

Impacto de la Tecnología de Medición entre Medidores Tradicionales e Inteligentes en el Sector urbano del cantón Esmeraldas

Impact of Measurement Technology between Traditional and Smart Meters in the urban sector of the canton Esmeraldas

Para citar este trabajo:

Valencia, M., y García, R., (2024). Impacto de la Tecnología de Medición entre Medidores Tradicionales e Inteligentes en el Sector urbano del cantón Esmeraldas. *Reincisol*, 3(6), pp. 527-544.
[https://doi.org/10.59282/reincisol.V3\(6\)527-544](https://doi.org/10.59282/reincisol.V3(6)527-544)

Autores:

Mayra Nor Valencia-Bacilio

Instituto Superior Tecnológico Luis Tello.
Ciudad: Esmeraldas, País: Ecuador
Correo Institucional: mvalencia@istluisello.edu.ec
Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-5871-3025>

Rosario Alexandra García-Gruzo

Instituto Superior Tecnológico Luis Tello.
Ciudad: Esmeraldas, País: Ecuador
Correo Institucional: ragarcia@istluisello.edu.ec
Orcid: <https://orcid.org/0009-0004-8995-5694>

RECIBIDO: 10 junio 2024 **ACEPTADO:** 22 julio 2024 **PUBLICADO** 5 agosto 2024

Los mayores retos que enfrentan las sociedades actualmente son la sostenibilidad ambiental y la eficiencia energética para poder ir a la par del ritmo acelerado con el que se expanden a nivel global y poder soportar los recursos que se necesitan para vivir. En tal sentido este ensayo tiene como objetivo analizar el impacto de la Tecnología de Medición entre Medidores Tradicionales e Inteligentes en el Sector urbano del cantón Esmeraldas. Por lo que se realizó una revisión de literatura tipo documental sobre el tema en bases de datos indexadas como Scielo, Scopus entre otros, para recopilar toda la información necesaria y actualizada para desarrollar el tema. Concluyendo que la mejora y eficiencia en el uso de la energía eléctrica y de incorporar la posibilidad de que el propio usuario venda electricidad a la red se canaliza a través de sistemas más complejos de medición.

Palabras clave: Servicios Eléctricos, Medidores Tradicionales e Inteligentes, Redes Inteligentes.

Abstract

The greatest challenges that societies currently face are environmental sustainability and energy efficiency in order to keep up with the accelerated pace at which they are expanding globally and to be able to support the resources needed to live. In this sense, this essay aims to analyze the impact of Measurement Technology between Traditional and Smart Meters in the urban sector of the Esmeraldas canton. Therefore, a documentary-type literature review on the topic was carried out in indexed databases such as Scielo, Scopus, among others, to compile all the necessary and updated information to develop the topic. Concluding that the improvement and efficiency in the use of electrical energy and incorporating the possibility for the user himself to sell electricity to the network is channeled through more complex measurement systems.

Keywords: Electrical Services, Traditional and Smart Meters, Smart Networks.

INTRODUCCIÓN

Hace poco más de cien años no existía el concepto de servicio eléctrico. En la actualidad no se concibe no disponer del uso de la electricidad y de todas las ventajas. Es evidente que la electricidad corresponde a uno de los principales recursos de la sociedad actual, siendo una de las formas de energía más utilizadas en el mundo, ha impulsado el desarrollo de la humanidad desde su invención. Su importancia es tal, que se hace presente en todos los ámbitos y sectores, abarcando el transporte, la industria, la salud, la iluminación, etc. Con esto, la electricidad permite mejorar la calidad de vida de las personas; gracias a la electricidad la energía puede ser transportada y transformada en otras formas, como luz, calor o energía mecánica. Esto se logra a través de una infraestructura compleja conocida como sistema eléctrico.

Es importante manifestar que una de las desventajas que no se tuvo en cuenta a la existencia y el aprovechamiento de la electricidad, fue el negativo efecto ambiental que causaría la sobre explotación de los recursos energéticos del planeta, con la degradación de la capa de ozono y las consecuencias del calentamiento global y el efecto invernadero (Rodríguez et al., 2017).

En estos momentos el esquema energético que se presenta demanda ser reestructurado mediante la diversificación de las fuentes que se utilizan y los modos de generar y distribuir la energía hasta los consumidores finales, el incremento de la calidad del servicio, la eficiencia y la reducción de las pérdidas deben constituir las metas que deben lograrse. Se trata de combinar adecuadamente las opciones técnicas que se encuentren disponibles a nivel territorial, logrando aprovechar las fuentes autóctonas que propicien la preservación de los recursos naturales y el respeto ambiental (Gámez et al., 2016). En ese mismo orden se necesita un salto cualitativo y no cuantitativo en las redes eléctricas esto está dado por la necesidad de administrar mejor los recursos energéticos, beneficiar la protección ambiental y responder a los requerimientos cada vez más exigentes de calidad de los servicios y productos.

Se debe de mencionar que las sociedades varios años atrás tenían poco conocimiento y conciencia en temas de ahorro energético, que producían un desperdicio de manera irracional varios recursos siendo uno de ellos la energía eléctrica. También el desconocimiento acerca de la cantidad de energía que se

utilizaba al tener varios aparatos eléctricos encendidos a la vez, con lo cual las lecturas mensuales que se registraban por parte de las empresas distribuidoras de energía eléctrica, eran totalmente altas mes a mes, y los consumidores desconocían de estos valores registrados.

Con lo manifestado anteriormente, en la actualidad se escucha comúnmente acerca de las Smart Gris (Redes Inteligentes), que a menudo se asocian con el concepto de Smart Metering (Sistemas Inteligentes de Medición), capaces de ofrecer a los consumidores una facturación detallada de su consumo, y además incentivan el uso eficiente de los recursos.

Se puede mencionar como en países como España, Chile, Brasil, México y Noruega se han implementado sistemas que permiten el cobro exacto por el consumo en el servicio y resuelven en su totalidad los problemas descritos anteriormente cabe mencionar que ningún sistema es 100% eficiente ni seguro.

Tomando en cuenta lo mencionado anteriormente, el presente Trabajo Impacto de la Tecnología de Medición entre Medidores Tradicionales e Inteligentes en el Sector urbano del cantón Esmeraldas.

DESARROLLO

Las empresas de electricidad están orientando esfuerzos en la búsqueda de un análisis, estudio e implantación de soluciones amplias, óptimas, veraces y automatizadas, capaces de manejar y corregir de forma sistemática y consistente, la problemática asociada a las pérdidas de energía eléctrica por consumo y uso ineficiente de la misma, lo cual impactan negativamente la calidad de servicio eléctrico que proporcionan las empresas distribuidoras (Aimacaña, 2022).

En los últimos años a partir de la invención de los medidores automáticos, las redes eléctricas inteligentes se han incorporado a los sistemas eléctricos de potencia como respuesta a la necesidad de mejorar, optimizar y monitorear el consumo de energía eléctrica y al sistema eléctrico como tal. De esta manera, las redes inteligentes permiten mejorar los índices de calidad y confiabilidad de la energía suministrada a los consumidores, reducir las emisiones contaminantes a la atmósfera, disminuir pérdidas debido al transporte de energía e involucrar más al consumidor por medio de la conocida generación distribuida (Herrera, 2013).

Dentro de la sociedad moderna los avances tecnológicos alcanzados muestran que los nuevos equipos eléctricos y electrónicos han incrementado su eficiencia en el uso de energía, traduciéndose esto en menores consumos de electricidad por equipo. Aunque, por otro lado, se han disminuido sus costos de producción, lo que ha logrado incrementar el acceso a una mayor cantidad de aparatos eléctricos, de manera tal que el efecto final sobre el consumo de electricidad suele ser mayor, a pesar de la eficiencia de los equipos. Por ello, la innovación tecnológica es una solución parcial para cuidar los recursos. Diferentes autores, declaran, que el comportamiento o los hábitos de uso de la energía pueden contribuir de manera fundamental a moderar su consumo. Considerando que los hogares constituyen un grupo importante para implementar estrategias de conservación (Morales et al., 2021).

La construcción de ciudades inteligentes es la principal alternativa para abordar estos desafíos, gracias a la implementación de innovaciones tecnológicas que nos ayuden a optimizar la infraestructura y los servicios, ser más eficientes, mejorar la convivencia y la calidad de vida de todos.

En este sentido, una de las tecnologías más útiles que han surgido en los últimos años son los medidores inteligentes, dispositivos que ofrecen la posibilidad de monitorear cuánta energía se consume en el hogar no sólo al final del mes, sino incluso diariamente. Para esto existen los medidores tradicionales, y los medidores inteligentes (Trilliant, 2020).

Ventajas de los medidores eléctricos tradicionales

Los medidores eléctricos tradicionales han sido utilizados durante décadas y tienen varias ventajas destacables. Algunas de las ventajas de estos medidores son:

- Son fáciles de entender y utilizar, ya que muestran de manera sencilla la cantidad de energía consumida.
- No requieren una conexión a internet para funcionar, lo que puede ser beneficioso en áreas donde la conectividad es limitada.
- Son menos costosos en comparación con los medidores inteligentes.
- No registran datos personales, lo que puede ser una preocupación para algunos usuarios.

Estas ventajas han hecho que los medidores eléctricos tradicionales sean ampliamente utilizados en todo el mundo.

Beneficios de los medidores eléctricos inteligentes

Los medidores eléctricos inteligentes ofrecen una serie de beneficios que los hacen una opción atractiva para los consumidores. Algunos de los beneficios de estos medidores son:

- Proporcionan información detallada sobre el consumo de energía en tiempo real, lo que permite a los usuarios tener un mayor control sobre su consumo.
- Permiten la detección de anomalías en el consumo de energía, lo que puede ayudar a identificar posibles problemas o desperdicios de energía.
- Facilitan la implementación de tarifas personalizadas según el horario de consumo, lo que puede resultar en ahorros significativos en la factura de electricidad.
- Permiten la integración con otros dispositivos inteligentes del hogar, lo que facilita la creación de un sistema de gestión energética más eficiente.

Estos beneficios han llevado a un aumento en la adopción de medidores eléctricos inteligentes en diferentes partes del mundo.

Funcionalidades adicionales de los medidores inteligentes

Además de los beneficios mencionados anteriormente, los medidores eléctricos inteligentes también ofrecen una serie de funcionalidades adicionales. Algunas de estas funcionalidades son:

- Capacidad de realizar mediciones más precisas y detalladas del consumo de energía.
- Posibilidad de enviar alertas o notificaciones al usuario en caso de anomalías o altos niveles de consumo.
- Facilidad para realizar lecturas remotas sin necesidad de que un técnico visite el lugar.

Uno de los aspectos más destacados de los medidores eléctricos inteligentes es que permiten a los usuarios controlar y monitorear su consumo de energía, lo que puede resultar en ahorro significativo en la factura de electricidad. Además, la integración con aplicaciones ineficientes puede ayudar a los usuarios a ajustar sus hábitos de consumo y utilizar la energía de manera más eficiente.

Además, pueden ayudar a detectar problemas en el sistema eléctrico, como fugas de energía o equipos con alto consumo, permitiendo reparaciones oportunas para

evitar desperdicios de energía y a su vez reducir costos. La medición inteligente es fundamental en la digitalización de las redes eléctricas, integrando nuevos modelos de negocios, empoderando al consumidor y mejorando las relaciones en el sector. Los medidores tradicionales e inteligentes tienen diferencias en características y funcionalidades que lo hacen adecuados para diferentes situaciones y necesidades. Los tradicionales son fáciles de usar y más económicos, mientras que los inteligentes ofrecen información en tiempo real y detección de anomalías. La elección entre ellos dependerá de las preferencias individuales y las necesidades del usuario. Es importante tomar una decisión informada basada en las necesidades personales (EIT Ingeniera Corporativa SAC, 2024).

Después de lo anterior expuesto, se puede afirmar que el rápido avance de las tecnologías, la caída de los costos de la digitalización y la creciente conectividad de la sociedad está produciendo una profunda transformación en todo el mundo, y tanto el sector eléctrico, como los agentes que lo configuran, forman parte de esta transformación (Alonso et al., 2023).

Figura 1. Modelos de medidores inteligentes.



Fuente: (Tomas Molina, 2019).

Muy claro expresan muchas referencias que los sistemas de medición avanzada son una tecnología habilitadora que permite la configuración y gestión de datos de un conjunto de medidores, manejo de tarifas dinámicas asociados con el tipo de consumidor, monitoreo de calidad de la energía, control de carga y reducción de pérdidas, incrementando así la eficiencia en el proceso de distribución de las empresas eléctricas.

En América Latina y el Caribe (ALC) la implementación de la medición inteligente podría ser una solución efectiva, para alguno de estos países, ante determinadas deficiencias de sus sistemas eléctricos, que se traducen típicamente en pérdidas

de energía y fallos en el suministro. Al comparar el porcentaje de pérdidas anuales derivadas de la transmisión y la distribución de la electricidad entre diferentes regiones, se obtiene un resultado poco favorable para muchos de los países de ALC, lo que evidencia la necesidad de tomar medidas que incentiven la modernización de sus sistemas eléctricos.

En 2019, por ejemplo, las pérdidas eléctricas en ALC, en términos relativos, son aproximadamente de un 15% sobre el total de la energía generada, casi el triple de la tasa observada en U.S.A. y, el doble de otras regiones como Europa o Asia y Pacífico (Alonso et al., 2023).

Para América Latina avanzar en redes inteligentes será importante como parte de una transición energética por fuera de los combustibles fósiles. Una red inteligente permitiría integrar proporciones muy grandes de energía renovable al sistema energético nacional, además de abastecer con fiabilidad a una amplia flota de vehículos eléctricos.

Colombia, Uruguay y México se encuentran entre los países que avanza en la implementación de medidores inteligentes pero la adopción aún no está generalizada. Uruguay dista con 600.00 medidores inteligentes importados de China actualmente en funcionamiento, con el objetivo de alcanzar el 100 % de cobertura en los próximos dos años. México tiene alrededor de dos millones de medidores inteligentes, lo que representa el 5% del total, con planes de llegar a 25 millones para el 2025. En Colombia, el gobierno apunta a tener el 75 % de los hogares equipados con medidores inteligentes para el 2030 (Koop, 2022).

En Ecuador el desarrollo de las redes inteligentes y generación distribuida se ha impulsado y regulado inicialmente mediante la Regulación Nro. ARCONEL 003/18, misma que establece las condiciones para consumidores que cuenten con sistemas de generación fotovoltaica para autoconsumo con capacidad de hasta 100 kW.

Posteriormente la Regulación ARCONEL 001/21 establece el marco normativo para el autoconsumo de energía mediante generación distribuida con capacidad de hasta 1 MW, y con la posibilidad de implementar un esquema de autoconsumo remoto, bajo el cual la central de generación se encuentra en un inmueble distinto al del consumidor (dentro de la misma zona de concesión de la empresa distribuidora). Este último aspecto permite colocar las centrales de generación en

puntos de mayor aprovechamiento de los recursos energéticos y con mejores alternativas de conexión con el resto de la red eléctrica (Zufferey, 2024).

En el año 2023 se emitió la regulación 008/23 por la Agencia de Regulación y Control de Recursos Naturales No Renovables ARCERNNR, que bajo esta línea también permite la instalación de centrales de hasta 2 MW y a su vez propone varias modalidades para el autoconsumo (local, remota, individual, compartida, entre otras). (Food And Agriculture Organization, 2018; Puente et al., 2024).

Actualmente en el país, el 92% de la generación de energía en el país proviene de centrales hidráulicas, el 7% de térmicas y el 1% de fuentes no convencionales (fotovoltaica, eólica, biomasa, biogás, geotermia, entre otras). Esta producción, marcada por energías amigables con el ambiente, satisface la demanda nacional de electricidad, así como la exportación de electrones a los países vecinos (Colombia y Perú) (Ministerio de Energía y Minas, 2020).

Es prioritario para el Gobierno incorporar nuevos métodos de medición del consumo eléctrico que ayudará a reducir los problemas de pérdidas de energía eléctrica originada en los procesos y subprocesos de transmisión, distribución y comercialización de la energía que no son facturadas (Ministerio de Electricidad y Energía Renovable, 2017).

Ante la situación planteada en el Ecuador, se está llevando a cabo pruebas con medidores inteligentes en algunas ciudades, pero son proyectos aislados y no tiene un marco nacional. Se está implementando medidas como limitar la comercialización de equipos ineficientes, planes de recambio de sistemas de medición, renovación de redes eléctricas. El objetivo es promover la eficiencia energética en el país a través de sistemas de medición avanzados (Aimacaña, 2022). Los esfuerzos que se realicen en la recuperación de cartera, representan un aumento del beneficio bruto de la organización, debido a que se requiere la contratación de personal externo para dar solución a los problemas de energía no facturada por lecturas erróneas o actos ilícitos de hurto de la misma, por ello las empresas de electricidad están buscando la implantación de nuevas tecnologías de medición bajo un análisis de estudio económico y sostenible que ayude a reducir los costos por pérdidas de energía eléctrica (Gómez et al., 2015).

Comparación de Impactos

Eficiencia Energética

Los medidores tradicionales, debido a su naturaleza manual, no permiten a los usuarios monitorear su consumo energético de manera continua, lo que puede llevar a un uso ineficiente de la energía. Los medidores inteligentes, por otro lado, proporcionan datos en tiempo real, permitiendo a los consumidores identificar patrones de consumo y ajustar sus hábitos para mejorar la eficiencia energética. Esta capacidad de monitoreo continuo puede ayudar a detectar fugas de energía y a optimizar el uso de aparatos eléctricos, reduciendo el desperdicio de energía (BID, 2019).

Costos

La instalación de medidores inteligentes puede representar una inversión inicial significativa, tanto en términos de dispositivos como de infraestructura necesaria para su operación. Sin embargo, a largo plazo, estos medidores pueden generar ahorros considerables. Los costos operativos disminuyen debido a la eliminación de la necesidad de lecturas manuales y la capacidad de detectar y corregir problemas en la red de manera más eficiente. Además, los usuarios pueden beneficiarse de tarifas dinámicas, ajustando su consumo durante los períodos de menor costo energético.

Gestión del Consumo

Una de las principales ventajas de los medidores inteligentes es su capacidad para mejorar la gestión del consumo. Con los medidores tradicionales, los usuarios solo tienen una visión retrospectiva de su consumo energético, basada en lecturas mensuales o bimestrales. Los medidores inteligentes permiten a los consumidores ver su consumo en tiempo real, lo que facilita la toma de decisiones informadas sobre el uso de la energía. Esta capacidad puede fomentar un consumo más consciente y responsable, reduciendo el uso innecesario de energía y promoviendo prácticas más sostenibles (IEA, 2020).

Sostenibilidad

Desde una perspectiva ambiental, los medidores inteligentes tienen el potencial de contribuir significativamente a la sostenibilidad. La reducción del consumo energético y la optimización del uso de la red eléctrica pueden disminuir la huella de carbono del sector residencial y comercial. Además, la capacidad de integrar

fuentes de energía renovable de manera más efectiva y gestionar la demanda de energía de forma dinámica contribuye a una red eléctrica más verde y eficiente (OIT, 2021).

Estudios de Caso

Numerosos estudios de caso en ciudades alrededor del mundo han demostrado los beneficios de los medidores inteligentes. Por ejemplo, en lugares donde se han implementado programas piloto de medidores inteligentes, se ha observado una reducción en el consumo energético de hasta un 15%, así como una mejora en la satisfacción del cliente debido a la mayor transparencia y control sobre el consumo energético.

Proyectos realizados en el país

En el Centro Histórico de Cuenca se realiza el proyecto de tecnologías AMI el cual facilita el flujo de información entre los dispositivos de medición y la distribuidora, con el único fin de obtener los parámetros eléctricos y técnicos dados por los contadores inteligentes, como la lectura de datos, corte y reconexión a distancia del servicio eléctrico instalado (INEC, 2022).

El sistema de distribución de la Empresa Eléctrica Pública de Guayaquil, haciendo uso de los sistemas de medición avanzada logro la instalación de 4,517 medidores con el objeto de controlar y monitorear la energía de entrada al sistema de distribución de entrada al sistema de distribución de entrada al sistema de distribución.

El propósito principal del proyecto realizado Aimacaña, (2022) fue contribuir con la fundamentación teórica en cuanto a la validez y funcionalidad de la infraestructura de los Sistemas de Medición Avanzada, como modo de comunicación bidireccional empresa/consumidor de energía eléctrica en el Ecuador dicho sistema permitirá realizar: lecturas, cortes, y reconexiones de manera remota disminuyendo los gastos operativos que estas tareas conllevan, por lo que se analiza y cuantifica todos los recursos necesarios para realizar su implementación, mediante un análisis paramétrico de las variables operativas, condiciones de las redes, contadores existentes las cuales se han validado a través del levantamiento de información en campo y datos proporcionados por la empresa distribuidora; teniendo como resultado un total de 680 clientes de los cuales un

3,68% disponen de medidores 1 Fase-2 Hilos y el 96,32% de 2 Fases-3Hilos . (Aimacaña, 2022).

Tipán & Rumipamba, (2018) en su artículo plantea como objeto un medidor de energía eléctrica inteligente con Raspberry Pi y Arduino UNO, para visualizar el consumo eléctrico aproximado de un hogar tipo en tiempo real, mediante una aplicación Androide y servidor web en la raspberry utilizando hojas de cálculo en línea de google, porque aproximado debido a que no se hace un muestreo de voltaje sino que en base a parámetros definidos se emplean valores establecido.

Reinoso & Salazar, (2017) propone en su artículo presenta la implementación de un sistema inteligente de medición de energía eléctrica y otros recursos, a instalar en la fábrica The Tesalia Springs Company, con el fin de registrar los valores de consumo de electricidad, agua y CO₂, necesarios para la elaboración de productos envasados. El sistema consta de medidores de electricidad digitales, caudalímetros, controladores programables e interruptores de comunicación utilizados para ampliar la capacidad de la red Ethernet industrial. Este sistema permite el seguimiento de parámetros eléctricos y consumos en diversos procesos productivos. El desarrollo de una interfaz HMI permite a los usuarios visualizar y almacenar mediciones, para tener una adecuada gestión de la información, generando datos históricos.

Torres et al., (2020) tiene como finalidad diseñar un sistema de monitoreo en tiempo real del consumo eléctrico para su gestión por parte del usuario. Para la implementación se hizo uso de una red de sensores de corriente no invasivos conectados a un convertidor de señal analógica a digital y su recolección de datos mediante la minicomputadora Raspberry Pi el cual los procesará para posteriormente visualizarlos por el software libre Grafana.

La ciudad de Esmeraldas ilustra la producción de espacios urbanos sucesivos destinados a favorecer un régimen de acumulación en nombre del desarrollo regional o nacional. Tres regímenes principales se destacan en torno al banano, el petróleo y el turismo. Cada uno es documentado a través de tres elementos mayores: los factores de producción (mano de obra, recursos), los actores y arreglos institucionales (gobernanza, reglamentación), los espacios urbanos implicados o excluidos, por lo que es necesario la implementación de la tecnología avanzada en

el sector eléctrico. A continuación, se relaciona algunas de las investigaciones desarrollada en el cantón.

Paz & Villacís, (2023) se presenta un sistema de gestión de energía para Edificios Inteligentes (EI) utilizando Generación Distribuida (GD). La propuesta permite reducir el consumo excesivo de energía que tienen los sistemas de iluminación, climatización y computación en el campus del edificio administrativo de la Universidad PUCESE. Se utiliza un sistema de control basado en el microcomputador raspberry, el cual permite establecer las condiciones de trabajo de manera autónoma. El sistema define un algoritmo de control basado en diferentes escenarios donde se determinan las reglas de energía para cada uno de los servicios del edificio. Como resultado, se reduce el consumo energético en un 50 % para cada uno de los sistemas, evidenciando una reducción en el pliego tarifario, y en la huella ecológica del edificio.

Loor, (2022) presenta el desarrollo de un sistema de medición y análisis de variables eléctricas en un centro de carga de baja tensión para CNEL EP Unidad de Negocios Esmeraldas.

CONCLUSIONES

La mejora y eficiencia en el uso de la energía eléctrica y de incorporar la posibilidad de que el propio usuario venda electricidad a la red se canaliza a través de sistemas más complejos de medición

El desafío de Ecuador y específicamente el Sector urbano del cantón Esmeraldas será contar con una planificación a largo plazo acompañada de un financiamiento del gobierno y del sector privado, en la implementación de tecnología de avanzada en el sector eléctrico con la finalidad de manejo de tarifas dinámicas, monitoreo de calidad de la energía, control de carga y reducción de pérdidas entre otros.

La transición de medidores tradicionales a inteligentes en el sector urbano del cantón Esmeraldas puede ofrecer numerosos beneficios, desde una mayor eficiencia energética hasta una mejor gestión del consumo y una contribución significativa a la sostenibilidad ambiental. Para una implementación exitosa, se recomienda desarrollar estrategias de sensibilización y educación para los usuarios, así como políticas y subsidios que faciliten la adopción de esta tecnología. La inversión inicial en medidores inteligentes puede parecer elevada, pero los

beneficios a largo plazo en términos de ahorro de costos y mejora de la eficiencia justifican esta transición.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- Aimacaña Quishpe, S. F. (2022). Análisis para la factibilidad de la puesta en servicio de Sistemas de Medición Avanzada para Clientes ubicados en la Comunidad de Patután de la Empresa Eléctrica Provincial Cotopaxi S.A. (Tesis de Magister). UTC. Latacunga.
- Alonso, O. Á., Pérez, N. A. A., Mosquera, A. G.-S., & Raya, E. H. (2023). La medición inteligente en América Latina y el Caribe. Banco Interamericano de Desarrollo(BID).
- Banco Interamericano de Desarrollo (BID). (2019). Eficiencia Energética en América Latina y el Caribe: Tendencias y Oportunidades.
- Chere-Quiñónez, B. F., Ulloa-de Souza, R. C., & Reyna-Tenorio, L. J.. (2022). Technology in home lighting: photovoltaic panels and ecological energy. *Sapienza: International Journal of Interdisciplinary Studies*, 3(7), 111–123. <https://doi.org/10.51798/sijis.v3i7.519>
- EIT Ingeniera Corporativa SAC. (2024). Comparativa: Medidores eléctricos tradicionales vs inteligentes. Linkend In. <https://es.linkedin.com/pulse/comparativa-medidores-eléctricos-tradicionales-lkape>
- Food And Agriculture Organization. (2018). Resolución No ARCONEL-003/18 – Regulación para la Microgeneración fotovoltaica para autoabastecimiento de consumidores finales de energía eléctrica.
- Gámez, M. R., Jurado, W. C., Pérez, A. V., & Arauz, W. M. S. (2016). Economic Feasibility of Extending the Mains. *ISROJ Publication*, 1(01), 1–10.
- García-Tenorio, F. A., Simisterra-Quintero, J. J., Barre-Cedeño, K. N., Bautista-Sánchez, J. V., & Chere-Quiñónez, B. F.. (2022). Technical, economic and environmental evaluation of the change of the public lighting system of the citadel Costa Verde-Esmeraldas to LED technology. *Sapienza: International Journal of Interdisciplinary Studies*, 3(7), 245–260. <https://doi.org/10.51798/sijis.v3i7.538>

- Gomez, J., Castan, R., Montero, J., Ruiz, J. M., & García, J. (2015). Aplicación de tecnologías de medición avanzada (AMI) como instrumento para reducción de pérdidas. *Boletín IIE*, 2015, December 2015.
- Herrera García, M. V. (2013). Descripción de redes inteligentes (Smart Grids) y su aplicación en los sistemas de distribución eléctrica. (Tesis de Grado) QUITO/EPN/.
- Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC) Ecuador. (2022). Estadísticas de Energía Eléctrica.
- International Energy Agency (IEA). (2020). Smart Metering and Smart Grids: The Transition to a Smarter Energy Future.
- Koop, F. (2022). Redes inteligentes, el siguiente paso para la energía de América Latina. *Dialogue Earth*. <https://dialogue.earth/es/energia/52564-redes-inteligentes-el-siguiente-paso-para-la-energia-de-america-latina/>
- Loor, A. A. M. (2022). Desarrollo de un sistema de medición y análisis de consumo eléctrico basado en IOT para redes de distribución para CNEL EP Esmeraldas. (Tesis de Magister). Pontificia Universidad Católica del Ecuador.
- Ministerio de Electricidad y Energía Renovable. (2017). Plan Nacional de Eficiencia Energética 2016-2035. Ministerio de Electricidad y Energía Renovable. <https://cdn.flipsnack.com/widget/v2/flipsnackwidget.html?hash=fdz94jcz e&bgcolor=EEEEEE&t=1496354811>
- Ministerio de Energía y Minas. (2020). Ecuador consolida la producción eléctrica a partir de fuentes renovables. *El Nuevo Ecuador*. <https://www.regulacioneolica.gob.ec/balance-nacional/>.
- Morales Ramírez, D., Alvarado Lagunas, E., & González Del Ángel, L. J. (2021). Disposición al ahorro de energía eléctrica en los hogares de México. *Estudios Demográficos y Urbanos*, 36(2), 533–561. <https://doi.org/10.24201/edu.v36i2.2002>
- Organización Internacional del Trabajo (OIT). (2021). Energía Sostenible y Empleos Verdes.
- Paz, C. H. B., & Villacís, H. F. C. (2023). Sistema de Gestión de Energía para Edificios Inteligentes utilizando Generación Distribuida. *Latin-American*

- Journal of Computing, 10(1).
<https://doi.org/https://doi.org/10.5281/zenodo.7504004>
- Puente Bósquez, S., Laverde Albarracín, C., & Bósquez Mestanza, A. (2024). Microrredes basadas energía limpia, fotovoltaica y su factibilidad técnico – económica para implementaciones futuras en los sectores rurales y urbano marginales. INNOVATION & DEVELOPMENT IN ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES, 6(1), 14. <https://doi.org/10.53358/ideas.v6i1.905>
- Reina-Pérez, F. C., Reina-Quiñónez, F. M., Valencia-Ortiz, N. P., Chere-Quiñónez, B. F., & Góngora-Ortiz, J. G. (2018). El mantenimiento predictivo, eficaz para sistemas eléctricos de potencia. Polo del Conocimiento, 2(12), 134-144.
- Reinoso, J., & Salazar Gabriel. (2017). Sistema de Medición Inteligente de Energía Eléctrica en la Empresa The Tesalia Springs Company S. A.: Implementación y Análisis de Resultados. Revista Politécnica, 39(2), 1–7. <http://www.revistapolitecnica.epn.edu.ec/images/revista/volumen39/tomo2/767.pdf>
- Rodríguez Gámez, M., Vázquez Pérez, A., Saltos Arauz, W. M. A., & Ramos Guardarrama, J. (2017). El Potencial Solar y la Generación Distribuida en la Provincia de Manabí en el Ecuador. Revista de Investigaciones En Energía, Medio Ambiente y Tecnología: RIEMAT ISSN: 2588-0721, 2(2), 41. <https://doi.org/10.33936/riemat.v2i2.1143>
- Tipán, L. F., & Rumipamba, J. A. (2018). Medidor Inteligente de Energía Eléctrica utilizando la Tarjeta Electrónica Raspberry Pi. Revista Técnica “Energía,” 14(1), 131–139. <https://doi.org/10.37116/revistaenergia.v14.n1.2018.165>
- Tomas Molina, J. (2019). Medidores inteligentes: La experiencia internacional en la implementación de los aparatos que generan polémica en Chile. Emol. Economía. <https://www.emol.com/noticias/Economia/2019/03/30/942989/Medidores-inteligentes-La-experiencia-internacional-en-la-implementacion-de-los-aparatos-que-generan-polemica-en-Chile.html>
- Torres Quijije, A. I., Pisco Vanegas, J. C., Pérez Párraga, R., & Vera García, I. G. (2020). Monitoreo en tiempo real del consumo de energía eléctrica residencial que permita su apropiada gestión. Universidad y Sociedad., 12(2), 218-222.

Trilliant, (2020). Diferencia entre medidores tradicionales e inteligentes.
<https://primestone.com/diferencia-entre-medidores-tradicionales-e-inteligentes/>

Zufferey Palaguerra, G. (2024). Desarrollo de una propuesta técnico - comercial para la implementación de centrales de generación en base a recursos renovables para autoconsumo eléctrico de edificios de condominios residenciales en Ecuador: Análisis técnico de esquemas de desarrollo de [EPN]. <https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/25365>

Conflicto de intereses

Los autores indican que esta investigación no tiene conflicto de intereses y, por tanto, acepta las normativas de la publicación en esta revista.

Con certificación de:

