

**INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO UNIVERSITARIO  
RUMIÑAHUI**

**ESCUELA DE POSGRADOS**

**MAESTRÍA TECNOLÓGICA EN ECOSISTEMAS DIGITALES PARA  
NEGOCIOS**

**Trabajo de titulación previo a la obtención del Título en Magister Tecnológico en  
Ecosistemas Digitales para Negocios**

**Tema: Implementación de un Ecosistema Digital para instalar  
medidores de energía tipo AMI en la ciudad de Puerto Ayora  
Galápagos**

**Autora: Adriana Raquel Vaca Yupa**

**Director: Wilson Bolívar Vera Lasso PhD.**

**Fecha: 14 agosto de 2024**

*Sangolquí – Ecuador*

**Autora:** Vaca Yupa Adriana Raquel

**Título a obtener:** Magíster tecnológico en Ecosistemas  
Digitales para Negocios

**Matriz:** Sangolquí -Ecuador

**Correo electrónico:** adrianarquel\_87@hotmail.com

**Dirigido por:** Vera Lasso Wilson Bolívar

**Título:** PhD

**Matriz:** Sangolquí -Ecuador

**Correo electrónico:** wvera@hotmail.com

**Todos los derechos reservados**

Queda prohibida, salvo excepción prevista en la Ley, cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública y transformación de esta obra para fines comerciales, sin contar con autorización de los titulares de propiedad intelectual. La infracción de los derechos mencionados puede ser constitutiva de delito contra la propiedad intelectual. Se permite la libre difusión de este texto con fines académicos investigativos por cualquier medio, con la debida notificación a los autores.

@2024 Tecnológico Universitario Rumiñahui

Sangolquí – Ecuador

VACA YUPA ADRIANA RAQUEL

## APROBACIÓN DEL DIRECTOR DEL TRABAJO TITULACIÓN

Sangolquí, 14 de agosto del 2024

**MSc. Elizabeth Aldás**  
**Directora de Posgrados**  
**Instituto Superior Tecnológico Universitario Rumiñahui**  
**Presente**

De mi consideración:

Me permito comunicar que, en calidad de director del presente Trabajo de Titulación denominado: Implementación de un Ecosistema Digital para instalar medidores de energía tipo AMI en la ciudad de Puerto Ayora Galápagos realizado por Adriana Raquel Vaca Yupa ha sido orientado y revisado durante su ejecución, así mismo ha sido verificado a través de la herramienta de similitud académica institucional, y cuenta con un porcentaje de coincidencia aceptable. En virtud de ello, y por considerar que el mismo cumple con todos los parámetros establecidos por la institución, doy mi aprobación a fin de continuar con el proceso académico correspondiente.

Particular que comunico para los fines pertinentes.

Atentamente,

Wilson Vera Lasso PhD.  
C.I.: 1707709695  
Correo electrónico: wvera@hotmail.com

## CARTA DE CESIÓN DE DERECHOS DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Sangolquí, 14 de agosto del 2024

**MSc. Elizabeth Aldás**  
**Directora de Posgrados**  
**Instituto Superior Tecnológico Universitario Rumiñahui**  
**Presente**

Por medio de la presente, yo, Adriana Raquel Vaca Yupa, declaro y acepto en forma expresa lo siguiente: ser autor del trabajo de titulación denominado "Implementación de un Ecosistema Digital para instalar medidores de energía tipo AMI en la ciudad de Puerto Ayora Galápagos", de la Maestría Tecnológica en Ecosistemas Digitales para Negocios; manifiesto mi voluntad de ceder al Instituto Superior Tecnológico Universitario Rumiñahui los derechos de reproducción, distribución y publicación de dicho trabajo de titulación, en cualquier formato y medio, con fines académicos y de investigación.

Esta cesión se otorga de manera no exclusiva y por un periodo indeterminado. Sin embargo, conservo los derechos morales sobre mi obra.

En fe de lo cual, firmo la presente.

Atentamente,

Adriana Raquel Vaca Yupa

CI: 1803663002

**FORMULARIO PARA ENTREGA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN  
EN BIBLIOTECA DEL INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO  
UNIVERSITARIO RUMIÑAHUI**

**MAESTRÍA TECNOLÓGICA: ECOSISTEMAS DIGITALES PARA NEGOCIOS**

**AUTOR:**

Adriana Raquel Vaca Yupa

**TUTOR:**

Wilson Bolívar Vera Lasso

**CONTACTO ESTUDIANTE:**

+593 97 977 9849

**CORREO ELECTRÓNICO:**

[adrianarquiel\\_87@hotmail.com](mailto:adrianarquiel_87@hotmail.com)

**TEMA:**

Implementación de un Ecosistema Digital para instalar medidores de energía tipo AMI en la ciudad de Puerto Ayora Galápagos

**RESUMEN EN ESPAÑOL:**

Este trabajo aborda la implementación de un ecosistema digital para medidores de energía avanzada (AMI), enfocándose en su viabilidad financiera y sus beneficios operativos y sociales. Inicia con una evaluación y selección de tecnología, considerando opciones como RF Mesh, PLC y redes celulares, seguido por el despliegue de infraestructura de comunicación y la configuración de una plataforma en la nube para almacenar y analizar datos. La instalación y

configuración de medidores, junto con el desarrollo de aplicaciones para usuarios finales, permite el acceso a datos de consumo energético. A pesar de los valores presentes netos (VPN) negativos en los primeros cinco años según el análisis de costos-beneficios y de sensibilidad, se identifican beneficios tangibles, como ahorros por reducción de pérdidas de energía y mayor precisión en la facturación, así como beneficios intangibles, como mejora en la calidad del servicio y sostenibilidad ambiental. Se resalta la importancia de asegurar tasas de financiamiento bajas para mejorar la rentabilidad del proyecto. Los beneficios a largo plazo y el impacto positivo en la eficiencia operativa y la sostenibilidad justifican la inversión inicial.

**PALABRAS CLAVE:**

Ecosistema digital, medidores de energía, consumo energético, calidad de servicio.

**ABSTRACT:**

This work addresses the implementation of a digital ecosystem for Advanced Metering Initiative (AMI), focusing on its financial viability and its operational and social benefits. It starts with a technology evaluation and selection, considering options such as RF Mesh, PLC and cellular networks, followed by the deployment of communication infrastructure and the configuration of a cloud platform to store and analyze data. The installation and configuration of meters, along with the development of end-user applications, allows access to energy consumption data. Despite negative net present values (NPV) in the first five years according to the cost-benefit and sensitivity analysis, tangible benefits are identified, such as savings from reduced energy losses and more accurate billing, as well as intangible benefits, such as improved service quality and environmental sustainability. The importance of securing low financing rates to improve project profitability is highlighted, and the long-term benefits and positive impact on operational efficiency and sustainability justify the initial investment.

**PALABRAS CLAVE:**

Digital ecosystem, energy meters, energy consumption, quality of service

## **SOLICITUD DE PUBLICACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

Sangolquí, 14 de agosto del 2024

**MSc. Elizabeth Aldás**

**Directora de Posgrados**

**Instituto Superior Tecnológico Universitario Rumiñahui**

**Presente**

A través del presente me permito aceptar la publicación del trabajo de titulación denominado: Implementación de un Ecosistema Digital para instalar medidores de energía tipo AMI en la ciudad de Puerto Ayora Galápagos de la Unidad de Integración Curricular en el repositorio digital “DsPace” del estudiante: Adriana Raquel Vaca Yupa, con documento de identificación No. 1803663002, estudiante de la Maestría Tecnológica Ecosistemas Digitales para Negocios.

El trabajo ha sido revisado las similitudes en el software “TURNITING” y cuenta con un porcentaje máximo de 15%; motivo por el cual, el Trabajo de titulación es publicable.

Atentamente,

Adriana Raquel Vaca Yupa

CI: 1803663002

### **Dedicatoria**

Dedico este trabajo a mis padres Medardo y Teresa quienes siempre están pendientes de mí, y que con su ejemplo de lucha, perseverancia y amor incondicional han sido un pilar fundamental en mi vida, haciendo que sea una persona de bien con principios y valores.

De manera especial dedico este trabajo a mi amado esposo Nixon que con su apoyo, amor y confianza me alentaba a no desmayar y cumpla con mis aspiraciones y sueños de ser una profesional; a mis hijos Domenica y Pedro que son mi mayor fuente de inspiración y motivación para superarme cada día y ser su ejemplo para que luchen por sus sueños y que sientan siempre mi presencia para apoyarlos en cada paso de su vida.



## Agradecimientos

Agradezco a Dios por cada una de sus bendiciones, por brindarme fortaleza y sabiduría para cada día esforzarme y cumplir mis objetivos. A mis padres y hermanos por su motivación, sus palabras de aliento y la confianza depositada en todo momento.

Mi agradecimiento especial a mi esposo y a mis hijos quienes me animaron a seguir este sueño y hoy plasmarlo en una realidad.

Al Instituto Tecnológico Universitario Rumiñahui, por ser el organismo que me abrió sus puertas y me ha permitido formarme profesionalmente, así también, a cada uno de sus docentes por compartir sus conocimientos y contribuir a mi crecimiento personal.

Finalmente, expresar mi gratitud al Ing. Wilson Vera por su apoyo, tiempo y paciencia en el desarrollo de esta tesis y culminar con éxito.

## Resumen

Este trabajo aborda la implementación de un ecosistema digital para medidores de energía avanzada (AMI), enfocándose en su viabilidad financiera y sus beneficios operativos y sociales. Inicia con una evaluación y selección de tecnología, considerando opciones como RF Mesh, PLC y redes celulares, seguido por el despliegue de infraestructura de comunicación y la configuración de una plataforma en la nube para almacenar y analizar datos. La instalación y configuración de medidores, junto con el desarrollo de aplicaciones para usuarios finales, permite el acceso a datos de consumo energético. A pesar de los valores presentes netos (VPN) negativos en los primeros cinco años según el análisis de costos-beneficios y de sensibilidad, se identifican beneficios tangibles, como ahorros por reducción de pérdidas de energía y mayor precisión en la facturación, así como beneficios intangibles, como mejora en la calidad del servicio y sostenibilidad ambiental. Se resalta la importancia de asegurar tasas de financiamiento bajas para mejorar la rentabilidad del proyecto. Los beneficios a largo plazo y el impacto positivo en la eficiencia operativa y la sostenibilidad justifican la inversión inicial.

**Palabras clave:** ecosistema digital, medidores de energía, consumo energético, calidad de servicio.

### **Abstract**

This work addresses the implementation of a digital ecosystem for Advanced Metering Initiative (AMI), focusing on its financial viability and its operational and social benefits. It starts with a technology evaluation and selection, considering options such as RF Mesh, PLC and cellular networks, followed by the deployment of communication infrastructure and the configuration of a cloud platform to store and analyze data. The installation and configuration of meters, along with the development of end-user applications, allows access to energy consumption data. Despite negative net present values (NPV) in the first five years according to the cost-benefit and sensitivity analysis, tangible benefits are identified, such as savings from reduced energy losses and more accurate billing, as well as intangible benefits, such as improved service quality and environmental sustainability. The importance of securing low financing rates to improve project profitability is highlighted, and the long-term benefits and positive impact on operational efficiency and sustainability justify the initial investment.

**Keywords:** digital ecosystem, energy meters, energy consumption, quality of service

## INDICE

<b>INTRODUCCION</b> .....	6
Descripción de la situación problemática.....	6
Interrogante de investigación.....	7
Objetivos de la investigación.....	8
Objetivo General.....	8
Objetivos Específicos.....	8
Justificación.....	9
Variables y definición operacional.....	10
Hipótesis.....	12
<b>CAPÍTULO I</b> .....	13
<b>MARCO TEÓRICO</b> .....	13
1.1 Antecedentes de la investigación.....	14
1.1.1 Sistema Avanzado de Medición (AMI).....	14
1.1.2 Funcionamiento de Sistema Inteligente de Medición (AMI).....	16
1.1.3 Operación del Sistema Inteligente de Medición (AMI).....	16
1.1.4 Almacenamiento de Datos.....	18
1.1.5 Estudios de caso relacionados.....	18
<b>CAPÍTULO II</b> .....	25
<b>MARCO METODOLÓGICO</b> .....	25
2.1 Enfoque metodológico de la investigación.....	25
2.1.1 Tipo de investigación.....	25
2.1.2 Propuesta de valor.....	25
2.2 Diseño muestral.....	26

2.2.1 Población.....	26
2.2.2 Muestra.....	26
2.2.3 Cálculo de la muestra.....	26
2.3 Técnicas de recolección de datos.....	27
2.3.1 Entrevista.....	27
2.3.2 Cuestionario de recolección de datos para encuesta.....	27
2.4 Recopilación de la información.....	28
2.5 Resultados Obtenidos.....	31
<b>CAPÍTULO III.....</b>	<b>38</b>
<b>PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN.....</b>	<b>38</b>
3.1 Análisis de la situación actual.....	38
3.2 Diagnóstico.....	40
3.3 Análisis del mercado.....	44
3.3.1 Definición del mercado relevante.....	44
3.3.2 Segmentación.....	44
3.4 Inversión Inicial.....	44
3.5 Proyecciones de ingreso por implementación de medidores AMI.....	46
3.6 Análisis Costo-Beneficio de la implementación de medidores AMI.....	48
3.7 Análisis de Rentabilidad.....	50
3.8 Análisis de Sensibilidad.....	52
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>57</b>
<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>59</b>

	5
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	61
<b>ANEXOS</b> .....	65

## INTRODUCCIÓN

### **Descripción de la situación problemática**

La electricidad es un servicio esencial, fundamental tanto para las operaciones empresariales como para los hogares. Tradicionalmente, las empresas distribuidoras han controlado el consumo de electricidad mediante sistemas convencionales. Sin embargo, estos sistemas se vuelven obsoletos con el tiempo, lo que hace necesaria la implementación de tecnologías avanzadas para la edición, recolección y lectura de datos.

Actualmente, la industria de la energía enfrenta varios desafíos significativos. Uno de los más apremiantes es la necesidad de aumentar la generación de energía para satisfacer una demanda en constante crecimiento. Paralelamente, las empresas de energía buscan procesos operativos más eficientes para gestionar sus activos de manera eficaz. Además, encontrar soluciones para mitigar los problemas ambientales globales se ha convertido en una prioridad y un tema de debate crucial en la comunidad internacional, incluido el sector eléctrico.

En este contexto, se presenta un problema particular en una isla donde existen muchos errores en la facturación debido a la falta de una medida adecuada del consumo de energía eléctrica. Los sistemas convencionales utilizados para medir el consumo no son suficientemente precisos ni eficientes, lo que genera discrepancias en las facturas y afecta tanto a consumidores como a proveedores de energía.

La implementación de medidores con infraestructura de medición avanzada (AMI) tiene un impacto decisivo en la industria. Estos medidores no solo mejoran el control y la eficiencia operativa, sino que también integran nuevos conceptos y amplían el horizonte de aplicaciones y servicios. Los procesos operativos y administrativos en las empresas de generación,

transmisión, distribución y comercialización de energía eléctrica pueden volverse significativamente más eficientes con la adopción de AMI.

La instalación de medidores de energía eléctrica con tecnología AMI permite reducir los costos operativos al disminuir la necesidad de lecturas manuales y visitas de campo, y contribuye a reducir el impacto ambiental al minimizar el uso de vehículos de motor a combustión. Además, proporciona un registro detallado del perfil de carga, permitiendo a los clientes monitorear y optimizar su consumo eléctrico, y facilita la implementación de límites de consumo, lo que ayuda a gestionar las carteras vencidas de manera más efectiva, mejorando así la eficiencia operativa y promoviendo una gestión energética más sostenible.

La implementación de AMI en la isla permitirá superar los errores de facturación actuales al proporcionar una medida precisa y continua del consumo de energía. Esto no solo garantizará una facturación más justa y precisa, sino que también mejorará la satisfacción del cliente y la eficiencia operativa de la empresa distribuidora. Al contar con datos precisos y en tiempo real, tanto los consumidores como los operadores podrán tomar decisiones informadas que optimicen el uso de la energía y contribuyan a una gestión más sostenible de los recursos.

## INTERROGANTES DE INVESTIGACIÓN

¿Qué estrategias debe adoptar la Empresa Eléctrica Provincial Galápagos - ELECGALAPAGOS para conocer a los clientes potenciales que puedan acceder a la implementación de medidores con tecnología AMI en su área de concesión?

- ¿Cuáles son las mejores estrategias para mejorar la precisión de las lecturas de consumo de energía eléctrica de los usuarios de ELECGALAPAGOS?



- ¿Cómo puede relacionarse la cartera vencida de los usuarios de ELECGALAPAGOS con la emisión de notificaciones y la desconexión remota del servicio eléctrico?
- ¿Cómo varían los consumos de energía según el perfil de carga y cómo esto puede ayudar en la atención de reclamos por inconformidades en la emisión de facturas de energía eléctrica?

## **OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN**

### **OBJETIVO GENERAL**

- Desarrollar estrategias para la implementación de medidores inteligentes en la Empresa Eléctrica ELECGALAPAGOS para mejorar la precisión de lecturas de consumo y optimizar la atención a inconformidades por facturación.

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Identificar y segmentar a clientes potenciales que puedan acceder a la implementación de medidores.
- Determinar estrategias más efectivas para mejorar la precisión de lecturas de consumo de energía eléctrica por medio de implementación de medidores inteligentes tipo AMI.
- Proponer un plan estratégico para la implementación de medidores inteligentes en ELECGALAPAGOS, para mejorar la atención en el proceso de facturación errónea a clientes.

## JUSTIFICACION

La evolución tecnológica ha dado lugar a redes eléctricas inteligentes que ofrecen una transmisión de energía bidireccional, optimizando la eficiencia y promoviendo el ahorro energético mediante sistemas avanzados de medición y control. Esta investigación se realiza con el objetivo de identificar los criterios y razones que justifican la implementación de redes eléctricas inteligentes, definiendo la prioridad y proponiendo soluciones al problema de eficiencia energética.

Las redes eléctricas inteligentes facilitan la automatización de equipos y la comunicación bidireccional entre la empresa y el cliente, permitiendo un sistema energético sostenible y eficiente con altos estándares de calidad en el suministro y mínimas pérdidas. La implementación de tecnologías como el sistema de Medición Avanzada de Infraestructura (AMI), con medidores inteligentes, mejora la precisión en la medición del consumo y automatiza procesos comerciales, reduciendo problemas asociados con pérdidas de energía y generando beneficios económicos significativos para las empresas.

Esta investigación constituye una herramienta metodológica para futuras investigaciones al proporcionar un marco de referencia sobre la viabilidad y los beneficios de las redes eléctricas inteligentes. Las razones para realizar esta investigación son diversas y están alineadas con los beneficios esperados en varios órdenes:

- **Educacional:** Proveer conocimiento avanzado sobre tecnologías emergentes en el campo energético.
- **Económico:** Reducir costos operativos y pérdidas energéticas, mejorando la rentabilidad de las empresas eléctricas.
- **Ambiental:** Promover prácticas sostenibles y reducir la huella de carbono mediante el uso eficiente de la energía.

- **Social:** Mejorar la calidad de vida de las comunidades al garantizar un suministro eléctrico confiable y de alta calidad.

Sin embargo, la ejecución de estos proyectos se enfrenta a desafíos tecnológicos, como la limitada velocidad de conexión a Internet en algunas regiones, como Galápagos. No obstante, iniciativas impulsadas por entidades como el Ministerio de Telecomunicaciones y la Corporación Nacional de Telecomunicaciones están trabajando para mejorar la conectividad, cerrando la brecha digital y facilitando el desarrollo de proyectos tecnológicos avanzados.

La implementación de estas tecnologías no solo impactará positivamente en la eficiencia del servicio eléctrico, sino que también contribuirá al progreso y desarrollo tecnológico de las comunidades involucradas, demostrando ser una solución viable y beneficiosa en múltiples dimensiones.

## VARIABLES Y DEFINICIÓN OPERACIONAL

### VARIABLE INDEPENDIENTE

Tabla 1 Definición operacional de variable independiente

Conceptualización	Dimensiones	Indicador	Índices	Técnica
Es el conjunto de actividades que siguen una secuencia determinada tendientes a brindar el servicio de energía eléctrica mediante la instalación de sistemas de medición	Actividades	Número de errores en toma de lectura/ número de lecturas. Número de reclamos atendidos dentro del tiempo límite/ número de reclamos atendidos	¿Conocer los estándares de eficiencia del proceso? ¿Qué factores afectan el proceso actual?	Observación, Análisis de documental/ Flujograma, Estadística.

de medidores inteligentes a fin de garantizar un servicio apropiado a los clientes.	Sistema de medición	Numero de medidores que requieren la implementación de medidores inteligentes AMI	¿Cuál es el tiempo aproximado de instalación de un medidor en el domicilio?	Observación, Encuesta, Entrevista / Diagrama de flujo, Cuestionario de Encuesta, Guion de entrevista
---	---------------------	---	---	--

Fuente y elaboración: Elaboración propia

## VARIABLE DEPENDIENTE

Tabla 2 Definición operacional de variable dependiente

Conceptualización	Dimensiones	Indicador	Índices	Técnica
Es el cumplimiento de las obligaciones y responsabilidades de la empresa señalada en la normativa referente a proveer el servicio de suministro de electricidad de forma eficaz y eficiente cumpliendo estándares de calidad y satisfaciendo las necesidades de la comunidad en su área de concesión.	Obligaciones y Responsabilidades	Índice de conexión del servicio eléctrico y del medidor. Porcentaje en la recaudación mensual, cartera vencida.	Tiempo máximo de conexión del medidor: zona urbana: 4 días zona urbano marginal: 5 días zona rural: 7 día	Análisis documental, Encuesta, Entrevista/Estadística, Cuestionario encuesta, Guion de entrevista
	Estándares de Calidad	Índice de satisfacción del cliente (ISC) $ISC = (\text{Com.S} / \text{Com.T}) * 100$ Com.S: Consumidores satisfechos Com.T: Número de encuestados.	ISC $\geq$ 90%	Análisis documental, Encuesta, Entrevista/Estadística, Cuestionario encuesta, Guion de entrevista

Fuente y elaboración: Elaboración propia

## **HIPÓTESIS**

Las estrategias que debe adoptar la Empresa Eléctrica Provincial Galápagos son colaboraciones estratégicas, participación de la empresa en demostraciones sobre la tecnología AMI, realizar una investigación de mercado y un estudio de factibilidad para constatar la viabilidad de la implementación.

## CAPÍTULO I

### MARCO TEÓRICO

#### 1.1 Antecedentes de la investigación

Según (Soledispa y Peña, 2021) el estudio de mercado se destaca como un proceso crucial para recopilar información precisa y útil, vital para la toma de decisiones empresariales. Más allá de simplemente eliminar la incertidumbre en el entorno empresarial, este estudio también tiene como objetivo ofrecer soluciones concretas a los desafíos existentes en las empresas, la recopilación de datos de mercado no solo permite a las empresas entender mejor las necesidades y comportamientos de sus clientes, sino que también les proporciona una visión clara de las tendencias y oportunidades emergentes en el mercado. Esto, a su vez, facilita la identificación de nichos de mercado inexplorados y la implementación de estrategias de marketing más efectiva.

Por su parte, (Pérez Padrón et al., 2018) resaltan la relevancia del estudio de mercado como un elemento fundamental en la planificación estratégica y la toma de decisiones empresariales. Este estudio proporciona información detallada que permite establecer metas y directrices para abordar los desafíos identificados. Su aplicación es versátil y adaptable a empresas de cualquier tamaño o antigüedad, ya que su objetivo principal es siempre el mismo: optimizar recursos y mejorar las oportunidades de rentabilidad de la empresa. Mediante el análisis riguroso de los datos obtenidos, las empresas pueden ajustar sus estrategias de producción, distribución y ventas para maximizar la eficiencia operativa. Además, el estudio de mercado facilita la evaluación de la competencia, lo que permite a las empresas desarrollar propuestas de valor únicas y diferenciadas.

Finalmente, y anudando a lo anterior, es posible afirmar que la decisión de realizar un estudio de mercado debe basarse en consideraciones tales como comparaciones de costo-

beneficio, los recursos disponibles para realizar la investigación y traducir sus hallazgos a la práctica, y las actitudes del gobierno y las medidas de implementación.

### **1.1.1 Sistema Avanzado de Medición (AMI)**

El sistema avanzado de medición (AMI) es un sistema de comunicación bidireccional para recopilar información detallada de medición en todo el sector de servicios de una empresa de servicios públicos (Powering Business Worldwide, 2022). Este sistema no solo permite la recolección precisa y en tiempo real de datos sobre el consumo de energía, sino que también facilita una gestión más eficiente de la red eléctrica. A través del AMI, las empresas de servicios públicos pueden monitorear y analizar patrones de consumo, detectar y solucionar problemas rápidamente, y ofrecer a los clientes información detallada sobre su uso de energía (Téllez Gutiérrez et al., 2018).

Además, el AMI proporciona una plataforma para implementar tarifas dinámicas y programas de gestión de la demanda, lo que puede conducir a un uso más racional y sostenible de los recursos energéticos. Los consumidores, por su parte, se benefician de una mayor transparencia y control sobre su consumo de energía, lo que les permite tomar decisiones informadas para reducir sus costos y minimizar su impacto ambiental. Gracias a estas capacidades avanzadas, el AMI se posiciona como una herramienta crucial para la modernización y digitalización de la infraestructura energética, contribuyendo a la creación de redes eléctricas más resilientes y eficientes (López de Alba et al., 2018).

El AMI suele estar automatizado y permite realizar consultas y a petición con los puntos finales de medición. También se define al AMI como un sistema de medición que registra el consumo del cliente cada hora o con mayor frecuencia y que permite la transmisión diaria o más frecuente de las mediciones a través de una red de comunicación a un punto central de recogida (Ibrahim et al., 2021).

Se postula como una infraestructura esencial para garantizar el funcionamiento confiable de la red de baja tensión (BT). Este sistema comprende una variedad de componentes, que incluyen módulos, sistemas de comunicación, contadores de energía, registradores y concentradores. Su principal función es facilitar la comunicación bidireccional entre el sistema central y los contadores de energía. Además, AMI incorpora software especializado para gestionar los datos de medición, conocido como Gestión de Datos de Contadores (MDM) (Kornatka y Popławski, 2021). El MDM juega un papel crucial en la optimización de la recogida y análisis de datos, permitiendo a las empresas de servicios públicos manejar grandes volúmenes de información de manera eficiente. Los datos recopilados a través de AMI y gestionados por el MDM proporcionan una base sólida para la toma de decisiones estratégicas, como la planificación de la demanda, la implementación de programas de eficiencia energética y la detección de anomalías en el consumo.

Las soluciones ofrecidas por AMI no solo están diseñadas para satisfacer las necesidades actuales de los Operadores de Red de Distribución (DSO) y los clientes, sino que también pueden abordar desafíos recientes en el sector eléctrico, como el suministro de puntos de carga para vehículos eléctricos, el crecimiento de las Fuentes de Energía Renovable (FER) y el aumento del interés en los programas de respuesta a la demanda. Es importante destacar que, al proporcionar información sobre averías y fallos, AMI puede mejorar significativamente la fiabilidad de la red, reduciendo el número de interrupciones, acelerando los tiempos de reparación y mejorando la comunicación con los usuarios (He et al., 2016).

Además, AMI facilita la integración de tecnologías avanzadas y permite la evolución hacia redes inteligentes (smart grids). Estas redes inteligentes son capaces de gestionar de manera eficiente tanto la generación distribuida de energía como el consumo fluctuante, lo que es crucial para mantener el equilibrio y la estabilidad del sistema eléctrico (Abdulaal et al., 2022). La capacidad de AMI para proporcionar datos en tiempo real también apoya la



implementación de tarifas dinámicas y programas de incentivos que pueden motivar a los consumidores a ajustar su comportamiento de consumo en respuesta a las condiciones de la red.

En el contexto del crecimiento de las fuentes de energía renovable, AMI es fundamental para gestionar la intermitencia de estas fuentes y garantizar una distribución óptima de la energía generada. Los datos precisos y en tiempo real permiten a los DSO ajustar la producción y distribución de energía de manera más eficiente, minimizando las pérdidas y mejorando la sostenibilidad del suministro energético (Khan et al., 2022). Este sistema avanzado de medición es fundamental para la gestión eficiente y confiable de la red eléctrica, ya que permite una supervisión continua y una respuesta más rápida ante posibles problemas.

### **1.1.2 Funcionamiento del Sistema Inteligente de Medición (AMI)**

AMI debe operar continuamente en tiempo real, las 24 horas del día, los 365 días del año, junto con un sistema de comunicación bidireccional que asegure la conectividad tanto para usuarios internos como externos. La información generada por todos los contadores de energía debe transmitirse automáticamente al menos cada 15 minutos y almacenarse de manera segura para su posterior presentación a través del software adecuado. La gestión de alarmas y notificaciones debe ser preconfigurada con valores específicos definidos por el personal de la Empresa. Estas notificaciones deben poder enviarse por correo electrónico o mensajes SMS para atender rápidamente cualquier posible inconveniente con los usuarios (Liu et al., 2023).

### **1.1.3 Operación del Sistema Inteligente de Medición (AMI)**

Aunque el AMI ofrece múltiples funcionalidades, como empresa, nuestro objetivo es implementar al menos tres de ellas:

- Toma automática de lecturas: Esta función permite registrar de forma remota el consumo de energía eléctrica, eliminando la necesidad de lecturas manuales. Esto evitará problemas como desplazamientos del personal operativo, dificultades de acceso a propiedades privadas, errores en la toma de lecturas visuales y errores de digitación. Además, garantizará una facturación más precisa y confiable, reduciendo el número de facturas estimadas y, por ende, disminuyendo la necesidad de refacturación (Anupong et al., 2022). La toma automática de lecturas también proporciona datos de consumo en tiempo real, lo que permite a los consumidores monitorear y gestionar su uso de energía de manera más efectiva.
- Alarmas y notificaciones: Esta función es crucial para el control de usuarios, especialmente los grandes clientes, que tienen altos consumos y, en consecuencia, altos valores de facturación. El sistema debe permitir el monitoreo y control de manipulaciones conscientes o inconscientes, facilitando una rápida toma de decisiones y una acción eficaz ante cualquier intervención (Cam-Winget et al., 2017).
- Gestión de cartera remota: Aunque no se contempla iniciar el proyecto con esta característica, es esencial que el sistema permita la instalación de equipos para realizar cortes y reconexiones del servicio eléctrico de forma remota, principalmente en casos de falta de pago mensual. Esto reduciría significativamente la inversión necesaria para ejecutar estas actividades por parte de equipos operativos y eliminando la necesidad de desplazamientos.

Con estas funcionalidades, se mejorará la eficiencia operativa y la calidad del servicio, proporcionando una experiencia más confiable y satisfactoria tanto para la empresa como para los usuarios (Anupong et al., 2022).

#### 1.1.4 Almacenamiento de Datos

La capacidad de almacenamiento de datos es crucial para la gestión de la información generada por los medidores inteligentes. A menudo, los proveedores de soluciones AMI cuentan con la infraestructura necesaria para soportar múltiples servicios y aplicaciones, proporcionando suficiente espacio de memoria para almacenar datos durante varios años. Además, ofrecen opciones sencillas para ampliar esta capacidad, minimizando así las preocupaciones relacionadas con el almacenamiento de datos.

Los problemas que podrían surgir por la falta de espacio de almacenamiento incluyen:

- Facturaciones de baja calidad
- Pérdida de información sobre parámetros eléctricos
- Registros de alarmas y eventos
- Perfiles de carga incompletos
- Información global de baja calidad

Los medidores inteligentes ofrecen una solución efectiva a los problemas de lecturas erróneas o no realizadas, especialmente en áreas de difícil acceso como las zonas rurales de Puerto Ayora. Con esta tecnología, se espera un mejor rendimiento en el área de comercialización debido a la fiabilidad de las lecturas, lo que reducirá el tiempo de procesamiento y permitirá entregar resultados óptimos y en el tiempo adecuado. Esto implica proporcionar información detallada sobre el consumo y disponer de datos precisos y oportunos para responder a cualquier reclamo de los usuarios.

La implementación de medidores inteligentes también facilita la función de corte y reconexión del servicio eléctrico, mejorando así la calidad del servicio, reduciendo el tiempo

de respuesta y optimizando los recursos para cumplir con los índices establecidos por el ente regulador.

Existen dos procesos directamente relacionados con la Infraestructura Avanzada de Medición que son críticos para las empresas eléctricas: la gestión de pérdidas de energía y la gestión de lecturas y facturación. Estos procesos son indicadores clave de una gestión adecuada y forman parte integral de la calidad del servicio ofrecido a los clientes.

Con esta reestructuración y optimización de los sistemas de medición y almacenamiento de datos, se espera mejorar significativamente la eficiencia operativa y la satisfacción del cliente.

### **1.1.5 Estudios de caso relacionados**

Para el sustento teórico se trae acotación el estudio sobre el diseño e implementación de un Sistema de Medición Inteligente para AMI de la micro red de la Universidad de Nariño llevado a cabo por (Arciniegas M. et al., 2017) el estudio fue elaborado en la Universidad de Nariño, los resultados obtenidos en este proyecto evidencian la efectividad de la inversión de los recursos financiados por el proyecto ALTERNAR en la investigación aplicada de micro redes inteligentes. Específicamente, se destaca el avance significativo en el desarrollo de infraestructuras de medición avanzada y en el tratamiento de la información. Para lograr este progreso, se implementó un sistema de telemetría plenamente funcional, aprovechando tecnologías de red inteligente avanzadas, basadas en los sistemas actualmente empleados en la industria energética.

Para lograr este progreso, se implementó un sistema de telemetría plenamente funcional, aprovechando tecnologías de red inteligente avanzadas, basadas en los sistemas actualmente empleados en la industria energética. Este sistema de telemetría permitió una recolección y

análisis de datos en tiempo real, lo que mejoró la capacidad de monitoreo y gestión de la micro red. La implementación incluyó contadores inteligentes y módulos de comunicación que facilitaron la transmisión de datos precisos y oportunos, optimizando así la eficiencia operativa de la red.

Además, el estudio subraya la importancia de las tecnologías de red inteligente para mejorar la fiabilidad y sostenibilidad de las infraestructuras eléctricas. La adopción de estos sistemas no solo permite una gestión más eficiente de la demanda y el suministro de energía, sino que también apoya la integración de fuentes de energía renovable y la implementación de estrategias de respuesta a la demanda. Estos avances son cruciales para la transición hacia redes eléctricas más sostenibles y resilientes (Taha, 2020).

El proyecto también destacó la importancia de la colaboración entre instituciones académicas y la industria para fomentar la innovación y el desarrollo tecnológico. La experiencia adquirida y los conocimientos generados a partir de este estudio proporcionan una base sólida para futuras investigaciones y desarrollos en el campo de las redes inteligentes y los sistemas de medición avanzada.

De igual relevancia se destaca el estudio sobre el consumo eléctrico llevado a cabo por (Barquero-Álvarez et al., 2022) el cual se enfocó en la implementación de una propuesta de gestión desarrollada en R a partir de medidores inteligentes en plantas de generación. Este estudio tuvo como objetivo principal beneficiar a la población cercana al lugar de estudio. Entre los hallazgos más destacados, se resalta que la principal contribución de esta investigación radica en ofrecer una alternativa innovadora y creativa para aprovechar grandes volúmenes de datos provenientes de medidores inteligentes. Esta herramienta se aplicó con el fin de mejorar la gestión energética y promover una mayor conciencia sobre el uso de este recurso vital (Humayun et al., 2022). Cabe mencionar que la propuesta operó en dos plantas

tecnológicamente diferentes y puede considerarse como una opción viable en comparación con otras alternativas disponibles.

Finalmente, se destaca la investigación realizada sobre el Sistema de Medición Inteligente de Energía Eléctrica en la Empresa The Tesalia Springs Company S.A.: Implementación y Análisis de Resultados, llevada a cabo en la ciudad de Quito por (Reinoso et al., 2017). Este estudio demostró que dicho sistema posibilita el monitoreo de parámetros eléctricos y consumo de energía en varias líneas de proceso. Se ha implementado una interfaz HMI (Interfaz Hombre-Máquina) que facilita la visualización y el almacenamiento de mediciones, permitiendo un adecuado manejo de la información y la creación de históricos de datos para análisis posteriores.

Tabla 3 Recopilación de estudios sintetizada.

<b>Título del Estudio de Mercado</b>	<b>Lugar</b>	<b>Oportunidad de Mercado</b>	<b>Caracterización de la Población</b>	<b>Resultados Destacados</b>
Diseño e implementación de un Sistema de Medición Inteligente para AMI de la microrred de la Universidad de Nariño	Colombia	Implementación de un sistema AMI, para el monitorio de consumo eléctrico.	Población cercana a la instalación del sistema.	Aplicación de un sistema funcional de tele-medida con tecnología moderna en redes inteligentes.

<p>Consumo eléctrico: una propuesta de gestión desarrollada en R a partir de medidores inteligentes en plantas de generación</p>	<p>Costa Rica</p>	<p>Implementación de medidores inteligentes para el control de consumo eléctrico.</p>	<p>Selección de una comunidad cercana a la empresa.</p>	<p>Al utilizar la metodología ágil, fue posible la incorporación de los usuarios desde las primeras etapas, con lo cual se garantiza que sus necesidades y de información fueron consideradas y satisfechas.</p>
<p>Sistema de Medición Inteligente de Energía Eléctrica en la Empresa The Tesalia Springs Company S.A.: Implementación y Análisis de Resultados</p>	<p>Ecuador</p>	<p>Aplicación de un sistema de medición eléctrica inteligente</p>	<p>Planta embotelladora</p>	<p>Este sistema permite el monitoreo de parámetros eléctricos y consumo de energía en varias líneas de proceso</p>

Fuente y elaboración: Elaboración propia

El enfoque aplicado en la investigación es de tipo mixto este bajo la referencia de (Pérez Vazquez, 2024) afirma que se encarga de recopilar, analizar y presentar datos cuantitativos como cualitativos, a quien hace referencia que la sección cuantitativa incluye mediciones de datos, mientras que la cualitativa permite la descripción y comprensión de la problemática, el enfoque cuantitativo durante el estudio será aplicado en la aplicación de los instrumentos de investigación quienes a través de su calificación permitirán determinar e interpretar la cuantificar el nivel de satisfacción, mientras que el enfoque cualitativo aplicado en la

descripción, análisis e interpretación a partir de la entrevista brindará un acercamiento al fenómeno de estudio.

Van De Ven y Poole (2017) definen la investigación de campo como el proceso de recopilar datos de la realidad sin manipular variables, lo que implica que se lleva a cabo fuera del laboratorio donde ocurre el fenómeno. Basándonos en esta definición, durante el estudio se llevó a cabo una investigación de campo para garantizar la fiabilidad y validez de los datos, ya que se extrajeron directamente del entorno donde se producen.

De igual modo se aplica la investigación explicativa según (Moscoso, 2017) el investigador obtiene una idea general y utiliza la investigación como una herramienta para avanzar en temas que puede utilizar en el futuro su propósito es esclarecer la causa y el propósito del tema de investigación.

La investigación explicativa permitió determinar las causas de los fenómenos, es decir, la perspectiva de los clientes hacia la imagen de la empresa ELECGALAPAGOS, que genera un sentido de entendimiento y son sumamente estructurados. Esto permitió determinar si la implementación de medidores inteligentes permite mejorar los indicadores de satisfacción del cliente.

La unidad de análisis se centra en personas quienes brindaran información sobre los beneficios que para ellos otorgaría la aplicación de un sistema inteligente en la medición de electricidad.

Para la definición de la población se establece la provincia de Galápagos de donde la muestra de estudio estará conformada por 65 encuestados, siendo seleccionadas en su totalidad porque conforman el sector de similares características socio-económicas lo que permitirá la obtención de datos con mayor fiabilidad.



El estudio actual se basa en una investigación de campo, ya que el análisis del problema se lleva a cabo en el entorno natural de los eventos, utilizando datos obtenidos de encuestas, entrevistas y observaciones en el área comercial de ELECGALAPAGOS. Asimismo, se realiza una investigación documental bibliográfica, que implica la selección, análisis, evaluación y recopilación sistemática de documentos tanto impresos como digitales de diversos autores, los cuales proporcionan soporte y fundamento para este estudio.

Este estudio se clasifica como descriptivo, explicativo y correlacional. Es descriptivo porque detalla las características del problema, sus componentes y su interrelación, además de medir sus atributos. Es explicativo ya que busca identificar y analizar las causas y efectos del problema, explicando por qué y en qué condiciones se produce, con el objetivo de mejorar los procesos actualmente implementados en la empresa objeto del estudio. Finalmente, es correlacional porque examina las dos variables implicadas, su interrelación y evalúa la magnitud de la incidencia entre ellas, estableciendo cómo una variable se comporta en relación con la otra.

## CAPÍTULO II

### MARCO METODOLÓGICO

#### 2.1 Enfoque metodológico de la investigación

La investigación se centra en el departamento comercial de ELECGALAPAGOS, responsable de atender los diversos requerimientos de los clientes del servicio eléctrico y de llevar a cabo la instalación de medidores de energía eléctrica para satisfacer las necesidades de la población dentro de su área de concesión.

##### 2.1.1 Tipo de investigación

La investigación comenzó en un nivel exploratorio, permitiendo al investigador involucrarse y comprender el problema en profundidad, obteniendo una visión clara y directa del mismo. Luego, se avanzó al nivel descriptivo para detallar las propiedades, características y rasgos del problema. Posteriormente, se procedió al nivel correlacional, donde se analizaron las relaciones entre las variables dependientes e independientes. Finalmente, la investigación alcanzó el nivel explicativo, detallando la solución propuesta al problema. Su diseño transversal considerando el tiempo para la realización y ejecución de este trabajo, considerando muestreo simple con estratificación.

##### 2.1.2 Propuesta de valor

La propuesta se centra en algunos aspectos:

- La confianza de ELECGALAPAGOS, por su trayectoria y responsabilidad.

- La mejora continua en sus procesos de electrificación, así como la optimización de servicios en el sector eléctrico.

## 2.2 Diseño muestral

### 2.2.1 Población

- Cuantitativo: El número de usuarios con características socioeconómicas similares, lo que permite obtener datos más fiables.
- Cualitativo: Los colaboradores del departamento comercial de ELECGALAPAGOS involucrados en la implementación de medidores inteligentes, lo que ayuda a mejorar los indicadores de satisfacción del cliente.

### 2.2.2 Muestra

Para garantizar la representatividad de la muestra, se seleccionará un grupo que abarque tanto a los usuarios del servicio eléctrico en Puerto Ayora como a todos los colaboradores del departamento comercial de ELECGALAPAGOS. La unidad muestral se determinará mediante una fórmula apropiada para poblaciones finitas utilizando muestreo aleatorio simple.

### 2.2.3 Cálculo de la muestra

$$n_0 = \frac{Z^2 PQ}{d^2}$$

Se aplica la fórmula del tamaño de muestra considerando una población de 1293, un nivel de confianza del 90% y un margen de error de 10%, se determina el total de 65 encuestas.

## **2.3 Técnicas de recolección de datos**

Una vez que se obtiene el tamaño de la muestra y debido al número recudido de personas que la conforman, la técnica escogida para el proceso será la entrevista y el instrumento a utilizarse será el cuestionario para la recolección de datos.

### **2.3.1 Entrevista**

En el presente estudio técnico se utilizará la entrevista como método, dirigida al responsable del departamento Técnico Comercial, donde se desarrolla el proceso de instalación de medidores de energía eléctrica. Esta entrevista, estructurada en cinco preguntas, será realizada al Analista Técnico Comercial de ELECGALAPAGOS y abordará tanto el proceso de instalación de medidores como la calidad del servicio a los clientes de la empresa. El instrumento aplicado se encuentra en el ANEXO #1, el cual detalla cada una de las preguntas que se consideraron para la recolección de información.

### **2.3.2 Cuestionario de recolección de datos para encuesta**

La encuesta, compuesta por 10 preguntas de selección múltiple, se aplicará a los clientes de la empresa. Su objetivo es establecer cuáles son los criterios tanto de los clientes internos como externos con respecto al proceso de instalación de medidores y la calidad del servicio. Las preguntas del instrumento se encuentran en el ANEXO #2.

#### **2.4 Recopilación de la información.**

Los datos obtenidos se tabularon a partir de observaciones realizadas durante un período de dos semanas. Estos datos se analizaron de manera sistemática y se interpretaron estadísticamente para obtener conclusiones válidas. Se utilizó la herramienta de Formularios de Google para generar gráficos detallados que mostraran el porcentaje de cada ítem en relación con las respuestas. Además, se incluyó un análisis e interpretación de los resultados al final de cada gráfico para una mejor comprensión de la problemática investigada. La muestra involucrada en el estudio consistió en 65 personas, quienes proporcionaron los datos recolectados.

A continuación, se presentan las preguntas realizadas a los clientes con el objetivo de recopilar información para el estudio.

#### **Preguntas**

1.- ¿Tiene conocimiento sobre la instalación de medidores con tecnología AMI que realiza ELECGALAPAGOS para mejorar los procesos comerciales de lectura y facturación?

- a) Si
- b) No

2. ¿Está usted de acuerdo en que ELECGALAPAGOS realice la implantación de medidores inteligentes en su área de concesión?

- a) Totalmente en desacuerdo
- b) En desacuerdo
- c) Indeciso
- d) De acuerdo
- e) Totalmente de acuerdo

3.- ¿Cómo calificaría usted la calidad de servicio brindado actualmente por ELECGALAPGOS en la instalación de medidores de energía eléctrica?

- a) Regular
- b) Deficiente
- c) Bueno
- d) Muy bueno

4.- ¿Qué haría falta para que mejore el proceso de instalación de medidores de energía eléctrica?

- a) Materiales
- b) Recursos
- c) Métodos de trabajo
- d) Ambiente laboral

5.- ¿Cuándo usted presenta reclamos sobre la calidad de servicio brindado, generalmente a que factor lo atribuye?

- a) Demora en la atención
- b) Errores en la facturación
- c) Demora en la emisión de factura
- d) Deficiencia en la atención al cliente

6.- ¿Desearía tener más información sobre los consumos que le son facturados mensualmente?

- a) Si
- b) No

7.- ¿Con que frecuencia recibe usted su factura de consumo eléctrico con errores de lectura?

- a) Nunca
- b) Raramente
- c) Ocasionalmente
- d) Frecuentemente
- e) Muy frecuentemente

8.- ¿Es importante para usted que la distribuidora le notifique cuando tiene valores vencidos antes de proceder al corte del servicio por mora en el pago?

- a) Sin importancia
- b) De poca importancia
- c) Moderadamente importante
- d) Importante
- e) Muy importante

9.- ¿Según su opinión, es necesario que las necesidades y observaciones de los clientes de ELEGALAPAGOS? deben ser retroalimentados para mejorar la calidad de servicio al cliente?

- Si
- No

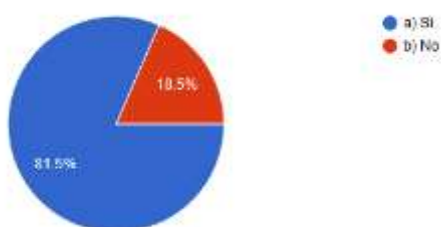
10.- ¿A su criterio, las implementaciones que realiza ELECGALAPAGOS para mejorar la calidad del servicio cubre sus expectativas?

- Si
- No

## 2.5 Resultados Obtenidos

- ¿Tiene conocimiento sobre la instalación de medidores con tecnología AMI que realiza ELECGALAPAGOS para mejorar los procesos comerciales de lecturas y facturación?

*Figura 1 Resultados obtenidos pregunta 1*



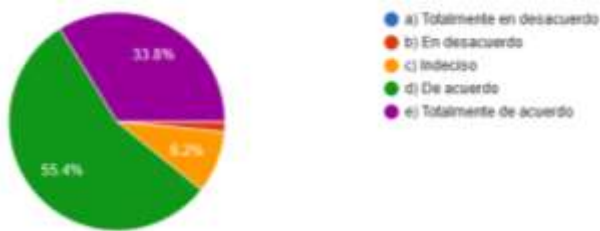
Fuente y elaboración: Elaboración propia

El 81.5% de la muestra estudiada tiene conocimiento sobre la instalación de medidores con tecnología AMI, es importante la representación de esta muestra, ya que, al tener mayor conocimiento, el apoyo y la implementación vuelven al proyecto más factible, el conocimiento para el 18.5% que no tiene conocimiento es un valor que se puede modificar con campañas de concientización o con algún mecanismo de enseñanza a la población para que pueda conocer sus ventajas.



- ¿Está usted de acuerdo en que ELECGALAPAGOS realice la implantación de medidores inteligentes en su área de concesión?

*Figura 2 Resultados obtenidos pregunta 2*

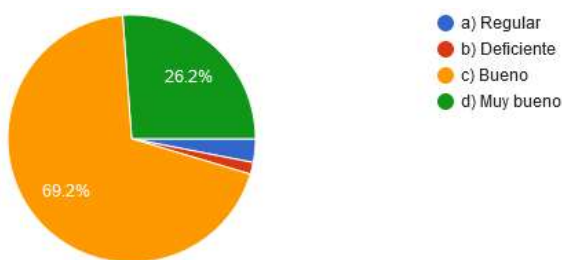


Fuente y elaboración: Elaboración propia

El 55.4% de la muestra apoya totalmente que se realice la implementación de medidores, contra un 9.2% que presenta indecisión, como se indicó en la pregunta anterior muchas veces esto se produce por la falta de conocimiento ante las ventajas que trae el uso de medidores inteligentes, sin embargo, también puede repercutir el hecho del costo económico que tiene o cuanto se adicionaría a sus planillas de luz esta implementación.

- ¿Cómo calificaría usted la calidad de servicio brindado actualmente por ELECGALAPAGOS en la instalación de medidores de energía eléctrica?

*Figura 3 Resultados obtenidos pregunta 3*

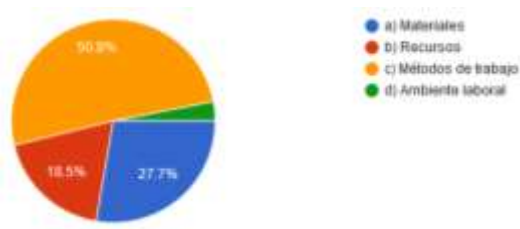


Fuente y elaboración: Elaboración propia

La mayoría de la muestra analizada que corresponde al 95% están de acuerdo en que el servicio generado por ELECGALAPAGOS es bueno. Esta respuesta de los clientes es positiva ya que aporta a la propuesta de valor presentada por la empresa y refleja una buena imagen ante las personas que adoptan este servicio.

- ¿Qué haría falta para que mejore el proceso de instalación de medidores de energía eléctrica?

*Figura 4 Resultados obtenidos pregunta 4*

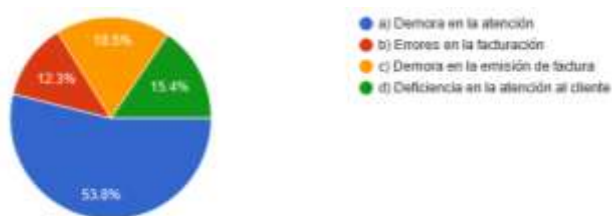


Fuente y elaboración: Elaboración propia

En la evaluación del proceso de mejora de la instalación de medidores, se identificó que el 50.8% de la muestra considera que los métodos de trabajo deben ser revisados o completamente cambiados. Además, el 27.7% cree que los materiales utilizados requieren atención, y un 18.5% señala la necesidad de optimizar los recursos disponibles. Para mejorar, se sugiere analizar los tiempos de instalación, capacitar continuamente al personal, implementar un sistema de monitoreo y fomentar una cultura de mejora continua dentro del equipo.

- ¿Cuándo usted presenta reclamos sobre la calidad de servicio brindado, generalmente a que factor lo atribuye?

Figura 5 Resultados obtenidos pregunta 5



Fuente y elaboración: Elaboración propia

El factor más considerable que genera incomodidad en el cliente, relacionándolo a la calidad de servicio es la demora en la atención, como segundo la demora en la emisión de factura, deficiencia en la atención del cliente y errores en la facturación. Estos problemas vienen directamente del personal en el trabajo prolijo, es un aspecto importante que contemplar para la mejora de procesos ya que son por errores operacionales y que, al mejorarlos, generan una subida exponencial en la calidad del servicio.

- ¿Desearía tener más información sobre los consumos que le son facturados mensualmente?

Figura 6 Resultados obtenidos pregunta 6



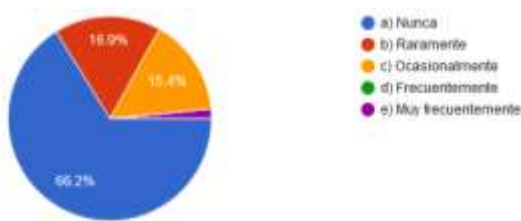
Fuente y elaboración: Elaboración propia

Casi toda la muestra cercana al 97% desearían tener mayor claridad de información sobre los consumos mensuales de su factura, la cultura de servicio en el país no es muy considerada

por que no existe una ley del consumidor clara, sin embargo, es un aspecto que debe mejorarse para garantizar el servicio y el precio justo.

- ¿Con que frecuencia recibe usted su factura de consumo eléctrico con errores de lectura?

Figura 7 Resultados obtenidos pregunta 7

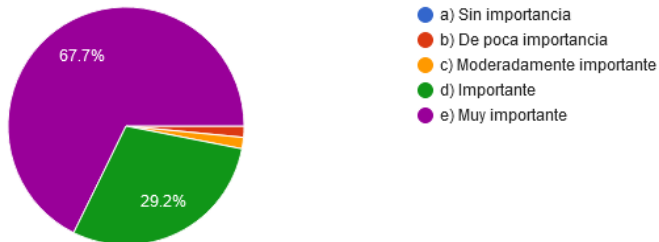


Fuente y elaboración: Elaboración propia

El 66.7% de la población estudiada indica que no ha recibido inconvenientes en su facturación de consumo, el restante de la muestra afirma que rara vez ha tenido un inconveniente de esta magnitud, un aspecto importante del restante es saber si la rectificación de errores es inmediata o es un proceso largo ya que eso se liga directamente a los errores de lectura del medidor.

- ¿Es importante para usted que la distribuidora le notifique cuando tiene valores vencidos antes de proceder al corte del servicio por mora en el pago?

Figura 8 Respuestas obtenidas pregunta 8

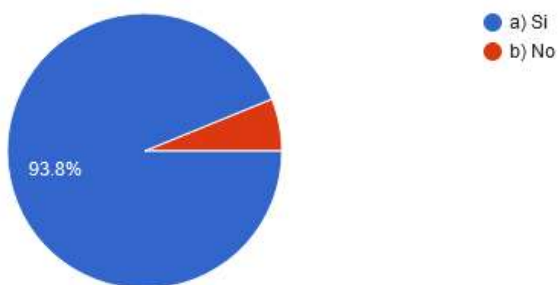


Fuente y elaboración: Elaboración propia

Para el 94% de la muestra es de suma importancia ser notificados por valores vencidos por consumo de energía eléctrica. Este parámetro se liga a la calidad del servicio de abastecimiento de energía eléctrica.

- Según su opinión ¿Es necesario que las necesidades y observaciones de los clientes de ELECGALAPAGOS, deben ser retroalimentados para mejorar la calidad de servicio al cliente?

Figura 9 Respuestas obtenidas pregunta 9



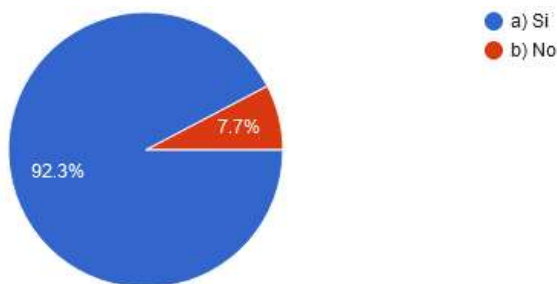
Fuente y elaboración: Elaboración propia

En la pregunta 9, se abordó la importancia de la retro alimentación de las observaciones realizadas por los clientes de la distribuidora ELECGALAPAGOS, los clientes manifestaron

que el 93.8% está de acuerdo que se consideren sus observaciones y necesidades para contribuir a una mejora en el servicio.

- A su criterio, ¿Las implementaciones que realiza ELECGALAPAGOS para mejorar la calidad del servicio cubre sus expectativas?

Figura 10 Respuesta obtenida pregunta 10



Fuente y elaboración: Elaboración propia

El trabajo de la distribuidora es bien valorado por la clientela ya que el 92.3% considera que se está realizando un buen trabajo y que se cubre las expectativas.

Se puede concluir que a la mayoría de la población le gusta el trabajo desempeñado por la distribuidora ELECGALAPAGOS con respecto al servicio al cliente y a la calidad del servicio, existen algunos problemas relacionados a la calidad del servicio como problemas en la facturación o demoras en el proceso de reclamos, por otro lado, la rectificación y generación de un plan de mejora elevaría esta métrica y la aceptación se vería altamente evidenciada en otros aspectos.

## CAPÍTULO III

### PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN

La implementación de medidores inteligentes con tecnología AMI por ELECGALAPAGOS marca un avance significativo en la modernización y eficiencia de la gestión del consumo eléctrico. Esta tecnología no solo mejora la precisión en la lectura de consumos y facturación, sino que también ofrece ventajas adicionales como la detección temprana de problemas en la red y la posibilidad de monitoreo en tiempo real por parte de los usuarios.

La mayoría de los clientes de ELECGALAPAGOS están bien informados sobre esta tecnología, lo que facilita su aceptación y apoyo. Sin embargo, siempre habrá una parte de la población que necesite más información para entender completamente las ventajas y sentirse cómodos con los cambios. Es fundamental que la empresa realice campañas de educación y concientización para explicar cómo los beneficios a largo plazo superan los posibles costos iniciales.

La percepción general de la calidad del servicio actual de ELECGALAPAGOS es positiva, lo que fortalece la propuesta de valor de la empresa. No obstante, hay áreas de mejora, como la atención al cliente y la emisión de facturas, que deben ser abordadas para elevar la calidad del servicio al siguiente nivel. Por ello, en el presente capítulo, se evalúa de forma global características del foco de estudio para plantear una estrategia óptima que de soporte a la propuesta de implementación y al estudio realizado en este trabajo.

#### **3.1 Análisis de la situación actual**

La implementación de medidores con tecnología AMI por ELECGALAPAGOS representa un paso significativo hacia la modernización y eficiencia en la gestión del consumo eléctrico. Esta tecnología no solo mejora la precisión en la lectura de consumos y

facturación, sino que también ofrece ventajas adicionales como la detección temprana de problemas en la red y la posibilidad de monitoreo en tiempo real por parte de los usuarios.

En general, existe un buen nivel de conocimiento sobre esta tecnología entre los clientes de ELECGALAPAGOS. Este conocimiento facilita la aceptación y el apoyo a la implementación de los medidores inteligentes, ya que los usuarios informados tienden a ver los beneficios más claramente y están más dispuestos a adoptar nuevas tecnologías. Sin embargo, siempre habrá un segmento de la población que necesite más información para entender completamente las ventajas y sentirse cómodos con los cambios.

El apoyo a la implementación de medidores inteligentes es mayoritario, lo cual es un indicativo positivo para ELECGALAPAGOS. No obstante, existe una pequeña proporción de indecisos que podría estar preocupada por los costos adicionales que esta tecnología podría implicar. Para abordar estas preocupaciones, es fundamental que la empresa realice campañas de educación y concientización, explicando claramente cómo los beneficios a largo plazo, como la reducción de errores en la facturación y la mejora en la calidad del servicio, superan los posibles costos iniciales.

La percepción de la calidad del servicio actual de ELECGALAPAGOS es, en general, positiva. La mayoría de los clientes consideran que el servicio es bueno, lo cual es un punto a favor de la empresa y fortalece su propuesta de valor. Sin embargo, siempre hay áreas de mejora, y los comentarios de los clientes son esenciales para identificar estos puntos. Aspectos como la demora en la atención y la emisión de facturas, así como errores en la facturación, son temas recurrentes que deben ser abordados para elevar la calidad del servicio al siguiente nivel.

Para mejorar el proceso de instalación de medidores, es crucial revisar y optimizar los métodos de trabajo, prestar atención a los materiales utilizados y mejorar la eficiencia en el uso de los recursos disponibles. Además, la capacitación continua del personal y la



implementación de un sistema de monitoreo efectivo son pasos importantes para garantizar que el proceso se realice de manera eficiente y con alta calidad.

Un factor clave para mejorar la satisfacción del cliente es garantizar una comunicación clara y oportuna, especialmente en relación con notificaciones sobre valores vencidos antes de proceder al corte del servicio por mora. La mayoría de los clientes valoran esta transparencia y consideran esencial ser informados adecuadamente para evitar inconvenientes.

### **3.2 Diagnóstico**

Como sección previa a la ejecución del plan se evaluó la estrategia fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas FODA, la cual contribuye a obtener una visión general del plan así, se presenta una descripción de cada uno de los ítems.

#### **Fortalezas:**

Una de las principales fortalezas de este proyecto es el alto nivel de conocimiento y aceptación de la tecnología AMI entre los usuarios de ELECGALAPAGOS, ya que en función de las encuestas recopiladas, con un 81.5% de los encuestados informados sobre la implementación de los medidores inteligentes. Este nivel de conocimiento no solo facilita la adopción y el apoyo del proyecto, sino que también implica una menor resistencia al cambio por parte de los usuarios. Además, la mayoría de los usuarios, un 55.4%, apoya completamente la implementación de los medidores inteligentes, lo que indica una receptividad positiva hacia las innovaciones tecnológicas propuestas por la empresa. La percepción positiva del servicio actual también es una fortaleza significativa. El hecho de que el 95% de los clientes considere bueno el servicio brindado por ELECGALAPAGOS refuerza la confianza en la empresa y fortalece su propuesta de valor. Finalmente, la transparencia y la comunicación efectiva con los clientes son aspectos muy valorados. Especialmente en relación con la notificación de valores vencidos, un 94% de los usuarios

considera esencial ser informados adecuadamente, lo que resalta la importancia de mantener una comunicación abierta y constante.

### **Oportunidades:**

Existen varias oportunidades para mejorar la implementación del proyecto. Una de las más importantes es la educación y concienciación de la población a través de campañas informativas. Estas campañas pueden incrementar el conocimiento del 18.5% de los usuarios que no están informados sobre la tecnología AMI, logrando así un apoyo más generalizado y una mayor aceptación del proyecto. Además, se pueden revisar y optimizar los métodos de trabajo, los materiales utilizados y la eficiencia en el uso de recursos para mejorar los procesos de instalación. La implementación de mejoras en estos aspectos no solo reducirá los costos, sino que también aumentará la eficacia y calidad del servicio. La capacitación continua del personal es otra oportunidad clave, ya que garantiza que los empleados estén siempre al día con las mejores prácticas y las últimas tecnologías, asegurando un servicio de alta calidad. Finalmente, la implementación de un sistema de monitoreo efectivo puede asegurar que la instalación y operación de los medidores se realice de manera eficiente, permitiendo una gestión más precisa y proactiva de la red eléctrica.

### **Debilidades:**

Entre las debilidades del proyecto, se encuentran las preocupaciones sobre los costos adicionales asociados con la nueva tecnología. Estas preocupaciones generan indecisión en un segmento de la población, que podría ser más receptivo con una mejor comprensión de los beneficios a largo plazo de la tecnología AMI. Además, los clientes han señalado la demora en la atención y la emisión de facturas como áreas que necesitan mejora. Estas demoras pueden causar insatisfacción entre los usuarios y disminuir la percepción positiva del servicio. Aunque la mayoría de los usuarios no ha tenido problemas con la facturación, un segmento ha experimentado errores en la lectura y facturación, lo que también representa

una debilidad significativa. Estos errores pueden generar desconfianza en la precisión y fiabilidad del sistema.

### **Amenazas:**

Una amenaza importante es la resistencia al cambio. A pesar del apoyo mayoritario, existe una pequeña proporción de indecisos que pueden ser difíciles de convencer. Esta resistencia puede estar motivada por preocupaciones sobre los costos, la privacidad o simplemente por una aversión al cambio. Las altas expectativas del cliente, basadas en la valoración positiva del servicio actual, pueden generar desafíos para cumplir con las expectativas una vez implementada la nueva tecnología. Si la implementación no cumple con estas expectativas, la percepción de la calidad del servicio podría deteriorarse. Además, la tecnología AMI puede generar preocupaciones sobre la privacidad y la seguridad de los datos entre los usuarios. Estas preocupaciones, si no se abordan adecuadamente, podrían convertirse en una barrera significativa para la adopción de la nueva tecnología. Es fundamental que ELECGALAPAGOS aborde estas preocupaciones de manera proactiva, proporcionando información clara y tranquilizadora sobre cómo se manejarán y protegerán los datos de los usuarios.

*Tabla 4 FODA Resumido*

<b>Fortalezas</b>	<b>Oportunidades</b>	<b>Debilidades</b>	<b>Amenazas</b>
Conocimiento y aceptación del AMI	Educación y concienciación	Preocupaciones sobre costos	Resistencia al cambio
Apoyo mayoritario	Optimización de métodos de trabajo	Demora en atención y facturación	Altas expectativas del cliente
Percepción positiva del servicio	Capacitación continua	Errores en facturación	Preocupaciones sobre privacidad
Transparencia y comunicación	Monitoreo efectivo		

Fuente: Elaboración propia

Además, se realiza un análisis PESTEL proporciona una visión integral de los factores externos que pueden influir en la implementación del proyecto de medidores AMI en Puerto Ayora, Galápagos. Abordar cada uno de estos aspectos ayudará a ELECGALAPAGOS a planificar y ejecutar el proyecto de manera más efectiva y sostenible.

**Político (Political):** Factores relacionados con las políticas gubernamentales, la estabilidad política, las regulaciones y leyes que pueden afectar el entorno empresarial.

**Económico (Economic):** Factores económicos que influyen en el desempeño y la operación de la empresa, como la inflación, el crecimiento económico, los tipos de cambio y las tasas de interés.

**Social (Social):** Factores sociales y culturales que afectan las actitudes, comportamientos y necesidades del mercado, como la demografía, los estilos de vida, las normas sociales y las expectativas de los consumidores.

**Tecnológico (Technological):** Factores tecnológicos que pueden impactar la eficiencia y la competitividad de la empresa, incluyendo la innovación, la automatización, la investigación y el desarrollo, y la adopción de nuevas tecnologías.

**Ecológico (Environmental):** Factores medioambientales y ecológicos que pueden influir en la sostenibilidad y responsabilidad ambiental de la empresa, como el cambio climático, la gestión de residuos, y la conservación de recursos naturales.

**Legal (Legal):** Factores legales que incluyen las leyes, normativas y regulaciones que la empresa debe cumplir, abarcando áreas como la protección de datos, la seguridad laboral, y los derechos del consumidor.

### **3.3 Análisis del mercado**

#### **3.3.1 Definición del mercado relevante**

Se establece como la implementación de medidores inteligentes AMI en el sistema de distribución de energía eléctrica generado por ELECGALAPAGOS.

#### **3.3.2 Segmentación**

Clientes consumidores del servicio de energía eléctrica en la isla de Santacruz, Galápagos.

### **3.4 Inversión Inicial**

La implementación de Infraestructura de Medición Avanzada (AMI) en las islas Galápagos representa una inversión significativa, pero esencial, para mejorar la eficiencia y precisión del sistema eléctrico. Este análisis se centra en las inversiones iniciales necesarias para la instalación de medidores inteligentes (AMI), detallando cada componente clave del proyecto y sus costos asociados. La tabla a continuación desglosa los costos estimados para cada categoría, proporcionando una visión clara de la magnitud de la inversión requerida.

Los medidores AMI, con un costo unitario de \$540 aproximadamente, representan la mayor parte de la inversión inicial, con un total de \$540,000 para 1000 medidores. Además de los medidores, se deben considerar los costos de instalación, que incluyen mano de obra y equipos, así como la infraestructura de comunicación necesaria para la transmisión de datos. La implementación de sistemas de alimentación, que considera fuentes de energía renovable y sistemas de respaldo, también es una parte crítica del proyecto para asegurar un funcionamiento continuo y sostenible.

Otros componentes esenciales incluyen el software de gestión AMI, capacitación para el personal técnico, estudios preliminares y permisos necesarios, y una provisión para contingencias y otros gastos diversos. En conjunto, estos elementos suman un total de \$865,000, como se detalla en la tabla 4.

*Tabla 5 Costos estimados iniciales de inversión de medidores*

Categoría	Descripción	Costo Unitario (USD)	Cantidad	Costo Total (USD)
Medidores AMI	Medidores inteligentes	\$ 540,00	1000	\$ 540,00
Instalación de Medidores	Mano de obra y equipos para instalación	\$ 50,00	1000	\$ 50,00
Infraestructura de Comunicación	Redes de datos y antenas	\$ 75,00	1	\$ 75,00
Sistemas de Alimentación	Fuentes de energía renovable y sistemas de respaldo	\$ 100,00	1	\$ 100,00
Software de Gestión AMI	Licencias y configuración del software de gestión AMI	\$ 50,00	1	\$ 50,00
Capacitación	Entrenamiento para el personal técnico	\$ 10,00	1	\$ 10,00
Estudios y Permisos	Estudios preliminares, licencias y permisos	\$ 15,00	1	\$ 15,00

Otros Costos Iniciales	Contingencias y otros gastos diversos	\$ 25,00	1	\$ 25,00
Total Inversión Inicial				\$ 865,00

Fuente y elaboración: Elaboración propia

### 3.5 Proyecciones de ingreso por implementación de medidores AMI

La implementación de medidores de Infraestructura de Medición Avanzada (AMI) en una de las islas Galápagos no solo mejora la eficiencia y precisión del sistema eléctrico, sino que también genera importantes ingresos y ahorros a lo largo del tiempo. A continuación, se presenta un análisis detallado de las proyecciones de ingresos durante los primeros cinco años de operación, sustentado en la tabla 5.

*Tabla 6 Proyecciones económicas de la implementación de medidores*

Año	Ahorro por Reducción de Pérdidas de Energía (USD)	Ahorro por Precisión en la Facturación (USD)	Ingresos por Servicios de Gestión Energética (USD)	Reducción de Morosidad (USD)	Total Ingresos Anuales (USD)
1	50,000	30,000	20,000	10,000	110,00
2	52,500	31,500	21,000	10,500	115,500
3	55,125	33,075	22,050	11,025	121,275
4	57,881	34,729	23,153	11,576	127,339
5	60,775	36,465	24,311	12,155	133,706

Fuente y elaboración: Elaboración propia

### **Ahorro por Reducción de Pérdidas de Energía:**

La implementación de medidores AMI permite una monitorización continua y precisa del consumo energético, lo que reduce significativamente las pérdidas técnicas y no técnicas. Se estima un ahorro inicial de \$50,000 anuales en esta área, con un incremento del 5% anual debido a la mejora continua en la eficiencia.

### **Ahorro por Precisión en la Facturación:**

Los medidores AMI proporcionan datos de consumo exactos, eliminando errores en la facturación y ajustando adecuadamente el consumo real de los usuarios. Esto se traduce en un ahorro inicial de \$30,000 anuales, también incrementando un 5% cada año.

### **Ingresos por Servicios de Gestión Energética:**

La tecnología AMI abre la posibilidad de ofrecer servicios adicionales, como asesoría en eficiencia energética y monitoreo detallado del consumo para los usuarios. Estos servicios generan ingresos adicionales, estimados en \$20,000 anuales, con un crecimiento del 5% anual.

### **Reducción de Morosidad:**

La disponibilidad de información precisa y la mejora en la facturación incrementan la satisfacción del cliente, reduciendo la morosidad y mejorando el flujo de ingresos. Se proyecta un ahorro de \$10,000 anuales en esta área, con un aumento del 5% anual.



### **Total de Ingresos Anuales**

El análisis muestra que la suma de estos ingresos y ahorros resulta en un ingreso total de \$110,000 en el primer año, con incrementos anuales debido a la mejora continua y la adopción de tecnología avanzada. Para el quinto año, se proyecta que los ingresos totales alcanzarán \$133,706, lo que demuestra el impacto positivo y sostenido de la implementación de medidores AMI en la red de distribución de energía eléctrica.

### **3.6 Análisis Costo-Beneficio de la implementación de medidores AMI**

La instalación de medidores de Infraestructura de Medición Avanzada (AMI) en una de las islas representa un paso importante hacia la modernización del sistema eléctrico y la mejora de la eficiencia operativa. Este análisis de costos-beneficios tiene como objetivo evaluar la viabilidad financiera del proyecto, considerando tanto los beneficios cuantificables como los no cuantificables que resultarán de la implementación de esta tecnología avanzada.

El proyecto implica una inversión inicial significativa de \$865,000, que cubre la adquisición de 1000 medidores AMI, la infraestructura de comunicación, sistemas de alimentación renovable, software de gestión, capacitación del personal, estudios preliminares y permisos necesarios. Sin embargo, los beneficios económicos directos, junto con los beneficios intangibles, destacan el valor potencial de este proyecto a largo plazo.

Los beneficios cuantificables incluyen ahorros por reducción de pérdidas de energía, mayor precisión en la facturación, ingresos por servicios de gestión energética y reducción de la morosidad, con proyecciones que indican un total de ingresos anuales de \$110,000 en el primer año, aumentando gradualmente en los años siguientes. Además, los beneficios no cuantificables, como la mejora en la calidad del servicio, la satisfacción del cliente y la

contribución a la sostenibilidad ambiental, refuerzan la justificación para la implementación de los medidores AMI.

Este análisis proporcionará una comprensión clara de los costos iniciales y los ingresos proyectados, así como una evaluación de la rentabilidad y el impacto a largo plazo de la tecnología AMI en la isla. Al combinar estos elementos, se presenta una visión integral de cómo los medidores AMI pueden transformar el sistema eléctrico local y ofrecer un retorno de inversión sustancial en términos tanto económicos como operativos.

### **Beneficios No Cuantificables**

#### **Mejora en la Calidad del Servicio:**

La precisión y la monitorización en tiempo real de los medidores AMI permiten detectar y resolver problemas más rápidamente, mejorando la calidad del servicio para los clientes.

#### **Satisfacción del Cliente:**

Los medidores AMI ofrecen a los clientes información precisa sobre su consumo de energía, lo que mejora la transparencia y la confianza en el servicio.

#### **Contribución a la Sostenibilidad:**

La implementación de sistemas de energía renovable y la reducción de pérdidas de energía contribuyen a la sostenibilidad ambiental, alineándose con las políticas de conservación de las islas Galápagos.

### **Optimización Operativa:**

La automatización y el control remoto de los medidores AMI reducen la necesidad de lecturas manuales y las visitas al sitio, optimizando las operaciones y reduciendo costos laborales.

### **3.7 Análisis de Rentabilidad**

#### **Valor Presente Neto (VPN):**

Para calcular el VPN, se descuentan los flujos de ingresos anuales proyectados a una tasa de descuento adecuada y se resta la inversión inicial. Supongamos una tasa de descuento del 7%.

#### **Tasa Interna de Retorno (TIR):**

La TIR es la tasa de descuento que hace que el VPN del proyecto sea igual a cero. Es una medida de la rentabilidad del proyecto.

#### **Periodo de Recuperación:**

El periodo de recuperación es el tiempo que se tarda en recuperar la inversión inicial a través de los flujos de ingresos netos.

*Tabla 7 Cálculo del VPN*

Año	Ingresos Anuales (USD)	Factor de Descuento (7%)	Ingresos Descontados (USD)
1	\$110.000,00	\$ 1,07	\$102.803,74
2	\$115.500,00	\$ 1,14	\$100.882,17
3	\$121.275,00	\$ 1,23	\$ 98.996,53
4	\$127.339,00	\$ 1,31	\$ 97.146,31
5	\$133.706,00	\$ 1,40	\$ 95.330,53

$$\text{VPN}=498,156.89-865,000=-366,843.11$$

Fuente y elaboración: Elaboración propia

El análisis de costos-beneficios muestra que, aunque la inversión inicial de \$865,000 es significativa, los beneficios cuantificables y no cuantificables proporcionan una base sólida para la implementación del proyecto. Los beneficios económicos directos en términos de ahorros e ingresos adicionales alcanzan \$110,000 en el primer año y se incrementan anualmente. Además, los beneficios intangibles como la mejora en la calidad del servicio, la satisfacción del cliente y la contribución a la sostenibilidad ambiental refuerzan la viabilidad del proyecto.

El Valor Presente Neto (VPN) negativo sugiere que, con los ingresos proyectados y una tasa de descuento del 7%, el proyecto no recupera la inversión inicial en los primeros cinco años. Sin embargo, al considerar los beneficios no cuantificables y la mejora continua en la eficiencia, el proyecto tiene un potencial significativo para ser rentable a largo plazo. Se recomienda explorar financiamiento adicional, subvenciones, o ajustes en la implementación para mejorar la rentabilidad a corto plazo.

### 3.8 Análisis de Sensibilidad

La implementación de medidores de Infraestructura de Medición Avanzada (AMI) en Galápagos representa una inversión significativa con el potencial de mejorar considerablemente la eficiencia operativa y la precisión del sistema eléctrico. Para evaluar la viabilidad financiera de este proyecto, es crucial analizar cómo variaciones en las tasas de descuento pueden afectar el Valor Presente Neto (VPN) del mismo.

El análisis de sensibilidad es una herramienta fundamental que permite entender el impacto de diferentes tasas de descuento sobre la rentabilidad del proyecto. Al considerar tasas de descuento del 5%, 7% y 10%, se pudo evaluar la robustez del proyecto ante cambios en las condiciones financieras y económicas.

En este análisis, se ha proyectado los ingresos anuales generados por los beneficios cuantificables de la implementación de medidores AMI, incluyendo ahorros por reducción de pérdidas de energía, mayor precisión en la facturación, ingresos por servicios de gestión energética y reducción de morosidad. Estos ingresos se han descontado a las diferentes tasas para calcular el VPN correspondiente.

A continuación, se presenta una tabla detallada, en la tabla 7 que muestra los factores de descuento aplicados, los ingresos descontados para cada tasa y el VPN resultante. Este análisis proporciona una visión integral de cómo las variaciones en la tasa de descuento pueden influir en la rentabilidad del proyecto, ayudando a los tomadores de decisiones a comprender mejor los riesgos financieros y a planificar estrategias adecuadas para la implementación exitosa de los medidores AMI en la isla.

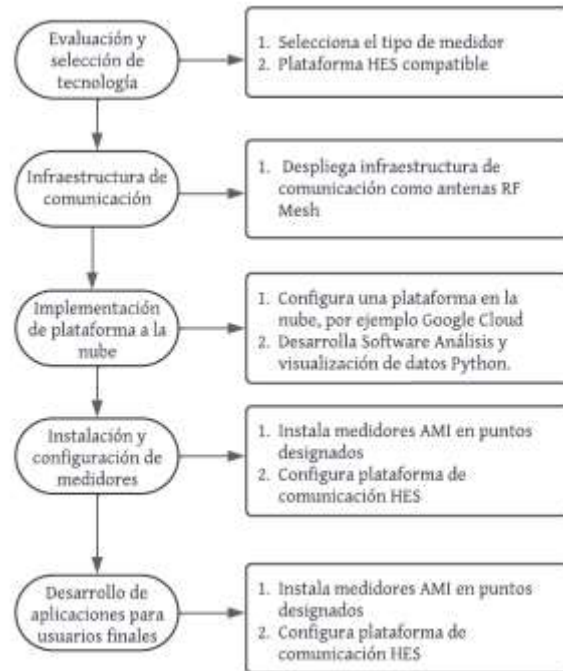
Tabla 8 Análisis de Sensibilidad AMI

Año	Ingresos Anuales (USD)	Factor de Descuento (5%)	Ingresos Descontados (5%)	Factor de Descuento (7%)	Ingresos Descontados (7%)	Factor de Descuento (10%)	Ingresos Descontados (10%)
1	\$110.000,00	\$ 1,05	\$104.761,90	\$ 1,07	\$102.803,74	\$ 1,10	\$100.000,00
2	\$115.500,00	\$ 1,10	\$104.761,90	\$ 1,14	\$100.882,17	\$ 1,21	\$ 95.454,55
3	\$121.275,00	\$ 1,16	\$104.761,90	\$ 1,23	\$ 98.996,53	\$ 1,33	\$ 91.115,70
4	\$127.339,00	\$ 1,22	\$104.762,11	\$ 1,31	\$ 97.146,31	\$ 1,46	\$ 86.974,25
5	\$133.706,00	\$ 1,28	\$104.762,15	\$ 1,40	\$ 95.330,53	\$ 1,61	\$ 83.020,91
Total	\$607.820,00		\$523.809,97		\$495.159,28		\$456.565,40
VPN			-\$341.190,03		-\$369.840,72		-\$408.434,60

Fuente y elaboración: Elaboración propia

El análisis de sensibilidad muestra que, a medida que aumenta la tasa de descuento, el VPN se vuelve más negativo. Esto indica que el proyecto es menos viable financieramente a tasas de descuento más altas. Sin embargo, considerando los beneficios no cuantificables como la mejora en la calidad del servicio, la satisfacción del cliente y la sostenibilidad ambiental, el proyecto podría justificar la inversión inicial a largo plazo.

Después de la factibilidad se plantea la implementación del proceso de instalación de los medidores AMI, para ello se considera la siguiente figura.



Fuente y elaboración: Elaboración propia

El primer paso en la implementación de medidores AMI es la evaluación y selección de la tecnología adecuada. Esto incluye la elección del tipo de medidores AMI y la tecnología de comunicación más adecuada para el área de implementación. Las opciones de comunicación incluyen RF Mesh (Red de Malla de Radiofrecuencia), PLC (Power Line Communication) y redes celulares (4G/5G). Cada una tiene sus propias ventajas y desventajas en términos de alcance, fiabilidad y costo. También es fundamental seleccionar una plataforma de gestión de medidores (HES) que sea compatible con los medidores elegidos, ya que esta plataforma será la encargada de la recopilación y el análisis de los datos.

Una vez seleccionada la tecnología de medidores y comunicación, el siguiente paso es desplegar la infraestructura de comunicación necesaria. Para RF Mesh, esto puede implicar la instalación de antenas y repetidores que aseguren una cobertura adecuada. Para PLC, se

debe asegurar que las líneas eléctricas estén en buen estado y compatibles con la transmisión de datos. En el caso de redes celulares, se necesitará instalar modems y asegurarse de que la zona tiene una cobertura celular adecuada. Esta infraestructura es crucial para garantizar la transmisión fiable de datos desde los medidores hasta la plataforma HES.

Con la infraestructura de comunicación en su lugar, el siguiente paso es configurar una plataforma en la nube para el almacenamiento y procesamiento de datos. Proveedores de servicios en la nube como AWS, Azure o Google Cloud ofrecen soluciones escalables que pueden manejar grandes volúmenes de datos en tiempo real. Sin embargo, en este caso de estudio se propone Google Cloud, por la facilidad y manejo de la plataforma así como los costos para altos volúmenes de datos. En esta etapa, se desarrollan o seleccionan herramientas de software para el análisis y visualización de datos, permitiendo la interpretación de los datos de consumo energético y la generación de informes y alertas.

El siguiente paso es la instalación física de los medidores AMI en los puntos designados. Una vez instalados, los medidores deben configurarse para que se comunique correctamente con la plataforma HES. Esto incluye la calibración inicial, la configuración de los parámetros de comunicación y la validación de la transmisión de datos. La configuración correcta es vital para asegurar que los datos recopilados sean precisos y útiles para el análisis.

Para maximizar el valor de los datos recopilados, se desarrollan aplicaciones móviles y web que permiten a los usuarios finales acceder a sus datos de consumo de energía en tiempo real. Estas aplicaciones deben ser intuitivas y proporcionar funciones como alertas de consumo, recomendaciones para optimizar el uso de energía y la posibilidad de visualizar tendencias históricas. Esto puede conseguirse con el uso de Machine Learning (ML) para tener predicciones de series de tiempo, así como comportamientos y pronósticos futuros. La interacción directa con los usuarios ayuda a promover el uso eficiente de la energía y mejora la satisfacción del cliente.



El último paso en la implementación es la integración del sistema AMI con otros sistemas de gestión de energía (EMS) si es necesario. Esto permite una gestión más eficiente de la red eléctrica en su totalidad. Una vez integrado, se realizan pruebas exhaustivas para asegurar que todos los componentes del sistema funcionen correctamente. Estas pruebas incluyen la validación de la comunicación entre los medidores y la plataforma HES, la precisión de los datos recopilados, y la funcionalidad de las aplicaciones de usuario final. Las pruebas aseguran que el sistema sea robusto y esté listo para su operación continua.

## CONCLUSIONES

El análisis de costos-beneficios y el análisis de sensibilidad muestran que, con los ingresos proyectados y las tasas de descuento consideradas (5%, 7%, y 10%), el proyecto de implementación de medidores AMI no recupera la inversión inicial en los primeros cinco años, resultando en valores presentes netos (VPN) negativos. Esto sugiere que el proyecto puede no ser financieramente viable a corto plazo sin ajustes o financiamiento adicional. Es crucial tener en cuenta esta perspectiva al planificar y justificar la inversión inicial requerida para la instalación de los medidores.

A pesar de los VPN negativos, los beneficios cuantificables del proyecto son significativos. Incluyen ahorros por reducción de pérdidas de energía, mayor precisión en la facturación, ingresos por servicios de gestión energética y reducción de la morosidad. Estos beneficios financieros tangibles suman un total de ingresos anuales de \$110,000 en el primer año, aumentando gradualmente en los años siguientes. Estos ingresos recurrentes no solo mejoran la eficiencia operativa, sino que también proporcionan una fuente de ingresos continua que puede amortiguar la inversión inicial a lo largo del tiempo.

Los beneficios no cuantificables también juegan un papel fundamental en la justificación del proyecto. La mejora en la calidad del servicio eléctrico, la satisfacción del cliente y la contribución a la sostenibilidad ambiental son aspectos esenciales que, aunque no se reflejan directamente en los cálculos financieros, son cruciales para la sostenibilidad y la aceptación a largo plazo del proyecto. Estos beneficios intangibles fortalecen la posición de la empresa de servicios públicos y mejoran su relación con la comunidad local.

El análisis de sensibilidad revela que a medida que aumenta la tasa de descuento, el VPN se vuelve más negativo, lo que indica una menor viabilidad financiera a tasas más altas. Esto destaca la importancia de asegurar tasas de financiamiento más bajas para mejorar la

rentabilidad del proyecto. A tasas de descuento más altas, los ingresos futuros tienen un valor presente menor, lo que complica la recuperación de la inversión inicial y la generación de beneficios netos positivos.

## RECOMENDACIONES

Dada la magnitud de la inversión inicial y los desafíos de rentabilidad a corto plazo, se recomienda buscar financiamiento adicional, subvenciones o incentivos gubernamentales que puedan reducir la carga financiera inicial del proyecto. Explorar programas de apoyo a la sostenibilidad ambiental y la modernización de infraestructuras puede proporcionar fondos adicionales o reducciones de costos significativas que faciliten la implementación del proyecto. Estos recursos adicionales pueden mejorar la viabilidad financiera del proyecto y reducir el riesgo financiero asociado.

Es aconsejable revisar y optimizar los costos de implementación y operación del proyecto para mejorar la rentabilidad. Esto puede incluir negociaciones con proveedores para reducir el costo unitario de los medidores AMI o la adopción de tecnologías más eficientes que ofrezcan un mejor retorno de inversión. Evaluar alternativas de implementación y considerar proveedores con mejores condiciones financieras puede resultar en ahorros significativos.

Considerar una implementación gradual de los medidores AMI, comenzando con una fase piloto para evaluar los beneficios y ajustar las estrategias antes de una implementación completa, permite manejar mejor los costos iniciales y observar los beneficios en tiempo real. Una fase piloto también proporciona una oportunidad para ajustar las operaciones y solucionar problemas antes de una implementación a gran escala. Esta estrategia reduce el riesgo y facilita una transición más suave hacia la modernización del sistema eléctrico.

Establecer un sistema de monitoreo y evaluación continua para medir los beneficios y ajustar las operaciones según sea necesario es esencial para el éxito del proyecto. Esto incluye la evaluación periódica de los ahorros obtenidos y la satisfacción del cliente. Un sistema de monitoreo robusto permite una gestión proactiva y la identificación temprana de áreas de

mejora, asegurando que los beneficios proyectados se realicen y se mantengan a lo largo del tiempo.

Finalmente, es importante comunicar de manera efectiva los beneficios no cuantificables a los stakeholders y la comunidad local, destacando cómo el proyecto contribuye a la sostenibilidad ambiental y mejora la calidad del servicio eléctrico. Una comunicación clara y transparente sobre los beneficios ambientales y de servicio puede mejorar la aceptación y el apoyo al proyecto. Involucrar a la comunidad y mantener a los stakeholders informados sobre los avances y beneficios del proyecto fortalecerá la relación entre la empresa de servicios públicos y sus clientes.

Finalmente, aunque el análisis financiero inicial muestra desafíos en la recuperación de la inversión, los beneficios tangibles e intangibles del proyecto de implementación de medidores AMI justifican su consideración. Con estrategias adecuadas de financiamiento, optimización de costos y comunicación efectiva, el proyecto puede ser viable y beneficioso a largo plazo para la isla. Este enfoque integral no solo asegura la viabilidad financiera, sino que también promueve la sostenibilidad y mejora la calidad del servicio eléctrico para la comunidad local.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abdulaal, M. J., Ibrahim, M. I., Mahmoud, M. M. E. A., Khalid, J., Aljohani, A. J., Milyani, A. H., & Abusorrah, A. M. (2022). Real-Time Detection of False Readings in Smart Grid AMI Using Deep and Ensemble Learning. *IEEE Access*, *10*, 47541-47556. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2022.3171262>

Anupong, W., Azhagumurugan, R., Blushan Sahay, K., Dhabliya, D., Kumar, R., & Vijendra Babu, D. (2022). *Towards a high precision in AMI-based smart meters and new technologies in the smart grid—ScienceDirect*. <https://doi.org/10.1016/j.suscom.2022.100690>

Arciniegas M., A. F., Imbajoa R., D. E., Revelo F., J., Arciniegas M., A. F., Imbajoa R., D. E., & Revelo F., J. (2017). Diseño e implementación de un Sistema de Medición Inteligente para AMI de la microrred de la Universidad de Nariño. *Enfoque UTE*, *8*, 300-314. <https://doi.org/10.29019/enfoqueute.v8n1.136>

Barquero-Álvarez, D. E., Rojas-Morales, R., Barquero-Álvarez, D. E., & Rojas-Morales, R. (2022). Consumo eléctrico: Una propuesta de gestión desarrollada en R a partir de medidores inteligentes en plantas de generación. *Revista Tecnología en Marcha*, *35*(1), 162-173. <https://doi.org/10.18845/tm.v35i1.5367>

Cam-Winget, N., Hui, J., & Popa, D. (2017). Applicability Statement for the Routing Protocol for Low-Power and Lossy Networks (RPL) in Advanced Metering Infrastructure (AMI) Networks (Request for Comments RFC 8036). Internet Engineering Task Force. <https://doi.org/10.17487/RFC8036>

He, Y., Jenkins, N., & Wu, J. (2016). Smart Metering for Outage Management of Electric Power Distribution Networks. *Energy Procedia*, *103*, 159-164. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2016.11.266>

Humayun, M., Alsaqer, M. S., & Jhanjhi, N. (2022). Energy Optimization for Smart Cities Using IoT. *Applied Artificial Intelligence*, 36(1), 2037255. <https://doi.org/10.1080/08839514.2022.2037255>

Ibrahim, M. I., Abdelfattah, S., Mahmoud, M., & Alasmay, W. (2021). Detecting Electricity Theft Cyber-attacks in CAT AMI System Using Machine Learning. *2021 International Symposium on Networks, Computers and Communications (ISNCC)*, 1-6. <https://doi.org/10.1109/ISNCC52172.2021.9615629>

Khan, N., Shahid, Z., Alam, M. M., Bakar Sajak, A. A., Mazliham, M. S., Khan, T. A., & Ali Rizvi, S. S. (2022). Energy Management Systems Using Smart Grids: An Exhaustive Parametric Comprehensive Analysis of Existing Trends, Significance, Opportunities, and Challenges. *International Transactions on Electrical Energy Systems*, 2022(1), 3358795. <https://doi.org/10.1155/2022/3358795>

Kornatka, M., & Popławski, T. (2021). Advanced Metering Infrastructure—Towards a Reliable Network. *Energies*, 14(18), Article 18. <https://doi.org/10.3390/en14185986>

Liu, T., Tian, J., Zhu, H., Goh, H. H., Liu, H., Wu, T., & Zhang, D. (2023). Key technologies and developments of multi-energy system: Three-layer framework, modelling and optimisation. *Energy*, 277, 127697. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2023.127697>

López de Alba, C., Apodaca-Zamora, F., & Ortiz-Muro, V. (2018). *Implementación de un sistema de monitoreo de área amplia a escala de laboratorio para sistemas eléctricos de potencia*. [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1405-77432018000200195](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-77432018000200195)

Moscoso, J. N. (2017). Los métodos mixtos en la investigación en educación: Hacia un uso reflexivo. *Cadernos de Pesquisa*, 47(164), 632-649. <https://doi.org/10.1590/198053143763>

Pérez Padrón, S., Moreno Méndez, F. R., Pérez Padrón, S., & Moreno Méndez, F. R. (2018). La innovación tecnológica y la investigación de mercado en el Sistema Empresarial Cubano. *Revista Universidad y Sociedad*, 10(1), 367-373.

Pérez Vazquez, J. (2024). Enfoque de métodos mixtos y sus diseños: Descripciones, aplicaciones y procesos.

Powering Business Worldwide, E. (2022). *Fundamentals of AMI*. Advanced Metering Infrastructure. <https://www.eaton.com/us/en-us/products/utility-grid-solutions/advanced-metering-infrastructure/fundamentals-of-ami.html>

Reinoso, J., Salazar, G., Reinoso, J., & Salazar, G. (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), 33-40.

Soledispa, X., & Peña, D. (2021). Soledispa, X., Moran, J., & Peña, D. (2021). La investigación de mercado impacto que genera en la toma de decisiones. - Buscar con Google. [https://www.google.com/search?q=Soledispa%2CX.%2CMoran+%2CJ.%2C+%26+Pe%C3%B1a%2CD.+%282021%29.+La+investigaci%C3%B3n+de+mercado+impacto+que+genera+en+la+toma+de+decisiones.&rlz=1C1CHBF\\_esEC985EC986&oq=Soledispa%2CX.%2CMoran+%2CJ.%2C+%26+Pe%C3%B1a%2CD.+%282021%29.+La+investigaci%C3%B3n+de+mercado+impacto+que+genera+en+la+toma+de+decisiones.&gs\\_lcrp=EgZjaHJvbWUyBggAEEUYOdIBBzY3OGowajSoAgCwAgE&sourceid=chrome&ie=UTF-8](https://www.google.com/search?q=Soledispa%2CX.%2CMoran+%2CJ.%2C+%26+Pe%C3%B1a%2CD.+%282021%29.+La+investigaci%C3%B3n+de+mercado+impacto+que+genera+en+la+toma+de+decisiones.&rlz=1C1CHBF_esEC985EC986&oq=Soledispa%2CX.%2CMoran+%2CJ.%2C+%26+Pe%C3%B1a%2CD.+%282021%29.+La+investigaci%C3%B3n+de+mercado+impacto+que+genera+en+la+toma+de+decisiones.&gs_lcrp=EgZjaHJvbWUyBggAEEUYOdIBBzY3OGowajSoAgCwAgE&sourceid=chrome&ie=UTF-8)

Taha, M. Q. (2020). Advantages and recent advances of smart energy grid. *Bulletin of Electrical Engineering and Informatics*, 9(5), Article 5. <https://doi.org/10.11591/eei.v9i5.2358>

Téllez Gutiérrez, S. M., Rosero García, J., Universidad Nacional de Colombia, Céspedes Gandarillas, R., & CEO in RConsulting Group. (2018). Advanced metering infrastructure in Colombia: Benefits, challenges and opportunities. *Ingeniería y Desarrollo*, 36(2), 469-488. <https://doi.org/10.14482/inde.36.2.10711>



Van De Ven, A. H., & Poole, M. S. (2017). Field Research Methods. En J. A. C. Baum (Ed.), *The Blackwell Companion to Organizations* (1.<sup>a</sup> ed., pp. 867-888). Wiley.  
<https://doi.org/10.1002/9781405164061.ch38>

## ANEXOS

### ANEXO #1

#### Establecimiento de Preguntas-Entrevista

**Pregunta 1:** ¿Según su experiencia, el proceso de instalación de medidores inteligentes ayuda a mejorar los indicadores de satisfacción del cliente de ELECGALAPAGOS en la ciudad de Puerto Ayora?

**Pregunta 2:** ¿Cuáles son los beneficios que se obtiene al instalar medidores con tecnología AMI?

**Pregunta 3:** ¿Existen novedades al momento de la toma de lecturas, explique?

**Pregunta 4:** ¿Cuántas lecturas toma un lector mensualmente y cuánto tiempo se demora? ¿Cómo afectaría esta implementación de medidores con tecnología AMI en las personas que realizan el proceso de toma de lectura?

**Pregunta 5:** ¿Cuántas personas se utiliza para realizar los procesos de corte y reconexión? y ¿Qué tiempo se demora en la reconexión del servicio Eléctrico?

**Pregunta 6:** ¿Según su opinión que se debería mejorar para optimizar el proceso de instalación de medidores y que conlleve a mejorar la calidad de servicio a los clientes de ELECGALAPAGOS?

## ANEXO #2

Definición de términos básicos

**Almacenamiento:** Permitir el almacenamiento de datos en el medidor avanzado.

**AMI (Advanced Meter Infrastructure):** Sistema de medidores inteligentes, permiten la medición de consumo en forma remota.

**Área de concesión:** Asociación entre el sector público y una empresa, que ha demostrado su capacidad de valor añadido en un ámbito concreto.

**Bidireccional:** El receptor y el emisor del mensaje se intercambian los papeles de manera continua.

**Calidad del servicio:** Proporcionar medidas sobre la duración de las indisponibilidades en el servicio de energía eléctrica.

**Comunicación bidireccional:** Permitir la comunicación en dos direcciones con el usuario y los elementos de la AMI.

**Conexión:** Permitir de forma remota y local la conexión del suministro de energía.

**Consumidor:** Persona natural o jurídica que recibe el servicio eléctrico debidamente autorizado por la distribuidora, dentro del área de concesión.

**Consumidor Comercial:** Persona natural o jurídica, pública o privada, que utiliza los servicios de energía eléctrica para fines de negocio, actividades profesionales o cualquier otra actividad con fines de lucro.

**Consumidor Industrial:** Persona natural o jurídica, pública o privada, que utiliza los servicios de energía eléctrica para la elaboración o transformación de productos por medio de cualquier proceso industrial.

**Consumo eléctrico:** Cantidad de energía eléctrica consumida en un determinado periodo de facturación por el usuario.

**Demanda:** Es la carga promedio consumida por el cliente en el intervalo de tiempo.

**Desconexión:** Permitir de forma remota y local la desconexión del suministro de energía.

**Eficacia:** Consiste en alcanzar las metas establecidas en la empresa.

**Eficiencia:** Se refiere a lograr las metas con la menor cantidad de recursos.

**Energía activa:** Corresponde con el número de kilovatios (kW) que han utilizado nuestros aparatos eléctricos.

**Energía reactiva:** Aquella energía que no es útil, pero sí necesaria y que debe ser neutralizada ya que puede provocar averías en las instalaciones.

**Factibilidad:** Disponibilidad de los recursos necesarios para llevar a cabo los objetivos o metas señaladas.

**Forma remota:** Trabajo que se realiza fuera del entorno tradicional de la oficina, sin necesidad de ir a una oficina todos los días.

**Lectura:** Permitir la lectura local y remota de las variables y eventos generados por el medidor avanzado.

**Limitación:** Permitir de forma remota y local la conexión, desconexión y la limitación del suministro de energía.

**Medidores inteligentes:** Miden de forma remota y automática el consumo de energía; permite conectarse, desconectarse y limitar el servicio; detectar manipulación fraudulenta y robo de energía; o monitorear el voltaje y la calidad del servicio.

**Perfil de carga:** Comportamiento de consumo y demanda de energía eléctrica que tiene un centro de carga conforme a su operación en determinado lapso de tiempo.

**Productividad:** Medición que refleja la relación existente entre los resultados de una actividad, el tiempo invertido en ella y los recursos que han sido utilizados para llevarla a cabo.

**Red inteligente:** red eléctrica que administra por medio de un centro de gestión todos los recursos de la infraestructura eléctrica y se comunica remotamente con cada elemento para ejercer acciones de control y adquisición de datos.

**Registro de medición bidireccional:** Permite la medición y registro de las transferencias de energía en dos direcciones, desde y hacia la red eléctrica o de entrada y salida del medidor avanzado.

**Servicio eléctrico:** Servicio público de energía eléctrica que suministra el distribuidor a los consumidores, desde sus redes de distribución.

**Sincronización:** Permitir la sincronización automática y remota de tiempos entre el medidor avanzado y la AMI.

**Sistema de medición:** Son los componentes necesarios para la medición o registro de energía activa, energía reactiva, demandas máximas y otros parámetros relacionados.

**Sistema de medición inteligente:** Compuesta por medidores inteligentes, infraestructura de telecomunicaciones y sistemas centrales que permite una gestión remota y automática de la red, así como un flujo bidireccional de información y energía, permitiendo optimizar el funcionamiento de la red.

**Telemetría:** Tecnología automatizada que, a través de la comunicación a distancia, permite recopilar, desarrollar y transmitir información de un dispositivo electrónico a otro.