

**Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede  
Esmeraldas (PUCESE)**

**ÁREA POSGRADOS**

**CARRERA**

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

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN**

**ENERGÍAS RENOVABLES Y REDES INTELIGENTES**

**TÍTULO DEL ARTICULO CIENTÍFICO**

**DISEÑO ÓPTIMO DE MICRORREDES AISLADAS CON INTEGRACIÓN DE  
ENERGÍAS RENOVABLES USANDO SIMULACIÓN ESTOCÁSTICA**

**TÍTULO PROFESIONAL**

**MAGÍSTER EN ELECTRICIDAD, MENCIÓN ENERGÍAS RENOVABLES Y  
EFICIENCIA ENERGÉTICA**

**AUTOR**

**CHRISTIAN ALBERTO PILLAJO PILLAJO**






**HEINZ ALEJANDRO JÁTIVA QUISHPE**

**ASESOR**

**MIGUEL ALBERTO DÁVILA SACOTO, PhD.**

# Optimal Design of Isolated Microgrids with Renewable Energy Integration Using Stochastic Simulation

## Diseño Óptimo de Microrredes Aisladas con Integración de Energías Renovables Usando Simulación Estocástica

C.A. Pillajo<sup>1</sup>  0009-0009-9562-8370 D.A. Cuasapaz<sup>3</sup>  0000-0003-4398-2799  
H.A. Jativa<sup>2</sup>  0009-0009-6364-814X M. Davila<sup>4</sup>  0000-0001-6318-2137  
M. Nevarez<sup>5</sup>  0000-0001-5628-3351

<sup>1</sup>Pontificia Universidad Católica del Ecuador “sede Esmeraldas”, Facultad de Ingeniería, Esmeraldas, Ecuador

E-mail: [chrstnpllj-92@gmail.com](mailto:chrstnpllj-92@gmail.com)

<sup>2</sup>Pontificia Universidad Católica del Ecuador “sede Esmeraldas”, Facultad de Ingeniería, Esmeraldas, Ecuador

E-mail: [heinzjativa@hotmail.com](mailto:heinzjativa@hotmail.com)

<sup>3</sup>Pontificia Universidad Católica del Ecuador “sede Esmeraldas”, Facultad de Ingeniería, Esmeraldas, Ecuador E-mail: [dacuasapaz@pucese.edu.ec](mailto:dacuasapaz@pucese.edu.ec)

<sup>4</sup>Pontificia Universidad Católica del Ecuador “sede Esmeraldas”, Facultad de Ingeniería, Esmeraldas, Ecuador

E-mail: [madavila@pucese.edu.ec](mailto:madavila@pucese.edu.ec)

<sup>5</sup>Pontificia Universidad Católica del Ecuador “sede Esmeraldas”, Facultad de Ingeniería, Esmeraldas, Ecuador

E-mail: [ing.manuelnevarez@gmail.com](mailto:ing.manuelnevarez@gmail.com)

### Abstract

Isolated microgrids are a viable alternative for rural electrification, although their design faces the challenge of renewable resource variability. This study proposes a methodological framework for the technical and economic optimization of an isolated microgrid. The methodology sequentially integrates two computational modules developed in Python: a stochastic simulation module based on the Monte Carlo method with block Bootstrap resampling, which generates 2,000 synthetic years of hourly solar irradiance (GHI) from NASA POWER historical series, incorporating a stochastic uncertainty of 6% to model intraday variability; and a multi-objective optimization module using the NSGA-II algorithm, which determines the optimal configuration of the system by minimizing the levelized cost of energy (LCOE) and maximizing reliability, with constraints of  $LPSP \leq 5\%$  and  $SAIDI \leq 5$  h/year. The results, applied to three cities in Ecuador, show that the Pareto front obtained allows for the selection of configurations with LCOE below 0.25 USD/kWh and high reliability, validating the robustness of the design in the face of climate uncertainty.

**Index terms**— Monte Carlo method, Electrical microgrid, Simulation model, Mathematical optimization, Energy planning.

### Resumen

Las microrredes aisladas constituyen una alternativa viable para la electrificación rural, aunque su diseño enfrenta el desafío de la variabilidad de los recursos renovables. Este estudio propone un marco metodológico para la optimización técnico-económica de una microrred aislada. La metodología integra secuencialmente dos módulos computacionales desarrollados en Python, un módulo de simulación estocástica basado en el método de Monte Carlo con remuestreo Bootstrap por bloques, que genera 2000 años sintéticos de irradiancia solar horaria (GHI) a partir de series históricas de NASA POWER, incorporando una incertidumbre estocástica del 6 % para modelar la variabilidad intradiaria; y un módulo de optimización multiobjetivo mediante el algoritmo NSGA-II, que determina la configuración óptima del sistema minimizando el costo nivelado de energía (LCOE) y maximizando la confiabilidad, con restricciones de  $LPSP \leq 5\%$  y  $SAIDI \leq 5$  h/año. Los resultados, aplicados a tres ciudades de Ecuador, demuestran que el frente de Pareto obtenido permite seleccionar configuraciones con LCOE inferior a 0.25 USD/kWh y alta confiabilidad, validando la robustez del diseño ante la incertidumbre climática.

**Palabras clave**— Método de Monte Carlo, Microrred eléctrica, Modelo de simulación, Optimización matemática, Planificación energética.

## **Datos del medio científico enviado a revisión por pares o ya publicado**

Para artículos en proceso de publicación. Un artículo está en proceso de publicación cuando se han enviado a la plataforma de la revista científica seleccionada para que el editor inicie su análisis y luego proceda a iniciar el proceso de revisión por pares.

<https://revistaenergia.cenace.gob.ec/index.php/cenace/index>

- **Nombre de la revista científica:** Revista Técnica "energía"
- **Enlace (URL) de la revista:**  
<https://revistaenergia.cenace.gob.ec/index.php/cenace./index>
- **ISSN de la revista:** ISSN: On-Line:2602-8492-ISSN Impreso:1390-5074
- **Medio(s) de indexación:**
  - Scielo Ecuador
  - DOAJ
  - OAJI.net
  - ResearchBib
  - MIAR
  - doi
  - Crossref
  - I2OR
  - REBID
  - Google Scholar
  - EBSCO.Applied Science&Technology Source Ultimate
  - Europub
  - Latindex 2.0
- **Nombre del editor de la revista:** Mgt.Darwin Cuasapaz
- **Correo electrónico del editor de la revista:** [cenacerevistaenergia@gmail.com](mailto:cenacerevistaenergia@gmail.com)
- **Fecha de envío del artículo a la revista:** 26/02/2024

## Evidencias de envío a medio científico.

- Documento de aprobación del asesor para realizar el envío del artículo científico (formato similar al usado para las tesis donde se especifica el porcentaje de similitud).



Pontificia Universidad  
Católica del Ecuador  
Seréis mis testigos

ESMERALDAS



## AVAL ACADÉMICO DEL DIRECTOR DE TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, **Miguel Alberto Dávila Sacoto, PhD.**, , certifico que los Maestranes **CHRISTIAN ALBERTO PILLAJO PILLAJO** y **HEINZ ALEJANDRO JATIVA QUISHPE** de la COHORTE E112-02 Híbrida de la Maestría en Electricidad, mención Energías Renovables y Eficiencia Energética han finalizado satisfactoriamente el **TRABAJO DE TITULACIÓN** con el tema: **DISEÑO ÓPTIMO DE MICRORREDES AISLADAS CON INTEGRACIÓN DE ENERGÍAS RENOVABLES USANDO SIMULACIÓN ESTOCÁSTICA**, por tanto, se encuentra apta para su revisión previa calificación y posterior realizar su defensa oral el jueves 02/04/2026 a las 08:00 horas.

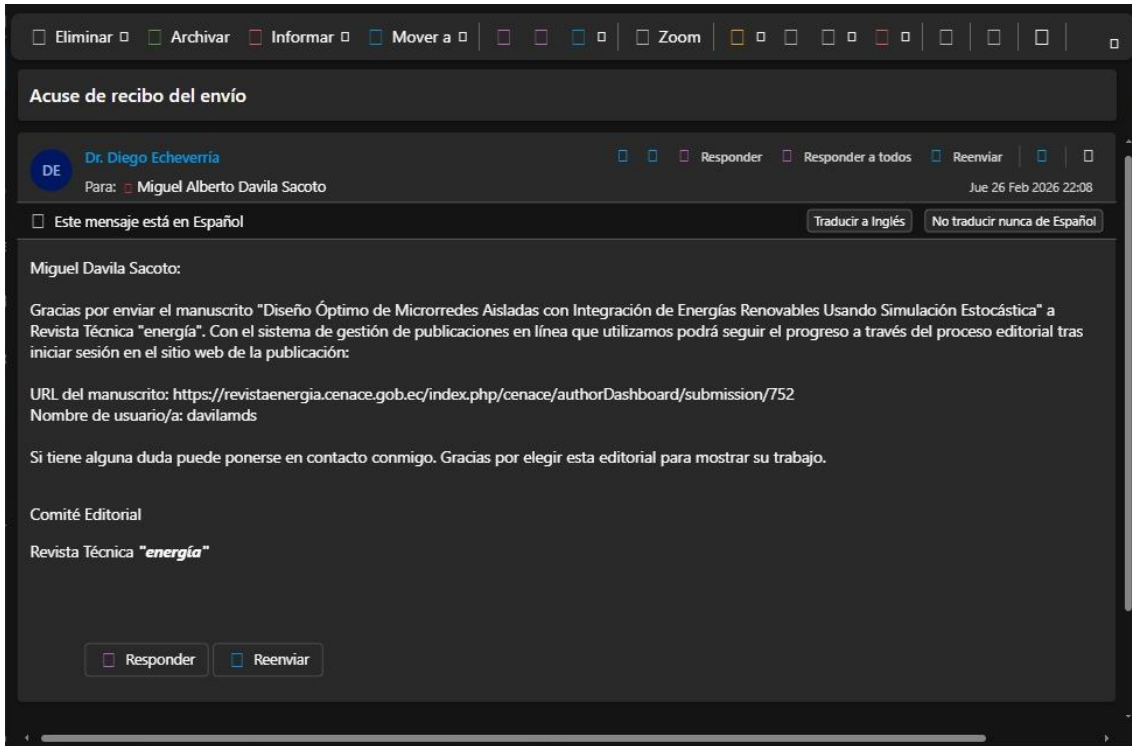
En Esmeraldas, 18 de marzo de 2026



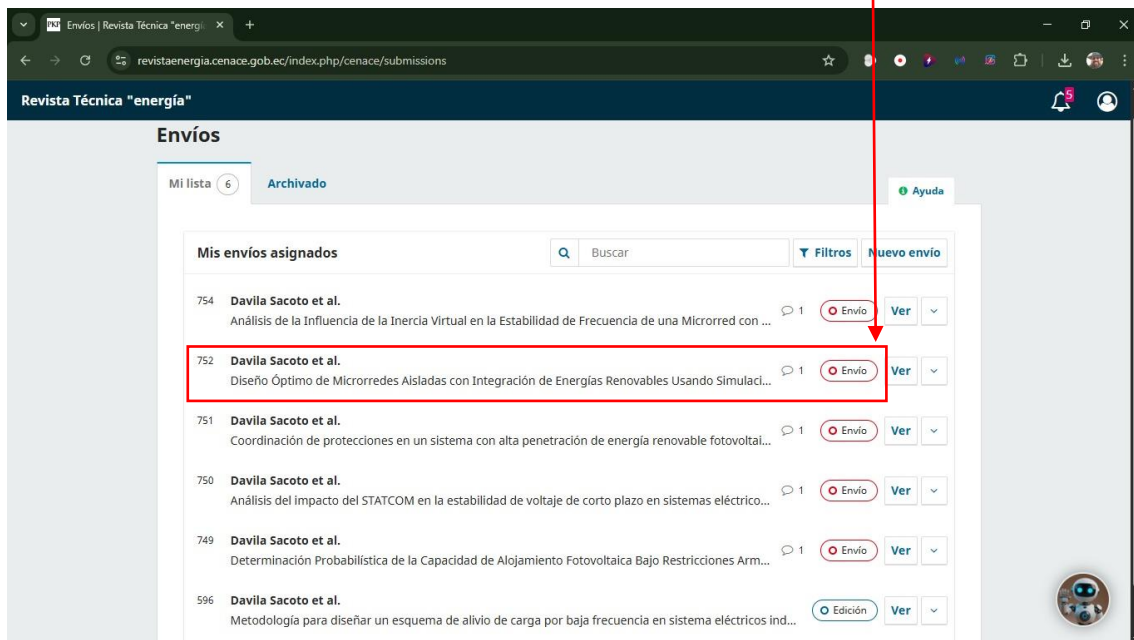
Firmado electrónicamente por:  
**MIGUEL ALBERTO  
DAVILA SACOTO**  
Validar electrónicamente con Firmatit

Firma: \_\_\_\_\_

- Captura de pantalla del correo enviado al editor de la revista o en su defecto captura de pantalla de la plataforma de la revista en la que se sube el artículo.



## ARTÍCULO ENVIADO



Revista Técnica "energía"

← Volver a Envíos

752 / Davila Sacoto et al. / Diseño Óptimo de Microrredes Aisladas con Integración de Energías Renovables Usando Simu Biblioteca de envío

Flujo de trabajo **Publicación**

Envío **Revisión** Edición Producción

**Archivos de envío** Q Buscar

7375	Carta de Originalidad Revista Técnica energía.pdf	febrero 27, 2026	Otro
7374	Diseño Óptimo de Microrredes Aisladas con Integración de Energías Renovables Usando Simulación Estocástica.pdf	febrero 27, 2026	Texto del artículo

[Descargar todos los archivos](#)

**Discusiones previas a la revisión** [Añadir discusión](#)

Nombre	De	Última respuesta	Respuestas	Cerrado

Captura de pantalla del reporte del TURNITIN menor al 10%

turnitin Página 2 de 14 - Descripción general de integridad Identificador de la entrega trn:oid::1:3492546734

## 0% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

### Filtrado desde el informe

- Bibliografía
- Texto citado

---

### Fuentes principales

- 0% Fuentes de Internet
- 0% Publicaciones
- 0% Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

---

### Marcas de integridad

**N.º de alertas de integridad para revisión**

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.