

RESEARCH ARTICLE

Análisis de prueba de funcionamiento del sistema de puesta a tierra para la infraestructura eléctrica domiciliaria.

Valdez Medina Jordano Paul ¹  Sandoval Silva Merwin Aitken ¹ 

¹ Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba, EC 060110, Ecuador

✉ Correspondencia: andreaklinger26@gmail.com  + 593098822750

DOI/URL: <https://doi.org/10.53313/gwj83304>

Resumen: En el presente estudio se realiza un análisis del funcionamiento de un sistema de puesta a tierra, empleando mediciones técnicas en infraestructuras eléctricas domiciliarias, con la finalidad de determinar la efectividad de su protección por sobretensiones y descargas eléctricas, para lo cual se analizan las características del suelo y se verifica que el sistema de puesta a tierra implementado, cumpla con los parámetros conforme lo establece la normativa técnica de aplicación, de esta manera se protegen tanto equipos electrónicos como la integridad del ser humano. También se evidencia, las carencias técnicas y deterioro de las instalaciones con la finalidad de recomendar la aplicación de correctivos dentro de lo permitido por la regulación. Finalmente se determina la necesidad de la realización periódica de mediciones e inspecciones del sistema de puesta a tierra, principalmente en los lugares de mucha humedad con equipos idóneos como el telurómetro, inspección que debe ser realizada por técnicos calificados, fomentando de esta manera el mantenimiento preventivo recogido en la normativa nacional e internacional vigente.

Palabras claves: Puesta a tierra, domiciliaria, mediciones, técnicas, infraestructura

Functional test analysis of the grounding system for residential electrical infrastructure.

Abstract: The analysis of the grounding system's performance through technical measurements in residential electrical infrastructures analyzes infrastructures analyze the clear effectiveness of the system's surge protection against electrical discharges from its faults on the grounds. The respective soil analysis is performed to ensure that the system is within the values that are subject to its technical regulations established in the parameters. In this way, our electronic equipment and the integrity of the human being are guaranteed. The technical deficiencies and deterioration of said facilities are also clearly evident, so that corrective measures can be applied within the permitted limits. Periodically perform measurements and inspections of the grounding system, primarily in high-humidity areas, using the indicated elements such as the earth



Cita: Jordano Paul, V. M., & Merwin Aitken, S. S. (2025). Análisis de prueba de funcionamiento del sistema de puesta a tierra para la infraestructura eléctrica domiciliaria. Green World Journal, 08(03), 304. <https://doi.org/10.53313/gwj82304>

Received: 01/August/2025

Accepted: 17/September/2025

Published: 21/September/2025

Prof. Carlos Mestanza-Ramón, PhD.
Editor-in-Chief / CaMeRa Editorial
editor@greenworldjournal.com

Editor's note: CaMeRa remains neutral with respect to legal claims resulting from published content. The responsibility for published information rests entirely with the authors.



© 2025 CaMeRa license, Green World Journal. This article is an open access document distributed under the terms and conditions of the license.
Creative Commons Attribution (CC BY).
<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>

meter. This inspection must be performed by qualified technicians. This way, we promote the preventive maintenance established in current national and international regulations.

Keywords: Grounding, residential, measurements, techniques, infrastructure.

1. Introducción

La infraestructura eléctrica de una vivienda o lugar de residencia constituye un elemento esencial para garantizar condiciones seguras y eficientes de habitabilidad, ya que en la vida moderna el confort depende en gran medida del correcto funcionamiento del sistema eléctrico [1].

Uno de los aspectos fundamentales dentro de la infraestructura eléctrica, es el sistema de puesta a tierra, que desempeña un papel crucial en la seguridad eléctrica [2]. El sistema de puesta a tierra tiene como objetivo principal, proporcionar una ruta segura y de baja resistencia para la disipación de corriente eléctrica, en caso de un fallo o una sobrecarga en el sistema. Esto minimiza los riesgos de electrocución, protege los equipos y garantiza un funcionamiento eléctrico confiable [3].

La motivación de realizar este artículo científico, radica en la incertidumbre y la falta de información sólida sobre la efectividad del sistema de puesta a tierra en la infraestructura domiciliaria [4]. A lo largo del tiempo, se han observado fluctuaciones en la calidad del sistema eléctrico, y ha habido informes ocasionales de problemas eléctricos, que podrían estar relacionados con el sistema de puesta a tierra. Esto plantea preguntas cruciales sobre la eficacia del sistema existente y sus implicaciones en términos de seguridad y rendimiento eléctrico [5].

Toda instalación eléctrica está comprometida con la seguridad y el bienestar de quienes habitan un domicilio, debiendo abordar este problema de manera integral y científica [6]. Un análisis detallado y riguroso de la prueba de funcionamiento del sistema de puesta a tierra, es esencial para evaluar el estado en que se encuentra y determinar si se cumple con los estándares y regulaciones de seguridad eléctrica [7].

Además, la correcta implementación y mantenimiento del sistema de puesta a tierra no solo tiene implicaciones en la protección de las personas, sino también en la preservación de equipos y electrodomésticos sensibles [8]. Un sistema deficiente puede ocasionar daños recurrentes, interrupciones en el servicio y pérdidas económicas significativas, lo que evidencia la necesidad de inspecciones periódicas y del uso de materiales adecuados para garantizar su efectividad a largo plazo [9].

De igual manera, es importante resaltar que la normativa nacional e internacional establece parámetros estrictos para la instalación y verificación de los sistemas de puesta a tierra [10]. Estas regulaciones buscan estandarizar los niveles de seguridad y proporcionar lineamientos técnicos que reduzcan los riesgos eléctricos en entornos

residenciales. Por ello, el presente estudio pretende aportar evidencia empírica que permita valorar la situación actual y contribuir al diseño de estrategias de mejora en la infraestructura eléctrica domiciliaria [11].

2. Materiales y métodos

El enfoque metodológico aplicado fue mixto, cuantitativo y cualitativo experimental, realizando el análisis sobre instalaciones de sistemas de puesta a tierra domiciliarios, presentes en terrenos promedios de 200 metros cuadrados (10 metros por 20 metros), ejecutando pasos lógicos que incluyen análisis de trabajo de campo, modelado computacional, evaluación normativa y encuesta de conocimiento básicos.

2.1. Área de estudio

Se parte del conocimiento del tipo de suelo húmedo, cuya resistividad promedio es de 50 ohm·metro ($\Omega \cdot m$), medición realizada usando el método de Wenner, aplicando la norma IEEE Std 81, con la finalidad de calcular la resistividad eléctrica del terreno.

Para garantizar la seguridad eléctrica de una vivienda de 200 metros cuadrados (10 m x 20 m), se ha implementado un sistema de puesta a tierra mediante una varilla vertical. Esta varilla permite disipar corrientes de falla y descargas atmosféricas hacia el suelo, protegiendo tanto a las personas como a los equipos eléctricos:

Tabla 1. Parámetros para sistema de puesta a tierra mediante una varilla vertical

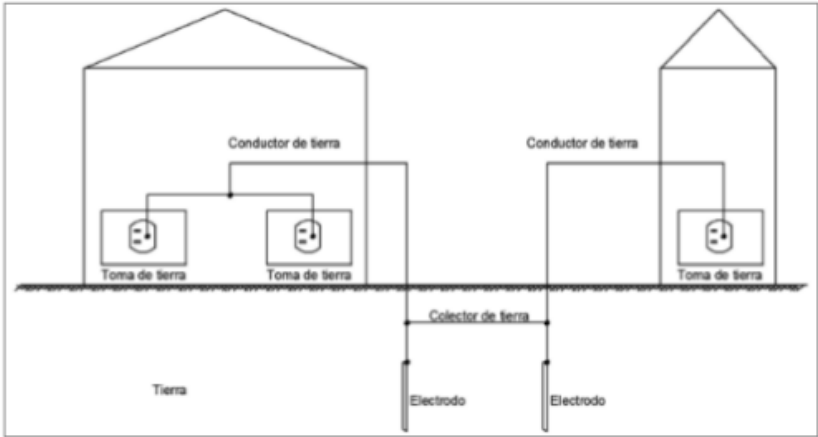
PARAMETRO	VALOR
Tipo de Sistema	Varilla de puesta a tierra
Tipo de electrodo	Varilla vertical de acero-cobre
Longitud de la varilla	2,4 metros
Diámetro de la varilla	5/8 pulgadas (0,016 m)
Número de varillas	1
Material del electrodo	Acero recubierto de cobre
Tipo de suelo	Suelo húmedo
Resistividad del suelo (ρ)	50 $\Omega \cdot m$

Modelo de suelo en ETAP	Uniforme
Software utilizado	ETAP 21.0
Módulo de análisis	Ground Grid Analysis
Resistencia obtenida (estimada)	~ 19 ohmios
Norma de referencia	NFPA 70 (NEC)
Área del terreno	200 m ² (10 m x 20 m)
Tipo de sistema	Varilla de puesta a tierra

2.2. Métodos

Conoceremos a profundidad la definición y los propósitos esenciales de los sistemas de puesta a tierra.

Figura 1. Elementos fundamentales de una conexión mediante un sistema de puesta a tierra



La importancia de la puesta a tierra en la seguridad eléctrica es fundamental y multifacética, abarcando aspectos cruciales que protegen tanto la vida humana como la integridad de los equipos y la infraestructura eléctrica.

La puesta a tierra es un componente esencial en cualquier sistema eléctrico, diseñada para ofrecer un camino seguro para el flujo de corrientes eléctricas anómalas, ya sea por fallas, descargas atmosféricas o acumulación de cargas estáticas hacia la tierra, evitando así que estos fenómenos representen un riesgo para las personas y los bienes.

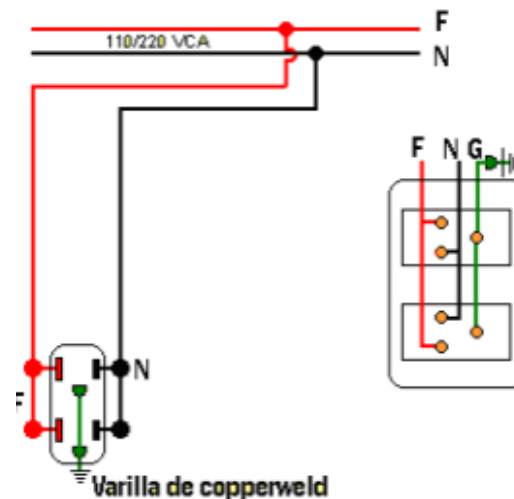
En el corazón de su importancia está la protección contra el riesgo de electrocución. La puesta a tierra asegura que, en el caso de una falla en la que partes no destinadas a estar



energizadas adquieren potencial eléctrico, este se disipa de manera efectiva hacia la tierra, reduciendo significativamente el riesgo de que una persona al entrar en contacto con estas partes reciba una descarga eléctrica.

Los sistemas de puesta a tierra se pueden clasificar en diferentes tipos, cada uno diseñado para cumplir con requisitos específicos y aplicaciones en diversos entornos. La elección del tipo adecuado de sistema de puesta a tierra es crucial para garantizar la seguridad, la eficacia y la conformidad con las normativas aplicables.

Figura 2. Tomacorriente Polarizado.



Los sistemas de puesta a tierra se pueden clasificar en diferentes tipos, cada uno diseñado para cumplir con requisitos específicos y aplicaciones en diversos entornos. La elección del tipo adecuado de sistema de puesta a tierra es crucial para garantizar la seguridad, la eficacia y la conformidad con las normativas aplicables.

A continuación, se describe el procedimiento empleado para realizar mediciones de resistividad del suelo.

Mediciones de resistividad del suelo

- **Selecciona el equipo adecuado**

Se escogió un espacio despejado del terreno, libre de estructuras metálicas, cables subterráneos o tuberías que pudieran alterar los resultados. El suelo se humedeció de manera ligera en caso de condiciones muy secas para evitar falsos valores elevados.

- **Coloca los electrodos en línea recta**

Se enterraron cuatro estacas metálicas de iguales dimensiones (longitud de 30–50 cm y diámetro de 12 mm), alineadas en forma recta, con una separación constante de 1 metro entre cada una de ellas. Se las designó como

A y B = Corriente

M y N = Medición de voltaje

- **Medición mediante telurómetro**

Se utilizó un telurómetro digital (marca/modelo especificado en el equipo empleado). Los terminales de corriente se conectaron a las estacas A y B, mientras que los de voltaje se conectaron a las estacas M y N. Posteriormente, el telurómetro inyectó una corriente continua entre los electrodos A y B, registrando la diferencia de potencial entre M y N.

- **Registro de lecturas**

Se realizaron al menos **tres mediciones consecutivas** en cada disposición, verificando que las lecturas fueran estables y consistentes. En caso de variaciones superiores al 5 %, se repitió la medición ajustando la alineación o revisando el contacto de los electrodos.

- **Calcula la resistividad (ρ)**

Mediante el telurómetro verificamos la resistencia aparente del terreno, usamos el método de Wenner:

$$\rho = 2\pi a R_p$$

Donde:

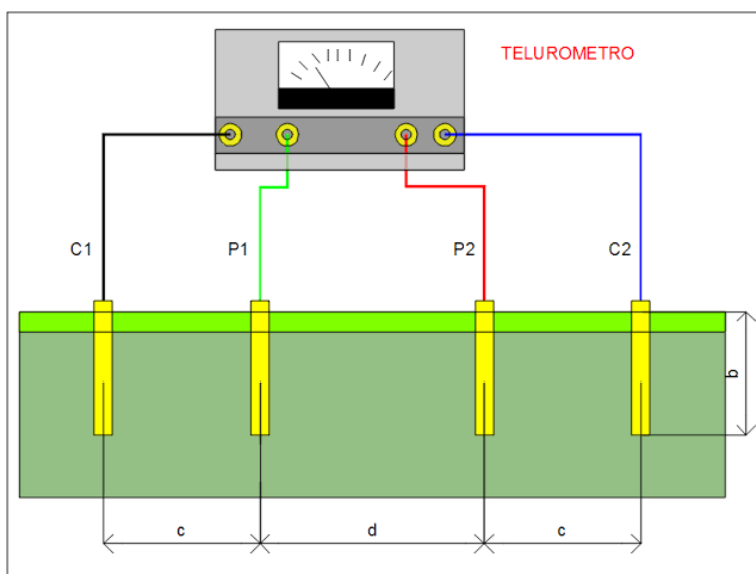
ρ = resistividad del suelo (ohm·metro)

a = separación entre electrodos (m)

R = resistencia medida (ohmios)

Los datos obtenidos se contrastaron con tablas de referencia y con simulaciones en el software ETAP, lo cual permitió verificar la coherencia de los valores respecto a la humedad del terreno y la conductividad esperada en la zona de estudio.

Figura 3. Resistividad del suelo con la inducción de corriente mediante el telurómetro.



Esta configuración se basa en los valores de resistividad del terreno y las dimensiones específicas del área de instalación

Figura 4. malla en el programa ETAP

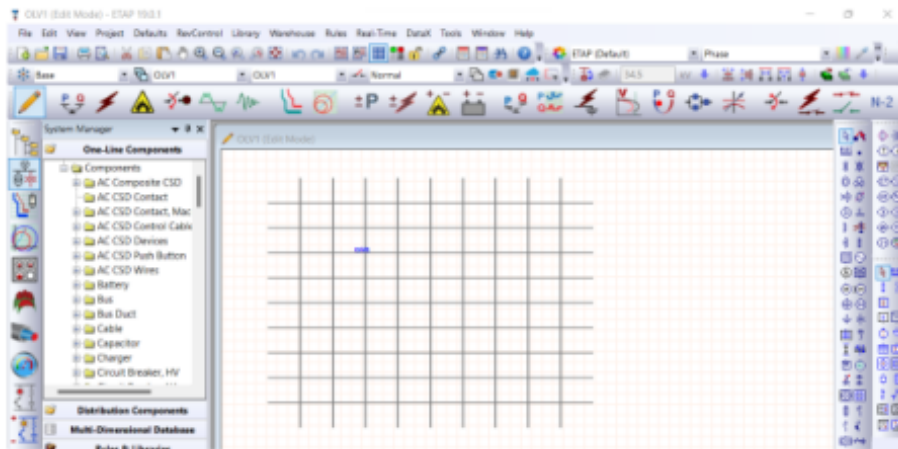
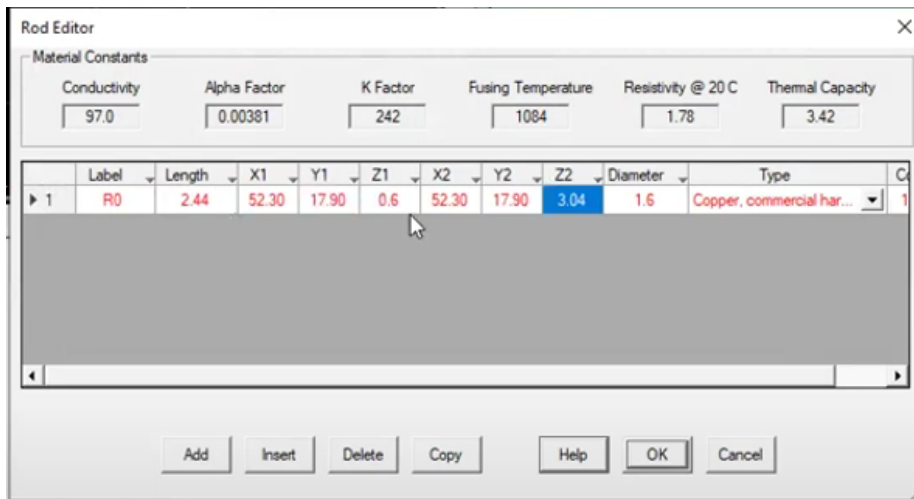


Figura 5. Configuración de la malla en el programa ETAP



La forma final de la malla de puesta a tierra, destacando la disposición de los conductores con una varilla de 2.4 metros, con un diámetro de 5/8 pulgadas (0,016 m).

Figura 6. Diseño de malla en 3D en el software de ETAP

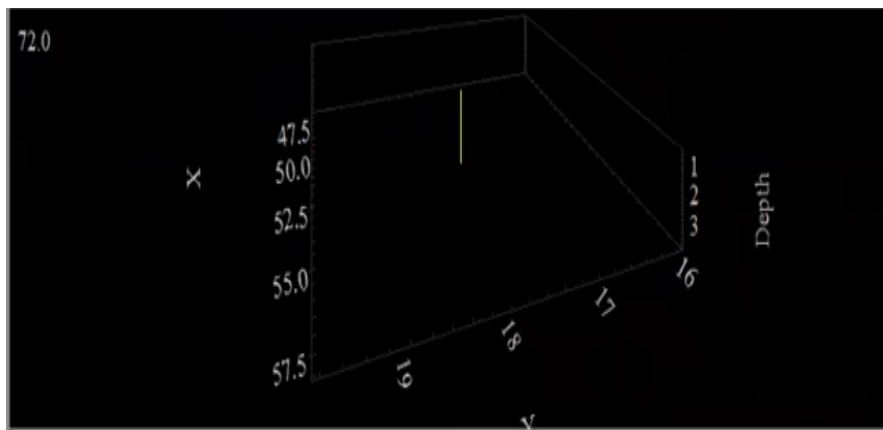


Figura 7. Configuración del suelo en software de ETAP

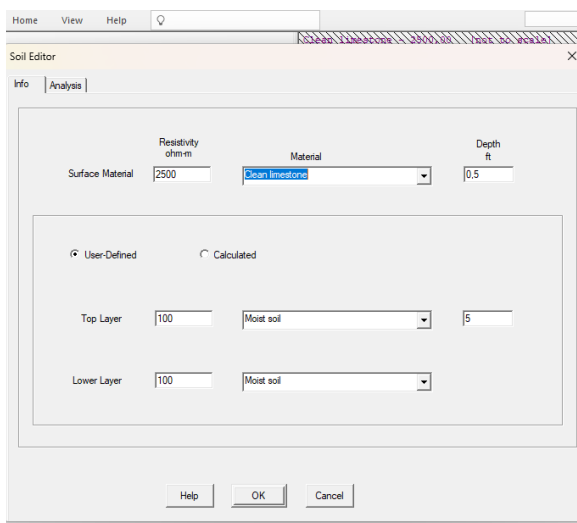
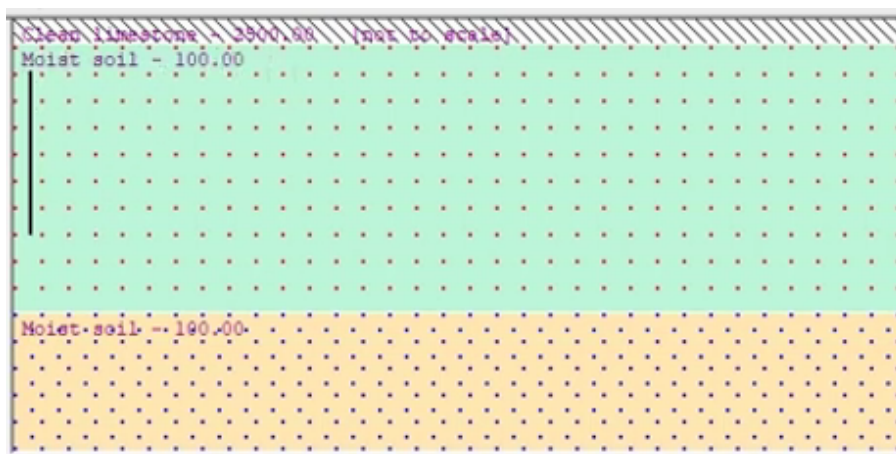


Figura 8. Representación de la imagen del terreno



En la figura se presenta una imagen del terreno para un domicilio promedio, mostrando la disposición de las capas del suelo y la distribución de resistividad. Esta representación facilita la comprensión del entorno en el que se instalará la malla de puesta a tierra.

Con estas configuraciones y análisis, el software ETAP ha permitido validar el diseño de la malla de puesta a tierra, asegurando que cumpla con todos los estándares de seguridad y eficiencia. Esta verificación es esencial para proteger tanto a las personas como a los equipos eléctricos dentro del domicilio ante posibles fallas eléctricas.

El uso de una varilla de 2,4 m en un terreno húmedo con resistividad de $50 \Omega \cdot m$ es técnicamente viable, la resistencia obtenida cumple con los valores máximos establecidos por normativas internacionales. Este tipo de puesta a tierra es eficiente y de bajo costo para viviendas residenciales.

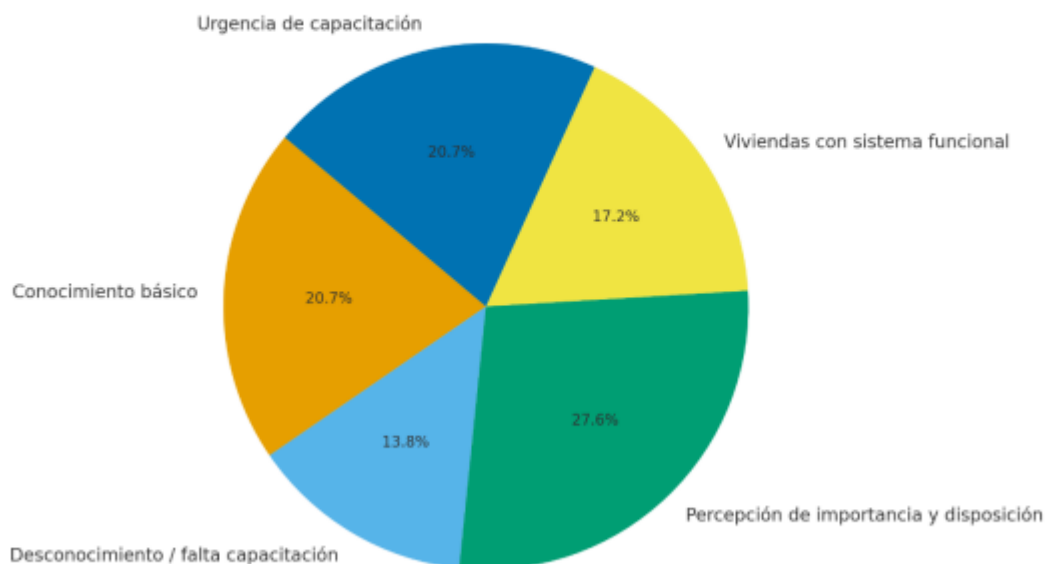
La simulación del sistema de puesta a tierra realizada en el software ETAP nos dio un modelo el cual detalla la evolución de su principal elemento, el suelo precisando el comportamiento

del terreno especificando el sistema bajo las condiciones y parámetros eléctricos. Con este sistema analizamos la resistencia de puesta a tierra, el análisis de distribución potencial las tensiones de contacto, mediante el sistema de puesta a tierra vamos a garantizar la seguridad de las persona y equipos electrónicos cumplimiento normativo establecido.

Se recomienda incorporar el uso de simulaciones con software especializado como ETAP en la fase de diseño y evaluación de sistemas de puesta a tierra, establecerlo en todos los proyectos con condiciones de suelo variables y con altas exigencias de seguridad, es de suma importancia que los parámetros de entrada ,como la resistividad del suelo, se realiza las mediciones reales del campo, con la finalidad de que los resultados sean precisos y confiables en los modelos del terreno y el sistema de puesta a tierra.

Con la finalidad de conocer el nivel de conocimiento sobre los sistemas de protección domiciliar de puesta a tierra, se realizó la siguiente encuesta a aproximadamente a 50 personas que, en la ciudad de Esmeraldas, buscamos asentar bases que servirán para futuras intervenciones correctivas sobre este diagnóstico preliminar obtenido.

Figura 9. Representación r



El análisis de la encuesta refleja que el 60% de los ciudadanos posee un conocimiento básico sobre los sistemas de puesta a tierra, lo que indica que una mayoría ha escuchado o tiene alguna noción de su función. Sin embargo, aún persiste un 40% de desconocimiento y falta de capacitación, lo que constituye una brecha importante en términos de seguridad eléctrica en el entorno domiciliario.

Por otra parte, la percepción de importancia y disposición a implementar mejoras alcanza un 80%, lo que evidencia una conciencia colectiva de que el sistema de puesta a tierra es esencial para la protección de las personas y los equipos eléctricos. No obstante, este nivel de conciencia contrasta con la realidad: únicamente un 50% de las viviendas cuenta con un sistema de puesta a

tierra funcional, lo que revela que muchas instalaciones no cumplen con las condiciones de seguridad necesarias.

Finalmente, un 60% de los encuestados considera urgente ampliar la difusión y capacitación sobre este tema, lo cual demuestra una clara demanda social por información y educación en seguridad eléctrica. Este hallazgo sugiere que, aunque existe una valoración positiva hacia la puesta a tierra, es indispensable fortalecer los programas de concientización y promover revisiones técnicas para garantizar instalaciones seguras y confiables en los hogares.

3. Resultados y discusión

Basados en los hallazgos del diagnóstico, se propone un conjunto de mejoras para el sistema de puesta a tierra. Estas mejoras incluyen la actualización de componentes críticos con materiales de mayor durabilidad y menor costo, la reconfiguración de partes del sistema para optimizar la distribución de la corriente de falla, y la implementación de prácticas de mantenimiento preventivo para preservar la eficiencia del sistema.

Se considera el uso de tecnologías y materiales alternativos que sean económicamente viables y disponibles localmente, como electrodos de puesta a tierra fabricados con materiales reciclados o de bajo costo, y técnicas de instalación que minimicen la necesidad de excavaciones profundas o extensas.

Con base en la normativa nacional vigente y las mejores prácticas internacionales, se realizará una revisión exhaustiva del diseño actual del sistema de puesta a tierra que se aplica actualmente. Esto incluirá un análisis detallado de los componentes existentes, las configuraciones de los circuitos, y la evaluación de su adecuación para manejar corrientes de falla potenciales. Se tomarán en cuenta factores como la resistividad del suelo local y las condiciones ambientales específicas de la región para determinar las necesidades de ajuste o mejora en el sistema.

La fase final de la propuesta tecnológica, será la implementación física de las mejoras seleccionadas, seguida de una serie de pruebas y mediciones para validar el rendimiento del sistema mejorado. Se utilizará nuevamente el Megóhmetro para medir la resistencia de tierra del sistema actualizado, comparando los resultados con los valores previos y con los estándares recomendados por la normativa aplicable. Esta fase proporcionará una evaluación concreta de la efectividad de la propuesta tecnológica en la mejora de la seguridad y la eficiencia del sistema de puesta a tierra del Instituto.

Este enfoque integral asegura un balance entre la optimización técnica y la viabilidad económica, abordando los objetivos de investigación con soluciones prácticas y medibles adaptadas al contexto específico de aplicación al país.

4. Conclusión

La encuesta refleja la limitación del conocimiento de la función técnica de los sistemas de puesta a tierra en las instalaciones domiciliarias. Se evidencia la falta de mantenimiento del sistema de puesta a tierra, lo que representa un riesgo para la vida humana como para la protección de los equipos. Los resultados muestran la necesidad de gestionar capacitaciones y programas comunitarios, para conocer los conocimientos técnicos a niveles domiciliario evitando accidentes eléctricos y humanos.

A través de la identificación y análisis de los parámetros de diseño del sistema de puesta a tierra, se evidencia que la infraestructura eléctrica domiciliar incumple con la normativa nacional vigente. Este proceso ha sido fundamental para identificar y minimizar las fallas en el sistema, garantizando así un entorno seguro para todos los usuarios.

La revisión minuciosa de la normativa ha permitido establecer directrices claras y específicas, adaptando el diseño del sistema de puesta a tierra a las exigencias legales y operativas, lo que contribuye a la robustez y fiabilidad del sistema en su totalidad.

El uso del telurómetro para revisar el estado actual del sistema de puesta a tierra, ha sido clave para determinar su eficacia y capacidad de funcionamiento ante posibles corrientes de falla. Esta evaluación ha proporcionado datos críticos que han sido esenciales para identificar áreas de mejora y mantenimiento, asegurando que el sistema de puesta a tierra opere de manera óptima y segura en el futuro.

Mediante la simulación detallada del sistema de puesta a tierra con el software ETAP, se ha generado un modelo preciso del comportamiento del suelo y la respuesta del sistema bajo diversas condiciones operativas. Esta simulación no solo ha validado la efectividad del diseño actual, sino que también ha ofrecido una visión integral de cómo la malla de puesta a tierra se comportará en situaciones de fallo y en diferentes escenarios ambientales. La capacidad de prever y analizar estos comportamientos ha sido vital para asegurar la seguridad eléctrica y la continuidad operativa, garantizando que la infraestructura eléctrica esté preparada para enfrentar cualquier eventualidad con eficacia.

Contribución de autores: Los autores participaron en todos los apartados del documento.

Financiamiento: Los autores financiaron a integridad el estudio.

Conflictos de interés: Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Referencias

- [1] J. A. Bustamante Cuenca, "Evaluación y diagnóstico de la malla de puesta a tierra de la subestación obrapía con niveles de tensión de 69kV y 13.8kV perteneciente a la E.E.R.S.S.A. para cumplir con los parámetros establecidos por la norma IEEE Std.80-2000," *Univ. Politéc. Sales. Sede Cuenca*, vol. 0, no. 0, pp. 1–156, 2011.
- [2] A. F. Arango Márquez and A. Flórez Grisales, "Diseño de las redes eléctricas, apantallamiento y sistema de puesta a tierra de asia loft and hall," 2014.
- [3] J. Changotasig and J. Estrella, "Análisis De Flujos De Potencia En El Alimentador 1 De LaSubestación San Cristóbal En El Área De ConcesiónElecgalapagos S.a Para Determinar Pérdidas Técnicas En LasConexiones Actuales," pp. 12–20, 2017.
- [4] E. J. Alverca Jiménez and E. P. Pareja Montesdeoca, "Mejoramiento, readecuación e implementación del sistema eléctrico y puesta a tierra en la escuela fiscal mixta Humberto Vacas Gómez." QUITO/EPN/2013, 2013.
- [5] D. F. Beltrán and E. G. Luna, "Diseño de un sistema puesta a tierra para aplicación en una industria utilizando la normativa IEEE 80 – 2000," 2023.
- [6] E. Duche Zabala and W. Miñan Manrique, "Diseño del sistema de puesta a tierra de la estación repetidora el alisal para sistemas de telecomunicaciones de movistar." 2013.
- [7] A. y T. E. Ministerio del Ambiente, "Plan De InfraestructuraVerde Para La CiudadDe EsmeraldasUna Herramienta FrenteAl Cambio Climático," 2021.
- [8] H. Calliri Maquera, "Instalaciones eléctricas y subestación compacta de 10/0.38-800KVA en Centro de Salud de Pampa Inalámbrica en Ilo-Moquegua," 2025.
- [9] C. J. Changoluisa Chacha and D. P. Monga Sánchez, "Análisis del sistema de puesta a tierra y apantallamiento eléctrico, mediante modelamiento en software para garantizar el funcionamiento y desempeño de las instalaciones, considerando una futura expansión en la central de generación 'GASGREEN SA', ubicada," 2021.
- [10] A. Requejo Saldaña, "Automatización del procedimiento de transferencia de energía eléctrica de emergencia (montaje e instalaciones) de un edificio de 25 suministros diferentes situado en el distrito de Miraflores," 2024.
- [11] I. G. Toaso Flores, "Diseño de un sistema de puesta a tierra para el CEPUR: Diseño de un sistema de puesta a tierra.," 2024.



© 2025 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>