



**UNIVERSIDAD
DEL AZUAY**

Facultad de Ciencia y Tecnología

Tecnología Superior en Electricidad

Diseño e implementación de un sistema fotovoltaico autónomo residencial
para una vivienda de bajo consumo en Santa Cruz, Galápagos

Trabajo previo a la obtención del título de Tecnólogo en electricidad

Esteban Matias Layana Robalino

Director: Ing. Pedro José Crespo Vintimilla

Cuenca - Ecuador

2026

AGRADECIMIENTO

A mi madre, por su amor infinito, por creer en mí incluso en los momentos de duda y por guiarme siempre por el camino del conocimiento y los valores.

A mis abuelos, por su apoyo incondicional y su sabiduría. Gracias a ellos descubrí aquello que realmente despertó mi vocación y pasión.

A mi hermana, por su cariño, sus palabras de aliento y por estar presente en los momentos más difíciles, recordándome siempre que no estaba solo.

A mi novia, Atenea, por caminar a mi lado en las etapas más retadoras, por su paciencia, comprensión y amor. Su apoyo constante y su confianza en mí han sido fundamentales para que pudiera enfocarme en crecer, aprender y alcanzar nuevos conocimientos técnicos que hoy forman parte de mi desarrollo personal y profesional.

RESUMEN

El presente trabajo constituye una memoria técnica sobre el diseño e implementación de un sistema fotovoltaico autónomo residencial para una vivienda de bajo consumo energético ubicada en la ciudad de Puerto Ayora, en la isla Santa Cruz, Galápagos. La propuesta responde a la necesidad de adoptar soluciones energéticas sostenibles en un entorno insular con alta sensibilidad ambiental, donde el crecimiento de la demanda eléctrica exige alternativas que reduzcan la dependencia de combustibles fósiles y el impacto ambiental asociado a la generación convencional de energía.

La metodología empleada es de carácter técnico–aplicado e inicia con el análisis del consumo eléctrico de la vivienda mediante la identificación de las cargas instaladas y la estimación de la demanda energética diaria. Posteriormente, se evalúan las condiciones climáticas y el recurso solar disponible a partir de datos climatológicos locales, lo que permite realizar un dimensionamiento adecuado de los componentes del sistema fotovoltaico, tales como paneles fotovoltaicos, banco de baterías, inversor, protecciones eléctricas y conexión de respaldo a la red, garantizando un funcionamiento seguro y eficiente.

Los resultados obtenidos demostrarán la viabilidad técnica de la implementación de sistemas fotovoltaicos autónomos en viviendas residenciales de bajo consumo en la isla Santa Cruz, constituyéndose en una alternativa energética limpia, confiable y sostenible. Asimismo, el proyecto se alinea con los objetivos de la transición energética de Galápagos y contribuye al fortalecimiento de la formación profesional en el ámbito de la electricidad y las energías renovables.

PALABRAS CLAVE: Energía solar fotovoltaica, sistema fotovoltaico autónomo, vivienda de bajo consumo, energías renovables, eficiencia energética, Galápagos.

ABSTRACT

The present work constitutes a technical report on the design and implementation of a residential autonomous photovoltaic system for a low-energy-consumption household located in Puerto Ayora, on Santa Cruz Island, Galápagos. The proposal addresses the need for sustainable energy solutions in an environmentally sensitive insular context, where the growing electricity demand requires alternatives that reduce dependence on fossil fuels and minimize the environmental impact associated with conventional power generation.

The methodology applied is technical and applied in nature, beginning with an analysis of the household's electrical consumption through the identification of installed loads and the estimation of daily energy demand. Subsequently, local climatic conditions and the available solar resource are evaluated using verified climatological data, enabling the proper sizing of the system components, including photovoltaic panels, battery bank, inverter, electrical protections, and grid backup connection, ensuring safe and efficient operation.

The results will demonstrate the technical feasibility of implementing autonomous photovoltaic systems in low-energy residential buildings on Santa Cruz Island, positioning them as a clean, reliable, and sustainable energy alternative. Furthermore, the project aligns with the energy transition objectives of the Galápagos Islands and contributes to professional training in the field of electricity and renewable energy technologies.

KEY WORDS: Photovoltaic solar energy, autonomous photovoltaic system, low-energy residential building, renewable energy, energy efficiency, Galápagos Islands.

Índice de contenido

1.	Introducción.....	1
1.1	Contexto.....	1
1.2	Problemática	2
1.3	Justificación	3
1.4	Marco teórico	3
1.5	Alcance del trabajo	4
2	Objetivo general	4
3	Objetivos específicos.....	4
4	Procedimiento	5
4.1	Análisis de consumo diario de vivienda.....	5
4.2	Análisis climático estacional (Puerto Ayora – Santa Cruz).....	6
4.3	Proyección del recurso solar para Puerto Ayora – año 2026	8
4.4	Relevancia para el dimensionamiento del sistema fotovoltaico.....	9
4.5	Dimensionamiento técnico del sistema fotovoltaico	9
4.6	Componentes del sistema	15
4.7	Instalación del sistema fotovoltaico	19
4.8	Viabilidad.....	21
4.9	Comparación con estudios previos en Galápagos y Ecuador	22
4.10	Funcionamiento final del sistema	24
5	Resultados	28
6	Conclusiones.....	29
7	Lista de referencias	30
8	Anexos.....	33

Índice de imágenes

<i>Imagen 1: Ubicación de la base meteorológica en Puerto Ayora, Santa Cruz.</i>	<i>6</i>
<i>Imagen 2: Datos climatológicos enero 2024-2026 en Puerto Ayora</i>	<i>6</i>
<i>Imagen 3: Panel fotovoltaico.....</i>	<i>16</i>
<i>Imagen 4: Batería.....</i>	<i>16</i>
<i>Imagen 5: Inversor</i>	<i>17</i>
<i>Imagen 6: Otras herramientas usadas durante la instalación</i>	<i>18</i>
<i>Imagen 7: Breakers de seguridad</i>	<i>19</i>
<i>Imagen 8: Diagrama de conexión del sistema fotovoltaico instalado</i>	<i>21</i>

Índice de tablas

<i>Tabla 1: Porcentaje de generación de fuentes de energía a nivel provincial.....</i>	<i>2</i>
<i>Tabla 2: Consumo diario de la vivienda.....</i>	<i>5</i>
<i>Tabla 3: Comparación del clima en Puerto Ayora entre enero 2024 y enero 2026</i>	<i>7</i>
<i>Tabla 4: Detalles del panel.....</i>	<i>16</i>
<i>Tabla 5: Detalles de la batería</i>	<i>17</i>
<i>Tabla 6: Detalles del inversor</i>	<i>17</i>
<i>Tabla 7: Precios de los componentes principales del sistema fotovoltaico</i>	<i>19</i>
<i>Tabla 8: Consumo diario de las cargas en el mes de marzo 2026</i>	<i>25</i>
<i>Tabla 9: Consumo diario de las cargas en el mes de abril 2026</i>	<i>26</i>

Índice de ecuaciones

<i>Ecuación 1</i>	10
<i>Ecuación 2</i>	11
<i>Ecuación 3</i>	11
<i>Ecuación 4</i>	12
<i>Ecuación 5</i>	12
<i>Ecuación 6</i>	13
<i>Ecuación 7</i>	14

1. Introducción

La generación eléctrica en territorios insulares como la provincia de Galápagos depende mayoritariamente del uso de combustibles fósiles importados. En el diagnóstico energético del archipiélago se establece que:

“La generación eléctrica en Galápagos depende mayoritariamente de combustibles fósiles importados, lo que incrementa los costos y los riesgos ambientales” (Gómez et al., 2024, p. 09).

Esta condición evidencia la necesidad de fortalecer la incorporación de fuentes renovables dentro de la matriz energética insular, en concordancia con las metas proyectadas al año 2050.

Asimismo, el Plan de Transición Energética de Galápagos establece como objetivo estratégico la reducción progresiva del consumo de combustibles fósiles para generación eléctrica y el impulso de sistemas de generación distribuida basados en energías renovables (Ministerio de Energía y Minas, 2023).

El diseño de sistemas fotovoltaicos en Galápagos requiere considerar las condiciones climáticas locales, caracterizadas por variaciones estacionales del recurso solar, alta humedad relativa y presencia frecuente de nubosidad. Estas condiciones influyen directamente en el rendimiento de los sistemas y deben ser analizadas previamente al dimensionamiento técnico.

El presente trabajo tiene como objetivo diseñar e implementar un sistema fotovoltaico autónomo con respaldo en la red eléctrica para una vivienda de bajo consumo en Puerto Ayora, fundamentado en el análisis real de demanda energética y comportamiento climático.

1.1 Contexto

La provincia de Galápagos ha iniciado un proceso progresivo de incorporación de energías renovables en su matriz eléctrica. Según el Informe de Rendición de Cuentas 2024 de la Empresa Eléctrica Provincial Galápagos (ELECGALÁPAGOS, 2025): “La participación de generación con fuentes renovables en la provincia alcanzó el 8% durante

el año 2024.” (p. 07). Como podemos observar en la siguiente tabla una comparación entre el año 2023 y 2024.

Tabla 1: Porcentaje de generación de fuentes de energía a nivel provincial

Año	Fuente	Térmico	Eólico	Fotovoltaico	Total
2023	MWH	71,543.16	2,592.12	5,014.82	79,150.11
	%	91%	3%	6%	100%
2024	MWH	70.076.97	1.736.93	4.766.11	76.580.01
	%	92%	2%	6%	100%

Fuente: [ELECGALAPAGOS S.A., Jefatura de Planificación \(p. 7\)](#)

Este valor evidencia avances importantes, aunque todavía limitados frente a las metas de descarbonización establecidas para el archipiélago.

En el ámbito académico, investigaciones previas como las de Buitrón López (2015), han analizado el proceso de cambio de la matriz energética en Santa Cruz, destacando la importancia de proyectos renovables dentro del contexto insular.

1.2 Problemática

El aprovechamiento de la energía solar fotovoltaica se fundamenta en el efecto fotovoltaico, el cual permite la conversión directa de la radiación solar en energía eléctrica.

El funcionamiento básico de un sistema fotovoltaico comprende la captación de radiación solar a través de módulos, la regulación de la energía generada, su almacenamiento en baterías y la conversión de corriente continua en corriente alterna mediante un inversor

Desde una perspectiva más amplia, la diversificación de la matriz energética ecuatoriana mediante el uso de energías renovables constituye una estrategia para reducir la dependencia de combustibles fósiles y mitigar impactos ambientales (Castro, 2011).

En el contexto de Puerto Ayora, a pesar del potencial solar existente, el aprovechamiento de la energía fotovoltaica a nivel residencial aún presenta limitaciones técnicas relacionadas con el adecuado dimensionamiento de los sistemas y la consideración de las condiciones climáticas locales. Además, Alonso Montes et al. (2007) señalan que: “Puede existir un déficit de especialistas en energía solar fotovoltaica debido al crecimiento tan

rápido de la industria y el mercado, adicional a las pocas instituciones han incorporado seriamente en sus planes de estudio asignaturas sobre el tema” (p. 26).

1.3 Justificación

La implementación de sistemas fotovoltaicos en territorios insulares como Galápagos representa una alternativa importante para reducir la dependencia de combustibles fósiles utilizados en la generación eléctrica. En el archipiélago, gran parte de la energía aún se produce mediante generación térmica basada en diésel, lo que implica costos elevados de operación y riesgos ambientales asociados al transporte y almacenamiento de combustibles (Gómez et al., 2024).

De igual manera, Ríos (2009) afirma que “algunos países desarrollados se han tomado muy en serio encontrar una solución definitiva a la crisis energética, entre otras razones, por el problema del calentamiento global y por la disminución de los recursos fósiles.” (p. 4)

Por lo tanto, el presente estudio resulta pertinente al plantear el diseño e implementación de un sistema fotovoltaico residencial adaptado a las condiciones climáticas y energéticas de Puerto Ayora. Además, el proyecto aporta una aplicación práctica de los conocimientos adquiridos durante la formación tecnológica en electricidad, contribuyendo al desarrollo de soluciones energéticas sostenibles en el ámbito local.

1.4 Marco teórico

La energía solar fotovoltaica es una tecnología de generación eléctrica que aprovecha la radiación solar para producir energía mediante el efecto fotovoltaico. Este fenómeno ocurre cuando ciertos materiales semiconductores convierten la energía de la luz en corriente eléctrica al ser expuestos a la radiación solar (Alonso Montes et al., 2007).

Un sistema fotovoltaico residencial está compuesto principalmente por módulos solares, reguladores de carga, banco de baterías, inversor y dispositivos de protección eléctrica. Cada uno de estos componentes cumple una función específica dentro del sistema, permitiendo captar la energía solar, almacenarla y convertirla en electricidad utilizable para las cargas domésticas.

El dimensionamiento adecuado de estos sistemas requiere considerar variables como la demanda energética de la vivienda, las condiciones climáticas del lugar de instalación y las pérdidas propias del sistema. En regiones insulares como Galápagos, el análisis

climático adquiere especial importancia debido a la variabilidad estacional de la radiación solar y la presencia frecuente de nubosidad (Macancela Cabrera, 2018).

En este sentido, el diseño de sistemas fotovoltaicos debe realizarse considerando el período más desfavorable de generación solar, garantizando así la continuidad del suministro eléctrico incluso durante condiciones climáticas menos favorables.

1.5 Alcance del trabajo

El presente trabajo se enfoca en el diseño e implementación de un sistema fotovoltaico autónomo con respaldo en la red eléctrica para una vivienda de bajo consumo energético ubicada en la ciudad de Puerto Ayora, en la isla Santa Cruz, provincia de Galápagos.

El estudio comprende el análisis del consumo eléctrico de la vivienda, el análisis climático del recurso solar disponible en la zona y el dimensionamiento técnico de los componentes principales del sistema fotovoltaico, incluyendo módulos solares, banco de baterías, inversor y protecciones eléctricas. Asimismo, el proyecto contempla la instalación del sistema y la evaluación de su viabilidad técnica para el abastecimiento energético de la vivienda analizada.

Por otra parte, el presente trabajo no incluye análisis económicos detallados, estudios de retorno de inversión ni simulaciones energéticas a largo plazo, ya que el enfoque principal se centra en el diseño técnico y la implementación del sistema fotovoltaico residencial.

2 Objetivo general

Diseñar e implementar un sistema fotovoltaico residencial autónomo con respaldo en la red eléctrica, para una vivienda de bajo consumo energético en la ciudad Puerto Ayora, ubicada en la isla Santa Cruz, Galápagos, garantizando un suministro eléctrico eficiente y seguro.

3 Objetivos específicos

- Analizar el consumo eléctrico de una vivienda de bajo consumo mediante la identificación de cargas y demanda energética diaria.
- Dimensionar técnicamente los componentes del sistema fotovoltaico autónomo considerando las condiciones climáticas y energéticas de la isla Santa Cruz.

- Realizar la instalación eléctrica del sistema fotovoltaico en la vivienda.

4 Procedimiento

El desarrollo del proyecto se realizó mediante una metodología técnico–aplicada estructurada en cuatro etapas principales: análisis de consumo, análisis climático, dimensionamiento técnico e instalación final.

4.1 Análisis de consumo diario de vivienda

En una primera etapa se efectuó el levantamiento y análisis del consumo eléctrico de la vivienda objeto de estudio. Para ello, se identificaron los equipos eléctricos instalados, su potencia nominal, la cantidad de unidades y el tiempo promedio de uso diario. Con esta información se estimó la demanda energética diaria y mensual de la vivienda, la cual se organizó en una tabla de consumo eléctrico.

El análisis permitió clasificar a la vivienda dentro de un perfil de bajo consumo energético, dado su reducido número de cargas y el uso predominante de equipos de alta eficiencia. En este sentido, se consideró que la eficiencia energética de la vivienda desempeñó un papel fundamental en la reducción de la demanda eléctrica, ya que, como señalan estudios especializados como el de Castro (2011), “es una de las estrategias requeridas para reducir la explosiva demanda creciente de energía”. (p.33)

Tabla 2: Consumo diario de la vivienda

Artefactos	Potencia (W)	Cantidad	Aproximación de horas de consumo diario	consumo diario en kWh
Televisión	75	1	3	0,23
Focos LED	10	5	5	0,25
Cargador de celular	15	1	1	0,02
Cargador de batería para bicicleta	250	1	2	0,5
Total diario kWh				0,99
Total mensual kWh				29,7

Cabe indicar que los valores obtenidos en la tabla de consumo representaron una estimación referencial, ya que el consumo real puede variar en función de los hábitos de uso y de factores externos.

4.2 Análisis climático estacional (Puerto Ayora – Santa Cruz)

Posteriormente, se realizó el análisis de las condiciones climáticas y del recurso solar disponible en la zona de estudio. Para este propósito, se empleó la Galapagos Climatology Database (Charles Darwin Foundation, s. f.), de la Charles Darwin Foundation, la cual proporciona registros históricos diarios provenientes de estaciones meteorológicas locales.

Imagen 1: Ubicación de la base meteorológica en Puerto Ayora, Santa Cruz.

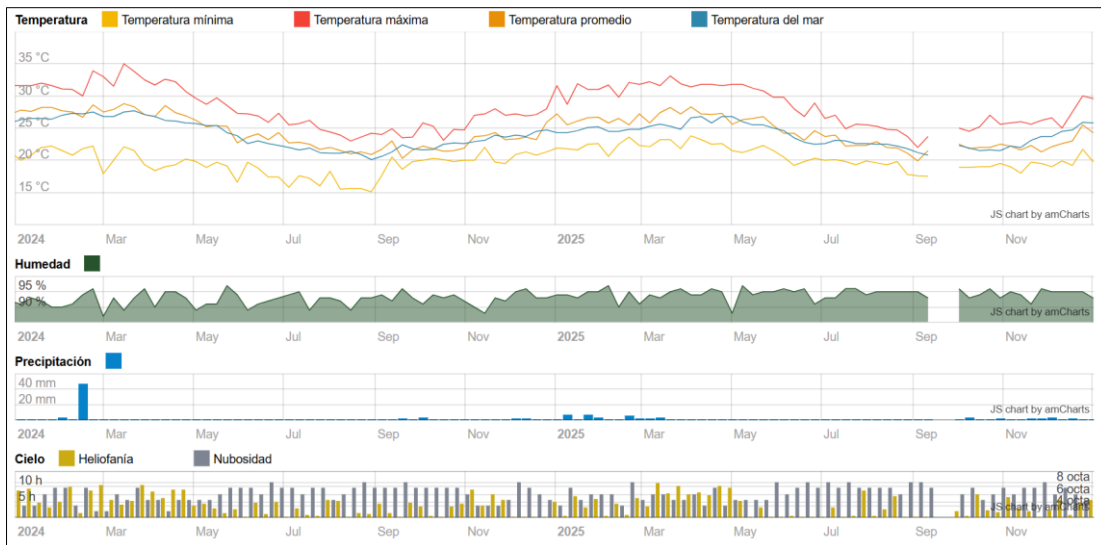
Latitud: -0.743708
Longitud: -90.302647
Altitud: 2 m s. n. m.
Tipo de Estación: Meteorológica



Fuente: <https://datazone.darwinfoundation.org/es/clima/puerto-ayora>

El análisis de los datos comprendidos entre enero de 2024 y enero de 2026 permitió identificar variaciones estacionales entre la época húmeda y la época seca, así como evaluar el comportamiento del recurso solar en la ciudad de Puerto Ayora. Estudios recientes como el de Aguayo Alcívar y Rivera Espinoza (2025), sobre la caracterización climática en la isla Santa Cruz han señalado la existencia de regímenes estacionales diferenciados que influyen directamente en variables como radiación solar, temperatura, humedad relativa y nubosidad.

Imagen 2: Datos climatológicos enero 2024-2026 en Puerto Ayora



Fuente: <https://datazone.darwinfoundation.org/es/clima/puerto-ayora>

Tabla 3: Comparación del clima en Puerto Ayora entre enero 2024 y enero 2026

Variable climática	Época húmeda (enero–mayo)	Época seca (junio–diciembre)
Temperatura media del aire (°C)	26,72	22,48
Temperatura mínima promedio (°C)	21,45	19,01
Temperatura máxima promedio (°C)	30,9	25,68
Humedad relativa promedio (%)	92,01	93,07
Precipitación promedio (mm/día)	4,63	0,32
Horas de sol promedio (h/día)	5,9	2,25
Nubosidad promedio (escala 0–8)	5,19	6,56

Se observa que la época seca presenta menor heliofanía y mayor nubosidad, lo que reduce las horas efectivas de radiación solar y afecta la generación fotovoltaica.

El análisis climático estacional realizado para la ciudad de Puerto Ayora, ubicada en el cantón Santa Cruz de la provincia de Galápagos, permite identificar dos períodos climáticos claramente diferenciados: la época húmeda, comprendida entre los meses de enero y mayo, y la época seca, que se extiende desde junio hasta diciembre. Esta diferenciación responde principalmente a la influencia de las corrientes oceánicas y a la dinámica atmosférica característica del archipiélago.

Durante la época húmeda se registran temperaturas del aire más elevadas y una mayor precipitación. Sin embargo, la nubosidad es relativamente menor en comparación con la

época seca, lo que permite una mayor disponibilidad de horas de sol efectivo por día. Estas condiciones favorecen la generación de energía mediante sistemas fotovoltaicos.

Por el contrario, la época seca se caracteriza por temperaturas ligeramente más bajas, una reducción significativa de las precipitaciones y un aumento de la nubosidad asociado a la presencia frecuente del fenómeno de la garúa. Esta condición atmosférica reduce las horas de radiación solar disponibles y afecta directamente la generación eléctrica de los sistemas fotovoltaicos.

Estudios realizados en el archipiélago, como el presentado por Moreno y Carvajal (2013), señalan que: “Debido al cambio estacional invierno-verano, el perfil de variación estacional de la potencia pico varía desde -15% hasta +20% con respecto a la media de potencia pico anual” (p. 137).

En términos generales, el comportamiento climático en todo Galápagos evidencia variaciones moderadas en temperatura, pero cambios significativos en la radiación solar disponible y en la nubosidad entre la época húmeda y la época seca. Estos factores constituyen variables fundamentales que deben ser consideradas durante el diseño y dimensionamiento de sistemas fotovoltaicos en zonas insulares.

4.3 Proyección del recurso solar para Puerto Ayora – año 2026

A partir del análisis de los datos climáticos correspondientes al período 2024–2025, es posible realizar una proyección del comportamiento esperado del recurso solar para el año 2026 en Puerto Ayora, Santa Cruz. Dado que los patrones climáticos observados presentan una alta repetitividad interanual, se estima que las condiciones solares para el año proyectado mantendrán una tendencia similar.

Se prevé que durante los meses correspondientes a la época húmeda el recurso solar continúe siendo más favorable, con mayores horas de sol efectivo y mejores condiciones para la generación fotovoltaica. En cambio, durante la época seca persistirá la disminución de la radiación solar disponible, asociada al incremento de la nubosidad y a la reducción de horas de insolación diaria.

Esta proyección permite identificar a la época seca como el escenario más desfavorable para la producción de energía solar en Puerto Ayora. Por tanto, el diseño del sistema fotovoltaico debe considerar este período crítico como base para el cálculo de la potencia

instalada y la capacidad de almacenamiento, garantizando así la continuidad del suministro eléctrico a lo largo del año.

4.4 Relevancia para el dimensionamiento del sistema fotovoltaico

El análisis climático estacional y la proyección del recurso solar constituyen elementos fundamentales para el dimensionamiento adecuado del sistema fotovoltaico propuesto en este proyecto de titulación. Las condiciones particulares de Puerto Ayora, al tratarse de una zona insular con alta humedad, elevada nubosidad y variabilidad en la radiación solar, requieren un enfoque de diseño cuidadoso y técnicamente sustentado.

De acuerdo con Macancela (2018), la energía solar fotovoltaica se basa en la utilización de células solares o fotovoltaicas, fabricadas con materiales semiconductores cristalinos que, por efecto fotovoltaico, generan corriente eléctrica cuando sobre los mismos incide la radiación solar (p. 05).

La marcada reducción de horas de sol durante la época seca obliga a dimensionar el sistema considerando las condiciones más desfavorables de generación. Esto implica la necesidad de un adecuado sobredimensionamiento del campo fotovoltaico y, especialmente, del sistema de almacenamiento energético, con el fin de asegurar el suministro eléctrico continuo durante períodos prolongados de baja irradiancia.

Adicionalmente, la alta humedad relativa presente durante todo el año en Puerto Ayora hace indispensable la selección de equipos y componentes eléctricos con niveles de protección adecuados, así como la implementación de medidas que mitiguen los efectos de la corrosión y el deterioro prematuro de los sistemas.

En este contexto, la información climática analizada proporciona una base técnica sólida para la toma de decisiones en el diseño del sistema fotovoltaico residencial, permitiendo optimizar su rendimiento, confiabilidad y vida útil, y asegurando su adecuada adaptación a las condiciones ambientales propias de la isla Santa Cruz, Galápagos.

4.5 Dimensionamiento técnico del sistema fotovoltaico

En una tercera etapa se llevó a cabo el dimensionamiento técnico del sistema fotovoltaico autónomo, considerando la demanda energética previamente calculada y el recurso solar disponible. De acuerdo con el Manual de instalación de sistemas fotovoltaicos domiciliarios del Proyecto EnDev/GIZ (2013), un dimensionamiento adecuado de los componentes es esencial para garantizar la eficiencia, seguridad y confiabilidad del

sistema.

Dimensionamiento del campo fotovoltaico

Para el cálculo de la potencia requerida del generador fotovoltaico se utilizó la siguiente expresión:

Ecuación 1

$$P_{FV} = \frac{E_d}{HSP \times \eta_s}$$

Donde:

- P_{FV} = Potencia requerida del campo fotovoltaico (W)
- E_d = Energía diaria demandada (Wh/día)
- HSP = Horas sol pico del mes más desfavorable
- η_s = Rendimiento global del sistema (0,75 – 0,80)

Para Puerto Ayora en época seca:

HSP promedio = 2,25 h/día

$E_d = 990$ Wh/día

$\eta_s = 0,75$

$$P_{FV} = \frac{990}{2,25 \times 0,75}$$

$$P_{FV} = \frac{990}{1,6875}$$

$$P_{FV} = 586,6W$$

Se seleccionó una potencia instalada de 600 Wp, lo cual cubre adecuadamente la demanda incluso en el mes crítico.

Selección y cantidad de módulos fotovoltaicos

Para la selección de módulos se consideró el uso de paneles policristalinos marca Solarex, con las siguientes características nominales:

- Potencia máxima: $P_{mód} = 150 W$

- Voltaje nominal: $V_{mód} = 22,0 V$
- Corriente de operación: $I_{mód} = 5,44 A$

El número de módulos requeridos se calculó como:

Ecuación 2

$$N = \frac{P_{FV}}{P_{mód}}$$

$$N = \frac{586,6}{150} = 3,91$$

Dado que el número de módulos debe ser entero, se seleccionaron 4 módulos fotovoltaicos.

Dimensionamiento del banco de baterías

La capacidad requerida del banco de baterías se calculó mediante:

Ecuación 3

$$C_{bat} = \frac{E_d \times N}{V_{sist} \times PD}$$

Donde:

- C_{bat} = Capacidad en Ah
- E_d = Energía diaria (Wh)
- N = Días de autonomía (2 días)
- V_{sist} = Voltaje del sistema (24 V)
- PD = Profundidad de descarga (0,80)

$$C_{bat} = \frac{990 \times 2}{24 \times 0,8}$$

$$C_{bat} = \frac{1980}{19,2}$$

$$C_{bat} = 103Ah$$

Se seleccionó una batería de 100 Ah, valor técnicamente aceptable considerando respaldo en red.

Ecuaciones para cantidad de baterías en serie y en paralelo

El número de baterías necesarias en serie se calculó mediante la siguiente expresión:

Ecuación 4

$$N_s = \frac{V_{sist}}{V_{bat}}$$

Donde:

- N_s = número de baterías en serie
- V_{sist} = voltaje nominal del sistema (V)
- V_{bat} = voltaje nominal de cada batería (V)

En el presente proyecto, el sistema trabaja a un voltaje nominal de 24 VDC, mientras que la batería seleccionada (MUST LP15-24100) posee un voltaje nominal de 25,6 V.

$$N_s = \frac{24}{25,6} = 0,94$$

Dado que la batería seleccionada corresponde comercialmente a sistemas de 24 V, se establece que una sola unidad cumple con el requisito de voltaje nominal del sistema. Por lo tanto:

$$N_s = 1$$

Cálculo del número de baterías en paralelo

El número de baterías en paralelo se determinó en función de la capacidad requerida previamente calculada para el banco de almacenamiento:

Ecuación 5

$$N_p = \frac{C_{req}}{C_{bat}}$$

Donde:

- N_p = número de baterías en paralelo
- C_{req} = capacidad requerida del banco (Ah)
- C_{bat} = capacidad nominal de cada batería (Ah)

Considerando que la capacidad requerida es de aproximadamente 103 Ah y que la batería seleccionada posee una capacidad nominal de 100 Ah, se obtiene:

$$N_p = \frac{103}{100} = 1,03$$

Al tratarse de un sistema con respaldo en red eléctrica y considerando que la diferencia entre la capacidad requerida y la capacidad nominal es mínima, se adopta una configuración de una sola batería en paralelo.

Por lo tanto:

$$N_p = 1$$

Número total de baterías

El número total de baterías del sistema se determina mediante:

Ecuación 6

$$N_{total} = N_s \times N_p$$

$$N_{total} = 1 \times 1 = 1$$

En consecuencia, el banco de almacenamiento energético del sistema fotovoltaico estará conformado por una batería de litio MUST LP15-24100 de 25,6 V y 100 Ah, la cual cumple con los requerimientos de voltaje y capacidad establecidos para la vivienda de bajo consumo analizada.

El cálculo teórico del banco de baterías determinó una capacidad requerida aproximada de 103 Ah para garantizar dos días de autonomía a 24 V y una profundidad de descarga del 80 %. Sin embargo, en el mercado local las baterías se comercializan en capacidades

nominales estandarizadas (80 Ah, 100 Ah, 120 Ah, etc.), no existiendo una opción de 103 Ah.

Por esta razón, se seleccionó una batería de 100 Ah, cuyo valor se aproxima al cálculo teórico con una diferencia menor al 3 %, considerada técnicamente aceptable para un sistema de bajo consumo.

Además, el sistema cuenta con respaldo a la red eléctrica, lo que reduce el riesgo de interrupción del suministro en condiciones de baja irradiancia prolongada. Asimismo, el perfil energético de la vivienda es reducido y estable, lo que disminuye la probabilidad de descargas profundas frecuentes.

Finalmente, se consideró la viabilidad económica del proyecto, priorizando una solución funcional y escalable que permita futuras ampliaciones del sistema de almacenamiento en caso de incremento de la demanda eléctrica.

Cálculo del inversor

La potencia del inversor debe cubrir la potencia simultánea máxima:

TV: 75 W

5 focos :50 W

Cargador de celular: 15 W

Cargador bici: 250 W

Ecuación 7

$$75 + 50 + 15 + 250 = 390 W$$

Potencia simultánea estimada \approx 400–500 W

Se seleccionó inversor de 2000 W, lo cual proporciona:

- Margen de seguridad superior al 300 %
- Capacidad para futuras ampliaciones
- Mejor comportamiento ante picos de arranque

La potencia simultánea estimada para las cargas actuales de la vivienda se encuentra en el rango aproximado de 400 a 500 W. Sin embargo, se seleccionó un inversor de 2000 W con el objetivo de garantizar confiabilidad operativa y permitir la expansión futura del sistema.

En la práctica, el dimensionamiento del inversor no solo depende de la carga promedio, sino también de la necesidad de soportar variaciones operativas, picos momentáneos y, principalmente, la incorporación progresiva de nuevas cargas eléctricas. En este sentido, el presente proyecto fue concebido como la implementación de una etapa inicial de un sistema fotovoltaico residencial para una vivienda de bajo consumo, con proyección de ampliación conforme aumente la demanda energética del usuario. Además, el inversor seleccionado incorpora tecnología de seguimiento del punto de máxima potencia (MPPT), lo que permite optimizar el aprovechamiento de la energía generada por los módulos solares bajo diferentes condiciones de radiación.

Por lo tanto, el sobredimensionamiento del inversor se justifica como una decisión de diseño orientada a la escalabilidad del sistema, evitando la necesidad de reemplazo del equipo en futuras ampliaciones y mejorando la flexibilidad de operación del conjunto fotovoltaico.

4.6 Componentes del sistema

El sistema fotovoltaico autónomo propuesto para la vivienda de bajo consumo en Puerto Ayora está conformado por un conjunto de elementos eléctricos y electrónicos que permiten la captación, conversión, almacenamiento y distribución de la energía generada a partir de la radiación solar. La correcta selección e integración de estos componentes es fundamental para garantizar el funcionamiento seguro y eficiente del sistema.

De acuerdo con el Manual para la conexión y mantenimiento de sistemas solares autónomos (Vumen, 2022), un sistema fotovoltaico aislado o híbrido está compuesto principalmente por módulos solares, controlador de carga, banco de baterías, inversor, protecciones eléctricas y sistema de conexión, los cuales deben instalarse respetando criterios técnicos de seguridad y compatibilidad eléctrica.

A continuación, presentaré los elementos principales usados en esta instalación.

Imagen 3: Panel fotovoltaico



Fuente: https://http2.mlstatic.com/D_NQ_NP_689978-MLM40597030401_012020-O.webp

Tabla 4: Detalles del panel

Especificación	Valor
Marca	Solarex
Tipo de panel	Policristalino
Potencia máxima	150 Watts
Voltaje nominal	22.0 Voltios
Corriente nominal	5.44 Amperios

Imagen 4: Batería



Fuente: https://cdn.ensolar.com/Product/logo/storage_system/61d3c03edebdb.jpg

Tabla 5: Detalles de la batería

Especificación	Valor
Marca	MUST
Modelo	LP15-24100
Tipo de batería	Litio (LiFePO4)
Voltaje nominal	25,6 V
Capacidad nominal	100 Ah
Energía nominal	2560 Wh (2,56 kWh)
Profundidad de descarga	80%
Energía útil	2048 Wh

Imagen 5: Inversor



Fuente: <https://es.mustenergy.com/wp-content/uploads/2024/08/PV18LV-001.jpg>

Tabla 6: Detalles del inversor

Parámetro	Especificación
Marca	MUST
Nombre del modelo	PV1800
Código / MD	PV18-2024 LV
Potencia nominal	2000 VA / 2000 W
Factor de potencia	1.0
Voltaje del sistema	24 VDC

Corriente de entrada DC	95 A
Voltaje de salida AC	120 VAC
Frecuencia de salida	50 / 60 Hz
Corriente de salida AC	16,7 A
Fases	Monofásico
Voltaje de entrada	120 VAC
Corriente de entrada	24,7 A
Salida DC del cargador AC	24 VDC / 40 A
Tipo de controlador solar	MPPT
Corriente nominal del cargador solar	60 A
Rango de voltaje MPPT	30 – 128 VDC
Voltaje máximo solar (Voc)	160 VDC
Corriente máxima de carga	100 A
Rango de temperatura de operación	-10 °C a 50 °C
Clase de protección	Clase I
Grado de protección	IP20

Imagen 6: Otras herramientas usadas durante la instalación



Fuente: [\(Proyecto EnDev/GIZ, 2013. p 22\)](#)

Imagen 7: Breakers de seguridad



Fuente: <https://implosa-tmp.s3.amazonaws.com/I/Fotos/22268-A.webp>

Se usaron un total de 4 breakers entre 30, 40 y 50 amperios.

Tabla 7: Precios de los componentes principales del sistema fotovoltaico

Elemento	Precio unitario	Cantidad	Total
Panel solar fotovoltaico	\$ 120,00	4	\$ 480,00
Inversor	\$ 340,00	1	\$ 340,00
Batería	\$ 412,00	1	\$ 412,00
Breaker de 50 amperios	\$ 15,00	1	\$ 15,00
Breaker de 40 amperios	\$ 11,00	1	\$ 11,00
Breaker de 30 amperios	\$ 12,00	2	\$ 24,00
Total			\$ 1.275,00

Los valores presentados corresponden a precios referenciales obtenidos en el mercado al momento de la elaboración del proyecto. Estos costos pueden variar según el proveedor, la disponibilidad de los equipos y las condiciones de adquisición.

La selección de los componentes del sistema se realizó considerando la compatibilidad eléctrica entre los equipos.

Asimismo, la corriente de carga del controlador solar y los parámetros de operación del inversor permiten una adecuada gestión del sistema de almacenamiento y de las cargas de la vivienda. Esta compatibilidad entre los componentes garantiza un funcionamiento eficiente y seguro del sistema fotovoltaico implementado.

4.7 Instalación del sistema fotovoltaico

La instalación del sistema fotovoltaico se realizó considerando criterios básicos de seguridad eléctrica, correcta selección de conductores y el uso de dispositivos de protección adecuados para cada sección del sistema. La disposición de los equipos fue

organizada de manera que el inversor y la batería se ubiquen en el mismo cuarto, lo que permite reducir la longitud del cableado en corriente continua y minimizar las pérdidas eléctricas.

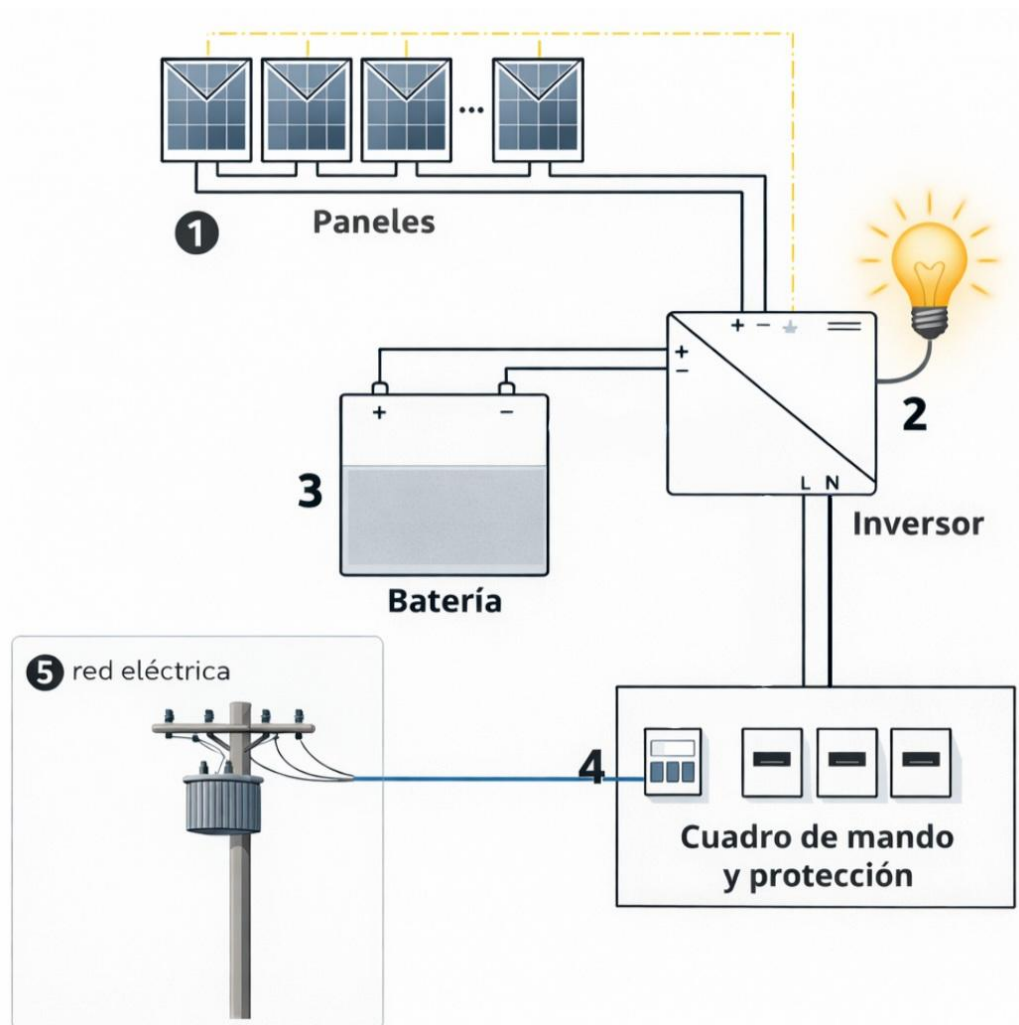
En primer lugar, se realizó la conexión del sistema con la red eléctrica de la vivienda. Para ello se tomó una fase y un neutro desde el tablero principal, los cuales fueron conducidos hacia el inversor mediante un cable de calibre N° 8. En esta línea se instaló un breaker de protección de 40 A en corriente alterna (AC) ubicado en el tablero principal. Antes de ingresar al cuarto donde se encuentran los equipos se colocó un segundo breaker de protección de 30 A AC, con el fin de proporcionar un punto adicional de seccionamiento y protección del sistema. Para esta conexión se utilizaron aproximadamente 12 metros de conductor.

Posteriormente se realizó la instalación del campo fotovoltaico. Los módulos solares se conectaron en serie utilizando conductores de calibre N° 10 adecuados para corriente continua. Antes de la bajada del cableado hacia el inversor se instaló un breaker de protección de 30 A en corriente continua (DC), cuya función es proteger el circuito proveniente de los paneles solares frente a posibles sobrecorrientes o fallas.

En cuanto al sistema de almacenamiento, la batería fue instalada junto al inversor con el fin de reducir la longitud del cableado en corriente continua y mejorar la eficiencia del sistema. La conexión entre la batería y el inversor se realizó mediante conductores de calibre N° 6, incorporando un breaker de protección de 50 A en corriente continua (DC) ubicado entre ambos equipos.

La selección del calibre de los conductores y de los dispositivos de protección se realizó considerando la corriente nominal de operación del sistema y un margen de seguridad adecuado para evitar sobrecalentamientos o fallas eléctricas. De esta manera, el sistema quedó organizado en tres circuitos principales: el circuito fotovoltaico proveniente de los módulos solares, el circuito de almacenamiento correspondiente al banco de baterías y el circuito de conexión con la red eléctrica de la vivienda. Cada uno de estos circuitos cuenta con protecciones eléctricas independientes, lo que permite garantizar un funcionamiento seguro y facilitar las labores de mantenimiento o desconexión del sistema cuando sea necesario.

Imagen 8: Diagrama de conexión del sistema fotovoltaico instalado



Fuente: Elaboración propia, inspirado en: <https://www.helioesfera.com/diagrama-sistema-fotovoltaico/>

4.8 Viabilidad

La incorporación de respaldo a la red eléctrica en el sistema fotovoltaico diseñado responde tanto a criterios técnicos como económicos. En sistemas residenciales de pequeña escala, el banco de baterías representa uno de los componentes de mayor incidencia en el costo total de la instalación, influyendo directamente en el período de recuperación de la inversión.

Uriol Paulini (2020) afirma que: “El uso de baterías constituye una alta inversión que en la mayoría de casos no se justifica debido a que la energía de la red es relativamente más barata” (p. 41).

En este sentido, diversos estudios han demostrado que la integración de un sistema fotovoltaico con respaldo en la red eléctrica permite optimizar la capacidad de almacenamiento requerida, reduciendo el sobredimensionamiento del banco de baterías sin comprometer la confiabilidad del suministro energético.

Estos sistemas pueden suplir la demanda en casos de emergencia o situaciones en las que la energía almacenada resulta insuficiente para cubrir la demanda durante periodos largos de tiempo o dónde no ha sido factible producir energía con los paneles solares fotovoltaicos (Prado Gaibor, 2020, p. 16).

En el presente proyecto, el respaldo a la red fue incorporado como estrategia de confiabilidad ante la variabilidad estacional del recurso solar en Puerto Ayora, permitiendo mantener una capacidad de almacenamiento ajustada al perfil real de consumo de la vivienda. Esta decisión contribuye a la viabilidad económica del sistema y facilita su futura ampliación conforme aumente la demanda energética del usuario.

Es importante señalar que el sistema no está configurado para la inyección de energía hacia la red pública. El inversor utilizado opera en modo de respaldo, por lo que la red eléctrica actúa únicamente como fuente auxiliar de alimentación cuando la generación fotovoltaica o el almacenamiento en baterías no son suficientes para abastecer las cargas de la vivienda. De esta manera, el flujo de energía se mantiene dirigido únicamente hacia el consumo interno de la vivienda, evitando la exportación de energía hacia la red de distribución. Esta configuración permite mantener la seguridad del sistema eléctrico doméstico y simplifica la implementación del proyecto, ya que no requiere sistemas de medición bidireccional ni permisos especiales para la inyección de energía a la red pública.

La implementación de sistemas fotovoltaicos residenciales con respaldo a la red se alinea con los lineamientos de la transición energética de Galápagos, que promueven la incorporación progresiva de energías renovables como alternativa para disminuir la dependencia de combustibles fósiles en la generación eléctrica (Gómez et al., 2024).

4.9 Comparación con estudios previos en Galápagos y Ecuador

El sistema fotovoltaico propuesto en el presente trabajo fue dimensionado considerando el perfil real de consumo de una vivienda de bajo consumo en Puerto Ayora, así como las

condiciones climáticas desfavorables identificadas durante la época seca. Con el fin de contextualizar los resultados obtenidos, se realizó una comparación con estudios desarrollados previamente tanto en Galápagos como en el territorio continental ecuatoriano.

En el ámbito local, el estudio desarrollado por Armijos Saldaña (2020) evaluó el uso de energía solar fotovoltaica como alternativa de mitigación de emisiones en Santa Cruz, Galápagos. En dicho trabajo se destaca el potencial solar de la isla y la viabilidad técnica de sistemas fotovoltaicos como estrategia de reducción de dependencia de combustibles fósiles. En comparación, el sistema diseñado en el presente proyecto presenta una menor potencia instalada (600 Wp), debido al perfil específico de bajo consumo analizado; sin embargo, ambos estudios coinciden en la importancia del dimensionamiento basado en datos climáticos locales y en la necesidad de incorporar soluciones adaptadas al contexto insular.

A nivel metodológico, investigaciones como la desarrollada por Peña Ortiz y Pinos Vergara (2014) sobre la parametrización de sistemas fotovoltaicos en función de condiciones climáticas específicas, resaltan la importancia de considerar variables como radiación solar promedio, pérdidas del sistema y autonomía requerida. El procedimiento aplicado en el presente proyecto mantiene coherencia con dichos criterios técnicos, al dimensionar el campo fotovoltaico tomando como referencia el mes más desfavorable y al calcular la capacidad del banco de baterías en función de días de autonomía definidos.

En el contexto nacional, estudios como el de Barragán Llanos (2020) subrayan el papel estratégico de las energías renovables en el desarrollo sostenible del Ecuador y en la diversificación de la matriz energética. El sistema propuesto en esta investigación, aunque de pequeña escala, se alinea con estos lineamientos al demostrar la viabilidad técnica de soluciones fotovoltaicas residenciales con enfoque de implementación progresiva.

“Las estrategias han estado enfocadas en diversificar las fuentes de energía que la industria requiere hasta de reducir la demanda energética y contrarrestar el impacto ambiental generado por problemas de contaminación.” (Barragán Llanos, 2020, p. 9).

En términos generales, la comparación evidencia que el sistema desarrollado cumple con los criterios técnicos recomendados en la literatura especializada: análisis climático

previo, dimensionamiento basado en demanda real, autonomía energética adecuada y adaptación a condiciones locales. La principal diferencia radica en la escala del proyecto, dado que se trata de una implementación inicial en una vivienda de bajo consumo con proyección de ampliación futura.

4.10 Funcionamiento final del sistema

Con el fin de fortalecer el análisis del comportamiento energético de la vivienda, se realizó un registro diario del uso de las principales cargas eléctricas durante el período comprendido entre el 1 de marzo y el 30 de abril.

En esta tabla se presentan las horas de funcionamiento de los equipos previamente identificados, incluyendo la televisión, los focos LED, el cargador de celular y el cargador de batería para bicicleta eléctrica. A partir de estos datos, se determinó el consumo energético diario en kWh, considerando la potencia nominal de cada dispositivo.

Cabe destacar que el período analizado estuvo caracterizado por condiciones climáticas variables, propias de la época húmeda en Puerto Ayora, con presencia de días de altas temperaturas, así como jornadas con lluvias intensas. Estas condiciones influyeron tanto en los hábitos de consumo de la vivienda como en el comportamiento del sistema fotovoltaico, especialmente en la disponibilidad del recurso solar.

Adicionalmente, se incorporó una columna que permite identificar los días en los cuales fue necesario el uso del respaldo a la red eléctrica, tomando como referencia la capacidad de generación del sistema bajo condiciones de menor irradiancia.

Este registro constituye una base técnica fundamental para evaluar el desempeño real del sistema fotovoltaico implementado, así como su capacidad para abastecer la demanda energética de la vivienda bajo condiciones operativas reales.

Tabla 8: Consumo diario de las cargas en el mes de marzo 2026

Fecha	TV (h)	Focos (h)	Cargador de celular (h)	Cargador de bici (h)	Consumo diario (kWh)	¿Se usó respaldo a la red?
1-mar	3	5	1	2	0,99	No
2-mar	2	5	1	0	0,41	No
3-mar	4	4	1,5	2	1,02	Sí
4-mar	10	6	2	0	1,08	Sí
5-mar	2	5	1	1	0,67	No
6-mar	3	4	1	2	0,94	No
7-mar	2	5	1	0	0,41	No
8-mar	3	5	1	2	0,99	No
9-mar	4	4	1,5	1	0,77	No
10-mar	9	6	2	0	1	No
11-mar	2	5	1	2	0,92	No
12-mar	3	4	1	1	0,69	No
13-mar	2	5	1	0	0,41	No
14-mar	3	5	1	2	0,99	No
15-mar	4	4	1,5	1	0,77	No
16-mar	10	6	2	0	1,08	Sí
17-mar	2	5	1	2	0,92	No
18-mar	3	4	1	1	0,69	No
19-mar	2	5	1	0	0,41	No
20-mar	3	5	1	2	0,99	No
21-mar	4	4	1,5	1	0,77	No
22-mar	8	6	2	0	0,93	No
23-mar	2	5	1	2	0,92	No
24-mar	3	4	1	1	0,69	No
25-mar	2	5	1	0	0,41	No
26-mar	3	5	1	2	0,99	No
27-mar	4	4	1,5	1	0,77	No
28-mar	9	6	2	0	1	No
29-mar	2	5	1	2	0,92	No
30-mar	3	4	1	1	0,69	No
31-mar	2	5	1	0	0,41	No

Tabla 9: Consumo diario de las cargas en el mes de abril 2026

Fecha	TV (h)	Focos (h)	Cargador de celular (h)	Cargador de bici (h)	Consumo diario (kWh)	¿Se usó respaldo a la red?
1-abr	2	5	1	0	0,41	No
2-abr	3	4	1	2	0,94	No
3-abr	5	5	1.5	1	0,9	No
4-abr	9	6	2	0	1	No
5-abr	2	5	1	2	0,92	No
6-abr	4	4	1	1	0,77	No
7-abr	2	5	1	0	0,41	No
8-abr	3	5	1	2	0,99	No
9-abr	4	4	1.5	0	0,52	No
10-abr	10	6	2	0	1,08	Sí
11-abr	2	5	1	2	0,92	No
12-abr	3	4	1	1	0,69	No
13-abr	2	5	1	0	0,41	No
14-abr	4	5	1	2	1,04	Sí
15-abr	6	5	1.5	1	0,99	No
16-abr	8	6	2	0	0,93	No
17-abr	3	4	1	2	0,94	No
18-abr	2	5	1	0	0,41	No
19-abr	3	5	1	1	0,74	No
20-abr	5	4	1.5	2	1,27	Sí
21-abr	4	5	1	0	0,6	No
22-abr	9	6	2	0	1	No
23-abr	2	5	1	2	0,92	No
24-abr	3	4	1	1	0,69	No
25-abr	2	5	1	0	0,41	No
26-abr	4	5	1	2	1,04	Sí
27-abr	5	4	1.5	1	0,84	No
28-abr	7	6	2	0	0,96	No
29-abr	3	5	1	2	0,99	No
30-abr	2	4	1	1	0,67	No

El análisis del registro diario de consumo energético correspondiente a los meses de marzo y abril permitió evaluar el comportamiento real de la demanda eléctrica de la vivienda, así como su interacción con la capacidad de generación del sistema fotovoltaico instalado.

A partir de los datos obtenidos, se identificó que el consumo energético presenta variaciones diarias asociadas principalmente a los hábitos de uso de los equipos, destacándose la influencia del tiempo de operación de la televisión y del cargador de batería para bicicleta eléctrica como los elementos que generan mayores

incrementos en la demanda. Estas variaciones dan lugar a la presencia de días con consumo base relativamente estable y días con picos de consumo más elevados.

Ilustración 1

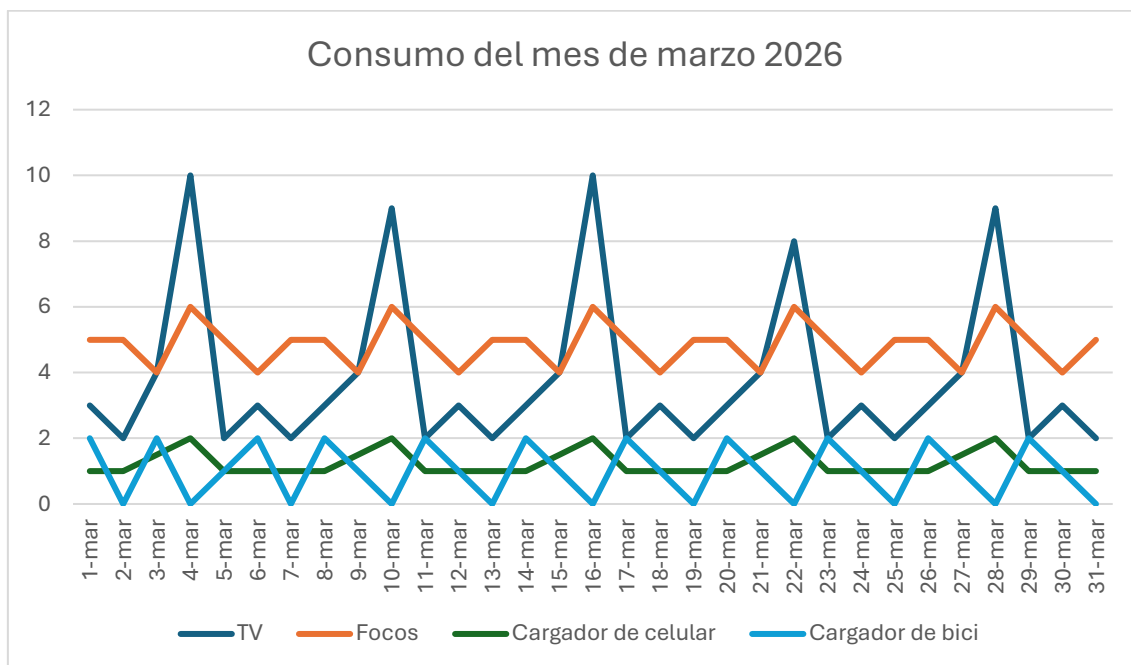
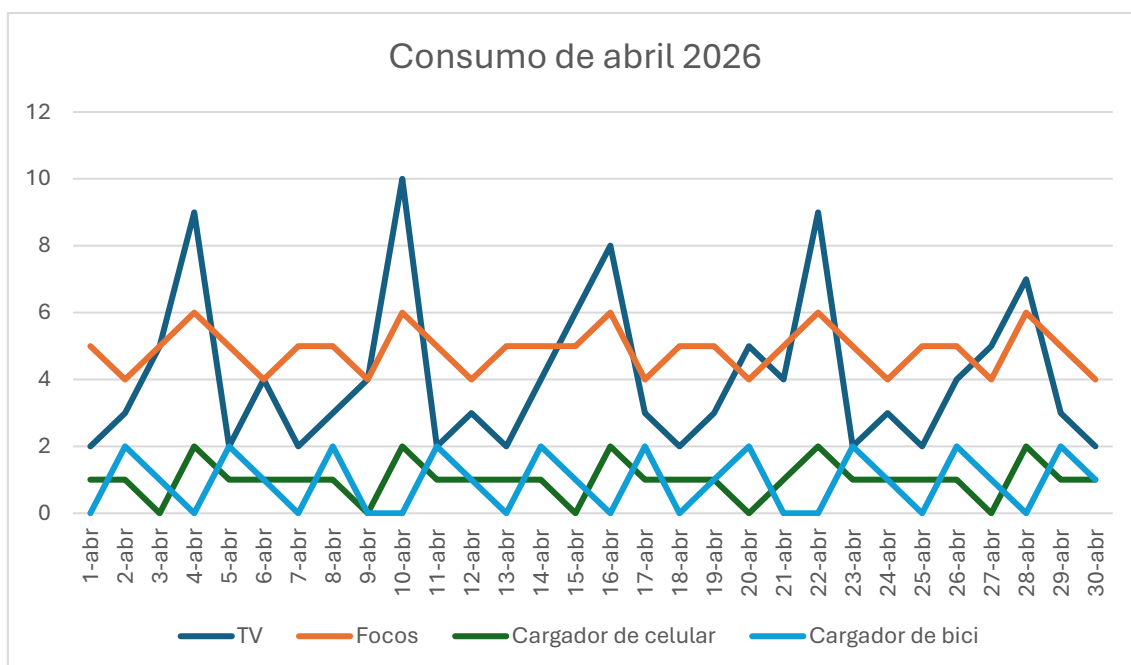


Ilustración 2



En el mes de marzo, el sistema fotovoltaico fue capaz de cubrir la demanda energética de la vivienda en la gran mayoría de los días. No obstante, se registraron situaciones puntuales en las que el consumo superó la capacidad estimada de generación diaria del sistema ($\approx 1,01$ kWh/día), haciendo necesario el uso del respaldo a la red eléctrica. Esto

ocurrió específicamente los días 3, 4 y 16 de marzo, los cuales coinciden con jornadas de mayor uso de la televisión y menor margen de generación disponible.

De manera similar, en el mes de abril se evidenció un comportamiento consistente con lo observado en marzo, aunque con ligeras variaciones en la distribución de la demanda. En este caso, el uso del respaldo a la red se presentó en los días 10, 14, 20 y 26 de abril, en los cuales se registraron consumos diarios superiores a la capacidad del sistema. Estos eventos se relacionan con un uso simultáneo más intensivo de las cargas principales, así como con condiciones climáticas menos favorables para la generación fotovoltaica.

En conjunto, se observa que el uso del respaldo a la red no es frecuente, sino que ocurre de manera puntual y asociada a condiciones específicas de operación. Esto indica que el sistema fotovoltaico logra abastecer la demanda energética de la vivienda durante la mayor parte del tiempo, manteniendo un funcionamiento estable incluso bajo condiciones climáticas variables, como las registradas durante el período analizado, caracterizadas por días de altas temperaturas y episodios de lluvias intensas.

Desde el punto de vista técnico, el comportamiento observado confirma que el sistema fue dimensionado de manera adecuada, ya que responde eficientemente a las variaciones normales de consumo sin requerir un sobredimensionamiento excesivo de los componentes. Asimismo, la incorporación del respaldo a la red eléctrica se valida como una estrategia correcta, al permitir cubrir los picos de demanda sin afectar la continuidad del suministro.

En consecuencia, los resultados obtenidos a partir del registro diario permiten afirmar que el sistema fotovoltaico implementado cumple con su función de abastecimiento energético de manera efectiva, operando dentro de los parámetros previstos y adaptándose a las condiciones reales de uso de la vivienda. Esto demuestra que el sistema no solo es técnicamente viable, sino también funcional en un entorno de operación real, cumpliendo satisfactoriamente con los objetivos planteados en el proyecto.

5 Resultados

Los resultados esperados eran;

- Diseño técnico completo de un sistema fotovoltaico autónomo para una vivienda de bajo consumo.

- Dimensionamiento adecuado de paneles solares, baterías, inversor y protecciones eléctricas.
- Demostración de la viabilidad del uso de energía solar fotovoltaica en viviendas residenciales como solución energética sostenible en Santa Cruz, Galápagos.
- Instalación funcional de un sistema fotovoltaico autónomo con respaldo en la red eléctrica.

En el desarrollo del presente proyecto se establecieron como resultados esperados el diseño, dimensionamiento, implementación y validación de un sistema fotovoltaico autónomo para una vivienda de bajo consumo.

A partir del trabajo realizado, se puede afirmar que los objetivos planteados fueron cumplidos de manera satisfactoria. Se logró desarrollar un diseño técnico completo del sistema fotovoltaico, el cual responde a las condiciones energéticas y climáticas de la zona de estudio. Asimismo, el dimensionamiento de los principales componentes se realizó de forma adecuada, considerando tanto la demanda energética de la vivienda como los criterios técnicos necesarios para garantizar un funcionamiento eficiente.

De igual manera, se evidenció la viabilidad del uso de la energía solar fotovoltaica como alternativa energética en el contexto residencial analizado, cumpliendo con los requerimientos básicos de suministro eléctrico. Finalmente, se consiguió la implementación de un sistema funcional con respaldo en la red eléctrica, lo que permite asegurar la continuidad del servicio bajo distintas condiciones de operación.

En términos generales, los resultados obtenidos permiten validar el cumplimiento de los objetivos propuestos en el proyecto, demostrando la aplicabilidad de este tipo de sistemas en viviendas de bajo consumo energético.

6 Conclusiones

Con esto se concluye que es técnicamente viable el diseño e implementación de un sistema fotovoltaico autónomo para una vivienda de bajo consumo en la ciudad de Puerto Ayora, considerando las condiciones climáticas y energéticas propias del entorno insular.

El análisis previo de la demanda energética permitió establecer una base adecuada para el dimensionamiento del sistema, evidenciando la importancia de conocer el perfil real de consumo antes de seleccionar los componentes. Asimismo, el estudio del recurso solar

demonstró que, a pesar de la variabilidad estacional, es posible garantizar el funcionamiento del sistema si se consideran las condiciones más desfavorables durante el diseño.

El dimensionamiento de los elementos principales del sistema, como paneles, baterías e inversor, permitió lograr un equilibrio entre eficiencia, confiabilidad y viabilidad técnica. En este sentido, la incorporación de respaldo a la red eléctrica se presenta como una estrategia adecuada para mejorar la continuidad del suministro sin necesidad de sobredimensionar el sistema de almacenamiento.

Por otra parte, la implementación del sistema evidenció la importancia de una correcta instalación eléctrica, el uso adecuado de protecciones y la selección de materiales acordes a las condiciones ambientales, especialmente en zonas con alta humedad como Galápagos.

Finalmente, el proyecto demuestra que los sistemas fotovoltaicos residenciales representan una alternativa energética sostenible y aplicable en viviendas de bajo consumo, contribuyendo a la reducción de la dependencia de combustibles fósiles y al desarrollo de soluciones energéticas más limpias. Además, este trabajo permitió consolidar los conocimientos técnicos adquiridos durante la formación académica, fortaleciendo las competencias en el área de energías renovables.

7 Lista de referencias

- Alonso Montes, J. I., Fernández Durán, A., Jiménez Suárez, C., Lecuona Ribot, A., Mellado García, F., Plaza Fernández, J. F., Ramos González, V., & Sala Pano, G. (2007). *Energía solar fotovoltaica*. Colegio Oficial de Ingenieros de Telecomunicación (COIT), Grupo de Nuevas Actividades Profesionales (NAP).
https://www.coit.es/sites/default/files/informes/pdf/energia_solar_fotovoltaica.pdf
- Aguayo Alcívar, G. C., & Rivera Espinoza, D. O. (2025). *Caracterización de los regímenes climáticos en la Isla Santa Cruz, Galápagos* [Trabajo de titulación, Universidad Central del Ecuador].
<https://www.dspace.uce.edu.ec/server/api/core/bitstreams/8f907153-ac65-42b4-afe8-fa7968c43332/content>

- Armijos Saldaña, L. E. (2020). *Evaluación del uso de energía solar fotovoltaica como alternativa de mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero en la generación eléctrica en Santa Cruz, Galápagos* [Tesis de maestría, Escuela Superior Politécnica del Litoral].
<https://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/52353>
- Barragán Llanos, R. A. (2020). La generación de energía eléctrica para el desarrollo industrial en el Ecuador a partir del uso de las energías renovables. *Universidad, Ciencia y Tecnología*, 24(104), 36–46.
<https://repositorio.uisek.edu.ec/bitstream/123456789/4023/1/Rommel%20Alexis%20Barrag%c3%a1n%20Llanos.pdf>
- Buitrón López, M. L. (2015). *Cambio de la matriz energética en Santa Cruz – Galápagos: Análisis del proyecto de energías renovables para Galápagos (ERGA)* [Tesis de maestría, FLACSO Ecuador].
<https://repositorio.flacsoandes.edu.ec/items/54042c7d-88a3-43cf-aa11-4b971af1de3a>
- Castro, M. (2011). *Hacia una matriz energética diversificada en Ecuador*. CEDA.
<https://biblioteca.olade.org/opac-tmpl/Documentos/cg00344.pdf>
- Charles Darwin Foundation. (s. f.). *Galapagos climatology database (DataZone)*. Recuperado de: <https://datazone.darwinfoundation.org/es/clima>
- Empresa Eléctrica Provincial Galápagos S. A. (ELECGALÁPAGOS). (2025). *Resumen ejecutivo de rendición de cuentas 2024*.
<https://www.elecgalapagos.com.ec/v2/wp-content/uploads/2025/08/1.-Informe-Final-Rendicion-de-cuentas.pdf>
- Gómez, J. R., Thys, K., Molina, M. J., Vega, M., Larrea, S., Pesca, A., Pesántez, P., Céspedes, R., Mayorga, D., & Oña Pólit, R. (2024). *Transición energética en Galápagos 2050: Evolución energética*. Banco Interamericano de Desarrollo.
<https://publications.iadb.org/es/publications/spanish/viewer/Transicion-energetica-en-Galapagos-2050-evolucion-energetica.pdf>
- Ríos, S. J. (2009). *Generación solar fotovoltaica: integración en los sistemas eléctricos* [Proyecto fin de carrera]. <https://e-archivo.uc3m.es/entities/publication/2b8ed0da-d9e1-49e4-8f55-3e401e2a6a7e/full>

- Macancela Cabrera, J. P. (2018). *Dimensionamiento óptimo para pequeños sistemas híbridos aislados aplicado en las islas Galápagos* [Trabajo de titulación, Universidad Politécnica Salesiana].
<https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/15465>
- Ministerio de Energía y Minas (Ecuador). (2023). *Plan de transición energética de Galápagos*. <https://www.ambienteyenergia.gob.ec/wp-content/uploads/2023/08/Plan-de-Transicion-Energetica-de-Galapagos-comprimido.pdf>
- Moreno, A., & Carvajal, P. (2013). Simulación y análisis del sistema híbrido Isla Floreana en Galápagos. *Revista Técnica Energía*, 9(1), 136–142.
<https://revistaenergia.cenace.gob.ec/index.php/cenace/article/view/143/140>
- Peña Ortiz, P. A., & Pinos Vergara, F. S. (2014). *Parametrización de los sistemas eléctricos fotovoltaicos basados en las condiciones climáticas de la ciudad de Cuenca, aplicados en la Universidad Politécnica Salesiana* [Trabajo de titulación, Universidad Politécnica Salesiana].
<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/7123/1/UPS-CT003918.pdf>
- Proyecto EnDev/GIZ. (2013). *Manual de instalación de un sistema fotovoltaico domiciliario*. Cooperación Alemana al Desarrollo (GIZ).
https://energypedia.info/images/0/0b/Gu%C3%ADa_de_instalaci%C3%B3n_de_SFD_-_2013.pdf
- Prado Gaibor, B. X. (2020). *Análisis técnico-económico de una instalación fotovoltaica en consumidores residenciales en áreas rurales aisladas* [Trabajo de titulación, Universidad Politécnica Salesiana].
<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/19154/1/UPS%20-%20TTS103.pdf>
- Uriol Paulini, J. L. (2020). *Estudio de la viabilidad técnica y económica de un sistema de suministro fotovoltaico con respaldo en la red eléctrica en la empresa El Chalán S.A.C.* [Tesis de maestría].
<https://pirhua.udep.edu.pe/backend/api/core/bitstreams/da27a130-2014-44e7-bd92-71fed129d8b6/content>

Vumen. (2022). *Manual para la conexión y mantenimiento de sistemas solares autónomos*. <https://www2.energia.coop/mexico/wp-content/uploads/2023/01/Manual-sistema-solar-autonomo.pdf>

8 Anexos

Anexo 1



Anexo 2



Anexo 3



Anexo 1



Anexo 5



Anexo 2



Anexo 7

