



Ciencia Latina
Internacional

Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, Ciudad de México, México.
ISSN 2707-2207 / ISSN 2707-2215 (en línea), marzo-abril 2024,
Volumen 8, Número 2.

https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i2

MICRO ESTACIÓN FOTOVOLTAICA PARA LA ILUMINACIÓN DE UN CRIADERO DE CAVIA PORCELLUS EN LA COMUNIDAD DE CHIRINCHE BAJO

MICRO STATION FOR THE ILLUMINATION OF A CAVIA PORCELLUS FARM IN THE COMMUNITY OF CHIRINCHE BAJO

William Patricio Tigse Bravo

Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, Ecuador

Jonathan Samuel Lozada

Instituto Superior Tecnológico Simón Bolívar, Ecuador

Adriana Edelina Calderón Vilaña

Investigador Independiente, Ecuador

Ángel Danilo Arellano Castro

Instituto Superior Tecnológico Simón Bolívar, Ecuador

Edison David Mañay Chochos

Alfa Soluciones Ingeniería, Ecuador

DOI: https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i2.10818

Micro Estación Fotovoltaica para la Iluminación de un Criadero de Cavia Porcellus en la Comunidad de Chirinche Bajo

William Patricio Tigse Bravo¹wptigse@espe.edu.ec<https://orcid.org/0009-0000-0422-2549>Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE
Sangolqui – Ecuador**Jonathan Samuel Lozada Pilco**j_lozada@istsb.edu.ec<https://orcid.org/0000-0002-2407-0201>Instituto Superior Tecnológico Simón Bolívar
Guayaquil - Ecuador**Adriana Edelina Calderón Vilaña**adri_calderon12@hotmail.com<https://orcid.org/0009-0001-1003-8155>Investigador Independiente
Sangolqui – Ecuador**Ángel Danilo Arellano Castro**a_arellano@istsb.edu.ec<https://orcid.org/0000-0002-0966-7122>Instituto Superior Tecnológico Simón Bolívar
Guayaquil - Ecuador**Edison David Mañay Chochos**edmanay@outlook.com<https://orcid.org/0000-0002-3447-2511>Alfa Soluciones Ingeniería
Salcedo- Ecuador

RESUMEN

El estudio se enfoca en la implementación de una micro estación fotovoltaica Off-Grid en un criadero de cuyes en la comunidad de Chirinche Bajo, Ecuador. Debido a la lejanía de los criaderos de las redes eléctricas y el racionamiento que el país ha experimentado, la tecnología fotovoltaica se presenta como una solución para proporcionar energía limpia y promover la autonomía energética. La cría de cuyes es una actividad fundamental para muchas familias en la región andina, pero enfrenta obstáculos debido a la falta de iluminación adecuada durante las actividades en las noches y en las madrugadas. Para resolver este problema, se sigue una metodología detallada que incluye la estimación de la demanda de energía, la evaluación de la radiación solar disponible, la selección de componentes del sistema y el diseño e implementación del sistema fotovoltaico. Los resultados del estudio demuestran que la micro estación cumple exitosamente su propósito de iluminar el criadero de cuyes, demostrando su funcionalidad y utilidad práctica. La integración de la tecnología fotovoltaica en la cría de cuyes no solo beneficia a los agricultores en términos de generación eléctrica, sino que también contribuye al desarrollo comunitario y al logro de los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la ONU, específicamente los objetivos 7 y 8. Esto implica un impacto positivo en la comunidad al proporcionar acceso a energía limpia y promover el crecimiento económico sostenible.

Palabras clave: micro estación fotovoltaica, crianza de cuyes, energía renovable, sostenibilidad, desarrollo comunitario

¹ Autor principal.

Correspondencia: wptigse@espe.edu.ec

Micro Station for the Illumination of a Cavia Porcellus Farm in the Community of Chirinche Bajo

ABSTRACT

The study focuses on the implementation of an off-grid photovoltaic micro-station in a guinea pig farm in the community of Chirinche Bajo, Ecuador. Due to the remoteness of the farms from the power grid and the rationing that the country has experienced, photovoltaic technology is presented as a solution to provide clean energy and promote energy autonomy. Guinea pig farming is a fundamental activity for many families in the Andean region, but faces obstacles due to the lack of adequate lighting during night and early morning activities. To solve this problem, a detailed methodology is followed that includes estimation of energy demand, evaluation of available solar radiation, selection of system components, and design and implementation of the photovoltaic system. The results of the study show that the micro station successfully fulfills its purpose of illuminating the guinea pig farm, demonstrating its functionality and practical utility. The integration of PV technology in guinea pig farming not only benefits the farmers in terms of electricity generation, but also contributes to community development and the achievement of the UN Sustainable Development Goals, specifically Goals 7 and 8. This implies a positive impact on the community by providing access to clean energy and promoting sustainable economic growth.

Keywords: photovoltaic micro station, guinea pig breeding, renewable energy, sustainability, community development

*Artículo recibido 20 febrero 2024
Aceptado para publicación: 30 marzo 2024*



INTRODUCCIÓN

El *Cavia Porcellus*, conocido comúnmente como cuy, es una especie autóctona de la región andina, presente principalmente en países como Ecuador, Bolivia y Perú. La cría de estos animales suele ser llevada a cabo por habitantes de las zonas rurales de la región. Los cuyes proporcionan una valiosa fuente de proteína y son parte integral del patrimonio cultural de estos países. En la actualidad, los cuyes desempeñan un papel importante en la seguridad alimentaria de las zonas altas de la región andina (Buela et al., 2022; Guerrero Pincay et al., 2020).

La cría de cuyes es una actividad arraigada en numerosas comunidades de la región Andina de Ecuador, donde desempeña un papel vital como fuente de alimento y sustento económico para muchas familias. Sin embargo, esta actividad enfrenta importantes desafíos en términos de eficiencia energética y sostenibilidad debido a la falta de iluminación adecuada que facilite las tareas diarias de los agricultores en la crianza de cuyes. La disponibilidad limitada de recursos energéticos convencionales y los altos costos asociados representan obstáculos significativos para los campesinos.

La energía fotovoltaica surge como una solución atractiva y viable para abordar los desafíos energéticos actuales. Esta tecnología ofrece una fuente de energía limpia, renovable y cada vez más accesible. Los avances significativos en esta área la hacen especialmente adecuada para aplicaciones en conexiones fuera de la red eléctrica convencional (Off-Grid), beneficiando a residentes en áreas aisladas al permitir el uso de tecnologías respetuosas con el medio ambiente (Alvarado Villcas & Valdiviezo Calderon, 2021). En un contexto donde las fuentes de energía tradicionales se agotan y las preocupaciones ambientales aumentan, el sol emerge como un proveedor clave para satisfacer las necesidades globales de energía de manera limpia y sostenible. La generación fotovoltaica se presenta como una opción rentable debido a su precio accesible (Alata-Rey et al., 2023), siendo crucial para impulsar el desarrollo doméstico, productivo y comercial en áreas rurales donde la electrificación se limita principalmente a la iluminación (Ladino Peralta, 2020).

Existe una creciente necesidad de implementar los Objetivos de Desarrollo Sustentable (ODS) de la ONU en las economías nacionales y los sectores energéticos. El ODS directamente relacionados con esta investigación es la Energía Asequible y Limpia (ODS 7) e indirectamente el Trabajo Decente y Crecimiento Económico (ODS 8) que promueven el acceso a una energía sostenible, el crecimiento



económico inclusivo y la lucha contra el cambio climático mediante el fomento de las energías renovables. Según el séptimo ODS, se requiere que la energía sea limpia y accesible para todos en las próximas décadas. La energía limpia, a menudo asociada con energía renovable (ER), sostenible o verde, implica tecnologías de bajo impacto ambiental (IA) (Nguyen et al., 2024; Romero Pereira & Sánchez Coria, 2022).

Problemática

En la comunidad de Chirinche Bajo, ubicada en la zona rural del cantón Salcedo, Ecuador, la cría de cuyes es una actividad tradicional que ocupa un lugar central en la economía local. Sin embargo, la necesidad de energía para la iluminación en los criaderos de cuyes impide a los agricultores llevar a cabo sus actividades normalmente durante las madrugadas o cuando cae el sol. Ante esta realidad, la implementación de soluciones energéticas sostenibles y eficientes, como la energía fotovoltaica, se presenta como una oportunidad prometedora para mejorar las condiciones de trabajo. Además, en muchos casos, los criaderos de cuyes se encuentran alejados de las redes eléctricas. Así mismo, es importante tener en cuenta que en nuestro país existe escasez de generación eléctrica, lo que ha llevado a la implementación de racionamiento eléctrico. Esto resalta la importancia de buscar alternativas energéticas autónomas y confiables.

Por tanto, este estudio se centra en la implementación de una micro estación fotovoltaica con el objetivo de proporcionar iluminación eficiente y sostenible en un criadero de cuyes ubicada en la comunidad de Chirinche Bajo. A través de una combinación de tecnología fotovoltaica y un enfoque Off-Grid, se busca satisfacer la demanda energética de iluminación y fomentar prácticas agrícolas más respetuosas con el medio ambiente y económicamente viables. Este trabajo busca contribuir a la intersección entre la innovación tecnológica, la sostenibilidad ambiental y el desarrollo comunitario, con el objetivo de ofrecer soluciones prácticas y tangibles para mejorar las condiciones laborales de los campesinos que crían cuyes en la comunidad.

La estructura de la investigación sigue el siguiente esquema: en la sección II se detalla la metodología empleada para dimensionar la micro estación, incluyendo la arquitectura utilizada, los elementos empleados y su puesta en marcha. Posteriormente, en la sección III se muestran los resultados obtenidos



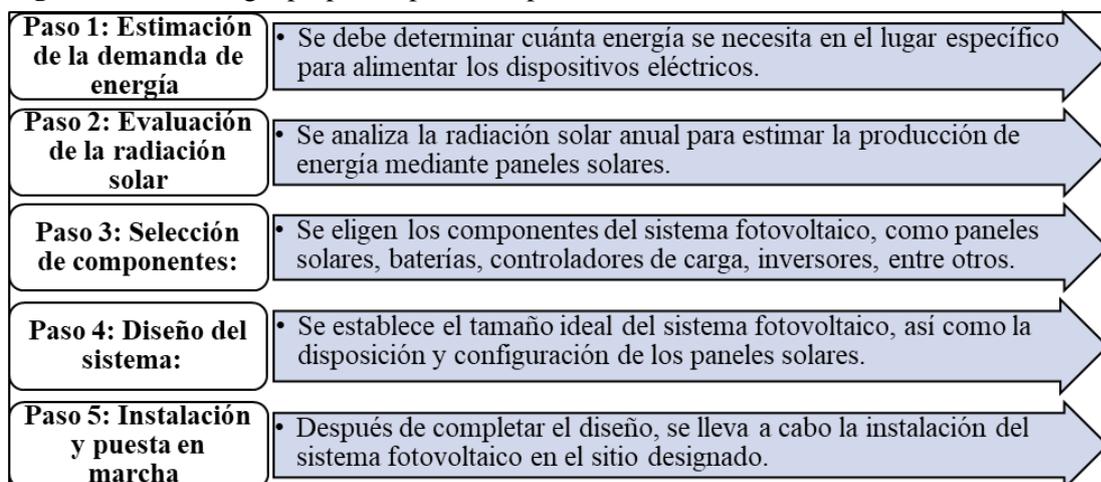
de la implementación fotovoltaica. Por último, en la sección IV se analizan y presentan las conclusiones correspondientes.

MATERIALES Y MÉTODOS

En esta sección se expone el detalle exhaustivo del enfoque metodológico empleado en la implementación de la Micro Estación Fotovoltaica para la Iluminación de un Criadero de Cavia Porcellus en la Comunidad de Chirinche Bajo. La investigación se caracteriza por ser de tipo aplicada y descriptiva, utilizando la metodología de la Estructura de Descomposición del Trabajo, la cual permite desglosar los proyectos en componentes individuales (Mañay et al., 2022).

La metodología se organiza en varias etapas, que incluyen la estimación de la demanda de energía, la evaluación de la radiación solar disponible, la selección de componentes del sistema, el diseño detallado del sistema y su posterior implementación. La Figura 1 representa visualmente el procedimiento del estudio, delineando los pasos necesarios en el proceso de implementación de la micro estación fotovoltaica.

Figura 1. Metodología propuesta para la implantación de la micro estación fotovoltaica



Estimación de la demanda de energía

En esta sección se detalla la ubicación del emplazamiento de la micro estación, junto con la demanda de energía requerida por el criadero.

Localización

Para llevar a cabo el análisis del potencial energético y la posterior implementación, es crucial identificar con precisión el sitio donde se desea aprovechar la energía solar. Esto permite utilizar bases

de datos especializadas para obtener información necesaria para dimensionar adecuadamente la micro estación. En la Tabla 1 se proporciona información detallada sobre la ubicación exacta del criadero de cuyes.

Tabla 1. Localización del criadero de cuyes

Localización	Provincia Cotopaxi, Ciudad Salcedo, Parroquia Mulalillo	
Ubicación	Latitud	Longitud
	-1.0829519	-78.6484915
Altitud	2,980 msnm	
Área	9*6 metros	

Demanda de energía

El diseño técnico está ligado al dimensionamiento a partir de las necesidades del consumo de los usuarios que será determinado de acuerdo con la carga que se conectarán al sistema (Escobar Rincón et al., 2021). La necesidad primordial para el galpón de cuyes es contar con iluminación artificial, y se ha propuesto utilizar luminarias tipo LED para satisfacer este requisito. En la Tabla 2 se detalla la carga eléctrica necesaria para la instalación de la micro estación fotovoltaica.

Tabla 2. Parametrización de la carga

Elemento	Potencia (watts)	Cantidad	Voltaje	Horas de operación	Energía al día	Potencia total
Luminaria LED	20 W	2	110 V	2	80 W/h	40 W
Total, al día					80 W/h	40 W
Total, al mes					2.4kWh	

Evaluación de la radiación solar

Ecuador, ubicado en la línea ecuatorial, goza de una posición geográfica excepcional para producir electricidad mediante el recurso solar. La radiación solar llega perpendicularmente a la mayor parte del territorio, lo que lo convierte en un lugar sumamente propicio para la generación de energía fotovoltaica. Según la (Corporación para la Investigación Energética, 2008) la insolación global promedio anual es de 4574.99 Wh/m²/día sobre la superficie terrestre.



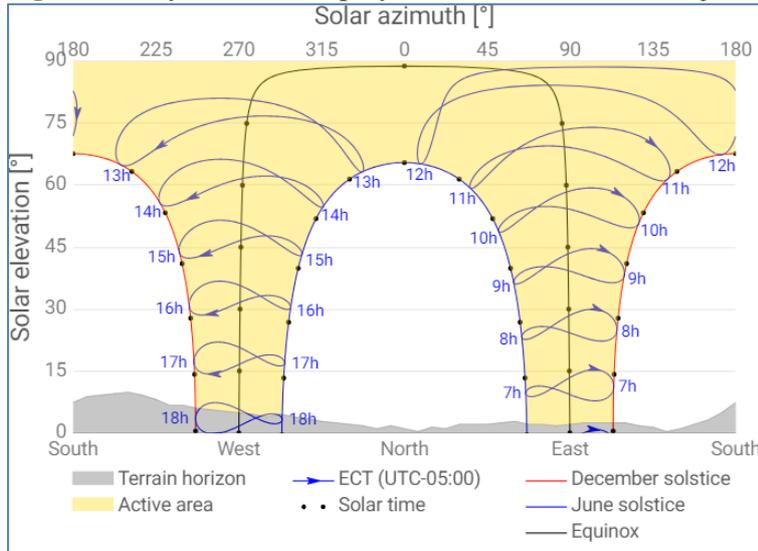
La información pertinente sobre la irradiación global diaria promedio por metro cuadrado se extrae desde el Sistema de Información Geográfica Fotovoltaico (PVGIS) proporcionado por la Unión Europea. En la Tabla 3, se presenta el promedio diario de la suma de irradiación de cada mes.

Es esencial tener en cuenta la incidencia de la trayectoria solar en el lugar donde se va a instalar la micro estación. La trayectoria solar, representada en la Figura 2, proporciona información valiosa sobre cómo se desplaza el sol a lo largo del día y cómo incide su luz en el área donde se ubicará el sistema fotovoltaico (The World Bank and the International Finance Corporation, 2024).

Tabla 3. Promedio diario de la suma de la irradiación global por metro cuadrado

Mes	kWh/m ² /día
Enero	5.56
Febrero	5.08
Marzo	4.62
Abril	4.02
Mayo	3.52
Junio	3.12
Julio	3.31
Agosto	3.65
Septiembre	4.15
Octubre	5.33
Noviembre	5.74
Diciembre	5.74
Promedio	4.48

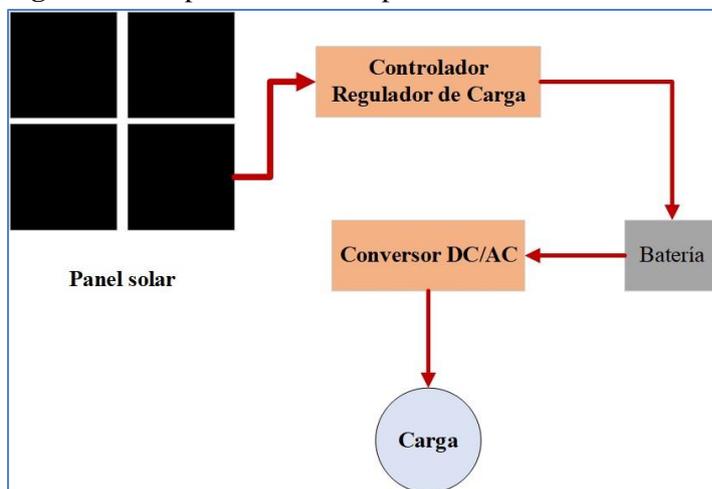
Figura 2. Trayectoria Solar proyectada hacia Chirinche Bajo



Selección de componentes

Un sistema fotovoltaico consta de varios componentes esenciales como paneles solares, baterías de almacenamiento, regulador de carga e inversor. Una planta fotovoltaica debe suministrar corriente alterna eso hace que cada elemento sea fundamentas para el funcionamiento (Chiliquinga Malliquinga & Mañay Chochos, 2021). En la Figura 3 se muestran los componentes de una planta fotovoltaica.

Figura 3. Componentes de una planta fotovoltaica



El Panel Solar 280W EAGLE de 60 celdas desempeña la función principal de convertir la energía solar en electricidad. Este panel cuenta con 60 celdas compuestas por células de silicio policristalino y tiene la capacidad de generar hasta 1000W/m² bajo condiciones de radiación solar intensa. Se incluye una representación visual del panel solar en la Figura 4.

Figura 4. Panel Solar 60 celdas Jinkosolar- Eagle 60P 265-285 vatios modulo policristalino



El regulador o controlador de carga tiene la función de salvaguardar la batería contra sobrecargas o descargas excesivas que podrían causar daños y reducir su vida útil. La Figura 5 muestra el modelo del controlador de carga BlueSolar.

Figura 5. Controlador de carga BlueSolar LCD&USB 12/24-5/10/20



Las baterías desempeñan un papel crucial como sistema de almacenamiento de energía para compensar la discrepancia temporal entre los periodos de generación solar durante el día y los periodos de consumo durante la noche. En este sistema, las baterías utilizadas tienen un voltaje nominal de 12 voltios y una corriente de 80 amperios. La Figura 6 ilustra el modelo de la batería Kaiser.

Figura 6. Baterías Kaiser



El inversor DC/AC es un aparato que facilita la transformación de la corriente continua (DC) generada por los paneles fotovoltaicos en corriente alterna (AC). Las especificaciones del inversor se detallan en la Tabla 4.

Tabla 4. Características Inversor DC/AC

Tensión de entrada	12 VDC
Voltaje de salida:	110V AC 60 Hz
Potencia de salida:	1000W
Potencia pico:	2000w
Máxima eficiencia:	> 90%

Diseño del sistema

Orientación e inclinación óptima

La ubicación del criadero se encuentra en la comunidad de Chirinche Bajo, con una latitud de $\varnothing = -1.0829519$. Para determinar el ángulo de inclinación óptimo durante todo el año, se utiliza la función propuesta por (Naranjo Vargas, 2022).

La ecuación empleada es la siguiente: $\beta_{opt} = 3.7 + (0.69 * |\varnothing|)$, donde β_{opt} representa el ángulo óptimo de inclinación para un periodo anual, en grados ($^{\circ}$), y \varnothing es la latitud del lugar de instalación. Este cálculo es fundamental para garantizar una eficiente captación de la radiación solar a lo largo del año, maximizando así el rendimiento del sistema fotovoltaico.

$$\beta_{opt} = 3,7 + (0,69 * |-1.0829519 |)$$

$$\beta_{opt} = 4,447^{\circ}$$

Factor de planta

En base a la irradiación global horizontal sobre la superficie del panel fotovoltaico inclinado y la radiación máxima que recibe sobre un área determinada ($1 \text{ kW}/\text{m}^2$), se puede determinar el promedio de horas sol pico al día. Este cálculo proporciona una estimación del tiempo promedio durante el cual el panel fotovoltaico está recibiendo radiación solar máxima en un día típico. La ecuación es la siguiente: $HSP = (GHI(\alpha, \beta) \text{ kWh}/\text{m}^2/\text{día}) / (1 \text{ kW}/\text{m}^2)$, donde HSP representa las horas sol pico, y GHI es la irradiación global horizontal. Este análisis es crucial para comprender la disponibilidad de energía solar y optimizar el rendimiento de los sistemas fotovoltaicos.

$$HSP = \frac{4,48 \text{ kWh}/\text{m}^2/\text{día}}{1 \text{ kW}/\text{m}^2} = 4,48 \text{ h/día}$$



Para calcular el factor de planta, se multiplica el número de horas de sol pico por el rendimiento global del sistema fotovoltaico. Tener en cuenta las posibles pérdidas en el rendimiento global, que se estima en el 30% del rendimiento total, de esta manera, obtenemos el 70% del rendimiento global de la instalación, que constituye el factor de planta ajustado por pérdidas. La ecuación para calcular el factor de planta es: $F_{PL} = (HSP / 24 \text{ horas}) * RG$, donde F_{PL} representa el factor de planta y RG es el rendimiento global del sistema.

$$F_{PL} = \frac{4,48[h]}{24[h]} * 0,70 = 0,1306$$

Potencia nominal del sistema fotovoltaico

Para estimar la potencia nominal de la micro estación fotovoltaica, se calcula la energía anual consumida multiplicado por el consumo mensual promedio por 12 meses. Con un factor de planta de 0.1306 y 8760 horas al año. La ecuación para calcular la potencia nominal del sistema fotovoltaico es:

$PN_{FV} = (\int_{mes 1}^{mes 12} E_{mensual} (kWh)) / (F_{PL} \times 8760 h)$, donde PN_{FV} representa la capacidad nominal instalada del sistema fotovoltaico o la potencia AC del inversor, $E_{mensual}$ es la energía mensual consumida y F_{PL} es el factor de planta del sistema fotovoltaico.

$$P_{N FV} = \frac{(2,4kWh) * 12}{0.1306 \times 8760(h)}$$

$$P_{N FV} = 25.17W$$

Dimensionamiento del sistema fotovoltaico

En este caso, se elige un panel solar de 280 Watts con 60 celdas policristalinas de la marca Jinkosolar-Eagle. La cantidad total de paneles requeridos depende de la potencia a instalar y de la potencia nominal del panel solar seleccionado. La ecuación para determinar el número total de paneles es:

Número total de paneles = Potencia Total Instalada / Potencia Nominal del Panel.

$$\text{Numero total de paneles} = \frac{25.17W}{280W}$$

$$\text{Numero total de paneles} = 0,0899 \approx 1$$

Área efectiva de la planta



El área que se necesita para implementar la micro estación se determina con: $Area_{EfectivaPlanta} = Area_{panel} * Numero\ de\ paneles$

$$Area_{EfectivaPlanta} = 1.64\ m^2 * 1$$

$$Area_{EfectivaPlanta} = 1.64\ m^2$$

Energía generada diaria.

La cantidad de energía que puede producir la micro estación, representada por $E_d = (P_p \times GHI(\alpha, \beta) \times RG) / GCEM$, está determinada por varios factores, incluida la radiación solar incidente en el lugar (GHI), el área efectiva de los paneles fotovoltaicos (GCEM) y la potencia producida por los paneles $P_p = N_{total} * P_{panel}$. Se utiliza la GHI para el mes de enero para estimar la energía generada diariamente.

$$P_p = 1 * 280\ Wp$$

$$P_p = 0.280\ kW$$

$$E_d = \frac{0,28\ kWp * 5.56 \frac{m^2}{día} * 0,70}{1\ kW/m^2} \frac{kWh}{día}$$

$$E_d = 1,089\ kWh/día$$

$$E_d = 1,089 \frac{kWh}{día} * 30\ dias$$

$$E_d = 32.69\ kWh/mes$$

En la Tabla 5 se presenta la estimación de la energía generada para cada mes en kWh/día y kWh/mes.

Tabla 5. Energía generada sistema solar

Mes	Energía generada por día (kWh/día)	Energía generada por mes (kWh/mes)
Enero	1.08976	32.6928
Febrero	0.99568	29.8704
Marzo	0.90552	27.1656
Abril	0.78792	23.6376
Mayo	0.68992	20.6976
Junio	0.61152	18.3456
Julio	0.64876	19.4628
Agosto	0.7154	21.462



Septiembre	0.8134	24.402
Octubre	1.04468	31.3404
Noviembre	1.12504	33.7512
Diciembre	1.12504	33.7512
Promedio	0.879386667	26.3816

Instalación y puesta en marcha

La micro estación fotovoltaica está ubicada en la comunidad de Chirinche Bajo. En la Figura 7 se presenta una perspectiva del sitio, capturada desde una imagen satelital proporcionada por Google Earth.

Figura 7. Vista satelital del criadero de cuyes



En la Figura 8 se muestra la instalación completa de la micro estación fotovoltaica Off-Grid, la cual ha sido implementada con el propósito específico de generar electricidad destinada a la iluminación del criadero de cuyes.

Figura 8. Vista satelital del criadero de cuyes



RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En esta sección, se presentan los resultados detallados sobre el la implementación de la micro estación fotovoltaica Off-Grid para la iluminación de un galpón de cuyes.

Funcionalidad de la micro estación

Este proyecto tiene como objetivo establecer una metodología para la implementación de una micro estación fotovoltaica destinada a la iluminación de un criadero de cuyes, lo cual aborda un aspecto crucial en la gestión energética de este tipo de instalaciones. Los resultados obtenidos son alentadores, ya que demuestran tanto la factibilidad de la instalación como su utilidad práctica. En la Figura 9 se presenta la micro estación junto con todos los equipos empleados. Como se describió en la sección de metodología, la potencia debe ser suficiente para cubrir la carga de dos focos (H1 y H2). Además, se muestran el panel solar, el controlador de carga y la batería para el almacenamiento de energía, que se dimensionó para una autonomía de 2 horas. Por último, se observa el inversor, encargado de convertir la energía de corriente continua a corriente alterna, suministrando así energía a la carga mencionada.

Figura 9. Micro estación fotovoltaica en el criadero de cuyes



Visualmente se constató que la micro estación cumple eficazmente su propósito de iluminar el criadero de cuyes. En la Figura 10 se muestra una captura realizada a las 20:00 horas del 3 de marzo de 2024, que demuestra la funcionalidad del sistema con las cargas H1 y H2. Esta imagen ilustra el exitoso funcionamiento de la micro estación al suministrar energía para la iluminación del criadero, lo que mejora las actividades de los campesinos durante las primeras horas de la madrugada y por la noche.

Figura 10. Funcionamiento de la micro estación fotovoltaica para iluminación del criadero de cuyes a las 20:00 horas del 3 de marzo de 2024



Resultados de Producción de energía

Para confirmar el correcto funcionamiento de la micro estación, se evaluaron los niveles de tensión tanto en los puntos de generación en corriente continua como en la salida en corriente alterna. En la Figura 11 se muestra el nivel de tensión registrado en el controlador de carga, donde se observa un voltaje de 12.3 V, lo que indica que el panel solar está suministrando energía de manera efectiva.

Figura 11. Controlador de carga en funcionamiento con nivel de tensión adecuado



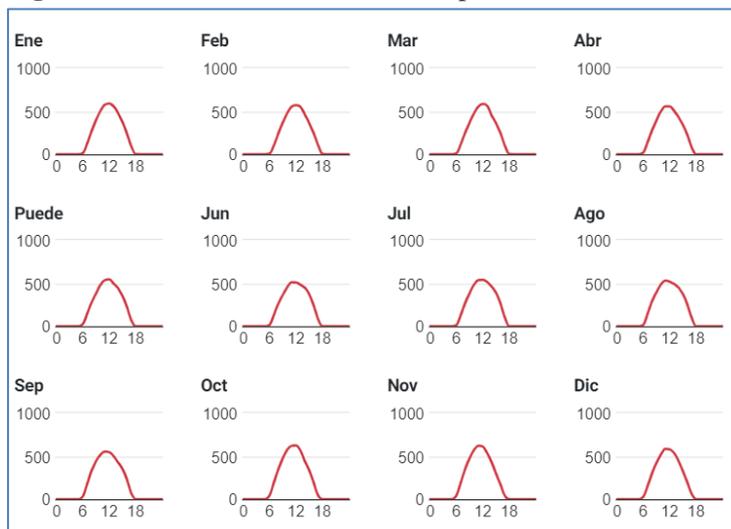
Además de verificar la tensión en el controlador de carga, se procedió a evaluar la salida de tensión del inversor, que es el dispositivo encargado de suministrar energía a las cargas conectadas. La Figura 12 ilustra la inspección de la calidad de la tensión proporcionada por el inversor, donde se observa una lectura de 117.2 Vac, lo que confirma un funcionamiento óptimo y estable del sistema. Esta verificación garantiza que la energía generada por la micro estación fotovoltaica se distribuye correctamente y está lista para ser utilizada por los dispositivos conectados en el criadero de cuyes.

Figura 12. Salida de tensión del inversor



Para asegurar el funcionamiento adecuado de la micro estación fotovoltaica y su capacidad para aprovechar el recurso solar a lo largo del año, se evaluó la potencia total fotovoltaica producida en vatios-hora (Wh). En la Figura 13 se muestra el perfil medio por hora de la potencia fotovoltaica para todos los meses del año, lo que proporciona una visión completa de la producción de energía solar a lo largo de cada día por mes. Este análisis permite verificar la consistencia y eficiencia del sistema fotovoltaico en la captación de energía solar durante diferentes condiciones climáticas y estacionales.

Figura 13. Potencia total fotovoltaica producida en vatios-hora (Wh)



Finalmente es crucial evaluar la cantidad de energía que se puede generar. En la Figura 14, se ilustra la energía promedio mensual producida durante cada mes del año. Este análisis proporciona una visión detallada de la variación en la producción de energía solar a lo largo del año.

Figura 14. Energía promedio mensual producida durante cada mes del año



Inversión micro estación

La micro estación fotovoltaica Off-Grid ha sido diseñada específicamente para suministrar energía a dos focos en el criadero. La implementación de esta infraestructura conlleva diversos costos, los cuales se encuentran detallados en la Tabla 6. Este análisis financiero proporciona una comprensión exhaustiva de los gastos asociados con la instalación y puesta en marcha de la micro estación fotovoltaica, incluyendo el costo de los equipos, los materiales necesarios, los gastos de instalación y cualquier otro costo adicional relevante. Además, ofrece una visión general de la inversión requerida y ayuda a evaluar la viabilidad económica del proyecto a largo plazo.

Tabla 6. Energía generada sistema solar

Detalle	Cantidad	Costo Total
Panel solar 12 V 60 celdas	1	\$ 200.00
Regulador de carga panel solar	1	\$ 70.00
Banco de baterías de plomo ácido 12V	1	\$ 150.00
Inversor de corriente alterna	1	\$120.00
Estructura de soporte del panel	1	\$30.00
Conductor #18 (metros)	20	\$10.00
Total		\$580.00

Con un costo total de \$580.00 USD, la inversión en la micro estación fotovoltaica es una decisión estratégica y rentable para el criadero. Esta inversión se justifica por varios motivos. En primer lugar, la micro estación permite reducir significativamente los costos operativos a largo plazo al aprovechar una fuente de energía renovable y gratuita, como es la energía solar. Esto implica un ahorro considerable

en los gastos de electricidad, que de otra manera serían recurrentes. Además, al ser un sistema Off-Grid, la micro estación proporciona independencia energética al criadero, eliminando la necesidad de depender de la red eléctrica externa, lo que puede resultar especialmente beneficioso en áreas donde el suministro eléctrico es poco confiable o costoso de mantener. Además, la instalación de la micro estación contribuye positivamente al medio ambiente al reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y la huella de carbono asociada con la generación de energía convencional. En resumen, la inversión en la micro estación fotovoltaica no solo representa un ahorro económico a largo plazo, sino también un compromiso con la sostenibilidad y la autonomía energética del criadero.

CONCLUSIÓN

La micro estación fotovoltaica Off-Grid implementada para la iluminación del criadero de cuyes en la comunidad de Chirinche Bajo representa una solución innovadora y sostenible para abordar los desafíos energéticos que enfrentan los agricultores en áreas rurales. A través de este estudio, se ha demostrado que la tecnología fotovoltaica ofrece una fuente de energía limpia, renovable y confiable que puede mejorar significativamente las condiciones de trabajo y la eficiencia operativa en la cría de cuyes.

La funcionalidad de la micro estación se ha verificado con éxito, asegurando un suministro constante de energía para la iluminación del criadero durante las horas de la noche y las primeras horas de la mañana. Además, se ha evaluado la calidad y cantidad de energía producida, confirmando un rendimiento óptimo del sistema a lo largo de diferentes condiciones climáticas y estacionales.

El análisis financiero revela que la inversión en la micro estación fotovoltaica es económicamente viable, con un costo total de \$580.00 USD. Esta inversión se justifica no solo por el ahorro a largo plazo en los costos operativos, sino también por los beneficios ambientales y la autonomía energética que proporciona al criadero.

Finalmente, el estudio demuestra que la integración de la tecnología fotovoltaica contribuye al desarrollo comunitario al ofrecer soluciones al déficit energético que afecta a la población en general. Este enfoque proporciona un alivio y promueve el acceso a una energía limpia y asequible en áreas rurales. Además, este proyecto está alineado con los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la ONU, en particular el ODS 7 (Energía Asequible y Limpia) y el ODS 8 (Trabajo Decente y Crecimiento



Económico). Al fomentar la adopción de energías renovables y promover el crecimiento económico inclusivo, se impulsa el desarrollo sostenible en diversas comunidades.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Alata-Rey, J. E., Zingg-Rosell, A. F., Orellana-Pardave, J. A., & Altamirano-Chunga, L. A. (2023). La energía solar fotovoltaica en los sistemas de bombeo para acueductos: una revisión sistemática. *Revista Científica INGENIAR: Ingeniería, Tecnología e Investigación*. ISSN: 2737-6249., 6(12), 257–269. <https://doi.org/10.46296/ig.v6i12.0115>

Alvarado Villcas, S. M., & Valdiviezo Calderon, A. Y. (2021). Evaluación de la eficiencia de los sistemas fotovoltaicos para la generación de energía eléctrica en zonas rurales del Perú: Revisión sistemática. *Repositorio Institucional - UCV*.

<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/93616>

Buela, L., Cuenca, M., Sarmiento, J., Peláez, D., Mendoza, A. Y., Cabrera, E. J., & Yarzabal, L. A. (2022). Role of Guinea Pigs (*Cavia porcellus*) Raised as Livestock in Ecuadorian Andes as Reservoirs of Zoonotic Yeasts. *Animals*, 12(24). <https://doi.org/10.3390/ani12243449>

Chiliquinga Malliquinga, M. D., & Mañay Chochos, E. D. (2021). Sistema de agricultura inteligente con entorno de realidad virtual mediante el uso de tecnología LORA orientado a minimizar el estrés abiótico. [Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE]. In *Universi*.

<http://repositorio.espe.edu.ec/jspui/handle/21000/28921>

Corporación para la Investigación Energética. (2008). *Atlas Solar del Ecuador con fines de generación eléctrica*.

Escobar Rincón, J. F., García Gutiérrez, J. E., & Mesa Muñoz, A. (2021). Estudio de prefactibilidad para el diseño de implementación de un sistema fotovoltaico en vivienda con problemas de suministro eléctrico. *Repositorio Institucional - Corporación Universitaria Minuto de Dios*.

<https://repository.uniminuto.edu/handle/10656/13290>

Guerrero Pincay, A. E., González Marcillo, R. L., Castro Guamàn, W. E., Ortiz Naveda, N. R., Grefa Reascos, D. A., & Guamàn Rivera, S. A. (2020). Influence of Litter Size at Birth on Productive Parameters in Guinea Pigs (*Cavia porcellus*). *Animals*, 10(11).

<https://doi.org/10.3390/ani10112059>



Ladino Peralta, R. E. (2020). La energía solar fotovoltaica como factor de desarrollo en zonas rurales de Colombia. Caso vereda Carupana, municipio de Tauramena, departamento de Casanare. *Repositorio Institucional - Pontificia Universidad Javeriana*.

<https://doi.org/10.11144/JAVERIANA.10554.1085>

Mañay, E., Chiliquinga Malliquinga, M. D., Taco Bonilla, H. S., & Moreno Corrales, M. M. (2022). Sistema de Internet de las cosas para el monitoreo del índice ultravioleta en la comunidad de Chirinche Bajo. *REVISTA ODIGOS*, 3(2), 9–25. <https://doi.org/10.35290/ro.v3n2.2022.595>

Naranjo Vargas, R. A. (2022). *Guía para el diseño de sistemas fotovoltaicos para el autoabastecimiento de unidades habitacionales: guía para el diseño de sistemas fotovoltaicos para el autoabastecimiento de unidades habitacionales*. [Escuela Politécnica Nacional].

<http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/23258>

Nguyen, M. P., Ponomarenko, T., & Nguyen, N. (2024). Energy Transition in Vietnam: A Strategic Analysis and Forecast. *Sustainability*, 16(5). <https://doi.org/10.3390/su16051969>

Romero Pereira, M. C., & Sánchez Coria, A. (2022). Impactos ambientales de sistemas de energía solar fotovoltaica: una revisión de análisis de ciclo de vida y otros estudios. *Revista EIA*, ISSN-e 1794-1237, Vol. 19, N°. 38, 2022, 19(38), 24. <https://doi.org/10.24050/reia>

The World Bank and the International Finance Corporation. (2024). *Global Solar Atlas*. Global Solar Atlas.

<https://globalsolaratlas.info/detail?c=-1.084149,-78.649406,11&s=-1.08292,-78.648482&m=site&pv=small,0,3,1>

