaptado verticalmente al elemento de propulsión.

1.4 Antecedentes

A través de los años el automóvil fue una de las creaciones más destacadas para el desarrollo económico y social a nivel mundial, a finales del siglo XIX, específicamente en el año 1769 fueron realizados los primeros ensamblajes de un vehículo a vapor por Nicolas Cugnot, de igual forma en el año de 1815 el ingeniero Josef Bozek fabricó el primer automóvil con un sistema a motor que su impulso era por medio del aceite, asimismo en el año 1860 el ingeniero belga Etienne Lenoir registró el primer automotor mediante un sistema de combustión interna impulsado por gas de carbón, en 1883 el descubridor alemán Siegfried Marcus registró el sistema a motor M.C.I o mejor conocido como “motor de combustión interna” propulsado por combustible fósil (Lucendo, 2019), mediante estas investigaciones se ha logrado avances impresionantes en el ámbito automotriz.

La evolución y desarrollo que protagonizó el automóvil a combustión en las últimas décadas tomó el papel principal como el causante de la contaminación atmosférica, algunos de los efectos provocados a mediano y largo plazo fue el aumento de las temperaturas, ya sea la máxima o mínima, la cual ocasiona la disminución y el deterioro de la diversidad del medio ambiente del planeta, deterioro del terreno, contaminación de los lagos y mares, etc (IMPLAN, 2021). Los técnicos de la ONU que estudian el Cambio Climático, confirman que la crisis climática global avanza a pasos agigantados e incrementa, por lo que hace un llamado a todas las instituciones

financieras, públicas y privadas, que elijan proyectos y negocios encaminados a la economía verde, una alternativa para incentivar este cambio y elevar el desarrollo económico y tecnológico es el enfoque hacia la aplicación de energías renovables.

Durante el proceso de creación y construcción de motores a vapor y gasolina, algunos inventores trabajaron en el diseño de vehículos que poseen sistemas de propulsión eléctricos, ya que era un nuevo intento de tecnología verde y daba oportunidad a construir motores más pequeños, potentes y eficientes (Lucendo, 2019). En la década de los años de 1830, el inventor escocés Robert Anderson realizó el primer y rudimentario automóvil impulsado por medio de la electricidad, este descubrimiento presentaba ventajas propias al tener menos peso que su similar el sistema de vapor, sin contar que no generaba tanto ruido, su mayor desventaja era la corta duración de las baterías eléctricas las cuales impulsaban el motor eléctrico. Conjuntamente, estos eran prototipos de tamaño menor o locomotoras con un sistema por comprobar. En el año de 1859 el científico Gastón Planté invento la primera batería de plomo ácido la cual era recargable. En Estados Unidos y Francia al iniciar el siglo XX dio comienzo a la elaboración masiva de automóviles.

Nuestro país consciente del cambio climático y el incremento del costo del combustible ha optado por la comercialización de vehículos eléctricos o híbridos, donde 25 marcas expenden estos autos, por medio de la Asociación de Empresas Automotrices del Ecuador (AEADE, 2019), los vehículos híbridos han incrementado sus ventas en un 273% partiendo de 1.148 Uds en el año 2020 a 4.269 Uds en año 2021. Además, la Ley Orgánica de Desarrollo Económico y Sostenibilidad Fiscal suspende el tributo a los impuestos especiales (ICE) para los vehículos híbridos y eléctricos, debido a que existe gran demanda del consumo de esta tecnología y exonera el impuesto a los ICE. (FISCAL, 2021).

La matriz energética ecuatoriana está en transición hacia el uso de energías renovables principalmente la hidroelectricidad, en este país los encargados de la mejora de la energía verde son los que conforman el Ministerio de Electricidad y Energía Renovable que tiene como propósito fomentar el progreso en las nuevas energías renovables en el Ecuador. (Minas, 2019).

Dentro de la rama de la ingeniería automotriz se emplea el diseño, desarrollo y fabricación de varios tipos de vehículos terrestres y marítimos, aplicando técnicas de construcción basadas en combustión o la aplicación de energías limpias con es el uso de la energía fotovoltaica, en el departamento automotriz es una óptima opción para eliminar el alto consumo de gasoil, igualmente, brinda la ventaja de poder disminuir emisiones contaminantes. (Denton, 2020).

Por consiguiente, se comprende la obligación de construir un bote eléctrico impulsado por celdas fotovoltaicas a través de un motor eléctrico y un banco de baterías con el fin de remplazar el sistema convencional a gasolina.

1.5 Planteamiento del problema

La revista Ihobe Sociedad Pública de Gestión Ambiental (IHOBE S.A, 2020) expone una comparativa ambiental entre diferentes alternativas de vehículos a combustión, híbridos y eléctricos, dando a conocer que los motores tradicionales que son impulsados por gasoil (GLP)-(GNC) y los (HEV) o mejor conocidos como híbridos no enchufables poseen un mayor nivel de impacto ambiental ante los vehículos eléctricos.

Según datos informativos, un coche eléctrico promedio que transita 15.000 kilómetros por año en España emite 111 g CO₂ eq./km tomando en cuenta su periodo de vida, de igual forma un

vehículo diésel emana 240, y uno de gasolina emite 274 g CO₂ eq./km, dando lugar a la propulsión de vehículos mediante combustibles fósiles más nociva para el medio ambiente.

1.6 Situación Actual

En el año 2015, delegados de la CEPAL, juntamente con el MTOP y la empresa CNEL Sucumbíos durante el periodo de tres días realizaron ensayos en los asentamientos de Mushuk Kallarí ,Nuevo Sinaí, Puerto Rodríguez , Buen Samaritano, Bajo Rodríguez, y Tres Fronteras por todo el río putumayo con la presencia de los gobernantes de las comunidades implicadas y presidente de la Parroquia del GAD Puerto Rodríguez (CEPAL, 2017). Se logró obtener resultados exitosos del prestación de transporte mediante los botes eléctricos. El incentivo de este proyecto surgió debido a la escasez de integrar de la electrificación por parte de los sistemas fotovoltaicos solares en esta parte del país.

Por otro lado, en Guayaquil existe el servicio de paseo con botes ecológicos o eléctricos que garantizan la no emisión de carbono, los mismos tienen una autonomía de ocho horas diarias aportando a la reactivación económica del sector y promoviendo el turismo mediante esta novedosa tecnología de botes eléctricos. (Turismo Ecuador, 2022)

En la provincia de Imbabura-Ibarra este es el primero proyecto cuya iniciativa es construir un barco con sistema fotovoltaico con el fin de evaluar parámetros eléctricos aptos en el entorno.

1.7 Energía Fotovoltaica

Esta posee un origen de energía renovable la cual se obtiene por medio de los rayos solares, esto se logra por medio de paneles fotovoltaicos y fotocélulas los cuales ayudan a generar una diferencia de potencial o voltaje entre dos materiales que produce una corriente

eléctrica por medio del uso de los inversores que tiene el sistema para redes de repartimiento y consumo. Este tipo de energía renovable es interminable para la sociedad, y tiene un efecto tremendo en la conservación del ambiente gracias a la capacidad de regenerarse con sus propios recursos que permite obtener electricidad sin ningún tipo de combustible, el cual genera emisiones contaminantes y por ende es dañino para el medio ambiente y la atmosfera.

La tecnología fotovoltaica es una nueva ciencia aplicada que se utiliza para generar corriente eléctrica continua, medida en (W) o (kW) por medio de instrumentos semiconductores cuando su iluminación es mediante fotones solares irradiado a lo largo del día. La irradiación por parte del sol se dirige directamente una celda solar que tiene la función de una batería junto con el panel fotovoltaico que genera una diferencia de potencial.

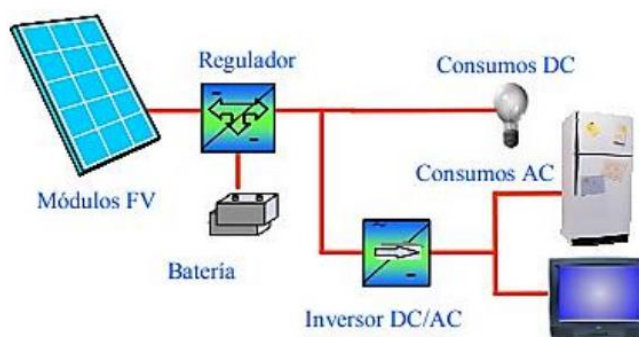


Figura 1: Estructura de un sistema fotovoltaico autónomo.
Fuente: (Pelález Samaniego & Espinoza Abad, 2015)

Algunas recomendaciones enfatizan que en todos los sistemas que utilizan paneles de estructura fotovoltaica, al estar estos conectados a la malla eléctrica, el consumidor obtiene la energía de la malla cuando el clima impida la carga de dichos paneles ya sea en días con ausencia de irradiación o en la noche, también pueden ser apartada eliminando la conexión a la malla eléctrica pero obteniendo cualquier tipo de almacenamiento de energía como lo son las baterías, las cuales ayudaran a proporcionar de corriente a la red cuando los recursos solares sean nulos.



Figura 2: Paneles Integrados

Fuente: (Carreras, 2019)

1.7.1 Los paneles fotovoltaicos

Un panel fotovoltaico tiene por un conjunto de celdas los cuales se encargan de producir energía a partir de los rayos solares que incurre encima de ellas. Cada celda solar se clasifica de acuerdo con un estándar de potencia llamado pico de potencia, que a la potencia máxima potencia que proporciona el módulo en situaciones estándar, es decir, una difusión de 1000 W/m² y una temperatura de la celda de 25 °C. Todos los sistemas solares tienen como base de construcción un material muy común en la Tierra: Silicio, que se obtiene de la arena.

Policristalinos y monocristalinos son los paneles solares más empleados, que consisten en partes de un solo cristal de silicio, debido a su alta durabilidad y usabilidad en el entorno circundante.

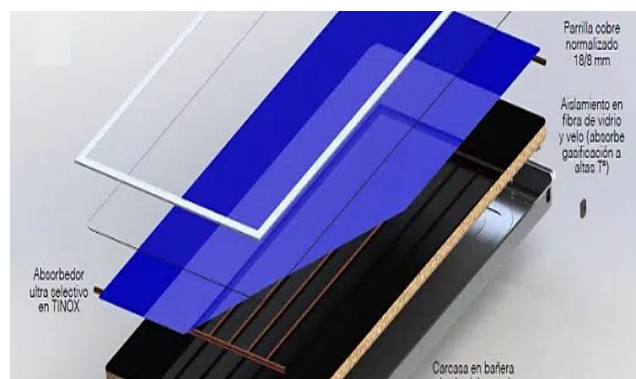


Figura 3: Partes que componen a un panel solar

Fuente: (GREENHEIS, 2016)

1.7.2 Clasificación de los paneles según su contextura física

Conforme la organización estructural del material, estos se pueden clasificar como paneles fotovoltaicos rígidos y paneles flexibles.



Figura 4: Panel Rígido.

Fuente: (Monsolar, s.f.)

La diferencia más notoria de los paneles flexibles es la capacidad de doblarse o enrollarse facilitando su traslado y maniobrabilidad al momento de colocarlos en zonas de difícil acceso, asimismo este tipo de paneles son más costosos que los convencionales.



Fuente: (Uni-Solar, s.f.)

Figura 5: Panel Flexible.

1.8 Bancos de baterías

Los depósitos de energía, o también llamadas baterías, son estructuras capaces de almacenar energía. En los mecanismos fotovoltaicos independientes y autónomos, tienen varias ocupaciones, se utilizan especialmente para acumular electricidad y generar energía en

la noche cuando no hay posibilidad de obtener energía solar, por lo que la carga durante la radiación solar baja para de esta manera estabilizar el voltaje de todo el sistema y aspirar los transitorios.

1.8.1 Batería de ciclo bajo

Este tipo de baterías están estructuradas para proporcionar energía durante un tiempo corto y aguantar una pequeña sobrecarga sin disminuir su capacidad de electrolitos. No obstante, estas baterías no admiten descargas profundas. Si por algún motivo se llegan a descargar repetidamente por debajo del 20%, su vida útil se acorta considerablemente.

1.8.2 Baterías de ciclo profundo

Este tipo de baterías están creadas para descargarse máximo un 80% repetidamente. Esta ventaja las convierte en una excelente opción para los sistemas fotovoltaicos.

1.8.3 Características para tener en cuenta de una batería solar

- **Capacidad:** Cantidad de energía en (Ah) que se extrae de la batería completamente descargada cuando está completamente cargada.
- **Eficiencia de carga:** Compatibilidad que se posee entre la energía utilizada para suministrar la batería y la energía real acumulada.
- **Autodescarga:** Fenómeno que sufre un acumulador eléctrico, cuando no está en operación tiende a disminuir su carga.
- **Profundidad de descarga:** Cuantía de electricidad que se alcanza en el periodo descarga después de haber estado en carga total.

1.8.4 Tipo de baterías

Generalmente los acumuladores de energía se dividen según su de tecnología de producción y el electrolito utilizado. Debido a la relación precio - energía disponible, las más utilizadas en los sistemas fotovoltaico son las de plomo - ácido. Su eficiencia está entre el 85 y el 95%, frente al 65% del Ni - Cad.

- **Baterías de ácido – plomo para aplicaciones solares:** La mayoría de plomo - ácido se deteriorarán de manera prematura si no se cargan por completo después de cada ciclo.



Figura 6: Batería de ácido

Fuente: (Renobattery, s.f.)

- **Batería líquidas- electrolito líquido:** Esto tipo de batería son las más utilizadas y se pueden clasificar en baterías de forma abierta, las cuales permiten el cambio de agua por medio de tapas y las baterías selladas, las cuales son compactas y llevan consigo válvulas para la expulsión de gases cuando está expuesta a cargas excesivas.



Figura 7: Batería Líquida.

Fuente: (Damia Solar, 2016)

- **Batería integrada en el motor eléctrico fuera de borda:** Son baterías que se pueden integrar en el motor fuera de borda. Usualmente buena parte de estos almacenadores son de plomo - ácido, pero en los sistemas fueraborda estas son de iones de litio.



Figura 8: Batería Integrada en motor fuera de borda.

Fuente: (Torqueedo, s.f.)

1.9 Controlador o Regulador de carga

El controlador de carga es un elemento electrónico ubicado en el medio del sistema fotovoltaicos y los paquetes de baterías cuya función es controlar la corriente de carga del módulo al acumulador y la corriente de descarga del acumulador al consumidor. Si la batería ya está cargada, el regulador corta la corriente del módulo, y si la batería ha llegado al nivel máximo de descarga, el regulador desconecta la electricidad que fluye desde la batería hasta la unidad de consumo.



Figura 9: Regulador o Controlador de carga

Fuente: (Rodriguez, 2022)

1.10 Inversor

Es un dispositivo electrónico que convierte 12 o 24 voltios CC de la batería a 110 o 220 voltios CA con una eficiencia de hasta el 85% - 92%.



Figura 10: Inversor Fotovoltaico.

Fuente: (areatecnologia.com, 2019)

Los inversores son los administradores principales de convertir la electricidad obtenida del fenómeno solar en un formato de corriente continua o alterna, adecuándola a las circunstancias especiales solicitadas o necesarias de la carga insertada en la red. Se caracterizan principalmente por su voltaje de entrada, lo que aumenta el consumo de energía cuando se combinan.

1.11 Cableado de Inter Conexión

Se encarga de conectar el panel solar con materiales de calidad para asegurar su durabilidad y confiabilidad del sistema al aire libre y ambientes húmedos, donde se instalan los llamados diodos de derivación, los cuales son conectados en paralelo con los paneles solares de forma propia que proporciona el camino a seguir de la corriente eléctrica si presentar problemas en caso de estar el circuito abierto o haber alguna avería a lo largo del circuito.



Figura 11: Cable Fotovoltaico Solar.

Fuente: (sOlar, s.f.)

1.12 Motor Eléctrico

Un motor de CC consta de dos elementos importantes: el estator, donde los polos magnéticos se encuentran dentro del interior de hierro; y el rotor, que es la parte rotacional del sistema que consta de un interior de hierro o acero al silicio, al que llega la electricidad a través de las escobillas, que son mecanismos de grafito cargados por espirales, presionando sobre el interior, que crean una relación eléctrica necesaria para la operación del rotor. Los sistemas fuera de borda operan de una manera completamente distinta, crean una región magnética sin poseer relación contacto alguno, lo realizan por medio de electrónica integrada y cambian de paralelismo aproximadamente 35.000 p/s.



Figura 12: Motor fuera de borda eléctrico

Fuente: (Panorama, 2015)

Los motores de propulsión que utilizan electricidad solar renovable tienen a bordo un proceso de producción de electricidad diferente porque siempre están expuestos a la radiación solar a través de paneles solares para que las baterías de sus celdas puedan cargarse con la energía formada. Es decir, la electricidad solar, o panel fotovoltaico, funciona como un suministrador de energía que, habiendo llegado a las celdas, las acumula en forma de un compartimiento de carga eléctrica para controlar la velocidad de sus ejes de tensión de alimentación en constante cambio que asegura un funcionamiento independiente y eficiente del sistema eléctrico.

1.12.1 Ventajas y desventajas de un motor eléctrico en operaciones marítimas

La ventaja es que los sistemas eléctricos de las embarcaciones son menos ruidosos, con un costo de mantenimiento cero, además que son afables con su entorno, y la forma de su operación es fácil en equiparación con el sistema de combustión interna.

La principal desventaja es que se posee menos independencia y en algunas oportunidades producen menos torsión en comparándolo con un sistema a combustión, en algunos casos donde son alimentados por baterías, su tiempo de carga es excesivamente largo, claro está que esto depende directamente de la velocidad y capacidad de la fuente de energía en la que se le vaya a cargar.



Figura 13: Motor mercury fuera de borda

Fuente: (Nautica, 2023)

1.13 Lanchas Solares

La electricidad solar posee un origen renovable que se obtiene por medio de la radiación que producen los rayos solares. Desde hace mucho tiempo, las personas lo han utilizado para realizar diversas funciones con la ayuda de tecnologías desarrolladas a lo largo de los años se ha creado nuevas tendencias y aparatos electrónicos, por lo tanto, los barcos solares pueden considerarse para obtener electricidad solar a partir de la radiación solar.



Figura 14: Lancha solar

Fuente: (Ecuavisa, 2014)

CAPÍTULO II

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Diseño de propulsión del sistema eléctrico

2.1.1. Concepto General

El tipo de estudio que tratará el procedimiento fotovoltaico en esta investigación, se toma en consideración como un modelo independiente o apartado, es así que convierte la energía solar en diferencia de potencial que alimenta una batería de uso continuo, para el uso según su necesidad, por lo que no necesita estar enchufado para funcionar.

2.1.2. Sistema de Propulsión Eléctrico (EPS)

En varias topologías encontradas en diferentes estudios se considera al convertidor de voltaje como parte de este, pero en este proyecto el sistema de empuje se ubica de forma directa en el controlador de suministro de energía, el motivo es porque los sistemas eléctricos se ejecutan con un voltaje directo.

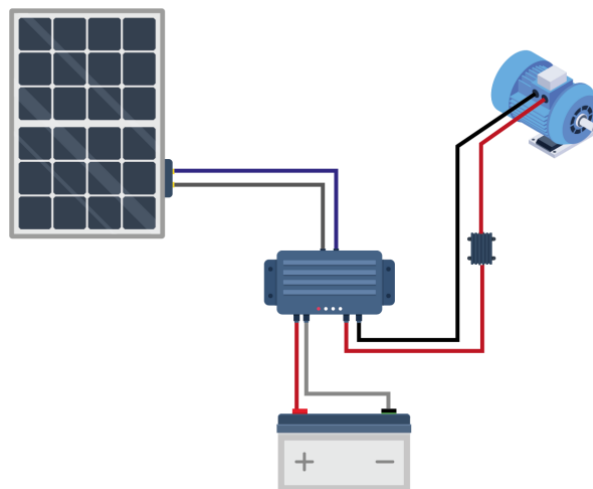


Figura 15: Tipología TPS
Fuente: (León, 2022)

2.1.3. Panel de Celdas fotovoltaicas

Es el componente que se encarga de convertir la radiación solar a energía eléctrica. La sección fotovoltaica se construyen a partir de varias celdas solares interconectadas que producen electricidad utilizando la electricidad solar provocada por la energía solar (fotones) creando un suministro positivo y negativo en los semiconductores contiguos de diferente clase, instituyendo una área eléctrica que genera una corriente.



Figura 16: Panel Solar

Fuente: (León, 2022)

Su voltaje de salida puede variar de 6 a 36 voltios DC, todo dependiendo del suministro máximo que posee EPS. Dependiendo del área del panel, se puede tener un cuadro protector de aluminio, que juntamente se utiliza para asegurarlo y conectar su bloque de terminales con cables al controlador de carga del sistema.

2.1.4. Baterías

Las baterías también se conocen como acumuladores de energía y son una fragmento fundamental del sistema en la fase de almacenamiento de energía de la producción, dado que los sistemas fotovoltaicos no podrían producir el mismo voltaje durante las 24H, especialmente

debido a componentes climáticos que provocan alteraciones bruscas en la entrega o almacenamiento de energía. Para seleccionar unas baterías para un sistema EPS, se debe basar en la tecnología que se vaya a utilizar además del voltaje y capacidad de acumulación de energía.

- Capacidad: En el medio los acumuladores más empleadas tienen un rango a partir los 10 Ah hasta los 250 Ah. El voltaje del acumulador es directamente proporcional al voltaje que entregue el regulador.
- Profundidad de descarga: Es el tanto por ciento que se puede descargar del acumulador con relación de la capacidad total que posee la batería.

2.1.5. Reguladores

Debe haber un punto de ajuste entre producción y reserva de energía, porque el panel solar no proporciona un voltaje constante, primero porque no tiene un mecanismo para realizar esta operación, y como punto secundario, el cambio en las diferentes situaciones climáticas afectan de primera mano al voltaje.



Figura 17: Regulador de carga

Fuente: (León, 2022)

El regulador desempeña un papel significativo en la convicción del EPS, debido a que interviene en particularidades importantes como:

- Inspección en el empleo la energía integral que se ha generado.
- Evade los cortocircuitos por energías que pueden emanar en sentido inverso alcanzando al sistema fotovoltaico y de esta forma dañarlo.
- Inspecciona el suministro de carga y descarga de la acumulador y cuida el ciclo de vida evitando sobrecargas o ciclos de descarga profunda.

Al elegir un controlador, se debe considerar que hay dos grupos de controladores, (PWM) y (MPPT). PWM trabaja con un voltaje de ingreso promedio consolidado, mientras que MPPT busca su límite máximo de potencia, es por ello que dependiendo del voltaje de ingreso, la intensidad se ajusta para equilibrar la potencia de funcionamiento. Las consideraciones en una instalación fotovoltaica son:

- Voltaje de ingreso: El voltaje del suministro no debe sobrepasar este valor.
- Corriente conceptual: La energía no debe exceder este voltaje.
- Potencia máxima de entrada: Es la fuente que se puede constatar mediante el tiempo.
- Eficiencia: es el tanto por ciento de energía que va desde el ingreso al resto del equipo (baterías, inversores o carga).

2.1.6. Propulsión

La fuerza motriz de EPS puede considerarse la carga del suministro, es decir, el instrumento que utiliza la fuente producida por el sistema fotovoltaico y la energía acumulada en las baterías. Los tipos más comunes de motores eléctricos para embarcaciones en el mercado son los "motores

fuera de borda" que se montan detrás de la embarcación conectado a un interruptor que permite encender o apagar el paso de corriente para habilitar el sistema o viceversa.

Otras consideraciones que no se debe dejar pasar a la hora de incluir un motor son las siguientes:

- Tipo de embarcación que se transporta: la masa y el tamaño son importantes para que el motor mueva y dirija la embarcación.
- Tipo de medio: Hay una discrepancia entre los sistemas de agua salada y dulce, dependiendo si el medio es pedregoso, la armadura puede ser de plástico o metal.
- Voltaje disponible: Un claro ejemplo son los motores que se utilizan en los denominados kayak los cuales funcionan con baterías pequeñas de 12 voltios, por otro lado, los botes más grandes generalmente deben incluir baterías de 24 voltios.



Figura 18: Motor Fuera de borda Torqeedo

Fuente: (León, 2022)

2.2. Consideraciones de la energía solar

Uno de los factores principales para que todo este conjunto de elementos funcione es el sol, el cual es capaz de entregar alrededor de 5000 veces más energía de la que todo el mundo puede

consumir a lo largo de un año, dicho esto la radiación del sol es un tipo de energía asombrosa pero que aún no se la aprovecha de manera correcta.

2.2.1 Radiación Solar

Se define como la fuente energética se obtiene mediante el sol y puede llegar de forma indirecta o directa a través de ondas.

Existen algunos factores de la posición o factores climatológicos que pueden afectar a la radiación directa y por ende generan distorsión al momento de penetrar las ondas hacia la corteza de la tierra.

A continuación, se menciona algunos factores:

- Contaminación de la atmosfera
- Humedad relativa
- Nubosidad

2.2.2 Irradiancia Solar

Es la que describe la cantidad de energía o a su vez la potencia que recae sobre una determinada área.

$$I = \frac{P_{inc}}{A} \quad [2. 1]$$

En donde:

- I es Irradiancia
- P_{inc} es Potencia incidente
- A es Superficie de incidencia

La radiación solar al momento que entra a la atmosfera es de alrededor de 1000 w/m²; sin contar que en todo el recorrido que realizo pierde alrededor de un 26% de potencia. Bajo este análisis se concluye que la irradiancia es menor en el eje X, y en el Y es mucho mayor ya que recae en toda la superficie, esto se da principalmente en las horas del mediodía.

2.2.3 Irradiación Solar

La radiación solar analiza la cuantía que recibe de energía en el área en función de la duración del tiempo, significa que hay menos o ninguna radiación al amanecer y al anochecer.

Desde el punto de vista de la operación del EPS, es fundamental saber sobre la actuación con respecto de la radiación del sol en las 24 horas que posee el día.

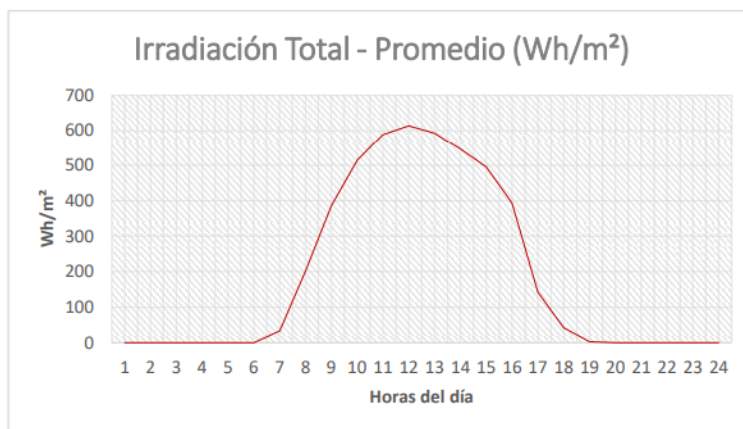


Figura 19: Irradiación total promedio

Fuente: (León, 2022)

2.2.4 Instalación de Panel Solar

La colocación del sistema fotovoltaico está estrechamente relacionada con el actuación del sol, con los datos proporcionados del sol podemos utilizar factores como la orientación o inclinación.

Montar un sistema fotovoltaico en un coche elimina el emplazamiento debido a su continua circulación por las diferentes coordenadas, un inconveniente en los mecanismos solares fijos compuestos principalmente por paneles, debido a que la trayectoria en cualquier momento entra en conflicto con la radiación solar inclinada. , es decir, el sistema pierde potencia durante las horas en que la energía solar está en el eje X (horas de salida o puesta del sol, teniendo en cuenta la variable de la posición contraria del vehículo).

2.2.4.1 Inclinación del panel solar

Varias imágenes muestran que el ángulo ideal de instalación ideal es 0° , pero los elementos de construcción y sostenimiento pueden forzar o solicitar que el ángulo sea diferente de 0° .

2.2.4 Análisis de sombras

Se debe realizar un análisis de sombras en el sistema de vivienda para que los elementos ambientales no logren crear opacidad momentáneas como resultado de la circulación del sol. El análisis de sombras no es adecuado para el EPS de este trabajo porque el modelo se puede utilizar en diferentes zonas de agua que se pueden considerar después de definir el lugar de uso, por ejemplo, abundante vegetación que impide la entrada de cuerpos de agua. Los mayores riesgos son la energía solar o las grandes altitudes que ensombrecen la ubicación del barco.

2.3 Funcionamiento Teórico del panel solar

Para entender mejor el funcionamiento fotovoltaico de los paneles solares se hace necesario saber su comportamiento mediante diferentes condiciones de irradiancia, temperatura, intensidad, etc.

2.3.1. Curva de I-V respecto a la Temperatura

La topografía en la que se colocara el sistema fotovoltaico es fundamental puesto que este afectara especialmente al voltaje, ya que los paneles solares son directamente proporcionales a la climatología de cada sector, por lo tanto en un ambiente frío y de poca luz solar no es recomendable la utilización de esta tecnología, además que provoca una importante disminución de eficiencia de energía. El ambiente despejado es el idóneo para que este elemento funcione de la manera correcta y pueda utilizar toda su capacidad. En el gráfico se logra observar claramente la diferenciación del voltaje en relación a la temperatura, la cual debería estar en alrededor de 25 °C para considerarse que está en funcionamiento normal.

2.3.2. Curva de I-V respecto a la Irradiancia

Saber el modo de actuar del sistema fotovoltaico con la información conseguida del área de aplicación de EPS es muy importante, ya que puede servir para demostrar el rendimiento teórico del sistema frente a las fluctuaciones de radiación, por lo general los constructores ejecutan ensayos a una temperatura óptima inspeccionada de 25°C con varias fluctuaciones de radiación, lo que resulta en diferentes curvas características.

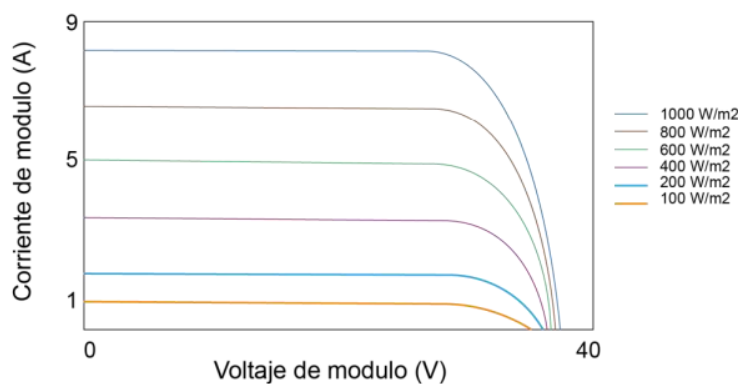


Figura 20: Curva V-I, respecto a la irradiancia

Fuente: (León, 2022)

2.4 Funcionamiento teórico del regulador de carga MPPT

La tecnología denominada MPPT es la que le permite extraer la máxima potencia al panel solar, adecuando el cálculo eléctrico a la que funciona el módulo. Debido que la elaboración del panel EPS no es lineal, en la curva existe un punto máximo de energía la cual es rastreada por un regulador MPPT y de esta forma extraer la máxima potencia para cargar la batería.

2.4.1. Carga a Intensidad máxima

Básicamente, este es el primer paso, donde el controlador como comparador reconoce que la batería se está cargando por debajo de cierto límite, tan pronto como las baterías tienen un número de presuministro de precarga, pasa a la siguiente etapa.

2.4.2. Carga en absorción

Esta es la etapa donde las baterías han superado el número de presuministro y reducen gradualmente el voltaje de carga hasta que los acumuladores alcanzan los 100 grados dentro del EPS.

2.4.3. Carga en flotación

Como última fase del desarrollo de suministro controlado por el controlador, donde el voltaje de suministro muy bajo, se evita la descarga automática y la carga de la batería es siempre del 100%.

2.5 Funcionamiento teórico de los acumuladores

- Posee una rápida carga
- Sulfatación baja

- Rendimiento optimo a temperaturas bajas
- En estado de carga se suprime el estado de ecualización
- Su ciclo de vida es alrededor de 6 años

Mediante el pasar de los años aparecen efectos colaterales que afectan al correcto funcionamiento de los acumuladores y pueden disminuir drásticamente el ciclo de vida de éstos. Mediante el número de carga y descarga se puede ver comprometida la vida útil de la batería. Otro factor muy importante que se debe considerar es la temperatura y los lugares de almacenamiento, pues en malas condiciones afecta a la vida útil del componente.

2.6 Consideraciones de seguridad

La seguridad es un agente significativo para considerar durante la instauración, ya que al no hacerlo se corre el riesgo con la vida de quienes usan EPS. En esta obra, los elementos están ubicados en un soporte fluctuante, por lo que se deben certificar los puntos clave.



Figura 21: Caja de fusibles y activadores

Fuente: (León, 2022)

- Los motores tengan autentificación IP.
- Cableado apropiadamente protegido.

- Uniones no toleradas.
- Almacenadores de energía adecuadamente establecidas.
- El controlador MPPT, debe conectarse a las baterías primero y luego al panel solar.
- Todos los elementos deben poseer su propio enlace negativo independiente.
- Utilización de elementos de seguridad y fusibles en las fases del sistema.
- Distribución correcta de señalética.

Todas estas variables tienen que coincidir con la delineación de este ejemplar funcional, para que los usuarios no generen problemas o no manejen adecuadamente los componentes que componen la EPS.

Finalmente, se debe asegurar la colocación del EPS, tomando en cuenta que cualquier tipo de rectificación a lo largo de la navegación es una circunstancia compleja y peligrosa, es por ello que los ensayos en tierra precedentemente de poner el prototipo a flote ayudan a identificar desviaciones que permitan detectar y solucionar el problema. de una manera inteligente y conveniente.

2.7 Metodología y diseño de forma

En el siguiente apartado se definirá la metodología a utilizar y el diseño final del prototipo. Basándose en cálculos y simulaciones los cuales servirán de guía para la finalización y correcto funcionamiento del prototipo propuesto.

2.7.1 Factores de diseño

Este apartado incluye:

- Potencia del motor.
- Corriente y voltaje del sistema.
- Diámetro y paso de la hélice.
- Energía solar disponible.
- Peso total de la embarcación.

2.8 Cálculos de rendimiento y potencia

2.8.1 Cálculo la velocidad de carena (V)

Antes de realizar los respectivos cálculos, se hace un acercamiento del peso total que llevará el bote en relación con el peso del sistema.

Tabla 1: Estimación de carga total a desplazar

Descripción	Peso (lbs)
Individuos	650
Bote	400
Motor	85
Agregados	80
Paneles	100
Acumuladores	400
Total	1715

Para la simulación correspondiente, inicialmente se diseña el casco según modelos similares a fibras artesanales, y luego se realizan cambios al modelo según sea pertinente.

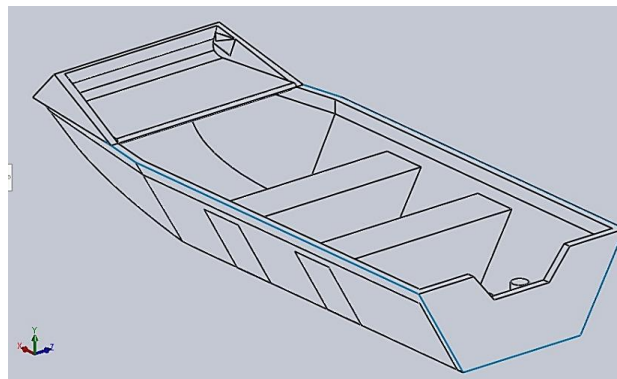


Figura 22: Boceto del barco
Fuente: Autores

Se le denomina carena al área sumergida del bote, donde se utilizan los siguientes términos de la **Ecuación 1.2** para su desarrollo.

$$V = R * \sqrt{E_f} \quad [2. 2]$$

- **E_f** : Es la eslora de flotación (en metros)
- **V**: Es la velocidad de carena (en nudos)
- **R**: Es una constante que representa el “grado de velocidad”. Para un bote equipo de desplazamiento sería 1.34-2.4. En otros casos, en barcos más ligeros y con trazos más finos podría ser 2,8.

2.8.2 Cálculo la resistencia al avance

La resistencia total al movimiento de avance es de 30 - 40 daN (decanewtons: es decir, igual a 10 newtons y aproximadamente 1 kg de fuerza) por tonelada de inmersión cuando el casco está limpio.

$$\frac{D}{\left(\frac{E_f}{100}\right)^3} \quad [2. 3]$$

- **D**: El desplazamiento en toneladas.
- **E_f** : Es la eslora de flotación (en metros)

Con velocidad máxima V en nudos y R constante, tenemos:

$$\text{Resistencia} = daN/t \quad [2. 4]$$

La resistencia se obtiene en función de la velocidad (R) determinada por el sistema, ya que para cada valor de R se obtiene una resistencia.

Teniendo D en Toneladas obtenemos:

$$Res = (Resistencia) * D \quad [2.5]$$

2.8.3 Cálculo de la potencia del motor

Si la resistencia corresponde a condiciones de aguas tranquilas, se suele tomar una reserva del 25%, o según las condiciones de uso, este valor de reserva puede variar.

$$Res_t = Res * 1.25 \quad [2.6]$$

Una vez que se dispone del cálculo de la fuerza final de resistencia de la embarcación en determinadas condiciones, se estima la potencia requerida, para lo cual se debe calcular la potencia de la hélice, la cual viene dada por la siguiente ecuación.

$$P_h = Res_t * V * 0.005 \quad [2.7]$$

Posteriormente se calcula la potencia necesaria en el eje, con esta indicación se calcula la potencia necesaria en el eje P_e .

$$P = \frac{P_h}{0.75} \quad [2.8]$$

2.8.4 Cálculo de la energía requerida en las baterías

Para obtener la energía necesaria para el sistema, se relacionan los siguientes términos expresados en la siguiente fórmula.

$$E = P_{mot} * h * C \quad [2.9]$$

- P_{mot} : Es la potencia final requerida por el motor
- h : Es el tiempo de Navegación (horas)
- C : Es la capacidad del motor C (%)
- E : Es la energía requerida por del sistema (KWh)

También se deben tener en cuenta las pérdidas de autoconsumo del controlador y las pérdidas del cable.

Pérdidas diarias de energía provocadas por autoconsumo del controlador, caídas de tensión, sobrecalentamiento, etc.

$$E_{ts} = E + P_{\rho R} + P_{\rho C} \quad [2. 10]$$

$$P_{\rho R} = E * 0.03 \quad [2. 11]$$

$$P_{\rho C} = E * 0.015 \quad [2. 12]$$

- E_{ts} : Es la energía total requerida por el sistema (KWh/día)
- $P_{\rho R}$: Es la pérdida de energía por el regulador
- $P_{\rho C}$: Es la pérdida de energía en los conductores

2.8.5 Dimensionamiento del banco de baterías

En este caso, es necesario saber cuál es la capacidad de la memoria en amperios-hora (A-h), porque la capacidad de las baterías está dada en esta unidad. Una vez que hemos declarado la capacidad en kilovatios hora/día, tenemos que convertirla a A/h simplemente dividiendo los kWh/día por la tensión nominal requerida del sistema.

$$I_s = \frac{E_{ts}}{V_n} \quad [2. 13]$$

- I_s : Es la corriente del sistema (A-h)
- V_n : Es el voltaje nominal del sistema (V)

Se utiliza un factor de seguridad que tiene en cuenta las pérdidas debidas a la suciedad, el envejecimiento y las pérdidas de la batería. Un valor típico es 1,2 (20%).

$$I_{sc} = I_s * 1.2 \quad [2.14]$$

- I_{sc} : Es la corriente del sistema corregida (A-h)

Entonces uno debe asumir los días de autonomía, es decir. suponiendo que las baterías no estén cargadas durante estos días. Generalmente se aplica en un sistema de energía solar dentro de 3 a 5 días dependiendo de las condiciones climáticas.

$$I_{cnb} = I_{sc} * D_a \quad [2.15]$$

- I_{cnb} : Es la capacidad nominal del banco de baterías (A-h)
- D_a : Días de autonomía del Sistema

Para saber cuánta energía se necesita para las baterías, se debe considerar la profundidad de descarga de acuerdo con la batería elegida para el sistema. Los valores típicos de descarga para este tipo de batería son los siguientes: 60% baterías de plomo-ácido y 100% de descarga se puede lograr con baterías de litio.

$$I_{cbb} = \frac{I_{cnb}}{P_d} \quad [2.16]$$

- P_d : Es la profundidad de descarga de la batería
- I_{cbb} : Es la capacidad corregida del banco de baterías

Finalmente, el cálculo del número de baterías necesarias se obtiene:

$$N_p = \frac{I_{cbb}}{I_{nb}} \quad [2.17]$$

$$N_s = \frac{V_n}{V_{nb}} \quad [2.18]$$

- I_{nb} : Es la corriente nominal de la batería (A-h)
- V_{nb} : Es el voltaje nominal de la batería (V)
- N_p : Es el número de baterías en paralelo
- N_s : Es el número de baterías en serie
- N : Es el número de baterías requerido por el sistema, multiplicando N_s y N_p

2.8.6 Cálculo del sistema fotovoltaico

Una vez obtenida la corriente del sistema corregida (A-h) I_{sc} calculamos la corriente del panel necesario I_0 .

$$I_0 = \frac{I_{sc}}{\bar{n}} \quad [2. 19]$$

- I_0 : Es la corriente pico del sistema (A-h)

Determinación del número total de módulos K. El valor de K suele variar según el factor de efecto global, oscilando entre 0,65 y 0,90.

$$K = \frac{M * N}{f g_p} \quad [2. 20]$$

El número de paneles consecutivos N y el número de paneles paralelos M se dan en función de:

$$M = \frac{I_0}{I_m} \quad [2. 22]$$

$$N = \frac{V_n}{V_m} \quad [2. 21]$$

- I_m : Es la corriente máxima del tipo de panel seleccionado (A)
- V_m : Es el voltaje máximo del tipo de panel seleccionado V
- $f g_p$: Es el factor global de funcionamiento del conjunto de paneles solares

Una vez que se tenga estos valores, finalmente se puede calcular el área que deben ocupar los paneles solares.

$$A = K * A_m \quad [2. 23]$$

- A_m : Es el área de cada panel seleccionado para el sistema

2.8.7 Cálculo de la corriente de entrada del regulador

Para calcular la corriente de entrada se relacionan los siguientes términos:

$$I_{eR} = 1.25 * I_{ccMOD} * M \quad [2. 24]$$

- I_{eR} : Es la corriente de entrada del regulador
- I_{ccMOD} : Es la corriente de cortocircuito del módulo fotovoltaico
- M : Es el número de paneles conectados en paralelo

2.8.9 Cálculo de la corriente de la salida del regulador

Para calcular la corriente de entrada se relacionan:

$$I_{sR} = \frac{1.25 * P_{mot}}{V_n} \quad [2. 25]$$

- I_{sR} : Es la corriente de salida del regulador
- P_{mot} : Es la potencia final necesaria por el motor
- V_n : Es el voltaje nominal del sistema

2.8.10 Cálculo del rendimiento del sistema

La eficiencia global del sistema se obtiene comparando todos los valores efectivos de los diferentes elementos del sistema



$$\eta_T = (\eta_{hélice} * \eta_{motor} * \eta_{conducción} * \eta_{batería}) + (\eta_{regulador} * \eta_{conducción} * \eta_{panel solar}) \quad [2. 26]$$

Es importante realizar este cálculo ya que engloba todo el sistema fotovoltaico y permite tener una clara idea de los diferentes factores que podrían incidir en el óptimo rendimiento de todo el conjunto.

2.9 Componentes del sistema de propulsión

En la siguiente tabla se detallan los principales componentes eléctricos de propulsión que serán utilizados en la implementación del bote, asimismo se detalla las características de cada uno de ellos.

Tabla 2: Elementos del sistema de propulsión

Componente	Descripción	Imagen
Motor Eléctrico	Motor eléctrico de 8.400 W de potencia de entrada, motor eléctrico brushless PMAC y cuenta con refrigeración por agua.	
Elevador hidráulico del motor fuera de borda	El soporte viene con un relé eléctrico y un interruptor de 2 botones	

2.10 Componentes eléctricos

En la siguiente tabla se detallan los principales componentes eléctricos que serán utilizados en la implementación del bote, asimismo se detalla las características de cada uno de ellos. En nuestro caso se utilizará al menos dos paneles solares rígidos los cuales son necesarios para la carga de las 4 baterías que se debe implementar en el sistema. También se utilizará un controlador de energía el cual es indispensable al momento de evitar sobrecargas que pueden causar daños irreparables tanto a los paneles solares como a las baterías.

Tabla 3: Elementos del sistema eléctrico




Componentes	Descripción	Imagen
Paneles solares	Panel solar Monocristalino ECO-Green ENERGY 380-400 W /24 VDC	
Battery connection kit	Diseñados para la conexión entre el motor fuera de borda de 20hp y las baterías	
Battery monitor / Victron BMV 700	Calcula los amperios-hora consumidos y el estado de carga de la batería.	
Deep Cycle Battery (NOCO GEN)	Polaridad inversa, cortocircuito, circuito abierto, a prueba de chispas, sobrecalentamiento, sobre corriente y sobrecarga	
Baterías	Voltaje de 12 V, 165 Ah y un peso de 46.72 kg	

Tabla 4: Elementos del sistema eléctrico (Continuación)

Controlador de energía	Controla la energía de todo el sistema	
------------------------	--	---

2.11 Construcción del sistema de mando y propulsión

2.11.1 Sistema de Gobierno

Para ensamblar el sistema es necesario fijar la limera en la posición correcta sobre el marco, esto se hace con pernos y silicona para sellar el acople. El eje de dirección que atraviesa la carrocería se conecta luego a un pasador, que debe descansar sobre un pilar revestido de madera y que posee fibra de vidrio. Una vez hecho, la extensión de control y la cabeza se conectan en el paso de la hoja con una llave y una contratuerca. Finalmente, la palanca se fija al cilindro hidráulico con un perno a través de una tuerca, para que la dirección pueda moverse gracias al cilindro hidráulico, que está conectado al servicio por tuberías hidráulicas.

2.11.2 Sistema de propulsión

Para armarlo se necesita de dos fases, como primer fase, el pasaje del eje se une al casco del barco. Después de eso, el motor se conecta o alinea con las garruchas al eje vertical de la hélice. Se realiza esto para medir el soporte o pie de apoyo para que el eje pueda alinearse correctamente las carcasas y el motor. Tras las dimensiones posteriores, se realiza el soporte y se instala con las poleas, motor, hélice, correa, rodamientos, etc. En algunos casos el sistema de propulsión lleva consigo una base la cual sirve para dar el perfecto ajuste con la estructura de la embarcación, además que tienen un sistema hidráulico el cual permite subir el motor cuando sea necesario.

2.11.3 Sistema eléctrico

Para este sistema se conectan en serie las baterías, resultando dos baterías de 48V y 600Ah, que luego se conectan en paralelo, resultando un banco universal de 48V y 1200Ah. Este poder es necesario para la independencia del diseño. Por otro lado, el controlador de dirección de rotación y aceleración se conecta al motor según el esquema de conexión proporcionado por el fabricante.

Finalmente, el regulador de carga MPPT se conecta juntamente con el fuera de borda, el banco de acumuladores y los sistemas fotovoltaicos.

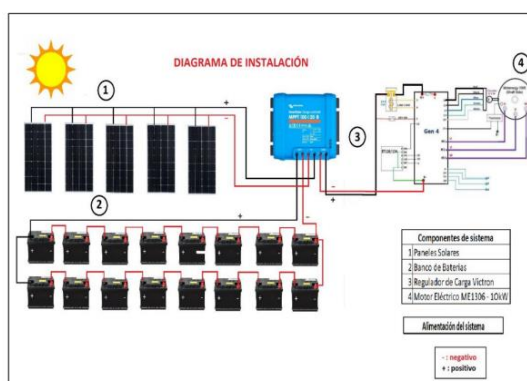


Figura 23: Esquema general de conexión

Fuente: (Franco & Caicedo Cevallos, 2020)

CAPÍTULO III

3. ANÁLISIS Y RESULTADOS

3.1 Explicación del sistema

A la hora de diseñar un sistema de propulsión para una embarcación eléctrica se deben tener en cuenta algunos factores, como es la ocupación de carga a realizar, el confort y el coste.

La celeridad límite que puede alcanzar una lancha de este tipo está determinada por varios factores relacionados, como el diseño del casco, el peso, la eficacia de la máquina, la estría de fluctuación, etc. También el poderío y la energía máxima que pueden proporcionar los acumuladores de energía. (Chinchilla, 2001)

3.2 Selección del barco

Según: (Chinchilla, 2001)

Si la línea de flotación es más pequeña, la eficiencia energética del barco aumenta, lo que resulta en una disminución reveladora en el desplazamiento de agua producida por la eslora y el casco, mientras el bote está en movimiento.

En general, cuanto más alta es la línea de flotación, mayor es el área frontal efectiva del barco y mayor el trabajo requerido para moverlo. Además, a velocidades más altas, más fluido se ve obligado a moverse por unidad de tiempo, lo que crea más turbulencia y, en última instancia, requiere más energía. Por lo tanto, lo que se requería para la propulsión eléctrica, debía ser un casco medianamente pequeño y congruentemente ancho, similar a los botes de pesca, ya que así se reduce el movimiento lateral del agua y tendría menos turbulencia.

La mayoría de los barcos locales están equipados con plataformas anchas y más estables. Entonces, el problema es que no hay unas estructuras con parámetros ideales de conversión de energía. Y así es como se eligió un barco que pueda operar a bajas velocidades.

Una vez elegida la embarcación, es fundamental repartir el peso (en especial las baterías) en su interior de manera que la base quede lo más perpendicularmente viable a la plano del agua, reduciendo así la resistencia al movimiento que presenta esta.

Otra consideración de diseño importante es la relación potencia-peso entre el motor y el barco, cuanta más potencia y menos peso, más rápido irá el barco. Así que se usó un bote de construcción artesanal de aluminio por su durabilidad se evitó colocar todo el peso innecesario del bote, reduciendo significativamente su peso y aumentando su flotabilidad.

El grado de la raya de fluctuación y la elevación del bote es una consideración muy trascendental ya que para una masa y una fuerza dada, cuanto más extenso se tenga el casco, mínima estará la raya de fluctuación y el desplazamiento le costará menos a la energía dad por los implementes eléctricos.

Se debe tener en cuenta la capacidad de carga del bote, así como el peso adicional de las baterías y el resto de los instrumentos eléctricos que darán vida a este proyecto.

3.3 Diseño estructural del barco

En este apartado se detallará todos los materiales utilizados en la fabricación de la embarcación, así como el porqué de la utilización de estos materiales, además se realizará el análisis del comportamiento de cargas estáticas en lo que concierne a la estructura en donde se situará los paneles y demás elementos eléctricos del sistema.

3.3.1 Planos

Una vez seguros de construir un bote, el punto de partida es decidir sobre el prototipo, modelo y tamaño del bote que se quiere percibir o se puede realizar, una vez determinado el modelo, el plano de modelado en el que se indicará la cantidad de material a comprar y la disposición de todo el proyecto.

Se utilizará fotos referenciales de botes construidos artesanalmente para el modelado del bote próximo a realizarse. Como es de esperarse estas imágenes no brindan indagación fructuosa, pero a lo largo del proceso se va a detallar más a fondo su diseño el cual será un barco de tipo “lagunero” que no sobrepasará los 5 metros de largo y 2 metros de ancho.

A continuación, se da a conocer el diseño que se logró realizar mediante el modelamiento de fotos referenciales y con la ayuda de un profesional de chapería, enderezada y pintura que nos supo manifestar y guiar al momento de realizar este proceso. Se utilizo materiales como el aluminio y la madera para tratar de minimizar en lo mayormente posible el peso de todo el conjunto.

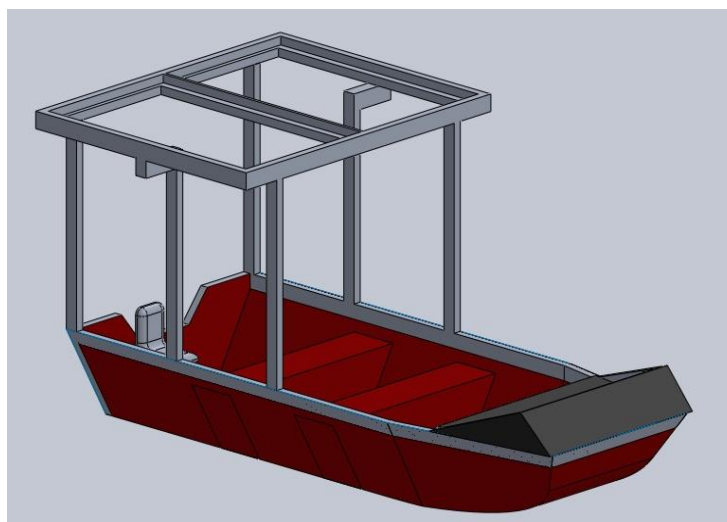


Figura 24: Modelamiento estructural del bote
Fuente: Autores

3.3.2 Estructura

3.3.2.1 Estructura principal

- Quilla: Es aquel componente estructural que se extienden de proa a popa, es el refuerzo longitudinal transcendental en el que se desahoga los demás elementos. Es, por así decirlo, la "columna vertebral" del barco, a la que se unen el marco, la proa y la popa.
- Cuadernas: Son las piezas que van a los costados del bote, comúnmente se las conoce como las costillas del bote ya que en éstas se une el forro exterior a lo largo de la sección transversal.
- Sobrequilla: Pieza ubicada desde la popa hasta la proa y están firmemente atornilladas a la quilla para fortalecer la conexión entre la quilla y las "costillas".
- Base de motor: Es el elemento en el cual se acoplará el motor, debe ser de material resistente puesto que el peso del motor es alrededor de los 40 kg.
- Soldadura: Es el elemento encargado de unir todas las piezas del barco, garantizando la duración, resistencia al desgaste de las uniones. Generalmente la soldadura puede equivaler a un 5% del peso total del barco.

3.3.2.2 Forro

- Espejo: Es un elemento estructural de la embarcación y se ubica en la zona de popa. Es la superficie plana de la popa que forma el marco del barco.
- Pantoque: Elemento que pertenece a el casco que a su vez engloba la unión entre la base y el estribo (lado) del bote.

- Tracas: Planchas de aluminio las cuales comprenden todo el forro del barco.

3.3.2.3 Cubierta

- Bañera: Es el área exterior del casco que va reservado a la marinería, en donde universalmente se localiza el sistema de gobierno llamado timón, en este caso el mando del motor fuera de borda y por debajo de los paneles solares donde se puede manejar las escotas.

3.3.3 Análisis estructural de carga estática del peso de los paneles solares

Por medio del programa Solid Works y el método FEM se estudia la firmeza estructural de la base de los paneles solares para de esta forma predecir cómo reaccionará la estructura ante las fuerzas, vibraciones, calor, flujo de fluidos y otros elementos físicos del medio ambiente.

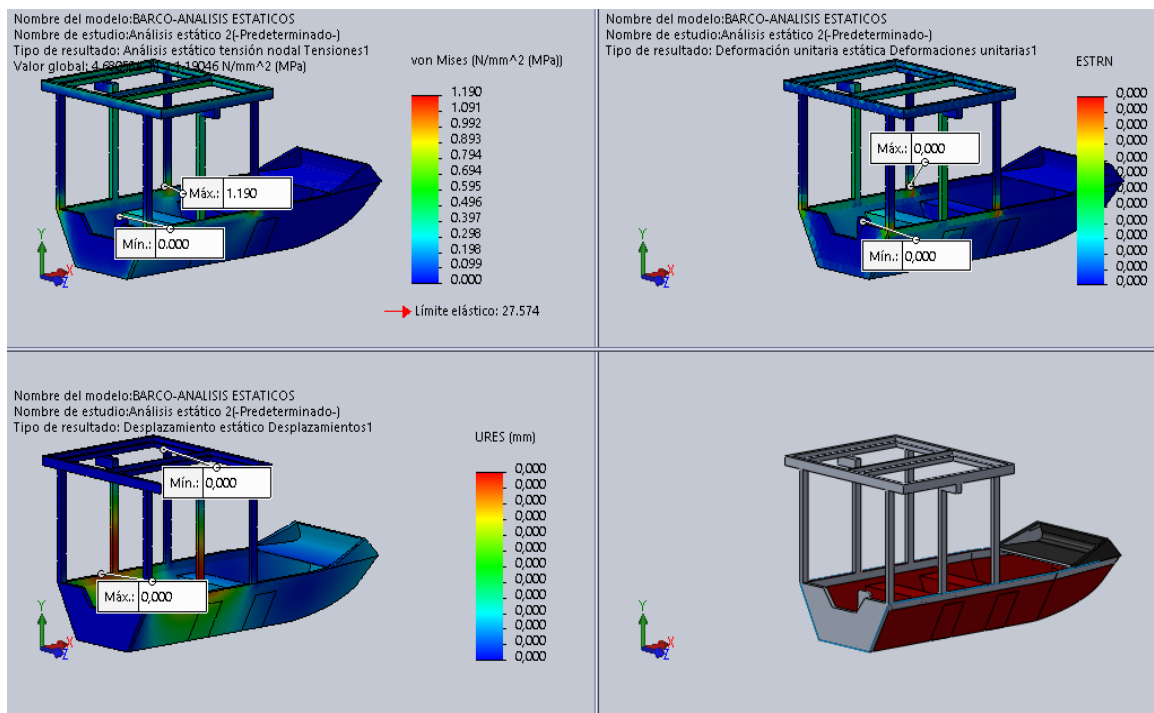


Figura 25: Análisis estático de la estructura de los paneles

Fuente: Autores

Para el análisis se utiliza una fuerza de 1000 N lo que equivale a aproximadamente 102 kg, teniendo en cuenta que el peso total de los paneles solares es de 50 kg se establece el valor de 1000 N para el peor de los casos o diferentes condiciones que pueden presentarse en la utilización de este. Los materiales de la simulación fueron el acero ASTM A36 para la estructura de los paneles y para el barco se utilizó el aluminio en su totalidad.

El resultado del análisis estático es satisfactorio puesto que la mayor tensión se efectúa en la base de la estructura y tiene un valor de 1.190 N/mm^2 por lo que no representa peligro alguno a la estructura, de esta forma no existe desplazamiento ni deformación en ninguna parte de la estructura y en las bases del barco por lo que se puede concluir que la estructura soportará positivamente el peso de los paneles sin causar ningún tipo de daño al barco.

3.3.4 Materiales de construcción

- Perfiles de tipo L o generalmente conocido como “ángulo” de 1 1/2 X 1/8 para la estructura de la cubierta del bote.
- Planchas de aluminio de 12 mm antideslizantes para el piso de la embarcación.
- Planchas de aluminio de 3 mm para la parte lateral.
- Planchas de aluminio de 8 mm para el fondo de la embarcación.
- Tubo cuadrado de aluminio de 1 1/4 X 1.50 que servirá de soporte a la estructura de la cubierta.
- Tubo redondo de aluminio antioxidante de 32 mm de diámetro.
- Tornillos de hierro utilizados para la unión de la estructura de la cubierta y el perfil del bote.

3.3.5 Pintura

Por último, se debe considerar el tema del acabado superficial, puesto que es muy significativo para prolongar la duración útil de la gabarra, mediante pinturas y barnices. Como todos sabemos, el aluminio siempre ha destacado, una de las propiedades más importantes de este elemento frente al acero es su buena resistencia a la corrosión del medio ambiente. Sin embargo, correrá el riesgo de degradarse por compuestos químicos y atmosféricos (lluvia ácida), etc. Por lo tanto, es importante tratar de mantener "seco" el material antes mencionado y usar la aplicación protectora de pintura y barniz para protegerlo de medios externos.

3.3.6 Porque se escogió el aluminio como principal material de construcción

Según: (Castaldini, 2011)

Existen varios elementos de fabricación adecuados a fin de la construcción de cascos y barcos, incluyendo el acero, listón, filamentos de vidrio, aluminio y diferentes aleaciones de metal innovadoras, acero inoxidable e inclusive el titanio o Monel (una aleación de cobre y níquel 65).

Pero en todos estos componentes, se debe tomar en cuenta las propiedades mecánicas, además de consideraciones como factores de corrosión, envejecimiento del elemento, mantenimiento y pérdida de valorización debido a la transición del tiempo, se deben tener en cuenta cuestiones importantes de costo y facilidad de operación. Actualmente, el aluminio se está convirtiendo en uno de los materiales de construcción naval más rentables y ventajosos.

- **Peso ligero:** Una de las principales ventajas de la utilización del aluminio es su buena relación de peso-resistencia. Pues brinda la facilidad de construir una

estructura bastante ligera y rígida para soportar diferentes golpes sin romperse o trisarse como pasaría con materiales como la madera pura o madera contrachapada.

- **Mayor resistencia:** Obviamente, el aluminio tiene más resistencia que la fibra, lo que significa menos daño, y no tiene problemas de penetración ni grietas, por lo que es más económico de mantener. Unas cuantas protuberancias rocosas en las fibras de la playa o rasguños en algunos arrecifes de coral pueden provocar fallas catastróficas y reparaciones muy costosas. El aluminio, por su parte, es uno de los metales menos fisurados debido a su alta ductilidad y no sufre problemas de fisuración.
- **Mayor rigidez:** El casco está fabricado en aluminio y acero, y mediante soldadura se une todos sus componentes estructurales y estas al mismo tiempo con chapas de revestimiento, esta adopta una clase de estructura completamente compacta que da como resultado una alta rigidez estructural, lo cual resulta en una mínima extenuación del elemento y, por consiguiente, una seguridad y durabilidad superior. No es sorprendente que los cascos de acero y aluminio se utilicen cada vez más en barcos diseñados para resistir las duras condiciones del mar. Por lo que muchos navegantes oceánicos recomiendan los barcos con casco de metal debido a sus múltiples ventajas.
- **Mejor estanqueidad:** El aluminio es altamente impermeable como lo es la fibra, pero tiene la ventaja de que se puede soldar directamente a la estructura para mejorar los diferentes mecanismos de unión cosa que es de mayor dificultad en la fibra ya que es necesario perforar o romper para realizar este trabajo.

- Mayor seguridad: Al tener elementos eléctricos y electrónicos la embarcación está expuesta a sufrir algún incendio y es de suma importancia un material que no arda con el fuego, el aluminio tiene esta característica de ser evasivo contra el fuego protegiendo su estructura en caso de incendio. Además, en caso de sufrir algún choque el aluminio solo se deforma, caso contrario con la fibra o madera.
- Menor mantenimiento: El aluminio es exento a la corrosión lo que permite utilizarlo sin la necesidad de aplicar procesos de pintura, aunque por estética la gran mayoría si utiliza procesos de pintura aumentando aun su protección contra la corrosión.
- Menor coste de reparación: Sin ser profesional la reparación del aluminio es muy fácil, las abolladuras del casco se pueden reparar en pocas horas, cortar chapa y soldar otras nuevas, devolver la embarcación a su estado original y garantizar plenamente la resistencia del casco. Sin embargo, el impacto en las fibras crea un fenómeno complejo llamado fisuración y requiere resarcimientos por partes y que resultan dispendiosas ya que estas no avalan la firmeza inicial, puesto que las fibras, como su seudónimo menciona, no consisten en una sola pieza de material compuesto. Es lo mismo en todos los aspectos.
- Mayor valor residual: A pesar del paso de los años el aluminio mantiene sus principales condiciones, por ende, su valor de mercado no disminuye tanto como en otras embarcaciones hechas de madera o de fibra que con el pasar de los años son expuestas a daños ya sea por el uso o por microorganismos vivos que afectan su durabilidad. Así un bote hecho de aluminio con el pasar de los años no se devaluará demasiado y su funcionamiento seguirá siendo el óptimo.

3.4 Fuente de energía principal

Basándose en: (Mendoza Narea, 2013)

Una lancha debe tener una fuente de energía principal, ya que su función es proporcionar energía a la lancha en condiciones habituales de trabajo. Esta fuente estará conformada por componentes electrónicos como motor eléctrico, paneles solares, controladores, baterías, etc. Su potencia deberá satisfacer las necesidades del trabajo requerido de la lancha.

Es importante que se examine el hecho de que esta fuente estará situada en el entorno de la región Sierra. De esta manera se logra verificar la tarea de dimensionar de forma correcta las necesidades de potencia, torque, corriente máxima, etc. Que deberá poseer la embarcación en los diferentes escenarios que posiblemente se desenvuelva.

3.4 Cálculo de la resistencia al avance

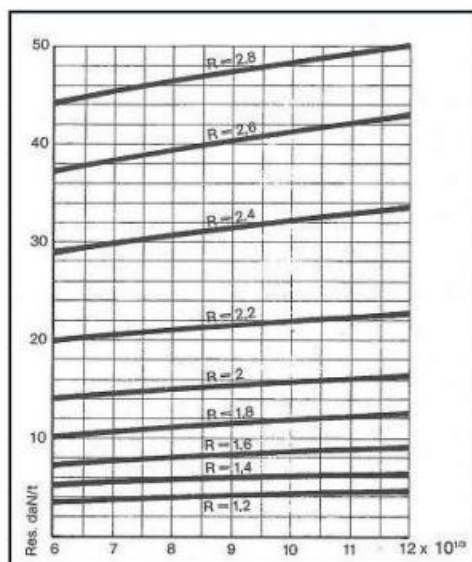


Figura 26: Relación desplazamiento/ eslora en el eje de las abscisas

Fuente: (Quilli & Ordoñez Dominguez, 2014)

Se puede calcular la resistencia al avance por cada tonelada asumiendo distintas velocidades y por medio de la relación entre el desplazamiento y la eslora, la cual está definida como:

$$\frac{D}{\left(\frac{E_f}{100}\right)^3}$$

Conociendo que D es el desplazamiento por cada tonelada.

Se obtiene que D es igual 0.6 Ton

$$\frac{0.6 \text{ Ton}}{\left(\frac{3}{100}\right)^3} = 22222.22$$

Con velocidad máxima $V = 5.04 \text{ nudos}$ en y R constante 2.8, tenemos:

$$\text{Resistencia} = 16 \text{ daN/t}$$

A continuación:

$$\text{Res} = (\text{Resistencia}) * D$$

$$\text{Res} = (16 \text{ daN/t}) * 0.6 \text{ Ton}$$

$$\text{Res} = 9.6 \text{ daN}$$

3.4.1 Cálculo de la potencia del motor

Basándonos en la **Ecuación 2.6** la potencia del motor queda definida de la siguiente manera:

$$Res_t = Res * 1.3$$

$$Res_t = 9.6 * 1.3$$

$$Res_t = 12.48 \text{ daN}$$

Una vez que se ha calculado la resistencia final al avance en explícitas situaciones, consiguientemente se realiza el cálculo la potencia en la hélice:

$$P_h = Res_t * V * 0.005$$

$$P_h = 12.48 * 5.04 * 0.005$$

$$P_h = 0.314 \text{ KW}$$

Posteriormente se calcula la potencia necesaria en el eje utilizando la **Ecuación 2.8**

$$P_e = \frac{P_h}{0.75}$$

$$P_e = \frac{0.314}{0.75}$$

$$P_e = 0.418 \text{ KW}$$

Aplicando las pérdidas totales se obtiene que 2% (prensaestopas) + 4% (pérdida por fricción de engranajes) = 6%

$$P = \frac{P_e}{1 - 0.06} = \frac{P_e}{0.94}$$

$$P = \frac{0.418}{0.94}$$

$$P = 0.444 \text{ KW}$$

A continuación, se aplica una pérdida de trabajo del 90%, obteniendo la potencia necesaria para el trabajo del sistema.

$$P_{ot} = \frac{P}{0.90}$$

$$P_{ot} = \frac{0.444}{0.90}$$

$$P_{ot} = 0.493 \text{ KW}$$

Últimamente se calcula la potencia terminable solicitada por el motor al discurrir una eficiencia de 50%

$$P_{mot} = \frac{P_{ot}}{\eta_{motor}}$$

$$P_{mot} = \frac{0.493 \text{ KW}}{0.50}$$

$$P_{mot} = 0.986 \text{ KW}$$

3.4.2 Cálculo de la energía requerida en baterías

Se consigue la energía requerida mediante la **Ecuación 2.9**

$$E = P_{mot} * h * C$$

$$E = 0.986 * 4 * 0.5$$

$$E = 1.972 \text{ kWh/día}$$

Se debe tomar en cuenta las pérdidas por autoconsumo del regulador y conductores, este cálculo se lo realiza de la siguiente manera:

$$E_{ts} = E + P_{pR} + P_{pC}$$

$$P_{pR} = E * 0.03 = 1.972 * 0.03 = 0.059 \text{ kWh/día}$$

$$P_{pC} = E * 0.015 = 1.972 * 0.015 = 0.029 \text{ kWh/día}$$

$$E_{ts} = 1.972 + 0.059 + 0.029$$

$$E_{ts} = 1.88 \text{ kWh/día}$$

3.4.3 Dimensionamiento del banco de batería

Antes efectuar este cálculo es necesario conocer cuál es la capacidad de acumulación de energía en A-h asumiendo que:

$$I_s = \frac{E_{ts}}{V_n}$$

$$I_s = \frac{1.88 \text{ kWh/día}}{48V} = 39.16 \text{ A} - h$$

Suponiendo un factor de seguridad por pérdidas como, suciedad, envejecimiento y similares:

$$I_{sc} = I_s * 1.2$$

$$I_{sc} = 39.16 * 1.2$$

$$I_{sc} = 46.992 A - h$$

Posteriormente se asumen los días de autonomía de las baterías, es decir los días que pasen las baterías sin ningún tipo de recarga. Para este caso se tiene en cuenta 4 días, lo que resulta en que la potencia nominal de los acumuladores de energía estaría dada de la siguiente forma:

$$I_{cnb} = I_{sc} * D_a$$

$$I_{cnb} = 46.992 * 4$$

$$I_{cnb} = 187.968 A - h$$

Para calcular la cantidad de energía que requieren los acumuladores de energía se debe tomar en cuenta la profundidad de descarga considerando el acumulador utilizado en el sistema.

$$I_{cbb} = \frac{I_{cnb}}{P_d}$$

Considerando una batería de gel victron 12V AGM- 165 A-h con una profundidad de descarga 90% se tiene

$$I_{cbb} = \frac{187.968}{0.90} = 208.853 A - h$$

Por último, se obtiene el cálculo de las baterías necesarias para el funcionamiento del sistema.

$$N = N_p * N_s$$

$$N_p = \frac{I_{cbb}}{I_{nb}}$$

$$N_p = \frac{208.853}{165} = 1.265$$

$$N_s = \frac{V_n}{V_{nb}}$$

$$N_s = \frac{48}{12} = 4$$

$$N = N_p * N_s = 1.265 * 4 = 5 \text{ Baterías}$$

3.4.4 Determinación del número total de módulos

Generalmente la tensión nominal es la tensión de trabajo con la que funciona el sistema, en este caso la tensión nominal es la siguiente:

$$V_n = 48V$$

Las horas de brillo solar promedio anual en la provincia de Imbabura, teniendo en cuenta el mes con menor radiación solar es igual a:

$$\varphi = 4.2 \text{ kWh/m}^2 / d$$

3.4.5 Cálculo de la corriente del panel

$$I_0 = \frac{I_{sc}}{\varphi}$$

$$I_0 = \frac{46.992 \text{ A} - h}{4.2 \text{ kWh/m}^2 / d} = 11.18 \text{ A}$$

3.4.6 Determinación del número de módulos

$$I_m = 9.62 \text{ A} \quad V_m = 39.5 \text{ V} \quad W_m = 380 \text{ W}$$

$$A_m = 1.98 \text{ m}^2 \quad I_{ccMOD} = 9.99 \text{ A}$$

Usualmente la capacidad de la batería no debe ser mayor a 25 veces la corriente de todo el sistema del generador de energía solar.

$$K = \frac{M * N}{E f_p}$$

En donde N es el número de paneles en serie y M es el número de paneles en paralelo, en este caso específicamente se contará con 4 paneles los cuales estarán posicionados en el techo del bote por medio de la estructura anteriormente analizada, además los paneles solares servirán como techo ya que el bote no poseerá ningún otro elemento en la parte superior de este, la formula esta consignada de la siguiente manera.

$$M = \frac{I_0}{I_m}$$

$$M = \frac{11.18 \text{ A}}{9.62 \text{ A}} = 1.162$$

$$N = \frac{V_n}{V_m}$$

$$N = \frac{48 \text{ V}}{39.5 \text{ V}} = 1.215$$

$$K = \frac{1.162 * 1.215}{0.65} = 2.17 \cong 2 \text{ Paneles solares}$$

3.4.7 Cálculo del área de los paneles solares

$$A = K * A_m$$

$$A = 2.17 * 1.98 = 4.29 \text{ m}^2$$

3.4.8 Cálculo del regulador para el funcionamiento de los sistemas fotovoltaicos

Para realizar este cálculo se debe conocer la corriente de entrada y corriente de salida del regulador, posteriormente se lo calcula con las siguientes ecuaciones:

$$I_{eR} = 1.25 * I_{ccMOD} * M$$

$$I_{eR} = 1.25 * 9.99 \text{ A} * 1.162$$

$$I_{eR} = 14.51 \text{ A}$$

$$I_{sR} = \frac{1.25 * P_{mot}}{V_n}$$

$$I_{sR} = \frac{1.25 * 0.986 \text{ KW}}{48} = 2.57 \text{ A}$$

3.4.9 Cálculo del rendimiento del sistema

Para realizar este cálculo se debe tener en cuenta que la eficacia de los acumuladores de energía no depende de la profundidad de descarga, sin tomar en cuenta variaciones climáticas y una profundidad de descarga del 85%.

$$\eta_T = \eta_{hélice} * \eta_{motor} * \eta_{conducción} * \eta_{batería} * \eta_{regulador} * \eta_{conducción} * \eta_{panel \text{ solar}}$$

$$\eta_T = 0.80 * 0.50 * 0.950 * 0.85 * 0.95 * 0.950 * 0.180 = 0.55 \cong 55\%$$

3.4.10 Cálculo de los parámetros de flotabilidad total

Cálculo de volumen sumergido de agua

$$V_s = \text{largo} * \text{ancho} * \text{inmersión}$$

$$V_s = 3,97m \times 1,48m \times 0,20m$$

$$V_s = 1,08m^3$$

Tomando en cuenta que la densidad del agua dulce es aproximadamente de 1000 kg/m^3

$$F_b = V_s \times D \times g$$

$$F_b = 1,08m^3 \times 1000 \frac{\text{kg}}{m^3} \times 9,8 \frac{m}{s^2}$$

$$F_b = 10584N$$

Por lo tanto, la flotabilidad del bote es de 10584 N. Si el peso del bote es menor que esta fuerza de flotación, el bote flotará; si es mayor, se hundirá. Se debe tomar en cuenta que estos cálculos son aproximados y pueden variar según las condiciones específicas del objeto y el fluido en el que se encuentra.

3.5 Deterioro de los materiales del motor eléctrico

Según: (Guevara, 2019)

Estos se reparten en dos plazas: el estator (I²R en los carretes del estator) y el rotor (I²R en los devanados del rotor). Estos desgasten dependen de la fuerza de la energía.

3.5.1 Deterioro en los conductores del estator

Son una función de la energía que circulan en el devanado del estator y su resistencia. Son escasos y aumentan con la carga. Se expresa como:

$$I_L = \frac{\text{Potencia eléctrica de entrada}}{\sqrt{3} * \text{voltaje de línea} * FP} \quad [3. 27]$$

$$I_L = \frac{\text{Potencia eléctrica de entrada}}{\sqrt{3} * \text{voltaje de línea} * FP}$$

$$I_L = \frac{8.400 \text{ W}}{\sqrt{3} * 48 \text{ v} * 1.15}$$

$$I_L = 0.87$$

Si desea optimizar el proceso o trabajo del motor, se debe examinar la relación de la eficiencia (EF) y el factor de potencia (PF).

$$FP = \frac{\text{Potencia mecánica de salida}}{\sqrt{3} * \text{voltaje de línea} * I_L * EF} \quad [3. 28]$$

$$FP = \frac{20 \text{ HP}}{\sqrt{3} * 12 * 0.87 * 0.95}$$

$$FP = 1.16$$

Al optimizar el principio de potencia, la reducción de corriente debe ser mayor que la ganancia de potencia. Lograr esto es difícil desde una perspectiva de un esquema porque se tiene que perfeccionar otras prohibiciones de acción como momentos máximos.

La corriente de línea es expresada como:

$$I_L = \frac{\text{Potencia mecánica de salida}}{\sqrt{3} * \text{voltaje de salida} * FP * EF} \quad [3. 29]$$

$$I_L = \frac{\text{Potencia mecánica de salida}}{\sqrt{3} * V * \cos \theta}$$

$$I_L = \frac{20 \text{ HP}}{\sqrt{3} * 48 * \cos(1.15)}$$

$$I_L = 0.237$$

3.5.2 Deterioro en los conductores del rotor

Posee un patrón que se asemeja mucho a la dureza de los devanados retóricos, se basan en el cuadrado de la corriente que pasa a través del devanado retórico (varilla, anillo) y dependen del flujo indirecto en el espacio del estator y el rotor. Son casi cero sin carga y aumentan con el cuadrado de la corriente del rotor.

Se expresa:

En donde:

$$\text{Pérd. Rotor} = \frac{(PMS + \text{Pérdida } F \text{ y } V)}{1 - S} S \quad [3. 30]$$

- F: Fricción
- V: Ventilación
- PMS: Energía Mecánica de Salida
- S: Deslizamiento

$$Pérd. Rotor = \frac{(20 HP + 9)}{1 - 0.039} (0.039)$$

$$Pérd. Rotor = 1.17 \%$$

3.6 Deterioro por fricción y ventilación

Están sujetos a pérdidas debido a la fricción y la dureza del aire a medida que gira la herramienta; todavía se ajustan a un diseño determinado y, en pleno desempeño de este diseño, representan solo un pequeño porcentaje de las pérdidas del sistema del motor no afectan de manera convincente la eficiencia de este. (Guevara, 2019)

3.7 Desgaste por histéresis

Generalmente surgen del magnetismo de a un imán de barra, estimulado en una dirección por una fuerza magnética, dependen de la descarga del rebosamiento de alto orden, los esfuerzos de diferenciación de flujo y las propiedades del material que determinan el ancho de la fase de histéresis. (Guevara, 2019)

3.8 Reducción por “Eddy Currents”

Son causados por corrientes de Foucault normales o inducidas que circulan en la placa magnética de un núcleo de hierro estático causado por un flujo magnético giratorio. Dado que estas pérdidas son proporcionales al mayor flujo magnético, la continuidad de la diversificación del flujo magnético y la resistencia del imán. (Guevara, 2019)

3.9 Comparativa entre el sistema propuesto y uno a combustión

Para mantener una mayor claridad de lo que representa la implementación de un moderno método de botes fotovoltaicos, prosiguiendo se fundan símiles en diferentes contornos que favorecerá a estimar los costos y fondos a futuro.

El primer paso es hacer un estudio teniendo en cuenta aspectos primordiales como: Consumo de combustible (bote convencional) con sus respectivas emanaciones de gases de CO₂, además del costo final de la embarcación convencional vs el modelo solar propuesto.

3.9.1 Consumo de combustible

Un claro paradigma para la elaboración de estas cantidades es que se adquirieron por medio de las averiguaciones ejecutadas en las pruebas de campo, específicamente en embarcaciones turísticas que se utilizan en Imbabura y las cuales que se exponen más adelante, con la información recabada se propondrá a ejecutar el análisis financiero. En lo que concierne a un bote turístico se tiene lo siguiente:

- La potencia del motor (P): 90 hp
- Horas de navegación: 18\$
- Número de viajes a la semana: 5 en promedio
- Combustible requerido: 45 galones
- Costo del combustible: 0.64 por litro

3.9.2 Factor de carga anual

El factor de carga es la analogía entre la carga máxima y la carga media en un determinado periodo. Por lo tanto

$$\text{Factor de carga} = \frac{\text{días laborados}}{\text{días de labor}} * 100 \quad [3.31]$$

$$\text{Factor de carga} = \frac{5}{7} * 100 = 71\% (0.71)$$

El factor de carga es el que nos ayudará a calcular el número de días que se labora a lo largo de todo el año.

$$\text{Número de días } (d) = 360 * \text{Factor de carga} \quad [3.32]$$

$$\text{Número de días } (d) = 360 * 0.71 = 256$$

Factor de carga del consumo en Hp por litros y hora

$$\text{Potencia por hora} = \frac{\text{Potencia del motor}}{\text{Navegación en horas}} \quad [3.33]$$

$$\text{Potencia por hora} = \frac{90 \text{ HP}}{18 \text{ h}} = 5 \text{ HP/h}$$

Consumo de combustible por hora

$$\text{Consumo} = \frac{\text{Consumo de combustible}}{\text{Horas de navegación}} \quad [3.34]$$

$$\text{Consumo} = \frac{45 \text{ gal}}{18 \text{ h}} = 2.5 \cong 9.46 \text{ l/h}$$

$$\text{HP por litros y hora} = \frac{\text{Consumo}}{\text{Potencia de motor}} \quad [3.35]$$

$$\text{HP por litros y hora} = \frac{9.46 \text{ l}}{90 \text{ hp}} = 0.105$$

Para obtener los datos del ahorro que se obtendrá en un año utilizando lanchas solares se utilizan las siguientes fórmulas:

$$Ahorro = (P) * \left(Hp \frac{l}{h} \right) * (cc) * (Nh) * (d) \quad [3.36]$$

$$Ahorro = (90) * \left(0.105 \frac{l}{h} \right) * (0.64) * (18) * (256) = 27869.18 \text{ año}$$

Generalmente la media de consumo es de 45 galones de gasoil en 18 horas de trabajo, lo que resulta en 2.5 galones por hora, asimismo, con un motor de 90 hp el consumo es de 0.105 HP/h; todo esto con el precio actual de la gasolina la cual equivale a \$0.64 por litro y con un factor de carga del 71% lo que es igual a 256 días de trabajo. Finalmente se puede concluir que el ahorro que se obtendría en combustible es de alrededor de \$27869.18 anuales.

Una vez calculado el consumo y costo de combustible que requiere la embarcación se procede a calcular las emisiones que produce la combustión del combustible, para la realización de este cálculo se necesita la siguiente información:

- Consumo de 0.105 litros por cada HP/h
- Horas de navegación 18
- Potencia del motor 90 HP
- Factor de emisión (fe) de 2.38 kg de CO_2 por litro
- Factor de carga de 256 días al año

$$Emision\ de\ CO_2 \text{ (por canoa)} = (Hp\ \text{por litro y hora}) * (Nh) * (P) * (d) * (fe) \quad [3.37]$$

$$Emision\ de\ CO_2 \text{ (por canoa)} = (0.105) * (18) * (90) * (256) * (2.38) =$$

$$103638.528\ kg \cong 103.6\ toneladas\ al\ año$$

Como se puede apreciar en el resultado anterior el nivel de emanación de gases que tienen este tipo de embarcaciones convencionales es muy dañino para el medio ambiente y es importante

impulsar la utilización de lanchas que funcionen con energía solar para mitigar o reducir el daño al medio ambiente.

3.10 Comparativa de costos entre la lancha convencional y solar

Por medio de la siguiente tabulación se presentan los elementos que atienden cada procedimiento, así como sus precio y diferentes particularidades técnicas de las lanchas a motor de combustión interna y de las lanchas con sistemas fotovoltaicos.

Tabla 5: Comparativa entre lancha convencional y solar

Característica	Lancha grande	Lancha Solar
Potencia motor	90 HP - 67,11 kW	8.400 watts
Peso del motor	352 lb (160 kg)	85 lb (38.5 kg)
Costo motor	10347 \$	5.500\$
Peso de la lancha		
Cantidad de carga	±6944 lb (3150 kg)	± 595 lb (270 kg)
Largo (eslora)	20 m	3.25 m
Tipo de material	Fibra de vidrio	Aluminio
Costo de lancha	18.000\$	1.500\$
Costo Batería		862\$
Costo Panel		915\$ (Cada unidad)
Costo Regulador		778\$
Gastos operativos	100\$	200\$
Estabilidad de Equipos	3 – 4 años	15 años
Duración de acumulador		12 años

La información indicada anteriormente en la tabla se adquirió de las indagaciones ejecutadas en las pruebas de campo en la laguna de Yahuarcocha y Cuicocha. Por otro lado, los datos característicos que se tomaron de la Lancha Solar son gracias a la información que brinda la página web con respecto a los motores eléctricos "Elco Motor" y el restante de información son el resultado de los autores, consultando a operarios de fibra de vidrio, conductores de este tipo de lanchas, revisión de catálogos, etc.

3.11 Calibración del modelo propuesto en un período de 12 años

Este estudio se ejecuta buscando determinar si la programación propuesta del proyecto es beneficioso con el pasar de los años, es decir si es rentable o no. Se ha tomado en cuenta el tiempo de 12 años, ya que en teoría ese es el supuesto lapso de vida rentable de la batería y motor.

- Duración de los acumuladores de energía: Tomando en consideración el uso en ciclos de descarga y carga (144 ciclos por año), y sobre todo con las referencias servibles.
- Batería de Plomo: Está posee aproximadamente 3 años (400 ciclos, profundidad de descarga 60%)
- Batería Power 12-165: Está posee aproximadamente 5 años (800 ciclos, profundidad de descarga 100%)
- Batería Litio-Ion: Está posee aproximadamente 13 años (2000 ciclos, profundidad de descarga 100%)

Por otra lado es de suma importancia conocer los ciclos de vida de la batería, pues también es recomendable utilizar en los sistemas fotovoltaicos las baterías de ciclo profundo al brindar mejores características frente a las baterías de ciclo bajo. Las baterías de ciclo bajo son muy propensas a sufrir graves daños por las descargas repentinas, lo cual afecta a su vida útil drásticamente.

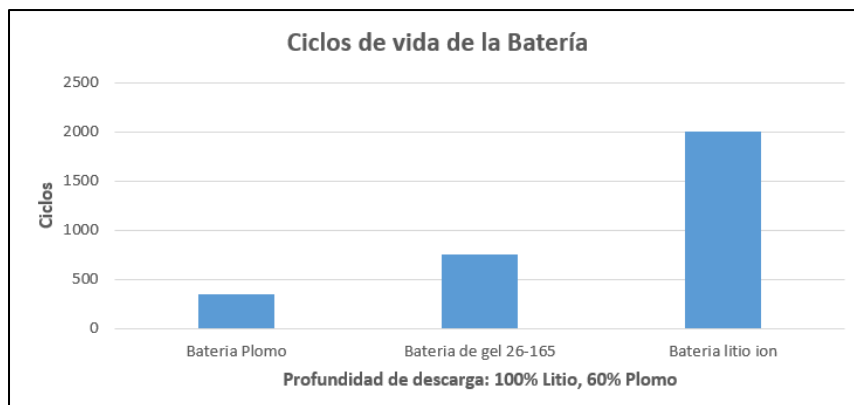


Figura 27: Ciclo de vida de una batería

Fuente: Autores

Por otra parte, es de suma importancia conocer los años de vida de una batería, aunque el tiempo de vida dependerá mucho de la utilización que se le dé a la misma.

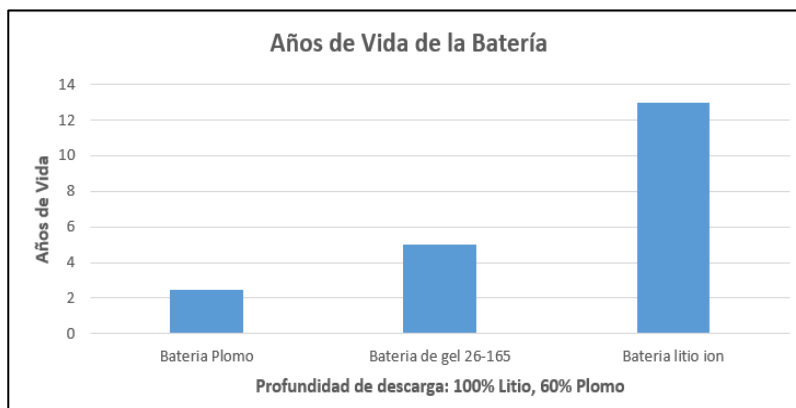


Figura 28: Años de vida de una batería

Fuente: Autores

- Motor Eléctrico Vs Motor convencional

El motor eléctrico propuesto posee una duración de alrededor de 12 años en circunstancias de maniobrabilidad habituales, caso contrario, el motor convencional a combustión tiene una permanencia media de 4 o 3 años, obviamente teniendo un correcto sostenimiento o mantenimiento, esto resulta en que en la media del motor eléctrico posee el doble de durabilidad al compararlo con el motor convencional.

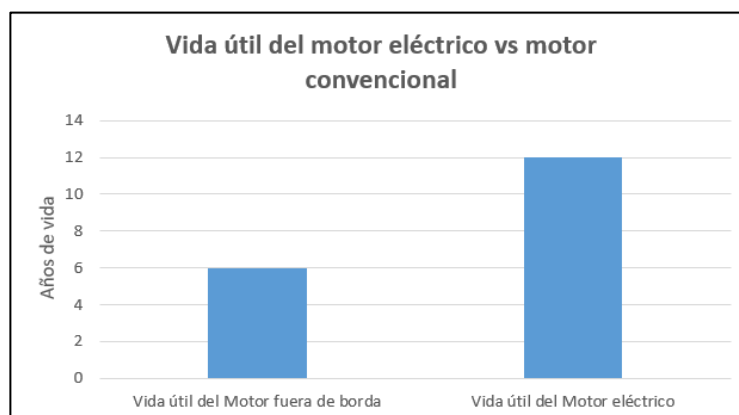


Figura 29: Vida útil del motor eléctrico vs motor convencional.

Fuente: Autores

Cabe mencionar que el costo de los motores eléctricos varía según la potencia que este entregue

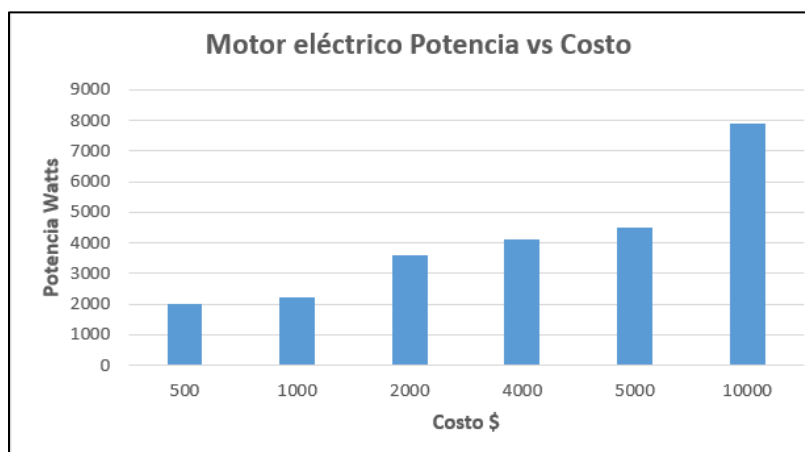


Figura 30: Relación potencia-costo de un motor eléctrico
Fuente: Autores

3.12 Sistema convencional en un período de 12 años

El gasto que representaría una canoa convencional es más elevado que el gasto de una lancha con sistema un fotovoltaico. En 12 años de navegación habitual la embarcación convencional se deberá cambiar 3 veces de motor, puesto que la duración o garantía de ellos son de 3 a 4 años sin obviar el factor de mantenimiento y de consumo de gasolina.

3.13 Beneficios adicionales del proyecto

Este proyecto de tesis es innovador, podría ser el punto de partida para proyectos aún más grandes en el país, los habitantes que dependan o trabajen con ello tendrán la conformidad de favorecerse de una movilidad más eficiente, más limpia y financiera, además que ya no dependerán de los combustibles derivados del petróleo. Los viajes a menudo se cancelan por falta de combustible o por los altos costos de envío. Además, podrán transportar regularmente los productos cosechados en zonas como del Oriente, el turismo en la Sierra y la pesca en la Costa.

Son proyectos que puede ayudar a incrementar los ingresos para ayudar a crecer la economía de los habitantes que trabajan en ello. Cabe señalar que, al implementar este tipo de sistema, será más fácil para las instituciones o los empleados de varias agencias obtener ingresos más permanentes para comprender las necesidades de los residentes de las zonas antes mencionadas y así dar la oportunidad de realizar diversos trabajos y programas que ayudan a mejorar la calidad de vida.

Lo anteriormente propuesto también sería beneficioso ya que podría promover el turismo en cualquier región, no sólo en la Sierra. No cabe duda de que es muy importante que los turistas que visitan la región utilicen sistemas de movilidad considerados amigables con el equilibrio biológico, pues será muy llamativo para propios y extraños.

Otro aspecto muy importante es que el proveedor del servicio (propietario de la lancha) no necesitará mucho tiempo para recuperar la inversión, ya que podrá cubrir el costo de lancha solar con solo reemplazar el combustible con energía solar.

3.13.1 Ventajas del impulso eléctrico en lanchas solares

De acuerdo con: (Espinoza, 2014)

El análisis de las características de la propulsión eléctrica para embarcaciones pequeñas debe compararse con otros tipos de propulsión para mostrar dónde este sistema de propulsión puede ofrecer ventajas o dónde son evidentes sus limitaciones.

En comparación, la propulsión por motor de combustión interna se utiliza en casi todas las embarcaciones pequeñas, ya sea con sistemas de motor diésel o con motores de gasolina, sean estos dentro o fuera de borda, para la mayoría de lanchas o botes de tamaño medio o pequeño.

De las particularidades más importantes de un sistema de combustión interna (MCI) es su ineficiencia o bajo provecho, la relación entre la energía del gasoil y la potencia que el motor entrega al final del ciclo. La eficiencia de un motor diésel oscila entre el 35 % y el 40 %; es decir, proporciona menos de la mitad de la energía utilizable para la operación después de un ciclo de trabajo. Esta particularidad es causada primariamente por pérdida de energía por las altas temperaturas debido a la fricción de las piezas movilizadas del sistema. Como resultado, este tipo de sistema ya sea gasolina o diésel necesitan de sistemas de enfriamiento a fin de evitar que se dañen su mecanismo interno por medio del calor que hay en su interior.

La mayor particularidad de un motor eléctrico es su alta eficiencia y mayor rendimiento, es decir, la mayor posibilidad de convertir la electricidad que absorben en energía que propulsa la embarcación. Un motor eléctrico tiene significativamente menos partes móviles que un MCI; de hecho, en términos generales, la parte movilizada de un sistema con motor a electricidad es el rotor, por lo que no hay mucha fricción y la única pérdida que se produce en esta clase de motores corresponde a la potencia o energía liberada por la temperatura producida por la circulación de corriente en un conductor. La eficiencia de los motores eléctricos está entre el 85% y el 95%.

Otra gran ventaja de los sistemas con motores eléctricos es que su forma de trabajo no se tiene como base la ignición, lo que resulta en que no producen despojos ni liberan gases contaminantes a la atmosfera. Además que el nivel de ruido del motor eléctrico es significativamente menor que su similar de combustión, lo que es especialmente importante para embarcaciones más pequeñas monopolizadas para la movilización de turistas o pasajeros.

El contraste en el rendimiento de los dos motores también significa que tienen componentes diferentes. Por lo tanto, además de los componentes principales, el motor de combustión interna

cuenta con sistemas adicionales como alimentación, lubricación y refrigeración, mientras que el motor eléctrico no cuenta con estos sistemas, lo que reduce significativamente sus dimensiones y peso total.

Esta diferencia bien conocida significa un mejor uso del espacio a bordo, pero también se debe considerar el espacio para las baterías, que a menudo son corpulentas y cargantes comparándolas con el minúsculo tamaño y peso emplazado para el gasoil.

Sin duda, una de las mayores ventajas de los sistemas de motor eléctrico frente a los convencionales (MCI) es que habitualmente no se realizan mantenimientos preventivos a lo largo de su tiempo de trabajo. En comparación, los sistemas de combustión interna no solo están constantemente expuestos a posibles daños en los componentes debido a fallas en la lubricación, enfriamiento y corrosión, sino que también requieren un mantenimiento preventivo periódico, lo que afecta directamente los costos de operación del motor.

3.13.2 Limitaciones de una embarcación eléctrica

Conforme: (Espinoza, 2014)

El primordial inconveniente de los motores de impulso eléctrico para botes pequeños es la cabida condicionada para acumular energía por su gran peso y volumen de los acumuladores de energía requeridos a bordo; por lo tanto, los motores son generalmente menos potentes y, por lo tanto, la velocidad del barco es relativamente baja en comparación con las velocidades alcanzables con los sistemas de propulsión más comunes como lo son en general los motores de combustión interna. Por lo tanto, la propulsión eléctrica de los barcos pequeños se limita al rango de baja velocidad donde la resistencia es mínima. Por supuesto, también existen motores eléctricos de gran

potencia, pero su uso en la mayoría de las aplicaciones no permite una autonomía aceptable y tiene el inconveniente de que se tarda mucho en cargar la batería. Relativamente hablando, los sistemas de propulsión eléctrica (baterías) requieren una cantidad significativamente mayor de almacenamiento de energía que los motores diésel (tanques de combustible) en términos de autonomía. En otras palabras, con la misma capacidad de almacenamiento de energía, el tiempo de trabajo útil de sistema MCI es mucho más larga que la de un motor eléctrico.

La producción de electricidad a bordo mediante paneles solares, además del uso de fuentes de energía limpias y renovables, reduce casi a cero los costes de explotación y aumenta la autonomía del barco, ya que los paneles solares siguen produciendo electricidad mientras los motores utilizan la energía almacenada en las baterías, aunque el ritmo de producción sea inferior al consumo de los motores, en cuyo caso un aumento del 30% - 40% de autonomía en condiciones idóneas para el funcionamiento del panel. El área requerida del panel es dependiente de la energía solicitada para el sistema, la eficacia de cada panel y los rayos que producen la radiación solar. Habitualmente, las restricciones impuestas por la utilización de motores eléctricos en embarcaciones pequeñas limitan la gama de tareas para las que se puede utilizar convenientemente. Las principales desventajas para tener en cuenta son:

- No es recomendado para las embarcaciones que requieran velocidades muy altas y áreas de desplazamiento muy grandes.
- Dada la necesidad de minimizar el desplazamiento del bote, la utilización de los sistemas eléctricos no son convenientes para los barcos que trasladen carga, puesto que la propulsión requiere mucha energía y torque, lo que resulta en la necesidad de un gran número de baterías para conseguir una independencia admisible.

- En términos de extrusión, el cuerpo ideal debe estar hecho de elementos sutiles como lo son la madera laminada, el aluminio, elementos con aleaciones compuestas; de estos, la fibra de vidrio es el material más usado ya que su costo es menor, pero hay otros materiales como la fibra de carbono consiguen comprimir en mayor cantidad el peso del casco, pero su coste se elevaría mucho.
- En el diseño de la nave, se debe considerar la exposición a la superficie plana de los paneles.
- El área de actividad del barco también es importante porque el nivel de luz solar en diferentes áreas geográficas es diferente. Por otro lado, los factores meteorológicos también afectarán la capacidad de los paneles solares para producir debido a los días nublados. Este factor no tiene ningún efecto en el barco que cargue la batería con una red eléctrica.
- En general, el tiempo de autonomía de los sistemas de propulsión eléctrica se limita a un corto tiempo en función de la energía y torque de los motores, además de la capacidad de los acumuladores de energía, por lo que la utilización está limitada a barcos que navegan cerca de puertos y no permiten viajes largos.

3.14 Turismo

Otra forma de beneficiarse de este proyecto es utilizarlo en ecoturismo, utilizando una nueva forma de movilizar a las masas, porque sabemos que hoy en día nuestro país tiene las posibilidades de convertirse en una potencia turística y no hay mejor manera que mostrar la belleza natural de la Amazonía de forma limpia y sostenible como lo propone la visión de este proyecto.

El turismo en nuestro país ha crecido de una forma muy significativa, no sólo por el elevado número de viajeros extranjeros, asimismo porque hoy en día existe un gran flujo de turistas locales que eligen los atractivos propios de su país.

En la siguiente figura se muestra la cantidad de viajeros extranjeros que han concurrido al Ecuador en los últimos años.

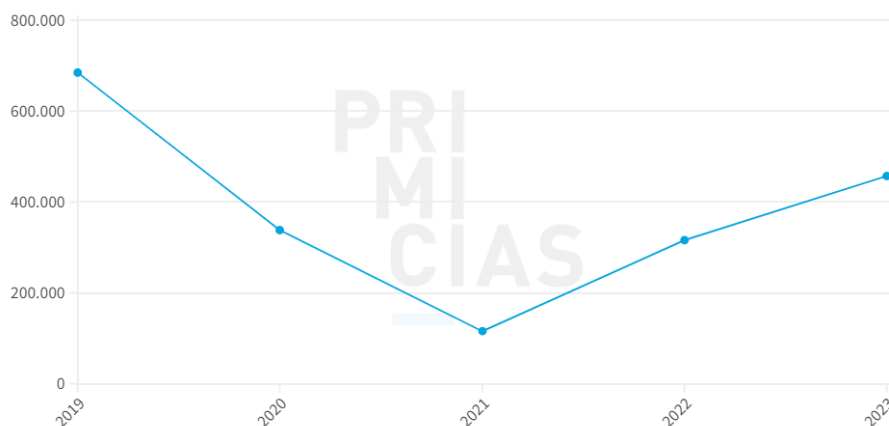


Figura 31:Entrada de extranjeros al Ecuador 2022 – 2023.

Fuente: (Castillo, 2023)

3.15 Mejoras en el transporte fluvial

Los barcos solares (de fibra de vidrio o aluminio) serán más estables, ligeros y duraderos que las canoas tradicionales actualmente en uso y por lo tanto más seguro. Además de las ventajas anteriores, también son muy respetuosos con el medio ambiente, ya que el sistema en sí no contamina, el ruido se vuelve menor, sobre todo frenará la tala de árboles y la utilización de los inflamables fósiles los cuales son dañinos para el equilibrio biológico, de esta manera se pretende contribuir con la protección de la selva amazónica y el país en general. Es por lo que el gobierno empezó a tomar cartas en el asunto, desde el 25 al 31 de agosto de 2015, la Subsecretaría de

Puertos, Transporte Marítimo y Fluvial realizó varias actividades como parte del proyecto de movilidad fluvial que llevan adelante las dos dependencias en Ecuador.



Figura 32: Movilidad fluvial en el Ecuador.

Fuente: (Cepal, 2015)

3.16 Reciclaje de las baterías

Después de que se demuestre la posibilidad financiera del uso de sistemas eléctricos fotovoltaicos, será significativo conocer los factores relacionados con la venta de baterías de plomo-ácido en el país. De acuerdo con la investigación realizada en nuestro país, por año se elaboran alrededor de 1,2 millones de dispositivos de acumuladores. La eliminación o el tratamiento inadecuado de los acumuladores de plomo-ácido, por ejemplo de las de motos o automóviles, consiguen producir efectos perjudiciales para la atmósfera. Sin embargo, estas baterías son reciclables casi en su totalidad y para 2022 se han reciclado más de 17,000 toneladas.

La recolección se realizó a través del programa BAPU, que es una organización sin fines de lucro y que tiene como objetivo reciclar al menos el 80% de todas las unidades vendidas. Estas operaciones se dan a conocer en un convenio ministerial 034 del Ministerio del Ambiente, el mismo que se encuentra activo desde el 7 de octubre de 2021. Por lo que las empresas productoras decidieron conformar este sistema “BAPU”. (Zapata, 2022)

El Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica creó el Acuerdo Ministerial No. 034 anteriormente mencionado “Instructivo sobre la aplicación de la responsabilidad extendida del productor (REP) en el manejo general de baterías de plomo-ácido usadas (BAPU)” con el fin de prevenir la contaminación de la atmosfera y proteger el equilibrio biológico y sobre todo la correcta utilización de los elementos que brinda la naturaleza. (Ministerio del Ambiente, 2021)

Según: (Zapata, 2022)

Una característica significativa de la fase de reaprovechamiento de baterías que certifica un bajo nivel de contaminación al equilibrio biológico es que las compañías que reemiten sus residuos obtienen un beneficio importante y, por lo tanto, continúan haciéndolo.

A continuación, se describirá como se realiza el reciclaje:

- La primera fase del reciclaje inicia con el comprador final, quien concede el acumulador viejo o ya usado a los establecimientos pertinentes.
- Las baterías recolectadas durante el proceso de reciclaje se envían a una máquina trituradora, donde los materiales de plástico, pasta, metal y electrolito se separan con agua y el agua usada se bombea para el tratamiento de agua industrial.
- El electrolito separado de la batería se canaliza a un tanque de sedimentación para separar la pasta de plomo.
- El polipropileno producido después de triturar la batería ingresa a la línea de producción de pellets (granulado); el plomo y la pasta de metal se vuelven a fundir y se convierten en plomo bruto.



Figura 33: Reciclaje de baterías.

Fuente: (Dimitrakis, 2022)

3.17 Análisis estadístico longitudinal del barco

En este apartado se realizará un resumen de una sola muestra de datos, los cuales incluyen intervalos de confianza, una prueba de hipótesis, así como también graficas estadísticas que se han logrado mediante el programa “Statgraphics” (versión prueba).

Tabla 6: Medidas reales del Barco (cm)

Medidas generales del barco		Media (cm)
367	203	198,9
183	217	
183	232	
102	145	
102	116	
204	120	
339	110	
346	176	
120	190	
178	125	
336	249	
348	227	
200	252	
148	135	
174	140	

A continuación, se presenta un resumen estadístico de los valores de la tabla anterior, mediante el programa “Statgraphics” en donde tiene las proporciones de predisposición central, de forma y de variable. Los datos más significativos son el sesgo y la medida de la forma normalizada, las que identifican si el ejemplar procede de una repartición estándar, estos datos convendrían estar en un rango de -2 a +2 para ser considerados normales, en este caso el sesgo y la curtosis estandarizados están dentro del estándar anhelado para datos de una distribución normal.

Tabla 7: Resumen estadístico longitudinal

Balance	30
Término medio	198,9
Desviación Estándar	79,8314
Relación de la variación	40,14%
Mín.	102
Máx.	367
Alcance	265
Tendencia Estandarizada	1,8897
Medida Estandarizada	-0,282059

A continuación, se presenta una tabulación de asiduidades fraccionando la media de los números en pausas de similar número de datos en cada intervalo y ancho. Las asiduidades relativas indican las proporciones en la repetición de intervalos y las asiduidades indican la cifra de cada pausa.

Tabla 8: Frecuencias longitudinales del barco

Clase	Lím. inferior	Lím. superior	Media	Frecuencia	Frecuencia R
	> 0 <	0		0	0
1	0	26,66	13,33	0	0
2	26,66	53,33	40	0	0
3	53,33	80	66,66	0	0
4	80	106,66	93,33	2	0,667
5	106,66	133,33	120	5	0,1667
6	133,33	160	146,66	4	0,1333
7	160	186,66	173,33	5	0,1667

Tabla 9: Frecuencias longitudinales del barco (Continuación)

8	186,66	213,33	200	4	0,1333
9	213,33	240	226,66	3	0,1
10	240	266,66	253,33	2	0,667
11	266,66	293,33	280	0	0
12	293,33	320	306,66	0	0
13	320	346,66	333,33	3	0,1
14	346,66	373,33	360	2	0,0667
15	373,33	400	386,66	0	0
	mayor de	400		0	0

En la siguiente tabla se presenta una tabulación de frecuencia media y desviación estándar de las medidas generales del barco.

Tabla 10: Frecuencias para media de medidas longitudinales del barco

Clase	Frecuencia Acumulada	Frecuencia relativa acumulada
	0	0
1	0	0
2	0	0
3	0	0
4	2	0,667
5	7	0,2333
6	11	0,3667
7	16	0,5333
8	20	0,667
9	23	0,7667
10	25	0,8333
11	25	0,8333
12	25	0,8333
13	28	0,9333
14	30	1
15	30	1
	30	1

Media= 198,9

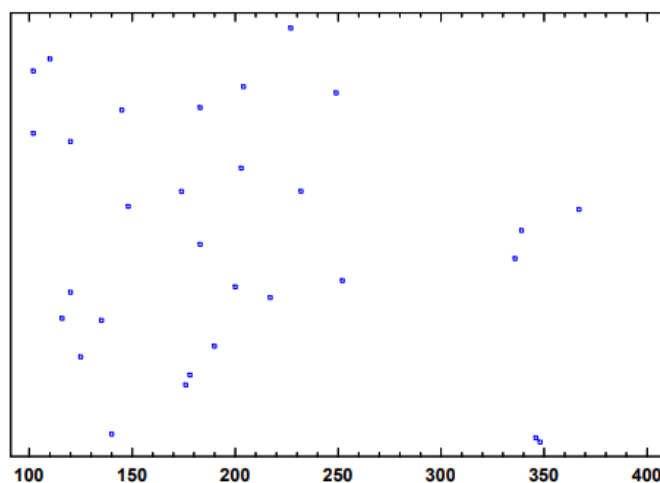
Desviación Estándar= 79,8314

Por último, se presenta los percentiles muestrales de las medidas longitudinales del barco, el porcentaje es de datos por debajo de los cuales encontramos un proporción concreta de datos.

Tabla 11: Percentiles de medidas longitudinales del barco

	Percentiles
1	102
5%	102
10%	113
25%	135
50%	183
75%	232
90%	342,5
95%	348
99%	367

Asimismo, se presentan los gráficos estadísticos y muestrales los cuales se los obtuvieron del programa “Statgraphics” (versión prueba). El primero es un gráfico de dispersión el cual se utiliza generalmente para indagar la intensidad de la correlación entre variables numéricas.

**Figura 34:** Análisis de dispersión de las medidas*Fuente:* Autores

En el siguiente gráfico se presenta uno de tipo “caja y bigotes” el cual representa la distribución de todos los datos en cuartiles, resaltando los valores atípicos y la media general del barco.

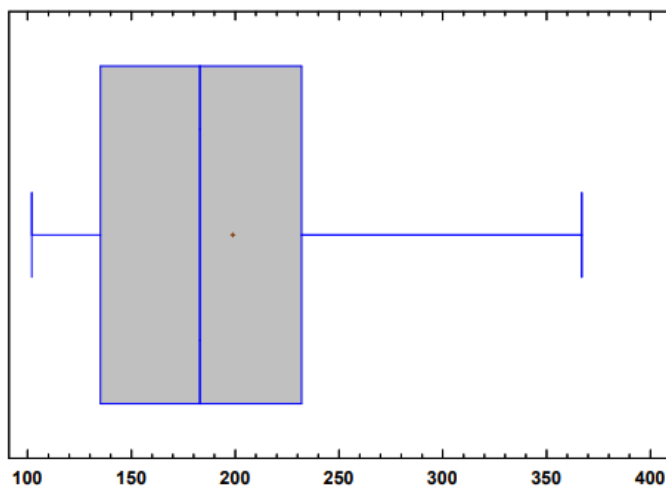


Figura 35: Gráfico de caja y bigotes para medidas longitudinales del barco
Fuente: Autores

De igual forma, se presenta un histograma el cual representa la distribución de frecuencias de varios puntos altos y bajos de los datos en este caso de las medidas de una variable.

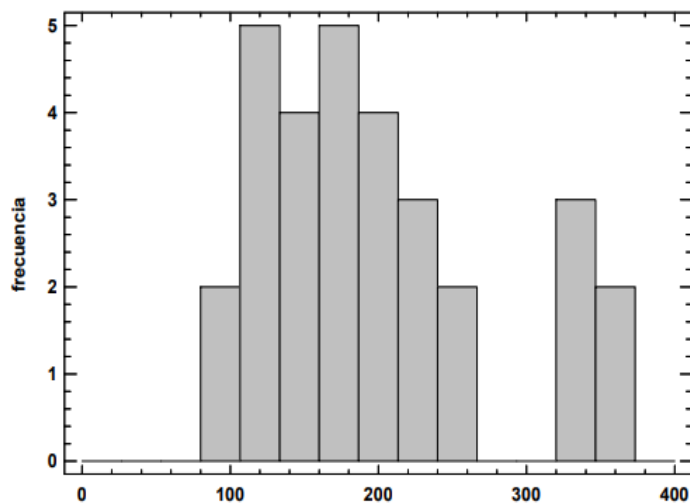


Figura 36: Histograma de medidas longitudinales del barco
Fuente: Autores

También se presenta un gráfico cuantiles en el cual se comprueba la normalidad de los diferentes datos utilizados de una distribución. Obteniendo líneas graficas normales en un rango moderado, donde las medidas más grandes son de 350 cm y las más pequeñas de 100 cm aproximadamente.

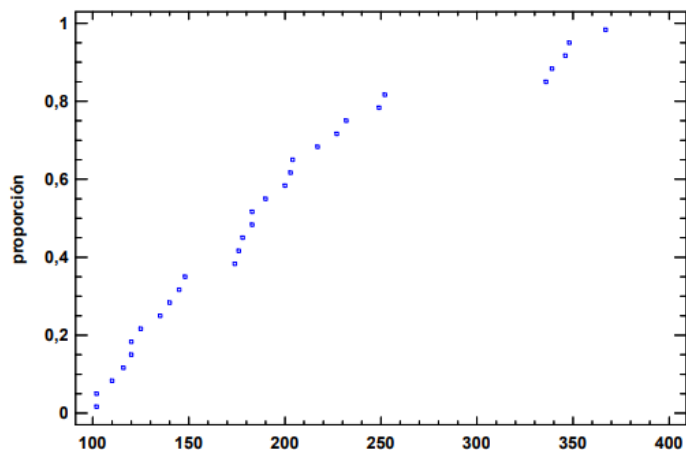


Figura 37: Gráfico de cuantiles de medidas longitudinales del barco

Fuente: Autores

A continuación, se presenta un gráfico de probabilidad normal el cual permite hacer una comparación entre la distribución real y la distribución normal.

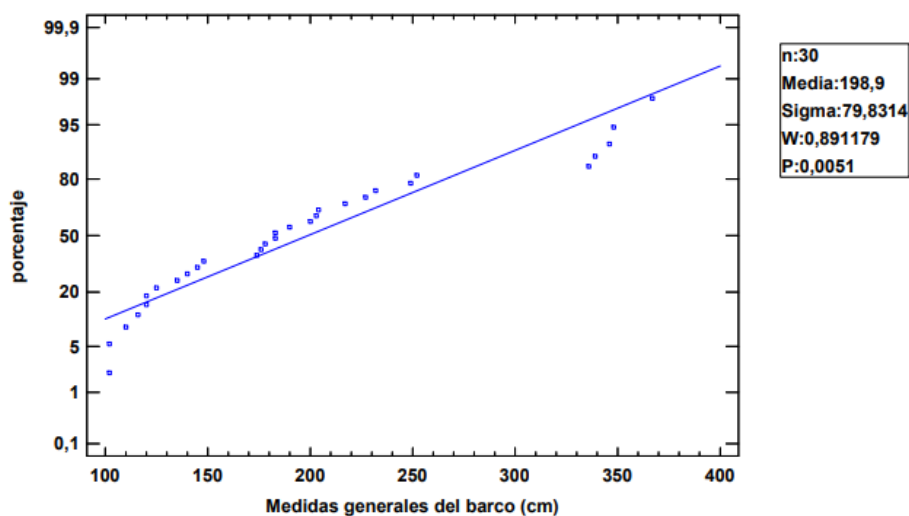


Figura 38: Probabilidad normal de las medidas longitudinales del barco

Fuente: Autores

3.17.1 Resumen de la prueba de hipótesis de las medidas longitudinales del barco

Promedio Muestral = 198,9

Promedio Muestral = 183,0

Desvío normal de la Muestra = 79,8314

Ensayo t

- Conjetura de Nulidad: promedio = 0
- Disyuntiva: no parejo
- Estadístico $t = 13,6465$
- Valoración-P = 0
- Se refuta la conjetura de nulidad para $\alpha = 0,05$.

Prueba de los signos

- Conjetura de nulidad: promedio = 0
- Disyuntiva: no parejo
- Cifra de valoración menor al promedio hipotético: 0
- Cifra de valoración mayor al promedio hipotético: 30
- Detallado para realizar Ejemplares Grandes = 5,29465 (aplicando la corrección por continuación)
- Valoración-P = 1,19491E-7
- Se refuta la conjetura de nulidad para $\alpha = 0,05$.

Prueba de rangos con signo

- Conjetura por Nulidad: mediana = 0
- Disyuntiva: no igual
- Condición promedio de productos menores a la mediana hipotética: 0

- Condición promedio de productos mayores a la mediana hipotética: 15,5
- Detallado para realizar Ejemplares Grandes = 4,77223 (aplicada la corrección por continuidad)
- Valoración-P = 0,00000182422
- Se refuta la conjetura de nulidad para alfa = 0,05.

Prueba chi-cuadrada

- Conjetura de Nulidad: $\sigma = 1,0$
- Disyuntiva: no igual
- Chi-alcuadrado valorado = 184819,
- Valoración-P = 0
- Se refuta la conjetura de nulidad para alfa = 0,05

Concluyendo el análisis se da a conocer el resultado de los ensayos relativos de la localidad la cual proviene el ejemplar de las medidas longitudinales del barco. El ensayo-t valora la conjetura la cual es igual a 0,0 versus la hipótesis alterna no es parejo a 0,0. Debido a que la estimación-P para este ensayo es mucho menor que 0,05, se logra objetar a la conjetura nula en un 95,0%. La ensayo de las cifras valora la conjetura que es igual a 0,0 contra la conjetura permutante es no igual a 0,0. Su función es contar cuantos valores posee abajo y arriba de la hipotética mediana. Debido a que el valor-P para esta prueba es menor que 0,05, se puede rechazar la hipótesis nula con un 95,0% de confianza. La prueba de rangos con signo evalúa la hipótesis nula de que la mediana es igual a 0,0 versus la hipótesis alterna de que la mediana (cm) es no igual a 0,0. Se basa en comparar los rankeos promedio de los valores arriba y abajo de la mediana hipotética. Ya que la variable-P en este ensayo es menos que 0,05, se rechaza la conjetura nula con 95,0%. El ensayo con el signo

y del signo con categoría poseen una sensibilidad menor a la de valores aberrantes, poseen menos potencia que el ensayo-t si los reseñas proceden de igual repartición normal.

El ensayo chi-alcuadrado valora la conjetura de nulidad en donde la desorientación modelo es igual a 1,0 contra la conjetura invertida donde el desvío estándar no es igual a 1,0. Ya que la variable-P para este ensayo es menos que 0,05, y se logra refutar la conjetura de nulidad con un 95,0%.

3.18 Norma IEC

IEC ha desarrollado pautas para el análisis y clasificación de máquinas eléctricas basadas en estándares. La siguiente tabla muestra los usos de energía de acuerdo con los estándares de tamaño de marco. (Guevara, 2019)

Mecánico	Título
IEC / EN 60034-5	Grados de protección proporcionados por el diseño integral de las máquinas eléctricas rotativas (código IP). Clasificación
IEC / EN 60034-6	Métodos de refrigeración (código IC)
IEC / EN 60034-7	Clasificación de los tipos de construcción, de las disposiciones de montaje y posición de la caja de bornes (código IM)
IEC / EN 60034-9	Límites de ruido
IEC / EN 60034-14	Vibraciones mecánicas de determinadas máquinas con altura de eje igual o superior a 56 mm. Medición, evaluación y límites de la intensidad de vibración
IEC / EN 60072-1	Dimensiones y serie de salida para hacer girar máquinas eléctricas - la Parte 1: Enmarque número 56 a 400 y el reborde número 56 a 1080

Figura 39: Norma mecánica IEC

Fuente: (Guevara, 2019)

En este proceso, la pérdida de potencia eléctrica es básicamente por el proceso que ha llevado de transformar la electricidad a energía mecánica en el motor.

Eléctrico	Título
IEC / EN 60034-1	Características asignadas y características de funcionamiento
IEC / EN 60034-2-1	Métodos normalizados para la determinación de las pérdidas y del rendimiento a partir de ensayos (excepto las máquinas para vehículos de tracción)
IEC / EN 60034-2-2	Métodos específicos para determinar las pérdidas separadas de máquinas de gran tamaño a partir de ensayos – Complemento a la IEC 60034-2-1
IEC / EN 60034-8	Marcas de los bornes y sentido de giro
IEC / EN 60034-11	Protección térmica
IEC / EN 60034-12	Características de arranque de los motores trifásicos de inducción de jaula con una sola velocidad
IEC / TS 60034-17	Guía de aplicación a los motores de inducción de jaula alimentados por convertidores de frecuencia
IEC / TS 60034-25	Guía para el diseño y funcionamiento de los motores de corriente alterna específicamente diseñados para trabajar con convertidor de frecuencia
IEC / EN 60034-26	Efectos de las tensiones desequilibradas en el funcionamiento de los motores trifásicos de inducción de jaula
IEC / EN 60034-30	Clases de rendimiento para los motores trifásicos de inducción de jaula de velocidad única (Código IE)
IEC / TS 60034-31	Selección de motores energéticamente eficientes incluidas las aplicaciones con velocidad variable
CLC/TS 60034-31	Guía para la aplicación
IEC 60038	Tensiones normalizadas IEC
IEC 60050-411	Vocabulario electrotécnico. Parte 411: Máquinas rotativas

Figura 40: Norma eléctrica IEC

Fuente: (Guevara, 2019)

CONCLUSIONES

- Los sistemas de movilidad eléctricos presentan una serie de ventajas sobre los MCI. Entre ellos, destacan su menor impacto medioambiental puesto que los sistemas eléctricos no generan emisiones contaminantes. Además de su bajo coste de mantenimiento, dado que utilizan componentes más sencillos y en menor cantidad, por lo que se reduce los valores de reparación y sustitución. Los sistemas de movilidad eléctrico representan una alternativa más sostenible, eficiente y económica dado que su desarrollo y adopción contribuirán a la mejora de la movilidad fluvial y a la protección del medio ambiente.
- La simulación permitió estudiar el funcionamiento del sistema en condiciones ideales, lo que ayudó a identificar posibles fallas estructurales al estar sometido a cargas de casi 1000 N, dando un resultado satisfactorio sin deformación de ningún tipo y obteniendo una tensión máxima de 1.190 N/mm^2 (MPa) en un determinado punto. Además, el análisis estadístico, permitió comparar dos o más muestras, con uno o más factores. Y es así como se rechazó la conjetura de nulidad con 95% ya que el valor -P para esta prueba es menor a 0.05. Con estos dos métodos se pudo suministrar una visión completa del comportamiento del sistema, lo que resultó útil para mejorar su diseño o funcionamiento.
- El proyecto presenta una eficiencia global del 55% en comparación al 36% del MCI lo que lo hace una opción más adecuada para entornos de alto rendimiento como lo es en la altitud del Ecuador, donde los motores a combustión sufren alrededor de un 10% de pérdida de potencia por cada msnm. Cabe resaltar que los motores eléctricos fuera de borda poseen un promedio de vida de 12 años, hecho que en los MCI no sucede dado que en este mismo lapso tendrían que ser reparados o reemplazados al menos 3 veces ya que su vida útil varía de 3 a 4 años.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda continuar con el mejora y la indagación de la tecnología para mejorar la eficiencia y autonomía, es así como se impulsará la enseñanza para crear nuevos profesionales especializados en la construcción y mantenimiento de estos sistemas. Se debería desarrollar políticas públicas que incentiven el uso de los sistemas de movilidad eléctrico fluvial. Con estas medidas, se podrá acelerar la transición hacia una movilidad más sostenible y eficiente.
- La simulación debe ser realizada con un modelo que sea lo suficientemente realista para representar el comportamiento del sistema en condiciones reales. Y de igual forma el análisis estadístico longitudinal debe ser realizado con un conjunto de datos reales que representen al sistema o estructura real. Los resultados de la simulación y del análisis estadístico longitudinal se deben interpretar de forma conjunta para obtener una comprensión completa del comportamiento del sistema. Hay que tener en cuenta que, con el seguimiento de estas recomendaciones, se puede mejorar la confiabilidad y la precisión de los resultados obtenidos.
- Se debe aplicar e implementar el prototipo propuesto en producción para continuar con el desarrollo del proyecto para mejorar su rendimiento y optar por nuevas tecnologías. Además, se deberá realizar pruebas adicionales para evaluar el rendimiento en diferentes topografías, no sólo en Ibarra. Por último, un análisis comparativo de rendimiento entre un sistema a combustión y un eléctrico es una herramienta valiosa para evaluar la viabilidad de optar por nuevos equipos en un futuro, por lo cual los resultados de este análisis pueden ayudar a tomar decisiones informadas para la implementación de nuevos equipos en nuestros sistemas fluviales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Adalvert , J., & Vidal , E. (2018). *5S para la Mejora Continua. La base del Lean*. Aida Talent Editorial.
2. AEADE. (13 de 06 de 2019). *Movilidad Eléctrica*. Obtenido de <https://www.aeade.net/movilidad-electrica/>
3. Aparicio, M. P. (2010). *Radiación solar y su aprovechamiento energético*. Barcelona: MARCOMBO S.A.
4. areatecnologia.com. (21 de Enero de 2019). *areatecnologia.com*. Obtenido de areatecnologia.com: <https://www.areatecnologia.com/electricidad/inversor-fotovoltaico.html>
5. Baca, G., Cruz , M., Gutiérrez , J., Pacheco, A., Rivera , Á., Rivera , I., & Obregón, M. (2014). *Introducción a la Ingeniería Industrial* (Segunda ed.). México: Grupo Editorial Patria. Obtenido de https://www.academia.edu/37060288/Introduccion_a_la_Ingenieria_Industrial_Baca_Gabriel
6. botes, D. (s.f.). *Dura Botes*. Obtenido de durabotes.com: <https://www.durabotes.com.co/>
7. Carreras, M. B. (2019). *Instalaciones Solares Fotovoltaicas* . Madrid: EDITEX.
8. Castaldini, Á. F. (2011). Consideraciones generales en torno a la construcción en aluminio para embarcaciones y artefactos navales. (*Tesis de Ingeniería*). Universidad Austral de Chile, Valdivia. Obtenido de <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2011/bmfcis112c/doc/bmfcis112c.pdf>
9. Castillo, D. (abril de 2023). *Primicias*. Obtenido de primicias.ec: <https://www.primicias.ec/noticias/economia/turistas-extranjeros-inseguridad-ecuador/#:~:text=En%20enero%20de%202023%20ingresaron,al%20pa%C3%ADs%20por%20diferentes%20v%C3%ADas.>

10. Cepal. (10 de Septiembre de 2015). *Cepal*. Obtenido de cepal.org: <https://www.cepal.org/es/notas/movilidad-fluvial-en-ecuador>
11. CEPAL. (2017). Eficiencia energética y movilidad eléctrica fluvial. Quito: Edición N° 353, número 1, 2017.
12. Chinchilla, J. R. (2001). Investigación sobre sistemas eléctricos de propulsión para lanchas y botes. (*Tesis de Ingeniería*). Instituto Tecnológico de Costa Rica, San José.
13. Conchan, B. V. (2011). CONSTRUCCIÓN DE UNA. (*PROYECTO FIN DE CARRERA*). UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA, Barcelona. Obtenido de <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/14094/PFC%20Bernat%20Vidiella.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
14. Damia Solar. (Jueves de Marzo de 2016). *Damia Solar*. Obtenido de Damia Solar: https://www.damiasolar.com/actualidad/blog/articulos-sobre-la-energia-solar-y-sus-componentes/conexion-paneles-solares-en-serie-en-paralelo_1
15. Denton, T. (2020). *Sistema Mecánico y Eléctrico del Automóvil*. MARCOMBO.
16. Dimitrakis. (22 de Noviembre de 2022). *Revista de Manabí*. Obtenido de <https://revistademanabi.com/>: <https://revistademanabi.com/2022/11/22/baterias-de-plomo-en-ecuador-quien-y-como-las-recicla/>
17. Ecuavisa. (27 de Junio de 2014). *Ecuavisa*. Obtenido de Ecuavisa.com: <https://www.ecuavisa.com/noticias/galapagos-cuenta-primera-lancha-impulsada-energia-solar-HBEC69393>
18. Espinoza, H. E. (2014). Energía limpia: EMBARCACIONES PROPULSADAS POR ENERGÍA SOLAR. *Revistamarina*, 131(940). Obtenido de <https://revistamarina.cl/revistas/2014/1/ekdahl.pdf>
19. FISCAL, L. O. (2021). Normativas Generales. Quito: LEXUS.


20. Franco, E. J., & Caicedo Cevallos, J. P. (2020). Diseño del sistema de propulsión eléctrico de una lancha para turismo alimentado por energía solar. (*Tesis de Ingeniería*). Escuela superior politécnica del litoral, Guayaquil.
21. *General Drive Motor*. (28 de Junio de 2021). Obtenido de generaldrive.com: <https://www.generaldrivermotor.com/motores/motores-asincronos-y-sincronos/>
22. González Franco, E. J., & Caicedo Cevallos, J. P. (s.f.). Diseño del sistema de propulsión eléctrico de una lancha para turismo. (*Tesis de Ingeniería*). ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL, Guayaquil.
23. GREENHEIS. (15 de Julio de 2016). *BLOG SOBRE ENERGÍAS RENOVABLES*. Obtenido de BLOG SOBRE ENERGÍAS RENOVABLES: <https://www.greenheiss.com/elementos-panel-solar/#:~:text=Los%204%20elementos%20en%20los,el%20aislante%20y%20la%20carcasa.>
24. Guevara, N. O. (2019). Estudio de Viabilidad de Lanchas Solares para Minimizar el Consumo. (*Tesis de Ingeniería*). Universidad Cesar Vallejo, Chiclayo.
25. IMPLAN. (03 de 2021). Cambio climático y los vehículos. México: URUAPAN.
26. León, P. D. (2022). Construcción de un bote impulsado por energía fotovoltaica. (*Tesis de Ingeniería*). Universidad Católica de Cuenca, Cuenca.
27. Lucendo, J. (2019). *Las Edades del Automóvil: Historia del Automóvil*. Obtenido de https://books.google.com.ec/books?id=4ianDwAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=historia+del+vehiculo+a+traves+de+los+a%C3%B1os&hl=es&sa=X&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false
28. Mendoza Narea, J. L. (2013). Diseño e Implementación de los Sistemas Eléctrico y Electrónico de un Barco Atunero. (*Tesis de Ingeniería*). Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL), Guayaquil.

29. Minas, M. d. (2019). *Recursos y Energía*. Obtenido de <https://www.recursosyenergia.gob.ec/ecuador-consolida-la-produccion-electrica-a-partir-de-fuentes-renovables/>
30. Ministerio del Ambiente, A. y. (06 de Septiembre de 2021). *Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica*. Obtenido de [ambiente.gob.ec: https://www.ambiente.gob.ec/ecuador-impulsa-reciclaje-de-baterias-de-vehiculos/](https://www.ambiente.gob.ec/ecuador-impulsa-reciclaje-de-baterias-de-vehiculos/)
31. Monsolar. (s.f.). *Monsolar*. Obtenido de Monsolar.com: <https://www.monsolar.com/pales-placas-solares.html>
32. Nautica, C. (6 de enero de 2023). *Comunidad Nautica*. Obtenido de [comunidadnautica.com: https://comunidadnautica.com/brunswick-lanza-motor-fuera-de-borda-y-barcos-electricos-en-el-ces/](https://comunidadnautica.com/brunswick-lanza-motor-fuera-de-borda-y-barcos-electricos-en-el-ces/)
33. Nistal, F. J. (2014). *Motores Sincronos*. ACTA.
34. Nutralac S.A. (2022). *Información de procesos internos*. Santo Domingo - Ecuador: Nutralac S.A. publicaciones.
35. Ortega, A. J. (2016). *Fabricación digital: Introducción al modelado e impresión 3D*. España: Ministerio de Educación y Formación Profesional.
36. *Panorama*. (1 de Diciembre de 2015). Obtenido de [panoramanautico.com: https://www.panoramanautico.com/epropulsion-nuevos-motores-fueraborda-electricos/](https://www.panoramanautico.com/epropulsion-nuevos-motores-fueraborda-electricos/)
37. Peláez Samaniego, M. R., & Espinoza Abad, J. L. (2015). *Energías renovables en el Ecuador*. Cuenca: Unidad de Cultura.
38. Quilli, F. R., & Ordoñez Dominguez, J. L. (2014). Estudio de la viabilidad técnica, económica y ambiental de lanchas solares para transporte en los ríos de la amazonía sur del Ecuador. *Tesis de Ingeniería*. Universidad de Cuenca, Cuenca.
39. Renobattery. (s.f.). *Renobattery*. Obtenido de [bateriasindusolar.com: https://bateriasindusolar.com/](https://bateriasindusolar.com/)


40. Rodriguez, E. (22 de Mayo de 2022). *areatecnologia.com*. Obtenido de areatecnologia.com:
https://www.google.com/search?q=Tecnol%C3%B3gico+Industrial+de+Le%C3%B3n&rlz=1C1UEAD_esEC959EC959&oq=Tecnol%C3%B3gico+Industrial+de+Le%C3%B3n&aqs=chrome..69i57j0i22i30.433j0j7&sourceid=chrome&ie=UTF-8
41. sOlar, A. (s.f.). *AqUitO sOlar*. Obtenido de aquitosolar.cl: <https://aquitosolar.cl/>
42. Torqueedo. (s.f.). *Torqueedo*. Obtenido de Torqueedo.com:
<https://www.torqueedo.com/en/home>
43. Uni-Solar. (s.f.). *Uni-Solar*. Obtenido de uni-solar.com: <http://uni-solar.com/wp-content/uploads/2010/06/Trifold-Brochure-ES.pdf>
44. Wild, J. (2020). *Impresión 3D: instrucciones paso a paso: La guía práctica para principiantes y usuarios*. (2. XinXii, Ed.) Obtenido de https://books.google.com.ec/books?id=nfvZDwAAQBAJ&newbks=1&newbks_redir=0&dq=impresion+3d&source=gbs_navlinks_s
45. Wilson, A. (2018). *Como Hacer Dinero Con La Impresion 3D: La Nueva Revolucion Digital*. (I. Babelcube, Ed.) Estados Unidos: Babelcube, Incorporated. Obtenido de https://www.google.com.ec/books/edition/Como_Hacer_Dinero_Con_La_Impresion_3D_La/fvJ9DwAAQBAJ?hl=es-419&gbpv=0
46. Zapata, B. (10 de Diciembre de 2022). *El Universo* . Obtenido de El Universo:
<https://www.eluniverso.com/larevista/ecologia/miles-de-toneladas-de-baterias-de-acido-plomo-se-reciclan-en-ecuador-residuos-pueden-generar-intoxicacion-en-adultos-y-ninos-nota/>

ANEXOS

Anexo 1: Fichas técnica del motor eléctrico fuera de borda

FICHA TÉCNICA DE EQUIPO			
Realizado por:	Ruiz Ángel - Trujillo Dario	Fecha:	21/09/2023
Nombre de equipo:	Motor eléctrico fuera de borda EP-20		
Imagen	Características generales		
	Clasificación comparable de gas/gasolina	20 hp	
	Potencia de entrada (watts)	8.400 watts	
	Voltaje	48V DC	
	Corriente máxima	175 amps DC	
	Tipo de motor eléctrico	Brushless PMAC	
	Empuje estático	390 lb	
	Sistema de enfriamiento	Refrigerado por agua	
	Sistema de aceleración	Timón de caña	
	Capacidad de aceite de engranajes	8.5 onzas	
	Recorte y/o inclinación	Manual	
	Peso	85 lbs	
	Hélice	3-9.25" x 8"	
	Altura de travesaño de eje corto	17.15"	
Dimensiones eje corto (alto, ancho, largo)	41" x 11" x 18.5"		

*Figura A1.1: Motor eléctrico fuera de borda**Fuente: (Elco, s.f.)*

FICHA TÉCNICA DE EQUIPO			
Realizado por:	Ruiz Ángel - Trujillo Dario	Fecha:	21/09/2023
Nombre de equipo:	Panel solar monocristalino Eco-Green		
Imagen	Características generales		
	Máxima potencia de salida (Pmax)	380-400 W	
	Tolerancia de potencia	5 W	
	Eficiencia del módulo	19.15 - 20.16 %	
	Voltaje a máxima potencia (Vmp)	39.50 - 39.92 V	
	Intensidad en máxima potencia	9.62 - 10.02 A	
	Voltaje en circuito abierto	48.20 - 48.60 V	
	Tipo de celda	Monocristalina	
	Organización de las células	72	
	Peso	22.9 kg	
	Vidrio	3.2mm vidrio templado	
	Marco	Aleación de aluminio	
	Caja de control	3 diodos de paso	
	Conector	Compatible con MC4	

*Figura A1.2: Panel solar monocristalino Eco-Green**Fuente: (ECOGREENENERGY, s.f.)*


FICHA TÉCNICA DE EQUIPO			
Realizado por:	Ruiz Ángel - Trujillo Dario	Fecha:	21/09/2023
Nombre de equipo:	Breaker DC		
Imagen	Características generales		
	Protección contra corrientes de cortocircuito y sobrecarga		
	Disponible desde 1A hasta 63A		
	Curva B,C o D		
	Hasta 1000 VCC		

Figura A1.3: Breaker DC

Fuente: (ProViento, s.f.)


FICHA TÉCNICA DE EQUIPO			
Realizado por:	Ruiz Ángel - Trujillo Dario	Fecha:	21/09/2023
Nombre de equipo:	Conexión de cables		
Imagen	Características generales		
	Cables diseñados para la conexión entre el motor fuera de borda de 20hp y las baterías.		

Figura A1.4: Cables de conexión

Fuente: (Elco, elcomotoryachts, s.f.)


FICHA TÉCNICA DE EQUIPO			
Realizado por:	Ruiz Ángel - Trujillo Dario	Fecha:	21/09/2023
Nombre de equipo:	Controlador Morningstar ProStar 40 MPPT		
Imagen	Características generales		
	Corriente máxima de la batería	40A	
	Corriente de carga nominal	30A	
	Voltaje	120V	
	Voltaje nominal de la batería	12V o 24V	
	Batería de 12 V	550W/700W	
	Batería de 24 V	1100W/1400W	
	Eficiencia máxima	98%	
	Rango de voltaje de la batería	10-35V	
	Precisión del voltaje	≤0.1% ± 50mV	
	Autoconsumo	0.6W; máx 1W	
	Indicaciones LED	1 estado, 3 carga batería	
Protección de sobretensión transitoria	solar, batería, carga		

Figura A1.5: Controlador Morningstar Prostar 40 MPPT

Fuente: (Morningstar, s.f.)


FICHA TÉCNICA DE EQUIPO			
Realizado por:	Ruiz Ángel - Trujillo Dario	Fecha:	21/09/2023
Nombre de equipo:	Cargador de batería integrado NOCO GEN4		
Imagen	Características generales		
	Impermeable		
	Totalmente sellado		
	Clasificación IP68		
	Tecnología de carga rápida		
	Carga las baterías 2 veces más rápido que los cargadores de baterías lineales tradicionales.		
	Alta eficiencia y alta frecuencia		
	Con el procesador inteligente NOCO VosFx monitorea la entrada de energía, la batería conectada y el propio cargador.		
	Se puede montar directamente en una variedad de aplicaciones incluidos barcos, tractores y una amplia gama de equipos.		
Carcasa a prueba de agua			

Figura A1.6: Cargador de batería NOCO GEN4

Fuente: (Elco, elcomotoryachts, s.f.)


FICHA TÉCNICA DE EQUIPO			
Realizado por:	Ruiz Ángel - Trujillo Dario	Fecha:	21/09/2023
Nombre de equipo:	Batería Victron Energy		
Imagen	Características generales		
	Voltaje	12V	
	Amperaje	165Ah	
	Dimensiones	48.5cm x 17.27cm x 23.87cm	
	Peso	46.72kg (cada una)	

Figura A1.7: Batería victron energy

Fuente: (Elco, elcomotoryachts, s.f.)


FICHA TÉCNICA DE EQUIPO			
Realizado por:	Ruiz Ángel - Trujillo Dario	Fecha:	21/09/2023
Nombre de equipo:	Control de precisión de batería/Victron BMV 700		
Imagen	Características generales		
	El monitor de batería calcula los amperios-hora consumidos y el estado de carga de la batería. Los amperios-hora consumidos se calculan integrando la corriente que entra o sale de la batería.		

Figura A1.8: Control de precisión de batería/ victron BMV 700

Fuente: (Elco, elcomotoryachts, s.f.)


FICHA TÉCNICA DE EQUIPO			
Realizado por:	Ruiz Ángel - Trujillo Dario	Fecha:	21/09/2023
Nombre de equipo:	Elevador hidráulico de motor fuera de borda		
Imagen	Características generales		
	Marca	Pantera	
	Fabricante	Productos Marinetechos, INC	
	Peso	42.1lbs (18.95kg)	
	Modelo	55-0045	
	Dimensiones	6.50" x 16.50" x 16.50"	
	Posee un relé eléctrico y un interruptor de 2 botones (cable de 12 pies).		

Figura A1.9: Elevador hidráulico de motor fuera de borda

Fuente: (Elco, elcomotoryachts, s.f.)

Anexo 2: Vista Frontal- Lateral del barco



Anexo 3: Vista posterior del barco



Anexo 4: Vista Lateral del barco

