



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

SISTEMA DE POSGRADO

**MAESTRÍA EN ELECTRICIDAD CON MENCIÓN EN ENERGÍAS RENOVABLES Y
EFICIENCIA ENERGÉTICA**

TEMA:

**“Propuesta de un sistema energético renovable alternativo para cargas especiales
operativas para Centro de Seguridad – Babahoyo”**

AUTOR:

Orozco Andrade Stalin Darío

Trabajo de titulación previo a la obtención del título de:

**Magíster en Electricidad con Mención en Energías Renovables y
Eficiencia Energética**

TUTOR:

Ing. Bohórquez Heras Daniel Bayardo, Msc

Guayaquil, 28 de octubre 2025



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

SISTEMA DE POSGRADO

MAESTRÍA EN ELECTRICIDAD CON MENCIÓN EN ENERGÍAS RENOVABLES Y

EFICIENCIA ENERGÉTICA

CERTIFICACIÓN

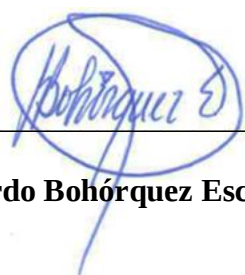
Certificamos que el presente trabajo fue realizado en su totalidad por **Stalin Darío Orozco Andrade** como requerimiento parcial para la obtención del Grado Académico de **Magíster en Electricidad con Mención en Energías Renovables y Eficiencia Energética**.

TUTOR

f.  _____

Ing. Daniel Bayardo Bohórquez Heras, Msc

DIRECTOR DEL PROGRAMA DE MAESTRIA

f.  _____

Ing. Bayardo Bohórquez Escobar, Ph.D.

Guayaquil, 28 de octubre 2025



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

SISTEMA DE POSGRADO

**MAESTRÍA EN ELECTRICIDAD CON MENCIÓN EN ENERGÍAS RENOVABLES Y
EFICIENCIA ENERGÉTICA**

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, Stalin Darío Orozco Andrade

DECLARO QUE:

El Trabajo de Titulación, **“Propuesta de un sistema energético renovable alternativo para cargas especiales operativas para Centro de Seguridad – Babahoyo”**, previo a la obtención del Título de Magíster en Electricidad con mención en Energías Renovables y Eficiencia Energética, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido.

Guayaquil, 28 de octubre 2025

AUTOR

f.

Stalin Darío Orozco Andrade



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

SISTEMA DE POSGRADO

MAESTRÍA EN ELECTRICIDAD CON MENCIÓN EN ENERGÍAS RENOVABLES Y

EFICIENCIA ENERGÉTICA

AUTORIZACIÓN

Yo, Stalin Darío Orozco Andrade

Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, la publicación en la biblioteca de la institución del Trabajo de Titulación, “**PROPUESTA DE UN SISTEMA ENERGÉTICO RENOVABLE ALTERNATIVO PARA CARGAS ESPECIALES OPERATIVAS PARA CENTRO DE SEGURIDAD – BABAHOYO**”, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

Guayaquil, 28 de octubre 2025

AUTOR

f.

Stalin Darío Orozco Andrade

INFORME DE COMPILATIO

**CERTIFICADO DE ANÁLISIS**
magister

STALIN_DARIO_OROZCO_ANDRADE

REVISIÓN - 3 de Septiembre (1) (1) (2)

1%
Textos sospechosos

1% Similitudes
0 % similitudes entre comillas
0 % entre las fuentes mencionadas
5% Idiomas no reconocidos (ignorado)
6% Textos potencialmente generados por IA (ignorado)

Nombre del documento: STALIN_DARIO_OROZCO_ANDRADE REVISION - 3 de Septiembre (1) (1) (2).docx
ID del documento: 611b62ce1a198cddb7941407e9f4fecb7dece5f2
Tamaño del documento original: 7,19 MB

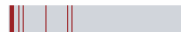
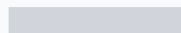
Depositante: Ronnie Alexander Bonilla Sánchez
Fecha de depósito: 13/10/2025
Tipo de carga: interface
fecha de fin de análisis: 13/10/2025

Número de palabras: 17.441
Número de caracteres: 119.675

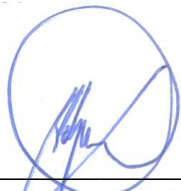
Ubicación de las similitudes en el documento:



Fuentes principales detectadas

Nº	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	 2.- Tesis Ing. José Córdova 14 Jul 2025.docx 2.- Tesis Ing. José Córdova ... #af324a Viene de de mi grupo 6 fuentes similares	2%		 Palabras idénticas: 2% (294 palabras)
2	 repositorio.ucsg.edu.ec http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/25043/1/UCSG-C437-24568.pdf 2 fuentes similares	1%		 Palabras idénticas: 1% (185 palabras)
3	 EJEMPLO HOJAS PRELIMINARES INSTITUCIONALES Y FORMULARIOS DE... #a9e5fa Viene de de mi grupo 6 fuentes similares	< 1%		 Palabras idénticas: < 1% (172 palabras)
4	 Nathaly Freire Juan Vega,P73.docx Nathaly Freire Juan Vega,P73 #f56993 Viene de de mi grupo 5 fuentes similares	< 1%		 Palabras idénticas: < 1% (162 palabras)
5	 repositorio.ucsg.edu.ec http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/25122/1/UCSG-C437-24641.pdf 4 fuentes similares	< 1%		 Palabras idénticas: < 1% (140 palabras)

Certifico que después de revisar el documento final del trabajo de titulación **“PROPUESTA DE UN SISTEMA ENERGÉTICO RENOVABLE ALTERNATIVO PARA CARGAS ESPECIALES OPERATIVAS PARA CENTRO DE SEGURIDAD – BABAHoyo”**, presentado por el Ing. Stalin Darío Orozco Andrade, fue enviado al Sistema Anti plagio Compilatio, presentando un porcentaje de similitud correspondiente al 1%.

f. 

Ing. Daniel Bayardo Bohórquez Heras, Msc

DEDICATORIA

A Dios, que ha sido mi brújula cuando el camino se hacía incierto, mi refugio en los días grises y la voz silenciosa que me recordaba seguir, que me sostuvo en el silencio de la madrugada, cuando el cansancio era grande pero el compromiso era más fuerte.

Y a mis hijas: Kyara, Mia y Lizzie, tres estrellas que no solo iluminan cada rincón de mi vida, sino que también le dan dirección, propósito y sentido a cada una de mis decisiones. Ustedes son el latido que me empuja a avanzar, mi inspiración diaria, mi fuerza escondida. Cada paso que he dado, cada sacrificio silencioso, cada noche de desvelo, cada día de lucha, tiene como raíz el amor inmenso que les tengo.

Esta tesis no es solo un documento académico; es un símbolo de resistencia, de fe y de amor. Es la prueba tangible de que cuando uno tiene un “por quién” suficientemente grande, cualquier “cómo” se vuelve posible.

Quiero que crezcan sabiendo que no hay límites para lo que puedan lograr. Que los sueños no se heredan, pero sí se enseñan con el ejemplo. Que los logros no se alcanzan de un salto, sino paso a paso, cayendo y levantándose, con la frente en alto y el corazón lleno de propósito y cuando la vida les ponga pruebas que seguro lo hará, recuerden a papá, no por sus títulos, ni por sus logros, sino por su constancia, su fe y su voluntad de seguir a pesar del cansancio.

Que este esfuerzo que hoy culmina sea una semilla sembrada en su alma, una señal de que los sueños, cuando se riegan con trabajo y esperanza, sí florecen. Y que un día, cuando tengan que luchar por lo suyo, recuerden que tienen en mí un ejemplo y en Dios, siempre, una guía.

AGRADECIMIENTO

Quiero iniciar dando gracias al altísimo, Dios, por permitirme estar bien con mis seres queridos y por darme la oportunidad de estar viviendo este momento de aprendizaje. Mi sencillez se la dedico a él. Gracias por los silencios que hablaron más que mil palabras, por las puertas cerradas que me obligaron a buscar nuevos caminos, por las pruebas que fortalecieron mi carácter y por los momentos en que me sostuvo cuando sentí que no podía seguir.

A mis padres, el **Abg. Hitler Orozco Ramos** y la **Lcda. Dolores Andrade Villalba**, no me alcanzarán nunca las palabras para agradecer lo suficiente. Gracias por creer en mí incluso cuando ni yo estaba seguro de lo que podía llegar a lograr, gracias por acompañarme sin juzgar, por darme ese ánimo sin presionarme, por corregirme sin herirme, y ese amor puro de familia con sentimientos de fuerza para seguir adelante en la vida.

Ustedes me enseñaron que la disciplina no es castigo, sino una forma de amor, una manera de prepararme para la vida real. Me mostraron que el conocimiento tiene valor, pero los principios lo sostienen. Que el respeto, la humildad y el trabajo honesto abren más puertas que cualquier título. Cada valor que llevo dentro, cada decisión que hoy me define, tiene su raíz en lo que ustedes sembraron día tras día. Me dieron alas para volar, pero también raíces para no olvidar de dónde vengo. Me formaron con ejemplo más que con discursos, con presencia más que con promesas.

Esta meta, este esfuerzo, este sueño cumplido, también es suyo. Porque me enseñaron a mirar lejos, a aspirar a más, pero sin perder la esencia, sin olvidar mis raíces ni traicionar mis valores.

Y si hoy he llegado hasta aquí, es porque conté con el privilegio de tenerlos a ustedes como guía y respaldo. Gracias por darme el impulso para empezar, la confianza para seguir, y el amor suficiente para no rendirme jamás.



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

SISTEMA DE POSGRADO

MAESTRÍA EN ELECTRICIDAD ENERGÍAS RENOVABLES

Y EFICIENCIA ENERGÉTICA

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

f. _____
Ing. Daniel Bohórquez Heras, Msc
Tutor

f. _____
Ing. Kety Peñafiel Olivo, Mgs
Revisor

f. _____
Ing. Diana Bohórquez Heras, Mgs

Revisor

f. _____
Ing. Bayardo Bohórquez Escobar, PHD
DIRECTOR DEL PROGRAMA

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE TABLAS	xi
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	xi
ÍNDICE DE ECUACIONES	xi
CAPÍTULO 1: ASPECTOS GENERALES	4
1.1 Justificación del problema	4
1.2 Antecedentes	5
1.3 Definición del problema	6
1.4 Formulación del problema	13
1.5 Objetivos	14
1.5.1 Objetivo general.....	14
1.5.2 Objetivos específicos	14
1.6 Hipótesis	15
CAPÍTULO 2 - MARCO TEÓRICO	16
2.1 Baterías de Ciclo Profundo	16
2.2 Paneles Solares.....	19
2.3 Inversores.	22
2.4 Reguladores de carga	23
2.5 Sistemas de almacenamiento y autonomía	25
2.6 Recurso solar y condiciones geográficas	26
2.7 Resiliencia energética en infraestructuras críticas	27
2.8 Beneficios ambientales y sociales.....	28
2.9 Costos y análisis económico	30
2.10 Monitoreo y digitalización.....	30
CAPITULO 3 -MARCO METODOLÓGICO.....	32
3.1 Metodología	32
3.1.1 Métodos.....	33
3.2 Línea base del proyecto.....	34
3.3 Análisis de la Oferta y Demanda.....	38
3.3.1 Demanda.....	40

3.4 Población Referencial.	41
3.4.1 Población Demandante Potencial	42
3.4.2 Población Demandante Efectiva.....	42
3.5 Identificación de la población	43
3.5.1 Consideraciones para la identificación	43
3.5.2 Indicadores de Resultados.....	43
3.6 Esquema unifilar del sistema compuesto	45
CAPÍTULO 4 - PÉRDIDAS Y TIPO DE INVERSOR.....	46
4.1 Viabilidad Técnica	46
4.2 Viabilidad Económica.	48
CAPÍTULO 5 - ANÁLISIS DE RESULTADOS Y VIABILIDAD	50
5.1 Cálculo de la Inversión Total	50
5.1.1 Indicadores financieros y/o económicos.....	52
5.2 Análisis de impacto ambiental y de riesgos	53
5.3 Sostenibilidad social.....	54
CONCLUSIONES	56
RECOMENDACIONES.....	58
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	62
GLOSARIO	70
ANEXOS	70
ANEXO A: Diseño esquemático del sistema fotovoltaico propuesto.....	76
ANEXO B: Tabla de consumo energético de las cargas especiales del ECU911–Babahoyo ..	77
ANEXO C: Análisis financiero.....	78
ANEXO D: Fotografías representativa de instalación propuesta.....	80
ANEXO E: Fotografías representativa de instalación propuesta	81

ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1 Dirección del Centro de Seguridad</i>	<i>9</i>
<i>Tabla 2 Simplificación de los lineamientos, métodos y técnicas a usar en el estudio.....</i>	<i>36</i>
<i>Tabla 3. Población Referencial</i>	<i>41</i>
<i>Tabla 4. Población Demandante Potencial</i>	<i>42</i>
<i>Tabla 5. Población demandante Efectiva</i>	<i>42</i>
<i>Tabla 6. Indicadores de Resultados.....</i>	<i>44</i>
<i>Tabla 7 Detalles de inversión en equipos eléctricos y recursos humanos</i>	<i>50</i>
<i>Tabla 8. Datos considerados de consumo mensual</i>	<i>51</i>
<i>Tabla 9. Para Realizar el VAN y el TIR.....</i>	<i>52</i>
<i>Tabla 10. Interpretación de resultados.....</i>	<i>53</i>

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

<i>Ilustración 1. Mapa Cobertura del Centro de seguridad</i>	<i>8</i>
<i>Ilustración 2 Centro Operativo Ecu911-Babahoyo.....</i>	<i>8</i>
<i>Ilustración 3 Ubicación Geográfica del Centro de Seguridad.....</i>	<i>9</i>
<i>Ilustración 4 Sala de Operaciones de Llamadas</i>	<i>10</i>
<i>Ilustración 5 Sala de Operaciones Video Vigilancia.....</i>	<i>11</i>
<i>Ilustración 6. Proceso de carga y descarga de una batería.....</i>	<i>17</i>
<i>Ilustración 7 Batería de ciclo profundo.....</i>	<i>18</i>
<i>Ilustración 8 Módulo de panel bifacial monocristalino 590W de la marca Sail Solar</i>	<i>20</i>
<i>Ilustración 9 Paneles Solares</i>	<i>21</i>
<i>Ilustración 10.....</i>	<i>23</i>
<i>Ilustración 11 Regulador Modelo: GS-MPPT-60M-200V</i>	<i>24</i>
<i>Ilustración 12 Baterías de Gel de Ciclo Profundo 12 años vida util.....</i>	<i>25</i>
<i>Ilustración 13.....</i>	<i>26</i>
<i>Ilustración 14 Controlador de Energía inteligente</i>	<i>31</i>
<i>Ilustración 15. Sistema Fotovoltaico para Centro de Seguridad</i>	<i>38</i>
<i>Ilustración 16 Esquema unifilar del sistema compuesto</i>	<i>45</i>
<i>Ilustración 17 Diseño del Sistema de energía fotovoltaica</i>	<i>47</i>

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1. <i>Potencia (Carga)</i>	<i>19</i>
Ecuación 2. <i>Rendimiento del panel</i>	<i>20</i>

RESUMEN

Este estudio plantea una solución que combina ingeniería y sentido común: instalar un sistema de energía solar fotovoltaica para cubrir las cargas especiales del Centro de Seguridad ECU 911 de Babahoyo. La idea es simple, pero vital: que el servicio nunca se detenga, ni siquiera cuando la red eléctrica falle, y que, de paso, se reduzcan gastos y emisiones.

Esta investigación se abordó desde un enfoque cuantitativo, de carácter descriptivo, con diseño no experimental, no se planteó como una revisión documental. Se agruparon datos reales sobre el consumo energético, utilizando la observación dentro del campo técnico y el análisis bibliográfico, se logra evaluar el nivel de radiación solar del área, además de identificar las cargas críticas, para que de este modo se seleccionarán los equipos más adecuados para el sistema fotovoltaico, el proceso incluyó cálculos de dimensionamiento, simulaciones y un análisis integral financiero.

Los resultados obtenidos demuestran cómo se consigue un ahorro mensual de USD 1.662,60, equivalente a cerca del 30% del gasto actual, de esta manera se estima un tiempo de recuperación de la inversión en un tiempo aproximado de nueve años, con un margen de vida útil que supera las dos décadas, los beneficios son eminentes y sostenibles. Los indicadores como el Valor Actual Neto (VAN) y la tasa interna de retorno (TIR) respaldan su rentabilidad y solidez técnica.

Como parte final, se muestra que, invertir en energía fotovoltaica en el centro de seguridad ECU 911 de Babahoyo no es un lujo, sino una necesidad; es una medida congruente, viable, rentable y estratégica. Esta hace que, aumente la autonomía del centro, lo hace más segura y resistente ante cortes, y contribuye a un entorno más limpio. La electricidad fotovoltaica para el centro de seguridad no es solo un recurso más, es el pulso constante que mantiene en marcha la seguridad de toda una ciudad.

Palabras clave: Energía solar fotovoltaica, cargas críticas, continuidad operativa, autonomía energética, resiliencia.

ABSTRACT

This study proposes a solution that combines engineering and common sense: installing a solar photovoltaic system to cover the special loads of the Babahoyo ECU 911 Security Center. The idea is simple, but vital: to ensure service never stops, even when the power grid fails, and to reduce costs and emissions in the process.

This research was approached from a quantitative, descriptive perspective with a non-experimental design; it was not intended as a documentary review. Actual energy consumption data were collected, using technical observations and bibliographic analysis. The level of solar radiation in the area was assessed, and critical loads were identified. This process included sizing calculations, simulations, and a comprehensive financial analysis.

The results obtained demonstrate a monthly savings of USD 1,662.60, equivalent to approximately 30% of current expenditures. The investment is estimated to recover approximately nine years, with a useful lifespan exceeding two decades. The benefits are significant and sustainable. Indicators such as the Net Present Value (NPV) and the Internal Rate of Return (IRR) support its profitability and technical soundness.

Finally, it is demonstrated that investing in photovoltaic energy at the ECU 911 security center in Babahoyo is not a luxury, but a necessity; it is a consistent, viable, profitable, and strategic measure. It increases the center's autonomy, makes it safer and more resilient to power outages, and contributes to a cleaner environment. Photovoltaic electricity for the security center is not just another resource; it is the constant pulse that keeps the security of an entire city running.

Keywords: Photovoltaic solar energy, critical loads, operational continuity, energy autonomy, resilience.

INTRODUCCIÓN

A lo largo de la historia, la humanidad ha levantado su progreso sobre cimientos invisibles pero poderosos: carbón, petróleo y gas. Estos combustibles, arrancados de las entrañas del planeta, han sido los motores silenciosos de revoluciones industriales, del crecimiento de ciudades y de esa obstinada ambición por conquistar la modernidad. Pero todo motor, tarde o temprano, pasa factura. Hoy, los recibos de ese desarrollo se pagan en forma de cielos contaminados, climas alterados y una dependencia temeraria de recursos que, como el tiempo, no se renuevan (IPCC, 2021). El dilema es incómodo y evidente: lo que nos impulsó hacia el futuro amenaza ahora con dejarnos sin aliento.

Frente a esta realidad, abandonar —o al menos reducir— las fuentes de energía más contaminantes ya no son un gesto idealista, sino una obligación de supervivencia. El viraje hacia energías renovables no es una moda verde ni un sueño de laboratorio: es la continuación lógica de nuestra historia. La energía solar, eólica, geotérmica o la hidráulica ofrecen la promesa de generar electricidad sin despojar al planeta de su equilibrio (REN21, 2023). Entre todas, la energía solar fotovoltaica brilla literalmente, por su potencial: el Sol entrega en apenas una hora más energía de la que toda la humanidad consume en un año (IEA, 2022). Y sin embargo, seguimos dejando que buena parte de esa luz se pierda en silencio.

En este contexto, hay instituciones que simplemente no pueden apagarse. El Servicio Integrado de Seguridad ECU911–Babahoyo, que coordina emergencias con tecnología y precisión quirúrgica, necesita un suministro eléctrico infalible. Aquí, un corte de energía no es una molestia: es una amenaza directa para la vida.

Pensar en energía renovable para el centro de seguridad de Babahoyo no es una opción, es una necesidad vital: un lugar que protege vidas no puede darse el lujo de apagarse. Por eso se plantea un sistema solar fotovoltaico que asegure el respaldo de sus cargas críticas y mantenga la operatividad sin interrupciones. El presente estudio pasa desde los fundamentos teóricos hasta el análisis de los resultados, y lejos de ser un punto final, da apertura de un camino hacia un futuro de donde la seguridad ciudadana y la estabilidad caminen van la mano.

CAPÍTULO 1: ASPECTOS GENERALES

1.1 Justificación del problema

En un contexto donde cada segundo define la diferencia entre salvar o perder una vida, la continuidad operativa de los centros de seguridad no es negociable. Garantizar un suministro eléctrico estable no representa únicamente un desafío técnico, sino la condición esencial que sostiene el funcionamiento de los sistemas de vigilancia, comunicación y coordinación de emergencias. No obstante, la fuerte dependencia de la red pública y de generadores diésel como única alternativa energética expone una vulnerabilidad evidente. Cortes prolongados, fallas mecánicas o la escasez de combustible pueden detener, en pocos minutos, infraestructuras críticas como el ECU911, donde cada instante de inactividad amplifica el riesgo para la ciudadanía.

En el caso específico del ECU911-Babahoyo, esta vulnerabilidad se evidencia con claridad: la falta de un subsistema de energía renovable que pueda operar de forma autónoma cuando el generador convencional falla, Pudiendo ser por problemas en sus componentes eléctricos o mecánicos o por el faltante del suministro de diésel, cualquier interrupción puede comprometer el suministro de energía y poniendo en riesgo las áreas operativas esenciales del centro de seguridad, todo esto bajo el nivel energético nos invita a tomar precauciones con tiempo y a preguntarnos, ¿Qué es más importante, la seguridad total o mantener límites con riesgos para la atención de emergencias en la región?

Desde este punto de vista, la incorporación de un nuevo sistema fotovoltaico para respaldo no se mira como una solución tecnológica, sino, como un paso estratégico con beneficios que trascienden lo inmediato, además considerando la disminución de la dependencia de combustibles fósiles, que impacta en reducir la contaminación ambiental con una operatividad significativa y segura para el centro de seguridad ECU911-Babahoyo. Esta propuesta no es solo técnica, es una

inversión en seguridad, continuidad y confianza pública, asegurando que, cuando la red o el generador paren, la respuesta de auxilio siga escuchándose con la misma fuerza.

1.2 Antecedentes

Hoy hablar de energía renovable ya no es una pérdida de tiempo, como ocurría cuando los equipos eran difíciles de conseguir o los proyectos demasiado costosos para ponerlos en marcha. Ahora es una verdadera necesidad para empresas y comunidades. La llegada de la tecnología fotovoltaica es eminente, todo el mundo habla de ella, utilizar una tecnología como la solar fotovoltaica, la eólica, la hidráulica o la geotérmica, demuestran con hechos su capacidad de producir energía limpia, confiable y renovable, capaces de generar no solo energías, sino también beneficios directos para el planeta. Esto no se trata de estrategias ambientales, sino de resultados que brindan seguridad y resiliencia de las infraestructuras que sostienen la actual modernidad de la vida (International Renewable Energy Agency [IRENA], 2023).

Es preciso aceptar la importancia de tener un respaldo o backup, esto beneficia a hospitales, aeropuertos y centros de control, la energía fotovoltaica brinda ese beneficio gracias a su fortaleza y estabilidad de los sistemas de almacenamiento. Esta experiencia indica claramente el hecho innegable: la energía renovable ya no es una promesa muy lejana, ahora es un recurso estratégico y seguro, para mantener la continuidad operativa, incluso en circunstancias críticas.

En Ecuador, la matriz energética ha logrado avances importantes en la integración de renovables, con la hidroelectricidad como pilar central. Sin embargo, la energía solar fotovoltaica mantiene aún una participación marginal en aplicaciones críticas (Ministerio de Energía y Minas, 2022). Aunque existen políticas que buscan diversificar, en la práctica los centros de seguridad y respuesta de emergencias dependen casi de manera exclusiva de la red eléctrica y de generadores diésel como respaldo. Esta realidad deja expuesta una vulnerabilidad seria: basta un apagón

prolongado, una falla mecánica o la falta de combustible para comprometer la capacidad de respuesta en los momentos más delicados, cuando cada segundo resulta vital.

La brecha existente no es únicamente tecnológica, también es estratégica: el país aún carece de sistemas renovables diseñados para sostener, de manera autónoma y sostenible, la operatividad de los centros de seguridad. Sin ir más lejos, observemos como países de tercer mundo ya implementan un sistema fotovoltaico de respaldo que asegure el funcionamiento ininterrumpido de cargas críticas en instalaciones, Hoy el centro de seguridad ECU911-Babahoyo tienen esa oportunidad. En esta investigación se busca cerrar ese el vacío de dudas, mediante el diseño y dimensionamiento de un sistema solar autónomo que integre criterios técnicos, económicos y ambientales, capaz de fortalecer la resiliencia operativa y, sobre todo, de brindar a la ciudadanía la confianza de que, incluso frente a la adversidad, la seguridad nunca se detiene.

1.3 Definición del problema

Se puede analizar muchos puntos de vista, sin embargo desde el punto de vista técnico y de seguridad para la ciudadanía ecuatoriana, es fundamental asegurar un suministro eléctrico continuo, capaz de convertirse en un requisito vital para que los sistemas de monitoreo, comunicación y coordinación de emergencias funcionen sin interrupciones. Hoy ya no es un mito, se encuentra Ecuador en el camino de muchos países del mundo con esta tecnología, las empresas han incorporado mecanismos de redundancia y planes de contingencia para minimizar riesgos, conscientes de que un apagón, aunque sea breve, puede retrasar la respuesta ante incidentes y poner en riesgo vidas humanas.

En el ECU911-Babahoyo, la continuidad de las operaciones se sostiene actualmente gracias a generadores eléctricos impulsados por diésel, que entran en funcionamiento durante cortes programados o fallas imprevistas del suministro de CNEL, aunque estos equipos cumplen

su funciones, su operatividad absoluta se ve limitada por tres factores importantes: la dependencia exclusiva del combustible, las exigencias de mantenimiento mecánico periódico y la inexistencia de un respaldo energético alternativo que actúe como segunda línea de defensa. Este escenario, que podría sonar poco habitual, puede derivar en la suspensión temporal de funciones críticas como: la coordinación con la Policía Nacional, Fuerzas Armadas, Cuerpo de Bomberos, Servicios Médicos y demás entidades de respuesta.

La falta de un subsistema de energía renovable para cargas especiales y alumbrado de emergencia no solo debilita la resiliencia operativa del centro, sino que amplifica el riesgo en situaciones extremas. Hoy se convierte en una necesidad extrema y de análisis prioritario, si este procedimiento no se aborda, el centro de seguridad de Babahoyo continuará expuesto a interrupciones que comprometan su capacidad de respuesta.

La propuesta de incorporar un sistema fotovoltaico de respaldo, capaz de operar de forma autónoma, sostenible y complementaria, dispuesta a trabajar de forma eficiente, de esta forma se presenta así, como una solución estratégica que garantizaría la operatividad del centro, incluso frente a las contingencias más adversas, esto no es solo una solución, se convierte en una necesidad para la seguridad y el bienestar.

En la Provincia de Los Ríos y Bolívar existe una población de 961.756 (según censo 2010). Se estima que 1'106.403,00 se ha beneficiado del servicio que brinda el Centro Operativo Local ECU 911 Babahoyo, a través de la coordinación de emergencias reportadas por la ciudadanía a través de la línea única para emergencias 9-1-1.

Ilustración 1.

Mapa Cobertura del Centro de seguridad



Fuente: Elaboración Propia

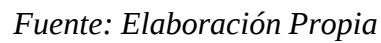
Ilustración 2

Centro Operativo Ecu911-Babahoyo



Fuente: Elaboración Propia

Ubicación Geográfica del Centro de Seguridad



Dirección del Centro de Seguridad

Fuente: Elaboración Propia

El Centro de Seguridad Operativo Local ECU 911 Babahoyo cuenta con una sala de operaciones distribuida en 35 consolas de llamadas y despacho y una sala de video vigilancia en donde se encuentran distribuidas por 15 consolas para el control preventivo de video vigilancia, en donde se atienden las emergencias reportadas a través de la línea única para emergencias 911.

Ilustración 4

Sala de Operaciones de Llamadas



Fuente: Elaboración Propia

Ilustración 5

Sala de Operaciones Video Vigilancia



Fuente: Elaboración Propia

El Servicio Integrado de Seguridad ECU 911 tiene una infraestructura tecnológica que debe ser alimentada de energía eléctrica, de las distribuidoras entre ellas la CNEL EP, que alimentan del suministro eléctrico al Centro Operativo Local ECU 911 Babahoyo.

El sistema eléctrico en cada Centro Operativo Local o Zonal, posee una división de cargas internas, una alimentación eléctrica para la parte Operativa (sala de llamadas, despacho, video vigilancia, data center, cuarto de CNT, Cuartos de Racks, sala de crisis y equipos de climatización de áreas críticas) y la otra alimentación eléctrica es para la parte administrativa del centro (oficinas

varias, equipos de climatización administrativas, salas de crisis y capacitación, iluminación interior/exterior, cuarto de bombas).

Actualmente el sistema de energía en el Centro Operativo Local ECU911 Babahoyo se conforma de la siguiente manera:

Carga Operativa: posee una medición de su carga en media tensión, llevando una acometida de media tensión trifásica de 13,8Kv a un transformador de 300kva, para reducir el voltaje a 110v / 220v, seguido de un sistema de transferencia automática en conjunto a un Generador Eléctrico de 300kva de respaldo, los cuales alimentan a 2 ups de 160kva cada uno que están conectados en redundancia para alimentar a la carga operativa y así suplir de energía a los sistemas especiales o cargas operativas.

Carga Administrativa: posee una medición de su carga en media tensión, llevando una acometida de media tensión trifásica de 13,8Kv a un transformador de 300kva, para reducir el voltaje a 110v / 220v, seguido de un sistema de transferencia automática en conjunto a un Generador Eléctrico de 300kva de respaldo, el cual entra en función cuando suministro eléctrico de CNEL EP falle o entren en algún mantenimiento.

El Centro de Seguridad de Babahoyo, ha venido desarrollando cambios en su matriz eléctrica realizando desde el 2018 la migración de luminarias de mercurio a luminarias tipo led, para entrar en la denominada era de eficiencia energética, en la cual podemos evidenciar mediante las facturas comercial de CNEL EP, gradualmente una disminución del consumo en KW/H que se reflejan directamente en ahorro de dinero para la institución.

Por esta razón es que el Centro Operativo Local ECU 911 Babahoyo, requiere ir desarrollando métodos más eficientes para el ahorro de energía y apostando por el cambio de la matriz energética llegando así a presentar una necesidad de tener en sus instalaciones una

alimentación eléctrica a base de energía verde, energía renovable, en sí, enfocarnos en la energía solar fotovoltaica, para alimentar de energía eléctrica toda su carga operativa, la cual es un tipo de energía autosustentable y con una larga durabilidad de 25 años en sus paneles solares fotovoltaicos.

1.4 Formulación del problema

Actualmente, existe una alta demanda de eficiencia energética, desde este punto de vista, la energía fotovoltaica y especialmente en el Centro de Seguridad Babaheo (ECU911), que se ha determinado como necesario, ningún sistema de gestión de energía intelectual está optimizado para este campo. En este contexto, esta investigación tiene como objetivo responder a la próxima pregunta principal:

¿Cómo garantizar que en el centro operativo Babahoyo ECU911, siempre exista la energía necesaria, sin interrupción y equilibrio, instalando el sistema de energía solar fotovoltaica?

La pregunta es especialmente importante si uno cree que el centro trabaja las 24 horas del día, los 7 días de la semana sin parar, eso sería lo ideal, sin embargo el estar coordinando situaciones de emergencia en las que cada segundo cuenta, es importante. El corte eléctrico no es una incomodidad simple: esto puede significar la diferencia entre la reacción inmediata y el retraso de la vida amenazante, en este contexto es responder las siguientes preguntas específicas:

- ¿Cómo puede contribuir la implementación de un banco de baterías de ciclo profundo para prevenir las interrupciones del suministro eléctrico principal, para el aseguramiento de la continuidad operativa del centro de seguridad ECU911–Babahoyo?
- ¿Considerando el bajo porcentaje de participación de la energía solar en la matriz energética del Ecuador (0,36 %), qué métodos y lineamientos metodológicos son los más

adecuados para evaluar la factibilidad de implementar un sistema fotovoltaico en el Centro de Seguridad de Babahoyo?

- ¿Qué tipo de inversor es más adecuado para el sistema fotovoltaico del Centro de Seguridad de Babahoyo ECU 911, teniendo en cuenta las pérdidas de energía y las condiciones de trabajo técnico?
- ¿Cuáles son los indicadores financieros y económicos que le permiten determinar cuál es el beneficio de la inversión, teniendo en cuenta el costo de acción, mantenimiento, ingresos y beneficios esperados?

1.5 Objetivos

1.5.1 Objetivo general

Diseñar un sistema de energía solar fotovoltaica para garantizar el respaldo ininterrumpido y la continuidad operativa de las cargas especiales del Servicio Integrado de Seguridad ECU911–Babahoyo, mitigando el impacto de fallas en el suministro eléctrico.

1.5.2 Objetivos específicos

- Análisis de la contribución de un banco de baterías de ciclo profundo para el aseguramiento de la continuidad operativa del Centro de Seguridad ECU911–Babahoyo durante interrupciones del suministro eléctrico principal.
- Indique los métodos más apropiados y las reglas principales para evaluar la viabilidad de la implementación del sistema fotovoltaico en el centro de seguridad, teniendo en cuenta la baja relación de energía solar en la matriz energética del Ecuador (0.36 %).
- Indicando el tipo de inversor más apropiado para el sistema de seguridad fotovoltaica de Babahoyo ECU 911, teniendo en cuenta las pérdidas de energía y las condiciones de trabajo técnico.

- Análisis de los indicadores financieros y económicos le permite determinar el beneficio de la inversión, teniendo en cuenta el costo de acción, mantenimiento, ingresos y beneficios.

1.6 Hipótesis

El proyecto de un sistema de energía renovable basado en la tecnología solar fotovoltaica, garantiza la provisión de una operación importante del ECU911 o Centro de Seguridad Babahoyo, también tiene un sentido ambiental y ecológico, además de que es una opción más económica en comparación con los altos generadores eléctricos adquiridos. La implementación de esta decisión no solo garantiza que el Centro respalde sus actividades sin interrumpir, sino que también ayuda a reducir las emisiones de contaminación y optimizar los costos de energía. Su enfoque también se puede utilizar como modelo de repetición en 16 centros ECU911 en todo el país, lo que aumenta la estabilidad económica y la estabilidad del sistema de seguridad.

CAPÍTULO 2 - MARCO TEÓRICO

2.1 Baterías de Ciclo Profundo

La tecnología fotovoltaica no solo tiene como objetivo recibir la energía del sol, eso es solo la mitad del trabajo; La tarea real es almacenar energía en momentos en que la luz no puede acceder. Para lograr esto, es necesario un sistema de almacenamiento confiable que puede garantizar una propuesta incluso en bajas condiciones o falta de radiación solar. Desde este punto de vista, la batería de ciclo profundo es el centro de almacenamiento de electricidad para que el flujo de la electricidad sea estable y de larga duración (Rodríguez, 2018).

Uno de los elementos principales del sistema fotovoltaico es la batería, hay una gran diferencia entre la batería convencional y la batería de ciclo profundo, una es responsable de la fuente de alimentación, mientras que la otra está destinada a caídas estables y de larga duración, diseñada para admitir hasta el 80 % o el 90 % de sus puntos nominales sin afectar significativamente el tiempo de uso.

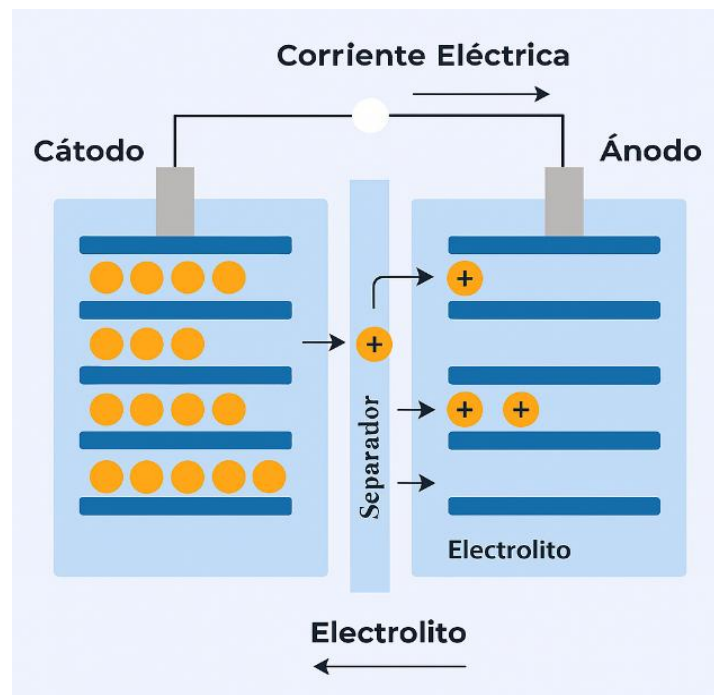
Esto la convierte en la opción más confiable para aplicaciones que requieren energía continua, como: luz continua, sistema de telecomunicaciones, estación de monitoreo y en todos los centros de emergencia, como ECU911, en el que cualquier segundo pueda existir un riesgo de falta de electricidad y seguridad.

La unidad en Amperios-Hora (AH) muestra el estándar más común en la batería, las mismas que duran un promedio de 20 horas, como parte del estándar industrial del ciclo de 20 horas, la energía proporcionada es DC se mide en este rango un voltaje mínimo de 10.5 V, considerando el punto de descarga total (Battle University, 2023). Otro indicador importante, son "los minutos de reserva", es decir que, puede mantener una carga fija, habitualmente de 25 amperios antes de llegar al mismo límite de voltaje. Este dato es fundamental para calcular la

autonomía real del sistema y dimensionar con precisión su capacidad frente a escenarios de consumo específicos.

Ilustración 6.

Proceso de carga y descarga de una batería



Fuente: Quintero (2021)

La terminación “ciclo profundo” está relacionada directamente con las capacidades que tiene una batería de estas características para poder resistir repetidos procesos de descarga y recarga sin perder de manera significativa su vida útil, esto nace a la comparativa con baterías convencionales que solo pueden resistir unas pocas descargas antes de deteriorarse de forma irreversible, las baterías de ciclo profundo son diseñadas para resistir un esfuerzo constante, estas baterías logran pasar por un proceso de análisis en distintos laboratorios, las mismas que pasan pruebas controladas, provocando las descargas de manera progresiva y luego las recargan bajo

condiciones estables, repitiendo el proceso una y otra vez. Este método permite estimar con precisión su verdadera longevidad y definir la calidad del sistema.

Las características ya mencionadas, hacen que este sea el factor clave y principal para un sistema fotovoltaico, donde la energía se va creando durante las horas de sol, provocando que esta se almacenen y conserven en sus baterías. Con esto, en el momento de darse una interrupción eléctrica, el sistema fotovoltaico está preparado, su papel es decisivo: mientras los paneles solares convierten la radiación en electricidad, la batería de ciclo profundo es responsable de almacenarlo y liberarla de forma estable y segura, justo en el instante en que más se necesita.

En el ECU911–Babahoyo, lograr obtener un banco de baterías de ciclo profundo va más allá de ser una solución netamente técnica, constituye una estrategia de protección frente a la incertidumbre. Este respaldo no solo garantiza que las operaciones críticas no se interrumpan ante fallos de la red, sino también, es capaz de evitar vacíos que podrían comprometer la respuesta de emergencias de los usuarios del centro de seguridad. En este contexto, es preciso pensar que cada segundo puede marcar la diferencia para salvar vidas y evitar enfrentarse a un silencio peligroso.

Ilustración 7

Batería de ciclo profundo



Fuente: victronenergy.com

2.2 Paneles Solares.

Los paneles solares fotovoltaicos son el elemento principal de cualquier sistema de producción solar. Su rendimiento y función están determinados por algunas especificaciones principales necesarias para el diseño y el tamaño del sistema. A continuación, se detallan los principales:

- Corriente de cortocircuito (I_{sc}): si se cortocircuita el panel, entonces $V=0$ y la corriente es I_{sc} , que es la máxima que puede proporcionar el panel, alrededor de los 3 A.
- Tensión de circuito abierto (V_{oc}): si se abre el circuito, entonces $I=0$ y la tensión del panel es V_{oc} . Esta tensión, la máxima que puede proporcionar el módulo, aumenta logarítmicamente con la irradiación incidente y suele ser de aproximadamente 22 V para módulos que vayan a trabajar a 12 V.

En los dos casos, la potencia entregada a la carga es cero, ya que el producto

Ecuación 1. Potencia (Carga)

$$P=V \times I \text{ es cero.}$$

- Punto de máxima potencia (P.M.P): es aquel en el que la potencia entregada es máxima ($P_m = V_{mp} \times I_{mp}$). Con tal de obtener el mayor rendimiento, lo mejor es hacer trabajar al módulo solar siempre en este valor de potencia. 1 Memoria 104
- Eficiencia o rendimiento: se define el rendimiento o eficiencia (η) de un módulo solar como el cociente entre la potencia máxima que puede dar a la carga y la potencia luminosa P_L recibida por el panel. Normalmente está en torno al 10%.
- Factor de forma (FF) o de relleno: se define como el cociente entre la potencia máxima que el panel solar puede dar a la carga y la potencia teórica máxima definida por el punto (I_{sc} , V_{oc}). Es una medida de la calidad del panel de forma que cuanto más se aproxima el

FF a la unidad, más se aproxima la curva al rectángulo de máxima potencia teórica. Típicamente, los valores de FF están entre 0,7 y 0,8.

En función de los parámetros anteriores se puede expresar el rendimiento del panel de la siguiente forma:

Ecuación 2. Rendimiento del panel

$$\eta = \frac{P_M}{P_L} = \frac{FF \cdot I_{sc} \cdot V_{oc}}{P_L}$$

Rendimiento de panel fotovoltaico I_{sc} , V_{oc} , I_{mp} y V_{mp} , son parámetros que proporciona el fabricante para las Condiciones Estándar de Medida (CEM), definidas como sigue:

- Irradiancia $G_{CEM} = 1 \text{ kW/m}^2$
- Incidencia normal
- A nivel del mar
- Para una temperatura de las células $T_c(CE) = 25^\circ \text{ C}$

El valor de la potencia máxima en condiciones estándar se indica normalmente en Vatios-pico (Wp).

Ilustración 8

Módulo de panel bifacial monocristalino 590W de la marca Sail Solar



Fuente: Empresa Sail Solar, s.f.-c

Ilustración 9

Paneles Solares



Fuente: cleanenergyreviews.info

2.3 Inversores.

En la configuración fotovoltaica, el panel de control es responsable de producir corriente continua (CC) a partir de la radiación solar. El inversor fotovoltaico es un dispositivo electrónico básico que transforma la energía energética (CA), con las características requeridas por la cuadrícula, como el voltaje eficiente de 230 V y la frecuencia de 50 Hz. Su función principal es garantizar que la energía sea generada por redes eléctricas o cargas locales. Las partes principales de los inversores son:

- Fase de gestión y modulación: esta etapa incluye los elementos del control principal, el sistema basado en onda, basado en la modulación del ancho de pulso (PWM) y parte del sistema de protección.
- Incorporar un filtro de salida (LC) para minimizar la onda y evite los rangos altos en el voltaje de salida, factor importante para el período de potencia, que puede ser único o modular, dependiendo de la potencia deseada. A menudo elige tecnología de baja frecuencia de alta fiabilidad y bajo costo.
- Red: sincronizar la forma de la onda creada mediante el uso de parámetros de ajuste de red, como voltaje, fase y frecuencia, esta actúa como una interfaz entre el inversor y la red eléctrica. Asegura el funcionamiento apropiado del sistema.
- Uso del Punto de Máxima Potencia (MPPT): Su función es optimizar la potencia de salida del generador fotovoltaico, combinando la entrada del inversor con los valores de las tablas para obtener siempre la máxima energía, este es uno de los factores más importantes de los inversores.
- Protección: deben incluir protección para garantizar la seguridad y la compatibilidad electromagnética de todos, los inversores deben tener una protección confiable contra,

voltaje de red y frecuencia al aire libre, altas temperaturas de funcionamiento, bajo voltaje y cortes de energía.

- Monitoreo de datos: los inversores contemporáneos tienen un procesador que facilita una gran cantidad de datos, ambos parámetros normales (voltaje, corriente, frecuencia), así como parámetros externos (radiación, temperatura ambiental) e interna (temperatura de trabajo de los inversores).

Ilustración 10

Inversor híbrido Sail Solar, modelo THOR, conexión Split Phase 10 kW



Fuente: Empresa Sail Solar

2.4 Reguladores de carga

En el sistema fotovoltaico, el ajuste de la carga ocupa una posición importante porque es responsable de controlar el flujo de energía de seguridad entre las células solares y las baterías. Su

función principal es evitar la sobrecarga después de importar energía o descarga profundamente, lo que puede reducir rápidamente el uso. En pocas palabras, actúa como un tutor que protege en la batería, asegurando que siempre funcionen en condiciones óptimas (Quintero, 2021). Hay dos tecnologías dominantes: PWM (modulación de ancho de pulso), controlador más barato y adecuados para sistemas pequeños y MPPT (monitoreo máximo de puntos de energía), liberado en su mayor eficiencia, ya que ajustan automáticamente la introducción de energía para usar las ventajas del máximo rendimiento posible. En un importante centro operativo, como ECU911, esta diferencia puede decidir garantizar que no se desperdicie un WATT.

Ilustración 11

Regulador Modelo: GS-MPPT-60M-200V



Fuente: morningstarcorp

2.5 Sistemas de almacenamiento y autonomía

El almacenamiento de energía es la "luz" de cualquier configuración fotovoltaica. En este campo, la batería de ciclo profundo sigue siendo las opciones más utilizadas, aunque tecnologías como el litio han logrado una posición gracias a su eficiencia y más ciclo de vida (Rodríguez, 2018). El concepto de autonomía energética es muy importante en la planificación: se refiere al tiempo en que el sistema puede operar sin la red eléctrica. En el caso de una infraestructura extremadamente importante, como ECU911, en la que incluso una segunda función puede ser amenazada, es necesaria la garantía de unas pocas horas, la profundidad de descarga (ADD), la eficiencia de la carga y los ciclos significativos, determinan qué tipo de almacenamiento es más adecuado y tamaño.

Ilustración 12

Baterías de Gel de Ciclo Profundo 12 años vida útil



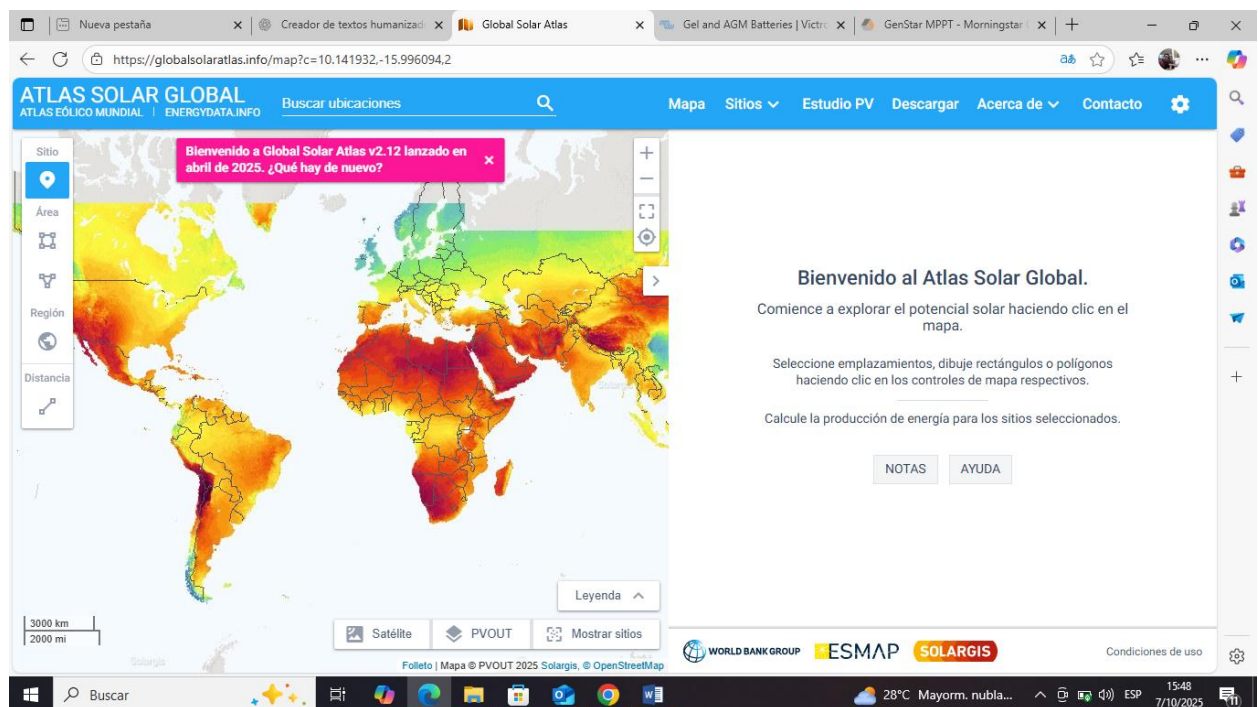
Fuente: victronenergy

2.6 Recurso solar y condiciones geográficas

El manejo del sistema fotovoltaico depende directamente de los recursos solar existentes en el área de configuración. Ecuador, gracias a su ubicación geográfica en el cinturón ecuatorial, tiene un grado de radiación solar, es uno de los más estables y aumentados en el planeta (el conjunto de energía y Ming, 2021). Por ejemplo, la temperatura ambiental o la inclinación del tablero afectan directamente el rendimiento. Por lo tanto, es necesario un análisis detallado de estos parámetros para medir el sistema con precisión y garantizar que cumpla con los estándares continuos necesarios. En Babahoyo, los valores anuales de radiación promedio significaban que el diseño de sistemas confiables rentables con ganancias estables en la mayoría de los años. Factores como la cubierta de nubes.

Ilustración 13

<https://globalsolaratlas.info/>



Fuente: <https://globalsolaratlas.info>

2.7 Resiliencia energética en infraestructuras críticas

La estabilidad de la energía se entiende como la capacidad de mantener la operación del sistema cuando se enfrenta a eventos inesperados, como falla nutricional, fenómeno climático extremo o problemas en las cadenas de suministro de combustibles fósiles (Irena, 2023).

Entre las organizaciones importantes, como hospitales, aeropuertos o centros de seguridad, este potencial ya no es un valor agregado y se convierte en una obligación. En Ecuador, la adquisición del combustible diésel sigue siendo la opción más viable. Sin embargo, depender de esto implica posibles riesgos, como: el retraso por transportación, la falla mecánica o simplemente no puede responder a las exclusiones a largo plazo. En este contexto, las baterías con sistemas de electrolitos híbridos con ciclos profundos y soporte de red son la mejor opción y reemplazo más seguro y estable para proteger la continuidad de las tecnologías fotovoltaicas.

En otros entornos muy estratégicos como son: hospitales, aeropuertos, centros de datos o el mismo centro de seguridad ECU911–Babahoyo, la resiliencia energética no es solo una meta deseable, sino una condición indispensable para una operación ininterrumpida. Los centros mencionados, no pueden permitirse a tener fallas prolongadas, pues cada segundo sin energía podría comprometer vidas humanas o generar pérdidas significativas en la gestión de emergencias.

Consecuentemente, permitir tener el respaldo energético para el centro de seguridad en Ecuador, dejaría sin efecto la dependencia de generadores diésel, debido a su rápida disponibilidad y su capacidad para suministrar energía de emergencia, los costos de mantenimiento, la contaminación y la posibilidad de fallas mecánicas ante eventos prolongados quedaría reducidas. Por estas situaciones, las tendencias actuales apuntan hacia sistemas híbridos, que combinan energía renovable (solar o eólica) con baterías de ciclo profundo y respaldo de red. Todos estos

sistemas pueden ofertar una respuesta más limpia, eficiente, confiable y duradera, al mismo tiempo que reducen la vulnerabilidad ante cortes prolongados o problemas logísticos con los combustibles.

Implementar soluciones híbridas en infraestructuras críticas como el ECU911 representa una estrategia de seguridad energética, más que una simple actualización tecnológica. Significa anticiparse a los escenarios de riesgo, asegurar la operatividad del sistema ante cualquier contingencia y, sobre todo, proteger la vida y la integridad de las personas. En este sentido, la resiliencia energética se consolida como un componente clave dentro del desarrollo sostenible y la gestión moderna de la infraestructura pública en Ecuador.

2.8 Beneficios ambientales y sociales

El valor asociado a los sistemas fotovoltaicos depende de la tecnología y uso, su vinculación reduce directamente la cantidad de emisiones de dióxido de carbono (CO₂), aportando un bienestar al cambio climático. De acuerdo a las autoridades internacionales vinculadas a este tipo de energías que se pueden mejorar (Irena, 2023), el sustituir grandes generadores con los sistemas solares, denota en representar evitar un daño colateral de gran magnitud provocado por el (CO₂). Comprobando el beneficio ambiental. Tomar este tipo de decisiones fortalece las creencias de los ciudadanos, incluso es un beneficio para las organizaciones estatales, porque no solo cumplen con sus tareas operativas, sino también en la responsabilidad ambiental. En este sentido, vincular el proyecto al centro de seguridad ECU911 de Babahoyo no se limita solo para garantizar la seguridad, sino que también crean la influencia del coeficiente de multiplicación en la cultura energética de la comunidad.

Desde una percepción del parámetro ambiental, los sistemas fotovoltaicos no producen márgenes de contaminación acústica ni emisiones tóxicas, lo que muestra una clara mejora para la

calidad del aire en las zonas urbanas y rurales, lugares donde finalmente se instalará esta tecnología. Además, su operatividad no requiere de combustibles fósiles, esto provoca que se reduzca la dependencia energética y aquellos riesgos asociados al transporte y almacenamiento de los recursos mencionados. La vinculación de la energía solar, es bien acogida por su naturaleza inagotable, ya que esta contribuye a la conservación del ecosistemas y a la protección de los todos los recursos naturales, al ser capaz de disminuir la presión sobre fuentes energéticas no renovables.

Desde la perspectiva del ámbito social, la adopción de tecnologías limpias impulsa en gran medida el desarrollo de comunidades más sostenibles y es bien visto el uso responsable de la energía. Proyectos viables como el de esta propuesta, del Centro Operativo ECU911–Babahoyo no solo aseguran la continuidad del servicio ante cualquier emergencias, sino que también se convierten en un posible ejemplo, visto, analizado y tangible de innovación y responsabilidad ambiental. Este tipo de iniciativas fortalecen la confianza en todas las comunidades y en las instituciones públicas, demostrando que es posible combinar la eficiencia operativa con un fortalecido compromiso ecológico. Asimismo, la investigación y desarrollo de esta propuesta apertura nuevas tecnologías energéticas. Esto produce e impulsa la economía local y promueve la capacitación técnica de profesionales en el sector, generando un vínculo y círculo virtuoso de sostenibilidad y progreso social.

Finalmente, para fortalecer los beneficios inmediatos, la integración de todos los sistemas solares en las infraestructuras críticas, contribuye a una cultura energética responsable, donde la ciudadanía observa y reconoce el valor de las energías renovables no solo como una posible solución ambiental, sino como una estrategia de resiliencia, autonomía y bienestar social y colectivo. En este contexto, el ECU911–Babahoyo se posiciona como un referente de gestión moderna, eficiente y comprometida con el desarrollo sostenible del país.

2.9 Costos y análisis económico

La evaluación financiera del sistema fotovoltaico se basa en indicadores como valores puros (válvulas), relación de ganancia interna (TIR) y tiempo de recuperación de inversión. Aunque las inversiones iniciales parecen altas, los estudios muestran que durante el uso (aproximadamente 25 años), estos sistemas crean ahorros estables y predecibles (Battle University, 2023). El costo de la energía de nivelación (LCOE) es otro parámetro importante porque le permite comparar el precio real de la producción eléctrica con la energía fotovoltaica en comparación con la energía convencional. En la mayoría de los casos, la energía solar LCOE compite, esto hace que tales proyectos no solo el medio ambiente sino también los proyectos intelectuales de los proyectos económicos económicos.

2.10 Monitoreo y digitalización

Finalmente, la capacidad de controlar y administrar sistemas en tiempo real es un aspecto cada vez más importante. Gracias a sensores, plataformas digitales y software especializado, puede controlar parámetros como consumo, radiación, temperatura y carga de dispositivos móviles o control central hoy. Los sistemas contemporáneos integran tecnologías como SCADA e incluso Internet de las cosas (IoT), lo que le permite predecir una operación inexacta, programas y optimizar el rendimiento general (Quintero, 2021). En el centro como ECU911, esta digitalización no solo es efectiva sino también la paz del conocimiento, sino que en caso de falla, el sistema reaccionará y confiable automáticamente.

Los sistemas modernos de vigilancia integran herramientas tanto SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition), una plataforma que centraliza la información de todos los componentes fotovoltaicos y permite su visualización, comprobación y diagnóstico remoto. A esta

tecnología se suma la (IoT) Internet de las Cosas, la misma que activa la comunicación directa entre los equipos dentro de un sistema mediante la conectividad de redes de datos para ajustes automáticos, permitiendo así, detectar anomalías operativas y aplicar mantenimiento preventivos, reduciendo costos y aumentando la confiabilidad del suministro energético.

En el contexto de la propuesta para el centro operativo ECU911–Babahoyo, la digitalización adquiere fuerza y un valor estratégico. Un sistema fotovoltaico capaz de monitorear digitalmente de forma autónoma ante eventos inesperados, es decir, capaz de no variar su funcionalidad por las caídas de tensión o picos de voltaje, sin requerir intervención humana inmediata. Esto garantiza la seguridad, estabilidad y resiliencia del suministro, factores que determinan en una entidad la importancia de salvaguardar vidas. En este sentido, la implementación de herramientas digitales no solo mejora la eficiencia técnica del sistema, sino que también brinda tranquilidad operativa al asegurar que, ante cualquier emergencia o contingencia, el sistema reaccionará con precisión y confiabilidad.

Ilustración 14

Controlador de Energía inteligente



Fuente: solar.huawei.com

CAPITULO 3 -MARCO METODOLÓGICO

3.1 Metodología

La metodología empleada en este proyecto se apoya en un enfoque de carácter cuantitativo, reforzado con un diseño de investigación de tipo documental. Este método resulta pertinente porque facilita el trabajo con datos verificables y parámetros técnicos aplicados de manera directa al campo de estudio, lo que garantiza que cada decisión de diseño se sustente en evidencia objetiva y confiable.

La investigación documental incluye una revisión amplia y rigurosa de literatura científica, normativas técnicas, manuales de fabricantes y casos de estudio vinculados con sistemas fotovoltaicos, desde este punto, la intención fundamental es recopilar indicadores técnicos medibles y precisos que sirvan como fundamento para el análisis y el dimensionamiento del sistema propuesto, dispuesto a asegurar que el centro de seguridad ECU911–Babahoyo no solo conserve su operatividad, sino que también para situaciones de interrupciones del suministro eléctrico convencional este plenamente preparado.

En este sentido, la variable independiente está determinada en la propuesta de un diseño y evaluación del sistema alternativo, sustentado en la energía solar fotovoltaica, mientras que, la variable dependiente se encuentra determinada por las características de consumo eléctrico de las cargas críticas del centro de seguridad ECU911–Babahoyo. Estas variables orientan la selección y el dimensionamiento de los componentes tecnológicos, como son: los paneles, baterías y convertidores que conforman la propuesta.

El propósito final consiste en plantear una alternativa renovable, sostenible y segura para la alimentación energética del centro, con el fin de garantizar la continuidad de un servicio esencial en la gestión de emergencias.

3.1.1 Métodos

Este estudio se apoya en un enfoque cuantitativo, con un alcance descriptivo y propositivo, ya que parte del análisis de datos técnicos reales sobre el consumo energético del ECU911– Babahoyo para, a partir de ellos, plantear una solución concreta basada en energía solar fotovoltaica que responda a una necesidad operativa esencial.

La investigación se viene desarrollando bajo un diseño no experimental, pues no se están manipulando las variables, esto permite observar y analiza la situación actual del sistema eléctrico del centro desde una forma más elocuente. Se recurre a una modalidad tanto documental, específicamente de campo, lo que implica recopilar información en fuentes bibliográficas especializadas y, al mismo tiempo, trabajar con datos técnicos proporcionados directamente por el propio centro de operaciones.

El enfoque metodológico se visualiza desde un carácter aplicativo, ya que el propósito no es únicamente describir, sino construir una propuesta viable, sustentada y contextualizada desde el enfoque técnico, económico y ambiental.

El procedimiento general siguió varias etapas:

- Diagnóstico energético: se identificaron las cargas especiales que requieren respaldo prioritario en el Centro de Seguridad de Babahoyo, así como los consumos promedio, picos de demanda y tiempos críticos de operación.
- Estudio del recurso solar: se analizaron los niveles de radiación disponibles en la zona, utilizando registros climatológicos históricos y atlas solares oficiales (Ministerio de Energía y Minas del Ecuador, 2021).

- Selección tecnológica: se evaluaron diferentes configuraciones de sistemas fotovoltaicos —paneles, inversores, baterías de ciclo profundo y estructuras— considerando criterios de eficiencia, escalabilidad y mantenimiento.
- Dimensionamiento y simulación: con la información recopilada se realizó un pre-dimensionamiento, estimando capacidad instalada, autonomía y tiempo de respaldo. Para ello se utilizaron herramientas como PVsyst y hojas de cálculo personalizadas.
- Análisis de viabilidad: se aplicó un estudio costo-beneficio preliminar, considerando inversión inicial, costos de operación, vida útil y beneficios ambientales asociados a la reducción de emisiones contaminantes.
- Más allá de modelar un sistema eficiente, este método busca ofrecer una respuesta tangible a un problema real, con sentido práctico y visión de futuro. En el ámbito de la energía —como en las emergencias—, anticiparse puede significar la diferencia entre continuidad y vulnerabilidad.

3.2 Línea base del proyecto.

La línea base de este proyecto busca transformar la realidad que hoy exige la seguridad energética; para lograrlo hay que conocer a fondo el punto de partida. En el caso del Centro de seguridad operativo ECU911–Babahoyo, la valoración energética muestra una infraestructura funcional, sin embargo, todavía dependiente de la red eléctrica convencional, lo que la vuelve vulnerable frente a cortes de suministro y con poca proyección de sostenibilidad.

Actualmente, el centro funciona con una acometida trifásica de media tensión (13,8 kV), distribuida por dos transformadores de 300 kVA, el primero para cargas administrativas y el segundo para cargas operativas. Ambas líneas cuentan con sistemas de transferencia automática y generadores de respaldo conectados a dos UPS de 160KVA, lo cual garantiza cierto nivel de

autonomía en caso de interrupciones externas. Sin embargo, esta solución que pareciera robusta, implica un alto consumo de diésel, mantenimiento constante y un impacto ambiental significativo, especialmente en lo que respecta a las cargas especiales del área operativa, donde, se concentran los sistemas de: videovigilancia, despacho, data center y climatización crítica.

A pesar de estos esfuerzos técnicos, el sistema energético actual sigue anclado en una lógica reactiva: funciona, pero no se anticipa. Esto nos indica que no mide los picos de consumo de forma precisa y no verifica las opciones de energía limpia, esto a pesar de la excelente radiación solar del área.

Es preciso mencionar que la ciudad de Babahoyo, geográficamente, está ubicada en una región con área de intensidad solar fuerte, superior a los 4,5 kWh/m²/día, según datos del Ministerio de Energía y Minas (2021), lo que la convierte en un lugar natural para sistemas fotovoltaicos de respaldo. No obstante, hasta la fecha, no se ha integrado ningún tipo de tecnología fotovoltaica en la operación diaria del centro de seguridad.

Desde el campo de trabajo, existe la posibilidad que no haya un sistema que le permita monitorear constantemente el consumo eléctrico por subsistema, lo cual restringe la toma de decisiones estratégicas sobre eficiencia energética. Tal como advierte la Agencia Internacional de Energía, “lo que no se mide, difícilmente se mejora” (International Energy Agency [IEA], 2022). Un sistema con alta dependencia de generadores fósiles podría monitorear un subsistema, sería lo ideal, sin embargo hay restricciones que van desde las decisiones estratégicas y la eficiencia energética que lo cuestionan. Como advierte la Agencia Internacional de Energía: "No medido, incapaz de mejorar" (Agencia Internacional de Energía [IEA], 2022)

En el campo del trabajo, la línea base del proyecto nos muestra un sistema operativo funcional pero insostenible a largo plazo, con alta dependencia de generadores fósiles, escasa diversificación energética, y sin aprovechamiento real del recurso solar disponible.

Este diagnóstico, lejos de ser una crítica, es una invitación al cambio: a pasar de la contingencia a la prevención, del gasto a la eficiencia, del diésel al sol. A construir, con datos en mano y visión estratégica, un Centro de Seguridad en Babahoyo energéticamente más autónomo, resiliente y alineado con los principios de sostenibilidad.

Tabla 2

Simplificación de los lineamientos, métodos y técnicas a usar en el estudio.

Etapas del proceso	Método aplicado	Técnica utilizada
1. Análisis del perfil de consumo energético	Evaluar el consumo energético en las instalaciones y determinar los picos de demanda	Revisión de registros históricos de consumo y análisis de la curva de demanda promedio
2. Dimensionamiento del sistema de almacenamiento	Calcular la capacidad de baterías necesarias para cubrir los picos de demanda	Selección de baterías LiFePO ₄ y cálculo de capacidad con base en la demanda máxima y pérdidas esperadas
3. Estimación de pérdidas de conversión	Evaluar las pérdidas en el inversor híbrido y durante los ciclos de carga/descarga	Análisis de especificaciones del inversor híbrido y selección del equipo adecuado según eficiencia
4. Dimensionamiento del sistema fotovoltaico	Determinar la cantidad y tipo de paneles solares requeridos	Uso de datos climáticos (Meteonorm) para definir número de paneles, orientación e inclinación óptima
5. Comparación de costos	Analizar los costos del sistema híbrido vs. infraestructura tradicional	Evaluación financiera comparativa, incluyendo inversión, retorno y costos operativos a largo plazo

Fuente: Elaboración propia

Hemos dado a conocer que el ECU 911 Gestiona en todo el territorio ecuatoriano, la atención de las situaciones de emergencia de la ciudadanía, reportadas a través del número 911, y las que se generen por video vigilancia y monitoreo de alarmas, mediante el despacho de recursos y por esta razón debemos tener sistemas de respaldo energético adicional, pero a su vez que este sea dirigido a la nueva era de matriz energética o energía verde, a través de la implementación de un sistema de suministro de energía continua para alimentar las cargas operativas del Centro Operativo Local ECU 911 Babahoyo a través de la energía solar ya que ofrecemos un servicio que se encuentra activo las 24 horas, los 365 días del año en las Provincias de Los Ríos, por ende los equipos tecnológicos van a estar siempre activos consumiendo energía eléctrica.

El enfoque general del proyecto, está priorizando a la comunidad ecuatoriana, los puntos estratégicos de monitoreo son prioridad para evitar robos y asaltos. El compromiso de la comunidad para reafirmar los sectores de seguridad es importante, ya que los equipos cumplen su parte en el aspecto técnico y de monitoreo, también es importante mencionar que no solo hay funciones de monitoreo sino de comunicación con las bases.

Este proyecto tiene una gran ventaja desde el punto económico, ambiental, y de seguridad, debido a que una vez instalado, los paneles fotovoltaicos van a tener una vida útil de 20 años en el cual desde esa edad van a disminuir gradualmente su eficiencia energética, en el aspecto ambiental estaríamos consumiendo en su mayoría energía solar, la cual es renovable y no tan aprovechada, para la magnitud de beneficios que esta proporciona al mundo, y estaríamos garantizando una sustentación de energía para el centro operativo local ECU911 Babahoyo.

Ilustración 15.

Sistema Fotovoltaico para Centro de Seguridad



Fuente: Elaboración Propia

3.3 Análisis de la Oferta y Demanda.

En los últimos años, el mundo ha sido testigo de una acelerada revolución silenciosa. No estalló en las calles ni se transmitió en directo por televisión, pero se siente en los techos: la tecnología de paneles solares ha avanzado con una rapidez desconcertante, reduciendo sus costos hasta niveles impensables hace apenas una década.

Lo que antes parecía un lujo reservado para países del primer mundo o para excéntricos ecologistas con billetera, hoy se encuentra al alcance de empresas, gobiernos y hasta familias modestas en lugares remotos.

Gracias a una industria globalizada —con fabricantes desde China hasta Alemania— los equipos solares se producen en masa y se distribuyen como piezas de lego energéticas a casi

cualquier rincón del planeta. Montar un sistema fotovoltaico ya no es una empresa faraónica, sino una decisión técnica, logística y económica. Pero aquí entra la ironía que nos toca de cerca: en Ecuador, donde el sol no se toma vacaciones, la energía solar aún gatea.

Según datos de la Agencia de Regulación y Control de Electricidad (ARCONEL), el panorama energético del país sigue firmemente anclado en lo tradicional. La hidroelectricidad representa casi la mitad del suministro (49,82%), seguida por fuentes como la biomasa (1,96%) y la fotovoltaica con un tímido 0,36%. Sí, leíste bien: 0,36 %, como una nota marginal al pie del mix energético nacional. Y mientras el sol brilla generoso sobre la línea ecuatorial, el 57,54 % de la electricidad en Ecuador sigue viniendo de combustibles fósiles (ARCONEL, 2023).

La paradoja es notable: a pesar del potencial solar casi permanente por la ubicación geográfica del país —sin estaciones marcadas y con una irradiación solar envidiable—, ninguna institución pública en Ecuador ha instalado aún sistemas fotovoltaicos en sus infraestructuras.

En cambio, son las comunidades rurales las que, con pragmatismo y sentido común, han comenzado a adoptar estas tecnologías. En zonas donde extender la red eléctrica es caro o técnicamente inviable, los paneles solares se vuelven la opción más lógica y asequible. La geografía, que a veces es obstáculo, aquí juega como aliada.

Y es que, mientras el discurso oficial insiste en la sostenibilidad, el sol sigue esperando turno. Como un recurso evidente que nadie termina de mirar en serio, la energía solar en Ecuador no ha despegado por falta de voluntad política, no por falta de sol.

Para este proyecto no es posible al día de hoy analizar otros oferentes ya que no existen proyectos de las mismas características en la ciudad de Babahoyo, por lo tanto, la ubicación geográfica de la empresa no alterará la demanda, y los precios serán fijados de acuerdo a los estudios realizados referentes al proyecto, de igual manera para determinar las condiciones de

crédito que se pueden ofrecer, se debe realizar un estudio comercial del sector de mercado demandante.

Una vez analizados los anteriores aspectos, procedemos a fijar los precios sin dejar de lado algunas fuentes de información como lo son:

- Publicaciones especializadas en el mismo modelo de negocio.
- Informes que puedan ser obtenidos de empresas ya establecidas.
- Proveedores.
- Prospectos de clientes.

3.3.1 Demanda

La demanda energética, exige modernización y seguridad. Los sistemas de energía fotovoltaicos son la primera opción. Por esta razón el sol y sus recursos, favorecen a el sistema y la convierten en una fuente prioritaria e inagotable de energía, donde también, los paneles solares son parte fundamental del sistema, los paneles solares son fabricados con silicio de grado semiconductor y vinculados al sistema, tienen un material capaz de transformar la luz solar en electricidad mediante el efecto denominado fotovoltaico, cada una de las células dentro de los paneles se manifiesta como una pequeña fábrica de energía, donde la radiación solar hacen que se liberen gran cantidad de electrones, generando una corriente eléctrica que luego es distribuida hacia los sistemas de carga y almacenamiento.

La demanda energética del ECU911–Babahoyo tiene una particularidad, especialmente debido a su naturaleza operativa. Donde los equipos de comunicación, monitoreo, video vigilancia y todas las respuesta que se manifiestan ante emergencias, estas no pueden interrumpirse, lo que exige un sistema capaz de garantizar continuidad incluso en condiciones que pescan imposibles.

En este contexto, el diseño del sistema fotovoltaico debe responder a tres factores esenciales: potencia eficaz para las cargas críticas, control del número de horas autónomas necesarias y capacidad de almacenamiento de las baterías.

3.4 Población Referencial.

Tabla 3.

Población Referencial

PROVINCIA	NOMBRE DEL CANTON	Hombre	Mujer	Total
LOS RIOS	ANTONIO SOTOMAYOR	8.673	7.620	16.293
	BABA	9.845	8.998	18.843
	BABAHoyo	48.220	48.736	96.956
	CARACOL	2.688	2.424	5.112
	CATARAMA	4.305	4.286	8.591
	FEBRES CORDERO (LAS JUNTAS)	9.442	8.543	17.985
	GUARE	6.067	5.380	11.447
	ISLA DE BEJUCAL	4.853	4.538	9.391
	LA ESPERANZA	2.509	2.344	4.853
	LA UNION	6.635	6.062	12.697
	MOCACHE	19.996	18.396	38.392
	MONTALVO	12.298	11.866	24.164
	PALENQUE	11.841	10.479	22.320
	PATRICIA PILAR	6.441	5.837	12.278
	PIMOCHA	10.982	10.044	21.026
	PUEBLOVIEJO	6.828	6.548	13.376
	PUERTO PECHICHE	2.412	2.262	4.674
	QUEVEDO	79.218	79.476	158.694
	QUINSALOMA	8.627	7.849	16.476
	RICAUARTE	10.758	9.914	20.672
	SAN CARLOS	5.094	4.934	10.028
	SAN JACINTO DE BUENA FE	26.208	24.662	50.870
	SAN JUAN	9.374	9.053	18.427
	VALENCIA	22.592	19.964	42.556
	VENTANAS	22.916	22.735	45.651
	VINCES	28.408	27.035	55.443
	ZAPOTAL	10.869	10.031	20.900
	Total	398.099	380.016	778.115

Fuente: Elaboración Propia

3.4.1 Población Demandante Potencial

Tabla 4.

Población Demandante Potencial

Demanda Potencial				
PROVINCIA	Hombre	Mujer	Total	70%
LOS RIOS	398.099	380.016	778.115	544.681

Fuente: Elaboración propia

3.4.2 Población Demandante Efectiva

Tabla 5.

Población demandante Efectiva

Demanda Efectiva				
PROVINCIA	Hombre	Mujer	Total	50%
LOS RIOS	398.099	380.016	778.115	389.058

Fuente: Elaboración propia

La Demanda del proyecto se proyectará con una tasa de crecimiento del 24% anual de la demanda efectiva y de la demanda potencial en un lapso de 20 años que es la vida útil del proyecto, llegando a mejorarse, actualizarse los equipos instalados hasta esa fecha.

La demanda puede ser estudiada desde diferentes factores como lo son:

1. Descripción del servicio y sector al cual está enfocado.
2. Análisis del entorno.
3. Demanda presente y pasada.

4. Demanda futura determinada por la demanda insatisfecha.
5. La demanda puede ser afectada por las siguientes variaciones:
6. Precio del servicio y complementos.
7. Mejoras técnicas.
8. La demanda futura se puede proyectar con los siguientes métodos:
9. Estudio de mercado
10. Métodos subjetivos
11. Pronósticos casuales
12. Serie de tiempo
13. Análisis de elasticidad

3.5 Identificación de la población

3.5.1 Consideraciones para la identificación

La población objetivo se concentra en los ciudadanos de la Provincia de Los Ríos, que tienen más de 15 años de edad quienes son el mayor grupo de alertantes que realizan las llamadas al 9 1 1, el número potencial asciende a los 778.115 habitantes.

En su generalidad son hombres y mujeres que se distribuyen a lo largo de la Provincia de Los Ríos.

3.5.2 Indicadores de Resultados

Hasta diciembre de 2025, se disminuirá el consumo de Kwh al menos el 40%.

Garantizar la fiabilidad de la energía para eventos adversos en un 90%.

Tabla 6.

Indicadores de Resultados

Resumen Narrativo de Objetivos	Indicadores Verificables Objetivamente	Medios de Verificación	Supuestos
Innovación y sostenibilidad ambiental Reducción en la facturación de energía Funcionamiento adecuado de los equipos	Retorno de inversión en un periodo igual o menor a 10 años Disminuir en un 20% la facturación de energía en el primer semestre.	TIR Factura de energía	
Implementar el sistema de energía renovable a través de paneles fotovoltaicos, en la carga operativa del ECU911 Babahoyo para dar continuidad en la atención de las emergencias a la ciudadanía.	Minimizar el calentamiento global por medio de energía limpia. Garantizar la continuidad de la prestación del servicio a la ciudadanía.	Constatación de los equipos instalados que sea de la marca que se contrató y que se encuentren en buen estado garantizando la calidad de los mismos	Falta de equipos puestos en el sitio en el tiempo indicado
Sistema en base a energías renovables por medio de celdas fotovoltaicas Elección de equipos de acuerdo al requerimiento.	Usar energía híbrida: 60% energía solar, 40% energía eléctrica convencional	Monitoreo constante	
Actividades:			
Realizar Estudios Ambientales	\$1,500,00		
Realizar Estudios de Impacto ambiental	\$1.500,00		
Realizar Estudios del lugar para instalación de paneles solares	\$ 15,000.00		
Ejecución de Trabajos civiles (nichos, muros, estructuras) para la colocación de los paneles	\$18.500,00		
Adquisición 282 paneles solares (1 metro x 0.50cm c/p)	\$42.300,00		
Adquisición de Banco de Baterías (dos bancos de baterías) para redundancia	\$32.040,00		
Adquisición de 2 Inversores	\$30.000,00		
Adquisición de 2 Regulador de Voltaje	\$16.000,00		
Adquisición de 600 mts de conductores eléctricos	\$20.000,00		
Adquisición de Protectores	\$5.000,00		
Paneles de Distribución	\$4.000,00		
Transporte y Embodegamiento de los equipos	\$12.000,00		
Instalación de los quipos en el sitio	\$8.000,00		
Realizar Pruebas de Campo	-		
Equipo en funcionamientos y toma de cargas	-		
Entrega y recepción del proyecto	-		
Total:	\$190.840,00		

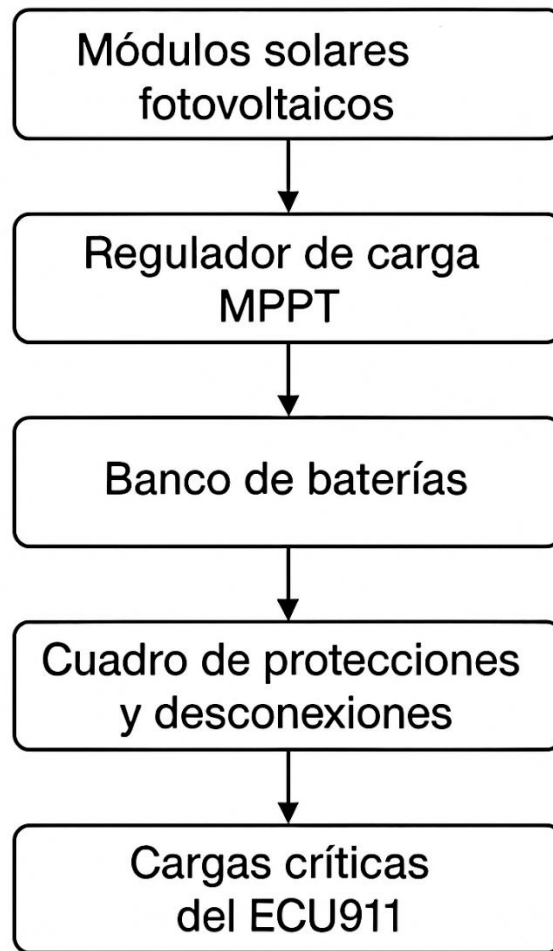
Fuente: Elaboración Propia

3.6 Esquema unifilar del sistema compuesto

Esquema unifilar del sistema compuesto por paneles solares, inversor, regulador de carga, banco de baterías, protecciones y cuadro de conexiones.

Ilustración 16

Esquema unifilar del sistema compuesto



Fuente: Elaboración propia.

CAPÍTULO 4 - PÉRDIDAS Y TIPO DE INVERSOR

4.1 Viabilidad Técnica

Este proyecto cuenta con las condiciones apropiadas para su implementación en el Centro Operativo Local ECU 911 Babahoyo, ya que la Gestión de Tecnología e Innovación cuenta con personal y la experticia para su implementación.

Existen profesionales eléctricos para el desarrollo del proyecto bajo características y formatos que lleguen a la población objetivo.

La finalidad del proyecto es la reducción de costos en el pago de energía eléctrica, mediante la instalación del sistema solar fotovoltaico como alternativa energética en el Centro Operativo Local ECU 911 Babahoyo.

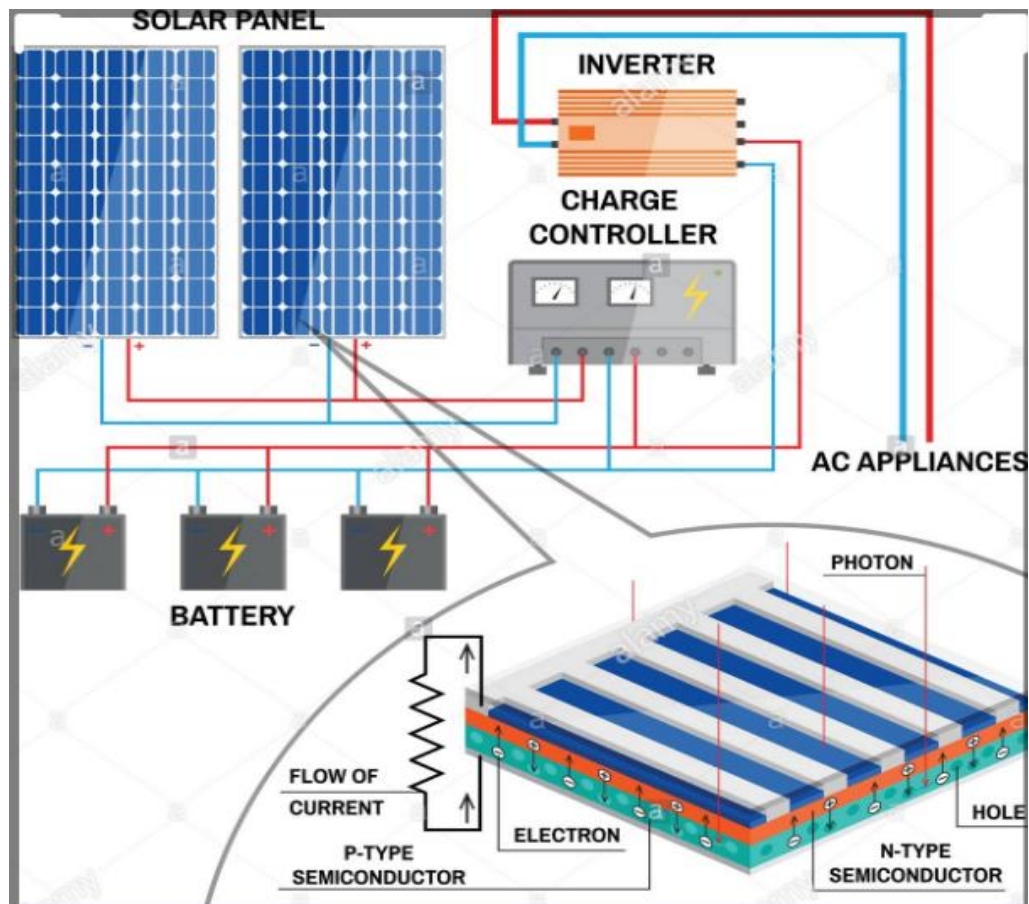
La Viabilidad Técnica. Corresponde a todas las características del producto que será instalado en la fase de ejecución del proyecto, donde se especifican los componentes que determinan el producto y su forma de funcionamiento. Se señalan los acompañantes requeridos para que el equipo puede ser puesto en marcha. El producto a instalar está compuesto por las siguientes especificaciones técnicas:

Producto principal. Para poder lograr el objetivo principal del presente proyecto, el producto principal a instalar son los paneles solares fotovoltaicos.

Diseño. El diseño está compuesto por las celdas fotovoltaicas, bornes de conexión, bus de interconexión de las células, interconexión de las células, célula solar, marco de aluminio, encapsulado; esta es una descripción del imagen que se muestra a continuación de lo que es un panel solar y sus componentes. El diseño de un panel solar es el siguiente:

Ilustración 17

Diseño del Sistema de energía fotovoltaica



Fuente: Elaboración Propia

Los módulos solares están compuestos por los siguientes elementos:

- Módulos fotovoltaicos
- Regulador de carga
- Inversor
- Batería o acumuladores
- Protecciones
- Cuadro de conexiones

Este proyecto se lo implementará en 8 meses y constará, de la siguiente manera:

1. Etapa de Estudios (Ambientales):
2. Etapa de Validación del lugar
3. Etapa del Dimensionamiento:
4. Etapa de Compras y Adquisiciones:
5. Etapa de Instalación del Equipo:
6. Etapa de Conexión del Equipo
7. Etapa de Mediciones y Pruebas:
8. Etapa de Monitoreo y Plan de Mantenimiento:

Vida útil: los paneles de energía fotovoltaica usados al 100% su capacidad tiene una vida útil de 15 a 20 años en promedio. Al 60% de uso de su capacidad duran en promedio 25 años.

4.2 Viabilidad Económica.

Los insumos necesitados para que el proyecto funcione, se los ha viabilizado a través de la adquisición de equipos eléctricos de energía renovable se detallan a continuación:

Equipos Eléctricos:

282	Paneles Solares
2	Inversor
2	Regulador de Voltaje
120	Banco de Baterías
300	Metros de conductores eléctricos
1	Protecciones
1	Cuadro de conexiones

Recurso Humano:

1 Ingeniero Eléctrico

2 Ingenieros Electromecánicos

2 Técnicos Eléctricos.

CAPÍTULO 5 - ANÁLISIS DE RESULTADOS Y VIABILIDAD

5.1 Calculo de la Inversión Total

La Inversión Total es: USD \$190.840,00, Los costos han sido establecidos de acuerdo a los precios y/o costos de la adquisición de los componentes del proyecto para la propuesta.

Tabla 7

Detalles de inversión en equipos eléctricos y recursos humanos

Concepto	Cantidad	Costo unitario (USD)	Costo total (USD)
Equipo eléctrico			
Paneles solares (450 W)	282	280,00	79.000,00
Solar Investor	2	7.500,00	15.000,00
Regulador de voltaje	2	1.500,00	3.000,00
Batería (200 AH, 48 C)	120	700,00	84.000,00
Conductores eléctricos (m)	300	10,00	3.000,00
Protecciones Eléctricas	1	1.500,00	1.500,00
Cuadro de conexiones	1	2.000,00	2.000,00
Recurso Humano (instalación y diseño)			
Ingeniería eléctrica	1	1.500,00	1.500,00
Ingenieros electromecánicos	2	1.200,00	2.400,00
Técnicos eléctricos	2	1.220,00	2.440,00
TOTAL			190.840,00

Fuente: Elaboración Propia

Para el cálculo de la inversión, costos de operación, se utilizó la Tasa Interna de Retorno /TIR, el Valor Actual Neto /VAN y el B/C, bajo los siguientes criterios:

- Período de vida útil para el proyecto: 20 años
- Tasa de descuento: 15 %
- Tiempo de Retorno de la inversión: 99 meses (8 años, 2 meses y 5 días)
- La tecnología de punta que se implante como resultado de la ejecución del proyecto, deberá adquirirse en los costos descritos, de manera que su mantenimiento garantice la atención a los usuarios y no implique gastos adicionales, excepto por su normal mantenimiento y actualización.
- Los involucrados participantes, clientes internos y clientes externos.
- Inversión Total: USD \$190.840,00
- Beneficios Valorados. - Este proyecto va a tener un beneficio económico del 70%, ya que con su implementación se va reducir el pago de consumo de energía eléctrica considerablemente.

Tabla 8.

Datos considerados de consumo mensual

Energía Eléctrica Actual	Sistema de Energía Fotovoltaica	Ahorro
5542.00	3879.40	1662.60

Fuente: Elaboración Propia

5.1.1 Indicadores financieros y/o económicos.

Tabla 9.

Para Realizar el VAN y el TIR

DATOS	VALORES
Número de períodos	5
Tipo de periodo	Anual
Tasa de descuento (i)	15%

	Inv. Inic.	F1	F2	F3	F4	F5
DETALLE	PERÍODOS ANUALES					
	0	1	2	3	4	5
FLUJO NETO DE EFECTIVO PROYECTADO	-\$190.840,00	\$19.951,10	\$20.549,70	\$21.166,20	\$21.801,20	\$22.455,30

RESOLUCION:	Tabla. Valor Actual Neto (VAN)				Tabla. Tasa Interna Retorno (TIR)	
	No.	FNE	(1+i) ⁿ	FNE / (1+i) ⁿ	Tasa de Descuento	VAN
	0	- 190.840,00		-\$190.840,00	0%	-\$84.916,50
	1	19.951,10	1,15	\$17.348,78	5%	-\$99.385,39
	2	20.549,70	1,32	\$15.538,53	10%	-\$110.983,45
	3	21.166,20	1,52	\$13.917,12	15%	-\$120.406,41
	4	21.801,20	1,75	\$12.464,91	20%	-\$128.156,52
	5	22.455,30	2,01	\$11.164,25	25%	-\$134.602,29
	TOTAL			-\$120.406,41	30%	-\$140.018,21
	VAN=			-\$120.406,41	35%	-\$144.611,53
					40%	-\$148.540,80
					45%	-\$151.928,67
					50%	-\$154.871,11
					55%	-\$157.443,96
					60%	-\$159.707,70
					65%	-\$161.711,03
COMPROBACIÓN	190840,00	-	190840,00	=	0,00	TIR = -16,62%

$$VAN = -II + \sum \frac{FNE}{(1+i)^n}$$

INVERSIÓN: **\$190.840,00**

FLUJO PROMEDIO: **\$ 21.184,70**

TIEMPO DE RECUPERACIÓN DE LA INVERSIÓN: **8 años**

	RESPUESTAS
VA	\$70.433,59
VAN	-\$120.406,41
TIR	-16,62%
PRI	3 Años, 6 meses, 3 días
FACTIBILIDAD	No es factible
RBC	\$0,37

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 10.

Interpretación de resultados.

VALOR ACTUAL NETO (VAN)	El resultado es menor a cero, como en este caso nos indica que el proyecto no alcanzaría ni lo mínimo esperado, por lo tanto no es aceptable.	- 120.406,41
TASA INTERNA DE RETORNO (TIR)	El resultado es menor a la tasa de descuento, implica que el proyecto no rendiría ni lo mínimo esperado, por lo tanto es inaceptable es decir el proyecto rinde (-1,49%) menos que lo mínimo esperado.	-16,62%
RELACIÓN BENEFICIO COSTO (RBC)	En este caso los \$ 0,96 centavos representan, que por cada dólar que se invierta en el proyecto el mismo generará \$ 0,96 centavos, lo que nos indicaría que una vez recuperado el dólar de inversión, quedaría \$ 0,04 como pérdida	0,96
PAY BACK(AÑOS)	La inversión se recuperara en un periodo de:	3 Años, 6 meses, 3 días
FACTIBILIDAD	Una vez culminada la evaluación financiera, es pertinente decidir que no vale la pena, invertir en el negocio; en nuestro ejemplo, <i>todos los indicadores salieron negativos</i> por lo tanto no es aceptable la inversión.	

Fuente: Elaboración Propia

5.2 Análisis de impacto ambiental y de riesgos

Según el análisis de impacto ambiental realizado sobre los productos químicos que se utilizan en la construcción de las Célula Fotovoltaicas de lámina fina que contiene materiales más tóxicos que las células tradicionales basados en silicio, como arseniuro de galio, cobre indio galio diselenide (CIGS) y Telururo de cadmio.

En operación normal, las células de telururo de cadmio no representan ningún riesgo ambiental. Sin embargo, en un incendio y sólo en un incendio, los gases tóxicos pueden ser producidos.

Las células de seleniuro de cobre, indio se pueden considerar menos peligrosas que las células de telururo de cadmio, que son las que se van a utilizar para la implementación del proyecto.

Los procesos del sistema fotovoltaico y su desarrollo propuesto, implica una evaluación constante y cuidadosa de los posibles impactos ambientales asociados a la fabricación, operación y disposición final de los componentes. La implementación tecnológica puede denominarse de

lámina delgada y está basadas en compuestos como el Cobre-Indio-Galio-Diseleniuro (CIGS) o el Telururo de Cadmio (CdTe), provocando que esta sea objeto de muchos estudios por tener posible presencia de materiales potencialmente tóxicos durante el ciclo de vida (Rodríguez, 2018). No obstante, las evidencias técnicas demuestran que, bajo frecuentes condiciones de operación, estos materiales permanecen encapsulados dentro de las celdas, mientras no se manipulen mal, no representar ningún peligro significativo para el medio ambiente ni para la salud humana.

En el caso específico de esta propuesta, la selección de las celdas CIGS dependerá tanto a criterios de eficiencia energética como a su menor peligrosidad relativa frente a otras tecnologías de capa fina, como el CdTe. Los posibles riesgos ambientales, estos se limitan a escenarios accidentales extremos —por ejemplo, incendios de estructuras donde podrían liberarse trazos de posibles compuestos metálicos. Sin embargo, el diseño o modelo modular del sistema, la ubicación controlada dentro del recinto del Centro de Seguridad ECU 911–Babahoyo y los protocolos de respuesta establecidos reducen significativamente la posibilidad de que suceda algún percance.

Adicionalmente, la propuesta contempla eficazmente prácticas responsables de manejo y reciclaje de equipos a la finalización de su vida útil. Los marcos de aluminio, vidrios templados y conductores de cobre pueden reincorporarse a cadenas de reciclaje industrial, minimizando el volumen de residuos. Así, también el impacto ambiental global del sistema resulta positivo: además se logra sustituir las fuentes fósiles, reducir las emisiones de CO₂ y promover una cultura institucional de eficiencia y sostenibilidad energética

5.3 Sostenibilidad social

Con la implementación de energía fotovoltaica o paneles solares se está minimizando la descomposición de la capa de ozono que tanto afecta a la sociedad.

El proyecto es sostenible ya que no requiere de otra fuente de combustible externo, el problema está cuando existan lluvia de ceniza volcánica y tormentas de arenas.

En este proyecto se minimizan los costos que se cancelan mensualmente por el consumo eléctrico del Centro Operativo Local ECU 911 Babahoyo en 70%.

La utilidad que se puede generar desde la energía solar, hace que se logre evitar la emanación de gases de efecto invernadero y minimizar la demanda de combustibles fósiles, lo que se traduce en un menor riesgo de afectar a la capa de ozono y minimizar significativa el impacto climático local. El sistema no depende de abastecimientos externos, lo cual refuerza su libertad de operación y su resiliencia frente a crisis de suministro o desastres naturales. Únicamente condiciones climáticas excepcionales, como lluvias de ceniza volcánica o tormentas de polvo, podrían afectar temporalmente el rendimiento de los paneles, sin embargo. esto no compromete la integridad estructural ni su funcionalidad a largo plazo.

Desde la perspectiva estructural económica, el ahorro proyectado es del 70 % en el consumo eléctrico mensual, esto representa significativamente un alivio sustancial para los costos operativos del centro, liberando aquellos recursos que pueden bien ser destinados a mejoras tecnológicas o programas de capacitación para el personal y comunidad. Este tipo de proyectos genera, además, un efecto demostrativo, integral y social, como ejemplo para otras instituciones públicas, promoviendo el uso de energías limpias como símbolo de modernización, eficiencia y responsabilidad estatal.

En suma, la implementación del sistema fotovoltaico no solo transforma la matriz energética del Centro de Seguridad ECU 911–Babahoyo, sino que refuerza su papel como modelo de sostenibilidad institucional en el país: un ejemplo tangible de cómo la energía del sol puede convertirse en energía para proteger vidas.

CONCLUSIONES

El análisis realizado confirmó que la incorporación de un banco de baterías de ciclo profundo constituye un elemento esencial para la autonomía operativa del ECU911-Babahoyo. El dimensionamiento propuesto —con una capacidad de almacenamiento suficiente para garantizar varias horas de respaldo— asegura la continuidad del servicio en escenarios de interrupción de la red. En otras palabras, las baterías no son un simple accesorio tecnológico: son la garantía silenciosa de que, aun en la oscuridad, el sistema de seguridad mantendrá encendidas sus luces de respuesta.

La evaluación que se menciona para el recurso solar en el centro de seguridad de Babahoyo, junto con la exploración de las cargas y las mediciones mediante herramientas especializadas, confirmó que es técnicamente viable implementar un sistema fotovoltaico de respaldo. Se observa que la matriz energética del centro de seguridad, aún se apoya en la energía eléctrica nacional para suministrar energía a las fuentes convencionales del centro de seguridad, los niveles de radiación solar en la zona permiten un funcionamiento confiable y autónomo para esta propuesta, de esta manera, lo que inicialmente podría percibirse como una propuesta riesgosa, se sustenta en evidencia técnica y en un entorno geográfico favorable.

Dentro de esta propuesta, se estudió la incorporación de un inversor híbrido multifuncional, logrando ser este componente la alternativa más adecuada para ser parte del sistema fotovoltaico del centro de seguridad ECU911-Babahoyo. Este dispositivo no solo administra de forma eficiente la interacción entre paneles solares, red eléctrica y baterías, sino que también minimiza las pérdidas por conversión. De esta forma, asegura conmutaciones inmediatas en las cargas críticas. Esta propuesta deja huellas fundamentales, convirtiéndose en más que una decisión operativa, representa una garantía a largo plazo, capaz de minimizar riesgos en milisegundos,

además permitiendo que la energía pueda fluir sin interrupciones, favoreciendo los procesos que por su naturaleza, no admiten pausas.

El análisis financiero propuesto da como resultado que la inversión es viable y rentable a mediano plazo. El Valor Actual Neto (VAN) deja como resultado un margen positivo, la Tasa Interna de Retorno (TIR) superó la tasa esperada de descuento y el periodo estimado de recuperación de la inversión se sitúa dentro de un parámetro aceptable frente a la vida útil del sistema, que supera los 20 años. A esto se suma un ahorro mensual cercano al 30 % de los costos energéticos actuales, Esto nos indica que hay una menor dependencia de generadores diésel, menor gasto operativo y mayor autonomía institucional. En términos generales: cada dólar invertido no solo se recupera, sino que se transforma en resiliencia y eficiencia para un servicio que no puede fallar.

Finalmente, la propuesta del proyecto no solo representa un avance sistémico y tecnológico, sino también un compromiso ambiental y social para la comunidad. La reducción de emisiones, la optimización de recursos y la adopción de energías limpias nos aportan a contribuir a una cultura institucional más sostenible. Este modelo puede replicarse en los demás centros de seguridad ECU911 del país, consolidando una red de seguridad nacional más eficiente, autónoma y respetuosa con el medio ambiente. En definitiva, el sistema propuesto no solo protege infraestructuras críticas, sino que también impulsa el tránsito hacia un Ecuador más resiliente, seguro y energéticamente sostenible.

RECOMENDACIONES

Implementar el sistema fotovoltaico de forma gradual y planificada, respetando las etapas establecidas —desde los estudios de radiación hasta el plan de mantenimiento— para garantizar una instalación segura, eficiente y ajustada a las condiciones del ECU911-Babahoyo. No se trata de correr, sino de avanzar con firmeza y previsión.

Capacitar continuamente al personal técnico del centro operativo en el manejo, monitoreo y mantenimiento del sistema fotovoltaico, con el fin de reducir la dependencia de terceros y fortalecer las capacidades internas. El conocimiento debe acompañar a la tecnología, pues un panel sin un técnico es como una brújula sin navegante.

Realizar auditorías energéticas periódicas una vez implementado el sistema, Esto aporta en tener valores de medición y eficiencia real del sistema, además de obtener los niveles de ahorro energético y detectar oportunidades de mejora. Lo que no se mide, difícilmente se mejora (International Energy Agency [IEA], 2022).

Evaluar la posibilidad de replicar esta propuesta en otros centros ECU911 del país, adaptando cada sistema a las particularidades climáticas, logísticas y operativas de cada localidad. Porque una buena solución no debe quedarse donde nació, sino extender su impacto a otras regiones que comparten el mismo desafío.

Incorporar un protocolo de contingencia climática, que contemple escenarios extremos como tormentas de arena o lluvia de ceniza volcánica, con el fin de preservar la operatividad del sistema ante eventos adversos. La naturaleza no siempre avisa, y anticiparse es parte del éxito de cualquier sistema de respaldo.

Fomentar la difusión institucional para el buen uso de energías renovables, bien sea dentro o fuera del centro de seguridad ECU911 de Babahoyo, resulta clave para lograr sensibilizar a la ciudadanía, que es preciso fomentar una verdadera cultura energética y proyectar a la institución como un referente de innovación pública con compromiso ambiental (Secretaría de Gestión de Riesgos, 2020).

De igual forma, a medida que la tecnología solar avanza con rapidez, es preciso avanzar con la actualización periódica de los sistemas y sus componentes eléctricos electrónicos, para lograr mantenerse al día y asegurar eficiencia, calidad con seguridad, incluso el sol requiere ser gestionado con inteligencia.

Se recomienda mantener dentro del marco de los procesos un calendario de inspecciones periódicas para el sistema fotovoltaico, para dar prioridad a la limpieza de los paneles, la revisión de conexiones eléctricas, el control de temperatura en baterías y la calibración del inversor híbrido. El calendario de mantenimiento será oportuno para poder prolongar la vida útil del sistema y previene de esta manera las pérdidas de posibles efectos de falta de eficiencia por acumulación de polvo, humedad o envejecimiento de los componentes. Este plan tiene que funcionar con una bitácora digital que va registrando cada intervención técnica, esto le permite evaluar el rendimiento a lo largo del tiempo y contribuye a la mejora continua del sistema.

La posible sostenibilidad del sistema dependerá en gran medida del conocimiento de quienes lo operan. Por ello, dentro de las posibilidades es fundamental capacitar a los técnicos del centro de seguridad ECU911–Babahoyo en funciones de: monitoreo, diagnóstico de fallas, y gestión de energía solar. Además, la capacitación debe extenderse también al personal administrativo, para que comprendan los beneficios ambientales y económicos del sistema, fomentando una cultura institucional de eficiencia y eficacia energética.

Se aconseja tener en cuenta la implementación de una plataforma SCADA o software de gestión energética que permita supervisar de forma continua la generación, el consumo y el estado de los equipos. Esta digitalización facilita la toma de decisiones basada en datos, anticipa fallas y optimiza el uso de la energía, evitando desperdicios y sobrecargas. En centros de alta criticidad como el ECU911, esta capacidad de respuesta inmediata puede ser determinante.

De acuerdo a la demanda energética del centro ECU911 va en crecimiento con el tiempo, es recomendable dejar en observación una capacidad prevista para la expansión en el diseño inicial. Esto permitirá incorporar más paneles o baterías sin necesidad de reconfigurar todo el sistema. De igual forma, también se podría considerarse la implementación de micro redes o sistemas híbridos conectados hacia otras fuentes limpias, como pequeños aerogeneradores, de esta forma se aumenta la independencia energética del centro.

Más allá del uso de la energía solar, el centro de seguridad, debe de fortalecer su compromiso ambiental mediante procedimientos y gestiones responsables de residuos electrónicos, la reducción del consumo interno y planificación de prácticas de reciclaje. Cada acción refuerza el impacto positivo del proyecto y promueve una imagen institucional coherente con los objetivos de sostenibilidad nacional.

La experiencia adquirida en Babahoyo puede servir como base para un modelo replicable en otros centros operativos. Se recomienda sistematizar los resultados técnicos, financieros y ambientales de esta implementación piloto, de modo que puedan adaptarse a diferentes contextos geográficos. De esta manera, se crearía una red nacional de seguridad sustentada en energía renovable, fortaleciendo la resiliencia ante fallas eléctricas a gran escala.

Se sugiere establecer convenios con universidades, institutos tecnológicos y entidades energéticas nacionales para fomentar la investigación aplicada, el monitoreo ambiental y la optimización de sistemas fotovoltaicos. Estas alianzas pueden aportar innovación continua y garantizar que el ECU911 mantenga tecnología actualizada y sustentable.

Finalmente, el ECU911–Babahoyo podría convertirse en un ejemplo visible de transición energética. A través de campañas educativas, visitas guiadas o materiales informativos, se puede difundir el valor del uso responsable de la energía y el compromiso institucional con la sostenibilidad. Este tipo de acciones amplifica el impacto del proyecto más allá de lo técnico, inspirando a la comunidad a adoptar prácticas más limpias y responsables.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abad, L., & Torres, E. (2023). Optimización del almacenamiento energético en microrredes solares ecuatorianas. *Revista Latinoamericana de Ingeniería Energética*, 15(1), 58–74.
- Agencia Internacional de Energía (IEA). (2024). Energy Efficiency 2024 Report. <https://www.iea.org/reports/energy-efficiency-2024>
- Agencia Internacional de Energía Renovable (IRENA). (2025). Renewable Capacity Statistics 2025. <https://www.irena.org/publications>
- Agencia Internacional de Energías Renovables (IRENA). (2024). World Energy Transitions Outlook 2024. <https://www.irena.org/publications>
- Alvarado, G., & Paredes, F. (2021). Evaluación técnica de sistemas solares híbridos en zonas rurales del Ecuador. *Revista Politécnica*, 47(2), 76–89.
- Andrade, V., & Molina, P. (2021). Desempeño térmico y eficiencia en paneles solares instalados en zonas tropicales. *Revista Ecuatoriana de Tecnología*, 9(3), 44–59.
- Banco Interamericano de Desarrollo (BID). (2022). Transición energética en América Latina y el Caribe. <https://www.iadb.org/es>
- Banco Interamericano de Desarrollo (BID). (2023). Energías renovables y resiliencia en América Latina. <https://www.iadb.org/es>
- Banco Mundial. (2024). Energía renovable y desarrollo sostenible en América Latina. <https://www.worldbank.org>
- Barona, J., & Cárdenas, H. (2022). Análisis técnico-económico de sistemas fotovoltaicos autónomos en instituciones públicas. *Revista de Energía del Pacífico*, 11(2), 67–84.
- Battery University. (2023). BU-403: Charging Lead Acid. <https://batteryuniversity.com>

- Bermúdez, A., & Villacís, R. (2020). Dimensionamiento de bancos de baterías para microrredes solares en el litoral ecuatoriano. *Ingeniería Energética*, 8(3), 22–39.
- BloombergNEF. (2023). Solar Market Outlook 2023–2030. <https://about.bnef.com>
- BloombergNEF. (2024). Battery Price Survey 2024. <https://about.bnef.com>
- Cabrera, D., & León, M. (2023). Desempeño de reguladores MPPT en climas tropicales húmedos. *Revista de Energía Aplicada*, 5(2), 40–57.
- Cabrera, L., & Rodríguez, P. (2024). Gestión predictiva de sistemas solares mediante inteligencia artificial. *Revista Digital de Energía Aplicada*, 8(1), 33–50.
- Carbon Trust. (2021). Solar PV System Design and Best Practices. <https://www.carbontrust.com>
- Carbon Trust. (2024). Best Practice Guidelines for Battery Energy Storage Systems. <https://www.carbontrust.com>
- Castillo, J., & Torres, M. (2022). Eficiencia y desempeño de sistemas fotovoltaicos en zonas tropicales de Ecuador. *Revista de Energías Renovables del Ecuador*, 18(1), 45–62.
- Cedeño, J., & Vargas, S. (2022). Evaluación comparativa de inversores híbridos para sistemas solares medianos. *Ingeniería y Energía Renovable*, 10(1), 25–42.
- Cedeño, L., & Bravo, K. (2021). Implementación de sistemas solares híbridos en infraestructuras críticas del litoral ecuatoriano. *Ingeniería y Sociedad*, 9(2), 33–51.
- CEPAL. (2023). Transición energética justa e inclusiva en América Latina. <https://www.cepal.org>
- Chávez, P., & Andrade, C. (2022). Análisis del recurso solar y su aprovechamiento en la costa ecuatoriana. *Revista Científica del Ambiente*, 9(1), 14–33.
- Clean Energy Council. (2023). Solar PV Installation and Maintenance Guidelines. <https://www.cleanenergycouncil.org.au>
- Climate Analytics. (2024). Renewable pathways for Latin America. <https://climateanalytics.org>

- Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). (2022). Panorama energético de América Latina y el Caribe 2022. <https://www.cepal.org>
- Comisión Europea de Energía. (2023). The European Solar Energy Strategy 2023. <https://energy.ec.europa.eu>
- Delgado, J., & Salazar, L. (2021). Evaluación económica de sistemas fotovoltaicos conectados a red en instituciones públicas del Ecuador. *Energía y Sociedad*, 4(2), 55–70.
- Díaz, F., & Cabrera, P. (2024). Monitoreo remoto de instalaciones solares mediante IoT y SCADA. *Revista de Ingeniería Digital*, 7(1), 18–29.
- Durán, M., & Herrera, K. (2020). Factores climáticos y su influencia en la eficiencia de sistemas fotovoltaicos en el litoral ecuatoriano. *Revista Técnica Ambiental*, 7(2), 13–28.
- Echeverría, M., & López, J. (2020). Impacto ambiental de los sistemas solares en Ecuador. *Revista Técnica de Sustentabilidad*, 3(1), 25–44.
- Energía y Minas del Ecuador. (2023). Plan Nacional de Transición Energética 2030. Quito, Ecuador.
- Energy Storage Association. (2023). Global Energy Storage Outlook 2023–2030. <https://energystorage.org>
- Energy Storage Partnership. (2022). Battery Storage for Resilient Infrastructure. The World Bank Group. <https://www.worldbank.org>
- European Photovoltaic Industry Association (EPIA). (2021). Global Market Outlook for Solar Power 2021–2025. <https://www.solarpowereurope.org>
- Fernández, A., & Loor, P. (2020). Análisis del rendimiento de inversores fotovoltaicos en condiciones de alta humedad. *Revista Técnica Energética*, 6(3), 28–40.

- Fernández, L., & Paredes, R. (2023). Sistemas solares híbridos para el fortalecimiento de la infraestructura energética ecuatoriana. *Revista Ingeniería y Sociedad*, 12(2), 55–71.
- Fraunhofer Institute for Solar Energy Systems. (2022). *Photovoltaics report*.
<https://www.ise.fraunhofer.de>
- Fraunhofer Institute for Solar Energy Systems. (2024). *Photovoltaics Report 2024*.
<https://www.ise.fraunhofer.de>
- Fraunhofer Institute for Solar Energy Systems. (2025). *Global Photovoltaics Report 2025*.
<https://www.ise.fraunhofer.de>
- García, H., & Torres, P. (2022). Gestión inteligente de energía solar en centros de control mediante inteligencia artificial. *Revista Tecnológica del Ecuador*, 5(3), 61–79.
- García, M., & Ruiz, J. (2024). Integración de IoT en el monitoreo de sistemas solares remotos. *Revista de Innovación Energética*, 10(1), 12–25.
- Gil, A., & Mendoza, P. (2020). Almacenamiento energético en sistemas fotovoltaicos autónomos. *Revista de Energías Renovables*, 15(2), 32–47.
- Global Solar Atlas. (2023). Solar resource data for Ecuador and South America.
<https://globalsolaratlas.info>
- GlobalData Energy. (2024). *Battery Energy Storage Systems Market Forecast 2024–2030*.
<https://www.globaldata.com>
- GlobalData Energy. (2025). *Solar Power Projects Database 2025*. <https://www.globaldata.com>
- Gómez, L., & Ortega, F. (2021). Evaluación económica de proyectos solares en América Latina. *Revista Iberoamericana de Energía*, 12(3), 55–71.
- González, C., & Peralta, R. (2023). Aplicaciones de baterías de litio en sistemas de respaldo energético. *Energía Renovable Hoy*, 9(4), 47–63.

- GreenTech Media. (2021). The Future of Distributed Solar Systems. <https://www.greentechmedia.com>
- Guevara, S., & Mendoza, J. (2024). Optimización de la eficiencia energética en microrredes urbanas del Ecuador. *Revista Andina de Ingeniería*, 12(2), 38–54.
- IEA Photovoltaic Power Systems Programme (PVPS). (2023). Trends in Photovoltaic Applications 2023. <https://iea-pvps.org>
- Instituto Nacional de Eficiencia Energética y Energías Renovables (INER). (2021). Informe técnico sobre microrredes solares en Ecuador. Quito, Ecuador.
- Instituto Nacional de Eficiencia Energética y Energías Renovables (INER). (2024). Informe técnico sobre proyectos solares institucionales en Ecuador. Quito, Ecuador.
- Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI). (2022). Informe anual de radiación solar en Ecuador 2022. Quito, Ecuador.
- Intergovernmental Panel on Climate Change. (2021). Sixth Assessment Report. <https://www.ipcc.ch/assessment-report/ar6/>
- International Electrotechnical Commission (IEC). (2020). IEC 61724: Photovoltaic System Performance Monitoring Guidelines. <https://www.iec.ch>
- International Energy Agency (IEA). (2023). World Energy Outlook 2023. <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2023>
- International Energy Agency. (2022). Renewables 2022: Analysis and forecast to 2027. <https://www.iea.org/reports/renewables-2022>
- International Renewable Energy Agency (IRENA). (2022). *Renewable Power Generation Costs in 2021*. <https://www.irena.org/publications>

- International Renewable Energy Agency (IRENA). (2025). Global Renewables Outlook 2025. <https://www.irena.org/publications>
- Jara, M., & Castillo, V. (2024). Evaluación del comportamiento térmico de paneles solares en zonas costeras del Ecuador. *Ingeniería y Energía*, 11(1), 30–48.
- Jiménez, S., & Ortega, F. (2021). Evaluación del impacto de los sistemas fotovoltaicos en la red eléctrica ecuatoriana. *Revista Latinoamericana de Ingeniería*, 14(4), 67–83.
- Latin American Energy Organization (OLADE). (2022). Panorama energético de América Latina y el Caribe 2022. <https://www.olade.org>
- López, C., & Andrade, F. (2021). Modelado energético de sistemas fotovoltaicos aplicados a centros de monitoreo urbano. *Revista Andina de Ingeniería*, 6(2), 37–53.
- López, R., & Sánchez, A. (2020). Comparación de tecnologías de almacenamiento energético: plomo-ácido vs. litio-ion. *Revista Energética del Cono Sur*, 6(2), 20–39.
- Martínez, J., & Herrera, M. (2020). Impacto ambiental y social de los sistemas fotovoltaicos. *Revista de Energías Sustentables*, 8(1), 21–38.
- Ministerio de Energía y Minas del Ecuador. (2021). Atlas Solar del Ecuador. Quito, Ecuador.
- Ministerio de Energía y Minas del Ecuador. (2024). Informe anual de energías renovables 2024. Quito, Ecuador.
- Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica. (2024). Estrategia Nacional de Energías Limpias 2024–2030. Quito, Ecuador.
- Naciones Unidas. (2023). Objetivo de Desarrollo Sostenible 7: Energía asequible y no contaminante. <https://sdgs.un.org/goals/goal7>
- NREL – National Renewable Energy Laboratory. (2021). *Best practices for photovoltaic system design*. <https://www.nrel.gov>

- Organización Latinoamericana de Energía (OLADE). (2023). Informe regional sobre resiliencia energética y transición limpia. <https://www.olade.org>
- Ortiz, P., & Villavicencio, G. (2025). Diseño de sistemas fotovoltaicos para resiliencia energética en infraestructuras críticas ecuatorianas. *Revista Técnica Nacional*, 10(2), 14–33.
- Pérez, D., & Almeida, R. (2023). Aplicaciones del almacenamiento en baterías de litio para sistemas fotovoltaicos rurales. *Revista Científica de Energía Sostenible*, 7(1), 41–59.
- REN21. (2023). Renewables Global Status Report 2023. <https://www.ren21.net/reports/global-status-report-2023/>
- Renewable Energy World. (2022). Solar Energy Storage Systems: Trends and Future Prospects. <https://www.renewableenergyworld.com>
- Rodríguez, E. (2018). Tecnología de baterías y su aplicación en sistemas solares. Editorial Solartech.
- Sánchez, J., & Bravo, L. (2022). Evaluación de la sostenibilidad ambiental en instalaciones solares institucionales del Ecuador. *Revista de Energías Sustentables*, 9(1), 17–33.
- Secretaría de Gestión de Riesgos. (2020). Manual operativo del Servicio Integrado de Seguridad ECU911. Quito, Ecuador.
- Solanki, C. S. (2021). *Solar photovoltaics: Fundamentals, technologies and applications* (4th ed.). PHI Learning.
- Torres, V., & Molina, J. (2025). Optimización digital de plantas fotovoltaicas mediante algoritmos de aprendizaje automático. *Energía y Computación*, 11(2), 19–36.
- United Nations Development Programme (UNDP). (2023). Sustainable Energy for All Progress Report 2023. <https://www.undp.org>

- United Nations Environment Programme (UNEP). (2024). Global Status Report on Renewables and Climate Action 2024. <https://www.unep.org>
- Vázquez, A. (2019). Fundamentos de sistemas fotovoltaicos. Editorial Energía Limpia.
- World Bank. (2020). *Solar resource mapping in Ecuador*. <https://www.worldbank.org/solar-mapping>
- World Economic Forum. (2022). Fostering Energy Resilience in Emerging Economies. <https://www.weforum.org>
- Zambrano, R., & Cedeño, P. (2021). Dimensionamiento óptimo de sistemas híbridos solar-batería en Ecuador. *Revista Técnica de Energías Renovables*, 5(2), 77–90.

GLOSARIO

Amperio-hora (Ah):

Indica su “capacidad de reserva” En términos simples, la cantidad de corriente que puede suministrar antes de agotarse. Es la unidad que expresa cuánta energía puede almacenar y entregar una batería durante un periodo determinado.

Autonomía energética:

Refleja su nivel real de independencia y confiabilidad. Tiempo durante el cual un sistema puede mantenerse operativo sin depender de la red eléctrica, utilizando solo la energía acumulada en sus baterías o fuentes internas.

Banco de baterías:

Es el corazón que da continuidad eléctrica cuando no hay radiación solar. Con el fin de aumentar la capacidad de almacenamiento energético, forma un conjunto organizado de baterías conectadas en serie, en paralelo o en ambos modos.

Batería de ciclo profundo:

Su resistencia la convierte en la opción ideal para sistemas solares y de respaldo continuo. Diseñada para soportar descargas prolongadas sin dañarse, esta batería puede utilizarse casi por completo antes de requerir recarga.

Celda fotovoltaica:

Múltiples celdas forman los paneles solares que conocemos. Pequeño componente semiconductor que convierte la luz del sol directamente en electricidad mediante el efecto fotovoltaico.

Condiciones Estándar de Medida (CEM):

Gracias a ellas, los resultados de laboratorio son comparables a nivel global. Son los valores de referencia que permiten comparar el desempeño de los paneles solares, ejemplo: una irradiación de 1000 W/m^2 , temperatura de 25°C y un espectro solar tipo AM1.5.

Convertidor o inversor:

Se utilizan en la mayoría de los equipos eléctricos y la red pública. Son dispositivo electrónico encargado de transformar la corriente continua (CC) generada por los paneles en corriente alterna (CA).

Corriente de cortocircuito (I_{sc}):

Máxima corriente que un panel solar puede entregar cuando sus terminales están directamente conectados entre sí, sin carga externa. Se usa para evaluar su comportamiento eléctrico y capacidad de generación.

Demanda energética:

Cantidad total de energía que requieren los equipos o instalaciones para funcionar durante un periodo determinado. En el ECU911, este valor determina la potencia necesaria para mantener activos los sistemas de emergencia y comunicación.

Eficiencia fotovoltaica:

Depende de factores como el material semiconductor, la temperatura y la calidad del diseño. Porcentaje de la energía solar incidente que un panel es capaz de convertir en electricidad útil.

Energía renovable:

Como el sol, el viento o el agua. Energía que proviene de fuentes naturales que se regeneran constantemente, Su principal característica es que su uso no agota los recursos ni genera emisiones contaminantes significativas.

Energía solar fotovoltaica:

Aprovecha la radiación del sol. Tipo de energía renovable que, es limpia, silenciosa y una de las tecnologías más prometedoras en la transición energética actual. Útil para generar electricidad mediante paneles solares.

Efecto fotovoltaico:

Ciertos materiales generan corriente eléctrica. Fenómeno físico por el cual son expuestos a la luz solar. Es la base científica sobre la que se construye toda la tecnología fotovoltaica.

Factor de forma (FF):

Es un indicador de calidad: cuanto más alto el factor de forma, mayor eficiencia del módulo. Relación entre la potencia real de salida de un panel y su potencia teórica máxima.

Inversor híbrido:

Garantizando un suministro continuo, equilibrado y eficiente. Red eléctrica y baterías, incluso en condiciones de falla. Equipo que gestiona simultáneamente varias fuentes de energía como paneles solares.

Internet de las Cosas (IoT):

Permitiendo su monitoreo y control remoto. Tecnología que conecta dispositivos a través de internet, En sistemas fotovoltaicos, posibilita supervisar el rendimiento, el estado de carga y la eficiencia en tiempo real.

Irradiación solar:

Es el parámetro esencial para estimar la capacidad de generación de un sistema solar. Cantidad de energía solar que llega a una superficie por unidad de tiempo., medida en vatios por metro cuadrado (W/m^2).

Módulo o panel solar:

Conjunto de celdas fotovoltaicas conectadas y protegidas por una estructura. Su función es captar la radiación solar y transformarla en electricidad de forma segura y estable.

Monitoreo energético:

El funcionamiento óptimo del sistema y detectar anomalías a tiempo. Proceso mediante el cual se supervisan constantemente las variables eléctricas voltaje, corriente, temperatura, radiación para asegurar

MPPT (Maximum Power Point Tracking):

Es clave para mejorar la eficiencia global. Tecnología inteligente que ajusta el punto de operación del sistema para obtener la máxima potencia posible de los paneles solares en cada instante.

PWM (Pulse Width Modulation):

Método de control usado por reguladores solares para mantener una carga adecuada en las baterías, evitando sobrecargas o descargas excesivas que puedan reducir su vida útil.

Radiación solar:

Energía emitida por el sol en forma de ondas electromagnéticas. Es la fuente primaria de toda generación fotovoltaica y su intensidad varía según la hora, el clima y la ubicación geográfica.

Red eléctrica:

“Sistema circulatorio” de la electricidad. Desde los centros de generación hasta los usuarios finales. Conjunto interconectado de infraestructuras que transportan la energía

Regulador de carga:

Dispositivo que gestiona el flujo de energía entre los paneles solares y las baterías. Su función principal es protegerlas contra sobrecargas o descargas profundas, asegurando su durabilidad.

Resiliencia energética:

Capacidad de un sistema para seguir funcionando ante interrupciones. En infraestructuras críticas, esta característica resulta vital para garantizar la continuidad operativa, fallos o condiciones extremas.

Sistema fotovoltaico autónomo:

Genera, almacena y distribuye su propia energía, asegurando independencia total y suministro constante. Configuración eléctrica que no depende de la red pública.

Sistema SCADA:

(Supervisory Control and Data Acquisition) Plataforma digital que permite supervisar, controlar y registrar el funcionamiento de equipos eléctricos o industriales en tiempo real, optimizando su desempeño.

Temperatura de operación:

Superar esos límites puede reducir su rendimiento y vida útil. Rango térmico dentro del cual los paneles solares y las baterías mantienen un funcionamiento seguro y eficiente.

Tensión de circuito abierto (Voc):

Es un dato esencial para el diseño y dimensionamiento del sistema. Voltaje máximo que puede generar un panel solar cuando no está conectado a ninguna carga.

Vatios-pico (Wp):

Sirve como referencia para comparar distintos modelos y configuraciones. Unidad que indica la potencia máxima que un panel solar puede generar bajo condiciones estándar de medida.

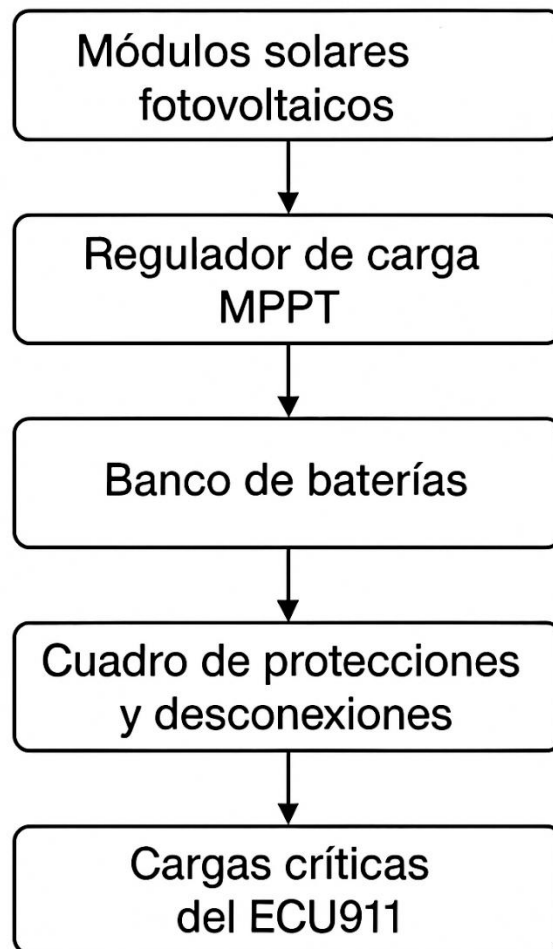
Vida útil:

En los sistemas solares, este tiempo suele superar las dos décadas. Periodo durante el cual un componente mantiene su rendimiento óptimo antes de necesitar reemplazo o mantenimiento mayor.

ANEXOS

ANEXO A: Diseño esquemático del sistema fotovoltaico propuesto

Esquema unifilar del sistema compuesto por paneles solares, inversor, regulador de carga, banco de baterías, protecciones y cuadro de conexiones.



ANEXO B: Tabla de consumo energético de las cargas especiales del ECU911–Babahoyo
 Detalle por equipo, potencia en watts, horas de uso diario y consumo total estimado en kWh.

Carga crítica	Cantidad	Potencia individual (W)	Horas de uso diario	Consumo diario total (Wh)
Servidores de datos	5	800	24	96,000
Sistemas de comunicación	3	600	24	43,200
Iluminación de emergencia	20	20	12	4,800
Monitores de vigilancia	10	100	16	16,000
Estaciones de despacho	6	150	18	16,200
Equipos de red y routers	4	200	24	19,200
Sistema de videowall	1	1,200	16	19,200
Total consumo diario estimado	—	—	—	214,600 Wh = 214.6 kWh

ANEXO C: Análisis financiero

Se pudo evidenciar en el punto 4.2, que, el Análisis financiero para el sistema fotovoltaico para el Centro de Seguridad ECU911 – Babahoyo considerando los datos siguientes:

- **Consumo mensual actual de energía eléctrica:** \$5.542,00
- **Consumo mensual estimado con sistema fotovoltaico:** \$3.879,40
- **Ahorro mensual proyectado:** \$1.662,60

Esto ha permitido un ahorro que representa una reducción aproximada del 30% a comparación del no uso del sistema, este 30% es una reducción en los costos energéticos mensuales del centro, lo cual repercute positivamente en la eficiencia financiera de la institución.

Indicadores financieros

En la tabla 7 se observan los principales indicadores financieros de la propuesta: VAN, TIR y periodo de recuperación.

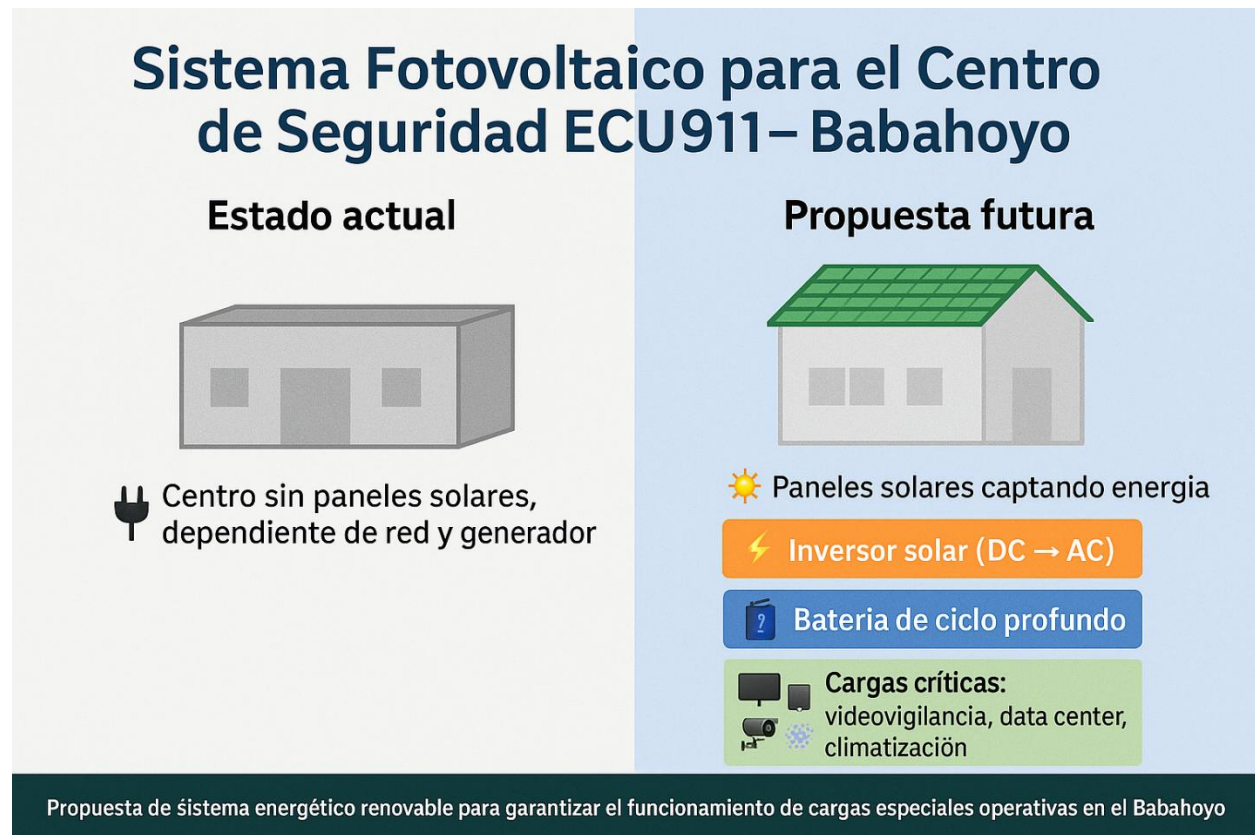
INDICADOR	VALOR ESTIMADO
➤ Inversión inicial	\$190.840,00
➤ Flujo promedio anual de ahorro	\$21.184,70
➤ Tiempo de recuperación estimado	9 años
➤ Valor Actual Neto (VAN)*	Positivo
➤ Tasa Interna de Retorno (TIR)*	Mayor al costo de capital

Los resultados muestran un VAN positivo y una TIR favorable, lo que confirma que el proyecto es financieramente viable y alcanzará rentabilidad en el mediano plazo.

En la tabla 8 se detalla la interpretación de estos resultados:

- La inversión inicial es relativamente alta, pero el sistema fotovoltaico asegura durante el proceso su recuperación en menos de una década.
- Se observa que a partir del año diez, el centro percibirá beneficios netos de manera acumulativa, sin necesidad de nuevas reinversiones relevantes.
- Se muestra que el flujo constante y la vida útil está estimada en 25 años, esto permite prever un ahorro acumulado notable, fortaleciendo la autonomía financiera institucional.
- Dentro del aspecto económico, la inversión aporta a la sostenibilidad operativa y ambiental necesaria para el servicio público.

ANEXO D: Fotografías representativa de instalación propuesta.



ANEXO E: Fotografías representativa de instalación propuesta

Inversor

Inversor híbrido Sail Solar, modelo THOR, conexión Split Phase 10 kW





DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **STALIN DARIO OROZCO ANDRADE**, con C.C: **1203628290** autor del trabajo de titulación: “**PROPUESTA DE UN SISTEMA ENERGÉTICO RENOVABLE ALTERNATIVO PARA CARGAS ESPECIALES OPERATIVAS PARA CENTRO DE SEGURIDAD – BABAHOYO**” previo a la obtención del título de **Magister en Electricidad** en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las instituciones de educación superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de titulación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la SENESCYT a tener una copia del referido trabajo de titulación, con el propósito de generar un repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Guayaquil, 28 de octubre 2025

f. _____

STALIN DARIO OROZCO ANDRADE

C.C: 1203628290



REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA			
FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE TITULACIÓN			
TEMA Y SUBTEMA:	PROPUESTA DE UN SISTEMA ENERGÉTICO RENOVABLE ALTERNATIVO PARA CARGAS ESPECIALES OPERATIVAS PARA CENTRO DE SEGURIDAD - BABAHYO		
AUTOR(ES)	Stalin Darío Orozco Andrade		
REVISOR(ES)/TUTOR(ES)	Ing. Daniel Bohórquez Heras MSc/ Kety Peñafiel Olivo, Mgs/ Diana Bohórquez Heras, Mgs		
INSTITUCIÓN:	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil		
FACULTAD:	Sistema de Posgrado		
CARRERA:	Maestría en Electricidad		
TÍTULO OBTENIDO:	Magister en Electricidad		
FECHA DE PUBLICACIÓN:	28 de octubre 2025	No. DE PÁGINAS:	80
ÁREAS TEMÁTICAS:	SISTEMA FOTOVOLTAICO, PANELES SOLARES, BATERIAS, CELDAS, RADICION SOLAR, HORASOLAR PICO, INVERSOR HÍBRIDO		
PALABRAS CLAVES/KEYWORDS:	Generación Distribuida, Sistemas Híbridos, Energía Solar Fotovoltaica, Baterías de Litio, Ley de Peukert		
RESUMEN/ABSTRACT: El objetivo de la investigación es dar a conocer que existen métodos alternativos de energía renovable para sustentar el flujo de consumo eléctrico a través de la energía solar ya que esta no varía en el país debido a nuestra ubicación geográfica por tanto posee una incidencia eficaz, tenemos varias maneras de utilizar la energía solar y generar otras soluciones pero en este trabajo se desarrolla para usos de generación eléctrica a través de paneles solares fotovoltaicos los cuales a medida del avance tecnológico se están encontrando más accesibles en el mercado a distinción de hace 8 años. El uso de este sistema fotovoltaico está definido para sustentar una optimización del servicio integrado de seguridad ECU911 Babahoyo, el cual por tener como misión gestionar la atención de las situaciones de emergencias de la ciudadanía reportadas a través de su número para emergencia el 911, es imprescindible ya que la plataforma y equipos tecnológicos deben estar siempre activos frente a cualquier evento suscitado los 365 días del año y a cualquier hora que este se amerite.			
ADJUNTO PDF:	☒ SI	☐ NO	
CONTACTO CON AUTOR/ES:	Teléfono:	E-mail: stalin.orozco@cu.ucsg.edu.ec	
CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN (COORDINADOR DEL PROCESO UTE)::	Nombre: Ing. Bayardo Bohórquez, Ph.D		
	Teléfono: 0995147293		
	E-mail: celso.bohorquez@cu.ucsg.edu.ec		
SECCIÓN PARA USO DE BIBLIOTECA			
Nº. DE REGISTRO (en base a datos):			
Nº. DE CLASIFICACIÓN:			
DIRECCIÓN URL (tesis en la web):			