



**Ciencia Latina**  
Internacional

Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, Ciudad de México, México.  
ISSN 2707-2207 / ISSN 2707-2215 (en línea), enero-febrero 2024,  
Volumen 8, Número 1.

[https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v8i1](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i1)

# **ANÁLISIS COMPARATIVO DE SMART GRIDS CON EL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN CONVENCIONAL EN LA CIUDAD DE QUITO**

**COMPARATIVE ANALYSIS OF SMART GRIDS WITH  
THE CONVENTIONAL DISTRIBUTION SYSTEM IN  
THE CITY OF QUITO**

**Gennadi Stalin Benavides Pusda**

Instituto Superior Universitario Central Técnico , Ecuador

**Alvaro Javier Mendoza Puruncajas**

Instituto Superior Universitario Central Técnico , Ecuador

DOI: [https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v8i1.9846](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i1.9846)

## Análisis Comparativo de Smart Grids con el Sistema de Distribución Convencional en la Ciudad de Quito

Gennadi Stalin Benavides Pusda<sup>1</sup>

[gbenavidespusda@istct.edu.ec](mailto:gbenavidespusda@istct.edu.ec)

<https://orcid.org/0009-0000-7630-4981>

Instituto Superior Universitario Central Tecnico  
Ecuador

Alvaro Javier Mendoza Puruncajas

[amendoza@istct.edu.ec](mailto:amendoza@istct.edu.ec)

<https://orcid.org/0009-00000-4132-9062>

Instituto Superior Universitario Central Tecnico  
Ecuador

### RESUMEN

El presente documento tiene como objetivo de impartir información a las personas interesadas sobre la problemática que se tiene en las empresas encargadas de la distribución de electricidad en especial a EEQ y la deficiencia de las redes de distribución la cual se viene dando desde hace mucho tiempo atrás por la gran demanda de consumo al igual que, como las nuevas tecnologías Smart Grids podría beneficiar a las empresas distribuidora en cuando a control y monitoreo para aumentar su eficiencia, reducir perdidas y sea un sistema sostenible e incorporar nuevas fuentes de energía renovable. Esta investigación se la realizo mediante artículos de interés y encuestas que la cual permitió determinar un análisis comparativo sobre la eficiencia que tienen las Smart Grids en comparación con el sistema de distribución convencional, dando paso de igual manera la comparación de la infraestructura AMI con los medidores convencionales que se viene manejando desde hace tiempo atrás en diferentes zonas de Quito , al igual que los desafíos que se presentan al implementar dicha tecnología de innovación.

**Palabras clave:** smart grids, sistema de distribución, eficiencia, control, sistema

---

<sup>1</sup> Autor principal.

Correspondencia: [gbenavidespusda@istct.edu.ec](mailto:gbenavidespusda@istct.edu.ec)

# Comparative Analysis of Smart Grids with the Conventional Distribution System in the City of Quito

## ABSTRACT

The purpose of this document is to provide information to interested persons on the problems faced by companies responsible for electricity distribution, especially to EEQ, and the deficiencies of distribution networks which have been occurring for some time long ago by the large consumer demand just like, how new Smart Grids technologies could benefit distribution companies in terms of control and monitoring to increase their efficiency, reduce losses and be a sustainable system and incorporate new renewable energy sources. This research was carried out through articles of interest and surveys that allowed us to determine a comparative analysis on the efficiency of Smart Grids compared to the conventional distribution system, giving way in the same way to the comparison of the AMI infrastructure with the conventional meters that have been managed for a long time in different areas of Quito, as well as the challenges that arise when implementing such innovation technology.

**Keywords:** smart grids, distribution system, efficiency, control, system

*Artículo recibido 28 diciembre 2023  
Aceptado para publicación: 30 enero 2024*



## INTRODUCCIÓN

El presente artículo de investigación tiene como objetivo informar de manera objetiva el estudio de un problema sobre el cual recae que, en la ciudad de Quito los residentes han llevado una vida consumista respecto al consumo de energía eléctrica masivo ya que, el porcentaje de las actividades diarias depende de ello dando paso al aumento proliferado de demanda que existe en la ciudad Quito. (Rogelio Nevárez-Toledo, 2020)

De esta manera los entes gubernamentales trabajan para poder abastecer las necesidades de los consumidores.

Estos entes como ARCONEL, ARCERNNR, CENACE, CELEC, CENEL, EEQ tienen la misión de mejorar la eficiencia y sostenibilidad desde la parte de generación, transportación, así como distribución y finalmente la comercialización de esta energía eléctrica según (Barrezueta, 2019)

En el contexto de la ciudad de Quito, la implementación de “Smart Grids” podría traer consigo una serie de beneficios. Permitiendo que la EEQ (Empresa eléctrica Quito) lograr una evolución significativa y positiva en cuanto a tecnología, abarcando puntos importantes como son las tecnologías de información y comunicación (TIC) poder optimizar y tener el control en tiempo real del sistema eléctrico logrando que el sistema de distribución actual se repotencie dando si el paso de ser un sistema eléctrico flexible, eficiente, inteligente, seguro, abierto y sostenible.

Las Smart Grids también posibilitan la adaptación a la ascendente demanda de energía y la incorporación de tecnologías emergentes, como la electrificación de vehículos. En el caso específico de Quito, la implementación de estas tecnologías podría contribuir significativamente a la resiliencia del sistema eléctrico ante desafíos ambientales y operativos.

Es importante destacar que la introducción de “Smart Grids” no solo implica mejoras tecnológicas, sino también cambios en la regulación y la forma en que los consumidores se interrelacionan con la energía. La colaboración entre autoridades, empresas de servicios públicos y la comunidad es esencial para garantizar el éxito de esta transición hacia una red de electricidad más controlada y sostenible en la ciudad de Quito.

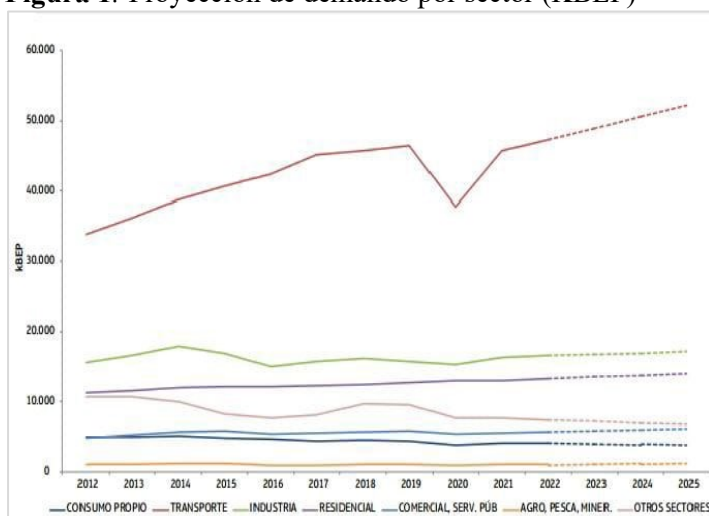
## METODOLOGÍA

Se implementó técnicas documentadas para obtener información legibles y reales, que permitieron de tal manera analizar comparativamente las redes inteligentes “Smart Grids” con el sistema de distribución convencional en la ciudad de Quito.

### Demanda de energía actual en Ecuador

En el caso de mantenerse la demanda actual, el sector transporte seguirá tomando la mayor parte con un 52.275 kBEP, quien le sigue es el sector industrial con valores estipulados de 17.146 kBEP en el sector residencial se obtiene un valor de 13.948 kBEP, en un futuro dichos sectores tendrían un crecimiento del 10,6%, 3,9% y 5,4% conforme se las ha ido nombrando. En el 2025 se estima que las tendencias de demanda de consumo implicaran un aumento en diésel, gasolinas de 4.8% y 6.9% mientras que el aumento de electricidad será de 13.4 y GLP se estipula que de un 6,5%.(Lasso Mendoza MINISTRO ENERGÍA Y MINAS Fernando Santos Alvite, 2022).

**Figura 1:** Proyección de demanda por sector (KBEP)



Fuente: (Lasso Mendoza MINISTRO ENERGÍA Y MINAS Fernando Santos Alvite, 2022)

### El sistema de distribución convencional

Se caracteriza por realizar la mayoría de procedimientos de manera manual dependiendo de esta manera de un número de trabajadores expertos en la materia.

El sistema de distribución convencional para gestionar todos los procesos de negocio utiliza una arquitectura para la gestión de la distribución o conocido DMS (Distribution Management System).

Esta arquitectura DMS encargada de la gestión de red, la calidad de energía, la gestión de interrupciones, optimización de la utilización de activos, reducción de los costes de mantenimientos, automatización para el aislamiento de la localización de fallas y a su vez la restauración, entre otras funciones.

Entre otros sistemas que están asociados con la arquitectura DMS son:

**Sistema de Información Comercial (CIS):** Este sistema administra la información de consumidores para generar facturas y despacho de servicios.

**Sistema de Información Geográfica (GIS):** Diseñada para de una o tal manera garantizar datos geográficos, actualizada con regularidad en la base donde se guardan los datos de los consumidores y sistema eléctrico con el fin de resolver

**Sistema de gestión de interrupciones (OMS):** Sistema que permite restaurar los cortes de energía al igual que atención de varios usuarios como la planificación, gestión de archivos y departamentos.

**SCADA (Sistema de adquisición, supervisión y control de datos):** El software creado para supervisar la producción tiene la capacidad de establecer comunicación con dispositivos en el campo, permitiendo su control automático directamente desde la pantalla de monitoreo.

**WMS (Sistema de gestión de Trabajo de Campo):** Dicho procedimientos dan paso a la construcción de operaciones y mantenimiento que permita la funcionalidad del sistema.

### **Estructura del sistema de distribución**

Las partes que conforman un sistema de distribución son:

- Subestaciones
- Primarios Alimentadores o de media tensión
- Transformadores
- Alimentadores de baja tensión
- Cargas o consumidores finales.

### **Empresa eléctrica Quito**

**Calidad:** Enfocado en ofrecer un servicio eléctrico de calidad, de acuerdo con las expectativas de la ciudadanía y según los parámetros dispuestos por la normativa.

**Eficiencia:** Encaminado a la optimización en el uso de los recursos empresariales, asignándolos bajo criterios de racionalización y productividad.

**Sostenibilidad:** Dirigido al desarrollo sostenible mediante un equilibrio entre los aspectos de economía al igual que sociales y ambientales, en el cumplimiento de las responsabilidades de la EEQ.

Según la EEQ (Empresa Eléctrica Quito) El objetivo del plan de mejora de los sistemas de distribución es expandir las redes de distribución, centrándose en mejorar los indicadores de calidad del servicio eléctrico. Esto contribuirá significativamente a ampliar la cobertura y disminuir las pérdidas de energía. En consecuencia, las empresas de distribución están integrando herramientas, equipos, sistemas y otras infraestructuras para evaluar la calidad del suministro a corto plazo, abarcando todos los aspectos establecidos en la normativa. (Dirección de Desarrollo Organizacional, 2022)

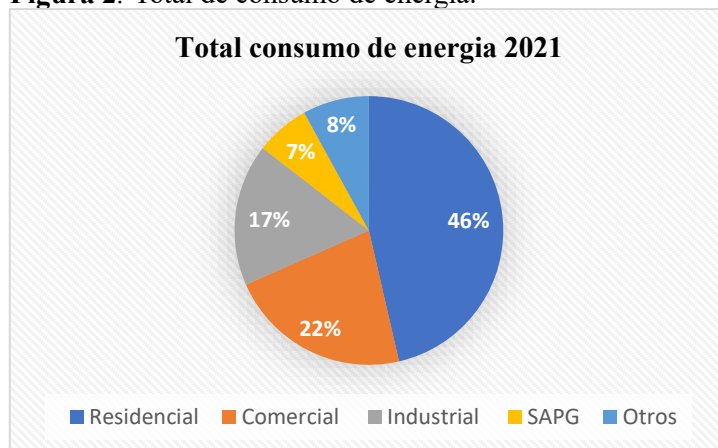
**Tabla 1.** Tabla de puntaje objetivos estratégicos

Ampliar el uso del presupuesto eficientemente	68.29 %
Incremento de desarrollo del talento humano	94.25%
Aumentar la eficiencia de la producción, distribución y comercialización basado en el área de servicio	98.20%
Mejorar la eficacia en cuando al cuidado de la demanda de energía en el área de servicio	98.30%
Incrementar la eficiencia institucional.	98.62%
Minimizar la colisión socio ambientales,	100%
Amplificar la eficiencia en cuanto al servicio público de electricidad.	99.85

Fuente: ( Dirección de Desarrollo Organizacional, 2022)

En cuanto al consumo de energía eléctrica realizado por la dirección de planificación se pudo obtener que el consumo de energía a 2021 alcanzó 3.616,67 GWh, con la reactivación de los sectores comercial e industrial que, durante la pandemia por COVID-19, cerraron sus puertas.

**Figura 2:** Total de consumo de energía.



Fuente:(Dirección de Desarrollo Organizacional, 2022)

## Smart Grids

Las redes inteligentes o mejor dicho Smart Grids serán capaces de asumir un sistema de energía confiable, económicas, ecológicas y la minimización de pérdidas energéticas garantizando seguridad de suministro.

**Adaptables:** Deberán cumplir con las demandas cambiantes de los consumidores, enfrentando los desafíos que esto implicará en el futuro.

**Inclusivas:** Asegurarán que todos los usuarios de la red tengan acceso a la conexión, especialmente a través de fuentes renovables y generación local altamente eficiente con emisiones contaminantes mínimas o nulas.

**Económico:** Contribuirán a una cadena de valor mediante la innovación, la gestión eficaz de la energía, la competitividad y el cumplimiento de regulaciones.

**Medio Ambientales:** Minimización de la radiación de CO<sub>2</sub> e integración de energía renovables, uso de vehículos eléctricos.

**Sostenibilidad:** Eficiencia y limpia con el medio ambiente y aceptada por la gente.

Si las Smart Grids son un sistema más robusto en comparación con el sistema de distribución convencional la tecnología de las SG permitirá la auto recuperación al igual que la probidad de la red dando paso a unos cien números de beneficios en diferentes partes de la red de distribución.

Según (Rogelio Nevárez-Toledo, 2020) Para las tecnologías de Infraestructura de Medición Avanzada (AMI), los Sistemas de Medición (SM) tradicionales recopilan datos mensualmente. En contraste, la AMI, en conjunto con los SM, posibilita la recopilación de información de manera diaria y en tiempo real a través de las redes de comunicación. Entre las atribuciones de los SM se encuentran:

- Facturación energética
- Curvas de consumo
- Detección de interrupciones
- Monitoreo de la calidad
- Confiabilidad de potencia
- Clasificación de armónicos
- Control remoto



## Infraestructura AMI

**Smart Meter:** tendrá el objetivo de medir, registrar y almacenar la adquisición eléctrica y el estado del servicio, adicional también permitirá la desconexión y reconexión del servicio vía remota.

**Redes de comunicaciones:** Transmite la información de consumo a las entidades distribuidoras mediante redes GSM/GPRS y portadores de línea eléctrica.

**Sistema de Gestión de datos de medición:** Capaces de adquirir un análisis y conversión de información para la entidad distribuidora

### **Meter Data Management / Gestar de Datos Medidos (MDM).**

Sera capaz de gestionar bases de datos de manera masiva, cuyos datos serán generados por el sistema AMI teniendo de esta manera, la mejora operativa de eficiencia, mejor servicio al cliente, la gestión de demanda y confiabilidad del suministro eléctrico.

### **Sistema de Gestión de Activos (AMS).**

Capaces de alcanzar objetivos establecidos por las empresas distribuidoras, permitiendo dar prioridad a equipos que se encuentran en reparación o en total reemplazo, fortaleciendo la productividad, minimizando los tiempos y costos y fortaleciendo el rendimiento de la red

### **Sistema de Análisis Técnico (SAT).**

Sistemas capaces de diseñar el cálculo matemático en una interfaz matemática, con el objetivo de realizar el cálculo de flujo de carga optima.

## **Comunicación de redes**

En lo que respecta a la comunicación, el sistema de las Smart Grids utilizará diversas redes, que incluyen las de área personal (PAN), local (LAN), metropolitana (MAN), global (WAN) y la red de área cercana, también conocida como NAN.

**Tabla 2.** Tabla de descripción WAN, LAN-HAN, NAN

<b>Descripción</b>	<b>Velocidad de datos</b>	<b>Cobertura</b>	<b>Implementada en las tecnologías</b>
<b>Red HAN</b>			
Localizado en el hogar del cliente (AMI)	Superior a 100 kbps	Superior a una cobertura de 100 m	ZigBee, Bluetooth, WiFi, PLC, Ethernet, M-Bus.
<b>Red NAN</b>			
Red de comunicación para áreas energéticas de distribución	10 kbps a 100 Mbps	Superior de cobertura a 10 km	WiMAX, Celular, DSL, Ethernet, Fibra óptica,

---

Cable Coaxial.

---

### Red WAN

---

Proporciona comunicación entre las Subestaciones y las empresas encargadas del servicio eléctrico	10 Mbps a 1 Gbps	Mayor a 100 km	WiMAX, Óptica, Satelital, Celular
---	------------------	----------------	-----------------------------------

---

Fuente: (Giral, 2017)

## Cliente y Smart Grids

### Clientes

**Grandes consumidores:** Grandes consumidores se refieren a entidades como empresas e industrias con una elevada demanda de energía, excluidas de la categoría de usuarios normales, lo que les permite negociar de manera libre con generadores o distribuidores los términos de suministro y precios de la energía eléctrica para su propio consumo.(Ecuadorianas et al., 2012)

**Usuarios finales:** Usuarios finales engloba a individuos o entidades, ya sean personas naturales o jurídicas, que demuestren propiedad sobre una instalación que recibe el servicio eléctrico. Estos usuarios pueden estar sujetos o no a regulaciones por parte de la empresa concesionaria de distribución correspondiente a su ubicación geográfica.(Ecuadorianas et al., 2012).

### Clientes en relación con las Smart Grids

Esta etapa es donde se consume la energía donde el cliente deberá de gestionar su propia energía, las Smart Grids permitirán brindar opciones para que el cliente en la toma de decisiones pueda decidir sus consumos e incluso su propia generación de energía.

Las redes inteligentes comprenden la fusión de tecnologías de la información con la infraestructura de la red eléctrica, enfocándose en la gestión y control de equipos y cargas. Esto conlleva a una operación automatizada del sistema, ofreciendo beneficios tanto para los proveedores de servicios públicos como para los usuarios finales. Todo esto se fundamenta en la premisa de asegurar la confiabilidad y continuidad en el suministro eléctrico.(Gómez et al., 2018).

### Desafíos de las Smart Grids

Si bien es cierto la incorporación de las Smart Grids en la ciudad de Quito traerá consigo una serie de beneficios.



También es cierto que la implementación de esta conlleva una serie de desafíos como asegurar que el sistema de distribución convencional soporte dicha tecnología, ya que, al ser un sistema de distribución básico, la tecnología puede ser antigua y carecer de funciones en cuanto a optimización e interconexión de esta manera se puede determinar que el sistema de distribución exigirá una renovación desde la planificación y diseño, hasta las estrategias y condiciones de operación.

Otro desafío que se ha visto impulsado por diferentes países es permitir que mucho de los consumidores participen con el sistema. Por otra parte, crear estructuras descentralizadas para facilitar la operación de sistemas de suministro de energía de menor escala, permitiendo su integración e inyección efectiva con el sistema general.

Cabe destacar que la inversión económica juega un papel importante ya que dichos beneficios son a largo plazo y duraderos.

### **Encuestas y entrevistas**

Según investigaciones realizadas a cierto grupo de personas que se dedican netamente a la carrera de Electricidad y otras en otro oficio.

Donde se relacionó enfoques desde el panorama de los consumidores hasta personas con experiencia y cocimiento en la carrera.

Impartieron una serie de conocimientos que permitieron al investigador evaluar dichos conocimientos y tabular datos en cuantos al sistema de distribución y las Smart Grids.

Por otro lado, se realizó encuestas al personal calificado, sujetos que tienen conocimiento a la materia al igual que personal universitario, abordando puntos como la integración de energía renovable, control y monitoreo en tiempo real, las problemáticas que existen en el sistema de distribución, los beneficios y riesgos que se tienen al contar con las Smart Grids etc.

Con la información obtenida se podrá recopilar datos de cada individuo de manera cualitativa sobre opiniones de interés para la investigación al igual que el análisis de diferentes variables e hipótesis que se va dando mientras se realizan cada una de las encuestas y así generar resultados que contribuyen a la base de conocimientos en la determinada área de investigación.

## RESULTADOS

### Eficiencia aprovechando el uso de redes inteligentes “Smart Grids” en comparación al sistema convencional

**Tabla 3.** Tabla comparativa de Smart Grids y el sistema de distribución.

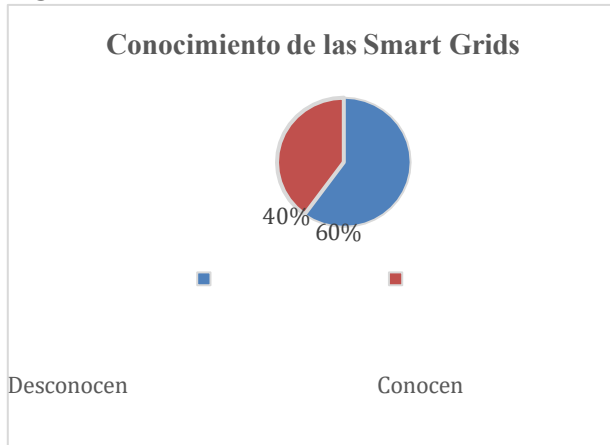
Smart Grids	Sistema de distribución convencional
<b>Equipos</b>	
Facilitará y multiplicará la cantidad de información de los clientes en tiempo real con equipos inteligentes.	La falta de análisis de operación e información se ha visto reflejado en los procesos de facturación
<b>Dispositivos y sistemas</b>	
Desarrollar sistemas sólidos que favorezcan la mejora en la fiabilidad del suministro, la índole de la energía eléctrica y la rentabilidad energética.	Capaces de soportar la formación de una red más inteligente, aunque se desconozca la información técnica de estos mismos
<b>Costos</b>	
Varias entidades de comercialización eléctrica entre ellas la EEQ, con el fin de innovación han invertido 16.431157.03\$	Si bien es cierto la adquisición de precios e implementación es desconocida se asegura que dichos medidores son de menor costo por su tecnología
<b>Automatización y control de la red</b>	
Si se dispone de automatización y control mejorado, permitirá actuar y realizar intercambios de carga por razones de emergencia o por necesidad de operación	Si bien es cierto en la actualidad si existe dicho control y automatización, no es 100% eficiente por factores ambientales (lluvia) que permiten el corte de luz en distintas zonas de Quito

Fuente: Propia

Las Smart Grids son el paso de un mundo de innovación de tecnología y control, muchas de las personas desconocen sobre el tema.

El estudio realizado a un grupo de personas determino que el resultado fue de 40% de personas conocen del tema o ha escuchado hablar sobre el tema mencionado y el otro 60% desconocen por diferentes razones como lo muestra la siguiente grafica.

**Figura 3:** Conocimiento de las Smart Grids Quito

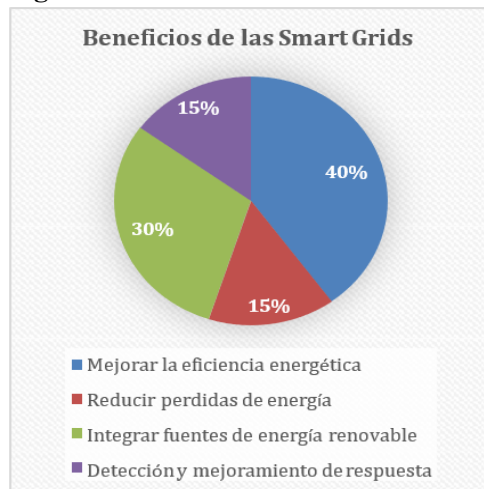


Fuente: Propia

Las Smart Grids tiene como objetivos plateados mejorar la red de distribución convencional abriendo la posibilidad a un mundo de nueva tecnología trayendo consigo beneficios para abastecer el consumo de la demanda proliferada.

De esta manera en la Figura 3 muestra resultados porcentuales de los beneficios de las Smart Grids que los invidos consideran que tiene más enfoque.

**Figura 4:** Beneficios de las Smart Grids

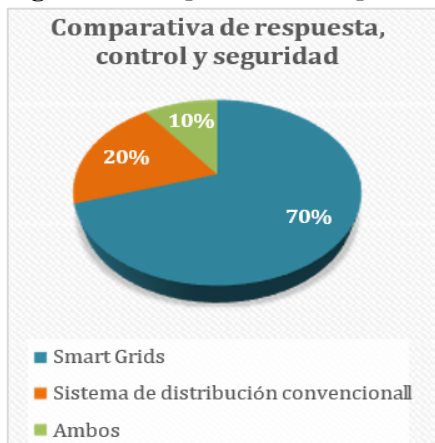


Fuente: Propia

Donde claramente se puede determinar que el 40% de las personas creen que el mejor impacto que tendrá las redes inteligentes en las redes distribución convencional es la eficiencia energética, al igual que el 30% opinaron que de cierta manera se pueda integrar fuentes de energía renovable. Por otro lado, el 15% determino que las redes inteligentes "Smart Grids" podrá reducir perdidas de energía y mejorar la detección del dictamen de supuestas fallas.

En comparación con el sistema de distribución convencional y las Smart Grids el mejoramiento de respuesta, control de eficiencia y seguridad ante emergencias adversas. Se destaca que el 70% considera que las redes inteligentes “Smart Grids” tendrá más control y autonomía eficiente mientras que el 20% sostuvo que el sistema de distribución es rentable y sostenible, por otro lado, la mínima parte 10% considera que los dos sistemas son buenos como lo muestra la Figura 3.

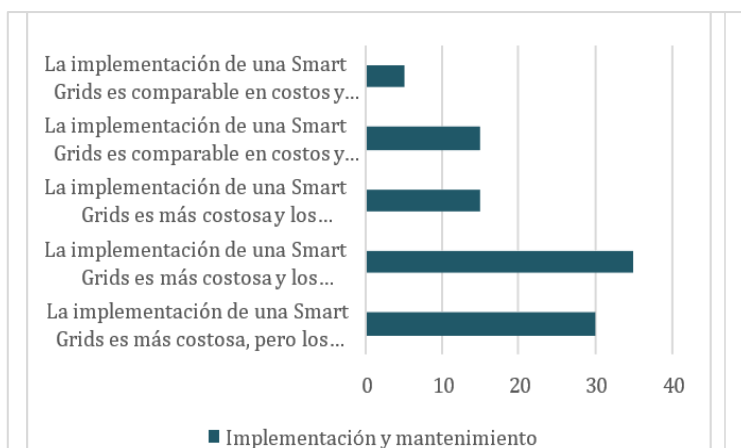
**Figura 5:** Comparativa de respuesta, control y seguridad.



Fuente: Propia

En cuanto a costos de implementación y mantenimiento según el estudio realizado como lo muestra la

**Figura 6:** Implementación y mantenimiento de Smart Grids en comparación con el sistema de distribución convencional



Fuente: Propia

Donde se muestra que la integración de “Smart Grids” o redes inteligentes son más costosas y los costos de mantenimiento son similares a los del sistema convencional teniendo un porcentaje del 35% a corto y largo plazo.

Según encuestas realizadas a personal calificado en cuanto a control y eficiencia energética en la ciudad de Quito dan a conocer que, sería beneficioso implementar las redes inteligentes por los beneficios que

otorga como son la reducción de fallas técnicas y pérdidas de energía, así como también nuevos sistemas de generación eléctrica de energía renovable.

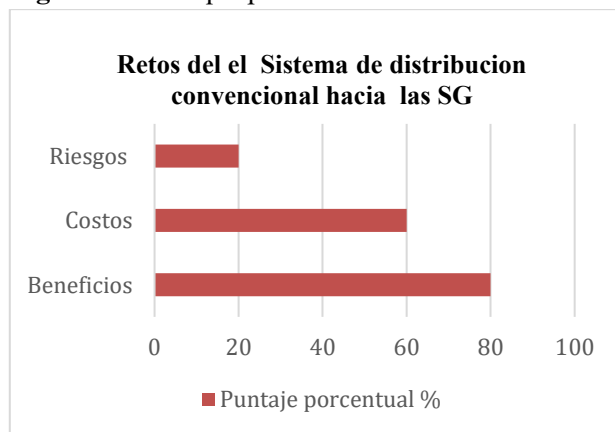
Dando paso a que la energía que se genere por las Smart Grids sea energía limpia y sostenible permitiendo la protección ambiental en comparación con la energía que se produce con la ignición de combustibles.

Como también la mayor flexibilidad en controlen tiempo real y respuesta de demanda permitiendo de esta manera el ahorro de suministro eléctrico, mejorar la calidad de servicio hacia los consumidores en varias zonas de la ciudad de Quito, reduciendo las pérdidas de energía o arreglar cualquier problema que pueda ocurrir en las líneas secundarias o transformadores hacías diferentes tramos otorgando de esta manera ahorros significativos a largo plazo.

En cuanto a cuestiones con las problemáticas que existen con el sistema de distribución convencional dan a conocer que existe perdidas de energía, caídas de voltaje por la distancia hacia sectores rurales y solucionar estos problemas implica un alto costo económico por sus elevados precios.

4 de 6 personas creen que con mejora de las redes de distribución convencionales hacia las redes inteligentes tendrán nuevos retos y beneficios como lo muestra la siguiente columna de barras.

**Figura 7** Retos que presentan el SD convencional hacia las redes inteligentes.



Fuente: Propia

Donde se puede determinar que el 80% será netamente mejoramientos y beneficios que tendrán las redes de distribución convencional al poder implementar las Smart Grids por otro lado, los costos tendrán un 60% de impacto por la adquisición de la nueva tecnología, al igual que es sistema de distribución en unión con las Smart Grids dará paso a nuevos riegos por ser una infraestructura innovadora.

## DISCUSIÓN

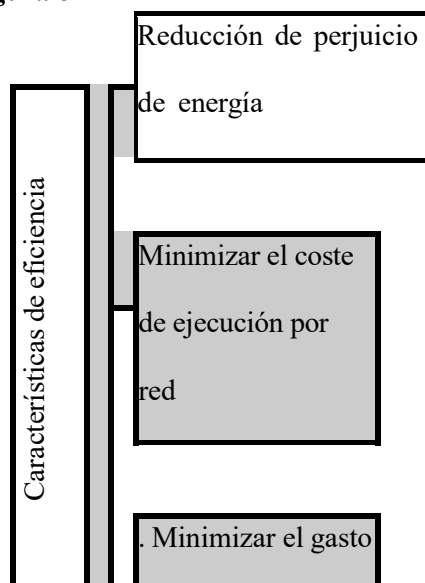
### Eficiencia e incorporación de las Smart Grids

En la EEQ y otras entidades con el objetivo de abastecer la demanda y ante la emergencia de brindar a los consumidores mejor experiencia de eficiencia energética se han visto en la exigencia de implementar las redes inteligentes “Smart Grids” permitiendo la adaptación de nueva tecnología repotenciando el sistema de distribución según (Politécnica et al., 2012).

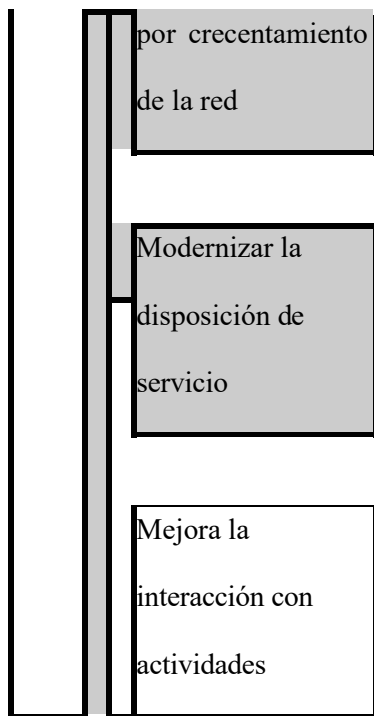
Según(Peralta Sevilla & Amaya Fernández, 2013), los sensores y dispositivos de medición en las Smart Grids producirán una considerable cantidad de datos provenientes de usuarios y dispositivos en el campo, los cuales pueden transformarse en información valiosa mediante el uso de técnicas de minería de datos y gestión del conocimiento. De esta forma, es posible diseñar sistemas de distribución en una red con conexión a diversas etapas de distribución, que a su vez estarían enlazadas con múltiples subestaciones. El elemento clave radica en los alimentadores de la red, los cuales posibilitan un sistema interconectado de alimentadores. Afirmando que si el sistema de distribución interactúa con nuevas tecnologías de información y comunicación (TIC) se llevara a cabo el objetivo de tener un sistema interconectado, generando fuentes de energía renovable al igual que la disminución de perdidas energéticas. Así mismo que en el Ecuador ya cuenta con el 72,8% de energía renovable según (Plan maestro de la electricidad, 2018)

Dicha red inteligente en cuanto eficiencia se espera lograr los siguientes puntos.

**Figura 8** Características de la eficiencia en las Smart Grids







Fuente: Propia

De acuerdo con su tecnología, las Smart Grids integran novedosas tecnologías destinadas a la medición y supervisión del sistema, basándose en la tecnología de la información para procesar grandes volúmenes de datos y transformarlos en información y conocimiento. Además, emplean comunicaciones para mejorar el rendimiento del sistema y ofrecer un conjunto ampliado de servicios adicionales a los usuarios.(Gabriel & Ríos, 2013). En consecuencia, la automatización del sistema de distribución se fundamenta principalmente en la necesidad de reducir tanto la cantidad como la duración de los cortes de energía, dado que estos provocan pérdidas tanto a nivel sectorial como empresarial, y cumplir con los indicadores de calidad establecidos por las entidades reguladoras.(Freddy Marcelo Ballesteros Jordán, 2019). Se puede determinar que, la incorporación de tecnologías de operación (OT) y tecnologías (Ti) juegan un papel importante para la eficiencia y sostenibilidad en las redes de distribución porque permitirán la automatización e innovación en cuanto a planificación y control con los consumidores dando paso a las Mini- Grids.

Según (Duque & Romero, 2016) una 'Smart-Grid' se configura como un conjunto de numerosas Mini-Grids interconectadas, con su función primordial centrada en la monitorización, análisis y evaluación del comportamiento de cada una de las Mini-Grids. Este propósito tiene como objetivo mejorar el rendimiento eléctrico de una zona completa o de toda la red eléctrica. Por ende, la incorporación de las

Smart Grids con lleva a una relación de conexión entre diferentes dispositivos tecnológicos que permitan la comunicación y cumplir con objetivos claros como lo muestra la Tabla 3.

**Tabla 3.** Tabla Tecnología de las Smart Grids

<b>Tecnología de operación (OT)</b>	
<b>Aparatos de servicios</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Transformadores</li> <li>• Interruptores automáticos</li> <li>• Interruptores</li> <li>• Baterías</li> <li>• Tecnologías HVDC (Corriente Continua de Alto Voltaje) y FACTS (Sistemas Flexibles de Transmisión de Corriente Alterna)</li> </ul>
<b>Protocolos de comunicación</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• IEC 61334</li> <li>• IEC 62325</li> <li>• IEC 62351</li> <li>• IEC 61850</li> </ul>
<b>Sensores y monitoreos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Monitores de transformadores.</li> <li>• Interruptores automáticos.</li> <li>• Monitores de batería.</li> <li>• Relés (Dispositivos de Entrada y Salida Inteligentes - IED).</li> <li>• Sensores.</li> </ul>
<b>Subestaciones enlaces</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Automatización de subestaciones.</li> <li>• Concentradores de datos.</li> <li>• Sistemas de comunicación.</li> </ul>
<b>Tecnología DE información (TI)</b>	
<b>Gestión de base de datos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Características de dispositivos eléctricos</li> <li>▪ Datos de defectos.</li> <li>▪ Productos de pruebas.</li> <li>▪ Información de servicios</li> </ul>
<b>Estructura de rendimiento y observación</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Efectos de trabajo.</li> <li>▪ Mejoramientos de mantenimientos</li> </ul>
<b>Manejo de activos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Gestión de misión</li> <li>▪ Registro</li> <li>▪ Nota de corte.</li> <li>▪ Agregar Instrumentos eléctricos</li> </ul>

Fuente: (Gabriel & Ríos, 2013)

## Análisis Eficiencia AMI

En cuanto a control y monitoreo los consumidores serán beneficiarios de servicios suplementarios e instrumentos de análisis de datos en tiempo real. Permitiendo que el consumidor obtenga información y optimización en control de suministro eléctrico y eso se verá reflejado en las facturas eléctricas.

Una SG ofrece una mejora en la eficiencia energética al posibilitar un intercambio bidireccional de información eléctrica en tiempo real entre los proveedores y consumidores. (Gómez,2018).

De manera similar, en el sistema de distribución se incorporará la Infraestructura de Medición Avanzada (AMI) como un acceso directo a los hogares. Esto posibilitará la respuesta a la demanda, la automatización del hogar para la conservación de la energía, el despacho óptimo de la generación distribuida, el almacenamiento y la carga en el sistema de distribución. Además, proporcionará controles que permitan a la entidad de despacho colaborar con otras entidades en la carga de la red.(Politécnica et al., 2012).

Es posible afirmar que estos medidores inteligentes reemplazaran a los medidores convencionales por razones de mayor fiabilidad mejor operación y planificación entre el servidor y el consumidor, de igual manera, da la opción de ser bidireccional teniendo una comunicación diversa con una rápida evolución tecnológica que contribuye a la multiplicidad de opciones disponibles. Lo cual incluye sistemas tanto cableados como inalámbricos, como lo explica (Días et al., 2013)

En comparación con los medidores analógicos o electromecánicos que se caracterizan por ser un instrumento que funciona gracias a la creación de campos magnéticos que interactúan sobre dos juegos de bobinas haciendo girar un disco y dicha medición de energía de potencia es proporcional a la velocidad con que el disco de una vuelta completa.

**Tabla 4.** Tabla comparativa de eficiencia de AMI y medidores convencionales.

	<b>Medidor inteligente (AMI)</b>	<b>Medidor convencional</b>
<b>Monitoreo de consumo</b>	Tiempo real	Periódico (mensual)
<b>Lectura</b>	Automatizado	Manual
<b>Comunicación</b>	Bidireccional	Ninguno
<b>Beneficios para el consumidor</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Adaptación de tarifas.</li><li>▪ Alertas y datos al de forma remota.</li></ul>	Algunos muestran el monto de consumo restante
<b>Beneficios para operador</b>	Facturación automatizada	Menor costo inicial

Fuente: Propia



## Desafíos que presentan las Smart Grids

Si bien se conoce que las redes inteligentes “Smart Grids” es el beneficio y solución de muchos problemas en comparación al sistema de distribución, con la interconexión de diversos sistemas de mando de control y eléctrico, la implementación es uno de los puntos más importantes. Los desafíos planteados por esta nueva perspectiva deben abordarse de manera económicamente viable, especialmente en países en desarrollo, donde muchos no tienen acceso a tecnologías ambientalmente compatibles.(-Ramírez et al., 2013). De manera análoga, la inversión se vuelve un aspecto crítico para su implementación, ya que la tecnología podría volverse obsoleta en un periodo de 5 a 7 años, mientras que los costos se proyectan para una recuperación a largo plazo.(Politécnica et al., 2012).

No obstante, el Ministerio de Energía y Recursos Naturales No Renovables propone la adquisición de equipos de medición inteligente y el software correspondiente para implementar el Sistema AMI (Infraestructura de Medición Avanzada). Esto implica la instalación y puesta en marcha de medidores inteligentes y el software de gestión asociado (Head-End) en diversos puntos, como clientes especiales, transformadores de distribución, clientes del mercado masivo con consumo medio y ramales de media tensión.(Rogelio Nevárez-Toledo, 2020)

Además, que en el presente la EEQ (Empresa Eléctrica Quito) ya cuenta con la tecnología AMI con un total de 22.306 medidores los cuales 16.625 son para consumidores de facturación enorme (alto consumo eléctrico), el 5.261 para usuarios de registro especial, y 420 se utilizan para el monitoreo de transformadores de distribución como se detalla en la siguiente tabla.

**Tabla 5.** Tabla de adquisición de medidores inteligentes.

<b>Adquisición de medidores Inteligentes (AMI)</b>	<b>Medidores Inteligentes</b>
Cientes de facturación masiva	16.625
Cientes de facturación especial	5.261
Transformadores de distribución	420

## CONCLUSIONES

En conclusión, una vista hacia el futuro en la implementación de Smart Grids permitirán que el sistema de distribución en la ciudad de Quito mejore su eficiencia, sostenibilidad y calidad de energía eléctrica

permitiendo el paso a la innovación, con tecnología de punta automatizada teniendo mayor control de la misma, mejorando el servicio y confiabilidad al igual que incorporar infraestructuras capaces de abastecer el consumo ideal y generar el autoconsumo bidireccional de los clientes siendo participes de un mundo de integración hacia nuevas energías renovables conectadas a la red y la integración de carros eléctricos ,fortaleciendo sus debilidades en cuando a perdidas de energía que se generan porcentualmente cada año, teniendo un sistema optimo y limpio que de buena manera el medio ambiente se lo agradecerá.

La EEQ va por buen camino cumpliendo con los objetivos que se tiene planteados en el plan estratégico dando paso a la innovación, transformándose en un sistema fiable y confiable, para que los consumidores puedan aprovechar el uso de mismo y viéndose en vueltos del mundo de globalización.

Al contar con todos los beneficios de las Smart Grids queda pensar que al ser un proyecto innovador podría volverse un sistema expuesto a la inseguridad, por el tema de interconexión entre dispositivos en comparación el sistema de distribución convencional, sin embargo, al ser una infraestructura escalable e innovadora se podría elegir el nivel de interacción entre el servidor y el consumidor para llegar un punto en común de la adquisición de datos.

### **Recomendaciones**

Con base de lo anteriormente mencionado se deja un campo lleno de aperturas a nuevas investigaciones sobre las Smart Grids, estudios de la fiabilidad de cargas, estudio sobre implementación a gran escala de energía renovables, estudios de carros electrificados, estudios sobre diferentes proyectos que se han realizado como el proyecto Eprí IntelliGrid entre otros.

Fomentar la participación comunitaria para que las Smart Grids sea un término más escuchado y hacer saber de qué manera el consumidor puede integrarse en este sistema de innovación teniendo mejor enlace entre el operador y consumidor.

Seguir con la integración de Smart Grids en diferentes zonas de Quito de difíciles desplazamientos a base de estudios geográficos y estudios de cargas, para poder integrar tecnología en consumidores de alta demanda alejadas de la civilización y poder minimizar considerablemente las

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Barrezueta, H. (2019). Ley Orgánica de Eficiencia Energética. [www.registroficial.gob.ec](http://www.registroficial.gob.ec)
- Días, R., Scaramutti, J. C., Arrojo, C. D., & Hernán A. (2013). Análisis Comparativo De Sistemas De Medición Inteligentes En El Contexto De Las Redes Inteligentes.
- Dirección de Desarrollo Organizacional. (2022). PLAN ESTRATÉGICO INSTITUCIONAL 2022-2025 EMPRESA ELÉCTRICA QUITO.
- Duque, M., & Romero, G. (2016, septiembre 7). Entorno de Control Implementado en una SmartGrid como Alternativa de Ahorro Energético para el Ecuador.  
<https://doi.org/10.18687/laccei2016.1.1.252>
- Ecuadorianas, D., Arturo, C., Francisco, C. G., & Tobar, A. (2012). Universidad Politécnica Salesiana "Propuesta De Diseño De Un Modelo Smart Grid Para Las Empresas Eléctricas De.
- Freddy Marcelo Ballesteros Jordán, I. (2019). UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO.
- Gabriel, I., & Ríos, A. A. (2013). Escuela Politécnica Nacional Facultad De Ingeniería Eléctrica Y Electrónica Introducción De Smart Grids En El Ecuador Proyecto Previo A La Obtención Del Título De Ingeniero Eléctrico Irene Alexandra Cuenca YaguanA [ireneec22@hotmail.es](mailto:ireneec22@hotmail.es).
- Giral, W.-C.-R.-Z. (2017). Redes inteligentes en el sistema eléctrico colombiano. 21No.53, 2–20.  
<https://doi.org/10.14483/udistrital.jour.tecnura.2017.3.a08>
- Gómez, V. A., Hernández, C., & Rivas, E. (2018). Overview, Features and Functionalities of the Smart Grid. *Informacion Tecnologica*, 29(2), 89–102.  
<https://doi.org/10.4067/S0718-07642018000200089>
- Lasso Mendoza MINISTRO ENERGÍA Y MINAS Fernando Santos Alvite, G. DE. (2022). PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA. [www.recursosyenergia.gob.ec](http://www.recursosyenergia.gob.ec)
- Peralta Sevilla, A. G., & Amaya Fernández, F. (2013). Evolution Of The Electricity Networks Towards Smart Grid In The Andean Region Countries. 8, 48–61. <http://www.educacioneningenieria.org>
- Plan maestro de la electricidad. (2018). 2.-Transformacion-Y-Situacion-Actual-Del-Sector-Elctrico.
- Politécnica, U., Ecuador, S., Ortega, I., & Mauricio, E. (2012). Ingenius. Revista de Ciencia y Tecnología. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=505554811005>
- Ramírez, V., Ángeles-Camacho C, & -Martínez, G. (2013). Ingeniería Investigación y Tecnología,

volumen XIV (número1), enero-marzo 2013: 81-88.

Rogelio Nevárez-Toledo, M. I. (2020). Redes Inteligentes y Energías Renovables Smart Grids and Renewable Energies. *Redes inteligentes e energías renováveis*. 5, 1253–1263.  
<https://doi.org/10.23857/pc.v5i8.1657>

