

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ

Colegio de Ciencias Biológicas Ambientales

**Análisis del beneficio ambiental por transición energética en
Galápagos: Estudio comparativo de emisiones de CO2 en San
Cristóbal por implementación de paneles solares**

Lenin Ariel Yanes Mijas

Gestión Ambiental

Trabajo de fin de carrera presentado como requisito
para la obtención del título de
Licenciatura en gestión ambiental

Galápagos, 29 de mayo de 2024

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ

Colegio de Ciencias Biológicas Ambientales

HOJA DE CALIFICACIÓN DE TRABAJO DE FIN DE CARRERA

**Análisis del beneficio ambiental por transición energética en
Galápagos: Estudio comparativo de emisiones de CO₂ en San
Cristóbal por implementación de paneles solares**

Lenin Ariel Yanes Mijas

Nombre del profesor, Título académico Ing. Víctor Herrera, PhD.

Galápagos, 29 de mayo de 2024

© DERECHOS DE AUTOR

Por medio del presente documento certifico que he leído todas las Políticas y Manuales de la Universidad San Francisco de Quito USFQ, incluyendo la Política de Propiedad Intelectual USFQ, y estoy de acuerdo con su contenido, por lo que los derechos de propiedad intelectual del presente trabajo quedan sujetos a lo dispuesto en esas Políticas.

Asimismo, autorizo a la USFQ para que realice la digitalización y publicación de este trabajo en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en la Ley Orgánica de Educación Superior del Ecuador.

Nombres y apellidos: Lenin Ariel Yanes Mijas

Código: 00321075

Cédula de identidad: 1724793532

Lugar y fecha: Galápagos, 29 de mayo de 2024

ACLARACIÓN PARA PUBLICACIÓN

Nota: El presente trabajo, en su totalidad o cualquiera de sus partes, no debe ser considerado como una publicación, incluso a pesar de estar disponible sin restricciones a través de un repositorio institucional. Esta declaración se alinea con las prácticas y recomendaciones presentadas por el Committee on Publication Ethics COPE descritas por Barbour et al. (2017) Discussion document on best practice for issues around theses publishing, disponible en <http://bit.ly/COPETHeses>.

UNPUBLISHED DOCUMENT

Note: The following capstone project is available through Universidad San Francisco de Quito USFQ institutional repository. Nonetheless, this project – in whole or in part – should not be considered a publication. This statement follows the recommendations presented by the Committee on Publication Ethics COPE described by Barbour et al. (2017) Discussion document on best practice for issues around theses publishing available on <http://bit.ly/COPETHeses>.

RESUMEN

La energía fotovoltaica es una alternativa sostenible para la generación de energía, especialmente en zonas costeras con alto valor ecológico. En las Islas Galápagos, el transporte de combustibles fósiles ha tenido efectos negativos, como el incidente del buque Jessica en 2001 el cual encalló en el arrecife Shiavioni, bahía Naufragio, isla San Cristóbal, generado un gran impacto hacia la fauna marina debido a su alto valor ecológico. El objetivo principal de este trabajo es evaluar los efectos de la implementación de paneles solares al reemplazar las fuentes de energía convencionales por energías renovables, y cómo éstas tendrían un efecto positivo en la reducción de las emisiones de CO₂ en el archipiélago.

Se realizó un análisis de literatura para identificar datos oficiales que ayuden a tener una mejor perspectiva. Además, se usó simulaciones meteorológicas para obtener datos aleatorios para un análisis con ecuaciones. Y por último se realizó entrevistas con profesionales en áreas ambientales y técnicas en energías renovables. El propósito era obtener resultados realistas sobre el efecto de los paneles solares y las emisiones de CO₂ en Galápagos. Se determinó que la gestión adecuada y uso de paneles solares adecuados minimizaría los impactos basados en residuos. Las entrevistas revelaron que el impacto de la instalación de estos paneles es mucho menor que el efecto de las emisiones de CO₂ en el archipiélago.

El análisis de las simulaciones determinó que la implementación de los paneles solares puede contribuir a la reducción de la producción actual de CO₂ en San Cristóbal, lo que demuestra el efecto positivo de este sistema. La implementación de paneles solares reduce las emisiones de CO₂, mitiga los riesgos asociados con el transporte de combustibles fósiles y se minimiza el impacto ambiental con una gestión adecuada y la adopción de nuevas tecnologías.

Palabras clave: CO2, Impacto ambiental, Paneles solares, transición energética, Zonas costeras

ABSTRACT

Photovoltaic energy is a sustainable alternative for power generation, especially in coastal areas with high ecological value. In the Galapagos Islands, the transportation of fossil fuels has had negative effects, such as the incident of the vessel Jessica in 2001, which ran aground on the Shiavioni reef, Wreck Bay, San Cristobal Island, causing a significant impact on marine fauna due to its high ecological value. The main objective of this work is to evaluate the effects of implementing solar panels to replace conventional energy sources with renewable energies, and how these would have a positive effect on reducing CO₂ emissions in the archipelago.

A literature analysis was conducted to identify useful data to have a better perspective. In addition, meteorological simulations were used to obtain random data for analysis with equations. Finally, interviews were conducted with professionals in environmental and technical areas in renewable energies. The purpose was to obtain realistic results on the effect of the solar panels and CO₂ emissions in Galapagos. It was determined that proper management and use of suitable solar panels would minimize waste-based impacts. The interviews revealed that the impact of installing these panels is much less than the effect of CO₂ emissions in the archipelago under the current system.

The analysis of the simulations determined that the implementation of solar panels could contribute to reduction of the current CO₂ production in San Cristobal, demonstrating the positive effect of this system. The implementation of solar panels reduces CO₂ emissions, mitigates risks associated with the transportation of fossil fuels, and minimizes environmental impact with proper management and the adoption of new technologies.

Keywords: CO₂, Environmental impact, Solar panels, Energy transition, Coastal areas.

TABLA DE CONTENIDO

1. Introducción.....	13
2. Objetivo del estudio.....	15
2.1. objetivo general.....	15
2.2. Objetivo específico.....	15
3. Justificación.....	16
4. Metodología.....	18
5. Línea Base.....	20
5.1. Revisión de Literatura.....	20
5.1.1. Consumo de combustible por central eléctrica 2020.....	20
5.1.2. Consumo de combustible por transporte.....	20
5.1.3. Demanda energética de Galápagos san Cristóbal	20
5.1.4. Análisis de potencial requerida para el 2050.....	21
5.1.5. Ubicación geográfica de las islas (San Cristóbal)	22
5.1.6. (tep) Toneladas equivalentes de petróleo	22
5.1.7. Efectos de la instalación de paneles solares.....	22
5.1.7.1. Uso de la tierra.....	22
5.1.7.2. Efecto sobre la fauna y habitad	23
5.1.7.3. Análisis de ciclo de vida.....	23
5.1.7.4. Uso de materiales peligrosos	24
5.1.7.5. . Contaminación atmosférica.....	24

5.1.7.6. Ruido e impactos visuales	24
6. Análisis de la emisión de CO2 en San Cristóbal.....	25
6.1. Producción de CO2 anual en la central térmica de San Cristóbal Galápagos 2020..	25
6.2. Estimaciones de las Emisiones de CO2 derivadas del transporte de combustible	25
7. Análisis de los beneficios ambientales por la transición energética.....	27
7.1. Número de Días al año con radiación media	27
7.2. Promedio de horas al día de radiación solar en el año	30
7.3. Estimación de la potencia de generación requerida para el año 2050.....	30
7.4. Consumo de diésel evitado en el futuro.....	31
8. Entrevistas realizadas.....	33
8.1. Sector Ambiental: Gianni Arismendy y Biólogo Juan Tigua	34
8.2. . Sector Técnico: Ing. Fernando Naranjo.....	34
9. Discusión	37
10. Conclusión	40

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1.....	32
TABLA 2.....	34
TABLA 3.....	34

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.....	21
Figura 2.....	27
Figura 3.....	30

INDICE DE ABREVIATURAS

UNESCO: Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia Y la Cultura

ONU: Organización de las Naciones Unidas

CO2: Dióxido de carbono

ELECGALAPAGOS S.A.: Empresa Eléctrica Provincial Galápagos S.A.

INEC: Instituto Nacional de Estadísticas y Censos

kWh: Kilovatio hora

MWh: Megavatio hora

Tep: toneladas equivalentes de petróleo

1. Introducción

La energía solar es una fuente de energía renovable, limpia y abundante que ofrece una alternativa sostenible ante el uso de combustibles fósiles, que son responsables de gran parte de las emisiones de gases de efecto invernadero que causan el cambio climático (Claudio, Estrada, Aranc, & Camilo, 2010). Sin embargo, la implementación de los paneles solares también implica una serie de impactos ambientales que deben ser evaluados y minimizados, especialmente en zonas de alto valor ecológico.

Las Islas Galápagos son un archipiélago situado en el Océano Pacífico, a unos 1000 km de la costa de Ecuador, que alberga una gran diversidad de especies endémicas, tanto terrestres como marinas, que se han adaptado a las condiciones geográficas y climáticas de cada isla (Arnés-Urgellés, 2021). Las islas Galápagos fueron designadas Patrimonio Natural de la Humanidad en 1976, Reserva de la Biosfera por la UNESCO en 1984 y Sitio Ramsar en 2001 (UNESCO, 2021). Además, son uno de los principales destinos turísticos del mundo, debido a su riqueza natural, cultural y a su importancia histórica y científica, ya que fueron el escenario de las observaciones de Charles Darwin que le llevaron a formular su teoría de la evolución por selección natural (Pérez, 2018).

La demanda de energía eléctrica en San Cristóbal, Galápagos ha experimentado un aumento en los últimos años, debido al crecimiento poblacional. Desde el 2015 hasta el 2022 existió un aumento aproximado de 15,29% según datos del (INEC, 2022). Además, el turismo ha experimentado un crecimiento significativo en los últimos años. En 2018, en comparación con el año 2017, hubo un aumento del 14%. (galapagos.gob.ec, 2020), Posteriormente en el año 2023, en comparación con 2022, hubo un aumento del 23%. (galapagos.gob.ec, 2023), demostrando el crecimiento del turismo que ha existido en los

últimos años, y que seguirá existiendo, aumentando la necesidad energética dentro de las islas.

En cuanto a la generación de energía eléctrica, la mayor parte proviene de una central térmica que utiliza diésel como combustible. En el año 2020, esta central térmica produjo el 87% de la demanda energética, consumiendo 1'036.403 galones de diésel. El 13% restante de la energía se generó a través de fuentes eólicas, lo que permitió evitar el consumo de 159.655 galones de diésel (ELECGALAPAGOS S.A, 2022). La generación de energía a través de la central térmica genera contaminación atmosférica, ruido, riesgo de derrames durante el traslado de diésel desde el Ecuador continental hacia las islas y dependencia de la importación de combustible. Por ello, se ha planteado la necesidad de diversificar la matriz energética y promover el uso de fuentes de energía renovables, como lo es la energía solar, que aprovecha el potencial de la radiación solar que recibe el archipiélago durante todo el año.

El objetivo de esta tesis es realizar una evaluación de los posibles efectos derivados de la implementación de las plantas solares en San Cristóbal, Galápagos. Considerando aspectos como las emisiones evitadas al reemplazar fuentes de energía a base de combustibles fósiles, comparando la huella de carbono que se produciría a largo plazo mediante la implementación del nuevo sistema, la alteración del paisaje (belleza escénica), y el efecto en la biodiversidad local (del área donde se implementará).

Se espera que esta tesis contribuya al conocimiento de los beneficios y los desafíos que implica la implementación de los paneles solares en las Islas Galápagos, específicamente en la isla San Cristóbal y que sirva de apoyo para la toma de decisiones sobre la gestión energética y la conservación del patrimonio natural y cultural del archipiélago.

2. Objetivos del Estudio

2.1. Objetivo general

Realizar una evaluación de los posibles efectos derivados de la implementación de los paneles solares en las Islas Galápagos (San Cristóbal).

2.2. Objetivos específicos

Evaluar cómo la implementación de paneles solares puede reducir las emisiones de CO₂

Analizar el impacto ambiental derivado de la implementación de paneles solares en San Cristóbal, Galápagos, considerando aspectos como la alteración del paisaje y la biodiversidad local

3. Justificación

Los paneles solares son una fuente de energía renovable que puede aportar grandes beneficios al medio ambiente y a la sociedad (Bulnes, 2010), especialmente en áreas de alto valor ecológico y cultural como las Islas Galápagos. Al implementar los paneles solares en la isla de San Cristóbal, se podrían evitar las emisiones de gases de efecto invernadero que se generan con el uso de generadores diésel, que son la principal fuente de energía actualmente (ELECGALAPAGOS S.A, 2022). Esto contribuiría a la mitigación del cambio climático y a la conservación de la biodiversidad única de las islas, que son un patrimonio natural y cultural de la humanidad. Además, se podría disminuir la dependencia de los combustibles fósiles en la producción de electricidad. Esto no solo beneficiaría a los residentes, sino también a los visitantes, quienes tendrían la oportunidad de disfrutar de una fuente de energía más limpia y segura.

Esta alta dependencia de energía se debe al notable crecimiento poblacional que ha tenido lugar a lo largo de los años. Según datos del (INEC), desde el año 2015 hasta el 2022, la población ha experimentado un aumento aproximado del 15.29%. Este incremento poblacional puede tener diversas implicaciones, desde el aumento de la demanda de servicios y recursos (INEC, 2022). Además, el turismo ha mostrado una tendencia de crecimiento notable en los últimos años. En 2018, se observó un incremento del 14% en comparación con 2017. No obstante, en 2019, se registró una ligera disminución del 2% respecto al año 2018. El año 2020, marcado por la pandemia de COVID-19, resultó en una caída drástica del turismo en un 73% en comparación con 2019, según datos de obtenidos de galapagos.gob.ec, 2020. Sin embargo, en 2021, se experimentó una recuperación significativa con un aumento del 88% en comparación con el año anterior. Esta tendencia ascendente continuó en 2022, con un aumento impresionante del 96% en comparación con 2021. Finalmente, en 2023, el

crecimiento se mantuvo constante con un aumento adicional del 23% en comparación con 2022, (galapagos.gob.ec, 2023).

La radiación solar en las Islas Galápagos puede ser aprovechada como un recurso primordial para la generación de energía en la región. Esta transición hacia la energía solar no solo contribuiría a la autosuficiencia energética de las localidades de Galápagos, sino que también ayudaría a prevenir futuras catástrofes ambientales como las que ya han ocurrido en el pasado. Un ejemplo claro de estos es el incidente con el buque Jessica el 16 de enero del 2001 que resultó en el derrame de 2.400 galones de combustible, lo que dio como resultado graves consecuencias para el ecosistema local afectando directamente a 370 especies de la fauna de Galápagos (Solís Gallo, 2011).

Esta evaluación permitirá cuantificar un aproximado de las emisiones de CO₂ que se liberan a la atmósfera y proyectar cómo estas podrían incrementarse si no se adoptan las medidas adecuadas. Además, subrayar la importancia de llevar a cabo un estudio detallado para determinar el área óptima para la instalación de paneles solares, con el objetivo de prevenir cualquier impacto potencial en la fauna y flora de San Cristóbal, Galápagos. De esta manera, se busca equilibrar la generación de energía renovable con la preservación del ecosistema único de la región.

4. Metodología

Para alcanzar los objetivos propuestos, se llevó a cabo una revisión bibliográfica en Google Académico, la Biblioteca de la USFQ, ScienceDirect, ProQuest y documentos oficiales de las Islas Galápagos. Se utilizaron palabras clave como: impacto de paneles solares, paneles solares en zonas costeras, fin de vida de los paneles, análisis del ciclo de vida, efectos de los paneles solares, impacto de sistemas fotovoltaicos e impacto ambiental.

Esto con el fin de identificar cuáles fueron los errores cometidos por la implementación de paneles solares y qué se debería hacer para evitar estos errores así como los beneficios obtenidos. Se seleccionaron estudios relevantes y actualizados que abordan aspectos ambientales, derivados de la implementación de paneles solares en zonas insulares y de alto valor ecológico. Además, se realizó un análisis con el fin de identificar las fortalezas, las debilidades, las similitudes y las diferencias con el caso de estudio de las Islas Galápagos.

También, se realizó un análisis de simulación mediante el uso de la página web Meteoblue, la cual se basa en 30 años de simulaciones de modelos meteorológicos. Meteoblue archiva datos desde el año 2007, y en el 2014 empezó a calcular modelos meteorológicos con datos históricos a partir de 1985. Los datos modelados en este análisis corresponden al 2024 y son específicos para las Islas Galápagos (meteoblue, 2024). Estas simulaciones se desarrollaron en conjunto con una serie de ecuaciones necesarias para medir las cantidades de CO₂ evitadas.

El objetivo de este enfoque es obtener una variedad de datos que proporcionen una visión más completa y precisa del clima predominante en las islas permitiendo un análisis más profundo y completo de las tendencias y patrones climáticos. Con esta perspectiva, se entendió mejor cómo podría evolucionar en el futuro, lo que es crucial para la planificación y optimización de la implementación de paneles solares.

Y al final se recopiló datos primarios a través de entrevistas con profesionales residentes de las islas. Las entrevistas fueron diseñadas con preguntas abiertas que buscan medir el nivel de conocimiento, aceptación, la percepción y la actitud de los encuestados respecto a los paneles solares y beneficios e impactos (Tablas 2-3). Las entrevistas se realizaron con informantes clave, como los son profesionales en áreas respectivas ambientales y técnicas en energías renovables, buscando obtener una muestra representativa y diversa de los actores involucrados.

5. Línea base

En la línea base, se llevó a cabo una investigación de datos oficiales y relevantes que fueron fundamentales para las ecuaciones y análisis que se realizó en etapas posteriores. Esta información es esencial no solo para comprender, el impacto de los paneles solares que tienen dentro de las islas sino también para proporcionar una explicación más detallada y precisa de los resultados obtenidos que se usaron par análisis posteriores.

5.1. Revisión de Literatura

5.1.1. Consumo de combustible por central eléctrica 2020

En el año 2020, en la isla de San Cristóbal, Galápagos, la generación de energía se dividió en un 87% de generación térmica y un 13% de generación eólica. Para satisfacer la demanda energética de la población, se consumieron 1'036.403 galones de diésel en la generación eléctrica. Sin embargo, gracias a las medidas de eficiencia energética implementadas, se logró un ahorro significativo de 159.655 galones de combustible. (ELECGALAPAGOS S.A, 2022)

5.1.2. Transporte de combustible

El buque de carga “Isla Puna” posee una capacidad de transporte de 1'004.000 galones de combustible, equivalentes a 23.904 barriles (transnave.gob.ec, 2021). Mensualmente a galápagos se trasporta transportar 15.000 barriles de combustible, divididos en 10.000 de diésel y 5.000 de gasolina. Realizando un viaje mensual de santa elena a Baltra en un aproximado de 48 horas. (gobiernogalapagos.gob.ec, 2024).

El buque Isla Puna consume un aproximado de 84 galones de combustible por hora de navegación divididos en maquina principal 80 y generadores 4, además este buque realiza un viaje de 54 horas de viaje aproximadamente de Guayaquil a Galápagos(Oficial mercante Angel Xavier Revelo Llanos, Comunicación Personal 2024)

5.1.3. Demanda energética de San Cristóbal, Galápagos

Según el informe de ELECGALAPAGOS, la demanda de electricidad en Galápagos en diciembre de 2022 fue de 52.840 MWh. De este total, el 34% correspondió al consumo de San Cristóbal (17.965 MWh). Esta demanda ha estado en constante aumento desde el año 2007 hasta el 2022, con un incremento porcentual de 125% (Figura 1) (Ministerio de energúias y minas, 2023)

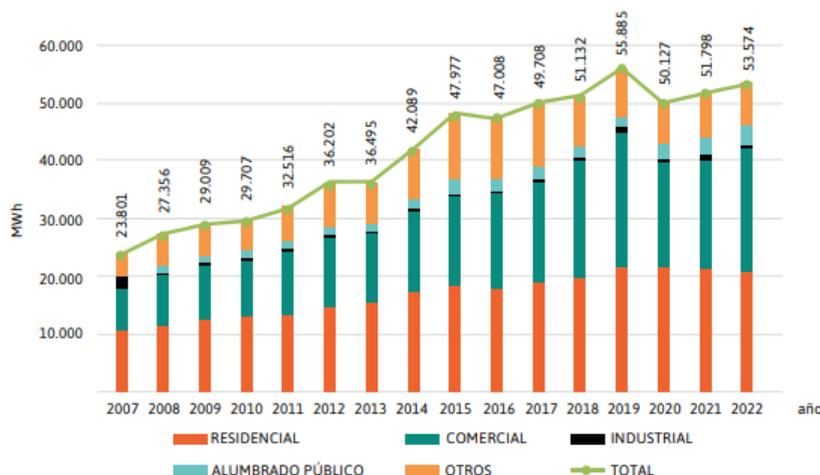


Figura 1. Histórico de la demanda de energía eléctrica de Galápagos por grupo de consumo (MWh) de 2007 a 2022. El gráfico muestra el aumento de la demanda energética de las islas Galápagos a lo largo de los años. SISDA, (2022)

En Galápagos existen tres formas principales de producción de energía. La primera y más predominante es a través de combustibles fósiles, con una potencia nominal de 32,55 MW de la cual se estima que 11,07 MW son producidos en San Cristóbal con una potencia efectiva de 10 MW. Esta forma de generación representa el 75% de la energía producida en Galápagos, principalmente a base de diésel. Las otras dos formas de producción de energía son la eólica y la solar fotovoltaica, que representan el 14% y el 11% de la generación energética respectivamente (Ministerio de energúias y minas, 2023).

5.1.4. Análisis de la potencia requerida para el año 2050

Se espera que para el año 2050, las Islas Galápagos disminuirán progresivamente el uso de centrales eléctricas de diésel con el objetivo de erradicar la dependencia de los

combustibles fósiles. Esto se logrará a través de la implementación de un sistema de energía solar que generará aproximadamente 25 MW de Potencia (Herrera, NOT PUBLISHED 2024). Para la instalación de este sistema, se estima que se requerirá un promedio de 30,95 hectáreas. (Rodríguez, NOT PUBLISHED 2024)

5.1.5. Ubicación geográfica de las islas (San Cristóbal)

Debido a su ubicación geográfica cercana a la línea ecuatorial, Galápagos recibe un aproximado de 12 horas de sol al día (Klassen, 2024) en condiciones ideales, las cuales se encuentran presentes entre alrededor de las 6am hasta alrededor de las 6pm (timeanddate, 2023). Esto debido al movimiento rotacional de la tierra la cual gira completamente sobre sí misma en 24 horas del oeste al este (lifeder, 2022).

5.1.6. (tep) Toneladas equivalentes de petróleo

El ahorro de energía, medido en toneladas equivalentes de petróleo (tep), se calcula a partir de la cantidad de energía producida, expresada en megavatios-hora (MWh). Además, se estima que por cada tep ahorrada, se evitan 4,05 toneladas de emisiones de CO₂. Por lo tanto, estos datos nos permiten estimar no solo el ahorro de energía en términos de tep, sino también la reducción correspondiente en las emisiones de CO₂ (ESI RENOVABLES, 2020).

5.1.7. Efectos de la instalación de paneles solares

La instalación de paneles solares, aunque prometedora para la generación de energía renovable, conlleva varios efectos. Estos pueden impactar la fauna y flora local debido al uso de recursos. Aunque estos impactos no pueden ser completamente evitados, se pueden reducir durante las diversas etapas de implementación y uso futuro de los paneles solares. Mediante estrategias cuidadosamente planificadas, es posible minimizar los impactos ambientales asociados con la instalación y operación de estos sistemas de energía renovable.

5.1.7.1. Uso de la tierra

Los sistemas fotovoltaicos requieren un uso intensivo del suelo en comparación con otros sistemas energéticos, lo que puede tener efectos ambientales significativos. Para minimizar el impacto sobre el suelo, existen alternativas como la implementación de un sistema solar de doble ángulo, que aumenta la capacidad fotovoltaica y reduce la necesidad de terreno. Además, estos sistemas pueden implementarse en zonas ya degradadas (Tawalbeh, et al., 2020).

Es importante tener en cuenta que la fase de construcción suele ser la que tiene un mayor impacto ambiental, debido al **“uso de hormigón, maquinaria pesada, instalación de estructuras y establecimiento de zanjas para los cables y la construcción de la infraestructura”** (Tawalbeh, et al., 2020). Sin embargo, también existen alternativas para esto, como el uso de módulos en espacios que ya han sido alterados. Por ejemplo, el uso de tejados o zonas contaminadas para la instalación de módulos reduciría significativamente el impacto en comparación con el uso de terrenos no alterados (Tawalbeh, et al., 2020).

5.1.7.2. Efecto sobre la fauna y habitad

El impacto generado en la flora y fauna se debe principalmente a la adecuación e instalación de los paneles solares. Esto afecta directamente al hábitat de las especies, limitando el movimiento de cierta fauna debido al cercamiento de las áreas. Además, la fragmentación resultante provoca cambios en los hábitats naturales. (Guzman Niño, 2017)

5.1.7.3. Análisis de ciclo de vida

El Análisis de Ciclo de Vida (ACV) se emplea para determinar las cargas ambientales asociadas a un producto, teniendo en cuenta todos los procesos o actividades relacionadas con éste. Este análisis abarca desde la fase de fabricación, incluyendo el uso de recursos, hasta la generación de residuos producidos por el producto. (Guzman Niño, 2017)

5.1.7.4. Uso de materiales peligrosos

El uso de materiales peligrosos sucede durante la fabricación de las células fotovoltaicas, mediante el uso de materias primas. El uso de dichas materias primas implica el uso de la minería y varios procesos de extracción y posteriormente proceso de purificación (Tawalbeh, et al., 2020). Sin embargo, estos deben ser evaluados y seguir una serie de normativas por parte de las empresas que los adquieren y fabricantes. (ONU, 2024)

5.1.7.5. Contaminación atmosférica

El uso de la energía fotovoltaica contribuye a mitigar varios problemas medioambientales derivados del empleo de combustibles fósiles. Los sistemas fotovoltaicos, al contrario de los combustibles fósiles, no emiten CO₂, lo que tiene efectos significativos en la contaminación atmosférica (Tawalbeh, et al., 2020).

5.1.7.6. Ruido e impactos visuales

Los sistemas fotovoltaicos son silenciosos durante su operación, ya que no poseen componentes móviles o rotatorios. No obstante, la etapa de construcción puede tener un impacto ambiental considerable. Esto se debe a factores previamente mencionados, como el uso del suelo, la maquinaria pesada y otros elementos que generan contaminación acústica, afectando a residentes, visitantes y fauna local (Tawalbeh, et al., 2020).

La instalación de paneles solares en áreas turísticas a menudo genera preocupación debido a la posible alteración de la flora, ya que generalmente se prefiere preservar la belleza natural de estos lugares. Por lo tanto, la implementación de estos sistemas requiere permisos de las autoridades pertinentes (Tawalbeh, et al., 2020).

6. Análisis de la emisión de CO2 en San Cristóbal

En esta fase se usó los datos recopilados a través de la revisión de literatura relevante. Además, se emplearon y analizaron diversas ecuaciones matemáticas con el objetivo de calcular la cantidad aproximada de emisiones de CO2 que se generó durante el año 2020, expresada en toneladas. Este análisis permitió obtener una visión más precisa y cuantitativa del impacto ambiental durante ese período.

6.1. Producción de CO2 anual en la central térmica de San Cristóbal Galápagos 2020

En la isla de San Cristóbal, el consumo total combustible fue de 1'036.403 galones de diésel para el abastecimiento energético en 2020. Este elevado consumo se traduce en la generación de 10.499 toneladas de CO2 al año (ecuación 3), tomando en consideración que por la quema de cada litro de combustible se emiten 2,68 kg de CO2.

$$\text{Diesel consumido en el periodo 2020} = 1'036.403 \text{ gal} * 3,785 \text{ l/gal} = 3'917.603,34 \text{ l} \quad (1)$$

$$\text{Emisiones periodo 2020} = 3'917.603,34 \text{ l} * 2,68 \text{ kg CO}_2/\text{l} = 10'499.176,95 \text{ kg CO}_2 \quad (2)$$

$$\text{Emisiones periodo 2020} = \frac{10'499.176,95 \text{ kg CO}_2}{1.000 \text{ Kg}} = 10.499 \text{ t CO}_2 \quad (3)$$

Donde:

l= litros	t: toneladas CO2
gal: galones	kg: kilogramos
CO2: dióxido de carbono	

6.2. Estimaciones de las Emisiones de CO2 derivadas del transporte de combustible

No solo se debe tomar en cuenta el factor de producción energética local, también se debe tomar en cuenta el transporte del combustible y los recursos que este consume para llegar a su destino final, esto con el fin de mantener abasto la demanda energética local. El buque Isla

Puna e Isla de la Plata viajan un aproximado de 2,25 días o 54 horas (ecuación 4) por viaje de Guayaquil a Cristóbal. En cada viaje se consume un aproximado de 17.146 gl (ecuación 6) galones de diésel. Lo que se traduce a 45,95 toneladas de CO₂ (ecuación 8) emitidas a la atmósfera por viaje, calculado con las ecuaciones (4)-(8). Estos datos se obtienen tomando en consideración un solo viaje sin tomar en cuenta el viaje retorno. Para esto simplemente se debería calcular el mismo valor *2 lo que daría como resultado el consumo de 9.072 galones (ecuación 9) de combustible y 91,90 toneladas de CO₂ (ecuación 10) por viaje de ida y vuelta Ecuador-Galápagos, y un total de 1.103 toneladas de CO₂ al año (ecuación 11).

$$\text{Horas de viaje} = 2,25 \text{ d} * 24 \text{ h} = 54 \text{ h} \quad (4)$$

$$\text{Galones consumidos por trayecto} = 54 \text{ h} * 84 \text{ gl} = 4.536 \text{ gl} \quad (5)$$

$$\text{Litros consumidos por trayecto} = 4.536 \text{ gl} * 3,78 \text{ l} = 17.146 \text{ l} \quad (6)$$

$$\text{Generados por trayecto} = 17.146 \text{ l} * 2,68 \text{ kg CO}_2 = 45.951 \text{ kg CO}_2 \quad (7)$$

$$\text{Generados por trayecto} = \frac{45.951 \text{ kg CO}_2}{1.000 \text{ Kg}} = 45,95 \text{ t CO}_2 \quad (8)$$

$$\text{Galones consumidos por viaje} = 4.536 \text{ gl} * 2 = 9.072 \text{ gl} \quad (9)$$

$$\text{t CO}_2 \text{ generado por viaje} = 45,95 \text{ t CO}_2 * 2 = 91,90 \text{ t CO}_2 \quad (10)$$

$$\text{t CO}_2 \text{ generado por viaje al año} = 91,90 \text{ t CO}_2 * 12\text{m} = 1.103\text{t CO}_2 \quad (11)$$

Donde:

d: Días	h: Horas
m: Meses	

Desde otro punto de vista analizando el nivel de contaminación que se generaría por transportar lo que podrían ser 50 toneladas de material para la implementación de los paneles solares en la isla san Cristóbal, se estima que se contamina un aproximado de 0,02 toneladas de CO₂ (ecuación 12) por cada tonelada transportada. Según estos datos se estaría

contaminado 1,094 toneladas de CO₂ (ecuación 13) por las 50 toneladas de carga que se ingresaría a las islas, tomando en cuenta que el buque puede llegar a trasportar un total de 2.100 toneladas de carga, calculado usando las siguientes ecuaciones.

$$\text{Por tonelada de carga trasportada} = \frac{45,27 \text{ t CO}_2}{2.100 \text{ t}} = 0,02 \text{ t CO}_2 = \quad (12)$$

$$\text{Por el transporte de 50 toneladas} = 0,02 \text{ t co}_2 * 50 \text{ t} = 1,094 \text{ t CO}_2 \quad (13)$$

7. Análisis de los beneficios ambientales por la transición energética

En esta sección se llevó a cabo un análisis de la simulación meteorológica del año 2024 con el fin de obtener datos como el número de días al año que se recibe luz solar así como el promedio de horas al día de luz solar en Galápagos San Cristóbal, para posteriormente calcular por medio de ecuaciones las emisiones de CO₂ evitadas por la transición energética

7.1. Promedio de horas al día de luz solar

Según datos obtenidos de (meteoblue, 2024), y conforme la Figura 2, se obtuvo una estimación de las condiciones climáticas del año 2024, con el fin de obtener una aproximación de días al mes durante los cuales los paneles solares recibirían luz o radiación solar constante. es necesario realizar la distribución de los diferentes tipos de días: soleados, parcialmente nublados, nublados y días de precipitación.

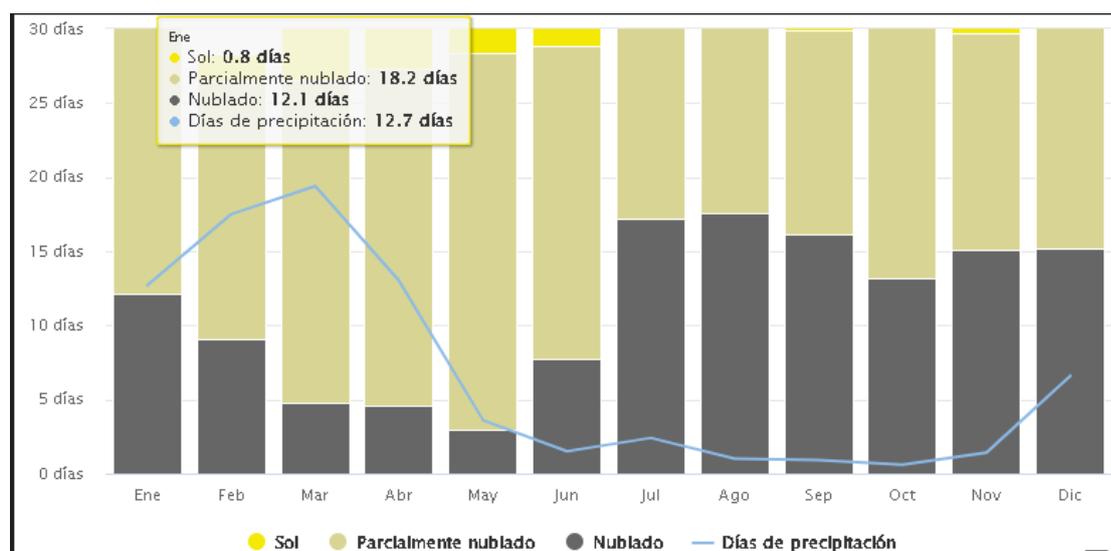


Figura 2. Simulación de las condiciones climáticas, representadas en: Cielo nublado, sol y días de precipitación. El gráfico muestra el porcentaje de días en los cuales se percibe radiación solar analizando los días de los 12 meses del año 2024 (meteoblue, 2024).

Tomando en cuenta que todos estos datos pertenecen a un solo mes Enero del año 2024 como una fase de explicación acerca de cómo es el funcionamiento de las ecuaciones usadas con el fin de obtener el número de horas al día por mes en los cuales se recibe luz solar y así obtener un aproximado de las horas totales de luz o radiación solar constante al día que se recibirían durante todo el año 2024.

Considerando que:

- **Días soleados** (0,8 días):

En estos días, la insolación solar es máxima y se puede considerar que se recibe **12 horas de luz solar** en cada día soleado.

- **Días parcialmente nublados** (18,2 días):

En estos días, la insolación solar es menor que en los días soleados. Estimaremos que se recibe **8 horas de luz solar** en cada día parcialmente nublado.

- **Días nublados** (12,1 días):

En los días nublados, la insolación solar es aún menor. Supondremos que se reciben **4 horas de luz solar** en cada día nublado.

- **Días de precipitación** (12,7 días):

En estos días, la insolación solar es mínima o nula. No consideraremos ninguna hora de luz solar en los días de precipitación.

Con los datos proporcionados por una simulación de datos climáticos, se calculó el número de días soleados en las Galápagos, obteniendo un aproximado de **203,17 días de sol al año** (ecuación 18). Se continuó aplicando las ecuaciones correspondientes para calcular el total de días en los que los paneles solares recibirán luz solar. Se tomo en cuenta únicamente las horas en las que efectivamente hay sol, es decir, **12 horas diarias**, aproximadamente en Ecuador y Galápagos debido a su posición geográfica y cercanía con la línea equinoccial (meteogram.es, 2024)

De esta manera, se sumó el número de horas de luz solar estimadas para cada tipo de día tomando como base el mes de Enero:

$$\text{Horas totales de luz solar en Enero} = \frac{0,8d}{12h} + \frac{18,2d}{8h} + \frac{12,1d}{4h} + \frac{12,7d}{0h} \quad (14)$$

$$\text{Horas totales de luz soalar} = 9,6 \text{ h} + 145,6 \text{ h} + 48,4 \text{ h} + 0 \text{ h} = 203,6 \text{ h} \quad (15)$$

$$\text{Horas al mes} = 24 \text{ h} * 31 \text{ d} = 744 \text{ h} \quad (16)$$

$$\text{Horas de sol} = 744 / 12 = 372 \text{ h} \quad (17)$$

Por lo tanto, durante el mes de enero, aproximadamente se recibieron un total de **203.6 horas de luz solar** (ecuación 15), Esto significa que, de las 744 horas (ecuación 16) totales del mes de enero, tan solo 203,6 horas (ecuación 15) correspondieron a luz solar. Cabe mencionar que, en condiciones ideales, se podría obtener hasta 372 horas (ecuación 17) de luz solar al mes si hubiera cielos despejados durante todo el día, con 12 horas de luz solar diaria. Estos cálculos son estimaciones y pueden variar según las condiciones climáticas locales y otros factores.

A continuación, se llevó a cabo un análisis de las condiciones climáticas para el año 2024, considerando todos los datos previamente mencionados. Esto permitió utilizar ecuaciones con el objetivo de proporcionar una estimación más precisa para todo el año.

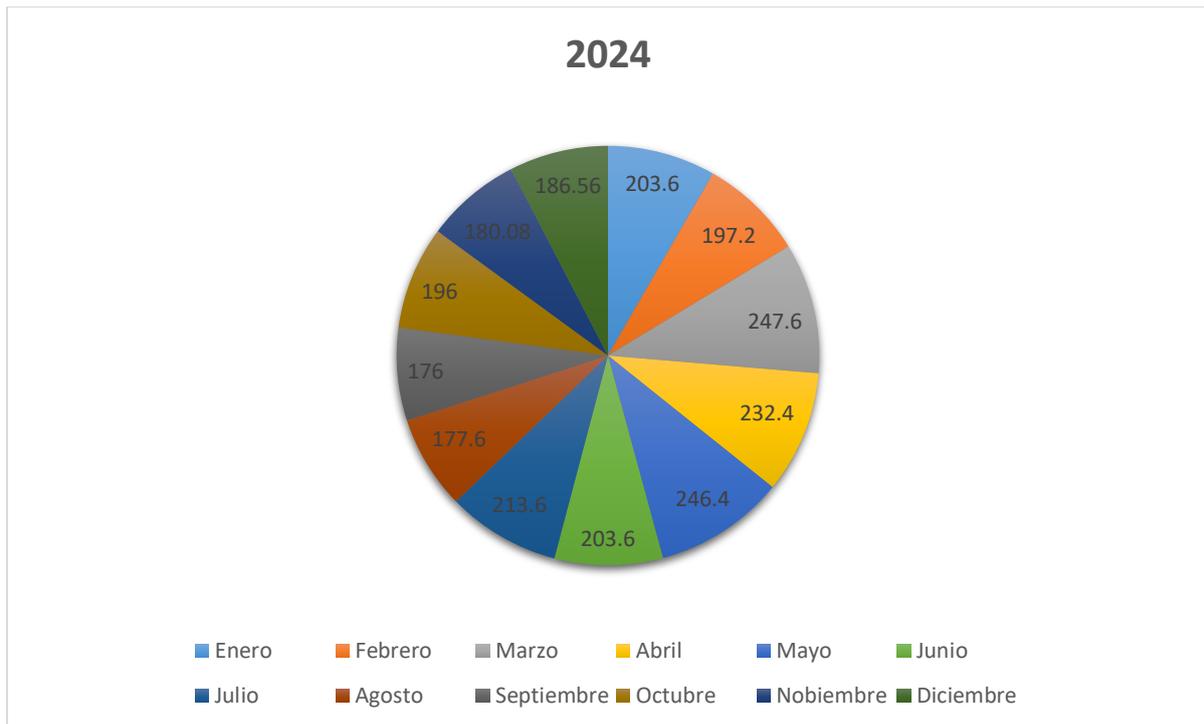


Figura 3. Estimación de horas del año 2024 de radiación media al mes. El grafico muestra el resultado de la simulación del número de horas de radiación solar al día por mes del año 2024 (meteoblue, 2024).

7.2. Número de Días al año con radiación media

Para calcular el número de días al año en los que se recibirá **luz solar**, se tomaron en cuenta las horas diarias de todos los meses del año. Luego, se dividió este total entre las **12 horas** al día durante las cuales potencialmente se podría recibir luz solar.

$$\text{Días al año con radiación media} = \frac{2.438h}{12h} = 203,17 d \quad (18)$$

7.3. Promedio de horas al día de radiación solar en el año 2024

De manera similar, se calculó el número de horas de luz solar que se recibiría durante todo el año. Para ello, se dividió el número total de horas de luz solar recibidas durante el año entre los 366 días que contiene el año 2024. Esto permitió obtener una estimación más

precisa de la cantidad de horas de sol que se esperan en promedio por día, resultando en 6,66 horas (ecuación 19).

$$\text{Promedio de horas al día de radiación solar} = \frac{2.438 \text{ horas de sol al año}}{366 \text{ Dias del año}} = 6,66 \text{ h} \quad (19)$$

7.4. Estimación de la potencia de generación requerida para el año 2050

Con el rango de tiempo diario de horas al día de luz solar estimado y con la potencia de 25 MW que se busca instalar hasta el año 2050 se estaría produciendo un total de 166. 530 kWh al día (ecuación 20)

$$\text{Generados en el año 2024} = 6.66 \text{ h} * 25.000 \text{ kW} = 166.530 \text{ KWh} \quad (20)$$

Con base en estos datos se puede calcular la producción de energía anual, la cual equivale a un aproximado de 33"833.356 kWh (ecuación 21) O a 33.833 MWh (ecuación 22) al realizar una conversión de kW a MW.

$$\text{Generados en el año 2024} = 203,17 \text{ d} * 166.530 \text{ kWh} = 33"833.356 \text{ kWh} \quad (21)$$

$$\text{Generados en el año 2024} = \frac{33"833.356 \text{ kWh al año}}{1.000 \text{ MWh}} = 33.833 \text{ MWh} \quad (22)$$

Mediante estos datos se puede calcular las (tep) ahorradas, se considera que por cada megavatio-hora (MWh) de energía producida, se ahorran 0,2 tep. Este cálculo se basa en un factor de conversión de 0,2 tep/MWh de energía final. Además, por cada tep ahorrada, se estima que se evitan 4,05 toneladas de CO₂. Este dato se obtiene considerando las emisiones de 4,05 TCO₂/tep. Por lo tanto, mediante estos datos, podemos estimar tanto el ahorro de energía en términos de tep como la reducción de las emisiones de CO₂.

$$\text{Generados en el año 2024} = 33.833 \text{ MWh} * 0,2 \text{ tep/MWh} = 6.767 \text{ tep} \quad (23)$$

A partir de este dato final, se pudo calcular la cantidad de CO2 evitado. Por cada tonelada equivalente de petróleo (tep) ahorrada, se estima que se han evitado 4,05 toneladas de CO2.

$$\text{Generadas en el año 2024} = 6.767 \text{ tep} \times 4,05 = 27.405 \text{ t CO2} \quad (24)$$

Este valor representa una contribución significativa a la reducción de emisiones y al cuidado del medio ambiente.

En conclusión, mediante esta fórmula se puede calcular el número de (tep) que se pueden ahorrar mediante la implementación de un sistema fotovoltaico. Además, esto nos permite estimar la cantidad de CO2 evitado o reducido.

Tabla 1. Estimación de las emisiones de CO2 evitadas en distintos años al implementar la potencia de 25 MW del año 2021 al 2024. Esta tabla muestra las posibles emisiones de CO2 en diferentes años considerando los diferentes factores climáticos de cada año mencionados en la figura 2, tomado en cuanto que los datos del 2021 al 2023 son datos al azar no históricos ni reales.

AÑO	Promedio de días	Promedio de horas al día	Toneladas de CO2	Tep	KWh al año	MWh al año
2021	200	6,03	24.411	6.027	30''136.986	30.137
2022	215,4	7,82	34.031	8.403	42''013.356	42.013
2023	207,53	6,30	26.481	6.539	32''693.082	32.4693
2024	203,17	6,66	27.405	6.767	33''.833.356	33.833

8. Entrevistas realizadas

En esta sección, se llevó a cabo un análisis de las entrevistas realizadas al Sr. Gianni Arismendy, al Ingeniero Juan Tigua y al Ingeniero Fernando Naranjo, especialista en energías renovables. El objetivo de estas entrevistas fue obtener datos desde una perspectiva diferente, utilizando preguntas abiertas que permitieran medir el nivel de conocimiento y manejo del área en cuestión con el fin de tener datos relevantes sobre la implementación de los paneles solares dentro de San Cristóbal con una potencia estimada de 25MW en un área aproximada de 30,95 hectáreas (Tablas 2 y 3).

Tabla 2. Preguntas de las entrevistas dirigidas a profesionales del sector ambiental con el fin de obtener datos relevantes

¿Cómo influirá la instalación de paneles solares en la belleza paisajística de San Cristóbal?
¿Qué efecto tendrán los paneles solares en la biodiversidad local de San Cristóbal?
¿Qué medidas se podrían tomar para minimizar el impacto de la instalación de paneles solares en San Cristóbal?
¿Cómo se comparan las emisiones de CO ₂ de los paneles solares con las de las fuentes de energía convencionales?

Tabla 3. Preguntas de las entrevistas dirigidas a profesionales del sector técnico con el fin de obtener datos relevantes.

1. ¿Cree que la capacidad de generación de energía de los paneles solares planeados para San Cristóbal será suficiente para evitar fluctuaciones o cortes de energía en la isla?
2. ¿Piensa que el mantenimiento y cuidado de los paneles solares podría

generar costos elevados a largo plazo?
3. ¿Cómo se comparan los paneles solares con las fuentes de energía convencionales en términos de eficiencia y confiabilidad?
4. ¿Cómo se comparan las emisiones de CO2 de los paneles solares con las de las fuentes de energía convencionales?

8.1. Sector Ambiental: Gianni Arismendy y Juan Tigua

De las entrevistas realizadas se sugiere que la transición energética en San Cristóbal Galápagos tiene un impacto en la biodiversidad local, tanto en la flora como en la fauna. Esto se debe a que es necesario remover la vegetación y realizar cimientos para ubicar los paneles solares de manera segura. Sin embargo, se argumenta que el impacto de esta implementación es menor al que se ha generado y se seguirá generando de por las emisiones de CO2 producidas para generar la energía necesaria para abastecer a San Cristóbal.

Además, se tomó en cuenta el posible impacto que se genera al transportar los combustibles fósiles, debido a los riesgos de derrames futuros. Por lo tanto, se menciona que la implementación del sistema de paneles solares no solo es beneficiosa para el medio ambiente local, sino que también ayuda a evitar posibles impactos futuros por el uso de combustibles fósiles dentro del archipiélago de Galápagos, inclusive se lo daría a ver como un avance y ejemplo de buenas prácticas a implementar en áreas con altos valores ecológicos.

8.2. Sector Técnico: Ing. Fernando Naranjo

El entrevistado menciona que, aunque los 25 MW de potencia serían suficientes para abastecer las necesidades energéticas de San Cristóbal, Galápagos; sin embargo, cualquier potencia que se pretenda instalar debe obedecer a un análisis sobre el crecimiento de la

demanda de energía eléctrica por parte de la población y posterior a su instalación es fundamental realizar una gestión adecuada con la ejecución estricta de planes de mantenimiento. la energía fotovoltaica ofrece muchos beneficios, la implementación en Galápagos enfrenta desafíos debido a la limitada disponibilidad de espacio en una zona protegida, además del cumplimiento de la normativa ambiental que permite evitar afectaciones a la flora y fauna presente en la zona. Galápagos al contar con un sistema energético aislado y delicado se torna vulnerable a sufrir problemas técnicos y otros presentados por la misma naturaleza; sin embargo, ELECGALAPAGOS ha enfrentado y superado de buena manera estos desafíos, entre los más grandes desafíos esta la instalación y administración de varios sistemas de energía renovable en las islas pobladas del Archipiélago. La implementación de estos sistemas busca como objetivo la reducción en el uso de combustibles fósiles (diésel) para la generación de energía eléctrica y por ende se reduce también la emisión de gases de efecto invernadero al ambiente. Al existir una disminución de uso de diésel también se reducen las posibilidades de derrames al mar de combustible durante las maniobras de transporte y trasvase. Los sistemas de energía renovable deben instalarse acompañados de sistemas de almacenamiento de energía que permitan el aprovechamiento óptimo del recurso natural como el viento y el sol, además de coadyuvar en mantener la estabilidad del sistema eléctrico de cada isla, considerando que los recursos naturales como el viento y el sol no son constantes y presentan cierta variabilidad.

El mantenimiento en sí, de los sistemas de energía renovable no es particularmente costoso en términos de operación, pero los costos de los repuestos y componentes son elevados debido a la exclusividad de comercialización que poseen los fabricantes, sumado a esto la logística hacia Galápagos ya que en varios casos se requiere realizar trámites de importación.

Como se había mencionada, la implementación de estos proyectos debe considerar posibles afectaciones ambientales y para evitar las mismas durante los estudios previos a su instalación se debe obtener una licencia ambiental y/o permisos ambientales, los mismos que deben contar con un plan de manejo ambiental que debe ser cumplido de forma estricta.

Dentro de estos planes se establece una fase de desmovilización al final de la vida útil de los sistemas

Comparando con las fuentes de energía convencionales, los paneles solares no emiten CO₂ durante su etapa de operación, aunque sí durante su proceso de fabricación. Los sistemas de energía renovable se fabrican con el objetivo de reducir las emisiones de CO₂, protegiendo así el medio ambiente. El plan gubernamental de cero combustibles fósiles para Galápagos impulsa la necesidad de implementar múltiples proyectos que optimicen los recursos naturales disponibles en la isla.

9. Discusión

La implementación de energías renovables, como los paneles solares, puede tener efectos tanto positivos como negativos en el medio ambiente. Sin embargo, estos impactos pueden ser mitigados mediante una buena gestión, un estudio detallado del área, un plan de mantenimiento adecuado y un manejo responsable de los residuos al final de su vida útil

Según Turney el implementar paneles fotovoltaicos tiene un mayor efecto sobre la flora y fauna, este efecto se debe principalmente por el uso de espacio necesario para la instalación de los paneles solares, lo cual causa la fragmentación del hábitat y limita el movimiento de los animales, además los paneles solares generan efectos sobre los microclimas, (Damon Turney, 2011) por tal motivo es indispensable el determinar un área, la cual minimice los impactos sobre el medio ambiente, este aspecto es particularmente importante en lugares como galápagos que son conocidos por su gran biodiversidad.

Un plan de mantenimiento para los paneles solares es esencial, dado que, si estos acumulan suciedad, su capacidad para recibir energía disminuye, impidiendo que los paneles trabajen a su máxima capacidad. Según Deb & Brahmhatt b, investigadores han propuesto un nuevo diseño capaz de limpiar automáticamente los paneles solares sin la necesidad de usar agua. Esto es relevante ya que el uso de agua para eliminar residuos puede generar un impacto negativo en el medio ambiente debido a su desperdicio (Deb & Brahmhatt b, 2018). Por lo tanto, este nuevo diseño no solo mantiene la eficiencia de los paneles solares, sino que también tiene un efecto positivo en el medio ambiente al evitar el uso innecesario del agua.

Por último, es fundamental tomar medidas para prevenir el impacto ambiental de los paneles solares al final de su ciclo de vida. Según el ACV (Análisis del Ciclo de Vida), según Guzmán Niño 2017 se puede determinar el impacto del uso de recursos, emisiones, y residuos sólidos y líquidos de los paneles solares. (Guzman Niño, 2017) Este análisis permite evaluar

las cargas ambientales asociadas al producto y desarrollar estrategias para minimizar los impactos ambientales relacionados con su creación y eventual desmantelamiento.

- Aumento de la demanda energética y Beneficios de la transición energética.

Según un estudio de la Agencia Internacional de Energía Renovable (IRENA), la transición a energías renovables como la solar puede reducir significativamente los riesgos ambientales y sanitarios asociados al uso de combustibles fósiles, disminuyendo las emisiones de gases de efecto invernadero y mejorando la calidad del aire (IRENA, 2020). En Galápagos, la demanda energética ha aumentado debido al crecimiento poblacional y al incremento del turismo, dos factores que han avanzado casi en paralelo. Este incremento ha llevado a una mayor dependencia de los combustibles fósiles, lo que a su vez ha elevado los riesgos y efectos contaminantes asociados a su uso.

La implementación de paneles solares en esta región de alto valor ecológico tiene como objetivo reducir la dependencia de combustibles fósiles y los problemas ambientales que estos generan, desde su extracción hasta su destino final tal y como sucedió en el año 2001 con el buqué Jessica el cual tuvo unas graves consecuencias sobre el ecosistema local en Galápagos (Solís Gallo, 2011).

La adopción de energía solar busca mitigar estos impactos, proporcionando una fuente de energía más sostenible y ecológica que contribuye a la preservación del delicado ecosistema de las islas. Esta estrategia no solo beneficiará al medio ambiente al reducir las emisiones de gases contaminantes, sino que también asegurará un suministro energético estable y sostenible para satisfacer las necesidades crecientes de la población y los visitantes de Galápagos.

Además, como se puede observar en los resultados, la transición energética implica una significativa disminución de las emisiones de CO₂ no solo en cuanto al abastecimiento energético local, sino también en la reducción de las emisiones asociadas al transporte de

combustibles fósiles debido a su menor uso. Este cambio hacia energías renovables, como la solar, contribuye no solo a la sostenibilidad energética de la región, sino también a la mitigación de los impactos ambientales negativos derivados de la extracción, transporte y consumo de combustibles fósiles.

- Entrevistas

Sector Ambiental

Las entrevistas con Gianni Arismendy y Juan Tigua indican que, aunque la instalación de paneles solares en San Cristóbal impacta inicialmente la biodiversidad local, estos efectos son menores comparados con los daños causados por las emisiones de CO₂ de los combustibles fósiles. Además, la energía solar reduce los riesgos de derrames de combustible, siendo una opción más sostenible y beneficiosa para el medio ambiente local.

Sector Técnico

El Ing. Fernando Naranjo destaca que un sistema puede funcionar siempre que haya una gestión y mantenimiento adecuados. Los desafíos incluyen la limitada disponibilidad de espacio y la vulnerabilidad del sistema energético. La energía solar necesita complementarse con sistemas de almacenamiento o generación térmica para asegurar la estabilidad. Aunque el mantenimiento de las energías renovables no es costoso, los repuestos pueden ser caros. La transición a energías renovables, como la solar, es crucial para reducir las emisiones de CO₂ y garantizar un suministro energético sostenible y estable, mejorando la calidad del aire y reduciendo riesgos ambientales.

10. Conclusiones

El uso de paneles solares tiene un impacto positivo significativo, como la reducción de las emisiones de CO₂. Sin embargo, es importante considerar el área que requerirían, estimada actualmente en 30,95 hectáreas. Esta área puede variar debido al rápido avance de las tecnologías, especialmente en el campo de los paneles solares. Estos han experimentado una revolución en términos de precios, capacidad de producción de energía y resistencia a ambientes con altas concentraciones de salinidad.

La implementación de energías renovables mejora la imagen de San Cristóbal, promoviendo un manejo más responsable y sostenible de la isla. Esto puede atraer a un creciente segmento de turistas conscientes del medio ambiente. No obstante, la transición a la energía renovable debe ser gestionada con cuidado para evitar cualquier impacto negativo en el paisaje natural. Las instalaciones de energía solar pueden servir como herramientas educativas para aumentar la conciencia sobre la importancia de la sostenibilidad y la conservación del medio ambiente, aunque esto requiere un compromiso continuo y esfuerzos de divulgación para ser efectivo.

En lugares remotos o islas como San Cristóbal, la energía solar puede proporcionar una fuente de energía más fiable y resiliente, reduciendo la dependencia de los combustibles fósiles importados. Sin embargo, la energía solar es intermitente y puede requerir sistemas de almacenamiento de energía o fuentes de energía de respaldo para garantizar un suministro constante. Finalmente, al reducir las emisiones de CO₂, la energía solar contribuye a la lucha contra el cambio climático, un problema que amenaza la viabilidad a largo plazo de muchos destinos turísticos.

La implementación de un sistema de plantas solares conlleva claros efectos positivos a largo plazo. Sin embargo, es fundamental considerar que, para llevar a cabo la implementación de este sistema, se requiere una gestión adecuada respaldada por estudios relevantes que aborden efectos específicos en mayor profundidad. Además, es crucial evaluar aspectos que no se han explorado a fondo en esta breve investigación, como el impacto real en el área donde se planea instalar estas plantas solares.

Anexos:**Entrevistas**

La idea de esta entrevista es tomar como idea la implementación de una potencia de 25 MW de energía, con el fin de abastecer las necesidades energéticas de la isla San Cristóbal, cubriendo un área aproximada de 30.95 km con paneles solares.

Sector Ambiental: Gianni Arismendy

Buenas tardes, mi nombre es ariel yanes actualmente esto culminado mi carrera en la universidad san Francisco, motivo por el cual realizo esta entrevista para de igual manera culminar mi tesis.

Entrevistador:

El proyecto en sí se va a hacer un plan para implementar los paneles solares aquí en San Cristóbal.

Entrevistado: Sí.

Entrevistador:

Actualmente se necesita 25 mega watts para abastecer la isla san Cristóbal de energía suficiente.

Entrevistador:

En la parte del territorio con mi compañero Rudy se está encargando de sectorizar. ¿Qué áreas son las más adecuadas para este tipo de actividad y si son y si se puede implementar en esas áreas y cuáles son los factores por los que no se podrían? El plan resulta en unas 30.95 hectáreas. Por lo que en su tesis el resaltará 30.95 hectáreas, entre las cuales se diversificará y se verá cuáles son las más aptas con el fin de obtener los 25 mega watts.

Entrevistador: Bien bajo eso. ¿El cómo usted cree que influirían la instalación de los paneles solares en la belleza paisajística de San Cristóbal?

Entrevistado:

Bueno este como ejemplo de otros de otros países donde. En ciertas islas. Han aprovechado los paneles solares para abastecerse de fluido eléctrico. Digámoslo así. Juega un papel fundamental la organización. De las autoridades correspondientes en este caso sí, para nosotros y los municipios. Estuvieran operando. Bajo la ley especial para Galápagos de mi especial, lo que tiene que ver con el manejo sostenible y sustentable de los recursos.

¿Entonces? Deberíamos arrimar el hombro bajo un solo ideal y ahí sí se vería reflejado en base a una buena organización, la implementación de un sistema. ¿Por qué? Porque en la actualidad estamos operando con un porcentaje de energía eólica, un porcentaje de solar y un porcentaje y la mayor cantidad es de fósil entonces, aun así. Todavía tenemos problemas para poder hacer la interconexión.

Qué pasó en la isla Floreana, en la isla Floreana, se puso paneles solares y se cambió el sistema, pero no fue durable. ¿Por qué? Porque las autoridades no le dieron la continuidad, el mantenimiento respectivo y entonces es como que si no hay una buena organización y una buena. En una ley que nos permita manejarnos con todas las del asunto de construcción, equipos de los que se necesita para la sobrevivencia. En fin, entonces yo creo que no habría problema.

Entrevistador:

Siguiendo que efecto tendría los paneles solares en la biodiversidad local de San Cristóbal.

Tomando en cuenta que se incrementarían en estas áreas.

Este es el mapa de puerto de San Cristóbal y estas son las áreas donde se busca implementar el proyecto.

Entrevistado:

Sería excelente, no habría ninguna en ninguna alteración, puesto que sería ideal estratégico y como proyecto piloto, eh nos daría ya una.

Una imagen clara. Sostenible en el tiempo para poder implementar luego masivamente o en forma positiva. El por barrios entonces para como proyecto piloto me parece genial.

Entrevistador: Muy bien. ¿Continuando con la tercera pregunta, qué medidas se podrían tomar para minimizar el impacto de la implementación de los paneles solares en San Cristóbal?

Entrevistado:

Siempre el Consejo de Gobierno, que es la entidad principal del de las islas. Debería tener una Ordenanza. O una disposición.

¿En algún articulado lo? Los municipios de. También deberían tener la ordenanza para obligar que en las construcciones ya se implemente en el sistema solar. Y tercero es que la comunidad se involucre para que acoja a estas normativas y regulaciones que en el tiempo se puedan manejar.

Entrevistador:

¿Y cómo última pregunta, ¿cómo se comparan las emisiones de CO2 de los paneles solares con las fuentes de energía convencionales como las fósiles que usamos actualmente?

Entrevistado: Off sería. Tener una isla sin contaminación. Ahora mismo el hecho de traer combustible de la parte del Ecuador continental. Y, como ya pasó en años anteriores, los derrames y también no solamente para energía solar, solo para. Solamente para para el poblado, sino también debe ser para. Embarcaciones, hoteles flotantes, entonces sería genial. Que se implemente ese sistema también como proyecto piloto en embarcaciones de turismo. Y pienso que. Si todo. El proyecto que ustedes lo llevan o lo están estudiando, lo implementan. Sería genial de que se mida. Se evalúe y se saque conclusiones para que luego las autoridades reciban este insumo como implemento para poder llevarlo a cabo entonces. El

eliminar ya lo que es el fósil y si se logra en el 100% sería. Pero si al menos se aumenta entre el solar y el eólico y dejar el fósil, qué sé yo en un 40%. Yo creo que sería fundamental para las islas Galápagos más que todo que fue la pionera en el manejo de energía eólica en el Ecuador. Bajo esa experiencia, a nosotros también podríamos tenerlo en el tema del primer caso.

Entrevistador:

Lo que mencionas son los problemas adversos que conlleva el traer combustible a galápagos mencionado los derrames que han existido y la alteración y la contaminación que existe aquí en cierto grado. Igualmente, la contaminación, por lo que es el uso de estos al usar lo emiten grandes cantidades de CO₂, contaminan al medio ambiente y a la flora y fauna. Y en especial a la fauna que habita en sus alrededores

Entrevistador:

Pues eso sería muchas Gracias.

Entrevistado:

Gracias ya OK para que cualquier cosa estoy a la orden.

Entrevistador:

Sí me repite su nombre completo.

Entrevistado:

Claro, soy Gianni Arizmendi soy funcionario del Parque Nacional Galápagos hasta el viernes y ya he cumplido mi ciclo. Y, ahora estoy con un proyecto ambientales para la isla san Cristóbal.

Entrevistador:

Muchas gracias, un gusto.

Entrevistado:

Gracias Ariel

Sector Ambiental: Biólogo Juan Tigua

Buenas tardes, mi nombre es Ariel Yanes actualmente esto culminado mi carrera en la universidad san Francisco, motivo por el cual realizo esta entrevista para de igual manera culminar mi tesis.

Entrevistador:

El proyecto en sí se va a hacer un plan para implementar los paneles solares aquí en San Cristóbal. Cuál sería el impacto al implementarlas en san Cristóbal.

Entrevistado:

El impacto sería disminuir el combustible fósil que se extrae para para los generadores, o sea, es un impacto positivo al medio ambiente y en la sociedad en esas partes no, pero si hablamos claro, si no hay un buen manejo mantener. En el tema de las partes ya, por ejemplo, está construida la planta fotovoltaica en el aeropuerto, yo trabaje fiscalizando la parte ambiental, entonces todo eso tiene un permiso, cumple con informes, auditorías, entonces el momento es cuando hay un mal manejo de los desechos, mantenimiento, como te digo, hay causaría un impacto al medio ambiente por el almacenamiento en todo tipo de materiales, pero si es un impacto así ambiental, los impactos positivos porque vamos a disminuir el tema de El uso de combustible es ese es el impacto positivo que tiene el tema lo pones fotovoltaica. Sí. Islam. Ah.

Entrevistador:

Mediante la forma en la que yo realicé, se estima que se ahorraría un total de 27405 t de CO dos al año.

Entrevistado

Sí. exacto

Entrevistador

Y, según datos digamos por encima degustado, se está contaminando alrededor de 2002 1830 t de CO dos al mes, lo que equivale a 33961 al año sea, es algo que usamos eliminando y estamos dando a favor 27000 t. Además, también se toma en cuenta lo que es el. La importación del combustible porque hay que traerlo desde Guayaquil trae, lo cual trae y traerá, lo cual estaría contaminando por viaje unas 86.39 t por el transporte. Sí, igual, estos datos pueden ser modificados dependiendo de las nuevas tecnologías. En la actualidad van avanzando a pasos gigantes. Y eso por recibir costos y. Reducir impacto de igual manera. Siendo con las preguntas,

¿Cómo influiría la instalación de los paneles celulares en la belleza paisajística de san Cristóbal?

Entrevistado

En el tema de la idea de la belleza paisajística, por eso es el tema del estudio, no siempre uno cuando hace un proyecto ahí el tema de los estudios y diseño de factibilidad. ¿Entonces tú determinas o das alternativas, por qué no aquí y por qué acá? Entonces eso ya depende de los de los diseños y estudios cuando hagan en su momento en cada lugar para el tema de Del sistema paisajístico, no porque claro, o sea, acuérdate que en el momento en que vamos a un área y todo es reserva aquí en Galápagos. Bueno parque nacional. Dependencia área urbana, por ejemplo, cuando hay aquí es una de intervenida, pero en cambio, si vas a un área nueva Virgen digamos va a costar gran impacto, ¿no? Por eso, por eso es el estudio para determinar qué tipo de impacto causaría, porque al final este, por ejemplo, acá tuvieron que hacer excavaciones, ya era un área 100% intervenir a ver si vamos acá, entonces dependeríamos el estudio que alteran si es ahí o no.

Entrevistador

¿Qué efecto tendrían los paneles solares en la Universidad de San Cristóbal?

Entrevistado

Habría que hacer un estudio sobre en qué áreas específicamente y cuál sería el impacto. ¿Bueno, qué medidas se podría tomar para minimizar el impacto de la implementación de los paneles?

Entrevistado

Ah ya cuando vas a construir y todo. En este caso, la medida principal es el ruido. ¿Vaya ruido y también el tema del suelo donde lo vas a hacer? Por eso, cuando tú haces un levantamiento de flora, fauna, determinas qué tipo o qué tipo de especie hay en esos lugares, eso sería lo más importante, hacer una pequeña evaluación de impacto ambiental en donde o un diagnóstico ambiental donde tú determina hay ciertas especies flora fauna aquí no porque son emblemáticas o no hay mucha de esta especie, entonces son otro lugar. O sea, eso habría que tomar en cuenta bastante. Sí.

Entrevistador

¿Y, por último, cómo se compararían las emisiones de CO dos de los paneles solares con las fuentes de energía convencionales?

Entrevistado

Ah no pues a la. ¿Cómo se compararía? Vamos a reducir, o sea en sí se va a reducir bastante, claro, va a reducir bastante y vamos. El impacto entonces va a ayudar al medio ambiente una gran cantidad. Diferencia es que el tema de paneles, como te decía, es volumen en área ocupar más área, pero disminuiríamos gran cantidad de combustibles.

Entrevistador:

Claro.

Entrevistador:

Eso sería uno, de los temas a analizar, Por lo que sí en sí se está. Talando un área Virgen, pero a la misma vez está evitando contaminaciones futuras hacia el medio ambiente,

incluso hacia el océano, hacia las cosas. Como ya ocurrió en el 2001 o 2002 con el buque Jessica.

Entrevistado

Exacto.

Entrevistador:

El buque Jessica, así que fue un gran impacto, igual puede volver a suceder otra vez.

No. Se sabe, claro, eso siempre estará pendiente ahí.

y eso, muchas gracias.

Un gusto me puedes repetir su nombre y su posición ocuparía.

Entrevistado:

A ver mi nombre es Juan Tigua soy biólogo de. Soy consultora ambiental y soy gerente aquí en la empresa ecolife que hacemos consultorías y asesoría en temas ambientales.

Ya soy un consultor acreditado por el Ministerio de medio ambiente. Y gracias por la entrevista.

Entrevistador:

Gracias

Entrevistado:

De nada no te preocupes. El. Gracias a.

Sector Técnico: Ing. Fernando Naranjo

Entrevistador:

La idea de esta entrevista es tomar como idea la implementación de una potencia de 25 mega watts de energía con el fin de abastecer las necesidades energéticas en medio de San Cristóbal, cubriendo un área aproximada de 30.95 hectáreas, la cual sería alrededor del puerto en algún punto estratégico.

Como primera pregunta.

Cree que la capacidad de generación eléctrica de los paneles solares para San Cristóbal sería la suficiente para evitar fluctuaciones o cortes de energía en la isla.

Entrevistado:

Primero en Galápagos. El espacio disponible es muy limitado porque estamos en un área protegida. Si bien es cierto, la energía fotovoltaica tiene muchos beneficios, y permite el aprovechamiento del recurso solar, uno de los factores a tener en cuenta es el espacio disponible. Cada isla poblada de Galápagos incluido Baltra son sistemas energéticos aislados que no están unidas a un sistema interconectado, razón por la cual cada isla cuenta con sus propios equipos de generación de energía eléctrica, situación que las convierte en sistemas eléctricos bastante delicados, en donde cualquier afectación operativa de los equipos de generación, transmisión de energía o a su vez por causas de la naturaleza con el crecimiento de vegetación que hace contacto con las redes de distribución en las zonas altas de las islas, puede terminar causando cortes generales de energía eléctrica. Entonces los cortes de energía pueden deberse a varias circunstancias, y no necesariamente por una falta de equipos de generación de energía. La potencia de instalación con un sistema de energía renovable debe obedecer a un estudio del crecimiento de la demanda de energía eléctrica de la población: Una potencia alta instalada con un sistema de generación renovable no es una solución, si esta potencia no está correctamente dimensionada y responda a las necesidades energéticas de

la isla. Los sistemas que sean implementados deben contar con estudios eléctricos que aseguren la estabilidad del sistema eléctrico de la isla, deben ser acompañado con un sistema de almacenamiento de energía y con un sistema de subtransmisión adecuado que permita evacuar sin inconveniente toda la energía necesaria que se genere en la planta fotovoltaica, es decir se necesita de toda una infraestructura que debe ser correctamente dimensionada.

Entrevistador:

Es claro, al igual para implementar los paneles solares, también se debe considerarlos el factor climático entre las islas, ya que no todo el tiempo, se obtiene radiación solar, por eso también dentro de la tesis analizar ese aspecto, el número de días y el número de horas que se recibirán los solares.

Entrevistado:

Al dimensionar adecuadamente un sistema de energía renovable, en este caso con una planta fotovoltaica, este dimensionamiento va a permitir que una parte de la energía que se produce en las horas del día sea almacenada en baterías y esta energía pueda ser despachada en las horas de mayor demanda, como lo es la hora pico que se presenta entre las 18h00 a 20h00. Afortunadamente en Galápagos contamos con un buen recurso eólico y solar, estos recursos se complementen ya que en época caliente en donde el recurso eólico disminuye, el recurso solar aumenta y en época fría al aumentar el recurso eólico, la disminución del recurso solar no es significativa, por lo tanto, si es factible instalar proyectos de energía renovable complementados con sistemas de almacenamiento de energía.

Entrevistador:

Claro, ese también es otro tema que se ha mencionado en otra tesis que es de mi tutor, en este caso el cual también ha mencionado lo mismo que es necesario también implementar. En ese caso sería alrededor de 48 mega watts de almacenamiento para poder estar más o menos seguro, igual con las fluctuaciones de energía, incluso se puede variar.

Entrevistado:

Todo depende del dimensionamiento de los sistemas de generación y almacenamiento de energía, los cuales deben obedecer al crecimiento de la demanda de energía que tiene el sistema. Un sistema de almacenamiento de energía brinda mayor seguridad a la estabilidad del sistema eléctrico porque estabiliza la fluctuación que podría presentarse en la planta fotovoltaica ante un paso de nube o una disminución de la irradiancia solar, además de coadyuvar en el abastecimiento de energía a la población en horas de mayor demanda. Nosotros estamos ejecutando un mantenimiento preventivo que sería el último mantenimiento de la época caliente, que es donde realizamos los mantenimientos mayores a los aerogeneradores, aprovechando que por la época no tiene mucha producción de energía, caso contrario en la época fría realizamos los mantenimientos mayores a las plantas fotovoltaicas aprovechando que el recurso solar disminuye un pequeño porcentaje. Estos mantenimientos no permiten garantizar el funcionamiento continuo y seguro de los sistemas de energía renovable.

En las islas que tenemos recursos solar y eólico son Baltra y San Cristóbal, mientras que en Isabela y Floreana, tenemos gran recurso solar y no hay recurso eólico,

Entrevistador:

Claro, según un informe igual del INE, desde el 2007 al 2022 existía un aumento porcentual de la demanda energética de 225%. Es igual se tenía que analizar, al igual que el aumento poblacional, el aumento del turismo y otros factores que incluyen en eso.

Entrevistado

Sí es cierto, hay que tener siempre presente que a nosotros energéticamente como empresa eléctrica, el año 2020, 2021 y 2022 existió una gran disminución en la demanda de energía a causa del COVID 19 y a partir del 2023 con el aumento del turismo la demanda volvió a incrementarse. Entonces años atípicos como lo fueron el 2020, 2021 y 2022 no deberían

incluirse en los análisis, porque se podría obtener resultados no reales no apegados a la realidad energética de las islas

Entrevistador:

Claro, exacto, porque igualmente el turismo es un factor que influye bastante y en esas disminuyo drásticamente y posterior a eso aumento drásticamente, lo cual son datos que alterarían todos los resultados. Sí, también, como usted lo mencionaba, este este proyecto va en conformidad con el plan 2050, que es cero combustibles para Galápagos ajá y el proyecto de 25 MW. En una estimación que hasta el 2050 se instalan los 25 MW de potencia para que. San Cristóbal, sea libre de combustibles fósiles.

Entrevistado:

Existe un Plan Maestro de Electricidad elaborado por el Ministerio de Energía y Minas y está también el Plan de Transición Energética para Galápagos, en estos documentos esta trazado el camino a seguir con miras a alcanzar la política gubernamental del Cero Combustibles Fósiles para Galápagos en la generación de energía eléctrica, lo que falta es los recursos económicos que permitan cumplir con el Plan Maestro de Electricidad y más aun considerando las dificultades de logística hasta Galápagos, lo cual podría elevar los costos de los proyectos. Como exprese antes, también es necesario identificar las zonas en donde se instalarían los proyectos sin que estos afecten al ecosistema de las islas.

Entrevistador:

Claro, lo que tendría es una alteración de los ecosistemas presentes donde se implementaría estos proyectos.

Entrevistado:

Asi es, por eso cuando se dimensiona un proyecto de energía renovable, hay que identificar el sitio más adecuado con un estudio de impacto ambiental. Y luego aplicar un

plan de manejo ambiental durante la vida útil del proyecto, en donde se monitorea y se verifica mediante auditorías ambientales su cumplimiento

Entrevistador:

Incluso también en eso entraría un análisis de, digamos, después de El uso de los paneles solares, porque los paneles solares tienen un cierto signo de vida y después de eso tendría que cambiarse o enviarlos al continente. Igual eso también se tiene que realizar un análisis para ver cómo se hace esa esa gestión

Entrevistado:

Dentro de los planes de manejo ambiental existe la etapa de desmovilización. Una vez que se cumple la vida útil del proyecto, hay que retirar todos los pasivos ambientales, es decir, todo lo que se construyó e instaló en la obra, esto es obra civil, mecánica, eléctrica, todo tiene que ser retirado. y enviado hacia el continente para luego efectuar una disposición final adecuada de los equipos. Por lo tanto, ELECGALAPAGOS tiene presente los planes de desmovilización al final de la vida útil de sus sistemas.

Entrevistador:

Igual, según el reporte igual del 2020 dio como resultado que en galápagos en general, existía una potencia perdón de 35 mega watts. Y para Cristóbal fue alrededor de 11 o 12 mega watts de potencia, por eso se estima más o menos son alrededor de 25 mega watts de potencia, para la reproducción energética de san Cristóbal.

Entrevistado:

Todos esos parámetros deben ser analizados y los sistemas deben ser dimensionados de acuerdo con las proyecciones futuras de demanda energética de cada isla.

Entrevistador:

¿Continuando con la segunda pregunta, piensa que el mantenimiento del cuidado de los paneles solares podría generar costos elevados a largo plazo?

Entrevistado:

No, la energía renovable en cuestiones de mantenimiento habitual los costos no son tan altos. Lo que sí es un inconveniente, son los costos de los repuestos y componentes que son de exclusividad de los fabricantes de los sistemas de energía renovable. Los repuestos y componentes que pueden ser encontrados de forma comercial presentan un valor menor al valor que oferta el fabricante. Por toda la experiencia que hemos adquirido al frente de los sistemas de energía renovable que tenemos instalados en las diferentes islas, en varias ocasiones hemos adquirido repuestos a los mismos fabricantes de estos, claro cuando nos han brindado apertura para adquirir; sin embargo, hay muchos componentes que se los debe comprar al fabricante del sistema de energía renovable por temas de exclusividad y en este caso los costos se incrementan

Entrevistador:

Igualmente, los paneles solares al momento de adquirirlos tienen que cumplir con ciertas regulaciones sobre el impacto ambiental que generarían han generado. Además de, digamos, un análisis sobre la resistencia a la salinidad que estos pueden tener para que así igual no exista una mayor inversión a lo que se ha instalado, así como se lo menciona para no tener que cambiar repuestos,

Entrevistado:

Por las condiciones ambientales de Galápagos en donde existe presencia de salinidad, humedad, polvo, los metales tienden a afectarse oxidándose y con corrosión, es por esto que ELECGALAPAGOS cumple de manera estricta con sus planes de mantenimiento para evitar que los equipos se vean afectados. Al momento existen varias alternativas en el uso de materiales para las plantas fotovoltaicas, uno de ellos es usar estructura de aluminio para los paneles solares, este sistema lo tenemos instalado en nuestro Sistema Híbrido Isabela

Entrevistador:

Muy bien continuando. ¿Cómo se compararían los paneles solares con las fuentes de energía convencionales en términos de eficiencia y confiabilidad?

Entrevistado:

Como todo el sistema de generación, dependiendo de la ejecución de un correcto plan de mantenimiento se asegura una buena eficiencia y confiabilidad en su operación, no se puede hacer una relación de eficiencia entre las unidades de generación convencional y las no convencionales porque manejan parámetros y escenarios distintos, la eficiencia de un panel fotovoltaico además de un buen mantenimiento, también dependerá de la cantidad de recurso solar con el que cuente, mientras que en una unidad de generación térmica la eficiencia dependerá de la potencia de salida que se desee obtener

Entrevistador:

¿Y, por último, cómo se comprarían las emisiones de CO₂ de los paneles solares a comparación con las energías convencionales?

Entrevistado:

Los paneles solares en operación no generan emisiones de CO₂, pero durante el proceso de su construcción si existe una cantidad de emisiones que se producen y que depende del método de construcción que utilice cada fabricante. Los grupos térmicos que usan combustibles fósiles para su funcionamiento si generan emisiones de CO₂ y su cantidad dependerá del mantenimiento al que se encuentren sometidos y a la calidad del combustible. Los sistemas de energía renovable se han fabricado justamente para disminuir las emisiones de CO₂ que son emitidas a la atmosfera y frenar de alguna manera el cambio climático.

Entrevistador:

Listo, muchas gracias, eso sería todo. Puede confirmar su nombre y cargo actual.

Entrevistado:

Mi nombre es Fernando Naranjo y soy el Especialista de Energía Renovable de
ELECGALAPAGOS,

Entrevistador:

Muchísimas gracias.

Bibliografía

acciona. (2020). *ENERGUA SOLAR*. Obtenido de https://www.acciona.com/es/energias-renovables/energia-solar/?_adin=11551547647

AGUDELO, A. R. (2018). *ANÁLISIS Y PROPUESTAS PARA LA DISPOSICIÓN FINAL DE PANELES SOLARES FOTOVOLTAICOS EN COLOMBIA*. UNIVERSIDAD EIA INGENIERÍA AMBIENTA ENVIGADO. Obtenido de <https://repository.eia.edu.co/server/api/core/bitstreams/9d8e66c6-5115-4c27-b7fe-745681670dcc/content>

Arnés-Urgellés, C. (01 de 07 de 2021). *Las Galápagos, en constante evolución*. Obtenido de <https://www.revistaesfinge.com/2021/07/las-galapagos-en-constante-evolucion/>

Bulnes, C. A. (10 de 10 de 2010). *Las Energías Renovables: La energuía solar y sus aplicaciones*. Obtenido de <https://www.revista.unam.mx/vol.11/num10/art96/art96.pdf>

Claudio, A., Estrada, G., Aranc, B., & Camilo, A. (01 de 10 de 2010). *Las Energías Renovables: La energuía solar y sus aplicaciones*. Obtenido de <https://www.revista.unam.mx/vol.11/num10/art96/art96.pdf>

ECOGREEN ENERGY. (2021). *¿Por qué la prueba de corrosión por niebla salina es importante para los paneles solares?* Obtenido de <https://www.ecogreenenergy.com/es/por-que-la-prueba-de-corrosion-por-niebla-salina-es-importante-para-los-paneles-solares/>

ELECGALAPAGOS S.A. (2022). *Generacion Trmica*. Obtenido de <https://www.elecgalapagos.com.ec/generacion-termica/>

ESI RENOVABLES. (23 de 04 de 2020). *Cálculo de las emisiones de CO2 evitadas por una instalación de autoconsumo de energía solar fotovoltaica (IV)*. Obtenido de <https://esirenovables.es/calculo-emisiones-CO2-evitadas-instalacion-autoconsumo->

fotovoltaicos en la biodiversidad? Un protocolo de mapa sistemático crítico. Medio Ambiente Evid 11, 36. doi:<https://doi.org/10.1186/s13750-022-00291-x>

lifeder. (2022). *Movimiento de rotación de la Tierra*. Obtenido de

<https://www.lifeder.com/movimiento-rotacion-tierra/>

meteoblue. (2024). *Datos climáticos y meteorológicos históricos simulados para Islas galápagos*. Obtenido de

https://www.meteoblue.com/es/tiempo/historyclimate/climatemodelled/islas-gal%c3%a1pagos_ecuador_3658931

Ministerio de Energía y Minas. (2023). *Galápagos contará con nueva planta fotovoltaica*.

Obtenido de <https://www.recursosyenergia.gob.ec/209-2/>

Ministerio de energuias y minas. (2023). *Plan de Transición Energetica de las Islas*

Gàlapagos. Obtenido de [https://www.recursosyenergia.gob.ec/wp-](https://www.recursosyenergia.gob.ec/wp-content/uploads/2023/11/BID-GALAPAGOS-PUBLICACION-v7-fotos-comprimido.pdf)

[content/uploads/2023/11/BID-GALAPAGOS-PUBLICACION-v7-fotos-comprimido.pdf](https://www.recursosyenergia.gob.ec/wp-content/uploads/2023/11/BID-GALAPAGOS-PUBLICACION-v7-fotos-comprimido.pdf)

NIÑO, C. A. (2017). *ANÁLISIS DEL IMPACTO AMBIENTAL DE DIFERENTES TIPOS DE*

PANELES SOLARES SEGÚN LOS MATERIALES UTILIZADOS Y LOS

COMPONENTES TÓXICOS GENERADOS. BOGOTÁ D.C.: FUNDACION

UNIVERSIDAD DE AMERICA FACULTAD DE EDUCACIÓN PERMANENTE Y

AVANZADA ESPECIALIZACIÓN EN GESTIÓN AMBIENTAL.

ONU. (2023). *Informe de los Objetivos de Desarrollo Sostenible*. Obtenido de

[https://unstats.un.org/sdgs/report/2023/The-Sustainable-Development-Goals-Report-](https://unstats.un.org/sdgs/report/2023/The-Sustainable-Development-Goals-Report-2023_Spanish.pdf?_gl=1*1oqjxbv*_ga*MzEyODY4OTMuMTcwMTIyNzMxMA..*_ga_TK9BQL5X7Z*MTcwMTIyNzMxMC4xLjEuMTcwMTIyNzYxMC4wLjAuMA)

[2023_Spanish.pdf?_gl=1*1oqjxbv*_ga*MzEyODY4OTMuMTcwMTIyNzMxMA..*](https://unstats.un.org/sdgs/report/2023/The-Sustainable-Development-Goals-Report-2023_Spanish.pdf?_gl=1*1oqjxbv*_ga*MzEyODY4OTMuMTcwMTIyNzMxMA..*_ga_TK9BQL5X7Z*MTcwMTIyNzMxMC4xLjEuMTcwMTIyNzYxMC4wLjAuMA)

[_ga_TK9BQL5X7Z*MTcwMTIyNzMxMC4xLjEuMTcwMTIyNzYxMC4wLjAuMA](https://unstats.un.org/sdgs/report/2023/The-Sustainable-Development-Goals-Report-2023_Spanish.pdf?_gl=1*1oqjxbv*_ga*MzEyODY4OTMuMTcwMTIyNzMxMA..*_ga_TK9BQL5X7Z*MTcwMTIyNzMxMC4xLjEuMTcwMTIyNzYxMC4wLjAuMA)

..

ONU. (2024). *GOBERNANZA DE LOS RECURSOS MINERALES*.

Pérez, A. S. (2018). *El misterio de los misterios. Las islas Galápagos en Ecuador y la obra "El Origen de las Especies"*. Universidad Nacional de Colombia.

doi:10.15446/historelo.v10n19.61461

recursosyenergia.gob.ec. (2019). *Galápagos contará con nueva planta fotovoltaica*. Obtenido de <https://www.recursosyenergia.gob.ec/209-2/>

recursosyenergia.gob.ec. (29 de 08 de 2021). *MINISTERIO DE ENERGÍA ADJUDICA A LA EMPRESA PRIVADA LA CONCESIÓN DEL PROYECTO CONOLOPHUS EN GALÁPAGOS*. Obtenido de <https://www.recursosyenergia.gob.ec/ministerio-de-energia-adjudica-a-la-empresa-privada-la-concesion-del-proyecto-conolophus-en-galapagos/#:~:text=El%20proyecto%20forma%20parte%20de%20la%20iniciativa%20Cero,de%2016.400%20toneladas%20anuales%20de%20CO2%20a>

Servicio de Parques Nacionales.gov. (25 de 06 de 2018). *Cambio climático en Joshua Tree*.

SILVA, J. A. (2021). *DESARROLLO DE LA ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA A GRAN ESCALA EN CHILE Y LOS DESAFÍOS ASOCIADOS A LA GESTIÓN DE SUS RESIDUOS*. Universidad de Concepcion, Chile. Obtenido de <http://repositorio.udec.cl/jspui/bitstream/11594/9680/1/TESIS%20DESARROLLO%20DE%20LA%20ENERGIA%20SOLAR.Image.Marked.pdf>

SOLAR ENERGY INTERNATIONAL. (2023). *FOTOVOLTAICA*. Obtenido de <https://www.solarenergy.org/wp-content/uploads/2019/11/Fotovoltaica-Condensed.pdf>

Solís Gallo, M. C. (2011). *ANÁLISIS DE LOS COSTOS Y LOS BENEFICIOS ECONÓMICOS DE LA SUSTITUCIÓN DE COMBUSTIBLES FÓSILES POR ENERGÍA RENOVABLE PARA LA GENERACIÓN DE ELECTRICIDAD*. Obtenido de <https://repositorio.puce.edu.ec/server/api/core/bitstreams/da474fb5-91db-48d1-b326-36cac7b0e4e2/content>

Tawalbeh, M., Al-Othman, A., Kafiah, F., Abdelsalam, E., Almomani, F., & Alkasrawi, M.

(2020, 10 30). Environmental impacts of solar photovoltaic systems: A critical review of recent progress and future outlook. *Science of the Total Environment*.

doi:<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.143528>

timeanddate. (2023). *Islas Galápagos, Ecuador — Amanecer, atardecer y diurno, marzo*

2023. Obtenido de [https://www.timeanddate.com/sun/ecuador/galapagos-](https://www.timeanddate.com/sun/ecuador/galapagos-islands?month=3&year=2023)

[islands?month=3&year=2023](https://www.timeanddate.com/sun/ecuador/galapagos-islands?month=3&year=2023)

transnave.gob.ec. (2021). *Nosotros (B/T ISLA PUNA)*. Obtenido de

<http://www.transnave.gob.ec/index.php/nosotros-2/>

UNESCO. (2021). *Reserva de la Biosfera Archipiélago de Colón - Galápagos (Ecuador)*.

Obtenido de <https://es.unesco.org/biosphere/lac/galapagos>