

**Proyecto de innovación: diseño y evaluación de un servicio inteligente de mantenimiento predictivo con tecnología IoT para mejorar la eficiencia operativa de la empresa Luis Bejarano Asociados S.A.S**

Gabriel Valero Martínez

Jair Alberto Zarza Ramírez

José Ángel Daza Castrillón

Luz Daniela Jiménez Osorio

Yeison Yobany Beleño Peñaloza

Asesora

Msc. Ibeth Rodríguez González

Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD

Escuela de Ciencias Básicas, Tecnología e Ingeniería ECBTI

Diplomado de Profundización en Gestión de la Innovación para el Diseño de Productos y

Servicios

2025

## Resumen

Se expone una propuesta de transformación tecnológica en el sector de servicios eléctricos, orientada a la incorporación de sensores inteligentes en equipos críticos como sistemas de climatización, tableros de distribución y dispositivos electrónicos. La finalidad es anticipar condiciones irregulares como presencia de humedad, fugas de agua, elevación de temperaturas o fallos en circuitos, con el propósito de reducir riesgos, optimizar labores de mantenimiento y asegurar la continuidad operativa en hogares, industrias e instituciones. El proyecto se desarrolló mediante diversas metodologías de innovación: la Identificación del Reto Empresarial, que permitió reconocer fallas operativas y sobrecostos; la Identificación de Tendencias mediante Vigilancia Tecnológica, que evidenció el crecimiento del IoT y los sistemas predictivos; el Modelo GIMI, con el cual se generaron oportunidades, conceptos de negocio y un caso de valor; el Design Thinking, que facilitó la comprensión del usuario, la ideación y el desarrollo del prototipo; y finalmente el Diseño de OKR, utilizado para evaluar el impacto técnico y estratégico de la propuesta. Los resultados obtenidos muestran que la solución permite monitorear variables en tiempo real, simular fallas y generar alertas inmediatas, mejorando la toma de decisiones y reduciendo incidentes eléctricos. La simulación en Power BI evidenció mejoras potenciales en eficiencia energética, detección temprana de anomalías y disminución de costos por mantenimientos reactivos. En conjunto, la iniciativa fortalece la modernización de Luis Bejarano Asociados S.A.S., alineándose con principios de sostenibilidad, digitalización e innovación organizacional.

***Palabras clave:*** Emergente, innovación, tecnológica, transformación, digitalización.

## Abstract

A technological transformation proposal is presented for the electrical services sector, focused on the incorporation of smart sensors in critical equipment such as climate control systems, distribution panels, and electronic devices. Its purpose is to anticipate irregular conditions such as humidity, water leaks, temperature increases, or circuit failures in order to reduce risks, optimize maintenance tasks, and ensure operational continuity in households, industries, and institutions. The project was developed through various innovation methodologies: the Identification of the Business Challenge, which allowed the recognition of operational failures and cost overruns; the Trend Identification through Technological Surveillance, which highlighted the growth of IoT and predictive systems; the GIMI Model, used to generate opportunities, business concepts, and a value case; Design Thinking, which facilitated user understanding, idea generation, and prototype development; and finally, the Design of OKRs, used to evaluate the technical and strategic impact of the proposal. The results show that the solution enables real-time monitoring of variables, failure simulation, and immediate alert generation, improving decision-making and reducing electrical incidents. The simulation in Power BI demonstrated potential improvements in energy efficiency, early anomaly detection, and reduced costs associated with reactive maintenance. Overall, the initiative strengthens the modernization of Luis Bejarano Asociados S.A.S., aligning with principles of sustainability, digitalization, and organizational innovation.

**Keywords:** Emerging, innovation, technological, transformation, digitalization.

## Tabla de Contenido

Introducción .....	9
Justificación .....	10
Objetivos.....	11
Objetivo General.....	11
Objetivos Específicos .....	11
Propuesta de Innovación en la Empresa Luis Bejarano Asociados S.A.S .....	12
Marco Conceptual.....	12
Presentación de la Empresa .....	14
Metodología .....	15
Resultados .....	18
Identificación del Reto Empresarial .....	18
Análisis de Tendencias .....	19
Proceso de Innovación Basado en el Modelo GIMI.....	22
Diseño del Servicio mediante Metodología Design Thinking.....	30
Diseño de OKR.....	40
Conclusiones .....	43
Recomendaciones .....	44
Referencias Bibliográficas .....	45
Apéndices.....	48

## Lista de Figuras

<b>Figura 1</b> <i>Tendencia de publicaciones y patentes sobre “Predictive Maintenance IoT Sensors” (2015–2025)</i> .....	20
<b>Figura 2</b> <i>Principales campos de estudio asociados a la búsqueda</i> .....	22
<b>Figura 3</b> <i>Intención de innovar</i> .....	23
<b>Figura 4</b> <i>Brecha de crecimiento</i> .....	24
<b>Figura 5</b> <i>Perfil de inversión</i> .....	24
<b>Figura 6</b> <i>Mapa de oportunidades</i> .....	25
<b>Figura 7</b> <i>Plataforma de crecimiento</i> .....	25
<b>Figura 8</b> <i>Priorización de plataformas de crecimiento</i> .....	26
<b>Figura 9</b> <i>Conceptos de negocio</i> .....	26
<b>Figura 10</b> <i>Brochure del concepto priorizado cara 1</i> .....	27
<b>Figura 11</b> <i>Brochure del concepto priorizado cara 2</i> .....	27
<b>Figura 12</b> <i>Presentación caso de negocio</i> .....	28
<b>Figura 13</b> <i>Servicios caso de negocio</i> .....	28
<b>Figura 14</b> <i>Visión y oferta caso de negocio</i> .....	29
<b>Figura 15</b> <i>Elementos clave caso de negocio</i> .....	29
<b>Figura 16</b> <i>Mapa de empatía</i> .....	31
<b>Figura 17</b> <i>Diagrama de afinidad</i> .....	32
<b>Figura 18</b> <i>Ejecución de técnica Scamper sustituir y combinar</i> .....	33
<b>Figura 19</b> <i>Ejecución de técnica Scamper adaptar, modificar, proponer y eliminar</i> .....	33
<b>Figura 20</b> <i>Ejecución de técnica Scamper reordenar/revertir</i> .....	34
<b>Figura 21</b> <i>Diseño de la maqueta en Power BI</i> .....	35

<b>Figura 22</b> <i>Encuentro con el líder del Semillero Xurgiendo</i> .....	39
<b>Figura 23</b> <i>Respuesta a la encuesta realizada al empresario</i> .....	40

## Lista de Tablas

<b>Tabla 1</b> <i>Marco conceptual del proyecto</i> .....	12
<b>Tabla 2</b> <i>Plan de idea con la técnica Scamper</i> .....	32
<b>Tabla 3</b> <i>Síntesis de la fase</i> .....	34
<b>Tabla 4</b> <i>Datos simulados- monitoreo energético IoT y solar (7 días)</i> .....	36
<b>Tabla 5</b> <i>Objetivos y Resultados Clave (OKR)</i> .....	40

## Lista de Apéndices

<b>Apéndice A</b> <i>Presupuesto estimado</i> .....	48
<b>Apéndice B</b> <i>Tablero desarrollado en Power BI</i> .....	48
<b>Apéndice C</b> <i>Encuesta de satisfacción a la empresa</i> .....	48

## Introducción

En el actual contexto de transformación digital e industrial, las organizaciones enfrentan el desafío de adaptarse a tecnologías emergentes que promueven la eficiencia, la sostenibilidad y la toma de decisiones basadas en datos. En el sector eléctrico y electrónico, esta necesidad es aún más evidente debido a la creciente demanda de sistemas confiables, automatizados y transparentes. En respuesta a estas exigencias, surge la propuesta de innovación “Servicio inteligente de mantenimiento predictivo con IoT para la empresa Luis Bejarano Asociados S.A.S.”, orientada a fortalecer la gestión técnica mediante la incorporación de sensores inteligentes y herramientas analíticas que permitan anticipar fallas, optimizar los procesos operativos y mejorar la continuidad del servicio.

Este proyecto se fundamenta en la aplicación de la metodología Design Thinking y en el modelo de innovación propuesto por el GIMI Institute, los cuales permitieron identificar necesidades reales, estructurar oportunidades, generar conceptos de negocio y desarrollar un prototipo funcional de monitoreo energético en Power BI, integrando energía solar e Internet de las Cosas (IoT). Así mismo, el proceso contó con el acompañamiento del Grupo de Investigación SIGCIETY y del Semillero de Investigación XURGIENDO: “Usabilidad y Ergonomía de los Objetivos y Servicios Aplicados desde la Innovación y la Industria”, quienes aportaron retroalimentación técnica y orientaciones para fortalecer el enfoque de innovación.

La iniciativa busca no solo aumentar la eficiencia energética y disminuir los costos operativos, sino también intensificar una cultura organizacional innovadora en Luis Bejarano Asociados S.A.S., fortaleciendo su competitividad y alineando su crecimiento con los principios de sostenibilidad y transformación digital.

## Justificación

La transformación digital se ha consolidado como un elemento clave para fortalecer la competitividad del sector empresarial. Según Márquez-Vásquez y Caicedo-Consuegra (2024), la digitalización y el uso estratégico de datos permiten mejorar la vigilancia tecnológica, anticipar cambios del entorno y optimizar la toma de decisiones en organizaciones que buscan incrementar su capacidad innovadora. En este contexto, las pequeñas empresas enfrentan el desafío de integrar tecnologías que aumenten su eficiencia operativa, reduzcan costos y modernicen sus procesos internos.

En el sector eléctrico, esta necesidad es aún más evidente debido a los riesgos asociados a fallas en instalaciones residenciales y empresariales. Diversos informes del sector indican que la implementación de sistemas digitales de monitoreo especialmente aquellos basados en IoT puede reducir entre un 20% y 40% los fallos inesperados, cifras que representan promedios generales del sector y evidencian el impacto positivo del mantenimiento predictivo. De acuerdo con Díaz et al. (2024), el análisis de datos y la visualización dinámica facilitan la identificación de patrones y la gestión eficiente de variables críticas, fortaleciendo la confiabilidad de los sistemas técnicos.

En este sentido, el presente proyecto se orienta a responder estas demandas mediante la aplicación de metodologías de innovación que permitan proponer soluciones prácticas, alineadas con la sostenibilidad y la transformación digital. El propósito es aportar conocimientos teóricos y metodológicos que fortalezcan la cultura innovadora en Luis Bejarano Asociados S.A.S., impulsando la creación de servicios basados en datos, monitoreo inteligente y tecnologías emergentes.

## **Objetivos**

### **Objetivo General**

Diseñar y evaluar un servicio inteligente de mantenimiento predictivo basado en tecnología IoT para la empresa Luis Bejarano Asociados S.A.S., con el fin de anticipar fallas eléctricas, optimizar los procesos operativos y fortalecer la gestión técnica mediante el uso de datos en tiempo real.

### **Objetivos Específicos**

Aplicar la metodología del GIMI Institute para identificar oportunidades de innovación y definir el concepto del servicio inteligente de mantenimiento predictivo basado en IoT.

Implementar la metodología Design Thinking para comprender las necesidades del usuario, idear soluciones y desarrollar el prototipo funcional del sistema de monitoreo IoT en Power BI.

Validar el desempeño del prototipo mediante simulaciones y análisis de datos, utilizando los Objetivos y Resultados Clave (OKR) para medir su impacto en la detección temprana de fallas y la eficiencia operativa de la empresa.

## Propuesta de Innovación en la Empresa Luis Bejarano Asociados S.A.S

### Marco Conceptual

**Tabla 1**

*Marco conceptual del proyecto*

1. Concepto	2. Definición	3. Fuente
Técnicas de innovación	Conjunto de métodos estructurados que promueven la creatividad, la generación de ideas y la transformación de problemas en oportunidades, entre ellas Design Thinking, brainstorming, SCAMPER y benchmarking (Cepeda Rosas, 2023).	Cepeda Rosas, O. M. (2023).
Inteligencia de negocios	Conjunto de metodologías y tecnologías que transforma datos en información estratégica para facilitar la identificación de patrones y apoyar la toma de decisiones, potenciando procesos como la Vigilancia Tecnológica (Márquez-Vásquez & Caicedo-Consuegra, 2024).	Márquez-Vásquez, P., & Caicedo-Consuegra, Lady. (2024).
Vigilancia tecnológica	Proceso sistemático y continuo de búsqueda, análisis e interpretación de información científica y tecnológica relevante para anticipar oportunidades, riesgos y cambios del entorno (Márquez-Vásquez & Caicedo-Consuegra, 2024).	Márquez-Vásquez, P., & Caicedo-Consuegra, Lady. (2024).
Inteligencia competitiva	Proceso estructurado de recolección y análisis de información del entorno empresarial para anticipar tendencias, riesgos y oportunidades estratégicas que fortalezcan la posición de la organización (Márquez-Vásquez & Caicedo-Consuegra, 2024).	Márquez-Vásquez, P., & Caicedo-Consuegra, Lady. (2024).
Mapa de oportunidades	Herramienta que permite visualizar y priorizar áreas con potencial de innovación considerando tendencias, necesidades del mercado y capacidades internas (Kantis et al., 2023).	Kantis, H., Menendez, C., Álvarez-Martínez, P., & Federico, J. (2023).
Concepto de negocio	Idea estructurada que define la propuesta de valor, el público objetivo y la manera en que un producto o servicio generará beneficios (Muñoz Londoño et al., 2022).	Muñoz Londoño, Y., Triana Ortiz, K. N., Domínguez Bonilla, S. J., & Pérez, C. A. (2022).
Plataforma de crecimiento	Conjunto de iniciativas estratégicas que orientan la expansión, sostenibilidad y consolidación de	Márquez-Vásquez, P., & Caicedo-Consuegra, L. (2024).

---

Caso de negocio	<p>innovaciones mediante nuevos mercados, tecnologías o modelos de negocio (Márquez-Vásquez &amp; Caicedo-Consuegra, 2024).</p> <p>Análisis que evalúa la viabilidad técnica, económica y estratégica de una innovación, considerando beneficios, costos y riesgos antes de implementarla (Aguirre-Villalobos et al., 2024).</p>	<p>Aguirre-Villalobos, E. R., Ferrer-Mavárez, M. de los Á., Valecillos-Pereira, J. B., &amp; Bustos-López, G. I. (2024).</p>
Pasos del proceso de innovación	<p>Secuencia de etapas que guían el desarrollo de ideas desde la identificación de oportunidades hasta el prototipado, validación e implementación (Figuroa Peinado, 2022).</p>	<p>Figuroa Peinado, W. (2022).</p>
Definición y características de un objetivo	<p>Resultado general que se pretende alcanzar, formulado de manera clara, medible, alcanzable, relevante y temporal bajo criterios SMART (UNAD Emprende y Expande, 2024).</p>	<p>UNAD Emprende y Expande: Innovando con la VIEM. (2024).</p>
Definición y características de un resultado clave	<p>Indicadores cuantificables que permiten medir avances hacia un objetivo, mostrando logros verificables en el desempeño (Díaz et al., 2024).</p>	<p>Díaz, F. J., et al. (2024).</p>

---

*Nota.* Autoría propia.

## **Presentación de la Empresa**

Luis Bejarano Asociados S.A.S. es una microempresa colombiana con más de nueve años de trayectoria en el sector eléctrico y de telecomunicaciones. Desde su creación, se ha consolidado como una organización líder en el ámbito residencial, especializada en mantenimiento eléctrico, electrónico y locativo, así como en la instalación y configuración de sistemas de telecomunicaciones. Su compromiso con la calidad, la eficiencia y la seguridad en cada proyecto ha permitido fortalecer su reputación en el mercado regional, convirtiéndose en un referente por la atención personalizada y la confiabilidad de sus servicios. La empresa cuenta con un equipo humano altamente calificado y comprometido, capaz de ofrecer soluciones integrales y adaptadas a las necesidades de cada cliente, garantizando resultados óptimos en obra civil y en la gestión técnica de los sistemas eléctricos y de red.

Luis Bejarano Asociados S.A.S. proyecta convertirse en una empresa líder e innovadora en el sector eléctrico y tecnológico, reconocida por su calidad, confiabilidad y compromiso con la sostenibilidad. Su visión empresarial se orienta a incorporar nuevas tecnologías, como las energías renovables, la digitalización y el uso de sistemas inteligentes, para promover soluciones eficientes y responsables con el medio ambiente. Además, la empresa busca fomentar el bienestar y desarrollo de su talento humano, impulsando una cultura organizacional basada en la innovación, la ética y la mejora continua.

## **Metodología**

El presente proyecto de innovación se desarrolló bajo metodología de investigación mixta, combinando métodos cuantitativos y cualitativos distribuidos a lo largo de cinco fases donde se analizaron necesidades, perspectivas y experiencias de la empresa Luis Bejarano Asociados S.A.S. para encontrar oportunidades de mejora e innovación, así mismo, se evaluaron datos técnicos, indicadores y resultados clave (OKR) que dieron paso a la evaluación de desempeño de la propuesta.

La investigación presenta un alcance descriptivo y exploratorio donde se busca caracterizar y analizar las diversas variables técnicas y operativas respaldadas en la implementación de un sistema de monitoreo eléctrico inteligente en un contexto empresarial local, donde se carece de soluciones predictivas dando un impacto positivo en la innovación.

El estudio está basado en un diseño no experimental, ya que no se llegó a la ejecución si no solo a la observación, análisis y simulación del comportamiento del sistema controlado mediante herramientas digitales, en este caso, Power BI. Además, se aplicó la metodología de *Design Thinking* para diseñar, prototipar y validar la propuesta de innovación sin realizar implementación en campo real.

### **Fase 1 Identificación del Reto Empresarial**

Se aplicaron encuestas y entrevistas al personal de la empresa Luis Bejarano Asociados S.A.S con el fin de recopilar información que permitiera el desarrollo de una propuesta de innovación en pro a la competitividad y eficiencia de la empresa. Así mismo, se aplicó un diagnóstico para conocer la capacidad innovadora de la organización y llevar a cabo un reto empresarial encaminado al desarrollo del proyecto.

### **Fase 2 Identificación de Tendencias (Vigilancia Tecnológica)**

Para esta fase se desarrolló un proceso de vigilancia tecnológica orientado a reconocer tendencias relevantes para el mantenimiento predictivo con IoT. La consulta se realizó en la base de datos Lens.org, debido a su amplio acceso a patentes y literatura científica. La búsqueda incluyó palabras clave relacionadas directamente con el reto planteado, entre ellas *electronic circuits for control, gateway IoT with local storage, smart sensors combined with electrical faults and innovation*, así como expresiones asociadas a energías renovables como solar *panels for homes*. También se emplearon combinaciones enfocadas en la detección temprana y optimización operativa, tales como *predictive maintenance with IoT sensors in electrical projects and cost optimization*.

El análisis de estas consultas permitió identificar avances en sensores inteligentes, sistemas IoT, soluciones de almacenamiento local, monitoreo energético y tecnologías solares aplicadas a entornos residenciales y empresariales. La revisión de patentes y publicaciones arrojó tendencias globales que fueron representadas mediante gráficas y comparaciones, facilitando la identificación de oportunidades de innovación pertinentes para la empresa Luis Bejarano Asociados S.A.S.

### **Fase 3 Proceso de Innovación Basado en el Modelo GIMI**

Se aplicó la metodología de innovación propuesta por el Global *Innovation Management Institute* (GIMI), la cual estructura el proceso innovador en cinco componentes fundamentales. A partir de este modelo, se desarrollaron de manera secuencial los elementos de intención de innovar, *insights* de oportunidad, plataformas de crecimiento, conceptos de negocio y caso de negocio, permitiendo analizar el entorno, comprender las necesidades del usuario y transformar los hallazgos en propuestas viables. La aplicación del enfoque GIMI facilitó la identificación de

tendencias disruptivas y de las capacidades organizacionales, orientando la solución final al reto empresarial planteado.

#### **Fase 4 Diseño del Servicio mediante Metodología Design Thinking**

En esta fase se aplicó la metodología *Design Thinking*, desarrollando sus etapas mediante herramientas específicas que facilitaron la comprensión del usuario y la construcción del servicio. Durante la fase Empatizar se utilizó el mapa de empatía para identificar necesidades y comportamientos del cliente. En Definir se aplicó el diagrama de afinidad (Método KJ) para organizar hallazgos y precisar el problema central. En la fase Idear se empleó la técnica Scamper como herramienta creativa para generar alternativas de solución. Posteriormente, en Prototipar, se diseñó un modelo funcional en Power BI, integrando variables de consumo energético, alertas y desempeño del sistema IoT. Finalmente, en Probar, el prototipo fue evaluado por la empresa por medio de una encuesta y con el semillero de investigación XURGIENDO por medio de un encuentro virtual, permitiendo validar su usabilidad y el valor operativo para la empresa.

#### **Fase 5 Diseño de OKR**

Se diseñaron objetivos y resultados clave (OKR) cualitativos y cuantitativos del proyecto con el fin de evaluar el desempeño y el impacto de la innovación propuesta y establecer indicadores a nivel técnico y económico.

## **Resultados**

### **Identificación del Reto Empresarial**

La empresa Luis Bejarano Asociados S.A.S., ubicada en Valledupar, Cesar, se dedica a la instalación y mantenimiento de sistemas eléctricos residenciales y comerciales. Actualmente, la organización enfrenta una serie de desafíos relacionados con la eficiencia operativa y la gestión de recursos técnicos y materiales. En particular, se identificó que los cálculos manuales de materiales eléctricos generan errores que derivan en sobrecostos de hasta un 20% y retrabajos que prolongan los tiempos de obra en un 30%, afectando directamente la rentabilidad y la satisfacción del cliente.

Frente a esta problemática, surge el reto empresarial de una propuesta de mantenimiento predictivo por medio del Internet de las Cosas (IoT), cuyo objetivo es implementar un sistema de sensores inteligentes de presión, temperatura, humedad que permita el monitoreo en tiempo real de las instalaciones eléctricas. A través de esta innovación tecnológica, la empresa busca detectar patrones inusuales, anticipar fallas y prevenir interrupciones o reparaciones costosas, mejorando la continuidad del servicio y la seguridad de los sistemas eléctricos.

El diagnóstico de innovación reveló que, aunque la empresa cuenta con un compromiso hacia la mejora continua y la calidad del servicio, aún presenta limitaciones en la adopción de nuevas tecnologías, en la financiación de proyectos innovadores. Estos factores constituyen una oportunidad clave para impulsar un modelo de gestión más moderno, sustentado en la automatización, el análisis de datos y la vigilancia tecnológica.

La propuesta se enmarca dentro de una estrategia de transformación digital e innovación tecnológica, orientada a incorporar soluciones basadas en inteligencia artificial y conectividad IoT. Esta apuesta permitirá a la empresa fortalecer su posición competitiva, optimizar sus

procesos internos y ofrecer servicios de mayor valor agregado a clientes residenciales y pequeñas empresas. Asimismo, se espera reducir costos operativos, mejorar la eficiencia energética y aumentar los niveles de satisfacción del cliente mediante un mantenimiento más predictivo y menos reactivo.

### **Análisis de Tendencias**

El análisis de tendencias tecnológicas y científicas asociadas al sector eléctrico mostró una orientación creciente hacia la digitalización, la automatización y la integración del Internet de las Cosas (IoT), especialmente para fortalecer el mantenimiento predictivo y la eficiencia energética. A partir de la vigilancia tecnológica realizada en la base de datos Lens.org, utilizando palabras clave como *electronic circuits for control, gateway IoT with local storage, smart sensors, electrical faults, innovation, solar panels for homes y predictive maintenance, IoT sensors, cost optimization*, se identificaron más de 120.000 registros entre patentes y publicaciones científicas relacionadas con sensores inteligentes, almacenamiento local, energía solar y análisis de datos en tiempo real.

Estas tendencias evidencian el papel estratégico del IoT y la inteligencia artificial en la prevención temprana de fallas, la disminución de costos por mantenimientos reactivos y la mejora de la continuidad operativa en entornos eléctricos, industriales y residenciales. En la Figura 1 se presentan los resultados de la consulta “Predictive Maintenance IoT Sensors”, donde se observa el aumento progresivo de publicaciones y patentes entre 2015 y 2025, reafirmando la relevancia global de este tipo de soluciones tecnológicas.

## Figura 1

Tendencia de publicaciones y patentes sobre “Predictive Maintenance IoT Sensors” (2015–2025)



Nota. Adaptado de Lens.org (2025).

Asimismo, las patentes revisadas en la base de datos Lens evidencian avances relevantes para el mantenimiento predictivo eléctrico. Entre los desarrollos más destacados se encuentran los *electronic circuit arrangements for control purposes*, los *smart self-feeding fuses with current detection and communication* y los sistemas basados en *Hurst exponent adaptive detection* para fallas en circuitos de alto voltaje. También se identificaron soluciones que integran *data-at-rest encryption and key management*, plataformas para el procesamiento y almacenamiento local de datos provenientes de sensores IoT, así como proyectos orientados a *model predictive maintenance systems* e *Industrial Digital Twin Systems*. Estos resultados demuestran la consolidación de tecnologías como sensores inteligentes, fusibles autoadaptativos, redes de diagnóstico distribuidas y gemelos digitales, los cuales permiten anticipar fallos, prolongar la

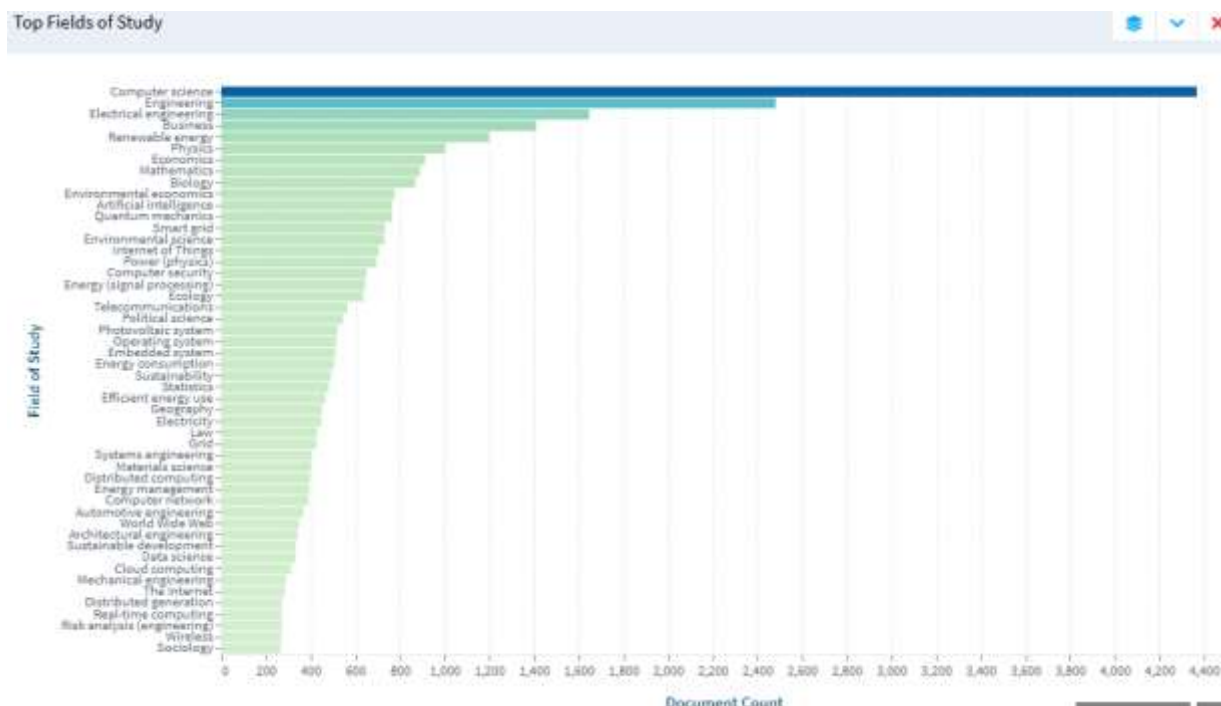
vida útil de los equipos y fortalecer la toma de decisiones basada en datos dentro del sector eléctrico.

Por su parte, las obras académicas consultadas reflejan una tendencia creciente hacia la implementación de arquitecturas distribuidas, aprendizaje automático (Machine Learning) y análisis predictivo, orientados a mejorar la confiabilidad de los sistemas eléctricos. El uso de algoritmos para la detección de fallas y la automatización del mantenimiento posiciona al IoT como un elemento clave para el desarrollo sostenible del sector. De igual manera, se evidenció la convergencia entre energías renovables e IoT, destacando los sistemas solares inteligentes para hogares y pequeñas empresas, lo cual amplía las oportunidades de diversificación de servicios en la empresa.

Además, las investigaciones asociadas a *smart sensors, electrical faults, innovation, solar panels for homes y predictive maintenance, IoT sensors, cost optimization* muestran avances en diagnóstico distribuido de fallas, sensores inteligentes para redes energéticas, *machine learning* aplicado al mantenimiento y sistemas solares inteligentes para hogares y pequeñas empresas. Estas obras coinciden en que la integración de IoT, algoritmos predictivos y energías renovables mejora la continuidad operativa, reduce costos y aumenta la sostenibilidad del sector eléctrico. Como se aprecia en la Figura 2, las principales líneas de investigación identificadas se concentran en IoT, redes inteligentes y energías renovables, reforzando su papel estratégico en el desarrollo tecnológico actual.

## Figura 2

Principales campos de estudio asociados a la búsqueda



Nota. Adaptado de Lens.org (2025).

La combinación de estas tendencias apunta hacia una transformación tecnológica integral, donde el mantenimiento predictivo deja de ser una acción reactiva para convertirse en un proceso proactivo y estratégico.

### Proceso de Innovación Basado en el Modelo GIMI

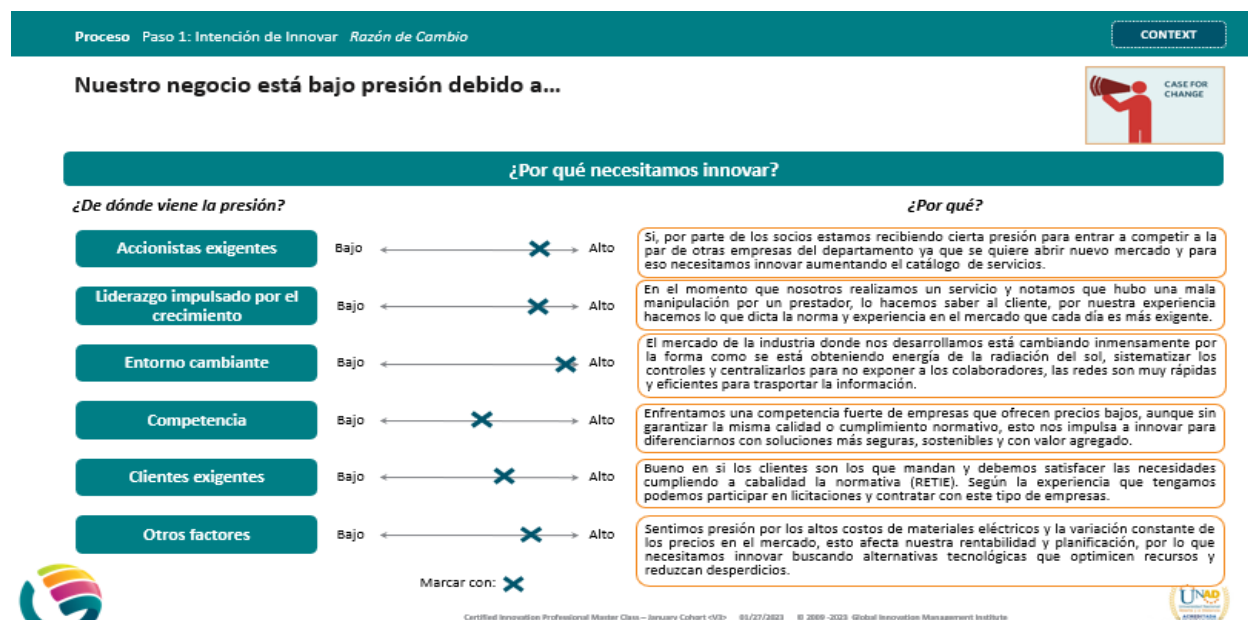
El proyecto se desarrolló bajo el Modelo de Innovación del Global *Innovation Management Institute* (GIMI), Nivel 1, el cual estructura la innovación en cinco etapas. En Intención de Innovar, se reconoció la necesidad de que Luis Bejarano Asociados S.A.S. modernizara su servicio eléctrico mediante soluciones tecnológicas capaces de anticipar fallas y mejorar la continuidad operativa. A partir de ello se formuló el reto empresarial orientado al diseño de un servicio inteligente de mantenimiento predictivo con IoT.

En la etapa de *Insights* de Oportunidad, se analizaron las necesidades del usuario, la vigilancia tecnológica y las limitaciones del modelo actual de mantenimiento, identificando fallas recurrentes, tiempos de respuesta prolongados y altos costos por reparaciones reactivas. Estos hallazgos permitieron definir las Plataformas de Crecimiento, centradas en digitalización, sensores inteligentes, visualización de datos y energías renovables como ejes estratégicos para sustentar la propuesta innovadora.

Posteriormente, en Conceptos de Negocio, se generaron alternativas de solución basadas en el uso de IoT, monitoreo en tiempo real y paneles solares, evaluando cada concepto en términos de viabilidad técnica y valor para el cliente. Finalmente, el Caso de Negocio justificó la propuesta seleccionada, demostrando su potencial para reducir incidentes eléctricos, optimizar recursos, disminuir sobre costos y posicionar a la empresa como un actor innovador dentro del mercado local.

### Figura 3

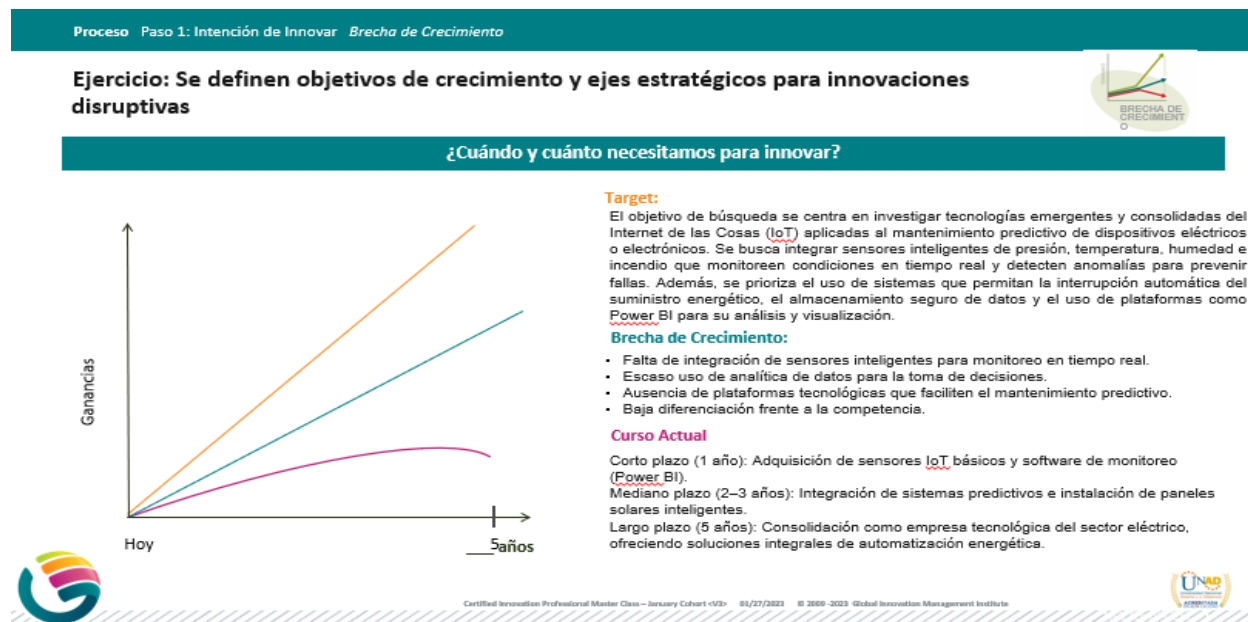
#### Intención de innovar



Nota. Adaptada según metodología GIMI.

Figura 4

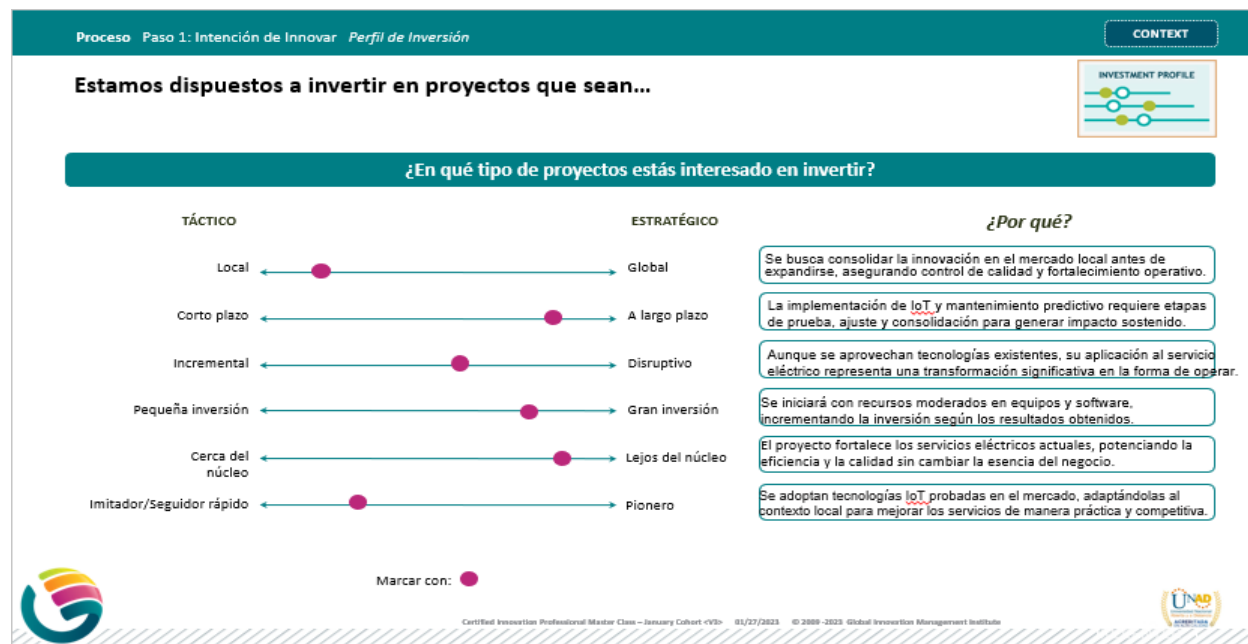
Brecha de crecimiento



Nota. Adaptada según metodología GIMI.

Figura 5

Perfil de inversión



Nota. Adaptada según metodología GIMI.

Figura 6

Mapa de oportunidades

Proceso Paso 2: Insights de Oportunidades BOM Compilado

	Empresa Minera	Futuro	Competidores	Adyacencias	Cadena de valor	
Mapa de Oportunidades	<b>Mercado</b> Clientes Necesidades Experiencias	<ul style="list-style-type: none"> <li>Hogares y PYMES con alto consumo.</li> <li>Clientes que buscan seguridad eléctrica.</li> <li>Usuarios interesados en ahorro energético.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mayor demanda de soluciones sostenibles.</li> <li>Preferencia por monitoreo remoto.</li> <li>Servicios por suscripción.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Empresas de domótica.</li> <li>Proveedores de mantenimiento predictivo.</li> <li>Instaladores de energía solar.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Proveedores de <u>telecom/iot</u>.</li> <li>Compañías de seguros eléctricos.</li> <li>Empresas de domótica y construcción.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Proveedores de sensores y hardware.</li> <li>Canales de venta y atención (digital).</li> <li>Soporte técnico y análisis de datos.</li> </ul>
	<b>Entrega</b> Ocasiones Localidades Canales	<ul style="list-style-type: none"> <li>Visitas técnicas presenciales.</li> <li>Logística local de repuestos.</li> <li>Canales tradicionales de venta.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Plataforma digital de tickets.</li> <li>Tele-diagnóstico y teleasistencia.</li> <li>Reportes automáticos IoT.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Apps de gestión de servicio.</li> <li>Call centers técnicos.</li> <li>Empresas con <u>telemonitoreo</u>.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Plataformas de mensajería y pago digital.</li> <li>Empresas logísticas para repuestos.</li> <li>Ofertantes de servicios técnicos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Programación y gestión de agendas.</li> <li>Almacen y distribución local.</li> <li>Trasabilidad de intervenciones.</li> </ul>
	<b>Oferta</b> Productos Servicios Marcas	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mantenimiento preventivo.</li> <li>Instalaciones eléctricas por encargo.</li> <li>Venta puntual de materiales.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Paquetes IoT + mantenimiento predictivo.</li> <li>Paneles solares con monitorización.</li> <li>Servicios preventivos por suscripción.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Proveedores "llave en mano" (solar-storage).</li> <li>Empresas con IA para diagnóstico.</li> <li>Marcas de instrumentación industrial.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fabricantes de paneles y baterías.</li> <li>Proveedores de UPS y medidores inteligentes.</li> <li>Empresas de medición y facturación energética.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Diseño y empaquetamiento de servicios.</li> <li>Alianzas con distribuidores tecnológicos.</li> <li>Gestión de garantías y repuestos.</li> </ul>
	<b>Producción</b> Competencias Activos Tecnologías	<ul style="list-style-type: none"> <li>Técnicos eléctricos con experiencia.</li> <li>Herramientas y vehículos de instalación.</li> <li>Procesos manuales de control.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Capacitación en IoT y analítica.</li> <li>Integración de plataformas cloud.</li> <li>Automatización de reportes y alertas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Centros de servicio certificados.</li> <li>Proveedores con soporte remoto.</li> <li>Partners tecnológicos integrados.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Centros de formación técnica / universidades.</li> <li>Empresas de software analítico.</li> <li>Laboratorios de prueba y calibración.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Gestión de inventario de sensores.</li> <li>Plataformas de almacenamiento y análisis (Power BI).</li> <li>Protocolos y certificaciones técnicas.</li> </ul>
	<b>Modelos de Negocio</b> Redes y Aliados Modelos de Precio	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pago por servicio/evento.</li> <li>Contratos puntuales con clientes.</li> <li>Relaciones por referencia.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Suscripción mensual/anual por monitoreo.</li> <li>Paquetes escalables por nivel de servicio.</li> <li>Modelos híbridos (pago+suscripción).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Operadores con contratos anuales.</li> <li>Plataformas SaaS de monitoreo.</li> <li>Proveedores que ofrecen financiamiento.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fintechs para cobro recurrente.</li> <li>Aseguradoras que cubren fallas eléctricas.</li> <li>Programas gubernamentales de eficiencia energética.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pricing según riesgo/consumo.</li> <li>Alianzas para instalación y financiamiento.</li> <li>CRM y facturación recurrente.</li> </ul>

Certified Innovation Professional Master Class - Security Cohort v20 01/27/2021 © 2009-2021 Global Innovation Management Institute

Nota. Adaptada según metodología GIMI.

Figura 7

Plataforma de crecimiento



Nota. Adaptada según metodología GIMI.

Figura 8

## Priorización de plataformas de crecimiento

Proceso Plataformas de Crecimiento Ejercicio: Priorización de Plataformas de Crecimiento

**Ejemplo: Califique cada criterio para las plataformas de crecimiento y priorice una**

El PDC priorizado es: Energía Inteligente y Eficiencia Operacional

	Tamaño potencial	Convincente	Accionable	Encaje	Robusto	Total
PDC 1: Energía Inteligente y Eficiencia Operacional	5	5	5	5	4	24
PDC 2: Seguridad Eléctrica y Sostenibilidad Residencial	4	4	4	5	4	21
PDC 3: Transformación Digital en Servicios Eléctricos	4	5	4	4	3	20
FOP 4:						
FOP 5:						



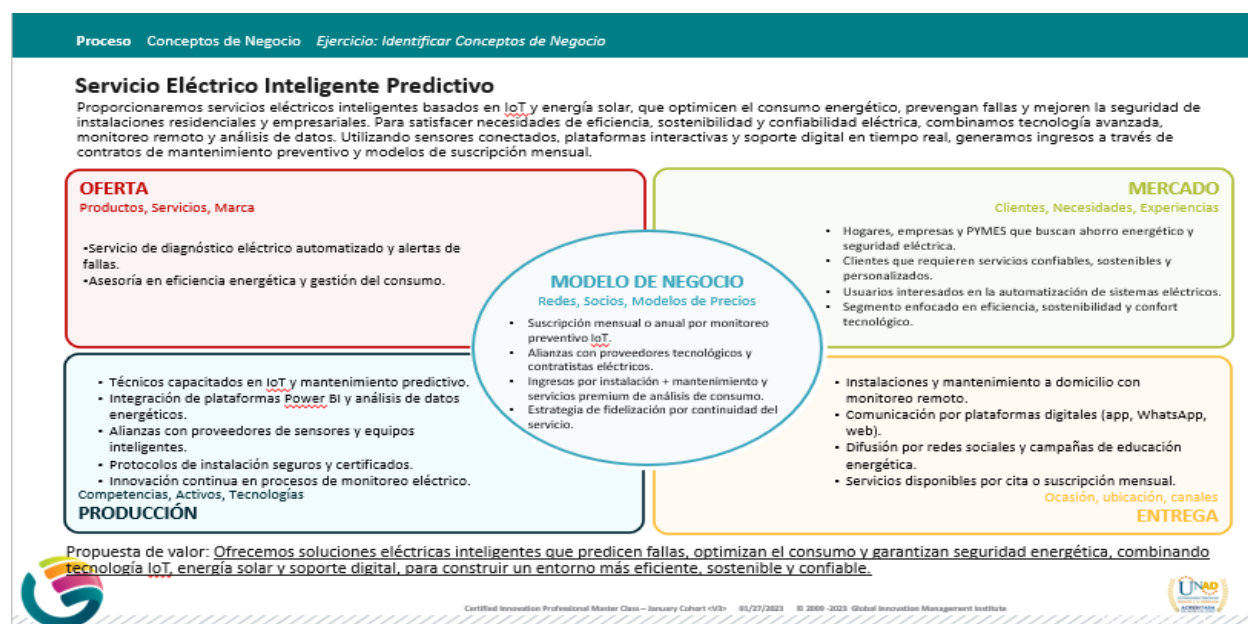
Certified Innovation Professional Master Class – January Cohort «02» 01/27/2021 © 2009–2021 Global Innovation Management Institute



Nota. Adaptada según metodología GIMI.

Figura 9

## Conceptos de negocio



Certified Innovation Professional Master Class – January Cohort «02» 01/27/2021 © 2009–2021 Global Innovation Management Institute



Nota. Adaptada según metodología GIMI.

Figura 10

Brochure del concepto priorizado cara 1

Proceso Conceptos de Negocio Ejercicio: Brochure del Concepto Priorizado



**Luz Jiménez**  
Líder del Proceso



**José Daza**  
Coordinador de Gestión de la Información



**Gabriel Valero**  
Coordinador de Operaciones y Prototipado



**Jair Zarza**  
Coordinador de Gestión Tecnológica



**Yeison Beleño**  
Coordinador de Estrategia y Mercadeo

## ¡Reto y Oportunidad!

Luis Bejarano Asociados S.A.S. busca optimizar la gestión de mantenimiento eléctrico reduciendo los tiempos de ejecución y los costos asociados a fallas no detectadas a tiempo. A través de la integración de sensores inteligentes y análisis predictivos, la empresa apuesta por un modelo preventivo y sostenible.

## Luis Bejarano Asociados S.A.S.

Servicio Inteligente de Mantenimiento Predictivo con IoT



Certified Innovation Professional Master Class – January Cohort v2b 01/27/2023 © 2009–2023 Global Innovation Management Institute

Nota. Adaptada según metodología GIMI.

Figura 11

Brochure del concepto priorizado cara 2

Proceso Conceptos de Negocio Ejercicio: Brochure del Concepto Priorizado

### Mercado

**¿Qué necesidades resolvemos?**  
Buscamos brindar un servicio que responda a la anticipación de fallas eléctricas, optimización de recursos y mejorar la confiabilidad de las instalaciones.

**¿Cómo solucionamos la necesidad?**  
A través de un sistema inteligente de monitoreo y diagnóstico predictivo que integra sensores IoT en los puntos críticos de las instalaciones eléctricas. Son analizados mediante un software de inteligencia de negocios que emite alertas y reportes en tiempo real.

**¿Por qué es mejor que las alternativas?**  
Nuestro servicio es capaz de predecir fallas antes de que ocurran, lo que lo diferencia de los mantenimientos tradicionales. Ayudará a reducir hasta un 30% los tiempos operativos y disminuir en un 20% los costos de insumos, aportando sostenibilidad y eficiencia operativa.

### Entrega

**¿Cómo pueden los clientes adquirir nuestro servicio?**  
A través de planes personalizados, que se ajusten al tipo de instalación requerida incluyendo soporte técnico 24/7.

### Oferta

**¿Qué tiene de innovador y emocionante?**  
Gracias a la integración del IoT con Inteligencia de Negocios, se pueden convertir datos eléctricos en información potencial para la toma de decisiones, fomentando una gestión energética más inteligente y sostenible.

### Producción

**¿Cómo podemos hacer esto más barato, más rápido y mejor?**

- Estandarización de implementos para la entrega de servicios.
- Automatización de la recolección y análisis de datos.
- Infraestructura digital para reducir costos operativos.

### Modelo de Negocio

**Estrategia de precios**  
Basada en planes de suscripción mensual según tamaño y tipo de instalación.

**¿Por qué otros no pueden copiarlos?**  
Contamos con know-how técnico especializado en mantenimiento predictivo eléctrico e integración IoT.

**Nuestros socios**  
Proveedores de sensores, plataformas IoT y demás insumos y aliados técnicos locales.

#### Contactos

3224996425  
luisbejaranoasociados@gmail.com  
www.luisbejaranoasociados.com  
Manzana 10 Casa 8 Garupal

Certified Innovation Professional Master Class – January Cohort v2b 01/27/2023 © 2009–2023 Global Innovation Management Institute

Nota. Adaptada según metodología GIMI.

## Figura 12

Presentación caso de negocio

Proceso Caso de Negocio Ejercicio: Elementos Clave

Caso de Negocio  
**LUIS BEJARANO  
ASOCIADOS S.A.S**

Certified Innovation Professional Master Class – January Cohort v2.0 01/27/2021 © 2008 - 2021 Global Innovation Management Institute

UNAD

Nota. Adaptada según metodología GIMI.

## Figura 13

Servicios caso de negocio

Proceso Caso de Negocio Ejercicio: Elementos Clave

### Servicio Eléctrico Inteligente Predictivo

INNOVACIÓN EN PRO A LA TRANSFORMACIÓN DE LA SEGURIDAD Y EFICIENCIA ENERGÉTICA

Brindamos servicios eléctricos inteligentes basados en IoT y energía solar, capaces de optimizar el consumo energético, prevenir fallas y aportar mejoras a la confiabilidad de las instalaciones residenciales, comerciales e industriales.

"ENERGÍA INTELIGENTE ANTICIPADA"

Certified Innovation Professional Master Class – January Cohort v2.0 01/27/2021 © 2008 - 2021 Global Innovation Management Institute

UNAD

Nota. Adaptada según metodología GIMI.

## Figura 14

### Visión y oferta caso de negocio

Proceso Caso de Negocio Ejercicio: Elementos Clave

### Visión

Ser líderes en soluciones eléctricas inteligentes, impulsando la sostenibilidad y la eficiencia a través del uso de tecnología IoT, energía solar y analítica de datos.

### Nuestra Visión y Propuesta de Valor

### Oferta

Buscamos ofrecer un servicio de mantenimiento predictivo que detecte las posibles fallas antes de que ocurran con ayuda de sensores inteligentes, monitoreo remoto y reportes automáticos que optimicen el uso de materiales, tiempo y energía.

Certified Innovation Professional Master Class – January Cohort (V2) 01/27/2023 © 2009-2023 Global Innovation Management Institute

Nota. Adaptada según metodología GIMI.

## Figura 15

### Elementos clave caso de negocio

Proceso Caso de Negocio Ejercicio: Elementos Clave

¿QUIÉN LO NECESITA?	¿CUÁLES SON LAS ALTERNATIVAS Y POR QUÉ ES MEJOR?	¿POR QUÉ LOS COMPETIDORES NO PUEDEN COPIARLO?
<p>Empresas del sector industrial, comercial y de construcción, así como hogares o PYMES que buscan reducir costos y aumentar la seguridad eléctrica implementando sistemas eléctricos más modernos y sostenibles.</p>	<p>Comparado con los servicios eléctricos tradicionales que reaccionan ante las fallas o reparan posterior a ellas, nuestro modelo se encarga de anticipar, prevenir y optimizar. De la mano de la tecnología IoT permite detectar anomalías, generar alertas y actuar antes de que ocurran los posibles daños.</p>	<p>Gracias a la combinación de experiencia técnica, integración tecnológica y alianzas estratégicas con proveedores de sensores e inteligencia de datos. Nuestro modelo de suscripción y plataforma personalizada garantiza un servicio flexible, escalable, exclusivo y sostenible.</p>

¿A quién ayudamos y por qué somos diferentes?

Certified Innovation Professional Master Class – January Cohort (V2) 01/27/2023 © 2009-2023 Global Innovation Management Institute

Nota. Adaptada según metodología GIMI.

Las imágenes presentadas muestran de manera visual el avance del proyecto desde la identificación del reto hasta la formulación de la propuesta final, evidenciando el análisis del entorno, la exploración de oportunidades y la generación de alternativas de solución. En ellas se reflejan los principales hallazgos del proceso, como la necesidad de digitalizar el mantenimiento eléctrico, la incorporación de sensores IoT y el uso de datos para anticipar fallas. Asimismo, las representaciones permiten observar cómo los hallazgos técnicos y las ideas desarrolladas se transformaron en un servicio viable basado en monitoreo predictivo, destacando la coherencia entre la investigación realizada, la definición de estrategias y el diseño del caso de negocio para Luis Bejarano Asociados S.A.S.

### **Diseño del Servicio mediante Metodología Design Thinking**

#### ***Fase 1 empatizar***

Para profundizar en la comprensión de las necesidades del cliente, se aplicó la metodología de Mapa de Empatía, cuyo resultado se presenta en la Figura 16. Esta herramienta permitió identificar las principales frustraciones, motivaciones y expectativas tanto del segmento empresarial como del residencial. Los usuarios manifestaron su preocupación por la seguridad eléctrica, así como su interés en soluciones tecnológicas que optimicen el consumo energético, reduzcan costos de mantenimiento y garanticen una operación continua sin interrupciones.

Figura 16

## Mapa de empatía



*Nota.* Autoría propia.

### Fase 2 Definir

La empresa Luis Bejarano Asociados S.A.S., a partir de los resultados obtenidos en las entrevistas y del diagnóstico de innovación realizado, evidencia una brecha significativa en sus procesos tecnológicos. Actualmente, la organización no dispone de sistemas automatizados de monitoreo eléctrico ni de herramientas digitales que permitan prever fallas en los sistemas de cableado o distribución. Esta carencia ha generado sobrecostos en materiales de hasta un 20% y retrasos aproximados del 30% en los tiempos de ejecución de proyectos, afectando directamente la rentabilidad operativa y la competitividad en el mercado de servicios eléctricos.

Aplicar el Diagrama de Afinidad (Método KJ) en el caso de Luis Bejarano Asociados S.A.S., representado en la Figura 17, resulta fundamental para organizar los hallazgos obtenidos en entrevistas, diagnósticos y observaciones. Esta herramienta permitió agrupar ideas, identificar patrones y establecer relaciones entre las necesidades detectadas, facilitando la definición clara del problema central durante la fase Definir del proceso *Design Thinking*.

**Figura 17**

*Diagrama de afinidad*



*Nota.* Autoría propia.

### **Fase 3 Idear**

Para esto se usó la técnica *Scamper*.

**Tabla 2**

*Plan de idea con la técnica Scamper*

Letra	Acción	Pregunta Guía
S	Sustituir	¿Qué podemos cambiar o reemplazar?
C	Combinar	¿Qué elementos podemos unir para mejorar?
A	Adaptar	¿Qué podemos ajustar de otra industria o solución?
M	Modificar	¿Qué podemos ampliar, reducir o transformar?
P	Proponer otro uso	¿Qué otro uso puede tener esta solución?
E	Eliminar	¿Qué podemos quitar para simplificar o reducir costos?
R	Reordenar o revertir	¿Qué pasa si invertimos el orden o el enfoque?

*Nota.* Describe el paso a paso para aplicar las técnicas de Scamper.

Figura 18

Ejecución de técnica Scamper *sustituir* y *combinar*

Nota. Autoría propia.

Figura 19

Ejecución de técnica Scamper *adaptar*, *modificar*, *proponer* y *eliminar*

Nota. Autoría propia.

**Figura 20**

*Ejecución de técnica Scamper reordenar/revertir*



*Nota.* Autoría propia.

#### ***Fase 4 Prototipar***

Se diseñó un prototipo de servicio eléctrico inteligente que integra sensores IoT, energía solar y monitoreo digital para el mantenimiento predictivo. Para organizar su estructura técnica y económica se elaboró un documento base descrito en la Tabla 3, donde se especifican el propósito, alcance, herramientas utilizadas y el resultado esperado del prototipo. Esta información permite comprender el enfoque preliminar con el que se definieron los componentes y costos del sistema, constituyéndose en un insumo clave para su evaluación técnica y administrativa, complementado con los detalles ampliados en el Apéndice A.

**Tabla 3**

*Síntesis de la fase*

Elemento	Descripción
Propósito	Elaborar un documento en Excel que describa los componentes, funciones y costos del sistema de mantenimiento predictivo.
Alcance	Definición presupuestal y técnica preliminar sin modelado físico del prototipo.
Herramientas utilizadas	Lista técnica en Excel, análisis funcional y estimación de costos.

Resultado esperado	Documento Excel con la descripción funcional y económica del prototipo, como insumo para su evaluación ante la administración de la empresa.
--------------------	--

*Nota.* Descripción de la síntesis prototipar.

## Figura 21

*Diseño de la maqueta en Power BI*



*Nota.* Autoría propia.

Como parte del desarrollo del prototipo, se elaboró una maqueta funcional del sistema de monitoreo energético, empleando Microsoft Power BI como entorno de simulación, análisis y visualización de datos. El objetivo fue representar el comportamiento de un sistema inteligente que combina energía solar e IoT para optimizar el consumo eléctrico, detectar anomalías y generar información útil para la toma de decisiones en la empresa. La simulación abarcó una semana operativa (del 23 al 29 de octubre de 2025) y consideró variables como energía solar generada (kWh), energía consumida (kWh), eficiencia energética (%), temperatura promedio (°C) y tipo de alerta (sin alerta, alta temperatura, baja generación o sobrecarga).

**Tabla 4***Datos simulados- monitoreo energético IoT y solar (7 días)*

Fecha	Tipo de Instalación	Energía Solar Generada (Kwh)	Energía Consumida (Kwh)	Eficiencia Energética (%)	Temperatura Promedio (°C)	Tipo de Alerta
23/10/2025	Residencial	12.4	16.3	76.1	31.2	Sin alerta
24/10/2025	Residencial	10.8	14.5	74.5	33.5	Alta temperatura
25/10/2025	Residencial	9.7	13.1	74.0	30.9	Baja generación
26/10/2025	Residencial	11.2	15.4	72.7	32.6	Sin alerta
27/10/2025	Residencial	13.5	16.9	79.8	35.1	Sin alerta
28/10/2025	Residencial	8.9	13.0	68.4	36.8	Alta temperatura
29/10/2025	Residencial	14.2	17.0	83.5	34.0	Sin alerta
23/10/2025	Empresarial	27.5	34.0	80.9	33.2	Sin alerta
24/10/2025	Empresarial	25.1	32.1	78.1	34.7	Baja generación
25/10/2025	Empresarial	23.8	31.5	75.6	35.4	Sobrecarga
26/10/2025	Empresarial	28.6	36.5	78.3	36.2	Sin alerta
27/10/2025	Empresarial	30.4	38.1	79.7	37.1	Alta temperatura
28/10/2025	Empresarial	29.0	37.4	77.5	38.4	Sin alerta
29/10/2025	Empresarial	33.1	39.0	84.9	36.5	Sin alerta

*Nota.* Contiene los datos de simulación durante siete días de la semana.

El tablero del sistema de monitoreo energético se estructuró con cuatro componentes principales que facilitan la interpretación visual y el análisis operativo. En la parte superior se ubicaron los indicadores KPI (energía consumida, energía solar generada y eficiencia energética), que permiten una visión general del desempeño y la autosuficiencia del sistema. El gráfico de líneas muestra la relación entre la energía generada y consumida durante la semana de simulación, identificando comportamientos estables y oportunidades de mejora. El gráfico

circular representa la distribución de alertas (alta temperatura, baja generación y sobrecarga), funcionando como indicador predictivo para prevenir fallas y planificar mantenimientos.

Finalmente, la tabla de detalle presenta los datos diarios de cada variable, garantizando la trazabilidad del monitoreo y la validación técnica del prototipo. Los resultados visuales completos y su interacción se pueden ver en Apéndice B.

### ***Fase 5 Evaluar/Probar***

En esta fase se llevó a cabo la evaluación del prototipo desarrollado en Power BI, con el propósito de verificar su funcionalidad, nivel de comprensión por parte de los usuarios y capacidad para generar información útil en la toma de decisiones.

Siguiendo el enfoque del *Design Thinking*, la etapa de evaluar/probar busca validar la propuesta con potenciales usuarios o interesados, observando cómo interactúan con el modelo y qué percepciones tienen sobre su aplicabilidad dentro del contexto empresarial.

Para esta evaluación se consideró la simulación realizada en la fase anterior (Maqueta de Monitoreo Energético IoT), basada en datos representativos de siete días de operación de sistemas eléctricos inteligentes con energía solar e integración IoT.

**Objetivo de la Evaluación.** Comprobar la pertinencia y efectividad del prototipo como herramienta de análisis para optimizar el consumo energético y anticipar fallas técnicas mediante monitoreo en tiempo real.

**Metodología Aplicada.** El proceso de validación se desarrolló en tres etapas complementarias:

**Prueba Funcional del Tablero Power BI.** Se verificó la correcta lectura de los datos, actualización de los indicadores y coherencia de los cálculos de eficiencia.

**Revisión con Usuarios Potenciales (Líder del Semillero y Empresario).** Se recogió retroalimentación sobre la comprensión de las gráficas, relevancia de la información y facilidad de uso.

**Análisis Comparativo de Indicadores Simulados.** Se contrastaron los valores de energía solar generada, energía consumida y eficiencia energética frente a los objetivos planteados en materia de sostenibilidad y control operativo.

La herramienta Power BI permitió realizar esta validación mediante su entorno interactivo, que facilita la exploración dinámica de datos, el filtrado por tipo de instalación y la identificación inmediata de alertas o desviaciones.

**Resultados de la Evaluación.** Los resultados evidenciaron que el prototipo cumple satisfactoriamente con los objetivos establecidos para esta fase:

*Interpretación Clara y Visualmente Atractiva.* Los usuarios lograron comprender de forma sencilla los indicadores de generación, consumo y eficiencia energética.

*Identificación de Alertas Críticas.* El gráfico circular permitió reconocer rápidamente los tipos de eventos ocurridos durante el monitoreo (alta temperatura, baja generación y sobrecarga).

*Valor Estratégico para la Empresa.* El tablero ofrece información que facilita la toma de decisiones sobre mantenimiento, ahorro energético y planificación operativa.

*Usabilidad y Aplicabilidad.* El modelo puede adaptarse fácilmente a entornos reales, integrando datos de sensores IoT y extendiendo el monitoreo a períodos mayores.

### **Retroalimentación del Líder del Semillero de Investigación**

Durante esta etapa, se recopilaron las sugerencias brindadas por el líder Hernán Darío Ortiz Salamanca del Semillero Xurgiendo, quien propuso fortalecer la propuesta mediante la incorporación de tecnologías del Internet de las Cosas (IoT) con apoyo de Inteligencia Artificial

(IA). Esta recomendación busca potenciar la capacidad del sistema para realizar un mantenimiento predictivo más eficiente en las instalaciones eléctricas y electrónicos que brinda la empresa Luis Bejarano Asociados S.A.S.

A través del análisis de los datos recolectados por los sensores y el uso de algoritmos de IA, se pretende detectar patrones anormales que indiquen posibles fallas antes de que ocurran, mejorando así la seguridad, confiabilidad y continuidad operativa de los sistemas. Esta integración tecnológica no solo representa una innovación técnica, sino también una estrategia preventiva alineada con los principios de eficiencia y sostenibilidad promovidos por el Semillero.

## Figura 22

*Encuentro con el líder del Semillero Xurgiendo*



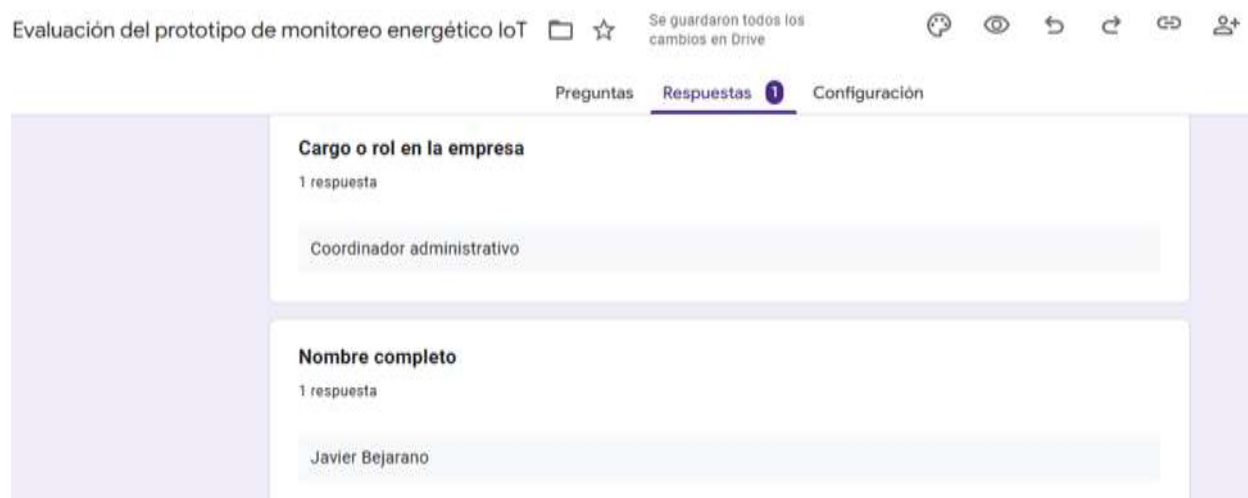
*Nota.* Encuentro con el líder del Semillero Xurgiendo, Hernán Darío Ortiz Salamanca, durante la fase de evaluación del prototipo, en el cual se recibieron recomendaciones técnicas para fortalecer la propuesta con tecnologías IoT.

**Retroalimentación por Parte de la Empresa Luis Bejarano Asociados S.A.S.**

Como empresa consideramos que el prototipo de monitoreo energético IoT presenta un desarrollo funcional adecuado y un gran potencial para optimizar los procesos de control y ahorro energético. Los resultados reflejan que su implementación sería recomendable en diferentes entornos empresariales, aportando beneficios estratégicos como sostenibilidad y mantenimiento preventivo. Sin embargo, se identifica la necesidad de mejorar el diseño visual del prototipo para facilitar su uso y presentación, fortaleciendo así su impacto y aceptación futura.

### Figura 23

*Respuesta a la encuesta realizada al empresario*



*Nota.* Encuesta de satisfacción al prototipo por parte de la empresa.

### Diseño de OKR

#### Tabla 5

*Objetivos y Resultados Clave (OKR)*

Objetivo (O)	Resultados Clave (KR)
O.1. Mejorar la posición de mercado de la empresa Luis Bejarano S.A.S. en servicios eléctricos mediante la implementación de sensores inteligentes IoT para prevenir incidentes en el sistema eléctrico y ofrecer una solución demostrable, confiable y comercializable en 1 ciclo trimestral.	<p>KR.1.1. Desplegar sensores en 3 clientes piloto (subestación/instalación industrial/comercial) cubriendo al menos 80 % de los puntos críticos identificados por cada cliente.</p> <p>KR.1.2. Reducir incidentes eléctricos evitables en las instalaciones piloto en 40 % respecto al trimestre anterior.</p>

---

O.2. Optimizar la eficiencia operativa y la competitividad de Luis Bejarano S.A.S. mediante el desarrollo e integración de un sistema de monitoreo energético basado en analítica de datos y aprendizaje automático, que permita detectar patrones de consumo, anticipar fallas y reducir costos de mantenimiento en un periodo de un trimestre.

O.3. Incrementar la satisfacción y confianza de los clientes de Luis Bejarano S.A.S. mediante la incorporación de soluciones IoT que mejoren la visibilidad, comunicación y calidad del servicio en la gestión eléctrica durante un periodo trimestral.

O.4. Implementar y validar un sistema de monitoreo energético inteligente basado en IoT y energía solar que incremente en un 20% la eficiencia energética y reduzca en un 15% las fallas eléctricas preventivas en la empresa Luis Bejarano Asociados S.A.S. durante el primer semestre de aplicación.

KR.1.3. Detectar y alertar anomalías con un tiempo medio de detección de  $\leq 1$  minuto desde la ocurrencia del evento.

KR. 1.4. Generar 2 casos de éxito documentados (informe técnico + métricas antes/después) listos para uso en ventas y marketing.

KR. 2.1. Consolidar un sistema inteligente de monitoreo energético que permita una gestión proactiva basada en datos.

KR. 2.2. Mejorar la confiabilidad operativa de los clientes mediante soluciones de monitoreo en un 100% y predicción energética más eficientes.

KR. 2.3. Desarrollar y validar soluciones predictivas de energía que impulsen la transformación digital en la gestión operativa.

KR. 2.4. Generar cinco oportunidades comerciales calificadas derivadas de los pilotos, sustentadas en métricas de desempeño y beneficios demostrables para el cliente.

KR. 3.1. Diseñar e implementar una interfaz de monitoreo accesible para los clientes que permita visualizar en tiempo real el estado de su sistema eléctrico.

KR. 3.2. Alcanzar un índice de satisfacción del cliente igual o superior al 90 % mediante encuestas aplicadas después de la implementación del sistema IoT.

KR. 3.3. Reducir en un 25 % las reclamaciones o reportes por fallas eléctricas gracias al uso de alertas tempranas y mantenimiento preventivo basado en datos.

KR. 3.4. Generar un manual digital de usuario que explique el funcionamiento del sistema IoT y promueva su correcto uso entre los clientes.

KR. 4.1. Alcanzar una eficiencia energética promedio del 75% o superior, evidenciada mediante el análisis semanal de consumo y generación solar en Power BI.

KR. 4.2. Reducir en un 15% el número de alertas críticas de tipo “sobrecarga” y “alta temperatura”, gracias a la aplicación del monitoreo predictivo IoT.

KR. 4.3. Desarrollar 1 tablero interactivo funcional en Power BI que integre métricas de eficiencia, alertas y costos energéticos.

---

---

O.5. Fortalecer la administración y gestión de la información técnica del sistema IoT predictivo, asegurando la optimización de datos, la consolidación de un servicio eficiente y sostenible y el uso efectivo de los datos para la toma de decisiones y la confiabilidad de la empresa.

KR. 4.4. Alcanzar una disminución del 15% en costos operativos asociados al mantenimiento eléctrico mediante la aplicación del sistema de monitoreo predictivo.

KR.5.1. Obtener una trazabilidad del 100% en los registros de datos provenientes de los sensores IoT según reportes de Power BI.

KR.5.2. Reducir en un 30% los errores en reportes técnicos por medio de la automatización y gestión efectiva de datos.

KR.5.3. Capacitar en su totalidad al cuerpo técnico en la interpretación de indicadores de desempeño energético y el correcto uso de Power BI.

KR.5.4. Estandarizar el manejo de un protocolo para el uso estratégico de información técnica en planificaciones y/o ejecuciones.

---

*Nota.* La tabla presenta los objetivos estratégicos (O) y los resultados clave (KR) definidos para evaluar el desempeño de la propuesta de innovación tecnológica basada en IoT y energía solar en la empresa Luis Bejarano Asociados S.A.S. Elaboración propia (2025).

## Conclusiones

Con base en los resultados obtenidos, se concluye que la implementación de tecnologías del Internet de las Cosas (IoT) ofrece una alternativa viable y sostenible para aumentar los procesos de mantenimiento eléctrico en la empresa Luis Bejarano Asociados S.A.S. El prototipo planteado demuestra que el monitoreo en tiempo real de variables como temperatura, consumo y eficiencia energética puede disminuir fallas, maximizar recursos y cooperar al mantenimiento predictivo, fortaleciendo la transformación digital de la empresa.

Unos de los principales aciertos del proyecto se destaca la aplicación de la metodología *Design Thinking*, que permitió incluir a profundidad las necesidades del cliente y solventar una solución centrada en la experiencia y la funcionalidad. Del mismo modo, el uso de Power BI facilitó la visualización e interpretación de los datos, consolidando una herramienta práctica para la toma de decisiones técnicas y gerenciales.

Por otra parte; las dificultades más relevantes se relacionaron con la falta de infraestructura tecnológica en la empresa para la implementación física del sistema, la limitación de recursos económicos y la necesidad de formación en herramientas digitales por parte del personal técnico. Sin embargo, estos desafíos sirvieron como aprendizaje y reforzaron la importancia de proyecta estrategias de adopción tecnológica progresiva.

Aun siendo así con las dificultades, se considera que este proyecto constituye un aporte significativo al desarrollo innovador del sector eléctrico, al incluir sostenibilidad, digitalización y análisis de datos en un mismo sistema.

## **Recomendaciones**

Implementar progresivamente el sistema de mantenimiento predictivo en los equipos críticos, evaluando su desempeño durante un periodo piloto.

Capacitar al personal técnico en el uso e interpretación de los datos obtenidos a través de Power BI y los sensores IoT.

Establecer alianzas estratégicas con proveedores tecnológicos que garanticen soporte y actualización continua del sistema.

Promover una cultura organizacional orientada a la innovación y la mejora continua en los procesos de mantenimiento.

Evaluar la posibilidad de escalar el servicio a otros sectores o clientes externos como una nueva línea de negocio.

Continuar con la validación del prototipo en entornos reales e incorporar inteligencia artificial (IA) para fortalecer las capacidades predictivas y elevar el nivel de competitividad de la empresa a futuro.

## Referencias bibliográficas

- Aguirre-Villalobos, E. R., Ferrer-Mavárez, M. de los Á., Valecillos-Pereira, J. B., & Bustos-López, G. I. (2024). *Metodología UX para la educación: Desarrollo de la creatividad desde proyectos de innovación*. *Revista de Ciencias Sociales* (13159518), 30, 184–200.  
<https://research-ebSCO-com.bibliotecavirtual.unad.edu.co/linkprocessor/plink?id=6eae2d8a-5def-3a52-8f18-8d2e9df58fec>
- Brunetta, H. (2023). *OKRs y métricas de negocios: metodologías ágiles para resultados exitosos*. ¿Qué es un OKR? Pp. (26 – 31) Pluma Digital Ediciones. <https://elibro-net.bibliotecavirtual.unad.edu.co/es/ereader/unad/231789>
- Cepeda Rosas, O. M. (2023). *El Concepto de Innovación* [Objeto\_virtual\_de\_aprendizaje\_OVA]. Repositorio Institucional UNAD. <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/55481>
- Díaz, F. J., et al. (2024). *Introducción a Power BI* [Objeto\_virtual\_de\_aprendizaje\_OVA]. Repositorio Institucional UNAD. <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/60768>
- Figueroa Peinado, W. (2022). *Design Thinking: Definir* [Objeto Virtual de Información \_OVI]. Repositorio Institucional UNAD. <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/49163>
- Figueroa Peinado, W. (2022). *Design Thinking: Empatizar* [Objeto Virtual de Información \_OVI]. Repositorio Institucional UNAD. <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/49164>
- Figueroa Peinado, W. (2022). *Design Thinking: Idear* [Objeto Virtual de Información \_OVI]. Repositorio Institucional UNAD. <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/49253>
- Figueroa Peinado, W. (2022). *Design Thinking: Probar* [Objeto Virtual de Información \_OVI]. Repositorio Institucional UNAD. <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/49160>

Figueroa Peinado, W. (2022). *Design Thinking: Prototipar* [Objeto Virtual de información \_OVI]. Repositorio Institucional UNAD.

<https://repository.unad.edu.co/handle/10596/49162>

Kantis, H., Menendez, C., Álvarez-Martínez, P., & Federico, J. (2023). *Colaboración entre grandes empresas y startups: una nueva forma de innovación abierta*. TEC Empresarial, 17(1), 70–93. [https://research-ebSCO-](https://research-ebSCO-com.bibliotecavirtual.unad.edu.co/linkprocessor/plink?id=640358db-5fa3-34b6-b718-379251e9ce54)

[com.bibliotecavirtual.unad.edu.co/linkprocessor/plink?id=640358db-5fa3-34b6-b718-379251e9ce54](https://research-ebSCO-com.bibliotecavirtual.unad.edu.co/linkprocessor/plink?id=640358db-5fa3-34b6-b718-379251e9ce54)

Lens.org. (2025). *Predictive Maintenance IoT Sensors* [Gráfico]. Recuperado de

<https://www.lens.org/>

Márquez-Vásquez, P., & Caicedo-Consuegra, Lady. (2024). *Inteligencia de Negocios para el mejoramiento de la Vigilancia Tecnológica en el sector universitario privado colombiano: estudio de caso*. Desarrollo Gerencial, 16(1), 1–19. [https://research-ebSCO-](https://research-ebSCO-com.bibliotecavirtual.unad.edu.co/linkprocessor/plink?id=4c34fa60-79d8-3a53-843e-9b1a09f45823)

[com.bibliotecavirtual.unad.edu.co/linkprocessor/plink?id=4c34fa60-79d8-3a53-843e-9b1a09f45823](https://research-ebSCO-com.bibliotecavirtual.unad.edu.co/linkprocessor/plink?id=4c34fa60-79d8-3a53-843e-9b1a09f45823)

Muñoz Londoño, Y., Triana Ortiz, K. N., Domínguez Bonilla, S. J., & Pérez, C. A. (2022). *La Universidad como gestora del desarrollo emprendedor, caso UNAD ZCBC*. Capítulo 2.

Metodologías Ágiles y Formación para el Emprendimiento. Sello Editorial UNAD.

<https://libros.unad.edu.co/index.php/selloeditorial/catalog/book/189>

Triana, K. N. (2024). *La exploración de información en la vigilancia tecnológica* [Objeto\_virtual\_de\_información\_OVI]. Repositorio Institucional UNAD.

<https://repository.unad.edu.co/handle/10596/65610>

UNAD Emprende y Expande: Innovando con la VIEM. (2024). *Podcast No. 158*. Episodio #1.

[Pódcast de audio]. Radio UNAD Virtual.

<https://ruv.unad.edu.co/ruvwp/podcast/podcast-no-158-episodio-1-podcast-creado-por-la-viem-unad-emprende-y-expande-innovando-con-la-viem/>

## Apéndices

### **Apéndice A**

*Presupuesto estimado*

[https://unadvirtualedu-my.sharepoint.com/:x:/g/personal/yybelenop\\_unadvirtual\\_edu\\_co/Ea6SR-pM4wRPonK5E8x3LIYBUQnmrGuUs58g1O4T5OhhIw?e=C0bHIQ](https://unadvirtualedu-my.sharepoint.com/:x:/g/personal/yybelenop_unadvirtual_edu_co/Ea6SR-pM4wRPonK5E8x3LIYBUQnmrGuUs58g1O4T5OhhIw?e=C0bHIQ)

### **Apéndice B**

*Tablero desarrollado en Power BI*

[https://unadvirtualedu-my.sharepoint.com/:p:/g/personal/yybelenop\\_unadvirtual\\_edu\\_co/EfaBQImVftZMoRd70anLLy0Bd-RPFizU3Zmmd9Z5\\_HsAvA?e=CuPrJ8](https://unadvirtualedu-my.sharepoint.com/:p:/g/personal/yybelenop_unadvirtual_edu_co/EfaBQImVftZMoRd70anLLy0Bd-RPFizU3Zmmd9Z5_HsAvA?e=CuPrJ8)

### **Apéndice C**

*Encuesta de satisfacción a la empresa*

[https://docs.google.com/spreadsheets/d/1vWi0jIf\\_J6-nBqnpVoaGmt1XPCrXN9n16jE7jsn5HIY/edit?usp=sharing](https://docs.google.com/spreadsheets/d/1vWi0jIf_J6-nBqnpVoaGmt1XPCrXN9n16jE7jsn5HIY/edit?usp=sharing)