UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

FACULTAD TECNOLÓGICA

INGENIERÍA ELÉCTRICA POR CICLOS PROPEDÉUTICOS

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA EXPANSIÓN DEL PORTAFOLIO DE SERVICIOS ELÉCTRICOS EN LA EMPRESA INVERSIONES Y CONSTRUCCIONES J&M

AUTORES

ANDRÉS RICARDO ROMERO TORRES

JHON ELIECER GARCÍA PINEDA

Bogotá D.C., octubre de 2025

UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

FACULTAD TECNOLÓGICA

INGENIERÍA ELÉCTRICA POR CICLOS PROPEDÉUTICOS

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de Ingeniería Eléctrica

AUTORES

ANDRÉS RICARDO ROMERO TORRES

JHON ELIECER GARCÍA PINEDA

Docente Tutor

Ing. PhD. Clara Inés Buriticá Arboleda

Responsable por la Empresa Inversiones y Construcciones J&M S.A.S.

Ing. Jairo Gutiérrez

Bogotá D.C., octubre de 2025

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCION 8

___I. Planteamiento del problema 8

___II.Justificación 9

2. OBJETIVOS 10

___2.1. Objetivo general 10

___2.2 Objetivos específicos 10

3. GLOSARIO 11

4. MARCO TEÓRICO 14

5. ESTADO DEL ARTE 24

6. METODOLOGÍA 27

___6.1 Revisión documental 28

___6.3 Análisis comparativo y evaluación de factibilidad 29

___6.4 Diseño del plan de acción 30

7. RESULTADOS 31

___7.2 Determinación de servicios a implementar 33

___7.3 Propuesta de implementación gradual 34

8. DISCUSÍON 36

9. CONCLUSIONES 37

10. ANEXO 38

11. REFERENCIAS 42

AGRADECEMIENTOS

Queremos expresar nuestro agradecimiento a la Universidad Distrital Francisco Jose de Caldas y al programa de Ingeniería Eléctrica, por brindarnos una formación integral que nos permitió desarrollar esta investigación con rigor técnico y metodológico.

A nuestro asesor de tesis, por su orientación precisa, sus observaciones oportunas y su exigencia académica, que fueron fundamentales para mantener la calidad y coherencia del trabajo en cada etapa.

A los docentes que nos acompañaron a lo largo de nuestra formación, por fomentar el pensamiento crítico, la interdisciplinariedad y el compromiso con la innovación en el ejercicio profesional de la ingeniería.

A la empresa Inversiones y Construcciones J&M, por su apertura y colaboración durante el desarrollo del estudio. Su disposición para compartir información y facilitar el trabajo de campo fue clave para validar la propuesta en un entorno real.

A los técnicos, clientes y colaboradores que participaron en las encuestas y entrevistas, por su tiempo, sus aportes y su disposición para enriquecer esta investigación con sus experiencias.

Finalmente, a nuestras familias y amigos, por su apoyo constante, su paciencia y su motivación incondicional. Su acompañamiento fue esencial para alcanzar esta meta.

DEDICATORIA

Dedicamos este trabajo a nuestras familias, por ser nuestro pilar constante, por su paciencia en los momentos de mayor exigencia y por creer en nosotros incluso cuando las circunstancias fueron difíciles.

A quienes nos han acompañado en este camino académico, brindándonos apoyo, motivación y palabras de aliento que hicieron posible llegar hasta aquí.

Y a todos los que, directa o indirectamente, han contribuido a nuestra formación como profesionales comprometidos con la innovación y el desarrollo de la ingeniería.

RESUMEN

La presente investigación plantea el desarrollo de un proyecto aplicado orientado a la evaluación de la viabilidad técnica, económica y normativa para la integración de servicios eléctricos en los proyectos de ingeniería civil ejecutados por la empresa Inversiones y Construcciones J&M. Esta iniciativa surge como respuesta estratégica a las crecientes demandas del mercado por soluciones multidisciplinarias que combinen infraestructura civil con tecnologías eléctricas sostenibles y eficientes. El objetivo central del estudio es diversificar el portafolio de servicios de la empresa mediante la incorporación de actividades como mantenimiento preventivo y correctivo de transformadores, instalación de sistemas fotovoltaicos residenciales y comerciales, y automatización de espacios a través de tecnologías basadas en el Internet de las Cosas (IoT). Para ello, se propone un análisis riguroso que articule criterios técnicos, financieros y normativos, en concordancia con el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE), el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público (RETILAP) y las Normas Técnicas Colombianas (NTC). Este estudio generara sinergias entre las áreas civil y eléctrica, para optimizar el uso de recursos disponibles, fortalecer la competitividad empresarial y abrir nuevas líneas de negocio sostenibles. Asimismo, permite aportar herramientas analíticas que permitan a la empresa tomar decisiones fundamentadas, minimizar riesgos de inversión y posicionarse en segmentos de mercado emergentes con alto potencial de crecimiento.

Palabras clave: Instalaciones eléctricas, mantenimiento preventivo y correctivo, sistemas fotovoltaicos, integración eléctrica, factibilidad y viabilidad técnica.

ABSTRAC

The present research proposes the development of an applied project aimed at evaluating the technical, economic, and regulatory feasibility of integrating electrical services into civil engineering projects carried out by the company Inversiones y Construcciones J&M. This initiative arises as a strategic response to the growing market demand for multidisciplinary solutions that combine civil infrastructure with sustainable and efficient electrical technologies.The main objective of the study is to diversify the company's service portfolio through the inclusion of activities such as preventive and corrective maintenance of transformers, installation of residential and commercial photovoltaic systems, and automation of spaces through Internet of Things (IoT)-based technologies.To achieve this, the project proposes a rigorous analysis that integrates technical, financial, and regulatory criteria, in accordance with the Technical Regulation of Electrical Installations (RETIE), the Technical Regulation of Lighting and Public Lighting (RETILAP), and the Colombian Technical Standards (NTC).This study will generate synergies between the civil and electrical areas to optimize the use of available resources, strengthen business competitiveness, and open new sustainable business lines. Likewise, it will provide analytical tools that will enable the company to make informed decisions, minimize investment risks, and position itself in emerging market segments with high growth potential.

Keywords: Electrical installations, preventive and corrective maintenance, photovoltaic systems, electrical integration, feasibility and technical viability.

1. INTRODUCION

En el contexto actual, donde la eficiencia energética y la sostenibilidad constituyen factores determinantes para la competitividad empresarial, las compañías del sector construcción deben incorporar servicios eléctricos que complementen su oferta tradicional (Ministerio de Minas y Energía, 2023). La adopción de tecnologías emergentes, tales como sistemas fotovoltaicos, mantenimiento predictivo basado en IoT y automatización, responde a una demanda creciente de clientes que buscan soluciones innovadoras, ahorro energético y mayor confiabilidad (Lorenzo, 1994; Márquez, 2007).

En Colombia, el marco regulatorio ha impulsado la expansión de servicios eléctricos mediante normativas como el RETIE (Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas), RETILAP y la Resolución CREG 030 de 2018, que regula la autogeneración a pequeña escala. Estas disposiciones fortalecen la seguridad, eficiencia y viabilidad técnica de los proyectos eléctricos (CREG, 2018).

I Planteamiento del problema

Inversiones y construcciones J&M se encuentra ante la necesidad de diversificar su portafolio de servicios para mantenerse competitiva dentro del sector de la construcción e infraestructura. A pesar de contar con una solida trayectoria en obras civiles, la empresa a identificado una creciente demanda por parte de sus clientes en relación con servicios eléctricos especializados, tanto en el ámbito residencial como industrial y comercial.

Actualmente, la empresa no cuenta con un análisis técnico ni económico que le permita determinar la viabilidad de ofrecer servicios eléctricos como: mantenimiento de trasformadores en sitio, instalaciones eléctricas residenciales y comerciales, implementar sistemas fotovoltaicos, mantenimiento preventivo de instalaciones. La falta de este análisis limita la capacidad de la empresa para tomar decisiones estratégicas informadas que le permitan incursionar en estos nuevos nichos del mercado, responder a las exigencias actuales en materia de sostenibilidad energética y aprovechar oportunidades de negocio que complementen su operación actual.

En el contexto actual del sector eléctrico, se observa una creciente demanda por servicios especializados como el mantenimiento de transformadores en sitio, la implementación de sistemas fotovoltaicos para uso residencial y la ejecución de instalaciones eléctricas domiciliarias. La empresa Inversiones y Construcciones J&M, consciente de esta tendencia, enfrenta el desafío de evaluar la viabilidad técnica y económica de incorporar dichos servicios a su portafolio. Esta necesidad plantea el problema central del presente estudio: ¿es rentable y sostenible ampliar la oferta de la empresa hacia estos nuevos servicios, considerando las condiciones del mercado y los recursos disponibles.

II Justificación

La presente investigación se justifica por su contribución directa al fortalecimiento estratégico de la empresa Inversiones y Construcciones J&M, en un contexto donde la diversificación de servicios se ha convertido en un factor clave para la competitividad empresarial. Aunque la organización ha consolidado su experiencia en el ámbito de las obras civiles, enfrenta una limitación estructural al no contar con estudios técnicos y económicos que respalden la incorporación de servicios eléctricos complementarios, tales como mantenimiento de transformadores en sitio, instalación de sistemas fotovoltaicos residenciales y adecuaciones eléctricas domiciliarias.

La ausencia de este tipo de análisis impide una toma de decisiones informada, objetiva y alineada con las dinámicas actuales del mercado, que exige soluciones integrales en infraestructura civil y eléctrica. En este sentido, el proyecto adquiere relevancia al proponer una metodología que articula criterios técnicos, económicos y normativos, permitiendo evaluar la viabilidad de expandir el portafolio de servicios de manera sostenible y rentable.

Además, el estudio responde a una necesidad real y no cubierta dentro de la empresa: la falta de herramientas analíticas que integren variables como inversión inicial, retorno económico, costos operativos, cumplimiento regulatorio (RETIE, NTC, IEC, IEEE) y sostenibilidad ambiental. Esta carencia limita la capacidad de anticiparse a riesgos financieros, normativos y operativos, y restringe la posibilidad de posicionarse en nuevos nichos de mercado con alto potencial de crecimiento.

Desde una perspectiva académica, el proyecto también aporta valor al vincular conocimientos interdisciplinarios en ingeniería civil, eléctrica y economía aplicada, generando un modelo de análisis replicable para otras organizaciones del sector. Asimismo, promueve la toma de decisiones basada en evidencia, fomenta la innovación empresarial y contribuye al desarrollo de soluciones alineadas con los principios de eficiencia energética y sostenibilidad.

En conclusión, esta investigación no solo busca resolver un problema específico de la empresa, sino que también pretende generar conocimiento útil, aplicable y transferible, que fortalezca la capacidad de adaptación y crecimiento estratégico en un entorno técnico y económico cada vez más exigente.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

Evaluar la factibilidad técnica, normativa y económica para la incorporación de nuevos servicios eléctricos complementarios en la empresa Inversiones y Construcciones J&M, con el fin de ampliar su portafolio, mejorar su competitividad y responder a las demandas actuales del sector.

2.2 Objetivos específicos

- Identificar y caracterizar los servicios eléctricos con mayor demanda y potencial de implementación en el contexto operativo y comercial de la empresa, tales como mantenimiento de transformadores, sistemas fotovoltaicos, instalaciones eléctricas residenciales y comerciales, y mantenimientos preventivos y correctivos.

- Evaluar los requerimientos técnicos, humanos y normativos necesarios para la puesta en marcha de los servicios eléctricos seleccionados, considerando estándares como RETIE, RETILAP, IEC e IEEE.

- Analizar los costos de inversión, operación y mantenimiento asociados a cada alternativa tecnológica, así como los ingresos proyectados y el retorno de inversión, para determinar su viabilidad económica.

- Comparar las alternativas identificadas mediante criterios técnicos, económicos y estratégicos, con el fin de seleccionar aquellas que representen mayores beneficios para la empresa.

- Diseñar una propuesta de implementación gradual de los servicios eléctricos priorizados, que incluya fases operativas, cronograma tentativo y recomendaciones para su integración efectiva dentro del modelo de negocio actual.

3. GLOSARIO

Análisis FODA: Herramienta estratégica que permite identificar Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas de una organización con respecto a su entorno.

AutoCAD :Software de diseño asistido por computadora (CAD) desarrollado por Autodesk, ampliamente utilizado en ingeniería y arquitectura para la elaboración de planos 2D y modelado 3D. Su aplicación en proyectos eléctricos incluye diagramas unifilares, planos de instalaciones y coordinación de sistemas técnicos (Autodesk, 2023).

Automatización: Aplicación de tecnologías de control y monitoreo en sistemas eléctricos o mecánicos para optimizar procesos, aumentar la eficiencia y mejorar la seguridad (IEC, 2019).

Código CIIU: Clasificación Industrial Internacional Uniforme utilizada en Colombia para categorizar actividades económicas, administrada por el DANE. Facilita la elaboración de estadísticas y el cumplimiento de obligaciones legales (DANE, 2020).

Demanda potencial: Necesidad del mercado por un bien o servicio, expresada de manera explícita o latente, que puede identificarse mediante estudios de oferta y demanda.

DIALux evo: Herramienta informática especializada en el diseño y simulación de proyectos de iluminación interior y exterior. Permite calcular niveles lumínicos, simular escenarios de alumbrado y verificar el cumplimiento de normativas como el RETILAB y la NTC 2050 en proyectos de iluminación (DIAL, 2022).

Domótica: Conjunto de sistemas capaces de automatizar una vivienda, aportando gestión eficiente de la energía, seguridad y confort (IEC, 2019).

EDGE (Excellence in Design for Greater Efficiencies): Estándar internacional de construcción sostenible desarrollado por la Corporación Financiera Internacional (IFC), que certifica edificaciones con criterios de eficiencia en energía, agua y materiales. Es ampliamente aplicado en proyectos de vivienda en Colombia como herramienta de ahorro y sostenibilidad (IFC, 2021).

Eficiencia energética: Conjunto de acciones y estándares orientados a reducir el consumo eléctrico mediante el uso de tecnologías más eficientes, como iluminación LED o motores de alta eficiencia.

Energía fotovoltaica: Tecnología que transforma la radiación solar en electricidad mediante paneles solares. Es una de las fuentes renovables más aplicadas en Colombia (Lorenzo, 1994; OPS Colombia, 2025).

Estado del arte: Revisión sistemática de antecedentes nacionales e internacionales sobre un tema de investigación, con el fin de identificar avances, tendencias y vacíos de conocimiento.

Estándares de eficiencia: Normas técnicas que buscan optimizar el uso de la energía eléctrica en instalaciones y equipos, reduciendo pérdidas y promoviendo tecnologías sostenibles.

Factibilidad técnica: Capacidad de implementar un servicio nuevo considerando los recursos disponibles, las competencias del personal y la normativa vigente (Gómez, 2019).

Instalaciones eléctricas: Conjunto de equipos, conductores y dispositivos destinados a la generación, distribución y uso de energía eléctrica en proyectos residenciales, comerciales e industriales (Silva, 2017).

Internet de las Cosas (IoT): Red de objetos físicos interconectados que recopilan e intercambian datos para optimizar procesos, utilizada en mantenimiento predictivo de sistemas eléctricos (IEEE, 2018; ISO, 2015).

LEED (Leadership in Energy and Environmental Design): Sistema de certificación internacional creado por el U.S. Green Building Council, que evalúa y reconoce edificaciones sostenibles según criterios de eficiencia energética, calidad ambiental interior, manejo de agua, materiales y ubicación. Es uno de los estándares más utilizados a nivel mundial en construcción sostenible (USGBC, 2020).

Mantenimiento correctivo: Acciones destinadas a reparar fallas o averías en equipos o instalaciones eléctricas para restablecer su funcionamiento normal (Márquez, 2007).

Mantenimiento predictivo: Metodología basada en tecnologías como IoT y análisis de datos, que permite anticipar fallas antes de que ocurran (IEEE, 2018; ISO, 2015).

Mantenimiento preventivo: Conjunto de acciones periódicas programadas para mantener en condiciones óptimas los equipos eléctricos y minimizar fallas (Márquez, 2007).

Metodologías BIM (Building Information Modeling): Conjunto de procesos colaborativos basados en modelos digitales tridimensionales que integran información geométrica, técnica y operativa de un proyecto de construcción. Su uso en ingeniería eléctrica facilita la coordinación interdisciplinaria, la detección de interferencias y la optimización del ciclo de vida de las instalaciones (Eastman et al., 2018).

Microrredes: Sistemas eléctricos locales que integran generación distribuida, almacenamiento y cargas, capaces de operar conectadas a la red o de manera autónoma.

Norma IEC (International Electrotechnical Commission): Organismo internacional que desarrolla estándares para tecnologías eléctricas y electrónicas, aplicables a instalaciones de baja y media tensión (IEC, 2019).

Norma IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers): Asociación internacional que emite estándares técnicos en electricidad, electrónica y telecomunicaciones. Sus normas fortalecen la confiabilidad de proyectos eléctricos (IEEE, 2018).

Normas Técnicas Colombianas (NTC): Conjunto de estándares emitidos por ICONTEC que regulan aspectos técnicos, de seguridad y calidad en productos y servicios eléctricos (ICONTEC, 2020).

Portafolio de servicios: Conjunto estructurado de soluciones técnicas que una empresa ofrece y que puede expandirse o modificarse según la demanda del mercado (Ríos, 2016).

Reglamento Técnico de Conexiones de Usuarios (RETICU): Norma que establece los lineamientos técnicos para la conexión de instalaciones eléctricas internas con la red pública de distribución, garantizando seguridad y confiabilidad.

Reglamento Técnico de Etiquetado de Eficiencia Energética (RETIQ): Norma colombiana expedida por el Ministerio de Minas y Energía que establece los requisitos mínimos de eficiencia energética y el etiquetado obligatorio de equipos eléctricos (Ministerio de Minas y Energía, 2015).

Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público (RETILAB): Norma colombiana que regula los sistemas de iluminación interior, exterior y de alumbrado público, garantizando eficiencia energética, seguridad y calidad lumínica (Ministerio de Minas y Energía, 2001).

Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE): Norma colombiana obligatoria que regula el diseño, construcción, operación y mantenimiento de instalaciones eléctricas (Ministerio de Minas y Energía, 2023).

Rentabilidad económica: Relación entre los beneficios obtenidos de una inversión y los costos incurridos, medida con indicadores como TIR, VPN o Payback.

Sostenibilidad energética: Práctica que integra eficiencia, uso de energías renovables y reducción de impacto ambiental para garantizar seguridad energética a largo plazo (REN21, 2022).

Viabilidad económica: Capacidad de un proyecto para generar beneficios financieros suficientes que justifiquen la inversión inicial.

4. MARCO TEÓRICO

Diversos estudios evidencian que la diversificación de servicios en empresas de ingeniería contribuye a la resiliencia económica y genera ventajas competitivas sostenibles (Ríos, 2016). El mantenimiento preventivo y correctivo, fundamentado en principios de confiabilidad, asegura la continuidad operativa y la fidelización de clientes (Márquez, 2007). Por otro lado, la energía solar fotovoltaica se posiciona como una de las fuentes de generación distribuidas más rentables y sostenibles a nivel global (Lorenzo, 1994; OPS Colombia, 2025).

La aplicación del Internet de las Cosas (IoT) en mantenimiento predictivo permite anticipar fallas, reducir tiempos de inactividad y optimizar la planificación operativa (IEEE, 2018; ISO, 2015). Asimismo, la automatización de sistemas eléctricos responde a las tendencias actuales de domótica y seguridad en edificaciones modernas (IEC, 2019).

La presente investigación se fundamenta en tres ejes conceptuales que permiten abordar integralmente el análisis de viabilidad técnica y económica de nuevos servicios eléctricos en el contexto de una empresa de ingeniería civil: la relación entre ingeniería civil y servicios eléctricos, la gestión del portafolio de servicios, y los principios de innovación y sostenibilidad.

a. Ingeniería civil y su relación con servicios eléctricos

La ingeniería civil ha evolucionado hacia enfoques multidisciplinarios que integran componentes eléctricos, mecánicos y tecnológicos en el diseño y ejecución de obras. Esta transformación responde a la necesidad de ofrecer soluciones más completas y funcionales en edificaciones, urbanismo e infraestructura pública. La incorporación de servicios eléctricos —como redes internas, sistemas de energía solar, automatización y alumbrado público— se ha convertido en una práctica común en proyectos civiles contemporáneos (González et al., 2021).

En Colombia, esta integración está regulada por normativas técnicas como el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE), las Normas Técnicas Colombianas (NTC) y el Código Eléctrico Colombiano, que establecen los requisitos de seguridad, eficiencia y calidad en el diseño y ejecución de instalaciones eléctricas. El cumplimiento de estas normas es esencial para garantizar la viabilidad legal y técnica de los servicios propuestos.

b. Portafolio de servicios: concepto y gestión

El portafolio de servicios se entiende como el conjunto estructurado de ofertas que una organización pone a disposición del mercado, alineado con sus capacidades técnicas, estratégicas y financieras. Su gestión implica evaluar continuamente la pertinencia, rentabilidad y sostenibilidad de cada servicio, considerando factores como la demanda del mercado, los costos operativos, el retorno de inversión y la capacidad instalada (PMI, 2017; ITIL Foundation, 2019).

Modelos como ITIL y PMI ofrecen marcos metodológicos para la toma de decisiones en la ampliación del portafolio, permitiendo priorizar servicios según criterios objetivos. En el caso de Inversiones y Construcciones J&M, aplicar estos modelos facilita la evaluación comparativa entre distintas opciones de servicios eléctricos, orientando la selección hacia aquellas con mayor impacto estratégico.

c. Innovación y sostenibilidad en servicios eléctricos

La innovación en servicios eléctricos se ha convertido en un motor de transformación para las empresas del sector, impulsada por tendencias como la eficiencia energética, el uso de energías renovables, la automatización y la digitalización de procesos. Estas prácticas no solo mejoran el desempeño técnico, sino que también responden a exigencias ambientales y sociales cada vez más relevantes (UNEP, 2020).

La sostenibilidad, entendida como la capacidad de generar valor económico sin comprometer los recursos futuros, se ha incorporado como criterio clave en la oferta de servicios. En este sentido, la implementación de soluciones como paneles solares, sistemas de gestión energética y tecnologías limpias representa una oportunidad para que empresas como J&M se posicionen en mercados emergentes, cumpliendo con estándares internacionales y contribuyendo al desarrollo sostenible.

Diversificación empresarial en el sector de la construcción

El proceso de diversificación empresarial se entiende como la estrategia mediante la cual una organización amplía su portafolio de servicios o productos con el objetivo de reducir riesgos, responder a las demandas del mercado y mantener su competitividad. En el sector de la construcción esta estrategia se vuelve esencial, puesto que la dinámica actual exige integrar aspectos de sostenibilidad, eficiencia energética y modernización de la infraestructura (Ansoff, 1991; Porter, 2008).

Servicios eléctricos como extensión natural de la construcción

En este contexto, los servicios eléctricos representan una extensión natural de la actividad constructora. Las empresas que tradicionalmente han ejecutado obras civiles encuentran en la instalación y mantenimiento de sistemas eléctricos residenciales, comerciales e industriales un complemento que les permite ofrecer soluciones integrales a sus clientes. La calidad y la seguridad de las instalaciones se convierten en un valor agregado fundamental, en tanto garantizan la continuidad del servicio y la reducción de riesgos asociados a fallas en los equipos (IEC, 2020; IEEE, 2018).

Energías renovables y sostenibilidad energética

De manera paralela, la transición hacia la sostenibilidad energética ha impulsado la implementación de tecnologías limpias como los sistemas fotovoltaicos. Estos no solo permiten reducir los costos asociados al consumo eléctrico en los sectores residencial, industrial y comercial, sino que también contribuyen a mitigar el impacto ambiental generado por las fuentes tradicionales de energía. Diversos estudios evidencian que la adopción de energías renovables se encuentra en constante crecimiento, respondiendo a políticas públicas internacionales y nacionales que promueven la descarbonización de la economía (REN21, 2022; IEA, 2021).

Análisis técnico y económico de viabilidad

Finalmente, cualquier iniciativa de diversificación requiere un análisis técnico y económico que permita determinar la factibilidad de su implementación. En el plano técnico, es necesario evaluar la disponibilidad de recursos humanos capacitados, equipos adecuados, certificaciones y experiencia previa. En el plano económico, resulta indispensable analizar los costos de inversión, los plazos de retorno, la demanda potencial y las oportunidades de rentabilidad. Este análisis integral brinda a las empresas una base sólida para la toma de decisiones estratégicas, al identificar fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas que inciden en su incursión en nuevos nichos del mercado (Gómez, 2019).

En resumen, se puede ver positivamente a través de la diversificación hacia los servicios eléctricos se constituye para empresas como Inversiones y Construcciones J&M una oportunidad estratégica de crecimiento que responde a las exigencias actuales de competitividad y sostenibilidad. La integración de servicios de mantenimiento eléctrico, instalaciones especializadas y energías renovables no solo complementa su trayectoria en obras civiles, sino que también le permite alinearse con las tendencias globales y con el marco normativo vigente, asegurando así una posición más sólida dentro del mercado. Este enfoque se sustenta en conceptos clave como portafolio de servicios, viabilidad técnica y demanda potencial, los cuales permiten estructurar la oferta empresarial en función de las necesidades del entorno y de las capacidades internas (ver Tabla 1 de conceptos y actividades técnicas, 2025).

Tabla 1

Conceptos clave y actividades asociadas en la gestión de servicios eléctricos.

Concepto	Actividad
Portafolio de servicios	Conjunto estructurado de soluciones técnicas que una empresa ofrece, sujeto a revisión y expansión según necesidades del mercado.
Servicios eléctricos	Actividades técnicas relacionadas con diseño, instalación, mantenimiento y optimización de sistemas eléctricos en proyectos civiles.
Integración interdisciplinaria	Proceso de combinar conocimientos de distintas ramas (civil y eléctrica) para generar soluciones más completas y eficientes.
Viabilidad técnica	Capacidad de implementar un servicio nuevo considerando recursos disponibles, normativas vigentes y competencias del equipo técnico.
Demanda potencial	Necesidad latente o explícita del mercado por servicios eléctricos especializados, identificada mediante estudios o análisis de entorno.

Fuente: Elaboración propia.

Marco normativo en servicios eléctricos

El marco regulatorio constituye otro aspecto clave en el análisis de viabilidad para la incursión en servicios eléctricos especializados. En el caso colombiano, normas como el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE) y el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público (RETILAP) establecen lineamientos de seguridad, eficiencia y calidad que deben ser cumplidos por todas las empresas del sector. Su observancia asegura la correcta operación de los sistemas eléctricos, disminuye los riesgos de accidentes y genera confianza en los clientes al respaldar la calidad de los servicios prestados (Ministerio de Minas y Energía, 2013).

Normativa aplicable

La normativa aplicable a los servicios eléctricos en el sector de la construcción establece los lineamientos técnicos, legales y de seguridad que rigen el diseño, ejecución y operación de instalaciones eléctricas. En el contexto colombiano, el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE) constituye el marco normativo obligatorio, orientado a garantizar la protección de las personas, los bienes y el medio ambiente. Este se complementa con las Normas Técnicas Colombianas (NTC), emitidas por ICONTEC, que regulan aspectos específicos relacionados con la calidad de materiales, equipos y procedimientos.

A nivel internacional, organismos como la International Electrotechnical Commission (IEC) y el Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) han desarrollado estándares que promueven la interoperabilidad tecnológica, la eficiencia energética y la aplicación de buenas prácticas en proyectos eléctricos. La adopción de estas normas no solo asegura el cumplimiento técnico y legal, sino que también fortalece la competitividad, confiabilidad y prestigio de las empresas constructoras que buscan incursionar en servicios eléctricos especializados.

Los principales estándares y su relevancia para el presente estudio se resumen en la Tabla 2, donde se describen sus definiciones, alcances y aportes al análisis de viabilidad técnica y normativa.

Tabla 2
Normas técnicas aplicables a servicios eléctricos en proyectos de construcción

Norma / Estándar	Definición	Alcance y aplicación	Relevancia para el estudio
RETIE (Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas) (Ministerio de Minas y Energía, 2023)	Norma colombiana expedida por el Ministerio de Minas y Energía para regular instalaciones eléctricas.	Aplica al diseño, construcción, operación y mantenimiento de instalaciones eléctricas en Colombia. Es de cumplimiento obligatorio.	Garantiza seguridad, confiabilidad y legalidad en todos los proyectos eléctricos de la compañía constructora.

NTC (Normas Técnicas Colombianas) (ICONTEC, 2021)	Normas emitidas por ICONTEC que definen requisitos de calidad, seguridad y desempeño en diversas áreas técnicas.	Complementan al RETIE en materiales, equipos eléctricos, eficiencia energética y procedimientos de instalación.	Aseguran estandarización y calidad en los servicios eléctricos ofrecidos por la empresa.
IEC (International Electrotechnical Commission) (IEC, 2020)	Organismo internacional que desarrolla estándares para tecnologías eléctricas y electrónicas.	Sus normas aplican a generación, transmisión, distribución, control y automatización de sistemas eléctricos.	Proveen referencia internacional para proyectos que usan equipos importados o tecnologías renovables.
IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers) (IEEE, 2018)	Asociación internacional que emite normas técnicas en electricidad, electrónica y telecomunicaciones.	Sus estándares abarcan pruebas de equipos, mantenimiento de transformadores, calidad de energía y redes inteligentes.	Refuerzan la confiabilidad y modernización de los servicios eléctricos, aportando prestigio y competitividad.

Fuente: Elaboración propia.

Codigo ciiu

En Colombia, el código CIIU (Clasificación Industrial Internacional Uniforme de todas las actividades económicas) es la herramienta oficial utilizada para identificar y organizar las actividades económicas desarrolladas por empresas, personas naturales y entidades. Este sistema, adoptado del marco internacional de la ONU, es administrado y actualizado por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), garantizando la estandarización de la información estadística y tributaria del país. El código CIIU permite clasificar actividades como la construcción de edificaciones, instalaciones eléctricas o generación y distribución de energía, facilitando la elaboración de estadísticas, la formulación de políticas públicas y el cumplimiento de obligaciones legales, como la inscripción en la Cámara de Comercio o la declaración de impuestos. En particular, para las empresas constructoras y de servicios eléctricos, los códigos más relevantes incluyen el 4111 (construcción de edificios residenciales), el 4220 (construcción de proyectos de servicio público), el 4321 (instalaciones eléctricas) y el 3510 (generación, transmisión y distribución de energía eléctrica). Así, el código CIIU constituye un marco normativo y operativo esencial para la caracterización y formalización de la actividad económica en el país (DANE, 2020; Naciones Unidas, 2009).

Estandares de eficiencia

La eficiencia energética en instalaciones eléctricas no solo depende de aplicar tecnologías modernas como iluminación LED, motores de alta eficiencia o sistemas de gestión energética, sino de cumplir con un conjunto de normativas que garantizan seguridad, calidad y sostenibilidad. En Colombia, este marco está encabezado por el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE), que asegura la correcta operación y seguridad de los sistemas; el Reglamento Técnico de Etiquetado (RETIQ), que obliga a los fabricantes y comercializadores a informar sobre el desempeño energético de los equipos; la Ley 2407 de 2024, que promueve el uso racional y eficiente de la energía en todos los sectores; y la NTC 2050 (Código Eléctrico Colombiano), que establece los parámetros técnicos mínimos para las instalaciones. De manera complementaria, el RETILAP regula la eficiencia y calidad en sistemas de iluminación, mientras que el RETSIT fija los criterios técnicos para instalaciones térmicas, logrando un enfoque integral. A nivel internacional, la ISO 50001 aporta lineamientos para sistemas de gestión energética en organizaciones, promoviendo la mejora continua en el desempeño energético. Para una compañía constructora, integrar estas disposiciones en sus proyectos significa garantizar el cumplimiento legal, reducir pérdidas técnicas, optimizar costos operativos y aportar al cumplimiento de metas de sostenibilidad y competitividad en el mercado.

Retiq

El Reglamento Técnico de Etiquetado de Eficiencia Energética (RETIQ) es una normativa expedida por el Ministerio de Minas y Energía de Colombia, cuyo propósito es establecer los requisitos mínimos de eficiencia energética y el etiquetado obligatorio de equipos que consumen electricidad, tales como refrigeradores, lavadoras, aires acondicionados y motores eléctricos. Su aplicación busca promover el uso racional de la energía, garantizar que los consumidores cuenten con información clara sobre el desempeño energético de los equipos y contribuir a la reducción de costos y emisiones asociadas al consumo eléctrico. De carácter obligatorio, este reglamento se aplica tanto a fabricantes nacionales como a importadores, consolidándose como una herramienta clave en la política de sostenibilidad energética del país (Ministerio de Minas y Energía, 2015).

Ley 2407 de 2024

La Ley 2407 de 2024 promueve el uso racional y eficiente de la energía en Colombia al establecer lineamientos obligatorios para planes de eficiencia energética en entidades públicas, incentivar construcciones sostenibles y regular otros aspectos clave de la gestión energética. La normativa obliga a dichas entidades a designar gestores energéticos, realizar auditorías con metas de ahorro anual y aplicar infraestructura de medición avanzada (AMI). Asimismo, contempla la promoción de certificaciones sostenibles en edificaciones y mecanismos de seguimiento a los planes de gestión energética. (Congreso de Colombia, 2024).

NTC 2050

La NTC 2050, conocida como Código Eléctrico Colombiano, establece los criterios técnicos, requisitos mínimos y métodos normalizados para el diseño, construcción, operación y mantenimiento de instalaciones eléctricas en Colombia. Incluye reglas sobre conductores, protecciones, canalizaciones, conexiones, aislamientos, puesta a tierra y otros aspectos esenciales para garantizar seguridad eléctrica y compatibilidad con el RETIE. En su versión más reciente ("Segunda actualización"), incorpora mejoras tecnológicas y criterios de eficiencia energética que armonizan con las exigencias normativas nacionales. (ICONTEC, 2021).

Retilab

El Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público : es una normativa colombiana que establece los requisitos técnicos y de seguridad que deben cumplir los sistemas de iluminación interior, exterior y de alumbrado público. Su objetivo principal es garantizar la eficiencia energética, la calidad lumínica, la seguridad de los usuarios y la sostenibilidad ambiental en proyectos de construcción y urbanismo. El RETILAB, de carácter obligatorio, regula aspectos como niveles de iluminación, uniformidad, eficiencia de las luminarias, control del deslumbramiento y gestión adecuada del consumo de energía eléctrica, asegurando el cumplimiento de estándares nacionales e internacionales en el diseño e implementación de sistemas de iluminación (Ministerio de Minas y Energía, 2001).

Retsit

El RETSIT (Reglamento Técnico de Instalaciones Térmicas) fue expedido mediante la Resolución 40773 de 2023 por el Ministerio de Minas y Energía de Colombia, con el objetivo de regular los requisitos técnicos que deben cumplir las instalaciones térmicas de acondicionamiento (HVAC, refrigeración, calefacción) en edificaciones. Este reglamento introduce criterios de eficiencia energética y seguridad en dichas instalaciones, fijando estándares de diseño, operación, mantenimiento, recuperación de refrigerantes y documentación técnica.

ISO 50001

La ISO 50001 es una norma internacional desarrollada por la Organización Internacional de Normalización (ISO) que establece los requisitos para implementar, mantener y mejorar un sistema de gestión de la energía en organizaciones de cualquier sector. Su propósito principal es ayudar a las empresas a optimizar el uso de la energía, reducir costos operativos y mejorar el desempeño energético mediante un enfoque sistemático basado en el ciclo de mejora continua (Planificar-Hacer-Verificar-Actuar). Esta norma también contribuye a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y apoya el cumplimiento de políticas de sostenibilidad y eficiencia energética a nivel global (ISO, 2018).

Identificación de servicios eléctricos en el sector de la construcción

La identificación de servicios eléctricos en el sector de la construcción parte del análisis de las necesidades energéticas específicas que surgen en los distintos ámbitos de aplicación: residencial, comercial, industrial y transversal. Este proceso implica reconocer las etapas críticas de un proyecto constructivo en las que se requieren instalaciones, mantenimientos y soluciones eléctricas especializadas, desde el diseño de redes de baja y media tensión hasta la implementación de sistemas de respaldo y tecnologías renovables.

Para una correcta caracterización de estos servicios, se deben considerar criterios técnicos, normativos y de seguridad, tales como los establecidos en el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE) y el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público (RETILAP). Asimismo, es necesario incorporar tendencias actuales como la eficiencia energética, la automatización de espacios y la sostenibilidad, especialmente mediante la integración de sistemas fotovoltaicos y soluciones inteligentes.

La Tabla 3 presenta una clasificación detallada de los principales servicios eléctricos según su ámbito de aplicación, lo que permite visualizar el alcance técnico y estratégico de cada solución dentro del contexto constructivo.

Tabla 3
Identificación de servicios eléctricos en el sector de la construcción

Ámbito	Servicios eléctricos principales
Residencial	• Instalaciones eléctricas internas de baja tensión. • Cableado, tableros de distribución, puntos de luz y tomacorrientes. • Sistemas de puesta a tierra y protección contra descargas. • Domótica y automatización de viviendas inteligentes. • Sistemas fotovoltaicos residenciales con o sin baterías.
Comercial	• Sistemas de iluminación eficiente (LED, sensores). • Tableros generales y secundarios de distribución. • Redes eléctricas para oficinas y locales (trifásicas, respaldo). • Instalación de UPS y plantas de emergencia. • Integración de sistemas fotovoltaicos para reducción de costos. • Canalizaciones y adecuaciones para equipos de alto consumo.
Industrial	• Diseño e instalación de subestaciones eléctricas. • Montaje de transformadores y bancos de condensadores. • Instalación de motores, variadores de velocidad y sistemas de protección. • Sistemas SCADA y automatización industrial. • Estudios de calidad de energía y factor de potencia. • Energía solar a gran escala y microrredes híbridas.
Transversales (todos los ámbitos)	• Mantenimiento preventivo y correctivo de instalaciones. • Mantenimiento de transformadores en sitio. • Termografía y pruebas eléctricas. • Diseño, consultoría y supervisión bajo RETIE y RETILAP.

	• Alumbrado público y tele gestión de luminarias. • Servicios de eficiencia energética y sostenibilidad.

Fuente: Elaboración propia.

Metodos de evaluación de la factibilidad

La evaluación de la factibilidad de un proyecto constituye una etapa crítica dentro de la planeación estratégica de las organizaciones, ya que permite determinar, con base en criterios objetivos, la viabilidad técnica, económica, financiera, ambiental, social y normativa de una iniciativa antes de su implementación. En el caso de empresas constructoras que buscan diversificarse hacia servicios eléctricos, aplicar estos métodos resulta indispensable para reducir riesgos, optimizar recursos y fundamentar decisiones estratégicas.

Cada enfoque de evaluación aporta una perspectiva complementaria: el análisis técnico verifica la capacidad operativa de la empresa; el económico-financiero estima la rentabilidad y retorno de inversión; el estudio de mercado identifica la demanda y competencia; el componente normativo garantiza el cumplimiento legal; y la dimensión ambiental-social evalúa el impacto y aceptación del proyecto. La Tabla 4 resume estos métodos, sus objetivos, herramientas principales y aplicaciones específicas en el contexto de los servicios eléctricos.

Tabla 4

Metodos de evaluación de la factibilidad de proyectos electricos

Método de evaluación	Objetivo	Herramientas principales	Aplicación en servicios eléctricos
Técnico	Determinar si la empresa cuenta con los recursos y capacidades para ejecutar el proyecto.	Estudios de capacidad técnica, disponibilidad de equipos, certificaciones, RETIE/RETILAP.	Verificar si la empresa puede realizar instalaciones y mantenimientos eléctricos con personal calificado y equipos adecuados.
Económico-financiero	Evaluar la rentabilidad y sostenibilidad económica del proyecto.	Valor Presente Neto (VPN), Tasa Interna de Retorno (TIR), Playbacks.	Estimar inversión inicial, costos operativos y beneficios de ofrecer servicios como fotovoltaicos, mantenimientos y subestaciones.
De mercado	Identificar la demanda, competencia y tendencias del sector.	Estudios de oferta y demanda, encuestas, benchmarking.	Medir el interés de clientes en instalaciones eléctricas, sistemas solares o mantenimientos, frente a competidores del sector.

Legal y normativo	Garantizar que el proyecto cumpla con la legislación vigente.	Normas RETIE, RETILAP, licencias de operación, seguridad laboral.	Validar requisitos para prestar servicios eléctricos certificados en el país.
Ambiental y social	Evaluar impacto en el entorno y beneficios sociales.	Estudios de impacto ambiental, indicadores de sostenibilidad.	Medir reducción de huella de carbono y aceptación social de sistemas fotovoltaicos o alumbrado eficiente.
Estratégico (FODA)	Identificar factores internos y externos que afectan la viabilidad.	Matriz FODA, análisis estratégico.	Reconocer fortalezas (trayectoria en construcción), oportunidades (demanda energética), debilidades (falta de experiencia) y amenazas (competencia consolidada).

Fuente: Elaboración propia.

5. ESTADO DEL ARTE

La diversificación y expansión de servicios eléctricos en empresas del sector de construcción y de ingeniería ha sido objeto de creciente interés en la literatura científica y técnica, dada la importancia de la eficiencia energética, la sostenibilidad y la innovación tecnológica para la competitividad empresarial.

Diversificación de servicios en ingeniería.

Ríos (2016) destaca que la diversificación de servicios en empresas de ingeniería contribuye a la resiliencia económica y a la generación de ventajas competitivas sostenibles. La integración de servicios eléctricos en empresas habitualmente enfocadas en la construcción civil permite optimizar recursos y ampliar la base de clientes, lo que se traduce en una mayor estabilidad financiera y capacidad de adaptación a cambios del mercado.

Mantenimiento eléctrico: preventivo, correctivo y predictivo

El mantenimiento eléctrico es un pilar fundamental para garantizar la continuidad operativa y la seguridad en instalaciones eléctricas. Márquez (2007) enfatiza la importancia del mantenimiento centrado en confiabilidad, que combina estrategias preventivas y correctivas para minimizar fallas y costos. Más recientemente, la incorporación del mantenimiento predictivo basado en tecnologías de Internet de las Cosas (IoT) ha permitido anticipar fallas mediante monitoreo en tiempo real y análisis de datos, reduciendo tiempos de inactividad y optimizando la gestión de recursos (IEEE, 2018; ISO, 2015).

Energía solar fotovoltaica y generación distribuida

La energía solar fotovoltaica se ha consolidado como una fuente renovable rentable y sostenible, especialmente en el contexto colombiano, donde las políticas públicas y normativas como la Resolución CREG 030 de 2018 fomentan la autogeneración a pequeña escala (CREG, 2018; OPS Colombia, 2025). Lorenzo (1994) y OPS Colombia (2025) evidencian que la adopción de sistemas fotovoltaicos en instalaciones residenciales y comerciales contribuye a la reducción de costos energéticos y a la mitigación del impacto ambiental.

Automatización y domótica

La automatización de sistemas eléctricos, incluyendo soluciones para portones vehiculares inteligentes y control de edificaciones, responde a las tendencias globales de la Industria 4.0 y la domótica (IEC, 2019). Estas tecnologías mejoran la seguridad, eficiencia y confort en los espacios construidos, aunque su adopción en el mercado colombiano aún está en etapas iniciales, representando una oportunidad de innovación para empresas que busquen diferenciarse.

Normativas y regulación

El marco regulatorio colombiano, con normativas como el RETIE, RETILAP y la Resolución CREG 030, establece los requisitos técnicos y de seguridad para la ejecución de proyectos eléctricos, garantizando la calidad y confiabilidad de los servicios (Ministerio de Minas y Energía, 2023; CREG, 2018). La alineación con estas normativas es indispensable para la viabilidad técnica y legal de la expansión de servicios eléctricos.

Antecedentes a nivel internacional casos de éxito

La incorporación de servicios eléctricos en empresas constructoras evidencia avances significativos tanto a nivel internacional como nacional. En el ámbito global, el grupo Bouygues, mediante la adquisición de Equans, consolidó una unidad especializada en energía y servicios que en 2024 representó un aporte relevante a sus resultados financieros, con ventas de 56,7 mil millones de euros y un resultado operativo corriente de 2,54 mil millones de euros (Bouygues, 2025). En la misma línea, VINCI Energies fortaleció su integración de soluciones eléctricas y de automatización, reportando ingresos de 3,7 mil millones de euros en 2024 y adquiriendo R+S Group en 2025 como parte de su estrategia de expansión (VINCI, 2025). Asimismo, Skanska reportó la ejecución de 4,3 millones de pies cuadrados en proyectos de oficinas con certificaciones BREEAM, LEED y WELL, además de una inversión de 500 millones de libras esterlinas en obras MEP en Londres durante los últimos cinco años, lo cual refleja la importancia de los indicadores de sostenibilidad en los servicios eléctricos (Skanska, 2024). De manera complementaria, el grupo ACS evidenció el fortalecimiento de su cartera de proyectos con un backlog que en 2025 superó los 90,5 mil millones de euros, lo que demuestra la relevancia de integrar servicios industriales y eléctricos como parte de su modelo de negocio (ACS, 2025).

Antecedentes a nivel nacional casos de éxito

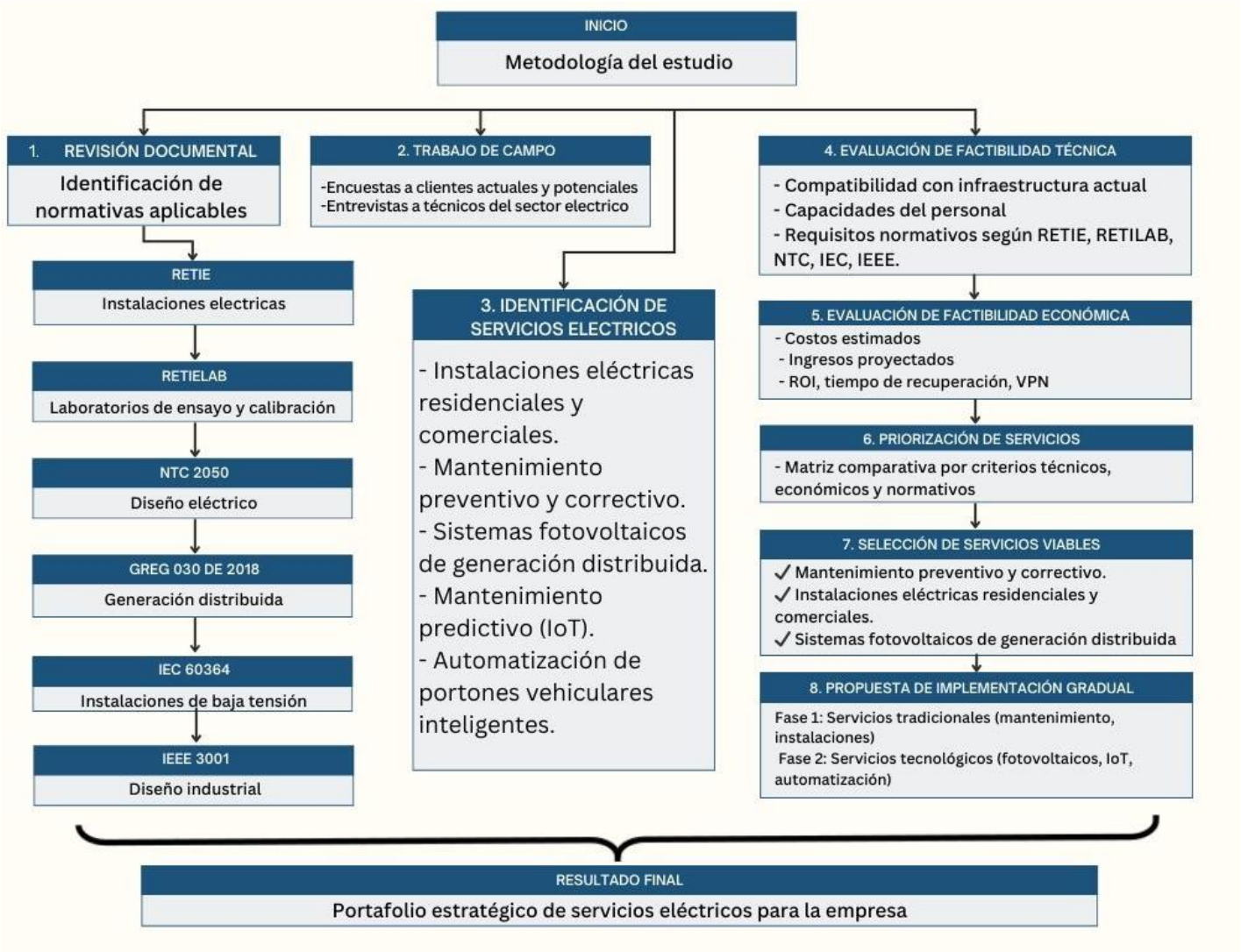
En el contexto colombiano, empresas como Conconcreto han reportado en sus informes de sostenibilidad procesos asociados al diseño e instalación eléctrica en proyectos de construcción (Conconcreto, 2021), lo cual coincide con los hallazgos de la práctica profesional universitaria realizada en esta empresa, donde se documentó el uso de herramientas como AutoCAD, DIALux evo y metodologías BIM para el diseño eléctrico, aplicando normativas como la NTC 2050, el RETIE y el RETILAP (Giraldo López, 2022). A su vez, Constructora Bolívar ha logrado posicionarse como referente en proyectos de vivienda sostenible certificados bajo estándares EDGE y LEED, incorporando indicadores de ahorro energético e hídrico en su portafolio (Constructora Bolívar, 2022). Finalmente, alianzas estratégicas como las establecidas con Enel X Colombia muestran cómo el sector constructor nacional ha comenzado a diversificar su oferta con soluciones fotovoltaicas e infraestructura eléctrica (Enel X, 2024). En síntesis, estos referentes internacionales y nacionales permiten concluir que los servicios eléctricos constituyen un eje estratégico para las constructoras, no solo como complemento técnico sino también como una fuente medible de ingresos, sostenibilidad y competitividad.

Este Estado del Arte fundamenta la necesidad y pertinencia del estudio de factibilidad para la expansión del portafolio de servicios eléctricos, integrando servicios tradicionales con soluciones tecnológicas emergentes, en un marco regulatorio favorable y un mercado en crecimiento.

6. METODOLOGÍA

La metodologia utilizada para la presente investigación esta bajo un enfoque mixto (cuantitativo y cualitativo), de tipo aplicado y diseño no experimental, con alcance descriptivo. El objetivo fue evaluar la viabilidad de ampliar el portafolio de servicios eléctricos en la empresa Inversiones y Construcciones J&M, integrando criterios técnicos, normativos y de mercado.

Figura 1
Diagrama de flujo explicativo



Fuente: Elaboración propia.

En la figura 1 se presenta la metodología del desarrollada para la formulación de un portafolio estratégico de servicios eléctricos aplicable a la empresa.

Este proyecto esta estructurado en cuatro etapas metodológicas, cada una alineada con los objetivos específicos planteados:

6.1 **Revisión documental**

El proceso inicia con una revisión documental, cuyo propósito fue identificar las normativas técnicas vigentes en Colombia y a nivel internacional. En esta etapa se incluyeron disposiciones como el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE), el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público (RETILAB), la Norma Técnica Colombiana NTC 2050 para diseño eléctrico, la resolución CREG 030 de 2018 en materia de generación distribuida, así como estándares internacionales como IEC 60364 (instalaciones de baja tensión) e IEEE 3001 (diseño industrial).

Se realizó un análisis sistemático de fuentes técnicas y normativas relacionadas con la diversificación de servicios eléctricos, innovación tecnológica y regulación aplicable en Colombia. La revisión incluyó documentos nacionales e internacionales, tales como:

RETIE (Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas): establece los requisitos de seguridad, calidad y confiabilidad para instalaciones eléctricas en Colombia (Ministerio de Minas y Energía, 2023).

NTC 2050: norma técnica colombiana basada en el NEC, que regula el diseño y ejecución de instalaciones eléctricas.

IEC 60364: norma internacional que define principios de seguridad eléctrica en instalaciones de baja tensión.

IEEE Std 3001: estándar técnico que orienta el diseño y análisis de sistemas eléctricos industriales y comerciales.

Esta etapa permitió establecer los requisitos técnicos y normativos que deben cumplir los servicios eléctricos propuestos, así como identificar tendencias globales en mantenimiento, automatización y generación distribuida.

6.2 **Trabajo de campo**

Posteriormente, se llevó a cabo un trabajo de campo, consistente en la aplicación de encuestas a clientes actuales y potenciales, así como entrevistas a técnicos del sector eléctrico. Esto permitió recopilar información sobre la demanda de servicios, expectativas y necesidades específicas.

Con base en los hallazgos anteriores, se procedió a la identificación de servicios eléctricos relevantes, entre los cuales se destacan: instalaciones residenciales y comerciales, mantenimiento preventivo y correctivo, sistemas fotovoltaicos de generación distribuida, mantenimiento predictivo con enfoque en el Internet de las Cosas (IoT) y la automatización de portones vehiculares inteligentes.

Se aplicaron instrumentos de recolección de datos primarios para identificar necesidades, percepciones y oportunidades de mejora en la oferta de servicios eléctricos:

Encuestas estructuradas a clientes actuales y potenciales de la empresa, enfocadas en la demanda, expectativas y valoración de servicios eléctricos.

Entrevistas semiestructuradas a técnicos del sector eléctrico vinculados a la empresa, orientadas a conocer capacidades operativas, limitaciones técnicas y criterios de implementación.

La muestra se seleccionó mediante muestreo no probabilístico por conveniencia, priorizando actores con experiencia directa en proyectos eléctricos y civiles.

6.3 **Análisis comparativo y evaluación de factibilidad**

La siguiente fase correspondió a la evaluación de factibilidad técnica, donde se analizaron aspectos relacionados con la compatibilidad de los servicios con la infraestructura actual, la capacidad del personal y el cumplimiento de los requisitos normativos establecidos en RETIE, RETILAB, NTC, IEC e IEEE. De manera complementaria, se realizó la evaluación de factibilidad económica, que incluyó la estimación de costos, la proyección de ingresos y el cálculo de indicadores financieros como el retorno de la inversión (ROI), el tiempo de recuperación y el valor presente neto (VPN).

Posteriormente, mediante una matriz comparativa, se efectuó la priorización de los servicios, considerando criterios técnicos, económicos y normativos. Este análisis permitió seleccionar aquellos servicios con mayor viabilidad para su implementación:mantenimiento preventivo y correctivo, instalaciones eléctricas residenciales y comerciales, y sistemas fotovoltaicos de generación distribuida.

Con base en la información recolectada, se elaboró una matriz de priorización de servicios eléctricos, considerando los siguientes criterios:

Demanda del mercado: frecuencia de solicitud, interés de clientes y potencial de crecimiento.

Factibilidad técnica: compatibilidad con la infraestructura actual, disponibilidad de personal capacitado y cumplimiento normativo.

Rentabilidad económica: estimación de costos de inversión, operación y mantenimiento, ingresos proyectados y retorno de inversión (ROI).

Alineación normativa: verificación del cumplimiento de RETIE, NTC 2050, IEC e IEEE para cada servicio propuesto.

Los métodos utilizados para evaluar la factibilidad incluyeron:

Análisis técnico-normativo: revisión de requisitos específicos para cada servicio, según las normas aplicables.

Evaluación económica básica: estimación de costos e ingresos con base en precios de mercado y datos internos de la empresa.

Valoración estratégica: ponderación de beneficios operativos y comerciales en función de la competitividad y diferenciación empresarial.

Este análisis permitió identificar los servicios con mayor potencial de incorporación al portafolio, destacando aquellos relacionados con mantenimiento preventivo y correctivo, sistemas fotovoltaicos, mantenimiento predictivo basado en IoT y automatización de portones vehiculares inteligentes.

6.4 **Diseño del plan de acción**

Finalmente, se diseñó una propuesta de implementación gradual, que contempla dos fases: la primera orientada a servicios tradicionales como mantenimiento e instalaciones, y la segunda enfocada en servicios tecnológicos innovadores, tales como sistemas fotovoltaicos, mantenimiento predictivo con IoT y automatización.

El resultado final de la metodología es la definición de un portafolio estratégico de servicios eléctricos para la empresa, alineado con la normativa vigente y las oportunidades del sector.

Con base en los resultados obtenidos, se estructuró un plan de implementación gradual, dividido en fases operativas:

Capacitación del personal técnico en normativas, tecnologías emergentes y procedimientos operativos.

Adquisición de equipos especializados para la prestación de los nuevos servicios.

Adecuación de procesos internos y documentación técnica conforme a los estándares exigidos.

Verificación del cumplimiento normativo mediante auditorías internas y revisión documental.

Diseño de la estrategia comercial para el lanzamiento de los servicios, incluyendo canales de promoción, segmentación de clientes y estimación de demanda.

Este plan fue validado con directivos de la empresa y se proyectó como hoja de ruta para la expansión sostenible del portafolio de servicios eléctricos.

Metodología complementaria

Encuestas: Se aplicaron 20 encuestas estructuradas a clientes residenciales, comerciales e industriales. Los ítems evaluados fueron: nivel de interés en nuevos servicios eléctricos, criterios de selección de proveedores, y disposición de pago. La escala utilizada fue de 1 (bajo) a 5 (alto).

Entrevistas: Se realizaron 10 entrevistas semiestructuradas con representantes técnicos de empresas del sector eléctrico (Imsel, ISC, Nacional de Eléctricos, Electrificadora Capital, entre otras). Las preguntas abordaron tiempos de respuesta, expectativas de calidad y experiencias previas con proveedores.

7. RESULTADOS

Como resultado del análisis documental, trabajo de campo y evaluación comparativa, se identificaron cinco servicios eléctricos con alto potencial de incorporación al portafolio de Inversiones y Construcciones J&M:

- Instalaciones eléctricas residenciales y comerciales.
- Mantenimiento preventivo y correctivo.
- Sistemas fotovoltaicos de generación distribuida.
- Mantenimiento predictivo basado en tecnologías IoT.
- Automatización de portones vehiculares inteligentes.
-

Estos servicios fueron priorizados mediante una matriz de viabilidad que consideró criterios de demanda del mercado, factibilidad técnica, rentabilidad económica y alineación normativa. El proceso incluyó la ponderación de cada criterio y la valoración de cada servicio según los datos obtenidos en encuestas y entrevistas.

Tabla 5
Perfiles técnicos y profesionales según servicio.

Servicio	Técnico/Tecnólogo	Ingeniero	Otros
Instalaciones eléctricas	Técnico CONTE	Ing. Electricista (COPNIA)	Ayudante
Mantenimiento preventivo	Técnico CONTE	Ing. Electricista (COPNIA)	Ayudante
Sistemas fotovoltaicos	Técnico FV (CONTE)	Ing. Electricista	HSEQ
Mantenimiento IoT	Técnico en mantenimiento	Ing. Eléctrico/Mecatrónico	Ing. de datos
Automatización portones	Técnico electricista	Ing. Mecatrónico/Eléctrico	Programador, HSEQ

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 6
Normativas nacionales e internacionales por servicio.

Servicio	Normas aplicables
Instalaciones eléctricas	RETIE, NTC 2050, NTC 3701, IEC 60364
Mantenimiento preventivo	RETIE, NTC 60783, IEEE 450, IEC 60076-1
Sistemas fotovoltaicos	RETIE, CREG 030/2018, IEC 61730, IEC 61215
Mantenimiento IoT	ISO 13374, ISO 17359, IEEE 1451, IEC 62541
Automatización portones	RETIE, NTC 2050, IEC 60204-1, ISO/IEC 14543

Matriz de priorización: Se establecieron tres criterios principales ponderados: demanda del mercado (40%), rentabilidad estimada (30%) y factibilidad técnica (30%). Cada servicio fue calificado en una escala de 1 a 5.

Tabla 7
Ejemplo de matriz de priorización aplicada.

Servicio	Demanda (40%)	Rentabilidad (30%)	Factibilidad (30%)	Total ponderado
Instalaciones eléctricas	5 (2,0)	4 (1,2)	5 (1,5)	4,7
Mantenimiento preventivo	5 (2,0)	5 (1,5)	4 (1,2)	4,7
Sistemas fotovoltaicos	4 (1,6)	5 (1,5)	3 (0,9)	4,0
Mantenimiento IoT	3 (1,2)	4 (1,2)	4 (1,2)	3,6
Automatización portones	3 (1,2)	3 (0,9)	4 (1,2)	3,3

Fuente: Elaboración propia.

(Nota: Los valores entre paréntesis corresponden al puntaje ponderado por criterio.)

7.1 **Comparación de los servicios en cuanto a viabilidad**

La comparación entre los cinco servicios se realizó a partir de indicadores técnicos, económicos y estratégicos. Se construyó una matriz ampliada que incluyó:

- Costos estimados de inversión
- Ingresos proyectados anuales
- Retorno sobre la inversión (ROI)
- Tiempo de recuperación
- Relación costo-beneficio
- Valor presente neto (VPN) a cinco años
-

Los resultados muestran que el mantenimiento preventivo y correctivo obtuvo el puntaje más alto en todos los criterios, seguido por las instalaciones eléctricas residenciales y comerciales y los sistemas fotovoltaicos. En contraste, el mantenimiento predictivo (IoT) y la automatización de portones inteligentes presentan viabilidad técnica moderada, pero baja rentabilidad y mayor tiempo de recuperación.

Tabla 8
Matriz de priorización con análisis económico en COP.

Servicio eléctrico	Costo estimado (COP)	Ingresos proyectados (COP/año)	ROI (%)	Tiempo de recuperación (años)	Relación C/B	VPN (COP, 5 años, 10%)
Instalaciones eléctricas residenciales y comerciales	$30.000.000	$45.000.000	50%	1.6	1.5	$68.000.000
Mantenimiento preventivo y correctivo	$20.000.000	$40.000.000	100%	1	2.0	$82.000.000
Sistemas fotovoltaicos de generación distribuida	$60.000.000	$72.000.000	20%	3.2	1.2	$39.000.000
Mantenimiento predictivo basado en IoT	$48.000.000	$52.000.000	8%	4.5	1.08	$12.000.000
Automatización de portones vehiculares inteligentes	$24.000.000	$26.000.000	8.3%	4.3	1.08	$9.800.000

Fuente: Elaboración propia.

La tabla 8 presenta un análisis comparativo de cinco servicios eléctricos, evaluando su viabilidad financiera mediante indicadores como ROI, tiempo de recuperación, relación costo-beneficio y VPN a cinco años con una tasa del 10%. Este último refleja el valor actual de los ingresos futuros descontando el riesgo de inversión. Los resultados muestran que el mantenimiento preventivo y las instalaciones eléctricas son los más rentables y de rápida recuperación, mientras que los servicios basados en IoT y automatización requieren mayor inversión y ofrecen menor retorno, por lo que se proyectan para fases posteriores.

7.2 **Determinación de servicios a implementar**

Con base en los resultados obtenidos, se determinó que los siguientes servicios serán incorporados en la primera fase de expansión del portafolio:

Mantenimiento preventivo y correctivo

- Alta demanda recurrente
- Rentabilidad superior al 100%
- Experiencia operativa consolidada
- Cumplimiento normativo total (RETIE, NTC)
-

Instalaciones eléctricas residenciales y comerciales

- Demanda estable en Bogotá y Villavicencio
- Baja inversión inicial
- Alta compatibilidad con el modelo actual de negocio

Sistemas fotovoltaicos de generación distribuida

- Alineación con políticas energéticas nacionales
- Incentivos gubernamentales y creciente interés del mercado
- Requiere capacitación técnica, pero ofrece diferenciación comercial

Los servicios de mantenimiento predictivo (IoT) **y** automatización de portones inteligentes se consideran estratégicos para una segunda fase, una vez se consolide la capacidad operativa y se disponga de recursos para inversión tecnológica.

7.3 **Propuesta de implementación gradual**

Se propone un plan de implementación dividido en tres fases, con enfoque modular y escalonado:

Fase 1: Consolidación operativa (Meses 1–6)
Activación de servicios de mantenimiento preventivo y correctivo.
Refuerzo de procesos internos y documentación técnica.
Promoción comercial en Bogotá y Villavicencio.
Capacitación básica del personal en normativas RETIE y NTC.

Fase 2: Expansión técnica (Meses 7–12)
Incorporación de instalaciones eléctricas residenciales y comerciales.
Adquisición de herramientas y equipos complementarios.
Formalización de alianzas con proveedores locales.
Ajustes administrativos y logísticos.

Fase 3: Innovación estratégica (Meses 13–18)
Implementación de sistemas fotovoltaicos.

Capacitación especializada en energía solar y normativas CREG.
Diseño de campañas de sensibilización ambiental.
Evaluación de viabilidad para servicios emergentes (IoT y automatización).

Este plan fue validado con los directivos de la empresa y se proyecta como hoja de ruta para una expansión sostenible, rentable y alineada con las capacidades actuales de Inversiones y Construcciones J&M.

8. DISCUSÍON

Los resultados obtenidos en esta investigación son coherentes con la literatura especializada sobre diversificación empresarial en el sector de la ingeniería, particularmente en lo referente a la incorporación de servicios eléctricos como estrategia de fortalecimiento competitivo. Tal como lo plantea Márquez (2007), los servicios de constituyen una base estratégica para las empresas del sector, debido a su capacidad de generar ingresos recurrentes y su bajo nivel de riesgo operativo. Esta afirmación se ve respaldada por los hallazgos del presente estudio, donde dichos servicios fueron priorizados por su viabilidad técnica y rentabilidad económica.

En cuanto a las energías renovables, los sistemas fotovoltaicos de generación distribuida se consolidan como un factor diferenciador en el mercado colombiano. Lorenzo (1994) y OPS Colombia (2025) destacan que la adopción de tecnologías solares no solo contribuye a la sostenibilidad ambiental, sino que también permite reducir costos energéticos en instalaciones residenciales y comerciales. Los resultados del estudio confirman esta tendencia, evidenciando una alta aceptación por parte de los clientes y una alineación clara con las políticas públicas vigentes, como la Resolución CREG 030 de 2018.

Por otro lado, los servicios emergentes como el mantenimiento predictivo basado en tecnologías IoT y la automatización de portones vehiculares inteligentes presentan un menor grado de madurez en el mercado local. Sin embargo, su inclusión en el portafolio representa una oportunidad significativa de innovación tecnológica. Tal como señalan IEEE (2018) e IEC (2019), estas soluciones están alineadas con los principios de la Industria 4.0, que promueve la digitalización, el monitoreo en tiempo real y la optimización de procesos mediante inteligencia artificial y conectividad. Aunque su implementación requiere inversiones adicionales y procesos de capacitación, su potencial de diferenciación y posicionamiento estratégico es alto.

En síntesis, la discusión evidencia que la expansión del portafolio de servicios eléctricos no solo responde a una necesidad técnica y comercial, sino que también se enmarca en las tendencias globales de sostenibilidad e innovación. La empresa Inversiones y Construcciones J&M se encuentra en una posición favorable para liderar esta transformación, siempre que se adopte una estrategia gradual, basada en capacidades internas y alineada con el entorno normativo y tecnológico.

9. CONCLUSIONES

El servicio de mantenimiento preventivo y correctivo se consolida como la alternativa más viable a corto plazo, debido a su alta demanda en Bogotá y Villavicencio, bajo riesgo operativo, retorno rápido de inversión y plena alineación con las normativas RETIE y NTC. Su implementación no requiere grandes ajustes estructurales, lo que facilita su activación inmediata.

La instalación de sistemas fotovoltaicos de generación distribuida representa una oportunidad estratégica a mediano y largo plazo, con potencial de rentabilidad sostenida, respaldo normativo (CREG 030 de 2018) y beneficios tributarios vigentes. Aunque requiere inversión inicial y capacitación técnica, su adopción fortalece el compromiso empresarial con la sostenibilidad energética.

Los servicios de mantenimiento predictivo basado en IoT y automatización de portones vehiculares inteligentes aportan diferenciación tecnológica y posicionamiento innovador en el mercado. Sin embargo, su viabilidad económica es moderada y su implementación exige inversión en infraestructura digital, por lo que se recomienda su incorporación en una segunda fase del plan de expansión.

La integración progresiva de servicios tradicionales y tecnológicos permite construir un portafolio equilibrado, competitivo y adaptable a las tendencias del sector eléctrico colombiano. Esta estrategia responde tanto a las necesidades actuales del mercado como a los lineamientos regulatorios, garantizando sostenibilidad operativa y crecimiento empresarial.

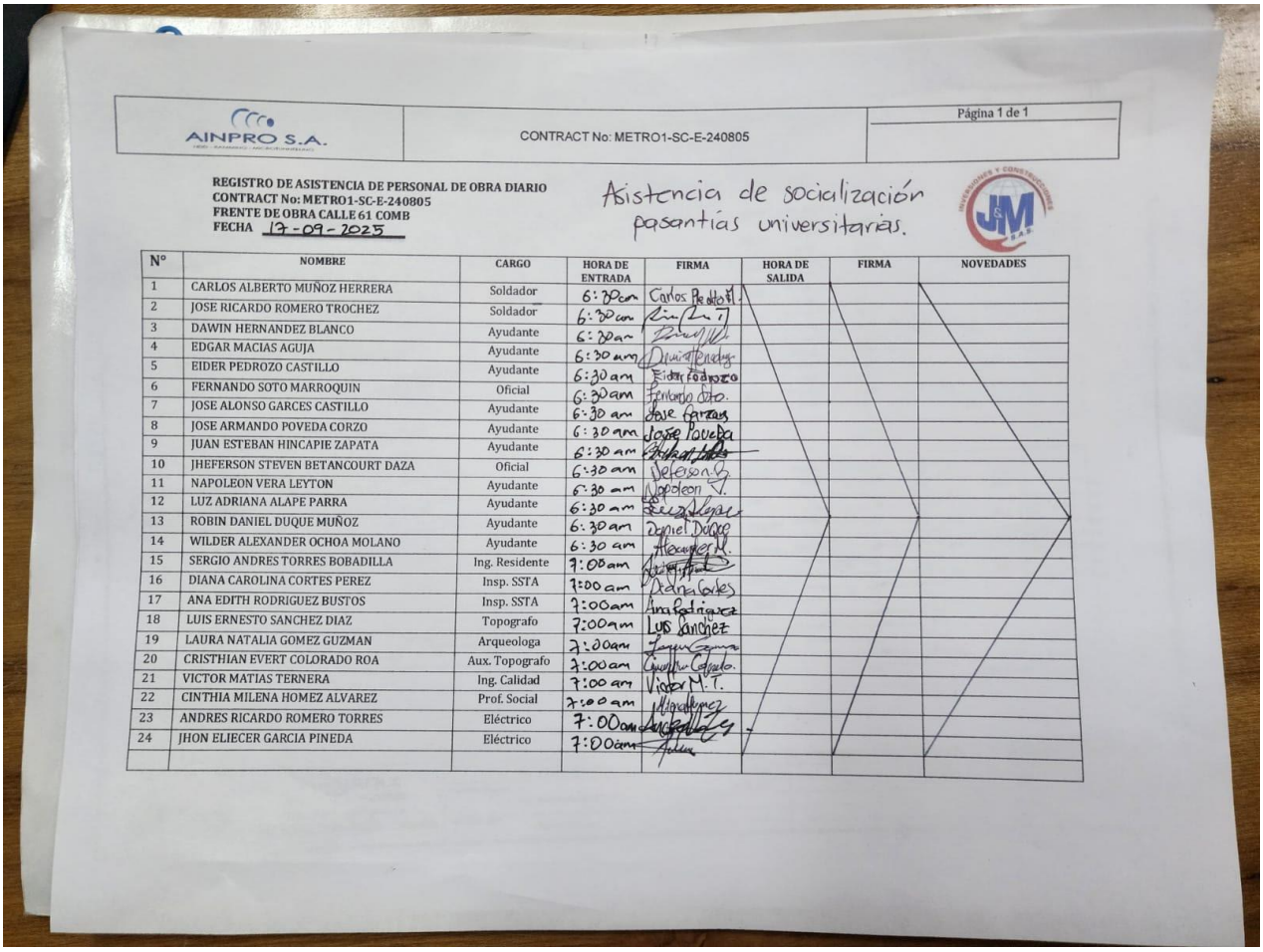
10. ANEXO

Socialización

Para dar a conocer el resultado de la pasantía en la empresa Inversiones y Construcciones J&M, se realizo una socialización con un grupo de trabajo en obra conformado por 24 personas en la que se encontraba personal de Inversiones y Construcciones J&M y un grupo de la empresa AINPRO S.A de acuerdo como se muestra en la copia escaneada del formato de asistencia figura 2, adicional a esto se adjunta el registro fotografico del desarrollo de esta actividad figuras 3 a la figura 7, se realizo la socializacion el dia 17/09/2025 en la calle 61 obra del metro de Bogotá en el horario de 7:05 a 7:38 con un total de 24 personas, como encargados de exponer los resultados de la pasantia Andres Romero y Jhon Garcia, el Ingeniero a cargo del grupo de trabajo fue Sergio Torres.

Figura 2

Formato de asistencia



AINPRO S.A.

CONTRACT No: METRO1-SC-E-240805

Página 1 de 1

REGISTRO DE ASISTENCIA DE PERSONAL DE OBRA DIARIO
CONTRACT No: METRO1-SC-E-240805
FRENTE DE OBRA CALLE 61 COMB
FECHA 17-09-2025

Asistencia de socialización pasantías universitarias.

N°	NOMBRE	CARGO	HORA DE ENTRADA	FIRMA	HORA DE SALIDA	FIRMA	NOVEDADES
1	CARLOS ALBERTO MUÑOZ HERRERA	Soldador	6:30am	Carlos Pedro M.			
2	JOSE RICARDO ROMERO TROCHEZ	Soldador	6:30am				
3	DAWIN HERNANDEZ BLANCO	Ayudante	6:30am				
4	EDGAR MACIAS AGUJA	Ayudante	6:30 am				
5	EIDER PEDROZO CASTILLO	Ayudante	6:30 am	Eider Pedrozo			
6	FERNANDO SOTO MARROQUIN	Oficial	6:30am	Fernando Soto.			
7	JOSE ALONSO GARCES CASTILLO	Ayudante	6:30 am	Jose Garces			
8	JOSE ARMANDO POVEDA CORZO	Ayudante	6:30 am	Jose Poveda			
9	JUAN ESTEBAN HINCAPIE ZAPATA	Ayudante	6:30 am				
10	JHEFERSON STEVEN BETANCOURT DAZA	Oficial	6:30 am	Jeferson B.			
11	NAPOLEON VERA LEYTON	Ayudante	6:30 am	Napoleon V.			
12	LUZ ADRIANA ALAPE PARRA	Ayudante	6:30 am				
13	ROBIN DANIEL DUQUE MUÑOZ	Ayudante	6:30 am	Daniel Duque			
14	WILDER ALEXANDER OCHOA MOLANO	Ayudante	6:30 am	Alexander M.			
15	SERGIO ANDRES TORRES BOBADILLA	Ing. Residente	7:00am				
16	DIANA CAROLINA CORTES PEREZ	Insp. SSTA	7:00 am	Diana Cortes			
17	ANA EDITH RODRIGUEZ BUSTOS	Insp. SSTA	7:00am	Ana Rodriguez			
18	LUIS ERNESTO SANCHEZ DIAZ	Topografo	7:00am	Luis Sanchez			
19	LAURA NATALIA GOMEZ GUZMAN	Arqueologa	7:00am				
20	CRISTHIAN EVERT COLORADO ROA	Aux. Topografo	7:00am	Cristhian Colorado.			
21	VICTOR MATIAS TERNERA	Ing. Calidad	7:00 am	Victor M.T.			
22	CINTHIA MILENA HOMEZ ALVAREZ	Prof. Social	7:00 am				
23	ANDRES RICARDO ROMERO TORRES	Eléctrico	7:00am				
24	JHON ELIECER GARCIA PINEDA	Eléctrico	7:00am				

Fuente: Elaboración propia.

Figura 3
Registro fotográfico

Fuente: Elaboración propia.

Figura 4
Registro fotográfico

Fuente: Elaboración propia.

Figura 5
Registro fotográfico

Fuente: Elaboración propia.

Figura 6
Registro fotográfico

Fuente: Elaboración propia.

Figura 7
Registro fotográfico

Fuente: Elaboración propia.

11. REFERENCIAS

- Comisión de Regulación de Energía y Gas (CREG). (2018). Resolución 030 de 2018 sobre autogeneración a pequeña escala y generación distribuida . Bogotá: CREG.
- Asociación de Normas IEEE (2018). Estándar IEEE 1451: Estándar para la interfaz de transductores inteligentes para sensores . Piscataway, NJ: IEEE.
- Comisión Electrotécnica Internacional (IEC). (2019). IEC 60364 – Instalaciones eléctricas de baja tensión . Ginebra: IEC.
- ISO. (2015). ISO 13374 - Monitorización del estado y diagnóstico de máquinas . Ginebra: ISO.
- Lorenzo, E. (1994). Energía solar fotovoltaica: Fundamentos, tecnología y aplicaciones . Universidad Politécnica de Madrid.
- Márquez, A.C. (2007). Mantenimiento centrado en confiabilidad . Alfaomega.
- Ministerio de Minas y Energía de Colombia. (2023). RETIE - Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas . Bogotá: MinMinas.
- OPS Colombia. (2025). Estudio de costos y beneficios de sistemas fotovoltaicos residenciales en Colombia . Bogotá: OPS.
- Ríos, ME (2016). Formulación y evaluación económica de proyectos . Ecoe Ediciones.
- Silva, JA (2017). Instalaciones eléctricas residenciales y comerciales . Ediciones de la U.
- Bouygues. (2025). Annual results 2024: Group sales and COPA. Bouygues Corporate. https://www.bouygues.com
- Constructora Bolívar. (2022). Informe de sostenibilidad 2022. Constructora Bolívar. https://www.constructorabolivar.com
- Conconcreto. (2021). Informe de sostenibilidad 2021. Conconcreto S.A. https://www.conconcreto.com
- Enel X. (2024). Portafolio de soluciones energéticas en Colombia. Enel X. https://www.enelx.com/co
- Giraldo López, S. A. (2022). Diseños eléctricos y de iluminación en la empresa Conconcreto S.A. (Informe de práctica profesional, Universidad de Antioquia). Repositorio Institucional UdeA. https://bibliotecadigital.udea.edu.co/bitstreams/8442bdb0-c7a2-4f38-8864-a81d1519a187/download
- Ministerio de Minas y Energía. (2001). *Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público (RETILAB)*. Bogotá: MinMinas.
- International Organization for Standardization. (2018). *ISO 50001:2018 Energy management systems – Requirements with guidance for use*. ISO.
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC). (s. f.). Normas Técnicas Colombianas (NTC). ICONTEC. https://www.icontec.org
- International Electrotechnical Commission (IEC). (2019). Standards and publications. IEC. https://www.iec.ch
- Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE). (2020). IEEE Standards. IEEE.https://standards.ieee.org

- Congreso de Colombia. (2024). Ley 2407 de 2024. Por medio de la cual se adoptan medidas para promover el uso racional y eficiente de energía, se establecen lineamientos para los planes de eficiencia energética de las entidades públicas, se incentivan construcciones sostenibles y se dictan otras disposiciones. Diario Oficial 52.839. https://www.anla.gov.co/07rediseureka2024/normativa/leyes/ley-2407-de-2024-uso-racional-y-eficiente-de-la-energia-planes-de-eficiencia-energetica-de-las-entidades-publicas