

**INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO UNIVERSITARIO RUMIÑAHUI
ESCUELA DE POSGRADOS**

MAESTRÍA TECNOLÓGICA EN SISTEMAS DE GENERACIÓN SOLAR Y EÓLICA

**Trabajo de titulación previo a la obtención del Título de Magister Tecnológico en
Sistemas de Generación Solar y Eólica**

Tema:

**Análisis comparativo Técnico-Económico de un sistema eólico y solar fotovoltaico a
través del Software Homer.**

Caso de Estudio: Vivienda de 5KWh en la Isla Baltra-Galápagos.

Autor: Alexis Leonardo Gualotuña Gualotuña

Director: Luis Daniel Andagoya Alba

Fecha: Septiembre 2024

Sangolquí - Ecuador



Autor: Alexis Leonardo Gualotuña Gualotuña.

Título a obtener: Magister Tecnológico en Sistemas de Generación Solar y Eólica

Matriz: Sangolquí -Ecuador

Correo electrónico: alejomikesanchez@hotmail.com



Dirigido por: Luis Daniel Andagoya Alba.

Título: Máster en Integración de las Energías Renovables en el Sistema Eléctrico / Ingeniero Eléctrico.

Matriz: Sangolquí -Ecuador

Correo electrónico: luis.andagoya@ister.edu.ec

Todos los derechos reservados

Queda prohibida, salvo excepción prevista en la Ley, cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública y transformación de esta obra para fines comerciales, sin contar con autorización de los titulares de propiedad intelectual. La infracción de los derechos mencionados puede ser constitutiva de delito contra la propiedad intelectual. Se permite la libre difusión de este texto con fines académicos investigativos por cualquier medio, con la debida notificación a los autores.

@2024 Tecnológico Universitario Rumiñahui

Sangolquí – Ecuador

Alexis Leonardo Gualotuña Gualotuña



APROBACIÓN DEL DIRECTOR DEL TRABAJO TITULACIÓN

Sangolquí, 23 de septiembre del 2024

MSc. Elizabeth Aldás
Directora de Posgrados
Instituto Superior Tecnológico Universitario Rumiñahui
Presente

De mi consideración:

Me permito comunicar que, en calidad de director del presente Trabajo de Titulación denominado: **ANÁLISIS COMPARATIVO TÉCNICO-ECONÓMICO DE UN SISTEMA EÓLICO Y SOLAR FOTOVOLTAICO A TRAVÉS DEL SOFTWARE HOMER. CASO DE ESTUDIO: VIVIENDA DE 5KW_h EN LA ISLA BALTRAGALÁPAGOS** realizado por **ALEXIS LEONARDO GUALOTUÑA GUALOTUÑA** ha sido orientado y revisado durante su ejecución, así mismo ha sido verificado a través de la herramienta de similitud académica institucional, y cuenta con un porcentaje de coincidencia aceptable. En virtud de ello, y por considerar que el mismo cumple con todos los parámetros establecidos por la institución, doy mi aprobación a fin de continuar con el proceso académico correspondiente.

Particular que comunico para los fines pertinentes.

Atentamente,

LUIS DANIEL
ANDAGOYA
ALBA

Firmado digitalmente
por LUIS DANIEL
ANDAGOYA ALBA
Fecha: 2024.09.23
09:16:13 -05'00'

Luis Daniel Andagoya-Alba
Director del Trabajo de Titulación
C.I.:1723285993
Correo electrónico: luis.andagoya@ister.edu.ec

CARTA DE CESIÓN DE DERECHOS DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Sangolquí, 15 de septiembre del 2024

MSc. Elizabeth Aldás
Directora de Posgrados
Instituto Superior Tecnológico Universitario Rumiñahui
Presente

Por medio de la presente, yo, Alexis Leonardo Gualotuña Gualotuña con c.i.:1726092107, declaro y acepto en forma expresa lo siguiente: ser autor del trabajo de titulación denominado "**Análisis comparativo técnico-económico de un sistema eólico y solar fotovoltaico a través del software HOMER. Caso de estudio: Vivienda de 5KWh en la isla Baltra-Galápagos.**", de la Maestría Tecnológica en **SISTEMAS DE GENERACIÓN SOLAR Y EÓLICA**; manifiesto mi voluntad de ceder al Instituto Superior Tecnológico Universitario Rumiñahui los derechos de reproducción, distribución y publicación de dicho trabajo de titulación, en cualquier formato y medio, con fines académicos y de investigación.

Esta cesión se otorga de manera no exclusiva y por un periodo indeterminado. Sin embargo, conservo los derechos morales sobre mi obra.

En fe de lo cual, firmo la presente.


Atentamente,

Alexis Leonardo Gualotuña Gualotuña
CI: 1726092107

**FORMULARIO PARA ENTREGA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN EN
BIBLIOTECA DEL INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO UNIVERSITARIO
RUMIÑAHUI**

**MAESTRÍA TECNOLÓGICA: SISTEMAS DE GENERACION SOLAR Y
EOLICA**

AUTOR:

Alexis Leonardo Gualotuña Gualotuña

TUTOR:

Luis Daniel Andagoya Alba

CONTACTO ESTUDIANTE:

0959622526

CORREO ELECTRÓNICO:

Alexis.leonardo@ister.edu.ec

RESUMEN:

El proyecto se enfoca en la utilización del software HOMER para realizar una comparativa de rendimiento de dos sistemas de energías renovables analizando su eficiencia de aprovechar al máximo los recursos renovables buscando un equilibrio energético con los

recursos naturales y biológicos, también comparar los costos de instalación que son para la solar y eólica, se tomara de referencia la región insular la vía antigua del aeropuerto de la isla galápagos (isla baltra) donde se tiene mejor aprovechamiento tanto solar como eólico siendo que la energía solar y eólica las dos fuentes de energías renovables más factibles e utilizadas en el país, estas no se han enfocado a una comparación exhaustiva para ver cuál de las dos energía renovables se pueda aprovechar al máximo según el lugar donde nos encontramos, para esto se propone realizar una comparación y evaluación en el software HOMER para poder obtener una comprensión integral del rendimiento y la eficiencia de los sistemas implementados. Es primordial comparar los sistemas por la diversidad de los recursos según la ubicación geográfica, su optimización del rendimiento energético para ver cual sistema proporcionara una producción de energía más constante y fiable a lo largo del tiempo, evaluar sus costos y los retornos de ingreso al implementar los diferentes proyectos a su vez también poder ver cuál de los sistemas tendrían la integración más factible para su conexión a la red eléctrica.

PALABRAS CLAVES: Equilibrio energético, comprensión integral, optimización del rendimiento, conexión.

ABSTRACT:

The project focuses on the use of the HOMER software to compare the performance of two renewable energy systems, analyzing their efficiency of making the most of renewable resources, seeking an energy balance with natural and biological resources, and also comparing the installation costs that are for solar and wind, the island region will be taken as a reference, the old road of the Galapagos Island airport (Baltra Island) where there is better use of both solar and wind energy, with solar and wind energy being the two most renewable energy sources. feasible and used in the country, these have not been focused on an exhaustive comparison to see which of the two renewable energies can be used to the maximum according to the place where we are, for this it is proposed to carry out a comparison and evaluation in the HOMER software to be able to obtain a comprehensive understanding of the performance and efficiency of the implemented systems. It is essential to compare the systems by the diversity of resources

according to geographical location, their optimization of energy performance to see which system will provide more constant and reliable energy production over time, evaluate their costs and income returns when implementing. The different projects in turn also be able to see which of the systems would have the most feasible integration for connection to the electrical grid.

KEYWORDS: Energy balance, comprehensive understanding, performance optimization, connection.



SOLICITUD DE PUBLICACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Sangolquí, 16 de septiembre del 2024

**MSc. Elizabeth Aldás Directora
de Posgrados
Instituto Superior Tecnológico Universitario
Rumiñahui Presente**

A través del presente me permito aceptar la publicación del trabajo de titulación denominado: **“Análisis comparativo técnico-económico de un sistema eólico y solar fotovoltaico a través del software HOMER. Caso de estudio: Vivienda de 5KWh en la isla Baltra-Galápagos”**, de la Unidad de Integración Curricular en el repositorio digital “DsPace” del estudiante: **Alexis Leonardo Gualotuña Gualotuña**, con documento de identificación No 1726092107, estudiante de la Maestría Tecnológica En Sistemas De Generación Solar y Eólica.

El trabajo ha sido revisado las similitudes en el software “TURNITIN” y cuenta con un porcentaje máximo de 15%; motivo por el cual, el Trabajo de titulación es publicable.

Atentamente,

Alexis Leonardo Gualotuña Gualotuña

CI: 1726092107

RESUMEN

El proyecto se enfoca en la utilización del software HOMER para realizar una comparativa de rendimiento de dos sistemas de energías renovables analizando su eficiencia de aprovechar al máximo los recursos renovables buscando un equilibrio energético con los recursos naturales y biológicos, también comparar los costos de instalación que son para la solar y eólica, se tomara de referencia la región insular la vía antigua del aeropuerto de la isla galápagos (isla baltra) donde se tiene mejor aprovechamiento tanto solar como eólico siendo que la energía solar y eólica las dos fuentes de energías renovables más factibles e utilizadas en el país, estas no se han enfocado a una comparación exhaustiva para ver cuál de las dos energías renovables se pueda aprovechar al máximo según el lugar donde nos encontramos, para esto se propone realizar una comparación y evaluación en el software HOMER para poder obtener una comprensión integral del rendimiento y la eficiencia de los sistemas implementados. Es primordial comparar los sistemas por la diversidad de los recursos según la ubicación geográfica, su optimización del rendimiento energético para ver cual sistema proporcionara una producción de energía más constante y fiable a lo largo del tiempo, evaluar sus costos y los retornos de ingreso al implementar los diferentes proyectos a su vez también poder ver cuál de los sistemas tendrían la integración más factible para su conexión a la red eléctrica.

PALABRAS CLAVES: Equilibrio energético, comprensión integral, optimización del rendimiento, conexión.

ABSTRACT

The project focuses on the use of the HOMER software to compare the performance of two renewable energy systems, analyzing their efficiency of making the most of renewable resources, seeking an energy balance with natural and biological resources, and also comparing the installation costs that are for solar and wind, the island region will be taken as a reference, the old road of the Galapagos Island airport (Baltra Island) where there is better use of both solar and wind energy, with solar and wind energy being the two most renewable energy sources. feasible and used in the country, these have not been focused on an exhaustive comparison to see which of the two renewable energies can be used to the maximum according to the place where we are, for this it is proposed to carry out a comparison and evaluation in the HOMER software to be able to obtain a comprehensive understanding of the performance and efficiency of the implemented systems. It is essential to compare the systems by the diversity of resources according to geographical location, their optimization of energy performance to see which system will provide more constant and reliable energy production over time, evaluate their costs and income returns when implementing. The different projects in turn also be able to see which of the systems would have the most feasible integration for connection to the electrical grid.

KEYWORDS: Energy balance, comprehensive understanding, performance optimization, connection.

Dedicatoria

"El presente proyecto está dedicado a mi madre a mi padre como autores principales del esfuerzo y constancia para que hoy en día yo pueda culminar con éxito otro peldaño más en mi vida académica."

Agradecimiento

A Dios sea la gloria, quiero agradecer a Dios por permitirme seguir cumpliendo mis sueños, también a todas las personas que formaron parte de apoyo académico, a mis docentes por siempre estar apoyándome hasta poder llegar a culminar mis estudios, incontablemente reintegrar el agradecimiento a mis padres porque gracias a ellos puedo seguir adelante, el agradecimiento a mi pareja actual Ángeles Toapanta por siempre brindarme el apoyo moral para no desertar en mis estudios.

INDICE

Aprobación del Director del Trabajo de Titulación.....	III
Carta de Cesión de Derechos del Trabajo de Titulación.	IV
Formulario para Entrega del Trabajo de Titulación en Biblioteca del Instituto Superior Tecnológico Universitario Rumiñahui	V
Resumen	IX
Abstract.....	X
Dedicatoria.....	XI
Agradecimiento	XII
Tema	XIX
Planteamiento del Problema	XIX
Problema científico.....	XX
Preguntas científicas o directrices	XXI
Objetivo general	XXI
Objetivos específicos	XXI
Justificación	XXI
Variables.....	XXIII
Dependientes.	XXIII
Independientes.....	XXIII
Ideas Centrales.....	XXIII
Hipótesis Potenciales	XXIV
CAPÍTULO I	1
1.1 MARCO TEÓRICO.....	1
1.2 Contextualización espacio temporal del problema.....	1

1.3 Revisión de investigaciones previas sobre el objeto de estudio.	1
1.4 Estado del arte:	1
1.5 Desarrollo conceptual.	5
1.6 ¿Qué es la energía solar?	5
1.7 ¿Qué son los paneles solares?.....	6
1.8 Paneles solares fotovoltaicos:.....	6
1.9 Monocristalinos:	6
1.9.1 Policristalinos:	7
1.10 ¿Qué son las baterías?.....	7
1.11 Tipos de baterías.....	8
1.11.1 Baterías de plomo-ácido:	8
1.11.2 Baterías AGM (Absorbent Glass Mat):.....	8
1.11.3 Las baterías de gel:	9
1.11.4 Baterías de litio:.....	9
1.12 ¿Qué es el inversor off Grid?.....	9
1.13 ¿Qué es un inversor On Grid?	10
1.14 ¿Qué es a energía eólica?.....	10
1.15 ¿Qué son las aspas eólicas?	11
CAPÍTULO II.....	12
2. MARCO METODOLÓGICO.....	12
2.1 Enfoque metodológico de la investigación:	12
1.2 Población, unidades de estudio y muestra yo unidad de análisis:	12
1.3 Métodos empíricos y técnicas empleadas para la recolección de la información:	14
CAPÍTULO III	16

3. PROPUESTA DEL DESARROLLO DEL PROYECTO TÉCNICO	16
3.1 Fundamentos de la propuesta	16
3.2 EJECUCION DE LA PROPUESTA:.....	16
3.3 Configuración inicial diseño y datos obtenidos en HOMER	16
1.3 Tabla de carga de la vivienda promedio.	17
1.4 Ilustración del perfil de carga	17
1.5 Datos meteorológicos obtenidos en Homer pro	18
1.6 Análisis comparativo de las estadísticas de los fenómenos atmosféricos presentados en el lugar donde se va diseñar el sistema fotovoltaico.	18
1.7 Datos mensuales de irradiancia	18
1.8 Tabla de datos del índice de claridad y datos de irradiación.	19
1.9 Datos económicos del proyecto.....	19
1.10 Esquema del diseño del sistema fotovoltaico	20
1.11 Implementación panel marca Jinko solar365JKM465M-72	20
1.12 Implementación del inversor marca SunPower SPR-5000m (240v).....	21
1.13 Implementación de la batería EnerSys PowerSafe SBS 400.....	21
1.14 Costos de materiales fotovoltaicos	22
1.15 Tabla de flujo económico fotovoltaico.....	23
1.16 Análisis comparativo de las estadísticas de los fenómenos atmosféricos presentados en el lugar donde se va diseñar el sistema eólico.....	24
1.17 Datos mensuales de la velocidad del viento	24
1.18 Velocidad Promedio del Viento Mensual.....	25
1.19 Esquema del diseño eólico	26
1.20 Implementación de una turbina eólica.....	27

1.21 Costo de materiales eólicos	28
1.22 Tabla de flujo económico eólico	29
1.23 Comparación de precios del diseño solar y eólico.	30
1.23.1 Tabla de precio fotovoltaico	30
1.23.2 Tabla de precio eólico.....	30
Conclusiones.....	31
Recomendaciones	32
Referencias:	33

INDICE DE FIGURAS.

Figura 1:Paneles solares.	6
Figura 2:Panel monocristalino.....	6
Figura 3: Panel policristalinos	7
Figura 4: Batería solar	7
Figura 5: Batería plomo.....	8
Figura 6: Batería AGM.....	8
Figura 7: Batería gel	9
Figura 8: Batería litio.....	9
Figura 9: Inversor OFF GRID	10
Figura 10:: Inversor ON GRID.....	10
Figura 11: Parte de un aspa eólica.....	11
Figura 12:: Ubicación Isla Baltra	16
Figura 13: Carga de la vivienda.....	17
Figura 14: Perfil de carga	17
Figura 15: Datos mensuales de irradiancia.....	18
Figura 16: Datos meteorológicos.....	19
Figura 17: Datos económicos	19
Figura 18: Diseño solar en HOMER PRO	20
Figura 19: Elemento solar (PV).....	21
Figura 20: Elemento fotovoltaico convertidor.....	21
Figura 21: Elemento fotovoltaico (Batería).....	22
Figura 22: Tabla de precios de los elementos fotovoltaicos.....	22

Figura 23: Flujo económico.....	23
Figura 23: Datos mensuales del viento.....	24
Figura 23: Datos de la velocidad del viento	25
Figura 26: Esquema eólico en HOMER PRO	26
Figura 27: Implementación de la turbina eólica	27
Figura 28: Tabla de precios de los materiales eólicos	28
Figura 29: Flujo económico eólico.....	29
Figura 30: Tabla económica fotovoltaico.....	30
Figura 31: Tabla económico eólica	30

INTRODUCCION

Tema

Análisis comparativo técnico-económico de un sistema eólico y solar fotovoltaico a través del software HOMER. Caso de estudio: Vivienda de 5KWh en la isla Baltra-Galápagos.

Planteamiento del Problema

La crisis energética y el estiaje que a menudo va afectando a la producción de energía eléctrica nos obliga a buscar una solución para poder solventar los problemas eléctricos en el país, también, ampliar el conocimiento sobre las energías renovables su la instalación de los sistemas solar y eólico en el país y costos.

La falta de red eléctrica en diversas zonas del país por la creciente de la población y la alta demanda eléctrica que esta requiere especialmente en áreas rurales y aisladas donde el acceso de la energía es limitado.

También un problema que se presenta en nuestro diseño, es que tenemos un diferente diseño de implementación por cada energía renovable como es la solar y eólica, entonces para estas dos propuestas de diseño no se sabe cuál será la más eficiente y cual tendría menor costos.

Realizar la comparativa de los dos modelos de diseño haber que diseño es más complejo y puede llevar menos presupuesto de instalación.

Ecuador enfrenta el desafío de llevar electricidad a zonas remotas y rurales, donde el acceso al suministro eléctrico convencional es limitado o inexistente debido a la geografía montañosa y la dispersión de las comunidades. La dependencia de generadores diésel en estas áreas no solo es costosa, sino que también genera un impacto ambiental considerable. Por ello, el uso de las fuentes renovables, como la fotovoltaica y la eólica, se presenta como una solución viable y sostenible. Estas fuentes de energía permiten el desarrollo de sistemas descentralizados y autónomos, como paneles solares o microturbinas eólicas, que pueden proporcionar electricidad de manera continua y limpia, mejorando la calidad de vida de las comunidades, promoviendo el desarrollo socioeconómico y contribuyendo a la reducción de la huella de carbono del país.(Mella 2024)

Problema científico

El proyecto está enfocado en comparar un sistema solar y eólico en la región insular la vía antigua del aeropuerto de la isla Galápagos (isla Baltra) donde existe mayor radiación solar, y fuertes corrientes de viento. Los proyectos solares y eólicos en las Islas Galápagos son esenciales para preservar este delicado ecosistema, que es Patrimonio de la Humanidad, al mitigar los efectos negativos de los combustibles fósiles. Históricamente, las islas han dependido en gran medida de generadores diésel para su suministro energético, lo que ha implicado riesgos de contaminación y daños al medio ambiente. En respuesta, el gobierno de Ecuador, en colaboración con socios internacionales y empresas privadas, ha promovido la instalación de parques solares y eólicos para reducir esta dependencia. Estos proyectos incluyen la creación de plantas fotovoltaicas y aerogeneradores que ofrecen una fuente de energía limpia y renovable, reduciendo al mismo tiempo las emisiones de gases de efecto invernadero. Estas iniciativas forman parte de un plan integral para transformar el sistema energético de Galápagos, permitiendo que el archipiélago conserve su biodiversidad única mientras cubre las necesidades energéticas de su creciente población y turismo. Las Islas Galápagos, un santuario de biodiversidad mundial, se encuentran en la vanguardia de la transición hacia un futuro energético sostenible. La implementación de proyectos solares y eólicos en el archipiélago es vital para preservar su frágil ecosistema y garantizar el bienestar de sus habitantes. Al aprovechar los abundantes recursos naturales de sol y viento, estas islas pueden reducir drásticamente su dependencia de los combustibles fósiles, minimizando así las emisiones de gases de efecto invernadero y la contaminación atmosférica. Esta transición energética no solo protege los ecosistemas terrestres y marinos únicos de Galápagos, sino que también contribuye a mitigar los efectos del cambio climático a nivel global. Además de los beneficios ambientales, la energía renovable ofrece oportunidades económicas significativas. La creación de empleos en la instalación, mantenimiento y operación de sistemas solares y eólicos impulsa el desarrollo local y diversifica la economía de las islas. Asimismo, la reducción de los costos energéticos a largo plazo beneficia a las comunidades y empresas, mejorando su calidad de vida. En resumen, los proyectos solares y eólicos en las Galápagos representan una inversión estratégica para proteger el patrimonio natural de la humanidad, fomentar el desarrollo sostenible y posicionar a este archipiélago como un referente mundial en la lucha contra el cambio climático.

Preguntas científicas o directrices

- ¿Cuál de los sistemas, eólico o solar, presenta un mayor potencial de generación de energía eléctrica en la ubicación geográfica seleccionada (Isla Baltra, Galápagos), ¿según los análisis realizados con el software HOMER?
- ¿Cómo influyen los factores climáticos (velocidad del viento, radiación solar) y las características técnicas de los componentes (aerogeneradores, paneles solares, baterías) en el rendimiento de los sistemas eólicos y solares evaluados?
- ¿Cuál es el impacto económico de la implementación de cada sistema (eólico, solar, híbrido) en términos de costo de inversión, operación y mantenimiento, y cuál es el período que va tener la recuperación de la inversión?

Objetivo general

Comparar y evaluar un sistema eólico y solar en la isla Baltra de la región insular Galápagos a través del software HOMER para comparar cual sistema se puede aprovechar al máximo para un modelo de vivienda de un consumo de 5KWh con los recursos naturales de la ubicación geográfica.

Objetivos específicos

- Realizar un análisis de costos de materiales solares y eólicos.
- Evaluar cual sistema proporcionaría mayor aprovechamiento solar o eólico según nuestra ubicación ecuatorial.
- Realizar comparativas de recuperación económica de tiempo promedio de los sistemas eólicos y solar, cual tiene a su recuperación económica en más corto tiempo.
- Desarrollar la documentación técnica del proyecto.

Justificación

El problema energético que presenta la Isla de Baltra es la necesidad de buscar soluciones energéticas sostenibles y eficientes para comunidades aisladas como la isla Baltra en Galápagos. Dada la creciente demanda energética y los desafíos asociados a la generación

convencional de electricidad en entornos remotos, la exploración de fuentes renovables que es la energía fotovoltaica y solar se vuelve cada vez más relevante.

Su enfoque se centra en comparar un sistema solar y eólico en la región insular la vía antigua del aeropuerto de la isla galápagos (isla Baltra) donde existe mayor radiación solar, y fuertes corrientes de viento. Los proyectos solares y eólicos en las Islas Galápagos son esenciales para preservar este delicado ecosistema, que es Patrimonio de la Humanidad, al mitigar los efectos negativos de los combustibles fósiles. Históricamente, las islas han dependido en gran medida de generadores diésel para su suministro energético, lo que ha implicado riesgos de contaminación y daños al medio ambiente. En respuesta, el gobierno de Ecuador, en colaboración con socios internacionales y empresas privadas, ha promovido la instalación de parques solares y eólicos para reducir esta dependencia. Estos proyectos incluyen la creación de plantas fotovoltaicas y aerogeneradores que ofrecen una fuente de la energía limpia y renovable que va reduciendo al mismo tiempo las emisiones de los gases de efecto invernadero. Estas iniciativas forman parte de un plan integral para transformar el sistema energético de Galápagos, permitiendo que el archipiélago conserve su biodiversidad única mientras cubre las necesidades energéticas de su creciente población y turismo. Las Islas Galápagos, un santuario de biodiversidad mundial, se encuentran en la vanguardia de la transición para un futuro energético vial sostenible. La implementación de proyectos solares y eólicos en el archipiélago es vital para preservar su frágil ecosistema y garantizar el bienestar de sus habitantes. Al aprovechar los abundantes recursos naturales de sol y viento, estas islas pueden reducir drásticamente su necesidad de los combustibles que son fósiles, minimizando así las emisiones de gases de efecto invernadero y la contaminación atmosférica. Esta transición energética no solo protege los ecosistemas terrestres y marinos únicos de Galápagos, sino que también contribuye a disminuir los efectos del cambio climático a nivel global. Además de los beneficios ambientales, la energía renovable ofrece oportunidades económicas significativas. La creación de empleos en la instalación, mantenimiento y operación de sistemas solares y eólicos impulsa el desarrollo local y diversifica la economía de las islas. Asimismo, la reducción de los costos energéticos a largo plazo beneficia a las comunidades y empresas, mejorando su calidad de vida. En resumen, los proyectos solares y eólicos en las Galápagos representan una inversión estratégica para cuidar el patrimonio natural de la humanidad, fomentar el desarrollo

sostenible y posicionar a este archipiélago como un referente mundial enfocado en la lucha contra el cambio notable climático.

Variables

Dependientes.

Rendimiento del sistema: Esta es probablemente la variable dependiente más importante. Se medirá en términos de la cantidad de la energía eléctrica que es generada por cada sistema (eólico y solar), su eficacia en la conversión de energía primaria en eléctrica, y su capacidad para satisfacer la demanda energética.

Costo de energía: Se evaluará el costo por kilovatio hora (kWh) generado por cada sistema, considerando los costos de inversión, operación y mantenimiento.

Independientes.

Tipo de tecnología: Esta es la variable independiente principal. Se compararán dos tipos de tecnologías: sistemas eólicos y sistemas solares.

Características del sitio: Condiciones climáticas (velocidad del viento, radiación solar), topografía, recursos naturales disponibles, etc.

Tamaño del sistema: Capacidad instalada de los generadores eólicos y paneles solares.

Tecnología de almacenamiento: Tipo y capacidad de las baterías utilizadas para almacenar la energía.

Demanda energética: Perfil de carga del consumidor.

Idea a defender y/o Hipótesis

Ideas Centrales

Se busca demostrar la factibilidad técnica y económica de la implementación de sistemas eólicos y solares en un contexto específico, utilizando el software HOMER para simular y evaluar su desempeño.

Se pretende identificar la configuración óptima de un sistema híbrido, combinando la energía eólica y fotovoltaica, para maximizar la eficiencia energética y reducir los costos.

Se podría explorar la aplicabilidad de los resultados a otras regiones con características climáticas y de demanda energética similares.

Hipótesis Potenciales

Se espera que, en el contexto de la isla Baltra, un sistema híbrido eólico-solar fotovoltaico, optimizado a través del software HOMER, resulte en una solución energética más económica y sostenible a largo plazo en comparación con sistemas convencionales basados en combustibles fósiles. Se plantea que la combinación de estas tecnologías renovables, junto con la capacidad de almacenamiento proporcionada por HOMER, permitirá cubrir la demanda energética de la vivienda de 5KWh de manera eficiente, minimizando los costos operativos y reduciendo la dependencia de recursos de energía no renovables.

El análisis comparativo a través de HOMER permitirá identificar la configuración óptima del sistema híbrido, considerando factores como la relación entre la capacidad de los generadores eólico y fotovoltaico, el tamaño del sistema y reserva de almacenamiento, y la demanda energética específica de la vivienda. Se prevé que esta configuración óptima variará en función de los datos climáticas de la isla Baltra y de los costos de los componentes del sistema. Además, se espera que el modelo de simulación permita evaluar la sensibilidad del sistema ante diferentes escenarios, como variaciones en la irradiación solar y la velocidad y dirección del viento, así como cambios en los precios de la energía.

CAPÍTULO I

1.1 MARCO TEÓRICO

1.2 Contextualización espacio temporal del problema.

La investigación se centra en un análisis comparativo de sistemas de energía renovable para una vivienda de 5KWh ubicada en la isla Baltra, perteneciente al archipiélago de Galápagos, Ecuador. Esta ubicación geográfica particular, caracterizada por su posición ecuatorial y su condición insular, presenta condiciones climáticas y geográficas únicas que influyen directamente en la generación de energía eólica y solar. La alta radiación solar durante todo el año y la presencia de vientos alisios hacen de Galápagos un lugar prometedor para la implementación de estas tecnologías.

La necesidad de reducir la dependencia de combustibles fósiles en un ecosistema tan frágil y protegido como el de Galápagos, sumada a los crecientes costos de la energía convencional, justifican la búsqueda de soluciones energéticas sostenibles y económicamente viables. A través del software HOMER, se pretende evaluar la factibilidad técnica y económica de diferentes configuraciones de sistemas híbridos eólico-solares, considerando las particularidades climáticas y geográficas de la isla Baltra, así como los objetivos de conservación y desarrollo sostenible de la región.

1.3 Revisión de investigaciones previas sobre el objeto de estudio.

1.4 Estado del arte:

Las Islas Galápagos, un paraíso natural, han abrazado la energía solar como una forma de preservar su frágil ecosistema. Pioneras en la región, las islas han experimentado una notable evolución en el sector energético. Inicialmente, los sistemas solares eran pequeños y se utilizaban principalmente para satisfacer las necesidades de viviendas y comunidades aisladas. En cambio, con el paso persistente del tiempo y gracias a inversiones y avances tecnológicos, se han implementado proyectos a gran escala, como parques fotovoltaicos y sistemas híbridos que combinan la energía solar con otras fuentes renovables.

La energía solar en Galápagos ha demostrado ser una solución viable y sostenible. Al reducir la necesidad de utilizar de los combustibles fósiles, se ha disminuido significativamente la huella de carbono de las islas y se ha contribuido a la conservación de su biodiversidad.

Además, la generación local de energía ha fortalecido la autonomía energética de las comunidades y ha creado nuevas oportunidades económicas. A pesar de los desafíos iniciales, como los costos de inversión y la necesidad de una infraestructura adecuada, el futuro de la energía solar en Galápagos es prometedor. Se espera que continúe la expansión de los sistemas solares y que las islas se consoliden como un modelo a seguir en la transición para el futuro energético más limpio y sostenible. (BID | Ecuador impulsa la transición energética para las Islas Galápagos con el apoyo del BID s. f.)

La energía eólica en Galápagos ha sido un pilar fundamental en la transición hacia una matriz energética más limpia y sostenible. Las islas, con sus condiciones climáticas favorables, han aprovechado el potencial del viento para producir electricidad y reducir su dependencia hacia los combustibles fósiles.

El Parque Eólico San Cristóbal, inaugurado en 2007, fue pionero en el país. Con una capacidad instalada de 2.4 MW, este proyecto demostró la viabilidad de la energía eólica en un entorno insular. Sin embargo, el proyecto ERGAL, que buscaba expandir la generación eólica en otras islas, enfrentó desafíos técnicos y económicos, lo que ha limitado un crecimiento más acelerado. A pesar de estos obstáculos, la energía eólica sigue siendo una opción prometedora para Galápagos, y se están explorando nuevas iniciativas para optimizar su aprovechamiento, como la combinación de los sistemas para el almacenamiento de energía.

La evolución de la energía eólica en Galápagos ha estado marcada por avances significativos, pero también por desafíos. A medida que se avanza en la investigación y desarrollo de tecnologías eólicas más eficientes y económicas, se espera que esta fuente de energía siga creciendo en importancia para las islas, contribuyendo a la conservación de su frágil ecosistema y a la mejora de la calidad de vida de sus habitantes. (Burbano y Narváez 2021)

Las Islas Galápagos, un laboratorio natural de biodiversidad, enfrentan una serie de desafíos en su transición hacia las energías renovables. Si bien la dependencia de combustibles fósiles ha generado problemas ambientales significativos, la implementación de energías limpias no está exenta de obstáculos. La insularidad de las islas dificulta la logística de transporte y almacenamiento de equipos, encareciendo los costos. Además, la variabilidad climática y la escasez de recursos hídricos limitan la eficiencia de tecnologías como la solar y la hidroeléctrica. Otro desafío es la necesidad de adaptar las infraestructuras existentes a las nuevas tecnologías, lo que requiere inversiones considerables.

La fragilidad del ecosistema galápagueño exige una planificación cuidadosa y una evaluación exhaustiva de los impactos ambientales de cualquier proyecto energético. La instalación de parques eólicos o solares, por ejemplo, puede alterar los patrones de viento y afectar a la fauna local. Asimismo, la gestión de residuos electrónicos y la disposición de baterías son problemas que requieren soluciones innovadoras. A pesar de estos desafíos, la transición hacia las energías renovables es fundamental para proteger el patrimonio natural de las Galápagos y garantizar un futuro sostenible para sus habitantes.(Guairacaja Usca 2014)

En este documento (Plan-de-Transicion-Energetica-de-Galapagos-comprimido.pdf s. f.) que habla sobre la isla de Baltra y su gran paso hacia la sostenibilidad energética gracias a la implementación de diversos proyectos solares. Uno de los más destacados es la planta fotovoltaica de 67 kWp, que aprovecha la abundante radiación solar del archipiélago para generar electricidad. Esta energía limpia es almacenada en baterías, lo que permite su uso incluso durante las horas nocturnas o en días nublados. Además, Baltra cuenta con un parque eólico que complementa la generación de energía renovable, optimizando el uso de los recursos naturales de la isla.

Estos proyectos solares no solo contribuyen a reducir la necesidad de utilizar los combustibles fósiles, sino que también disminuyen la producción de emisiones de gases de efecto invernadero, protegiendo así el frágil ecosistema de Galápagos. La energía solar generada en Baltra es utilizada para abastecer las necesidades energéticas de la isla, incluyendo la infraestructura turística y las comunidades locales. De esta manera, Baltra se consolida como un referente en la implementación de energías renovables en zonas remotas y contribuye al objetivo de convertir a Galápagos en un destino turístico sostenible a largo plazo, también vemos en otro documento (Al-Ghussain et al. 2020) que nos explica sobre la importancia de los sistemas híbridos de energía renovable, específicamente la combinación de energía fotovoltaica y eólica, en el contexto de Zimbabwe, donde se busca mejorar la seguridad energética y reducir la dependencia de combustibles fósiles. Se presenta un análisis técnico-económico que muestra que los sistemas híbridos superan a los sistemas independientes en términos de viabilidad económica, con un costo nivelado de electricidad (LCOE) de 0.1 USD/kWh y un valor presente neto (NPV) de 3.06 millones de DÓLAR ESTADOUNIDENSE. Además, se destaca el potencial significativo de recursos solares en Gwanda, donde la energía fotovoltaica puede satisfacer completamente la demanda local, en este mismo contexto también tenemos en este

documento (Komrit y Zabihian 2023) donde vemos que en otros sistemas comparativos se utilizaron análisis comparativos para evaluar el rendimiento de sistemas solares fotovoltaicos, turbinas eólicas y sistemas híbridos en Tailandia, empleando herramientas de modelado como HOMER para simular diferentes configuraciones con parámetros de entrada consistentes. Estos análisis permitieron identificar la generación total de energía, costos operativos y eficiencia del sistema, facilitando la comparación de resultados entre modelos y sistemas reales. A través de esta metodología, se buscó validar los modelos y proporcionar una base sólida para la toma de decisiones en la implementación de energías renovables. para el caso de los estudios del documento (Optimal sizing and techno-economic analysis of a hybrid solar PV/wind/diesel generator system - IOPscience s. f.) también hay un software que realiza el dimensionamiento óptimo del sistema híbrido de generación solar fotovoltaica, eólica y diésel llamado HOMER, que permitió determinar las configuraciones más eficientes en términos de costos y rendimiento. Los resultados indicaron que el tamaño ideal del sistema incluye 58,8 kW de energía solar, 7 turbinas eólicas de 3 kW cada una y un convertidor de 6,99 kW, lo que asegura un suministro constante de energía para satisfacer las necesidades del Hospital Comunitario. Este enfoque no solo optimiza el costo de operación, sino que también contribuye a la reducción de emisiones y mejora la sostenibilidad energética de la comunidad. También en el mismo context el documento (Quantitative techno-economic comparison of a photovoltaic/wind hybrid power system with different energy storage technologies for electrification of three remote areas in Cameroon using Cuckoo search algorithm - ScienceDirect s. f.) nos referencia estudios que se realiza se tiene la comparación tecno económica en el estudio se lleva a cabo mediante la evaluación de diferentes configuraciones de sistemas híbridos fotovoltaicos y eólicos, utilizando un algoritmo de optimización conocido como búsqueda cuco. Este enfoque permite identificar la combinación óptima de tecnologías de almacenamiento de energía, como baterías y pilas de combustible, para satisfacer la demanda eléctrica en tres ubicaciones distintas en Camerún. Se analizan seis configuraciones diferentes, considerando factores como el costo de energía (COE) y el costo actual neto (NPC), mientras se asegura que se cumpla con la probabilidad de déficit de carga (LDP) como restricción de confiabilidad. Los datos reales de velocidad del viento y radiación solar son fundamentales para este análisis, lo que permite una evaluación precisa del potencial de energía renovable en cada ubicación y la identificación de la solución más económica y eficiente para la electrificación rural, también tenemos el artículo científico titulado (Simulación

en Homer de un sistema eléctrico híbrido solar -eólico en la parroquia Lasso de la provincia de Cotopaxi s. f.) que presenta un estudio detallado sobre el diseño y simulación de un sistema eléctrico híbrido que combina energía fotovoltaica y eólica para la generación de electricidad en una zona rural de Ecuador. Utilizando el software HOMER, se evalúan diferentes configuraciones de sistemas híbridos con el fin de identificar la opción más eficiente y económica para suministrar energía eléctrica a la parroquia Lasso. El estudio considera factores técnicos y económicos, como la variabilidad del recurso solar y eólico, y la estabilidad de la interconexión con la red eléctrica. Finalmente, se realiza una comparación de los resultados obtenidos en la simulación, destacando la viabilidad y los beneficios del uso de energías renovables en zonas no interconectadas.

1.5 Desarrollo conceptual.

1.6 ¿Qué es la energía solar?

La energía solar, un pilar fundamental de las energías renovables, está impulsando una transformación energética global. Al ser una fuente inagotable y cada vez más eficiente, contribuye a crear economías más limpias y sostenibles. Además de proteger el medio ambiente, la energía solar genera empleo, atrae inversiones y aumenta la competitividad de las empresas. Con los avances tecnológicos, esta fuente de energía se posiciona como una solución viable y rentable para satisfacer la creciente demanda energética mundial.

En el camino para un futuro energético más sostenible, la energía solar desempeña un papel protagónico. Sus múltiples beneficios, como la reducción de producción de gases de efecto invernadero y la generación de empleo, la convierten en una opción atractiva para gobiernos, empresas y ciudadanos. Gracias a los avances tecnológicos, la energía solar es hoy más accesible y competitiva que nunca, lo que la consolida como una de las principales fuentes de energía renovable a nivel mundial. (Energía solar s. f.)

1.7 ¿Qué son los paneles solares?



Figura 1:Paneles solares.

Fuente:(Baterías para paneles solares 2020)

Un panel solar está compuesto por múltiples células solares, cada una de ellas capaz de convertir la luz solar en electricidad. Estas células, protegidas por un plástico resistente a condiciones extremas, se unen para formar un panel. Un inversor se encarga de transformar la corriente eléctrica generada por el panel para que pueda ser utilizada en nuestros hogares o dispositivos.(BBVA s. f.)

1.8 Paneles solares fotovoltaicos:

Estos son los más comunes y utilizados para la captación producción de electricidad, capturan la luz solar y la convierten directamente en corriente eléctrica.

1.9 Monocristalinos:



Figura 2:Panel monocristalino

Fuente:(Paneles solares monocristalinos 300W-350W - Xindunpower s. f.)

- Sus células solares fabricadas a partir de un único cristal de silicio.
- Alta eficiencia y estética, pero suelen ser más costosos.

1.9.1 Policristalinos:



Figura 3: Panel policristalinos
Fuente:(orsonz 2020)

Características de los paneles fotovoltaicos:

- Células solares fabricadas a partir de varios cristales de silicio.
- Menor eficiencia que los monocristalinos, pero también más económicos.

1.10 ¿Qué son las baterías?



Figura 4: Batería solar
Fuente:(Baterías Solares de Gel - Novum Solar s. f.)

Las baterías fotovoltaicas son dispositivos que almacenan la energía eléctrica generada por paneles solares. Funcionan como un banco de energía, permitiendo utilizar la electricidad producida durante el día, incluso cuando no hay sol. Estas baterías son especialmente útiles para sistemas solares autónomos o para aumentar la autosuficiencia energética en hogares y negocios.

Al almacenar la energía excedente, las baterías solares ayudan a optimizar el consumo y reducir la dependencia de la red eléctrica convencional.(Baterías para paneles solares 2020)

1.11 Tipos de baterías

1.11.1 Baterías de plomo-ácido:

Son las más tradicionales y económicas. Se dividen en varios subtipos, baterías inundadas: Requieren mantenimiento regular debido a la pérdida de agua.



Figura 5: Batería plomo

Fuente:(Baterías de Ciclo Profundo Plomo Ácido (AGM o GEL) s. f.)

1.11.2 Baterías AGM (Absorbent Glass Mat):

El electrolito está absorbido en una fibra de vidrio, lo que reduce el mantenimiento,



Figura 6: Batería AGM

Fuente:(Batería AGM 250Ah s. f.)

1.11.3 Las baterías de gel:

El electrolito está en forma de gel, lo que las hace más seguras y duraderas.



Figura 7: Batería gel

Fuente:(Batería Solar de GEL vida útil prolongada 100Ah/12VDC s. f.)

1.11.4 Baterías de litio:

Son más modernas y ofrecen una mayor densidad energética, lo que significa que pueden almacenar más energía en un espacio más reducido. Además, tienen una vida útil más larga y una mayor eficiencia.



Figura 8: Batería litio

Fuente:(Baterías de litio para panel solar – Energía Renovable – Solar, Eólica e Hidráulica s. f.)

1.12 ¿Qué es el inversor off Grid?

Un inversor off-Grid es un dispositivo electrónico que permite utilizar la energía generada por un sistema solar fotovoltaico de manera independiente de la red eléctrica convencional. Es decir, funciona como una especie de "mini central eléctrica" en tu hogar o negocio, permitiéndote tener electricidad incluso en zonas remotas o cuando la red eléctrica falla.(Diferencias entre inversores on-Grid y off-Grid 2024)



Figura 9: Inversor OFF GRID

Fuente:(INVERSOR OFF GRID 300WATTS 120V 12VDC | SISTEMAS INTEGRALES S.A. SISINSA s. f.)

1.13 ¿Qué es un inversor On Grid?

Los inversores on-Grid son diseñados específicamente para operar en conjunto con la red eléctrica. Su función principal es inyectar la energía solar producida por los paneles solares directamente a la red eléctrica, supliendo así el consumo de energía de los dispositivos conectados. En caso de que la generación solar sea insuficiente, el sistema automáticamente toma la energía faltante de la red, asegurando así un suministro continuo.



Figura 10:: Inversor ON GRID

Fuente:(INVERSOR ON GRID MONOFASICO DE 5000W PARA INSTALACIONES RESIDENCIALES, DISEÑO DE 2 MPPT COMPACTO Y EFECTIVO – Vatio Pico s. f.)

1.14 ¿Qué es a energía eólica?

La energía eólica es una fuente renovable que utiliza la fuerza del viento para producir electricidad. Esta energía cinética del viento se captura a través de aerogeneradores, grandes molinos de viento equipados con aspas que giran al sentir la brisa. El giro de las aspas impulsa un generador eléctrico, el cual transforma la energía mecánica en energía eléctrica.

La energía eólica es una alternativa limpia y sostenible a los combustibles fósiles. Al no emitir gases de efecto invernadero ni contaminantes en el periodo de su funcionamiento, estos

contribuyen a mitigar el cambio climático y a mejorar la calidad del aire. Además, es una fuente de energía prácticamente inagotable y de bajo costo operativo, lo que la convierte en una opción cada vez más atractiva para la generación de electricidad a gran escala. (¿Qué es la Energía Eólica? – Centro de Investigación en Recursos Energéticos y Sustentables s. f.)

1.15 ¿Qué son las aspas eólicas?



Figura 11: Parte de un aspa eólica

Fuente: (Energía eólica. Qué es, cómo funciona, ventajas y desventajas s. f.)

Las aspas de los molinos de viento, al igual que las alas de un avión, tienen una forma especial que les permite aprovechar la fuerza del viento. Esta forma hace que el aire se mueva más rápido por una parte del ala que por otra, se crea una diferencia de presión. Esta diferencia de presión genera una fuerza que empuja el ala hacia arriba, un fenómeno conocido como sustentación. Es el mismo principio que permite a los aviones volar.

Gracias al efecto Venturi, las aspas de los molinos de viento pueden aprovechar la energía del viento. Este efecto, que también explica por qué vuelan los aviones, se produce cuando un fluido (como el aire) circula por un conducto de sección variable. Al pasar por una sección más estrecha, el fluido acelera y la presión disminuye. Esta diferencia de presión produce una fuerza que empuja el objeto en la dirección de la menor presión. (Las aspas de un generador eólico 2019)

CAPÍTULO II

2. MARCO METODOLÓGICO

2.1 Enfoque metodológico de la investigación:

El presente estudio emplea un enfoque metodológico cuantitativo, basado en la simulación computacional a través del software HOMER. Se realizará un análisis comparativo técnico-económico de un sistema eólico y uno solar fotovoltaico, con el objetivo de determinar la opción más viable para poder satisfacer la demanda energética de una vivienda de 5KWh ubicada en la isla Baltra, Galápagos. A través de HOMER, se modelarán y evaluarán diferentes configuraciones de ambos sistemas, considerando variables como la radiación solar, los vientos predominantes, la demanda energética y los costos de inversión y operación.

1.2 Población, unidades de estudio y muestra y unidad de análisis:

El proyecto se enfoca en la utilización del software HOMER para realizar una comparativa de rendimiento de dos sistemas de energías renovables analizando su eficiencia de aprovechar al máximo los recursos renovables buscando un equilibrio energético con los recursos naturales y biológicos, también comparar los costos de instalación que son para la solar y eólica, se tomara de referencia la región insular la vía antigua del aeropuerto de la isla galápagos (isla baltra) donde se tiene mejor aprovechamiento tanto solar como eólico siendo que la energía fotovoltaica y eólica las dos fuentes de energías renovables más factibles e utilizadas en el país, estas no se han enfocado a una comparación exhaustiva para ver cuál de las dos energía renovables se pueda aprovechar al máximo según el lugar donde nos encontramos, para esto se propone realizar una comparación y evaluación en el software HOMER para poder obtener una comprensión integral del rendimiento y la eficiencia de los sistemas implementados. Es primordial comparar los sistemas por la diversidad de los recursos según la ubicación geográfica, su optimización del rendimiento energético para ver cual sistema proporcionara una producción de energía más constante y fiable a lo largo del tiempo, evaluar sus costos y los retornos de ingreso al implementar los diferentes proyectos a su vez también poder ver cuál de los sistemas tendrían la integración más factible para su conexión a la red eléctrica.

La crisis energética y el estiaje que a menudo va afectando a la producción de energía eléctrica nos obliga a buscar una solución para poder solventar los problemas eléctricos en el

país, también, ampliar el conocimiento sobre las energías renovables su la instalación de los sistemas solar y eólico en el país y costos.

La falta de red eléctrica en diversas zonas del país por la creciente de la población y la alta demanda eléctrica que esta requiere especialmente en áreas rurales y aisladas donde el acceso de la energía es limitado.

También un problema que se presenta en nuestro diseño, es que tenemos un diferente diseño de implementación por cada energía renovable como es la solar y eólica, entonces para estas dos propuestas de diseño no se sabe cuál será la más eficiente y cual tendría menor costos.

Realizar la comparativa de los dos modelos de diseño haber que diseño es más complejo y puede llevar menos presupuesto de instalación.

Ecuador enfrenta el desafío de llevar electricidad a zonas remotas y rurales, donde el acceso al suministro eléctrico convencional es limitado o inexistente debido a la geografía montañosa y la dispersión de las comunidades. La dependencia de generadores diésel en estas áreas no solo es costosa, sino que también genera un impacto ambiental considerable. Por ello, el uso de energías renovables, como la fotovoltaica y la eólica, se presenta como una solución viable y sostenible. Estas fuentes de energía permiten el desarrollo de sistemas descentralizados y autónomos, como paneles solares o microturbinas eólicas, que pueden proporcionar electricidad de manera continua y limpia, mejorando la calidad de vida de las comunidades, promoviendo el desarrollo socioeconómico y contribuyendo a la reducción de la huella de carbono del país.(Mella 2024)

El proyecto eta enfocado en comparar un sistema solar y eólico en la región insular la vía antigua del aeropuerto de la isla galápagos (isla baltra) donde existe mayor radiación solar, y fuertes corrientes de viento. Los proyectos solares y eólicos en las Islas Galápagos son esenciales para preservar este delicado ecosistema, que es Patrimonio de la Humanidad, al mitigar los efectos negativos de los combustibles fósiles. Históricamente, las islas han dependido en gran medida de generadores diésel para su suministro energético, lo que ha implicado riesgos de contaminación y daños al medio ambiente. En respuesta, el gobierno de Ecuador, en colaboración con socios internacionales y empresas privadas, ha promovido la instalación de parques solares y eólicos para reducir esta dependencia. Estos proyectos incluyen la creación de plantas fotovoltaicas y aerogeneradores que ofrecen una fuente de energía limpia

y renovable, reduciendo al mismo tiempo las emisiones de gases de efecto invernadero. Estas iniciativas forman parte de un plan integral para transformar el sistema energético de Galápagos, permitiendo que el archipiélago conserve su biodiversidad única mientras cubre las necesidades energéticas de su creciente población y turismo. Las Islas Galápagos, un santuario de biodiversidad mundial, se encuentran en la vanguardia de la transición hacia un futuro energético sostenible. La implementación de proyectos solares y eólicos en el archipiélago es vital para preservar su frágil ecosistema y garantizar el bienestar de sus habitantes. Al aprovechar los abundantes recursos naturales de sol y viento, estas islas pueden reducir drásticamente su necesidad de los combustibles fósiles, minimizando así las emisiones de gases de efecto invernadero y la contaminación atmosférica. Esta transición energética no solo protege los ecosistemas terrestres y marinos únicos de Galápagos, sino que también contribuye a mitigar los efectos del cambio climático a nivel global. Además de los beneficios ambientales, la energía renovable ofrece oportunidades económicas significativas. La creación de empleos en la instalación, mantenimiento y operación de sistemas solares y eólicos impulsa el desarrollo local y diversifica la economía de las islas. Asimismo, la reducción de los costos energéticos a largo plazo beneficia a las comunidades y empresas, mejorando su calidad de vida. En resumen, los proyectos solares y eólicos en las Galápagos representan una inversión estratégica para proteger el patrimonio y recurso natural de la humanidad, fomentar el desarrollo sostenible y posicionar a este archipiélago como un referente mundial en la lucha que es contra el cambio climático.

1.3 Métodos empíricos y técnicas empleadas para la recolección de la información:

El proyecto se realizará de la siguiente manera:

Se utilizará el simulador HOMER recopilando información de los parques eólicos y solares según los últimos años para verificar sus estadísticas promedio haber cual energía está siendo más rentable en el Ecuador, se hará las comparativas pertinentes sobre los precios de los materiales utilizados en el Ecuador se utilizará estadísticas de los últimos años para realizar una comparación sobre la generación de eléctrica mediante los proyectos fotovoltaicos y eólicos en el país, se obtendrán también datos de carga: Estos incluyen el perfil de demanda de energía eléctrica a lo largo del tiempo, considerando tanto la carga base como las cargas pico. Se utilizará los siguientes Datos de recursos, solar: Radiación solar global horizontal (GHI), irradiancia directa normal (DNI) y temperatura ambiente. Estos datos se obtienen típicamente

de estaciones meteorológicas o de modelos climáticos, eólico: Velocidad del viento a diferentes alturas y dirección del viento. Esta información también se obtiene de estaciones meteorológicas o de modelos climáticos.

Complementariamente al uso de HOMER, se emplearán otras herramientas y metodologías para enriquecer el análisis. Por ejemplo, se utilizarán sistemas de información geográfica (SIG) para visualizar y analizar la distribución espacial de los recursos energéticos, así como para identificar las zonas con más potencial para la instalación de sistemas híbridos. Además, se realizarán estudios de caso en proyectos similares ya implementados en Ecuador para identificar las mejores prácticas y lecciones aprendidas. Por último, se considerará la integración de herramientas de inteligencia artificial para mejorar la precisión de las predicciones de generación y la optimización de la operación del sistema.(Garcia 2021)

CAPÍTULO III

3. PROPUESTA DEL DESARROLLO DEL PROYECTO TÉCNICO

3.1 Fundamentos de la propuesta

El análisis, diseño y estudio del proyecto se va a realizar en la isla de Baltra esto queda en la región insular Galápagos utilizando el software homer para realizar un diseño de sistema solar y uno de sistema eólico donde se va poder comparar precios de cada diseño y su rendimiento ya que aquí siempre se han presentado inconvenientes por la llegada del suministro eléctrico ya que se encuentra esto en una isla fuera de los lugares donde existe electricidad, esto presenta un pequeño inconveniente para las viviendas aledañas ya que dependen de energías renovables.

3.2 EJECUCION DE LA PROPUESTA:

3.3 Configuración inicial diseño y datos obtenidos en HOMER

A través del software Homer ubicamos la ubicación geográfica donde se va a realizar el diseño del sistema eólico y solar, en el siguiente caso se escoge la zona insular del Ecuador por el motivo que existe mayores corrientes de viento y radiación solar.

Ubicación geográfica: Galápagos Isla de Baltra

- Latitud 0-46039
- Longitud -90.27243



Figura 12:: Ubicación Isla Baltra
Fuente: HOMER PRO

1.3 Tabla de carga de la vivienda promedio.

Estudio de Cargas promedio						
Aparato	Cantidad	Potencia (Watts)	Potencia máxima instalada (W)	Voltaje (V)	Horas de uso diario	Consumo diario (Wh/día)
Iluminación led	13	18	234	110	5	1170
Televisor	1	150	150	110	8	1200
Refrigerador	1	300	300	110	4	1200
Licuadaora	1	150	150	110	0,05	7,5
Ventilador	1	130	130	110	5	650
Bomba de agua	1	750	750	110	1	750
Microondas	1	290	290	110	0,05	14,5
		suma de potencia máxima instalada	2004		TOTAL	4992

Figura 13: Carga de la vivienda
Fuente: Propia

1.4 Ilustración del perfil de carga

Tenemos que nuestro consumo consumo diario es de 4.992 kWh/día

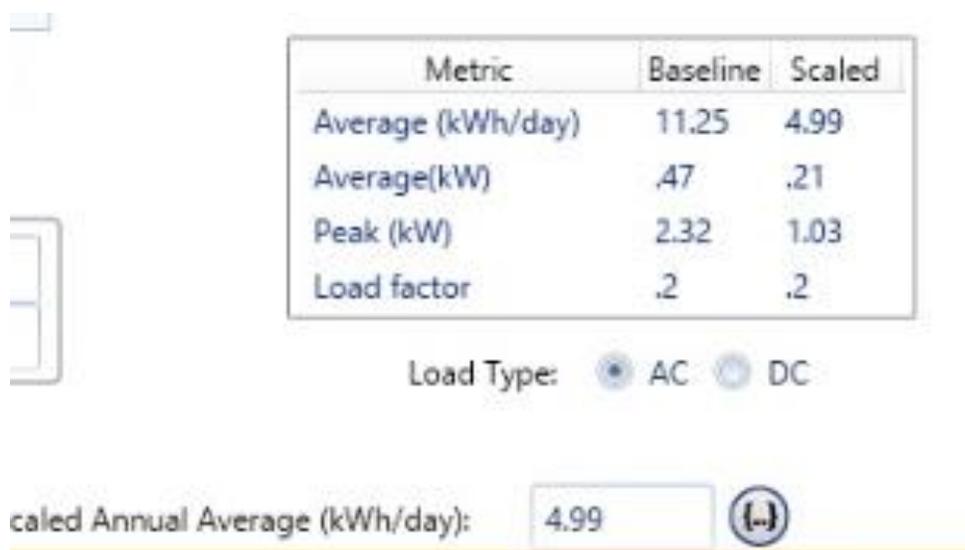


Figura 14: Perfil de carga
Fuente: HOMER PRO

1.5 Datos meteorológicos obtenidos en Homer pro

1.6 Análisis comparativo de las estadísticas de los fenómenos atmosféricos presentados en el lugar donde se va diseñar el sistema fotovoltaico.

Los datos obtenidos en el Software muestran valores promedios de años y meses donde se obtiene mayor irradiancia.

1.7 Datos mensuales de irradiancia

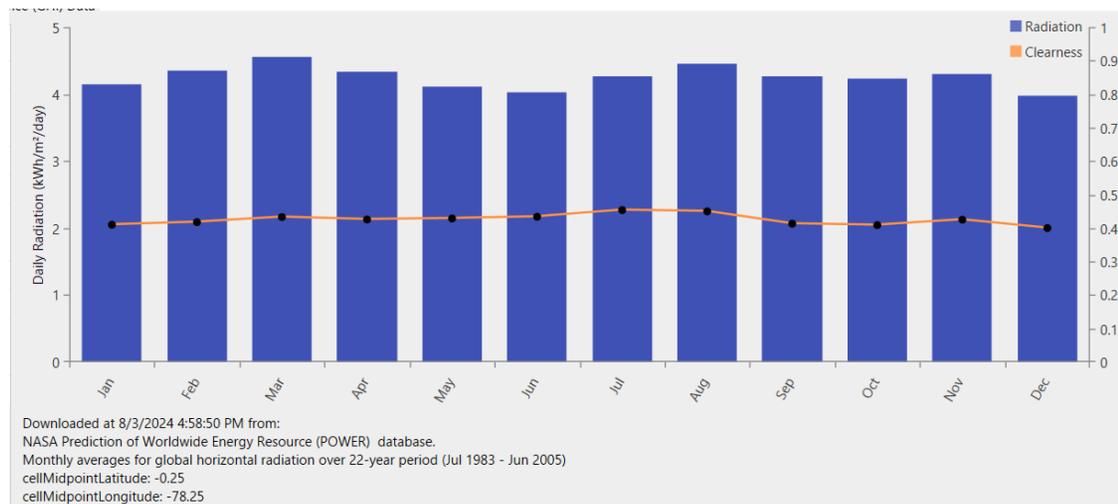


Figura 15: Datos mensuales de irradiancia
 Fuente: HOMER PRO

La figura 15 presenta la radiación solar promedio mensual y el índice de claridad para una ubicación específica durante un año. Elementos de la gráfica en el Eje X: Representa los meses del año, desde enero hasta diciembre.

Eje Y izquierdo: Muestra la radiación solar diaria promedio medida en kilovatios-hora por metro cuadrado por día (kWh/m²/día). Esta métrica indica la cantidad de energía fotovoltaica que incide sobre una superficie horizontal en un día promedio de cada mes.

Eje Y derecho: Representa el índice de claridad, un valor adimensional que varía entre 0 y 1. Este índice indica la proporción de la radiación solar que va llegar a la superficie terrestre en comparación con la radiación fotovoltaico extraterrestre (la que llega al límite superior de la atmósfera). Valores más altos indican cielos más despejados y mayor radiación solar directa.

1.8 Tabla de datos del índice de claridad y datos de irradiación.

Month	Clearness Index	Daily Radiation (kWh/m ² /day)
Jan	0.410	4.140
Feb	0.418	4.350
Mar	0.433	4.550
Apr	0.426	4.330
May	0.429	4.120
Jun	0.434	4.020
Jul	0.454	4.270
Aug	0.450	4.460
Sep	0.413	4.270
Oct	0.409	4.240
Nov	0.425	4.300
Dec	0.400	3.980

Figura 16: Datos meteorológicos
Fuente: HOMER PRO

La tabla contiene tres columnas principales:

- **Mes:** Indica cada mes del año, desde enero hasta diciembre.
- **Índice de Claridad:** Este valor numérico, que va de 0 a 1, representa la proporción de la radiación solar que va llegar hacia la superficie en comparación con la que llega al límite superior de la atmósfera. Un valor más alto indica un cielo más despejado y mayor radiación solar.
- **Radiación Diaria (kWh/m²/día):** Esta columna muestra la cantidad de energía solar, medida en kilovatios-hora por metro cuadrado por día, que incide sobre una superficie horizontal durante un día promedio de cada mes. Es decir, nos indica cuánta energía solar podemos esperar recibir en un día típico de cada mes.

1.9 Datos económicos del proyecto



The screenshot shows the HOMER Pro logo on the left and a panel of economic data input fields on the right. Each field has a numerical value and a circular icon with a minus sign for decreasing and a plus sign for increasing the value.

Discount rate (%):	12.00	(-)
Inflation rate (%):	1.90	(-)
Annual capacity shortage (%):	0.00	(+)
Project lifetime (years):	25.00	(-)

Figura 17: Datos económicos
Fuente: HOMER PRO

En la siguiente imagen tenemos la tasa de descuento en el Ecuador como en otros países de América latina se tiene una tasa fija por lo general del 12%. La tasa de inflación en el Ecuador está relativamente baja ya que agosto de 2024, la inflación anual se ubicó en aproximadamente 1.19% también tenemos el tiempo del año que estaría el proyecto sin energía, se toma en cuenta dos escenarios el 0% y el 10% que estaría sin funcionamiento, y la vida útil que se considera que el proyecto estaría para 25 años de funcionalidad.

1.10 Esquema del diseño del sistema fotovoltaico

En la figura 18 del diseño fotovoltaico donde tenemos la implementación del panel fotovoltaico una batería y un inversor que transformara la energía continua en alterna

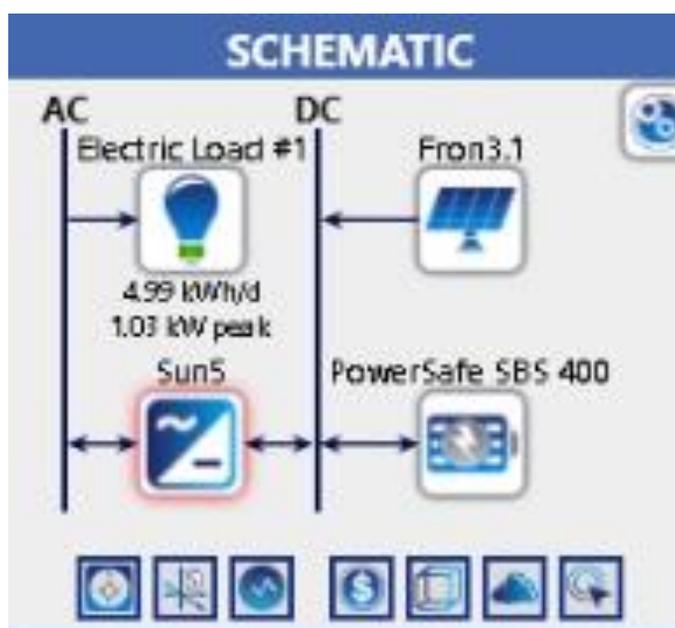


Figura 18: Diseño solar en HOMER PRO
Fuente: HOMER PRO

1.11 Implementación panel marca Jinko solar365JKM465M-72

Para el diseño elegimos en HOMER PRO un panel solar de marca Jinko solar365JKM465M-72 el cual tendrá la vida útil de 25 años y un precio de 250usd por unidad.

Figura 19: Elemento solar (PV)
Fuente: HOMER PRO

1.12 Implementación del inversor marca SunPower SPR-5000m (240v)

Para la implementación del sistema fotovoltaico se eligió un inversor de marca SunPower SPR-5000m (240v) el cual tendrá una vida útil de 15 años un valor económico de 400 usd.

Figura 20: Elemento fotovoltaico convertidor
Fuente: HOMER PRO

1.13 Implementación de la batería EnerSys PowerSafe SBS 400

Para el diseño fotovoltaico tenemos la batería de marca EnerSys PowerSafe SBS 400 que tendrá una vida útil de 15 años y un precio de 350usd.

Add/Remove EnerSys PowerSafe SBS 400

STORAGE  Name: EnerSys PowerSafe SBS 400 Abbreviation: PowerS Remove Copy to Library ?

Properties

Kinetic Battery Model
 Nominal Voltage (V): 12
 Nominal Capacity (kWh): 5.38
 Maximum Capacity (Ah): 449
 Capacity Ratio: 0.165
 Rate Constant (1/hr): 4.36
 Roundtrip efficiency (%): 97
 Maximum Charge Current (A): 400
 Maximum Discharge Current (A): 720
 Maximum Charge Rate (A/Ah): 1

www.enersys.com

PowerSafe SBS EON Technology retain the benefits typically associated with EnerSys' Thin Plate Pure Lead Technology (long life, high energy density, superior shelf life, etc.), they also deliver exceptional cyclic performance in both float and fast charge applications, even in the hottest and harshest operating environments

EnerSys
www.enersys.com
 Mark Coughlin
mark.coughlin@uk.enersys.com
 +44 (0) 1633 590327 Connect with Vendor

Cost

Quantity	Capital (\$)	Replacement (\$)	O&M (\$/year)
1	350.00	350.00	100.00

Lifetime
 throughput (kWh): 5,746.30 (-) More...
 time (years): 15.00 (-)

Sizing
 HOMER Optimizer™
 Search Space
 Advanced

Site Specific Input

String Size: 1 Voltage: 12 V

Initial State of Charge (%): 100.00 (-)
 Minimum State of Charge (%): 30.00 (-)

Use minimum storage life (yrs): 5.00 (-) Maintenance Schedule...

Figura 21: Elemento fotovoltaico (Batería)
 Fuente: HOMER PRO

1.14 Costos de materiales fotovoltaicos

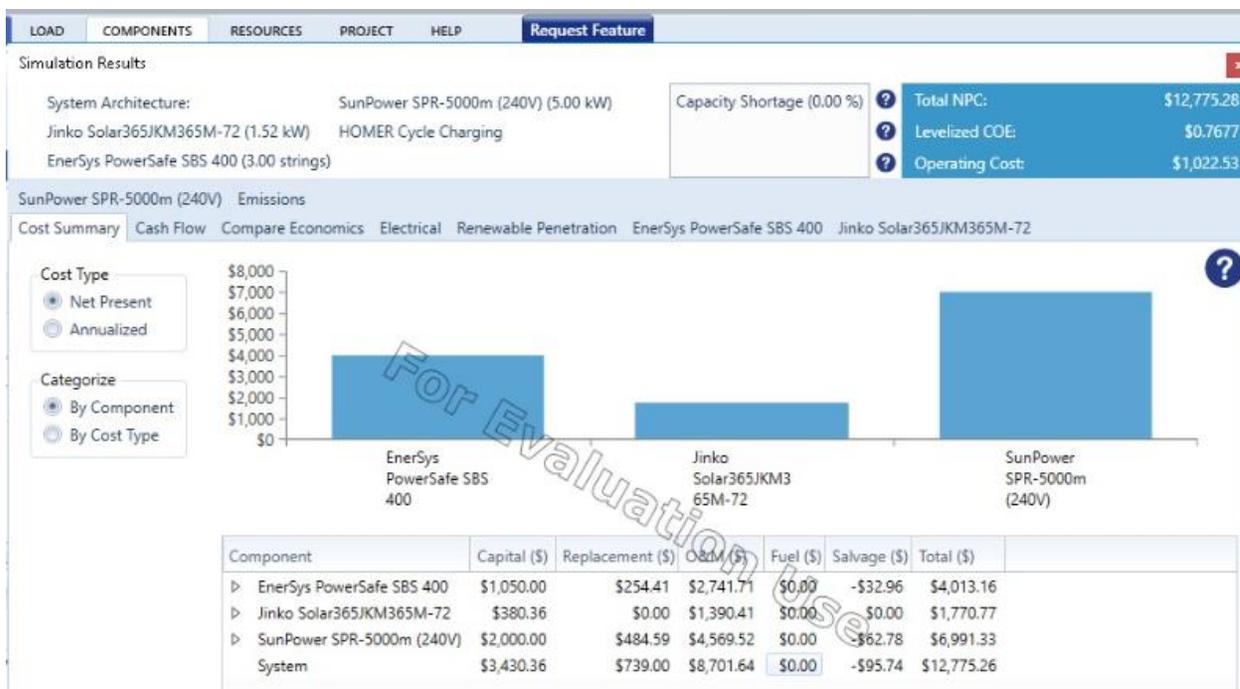


Figura 22: Tabla de precios de los elementos fotovoltaicos
 Fuente: HOMER PRO

La tabla de valores que se muestra presenta un análisis detallado de los componentes y el capital necesario para un sistema de energía solar que utiliza baterías de marca EnerSys

PowerSafe SBS 400, paneles solares de marca Jinko solar365JKM365M-72, y un inversor SunPower SPR-5000M (240V). El mayor gasto de capital se destina a los paneles con un costo inicial de \$3,403.36 pero estos paneles también tienen el menor costo de reemplazo y mantenimiento a lo largo del tiempo, lo que sugiere que son un componente clave con un ciclo de vida ilimitado y no una necesidad recurrente de reposición. En cuanto al salvamento, se registra un valor negativo lo que indica un bajo valor residual para la reutilización o reciclaje de estos paneles al final de su vida útil.

Por otro lado, las baterías solares tienen un costo de capital inicial mucho más bajo, de \$1,050.00 pero a diferencia del mantenimiento del inversor tienen un costo alto a lo largo del tiempo y requieren un reemplazo mínimo de \$484.59 siendo con el mayor precio de reemplazo y un total de 6,991.33 lo largo de su vida útil.

1.15 Tabla de flujo económico fotovoltaico

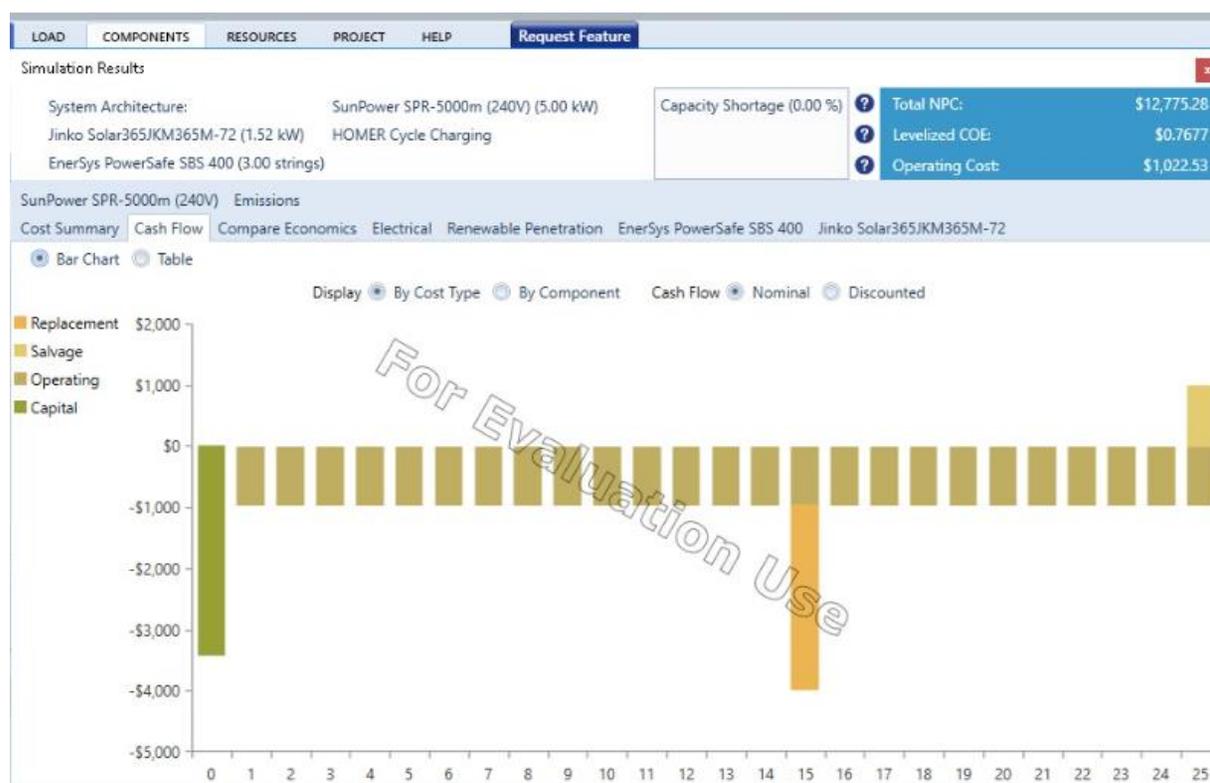


Figura 23: Flujo económico
Fuente: HOMER PRO

La tabla de valores mostrada en el gráfico representa los costos asociados con el reemplazo, la operación, el salvamento y el capital en un sistema de energía solar. Los datos

indican que los mayores gastos parecen estar asociados con el reemplazo de componentes, lo que ocurre el año específico (como se observa en la caída abrupta del gráfico en el año 15). Estos costos pueden estar relacionados con la sustitución del inversor de y otros componentes importantes del sistema.

1.16 Análisis comparativo de las estadísticas de los fenómenos atmosféricos presentados en el lugar donde se va diseñar el sistema eólico.

1.17 Datos mensuales de la velocidad del viento



Figura 24: Datos mensuales del viento

Fuente: HOMER PRO

La gráfica de barras que representa la velocidad promedio del viento a lo largo de un año. Cada barra corresponde a un mes del año, desde enero hasta diciembre, y su altura indica la velocidad promedio del viento durante ese mes, medida en metros por segundo (m/s).

Características principales de la gráfica:

- Eje horizontal: Representa los 12 meses del año, desde enero hasta diciembre.
- Eje vertical: Representa la velocidad del viento en metros por segundo (m/s).
- Barras: Son de color naranja y su altura indica la velocidad promedio del viento en cada mes.

Tendencia: La velocidad del viento aumenta gradualmente desde principios de año hasta alcanzar un máximo en los meses que serán de agosto y septiembre. Luego, disminuye ligeramente hacia finales de año.

La gráfica sugiere que la zona donde se tomaron estos datos experimenta vientos más fuertes durante los meses que serán en verano y otoño (de julio a noviembre), mientras que los vientos son más débiles entre los meses de invierno y también de primavera (de enero a mayo).

1.18 Velocidad Promedio del Viento Mensual

Monthly Average Wind Speed Data

Month	Average (m/s)
Jan	4.310
Feb	3.230
Mar	3.170
Apr	3.610
May	4.940
Jun	5.550
Jul	5.860
Aug	5.890
Sep	5.950
Oct	5.710
Nov	5.630
Dec	5.210

Annual Average (m/s): 4.92

Figura 25: Datos de la velocidad del viento
Fuente: HOMER PRO

La tabla presenta los datos de la velocidad promedio del viento en el periodo de un año. Cada fila corresponde a un mes del año, desde enero hasta diciembre, y muestra la velocidad promedio del viento registrada para ese mes específico.

Mes: Esta columna enumera los doce meses del año, desde enero hasta diciembre.

Promedio (m/s): Esta columna indica la velocidad promedio del viento medida en metros por segundo para cada mes correspondiente. Los valores numéricos en esta columna representan la velocidad con la que el aire se mueve durante ese mes.

Interpretación de los datos:

Tendencia estacional: Se observa una clara tendencia estacional en la velocidad del viento. Los meses más cálidos del año (generalmente julio, agosto y septiembre) presentan las

velocidades promedio más altas, mientras que los meses más fríos (generalmente enero, febrero y marzo) tienen las velocidades promedio más bajas.

Variación mensual: La velocidad del viento no es constante a lo largo que es del año, sino que varía de un mes a otro. Esto es típico en muchas regiones debido a factores climáticos como la temperatura, la presión atmosférica y los patrones de circulación del aire.

Promedio anual: El valor final de "Promedio Anual" representa la velocidad promedio del viento considerando todos los meses del año. En este caso, la velocidad promedio anual es de 4.92 m/s.

1.19 Esquema del diseño eólico

En la figura 23 del diseño eólico donde tenemos la implementación de la turbina eólica una batería y un inversor que transformara la energía continua en alterna

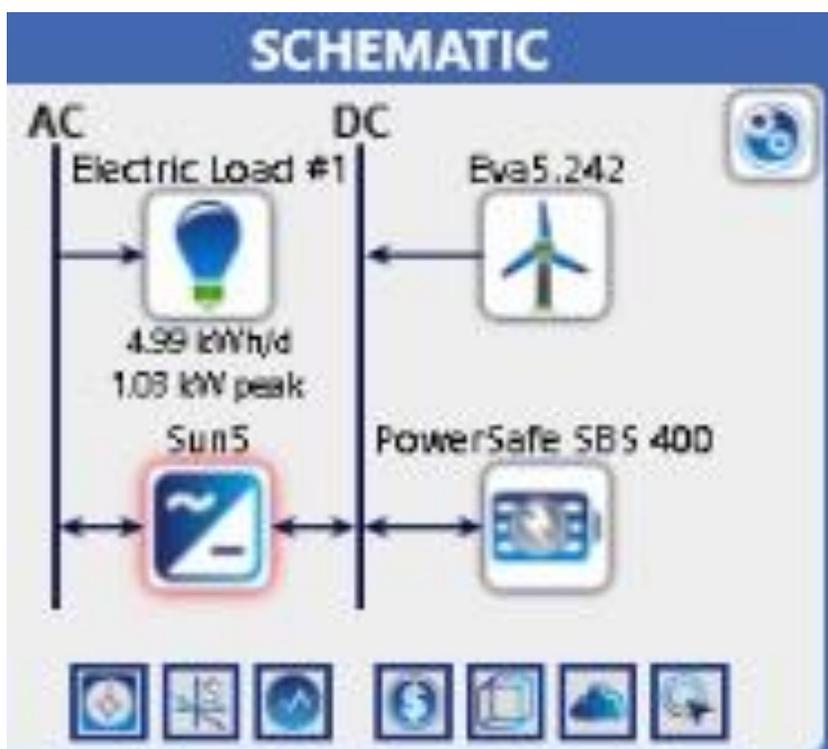


Figura 26: Esquema eólico en HOMER PRO
Fuente: HOMER PRO

En el diseño eólico tenemos un esquema de un sistema eléctrico simple. En el lado izquierdo, se observa un generador eólico marca (Eva5.242) que produce energía eléctrica en

corriente continua (DC). Esta energía es transmitida a través de un cable hacia un convertidor. El convertidor tiene como función transformar la corriente continua en corriente alterna, que es la necesaria para alimentar la carga eléctrica representada por una bombilla.

A la derecha del convertidor, se encuentra una batería de marca PowerSafe que almacena la energía eléctrica generada por el sistema. Esta batería puede ser utilizada para suministrar energía a la carga cuando el generador eólico no está produciendo suficiente energía. El diseño también indica la potencia del sistema (1.03 kW peak) y la energía generada en un día (4.99kWh/día). En resumen, el esquema muestra un sistema de generación de energía eólica conectado a una carga eléctrica y a una batería, con un convertidor que facilita la conversión entre corriente alterna y corriente directa.

1.20 Implementación de una turbina eólica

En el diseño eólico tenemos una turbina de marca Evance R-9000 55.5m 5kw la cual tendrá el tiempo de vida de 15 años y un valor económico de 5,000 usd.

WIND TURBINE  Name: Evance R-9000 5.5m 5kw Abbreviation: Eva5.24

Properties

Name: Evance R-9000 5.5m 5kw
 Abbreviation: Eva5.242
 Rated Capacity (kW): 5.242
 Manufacturer: Evance

Costs

Quantity	Capital (\$)	Replacement (\$)	O&M (\$/year)
1	\$5,000.00	\$5,000.00	\$1,000.00

Click here to add new item

Multiplier:

Site Specific Input

Lifetime (years): 15.00 Hub Height (m): 30.00 Consider ambient temperature effects?

Quantity Optimization

HOMER Optimizer™
 Search Space

Quantity: 0, 1

Electrical Bus

AC DC

Figura 27: Implementación de la turbina eólica
 Fuente: HOMER PRO

1.21 Costo de materiales eólicos

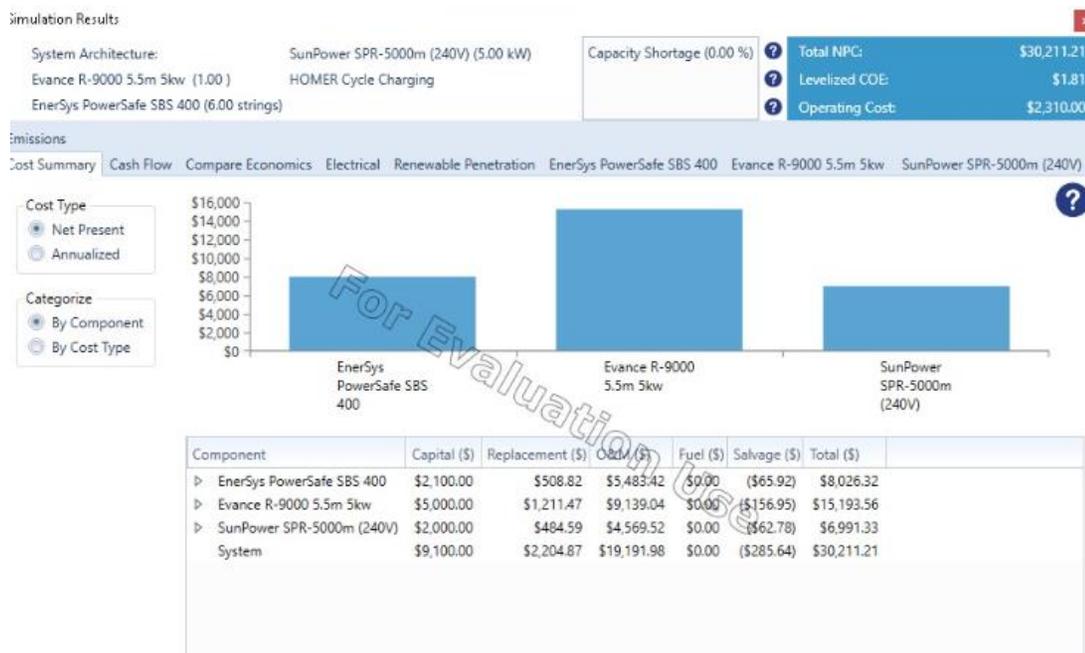


Figura 28: Tabla de precios de los materiales eólicos
 Fuente: HOMER PRO

La tabla de valores presentada analiza los componentes y el capital de un sistema de energía eólica que incluye baterías EnerSys PowerSafe SBS 400, un inversor SunPower SPR-5000m (240V), y una turbina eólica evance R-9000 5.5m. Donde el componente más costoso es la turbina eólica, con un capital inicial de \$5,000, lo que refleja la gran inversión vital para la instalación de este tipo de tecnología. Además, el costo total de este componente, incluyendo reemplazos y mantenimiento, asciende a \$15,193.56 lo que lo convierte en el mayor gasto dentro del sistema.

En cambio, las baterías tiene un costo inicial de \$2,100, con un total de \$8,026.32 al incluir los costos de reemplazo y mantenimiento, siendo una inversión significativa, pero más baja en comparación con la turbina eólica. El inversor presenta un costo de capital más modesto con de \$2,000 y un costo total de \$6,991.33 lo que sugiere que, aunque los inversores requieren menos inversión inicial y mantenimiento en comparación con la turbina eólica, siguen siendo una parte crucial del sistema. Estos datos resaltan la diferencia en la inversión de capital y el costo total de operación entre los componentes eólicos.

1.22 Tabla de flujo económico eólico



Figura 29: Flujo económico eólico
Fuente: HOMER PRO

En esta tabla, los valores reflejan los costos de reemplazo, salvamento, operación y capital para un sistema de energía eólica, utilizando materiales eólicos y solares como un inversor, baterías y turbinas eólicas.

Similar al gráfico anterior, los costos iniciales de capital son bastante elevados, reflejando la inversión significativa necesaria para la instalación de la infraestructura eólica y solar. Este gasto inicial se muestra en el año 0. Los costos operativos, aunque son bajos, se muestran relativamente constantes del tiempo.

Por otro lado, los costos de reemplazo aparecen en momentos clave, como en el año 15, siendo un monto elevado cuando se observa el cambio. Los costos de salvamento son mínimos, lo que indica que la recuperación de los materiales que va ser a la final de la vida útil de los

sistemas seran bajos. En conjunto, la tabla muestra un sistema con bajos costos operativos y una inversión importante en el mantenimiento y reemplazo de componentes en periodos específicos.

1.23 Comparación de precios del diseño solar y eólico.

1.23.1 Tabla de precio fotovoltaico

Component	Capital (\$)	Replacement (\$)	O&M (\$)	Fuel (\$)	Salvage (\$)	Total (\$)
▶ EnerSys PowerSafe SBS 400	\$1,050.00	\$254.41	\$2,741.71	\$0.00	-\$32.96	\$4,013.16
▶ Jinko Solar365JKM365M-72	\$380.36	\$0.00	\$1,390.41	\$0.00	\$0.00	\$1,770.77
▶ SunPower SPR-5000m (240V)	\$2,000.00	\$484.59	\$4,569.52	\$0.00	-\$62.78	\$6,991.33
System	\$3,430.36	\$739.00	\$8,701.64	\$0.00	-\$95.74	\$12,775.26

Figura 30: Tabla económica fotovoltaico
Fuente: HOMER PRO

1.23.2 Tabla de precio eólico

Component	Capital (\$)	Replacement (\$)	O&M (\$)	Fuel (\$)	Salvage (\$)	Total (\$)
▶ EnerSys PowerSafe SBS 400	\$2,100.00	\$508.82	\$5,483.42	\$0.00	(\$65.92)	\$8,026.32
▶ Evance R-9000 5.5m 5kw	\$5,000.00	\$1,211.47	\$9,139.04	\$0.00	(\$156.95)	\$15,193.56
▶ SunPower SPR-5000m (240V)	\$2,000.00	\$484.59	\$4,569.52	\$0.00	(\$62.78)	\$6,991.33
System	\$9,100.00	\$2,204.87	\$19,191.98	\$0.00	(\$285.64)	\$30,211.21

Figura 31: Tabla económico eólica
Fuente: HOMER PRO

Al comparar los costos de los sistemas eólicos y fotovoltaicos, los paneles solares resultan ser una opción más accesible en términos de inversión inicial. Los paneles solares Jinko Solar tienen un costo inicial de \$380.36, mientras que la turbina eólica Evance R-9000 es significativamente más cara con \$5,000. En cuanto al mantenimiento y reemplazo, los paneles solares tienen un costo total de \$1,770.77 siendo más económico que los \$15,193.56 necesarios para la turbina eólica a lo largo

Por otro lado, las baterías en ambos sistemas presentan costos considerables, pero las baterías del sistema eólico son más costosas, con un capital inicial de \$2,100 y un costo total de \$8,026.32, en comparación con los \$1,050 iniciales y \$4,013.16 de las baterías en el sistema

solar. Esto hace que el sistema fotovoltaico sea más económico en términos de capital y mantenimiento general, lo que lo convierte en una opción más rentable para la futura implementación para la vivienda del sector.

Conclusiones

- El fotovoltaico es más económico en los términos del capital inicial y de los costos de operación a largo plazo en comparación del sistema eólico, también los paneles fotovoltaicos y componentes relacionados tienen menos gastos de mantenimiento.
- El costo Total y NPC (Costo Neto Presente): En la primera imagen, el costo total del sistema es de \$12,775.26 mientras que en la segunda imagen el costo total asciende a \$30,211.21. Este aumento en el costo total se debe a la inclusión del sistema eólico Evance R-9000 en la segunda simulación, lo que eleva significativamente el costo, a pesar de mantener algunos componentes solares y de almacenamiento comunes. En términos de Costo Neto Presente (NPC), el sistema con la inclusión del aerogenerador Evance es notablemente más costoso.
- Tanto los sistemas fotovoltaicos como eólicos están sujetos a rápidos avances tecnológicos que pueden generar obsolescencia en equipos y componentes. Esto implica que los costos de reemplazo podrían variar significativamente a lo largo del tiempo, afectando la planificación financiera de los proyectos. Además, las fluctuaciones en los precios de la energía eléctrica y la disponibilidad de incentivos gubernamentales pueden impactar directamente la rentabilidad de estas inversiones. Por lo tanto, es fundamental realizar análisis de sensibilidad para evaluar la resiliencia de los proyectos ante cambios en el entorno tecnológico y de mercado.
- Las tablas de flujo económico permiten identificar los principales costos asociados a los sistemas fotovoltaicos y eólicos, pero es fundamental considerar factores adicionales como la evolución tecnológica, la volatilidad del mercado y la importancia de la optimización para tomar decisiones de inversión informadas.

- La optimización del diseño y la operación de los sistemas fotovoltaicos y eólicos es crucial para minimizar los costos de ciclo de vida y maximizar la producción de energía. Esto implica seleccionar los componentes adecuados, dimensionar correctamente los sistemas, implementar sistemas de monitoreo y control avanzados, y realizar un mantenimiento preventivo eficiente. Además, la integración de tecnologías de almacenamiento de energía puede mejorar la estabilidad de la red y aumentar la autosuficiencia energética de los sistemas.

Recomendaciones

- Se recomienda cuando se trabaje en diseños tanto como fotovoltaicos y eólicos tener en cuenta el presupuesto ya que siempre se considera muchos factores como mantenimiento y también el retorno de esos valores a lo largo del tiempo.
- Se pone en criterio usar materiales también de marcas reconocidas para en el manteniendo de los sistemas eólicos y fotovoltaicos no salgan más costosos por su pérdida comercial en el mercado a través de los años.
- Trabajar con ingenieros especializados para diseñar sistemas que maximicen la producción de energía y minimicen los costos de operación y mantenimiento. Esto implica la selección de componentes de alta calidad, la orientación adecuada de los paneles solares o turbinas eólicas, y la integración de sistemas de almacenamiento de energía cuando sea necesario.
- Implementar sistemas de monitoreo y control remoto para optimizar el rendimiento de los sistemas y detectar posibles fallas a tiempo.
- Mantenerse al día con los avances tecnológicos y considerar la posibilidad de actualizar los sistemas a medida que surjan nuevas soluciones más eficientes y económicas.
- Realizar un seguimiento riguroso de los costos de inversión y operación, y evaluar periódicamente la rentabilidad del proyecto.
- Considerar la posibilidad de desarrollar proyectos de diferentes tamaños y ubicaciones geográficas para reducir los riesgos asociados a la volatilidad del mercado y las condiciones climáticas.

Referencias:

Al-Ghussain, Loiy, Remember Samu, Onur Taylan, y Murat Fahrioglu. 2020. «Techno-Economic Comparative Analysis of Renewable Energy Systems: Case Study in Zimbabwe». *Inventions* 5(3): 27. doi:10.3390/inventions5030027.

«Batería AGM 250Ah». <https://suministrosdelsol.com/es/baterias-agm-gel/331-bateria-solar-ciclo-profundo-agm-12v-250ah-c100.html> (28 de agosto de 2024).

«Bateria Solar de GEL vida útil prolongada 100Ah/12VDC». <https://proviento.com.ec/baterias-solares/199-bateria-solar-de-gel-vida-util-prolongada-100ah12vdc.html> (28 de agosto de 2024).

«Baterías de Ciclo Profundo Plomo Ácido (AGM o GEL)». <https://www.renova-energia.com/categoria-producto/baterias-de-ciclo-profundo/> (28 de agosto de 2024).

«Baterías de litio para panel solar – Energía Renovable – Solar, Eólica e Hidráulica». <https://deltavolt.pe/general/baterias-de-litio-para-panel-solar/> (28 de agosto de 2024).

«Baterías para paneles solares: Qué son, para qué sirven y cuánto cuestan». 2020. <https://www.enlight.mx/blog/baterias-para-paneles-solares-que-son-para-que-sirven-y-cuanto-cuestan> (23 de agosto de 2024).

«Baterías Solares de Gel - Novum Solar». <https://novumsolar.com/equipos/baterias-solares-de-gel/> (28 de agosto de 2024).

BBVA. «¿Qué son los paneles solares y cuál es su futuro?» *BBVA NOTICIAS*. <https://www.bbva.com/es/sostenibilidad/que-son-los-paneles-solares-como-funcionan-y-cual-es-su-futuro/> (23 de agosto de 2024).

«BID | Ecuador impulsa la transición energética para las Islas Galápagos con el apoyo del BID». <https://www.iadb.org/es/noticias/ecuador-impulsa-la-transicion-energetica-para-las-islas-galapagos-con-el-apoyo-del-bid> (16 de agosto de 2024).

Burbano, Vladimir, y Ricardo Narváez. 2021. «Evaluación de la pre factibilidad para la generación de energía eléctrica mediante la sinergia entre las energías eólica y almacenamiento por bombeo de agua en la isla San Cristóbal - Galápagos». *Revista Técnica «energía»* 17(2): 29-43. doi:10.37116/revistaenergia.v17.n2.2021.414.

«Descubre el fascinante funcionamiento de las aspas de un molino de viento: una guía completa - Casas rurales Cazorla». <https://casasruralescazorla.es/aspas-de-un-molino-de-viento/> (16 de agosto de 2024).

«Diferencias entre inversores on-grid y off-grid». 2024. <https://solarama.mx/blog/inversores-on-grid-y-off-grid/> (23 de agosto de 2024).

«Energía eólica. Qué es, cómo funciona, ventajas y desventajas». *factorenergia*. <https://www.factorenergia.com/es/blog/eficiencia-energetica/energia-eolica/> (12 de agosto de 2024).

Garcia, Paula. 2021. «¿Qué es un SIG, GIS o Sistema de Información Geográfica?» *Geoinnova*. <https://geoinnova.org/blog-territorio/que-es-un-sig-gis-o-sistema-de-informacion-geografica/> (29 de agosto de 2024).

Guairacaja Usca, Bertha Alicia. 2014. «Proyección de un Parque Eólico y Mitigación del Impacto Ambiental en el Proyecto Eólico San Vicente de Tipín.» *bachelorThesis*. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/3037> (16 de agosto de 2024).

«INVERSOR OFF GRID 300WATTS 120V 12VDC | SISTEMAS INTEGRALES S.A. SISINSA». <https://www.smartsecurity.com.ec/shop/product/ps-x-gp-c30112-inversor-off-grid-300watts-120v-12vdc-2794> (28 de agosto de 2024).

«INVERSOR ON GRID MONOFASICO DE 5000W PARA INSTALACIONES RESIDENCIALES, DISEÑO DE 2 MPPT COMPACTO Y EFECTIVO – Vatio Pico». <https://vatiopico.com/product/inversor-on-grid-mono-5000w-residencial/> (28 de agosto de 2024).

Komrit, Sirajitr, y Farshid Zabihian. 2023. «Comparative analyses of solar photovoltaic, wind turbine, and solar photovoltaic and wind turbine hybrid systems: Case study of Thailand». *Energy Conversion and Management* 293: 117479. doi:10.1016/j.enconman.2023.117479.

«Las aspas de un generador eólico». 2019. *Un poco de ciencia, por favor*. <https://blogs.publico.es/ignacio-martil/2019/12/20/las-aspas-de-un-generador-eolico/> (23 de agosto de 2024).

Mella, Carolina. 2024. «Ecuador se paraliza durante dos días por una grave crisis energética». *El País América*. <https://elpais.com/america/2024-04-17/ecuador-se-paraliza-durante-dos-dias-por-una-grave-crisis-energetica.html> (12 de agosto de 2024).

«Optimal sizing and techno-economic analysis of a hybrid solar PV/wind/diesel generator system - IOPscience». <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/1042/1/012014/meta> (28 de agosto de 2024).

orsonz. 2020. «Paneles solares como funcionan monocristalinos o policristalinos?» *Guangdong Prostar New Energy Technology Co., Ltd*. <https://www.prostarsolar.net/es/paneles-solares-como-funcionan-monocristalinos-o-policristalinos.html> (28 de agosto de 2024).

«Plan-de-Transicion-Energetica-de-Galapagos-comprimido.pdf». <https://www.recursoyenergia.gob.ec/wp-content/uploads/2023/08/Plan-de-Transicion-Energetica-de-Galapagos-comprimido.pdf> (16 de agosto de 2024).

«Quantitative techno-economic comparison of a photovoltaic/wind hybrid power system with different energy storage technologies for electrification of three remote areas in Cameroon using Cuckoo search algorithm - ScienceDirect». <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2352152X23011805> (28 de agosto de 2024).

«¿Que es la Energía Eólica? – Centro de Investigacion en Recursos Energéticos y Sustentables». <https://www.uv.mx/coatza/cires/main/keeseolica/> (21 de agosto de 2024).

«Simulación en Homer de un sistema eléctrico híbrido solar -eólico en la parroquia Lasso de la provincia de Cotopaxi». <https://repositorio.utc.edu.ec/items/991398ee-a127-4b65-beb7-fb9ba12315ec> (14 de agosto de 2024).

«Simulación y Análisis del Sistema Híbrido Isla Floreana en Galápagos | Revista Técnica “energía”». <https://revistaenergia.cenace.gob.ec/index.php/cenace/article/view/143> (28 de agosto de 2024).

Anexos

Anexo 1: Paneles solares.

Anexo 2: Panel monocristalino.

Anexo 3: Panel policristalinos.

Anexo 4: Batería solar.

Anexo 5: Batería de plomo.

Anexo 6: Batería AGM.

Anexo 7: Batería de gel.

Anexo 8: Batería de litio.

Anexo 9: Inversor OFF GRID.

Anexo 10: Inversor ON GRID.

Anexo 11: Parte de un aspa eólica.

Anexo 12: Ubicación Isla Baltra.

Anexo 13: Tabla de carga de la vivienda.

Anexo 14: Perfil de carga.

Anexo 15: Datos mensuales de irradiancia.

Anexo 16: Datos meteorológicos.

Anexo 17: Datos económicos.

Anexo 18: Diseño solar en HOMER PRO.

Anexo 19: Elemento solar (PV).

Anexo 20: Elemento fotovoltaico convertidor.

Anexo 21: Elemento fotovoltaico (Batería).

Anexo 22: Tabla de precios de los elementos fotovoltaicos.

Anexo 23: Flujo económico.

Anexo 24: Datos mensuales del viento.

Anexo 25: Datos de la velocidad del viento.

Anexo 26: Esquema eólico en HOMER PRO.

Anexo 27: Implementación de la turbina eólica.

Anexo 28: Tabla de precios de los materiales eólicos.

Anexo 29: Flujo económico eólico.

Anexo 30: Tabla económica fotovoltaico.

Anexo 31: Tabla económica eólica.