

PRACTICA EMPRESARIAL COMO AUXILIARES DE ING. ELÉCTRICA

Rediseño de la instalación eléctrica de la plaza de mercado San Francisco del municipio
de Bucaramanga

Jhoan Sebastián Ospina Serrano, Karelly Vanessa Silva Quintero

Trabajo de grado para optar por el título de ingenieros electricistas

Director

José David Cortes Torres

Msc. En Ingeniería Eléctrica

Codirector

Oscar Arnulfo Quiroga Quiroga

PhD en Ingeniería

Universidad Industrial de Santander

Facultad de ingenierías Fisicomécanicas

Escuela de Ingenierías Eléctrica Electrónica y Telecomunicaciones

Bucaramanga

2025

Dedicatoria

A mis abuelos y a mis padres, dedico este trabajo de grado, ya que sin el apoyo incondicional de ellos este logro no sería posible.

Jhoan Sebastián Ospina Serrano

A mi madre Nidia, cuyo amor y apoyo incondicional han sido mi mayor fortaleza y mi fuente constante de inspiración.

Karelly Vanessa Silva Quintero

Agradecimientos

A Dios, por iluminar mi mente y fortalecer mi espíritu en los momentos más desafiantes. Cada desafío superado ha sido una oportunidad para crecer, aprender y confiar.

A mis padres, quiero expresar mi eterna gratitud por su amor, apoyo incondicional y sacrificios que han hecho posible cada paso en mi educación y desarrollo. Su aliento y confianza han sido mi mayor motivación. Este logro no habría sido posible sin su constante respaldo.

Jhoan Sebastián Ospina Serrano

A Dios, por acompañarme a lo largo de esta fase de mi vida, permitiéndome alcanzar cada uno de mis sueños y brindándome apoyo en los momentos más desafiantes. A mis queridos padres, Nidia y Jairo, les agradezco de corazón por su amor incondicional, apoyo constante y los sacrificios que han realizado para que pudiera alcanzar esta meta tan importante.

A mi adorable hermanita Emma, a pesar de sus pocos años de vida, ha sido mi principal fuente de inspiración para completar este proyecto. A mi compañero de proyecto de grado, Johan Ospina, agradezco no solo su colaboración como compañero en este proceso, sino también su constante compañía, apoyo y comprensión que me brindo para superar los desafíos que surgieron en el camino.

Quiero expresar mi sincero agradecimiento a mis respetados docentes, quienes han sido una fuente constante de inspiración, con especial reconocimiento al Ingeniero José Cortes por su valiosa guía y consejos durante la elaboración de este proyecto. Mi gratitud se extiende a cada persona que generosamente brindó su ayuda y compañía a lo largo de este proceso tan significativo.

Karely Vanessa Silva Quintero

Tabla de contenido

Introducción	12
1. Objetivos	16
1.1 Objetivo general.....	16
1.2 Objetivos específicos	16
2. Resumen general del proyecto	17
2.1 Normas.....	17
2.2 Tipo de servicio	17
2.3 Número de usuarios	17
2.4 Demanda máxima inicial.....	17
2.5 Demanda máxima estimada	18
2.6 Cantidad de transformadores	18
2.7 Acometidas.....	18
2.8 Cantidad de medidores.....	19
2.9 Bombas.....	19
2.10 Plantas.....	20
2.11 Circuito alimentador	21
3. Metodología	21
3.1 Visita de inspección y reconocimiento.....	22

3.2	Diseño eléctrico (Ítems de diseño RETIE que aplican)	23
3.2.1	Análisis y cuadros de cargas iniciales y futuras, incluyendo análisis de factor de potencia y armónicos. (APLICA)	25
3.2.2	Análisis de coordinación de aislamiento eléctrico. (NO APLICA)	25
3.2.3	Análisis de cortocircuito y falla a tierra. (APLICA)	25
3.2.4	Análisis de nivel de riesgo por rayos y medidas de protección contra rayos. (APLICA)	26
3.2.5	Análisis de riesgos de origen eléctrico y medidas para mitigarlos. (APLICA).....	26
3.2.6	Análisis del nivel tensión requerido. (APLICA).....	26
3.2.7	Cálculo de campos electromagnéticos. (NO APLICA)	27
3.2.8	Cálculo de transformadores incluyendo los efectos de los armónicos y factor de potencia en la carga. (APLICA)	27
3.2.9	Cálculo del sistema de puesta a tierra. (APLICA).....	27
3.2.10	Cálculo económico de conductores, teniendo en cuenta todos los factores.....	28
	de pérdidas, las cargas resultantes y los costos de la energía. (APLICA).....	28
3.2.11	Verificación de los conductores, teniendo en cuenta el tiempo de disparo de los interruptores, la corriente de cortocircuito de la red y la capacidad de corriente del conductor de acuerdo con la norma IEC 60909, IEEE 242, capítulo 9 o equivalente. (APLICA)	28
3.2.12	Cálculo mecánico de estructuras y elementos de sujeción de equipos. (APLICA)	29
3.2.13	Cálculo y coordinación de protecciones contra sobre corrientes. (APLICA)	29
3.2.14	Cálculo de canalizaciones (tubo, ductos, canaletas y electroductos) y volumen de encerramientos (cajas, tableros, conduletas, etc.). (APLICA).....	30
3.2.15	Cálculos de pérdidas de energía, teniendo en cuenta los efectos de armónicos y factor de potencia. (APLICA)	30

3.2.16 Cálculos de regulación. (APLICA)	30
3.2.17 Clasificación de área. (NO APLICA)	31
3.2.18 Elaboración de diagramas unifilares. (APLICA)	31
3.2.19 Elaboración de planos y esquemas eléctricos para construcción. (APLICA)	31
3.2.20 Especificaciones de construcción complementarias a los planos, incluyendo las de tipo técnico de equipos y materiales y sus condiciones particulares. (NO APLICA)	31
3.2.21 Establecer las distancias de seguridad requeridas. (APLICA).....	32
3.2.22 Justificación técnica de desviación de la NTC 2050 cuando sea permitido, siempre y cuando no comprometa la seguridad de las personas o de la instalación. (NO APLICA) ...	32
3.2.23 Los demás estudios que el tipo de instalación requiera para su correcta y segura operación, tales como condiciones sísmicas, acústicas, mecánicas o térmicas. (NO APLICA).....	32
4. Conclusiones	33
Referencias Bibliográficas	35

Lista de tablas

Tabla 1. Cantidad usuarios plaza San Francisco	17
Tabla 2. Demanda inicial plaza San Francisco	17
Tabla 3. Demanda estimada plaza San Francisco	18
Tabla 4. Cantidad de medidores	19
Tabla 5. Parámetros planta seleccionada	20
Tabla 6. Retie 10.1 diseño de las instalaciones eléctricas	23

Glosario

Aislamiento eléctrico: aislamiento aplicado a las partes vivas para prevenir contacto eléctrico. (Definición RETIE 2013). Capacidad o Potencia Instalada: También conocida como carga conectada, es la sumatoria de las cargas en kVA continuas y no continuas, previstas para una instalación de uso final. Igualmente, es la potencia nominal de una central de generación, subestación, línea de transmisión o circuito de la red de distribución. (Definición RETIE 2013).

Coordinación de protecciones: consiste en la selección y configuración de la serie de dispositivos de protección desde la carga corriente arriba hasta la fuente de energía. Esto se logra con una comparación de los tiempos de operación como respuesta ante distintos niveles de sobre corriente en todos los dispositivos.

Distancia de Seguridad: distancia mínima alrededor de un equipo eléctrico o de conductores energizados, necesaria para garantizar que no habrá accidente por acercamiento de personas, animales, estructuras, edificaciones o de otros equipos. (Definición RETIE 2013).

Instalación eléctrica: el conjunto de circuitos eléctricos concebido para dotar de energía eléctrica a edificios, inmuebles, infraestructuras, oficinas, etc. Una instalación de este tipo incluye todos los equipos, cables y microsistemas necesarios para dotar de energía al espacio y permitir la conexión de diferentes aparatos eléctricos.

Memorias de Cálculo: las memorias de cálculo son métodos estructurados y detallados de ingeniería para el desarrollo de proyectos, donde se establecen las bases y criterios necesarios para asegurar su óptimo diseño. La principal función de las memorias de cálculo es contar con un respaldo, con el cual el proyectista o constructor evaluó o diseñó equipos dinámicos, ductos,

PRACTICA EMPRESARIAL COMO AUXILIARES DE ING. ELÉCTRICA

conductores, centros de distribución, etc. Y, además, sirven para entender cada uno de los criterios con los que se determinan los aspectos más importantes de ingeniería.

Norma ESSA: el cubrimiento que hace esta norma abarca las redes y subestaciones de distribución, lo mismo que las acometidas de media y baja tensión. Igualmente, se aplica a toda nueva instalación o ampliación a partir de su entrada en vigor.

NTC 2050: es una norma acorde a la invención de tecnologías en un ámbito global relacionadas a la eficiencia energética, sin dejar de lado las técnicas y materiales que se pueden implementar en las instalaciones eléctricas.

RETIE: el RETIE (Reglamento técnico de instalaciones eléctricas) es un documento técnico-legal para Colombia expedido por el ministerio de Minas y energía. En él se pueden encontrar los parámetros más importantes que deben ser tenidos en cuenta al momento de diseñar, construir, mantener y modificar una instalación eléctrica en Colombia de la manera más segura posible.

Regulación de voltaje: sirve para controlar la tensión y estabilizar las variaciones de voltaje en un sistema de suministro eléctrico, al mantenerlo en un rango específico mediante el uso de un dispositivo diseñado para mantener la estabilidad de un flujo de corriente.

Resumen

Título: Rediseño de la instalación eléctrica de la plaza de mercado San Francisco del municipio de Bucaramanga. *

Autor: Jhoan Sebastián Ospina Serrano, Karelly Vanessa Silva Quintero. **

Palabras clave: Redes eléctricas, Conexiones eléctricas irregulares, Eficiencia, Rediseño integral, Instalación eléctrica, RETIE, NTC-2050, Pérdidas de energía.

Descripción: La Alcaldía de Floridablanca debe restaurar la plaza del mercado San Francisco para solucionar problemas de inseguridad, deterioro de su infraestructura y fallas en los servicios públicos, lo cual es una obligación legal derivada de una acción popular. La renovación se centrará en la modernización del sistema eléctrico, que actualmente es obsoleto y propenso a conexiones irregulares. El proyecto, que busca mejorar la calidad del servicio, reducir el robo de energía y garantizar la seguridad de los usuarios, se diseñará según las normas colombianas RETIE y NTC-2050.

* Trabajo de Grado

** Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas. Escuela de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones. Ingeniería eléctrica. Director: José David Cortés Torres. Msc. En Ingeniería eléctrica. Codirector: Óscar Arnulfo Quiroga Quiroga. PhD en Ingeniería.

Abstract

Title: Redesign of the electrical installation of the San Francisco market square in the municipality of Bucaramanga.

Author: Jhoan Sebastián Ospina Serrano, Karelly Vanessa Silva Quintero. **

Keywords: Electrical networks, Irregular electrical connections, Efficiency, Comprehensive redesign, Electrical installation, RETIE, NTC-2050, Energy losses.

Description: The Floridablanca Mayor's Office must restore the San Francisco market square to address security issues, deteriorating infrastructure, and utility failures, as a legal obligation stemming from a popular action. The renovation will focus on modernizing the electrical system, which is currently obsolete and prone to irregular connections. The project, which seeks to improve service quality, reduce energy theft, and ensure user safety, will be designed according to Colombian RETIE and NTC-2050 standards.

* Degree Work

** Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas. Escuela de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones. Ingeniería eléctrica. Director: José David Cortés Torres. Msc. En Ingeniería eléctrica. Codirector: Óscar Arnulfo Quiroga Quiroga. PhD en Ingeniería.

Introducción

En un escenario en el que los organismos reguladores y de supervisión, como la Comisión de Regulación de Energía y Gas (CREG), la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios (SSPD) y el Departamento Nacional de Planeación (DNP), priorizan la calidad en la prestación de servicios eléctricos, se plantea un desafío significativo. La seguridad tanto de los equipos eléctricos como de las personas que interactúan con estos equipos se erige como un factor crítico, considerando que el riesgo eléctrico es una constante latente en esta ecuación. Por consiguiente, las regulaciones actuales se enfocan en la mejora de la eficiencia, la optimización de los servicios y la seguridad, tanto en lo que respecta a los equipos conectados a las instalaciones eléctricas como a los individuos que operan dichos equipos.

En este contexto, como **practicantes en el departamento de alumbrado público** se nos asignó la tarea de abordar un reto específico relacionado con la plaza de mercado de San Francisco, un lugar de vital importancia para la comunidad local, donde las familias abastecen sus necesidades básicas. Tras una inspección visual llevada a cabo por un equipo de ingenieros de la alcaldía de Bucaramanga, se han identificado una serie de irregularidades significativas. En particular, se destaca la carencia de un servicio eléctrico adecuado con una conexión eléctrica segura. Esta situación implica que los usuarios de la plaza de mercado se encuentran conectados sin medidores ni dispositivos de protección, lo que conlleva un riesgo constante de fallas que podrían afectar a los usuarios.

Además, se ha observado que los conductores y las instalaciones eléctricas se encuentran en mal estado, la iluminación interior es insuficiente y faltan canalizaciones adecuadas. Este conjunto de deficiencias resalta la ausencia de un diseño eléctrico óptimo, lo que afecta tanto la eficiencia energética como la seguridad de las instalaciones y la comunidad en su conjunto. Ante

esta problemática, resulta urgente y esencial implementar una solución que cumpla con las especificaciones estipuladas en la normativa para los cálculos eléctricos, además de reconfigurar el sistema de distribución, **excluyendo el alumbrado interior**. Todo ello se llevará a cabo conforme a los estándares de la Electrificadora de Santander S.A. (ESSA) y las regulaciones pertinentes, como la Norma Técnica Colombiana (NTC) 2050 y el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE). Este enfoque persigue asegurar una prestación de servicios eléctricos constante y de alta calidad, con el objetivo de satisfacer las necesidades de los usuarios y preservar la seguridad de la comunidad en general.

Justificación

La presente iniciativa surge de la necesidad de optimizar la funcionalidad y seguridad de las instalaciones eléctricas de la Plaza de Mercado San Francisco. El proyecto se fundamenta en bajo los estándares y la normativa eléctrica colombiana, incluyendo el Código Eléctrico Colombiano NTC 2050, el Reglamento Técnico de Iluminaciones y Alumbrado Público RETILAP, y el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas RETIE. El objetivo primordial es garantizar la prestación de un servicio eléctrico de alta calidad y que salvaguarde la integridad de los usuarios y trabajadores de la plaza.

En nuestro rol como futuros ingenieros electricistas, asumimos la responsabilidad de proponer soluciones que promuevan una gestión energética responsable y eficiente. En este contexto, se ha emprendido una **práctica empresarial** cuyo propósito trasciende la mera aplicación de los conocimientos adquiridos durante nuestra formación académica. A través del desafío que implica realizar el rediseño de la instalación eléctrica de la plaza, buscamos generar un impacto positivo en la comunidad, elevando los niveles de seguridad para sus usuarios protegiendo los equipos susceptibles a las consecuencias de una operación deficiente o fallas en el sistema eléctrico actual.

Es relevante señalar que la ejecución de este proyecto se enmarca en la modalidad de práctica empresarial, formalizada mediante un convenio de cooperación interinstitucional suscrito entre la Alcaldía de Bucaramanga y la Universidad Industrial de Santander (convenio N° 153 de septiembre de 2020 y su acuerdo modificadorio N° 04, formalizado el 23 de noviembre de 2022). Este acuerdo bilateral tiene como objetivo establecer una colaboración entre ambas entidades para la ejecución de proyectos que contribuyan a la mejora de las instalaciones eléctricas en la Plaza de Mercado San Francisco.

Antecedentes

La intervención en las locaciones de la Plaza de Mercado San Francisco surge como respuesta a una acción popular presentada por el concejal Jorge Édgar Flórez Herrera en el año 2018. Este proyecto se hace imperativo debido a la inseguridad y deterioro evidente en la plaza, relacionados con problemas en la infraestructura física, redes hidráulicas, sistema de alcantarillado y redes eléctricas.

Durante la evaluación de la plaza, se constató el mal estado de los conductores e instalaciones eléctricas, así como la insuficiente iluminación interior y la carencia de canalizaciones adecuadas. Estas deficiencias revelan la ausencia de un diseño eléctrico eficiente, impactando negativamente en la eficiencia energética y la seguridad de las instalaciones y la comunidad.

Ante este panorama, se hace indispensable implementar una solución que cumpla con las normativas para cálculos eléctricos y permita la reconfiguración del sistema de distribución, este enfoque busca asegurar una prestación constante y de alta calidad de servicios eléctricos, manteniendo un equilibrio adecuado entre seguridad y costos para satisfacer las necesidades de los usuarios y preservar la seguridad de la comunidad en general. Este proyecto representa un compromiso con la mejora integral de la infraestructura eléctrica de la Plaza de Mercado San Francisco, contribuyendo así al bienestar y desarrollo sostenible de la comunidad.

1. Objetivos

1.1 Objetivo general

Rediseñar las instalaciones eléctricas de la plaza de mercado San Francisco del municipio de Bucaramanga, de acuerdo con las normas vigentes colombianas: Código Eléctrico Colombiano NTC 2050 (segunda actualización) y Reglamento técnico de Instalaciones Eléctricas RETIE 2013.

1.2 Objetivos específicos

Realizar una serie de actividades preliminares las cuales estén enfocadas en el análisis del estado actual de la instalación eléctrica en la plaza de mercado San Francisco del municipio de Bucaramanga.

Dimensionar las acometidas y alimentadores de los tableros de distribución y de alumbrado general para garantizar la conexión eléctrica para todos los locales de la plaza de mercado San Francisco.

Elaborar los entregables requeridos de la red de distribución de baja tensión incluyendo la memoria de cálculo, diagrama unifilar y planos eléctricos basados en el RETIE 10.1, NTC 2050 y de las normas del operador de la red ESSA.

2. Resumen general del proyecto

2.1 Normas

En todas las fases del desarrollo de la práctica empresarial, es imperativo observar las normativas nacionales y regionales específicas vigentes, las cuales, al ser de carácter reglamentario, no admiten flexibilidad en su cumplimiento, se tuvieron en cuenta:

- Reglamento técnico de instalaciones eléctricas RETIE vigente.
- Código eléctrico colombiano NTC 2050, Segunda actualización.
- Normas para cálculo y diseño de sistemas de distribución, ESSA.

2.2 Tipo de servicio

Comercial (Plaza de mercado San Francisco).

2.3 Número de usuarios

Tabla 1. Cantidad usuarios plaza San Francisco

Descripción	Cantidad
Cantidad de locales de la plaza de mercado San Francisco	951

2.4 Demanda máxima inicial

Tabla 2. Demanda inicial plaza San Francisco

Descripción	Demanda [kVA]
Demanda máxima actual de la plaza de mercado San Francisco	165

2.5 Demanda máxima estimada

Tabla 3. Demanda estimada plaza San Francisco

Descripción	Demanda (kVA)
Demanda máxima estimada teniendo en cuenta la construcción de una subestación eléctrica	372
Demanda máxima estimada teniendo en cuenta el factor de crecimiento de la carga a 25 años.	465

2.6 Cantidad de transformadores

De acuerdo con la estimación de carga realizada en la plaza San Francisco se contempla la implementación de una subestación eléctrica, la selección de componentes para esta subestación incluirá la utilización de un transformador de 500 [kVA], para asegurar el suministro energético adecuado. Sin embargo, la elaboración de ingeniería a detalle y las especificaciones técnicas correspondientes al diseño integral de la subestación eléctrica de transformación, incluyendo sus componentes primarios y secundarios, sistemas de protección, control y puesta a tierra, no se encuentra contemplada dentro de los límites del alcance del proyecto actual como practicantes del departamento de alumbrado público.

2.7 Acometidas

El proyecto se estructura mediante cuatro acometidas, de las cuales tres están destinadas a proporcionar alimentación a tres tableros generales de baja tensión (TGBT). Estos TGBT, a su vez, albergan los tableros individuales de 24 cuentas cada uno.

También se dispone de una cuarta acometida la cual conecta directamente la salida trifásica del transformador con el barraje principal.

Es relevante destacar que los detalles pormenorizados y los parámetros específicos de estas acometidas se encuentran debidamente consignados en la memoria de cálculo RETIE la cual se encuentra en la carpeta de documentos adicionales.

2.8 Cantidad de medidores

Tabla 4. Cantidad de medidores

Descripción	Cantidad
Tablero de medidores de 24 cuentas.	40

El proyecto planea la implementación de 40 tableros de medición electrónica de medida directa, cada uno de los cuales está configurado para gestionar de 22 a 24 cuentas individuales.

Es esencial destacar que cada medidor propuesto para su instalación debe estar respaldado por un certificado de producto emitido en cumplimiento con las disposiciones establecidas por el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE).

2.9 Bombas

Dado que el proyecto está vinculado a una plaza de mercado, la cual anticipa un significativo flujo de personas, salvaguardar de la integridad de los individuos se vuelve de primordial importancia. Con este propósito, se contempla la implementación de dos bombas específicas: una bomba contra incendios con una capacidad de 50 [kVA] y una bomba de agua con una capacidad de 16.282 [kVA]. Se precisa aclarar que la ingeniería de detalle y las

especificaciones técnicas correspondientes al diseño pormenorizado de estos sistemas de bombeo se encuentran excluidas del alcance de la práctica empresarial ya que este no requiere llegar hasta el punto de realizar un análisis de tal magnitud como el diseño especializado de bombas; habiéndose considerado únicamente las cargas eléctricas nominales de los equipos, las cuales fueron proporcionadas por los tutores asignados a la práctica empresarial.

2.10 Plantas

El proyecto contempla la instalación de una planta que se encargará exclusivamente de proporcionar la potencia necesaria para la bomba contra incendios en situaciones de emergencia, con el propósito de salvaguardar la seguridad de los usuarios de la Plaza San Francisco. En lo referente a la iluminación general, de acuerdo con el diseño realizado por los ingenieros de la alcaldía de Bucaramanga, se ha implementado un sistema que involucra la instalación de luminarias. Estas luminarias están equipadas con baterías internas que se cargan automáticamente en ausencia de suministro eléctrico, ofreciendo una duración aproximada de 1 hora para asegurar la continuidad lumínica en el interior de la plaza. Es importante mencionar que el diseño detallado de esta se excluye del alcance de la práctica empresarial.

Tabla 5. Parámetros planta seleccionada

Planta de emergencia
Motor: Diesel Cummins
48 HP. 1500 rpm.
Potencia: 50 kVA /
40kW
Tensión: 110-220 V

2.11 Circuito alimentador

Se dispone de servicio de media tensión proveniente de las redes existentes de distribución de media tensión de la ESSA para la alimentación de la Subestación (Transformador requerido de 500 kVA).

3. Metodología

Como practicantes adscritos al Departamento de Alumbrado Público, en el marco de nuestra formación profesional como futuros ingenieros, se presenta la oportunidad de abordar la solución a un problema que surgió principalmente debido a la demanda que se impuso a la alcaldía la cual hizo tomar riendas instantáneamente en la oficina de alumbrado público. En el contexto de nuestra práctica empresarial, se nos ha asignado la responsabilidad de ejecutar el proyecto de rediseño integral de la instalación eléctrica de la Plaza de Mercado de San Francisco.

Este proyecto surge como respuesta directa a una necesidad técnica previamente diagnosticada, lo que ha derivado en la definición de objetivos específicos y la asignación de responsabilidades inherentes a la presente metodología. La estructura metodológica se articula en las siguientes fases:

Fase 1: Levantamiento de Información

- **Realización de Visitas Técnicas Preliminares:** Se llevaron a cabo inspecciones visuales en las instalaciones existentes de la Plaza de Mercado de San Francisco. El objetivo principal de estas visitas es la identificación pormenorizada de las necesidades técnicas, incluyendo la evaluación del estado actual de la infraestructura eléctrica, la detección de deficiencias, el análisis de las cargas instaladas y proyectadas y la identificación de áreas

críticas o de potencial mejora. Se documentarán las observaciones mediante registros fotográficos.

Fase 2: Definición de Criterios de Diseño Eléctrico

- **Consideración de Elementos Técnicos y Normativos Aplicables:** En esta fase, se procederá a la identificación y análisis de los elementos fundamentales que regirán el diseño eléctrico.

Esta metodología inicial establece el marco de trabajo para el rediseño de la instalación eléctrica y las fases subsiguientes se detallaron en esta etapa inicial del proyecto, incluyendo el desarrollo del diseño conceptual, la elaboración de planos y especificaciones técnicas.

3.1 Visita de inspección y reconocimiento

Durante el transcurso de la práctica, se llevaron a cabo dos visitas de inspección y verificación a las instalaciones de la plaza de mercado San Francisco. El propósito de estas visitas fue realizar un reconocimiento de las instalaciones eléctricas existentes y evaluar las necesidades específicas.

Este análisis integral tenía como objetivo proporcionar la base necesaria para el diseño de nuevas instalaciones que respondieran eficazmente a las demandas y requisitos actuales. Se pudo constatar que una porción significativa de las instalaciones eléctricas existentes exhibía un estado de deterioro notable, representando un riesgo potencial para los usuarios de la plaza. Este hallazgo se fundamenta en la evidencia visual capturada durante las inspecciones, como se ilustra en las imágenes adjuntas. La identificación de estos problemas estructurales y de seguridad se convierte en un componente esencial para la planificación y ejecución efectiva del nuevo diseño, asegurando

así la mejora sustancial de la infraestructura eléctrica en beneficio de los usuarios y trabajadores de la plaza de mercado San Francisco. Se realiza un informe de visita de inspección visual de la estructura eléctrica de la plaza de mercado San Francisco, el cual se encuentra contenido en la carpeta de documentos adicionales.

3.2 Diseño eléctrico (Ítems de diseño RETIE que aplican)

En virtud de la proyección de demanda estimada en 465[kVA] y la tensión de línea de alimentación establecida en 220 [V], se procederá a implementar un diseño detallado conforme al artículo 10 del Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE). Este proceso de diseño abarcará diversos ítems para asegurar la conformidad con las normativas y estándares establecidos. Entre los elementos contemplados en el diseño de la instalación eléctrica se incluyen:

Tabla 6. RETIE 10.1 Diseño de las instalaciones eléctricas

ITEM	APLICA	NO APLICA
A. Análisis y cuadros de cargas iniciales y futuras, incluyendo análisis de factor de potencia y armónicos.	X	
B. Análisis de coordinación de aislamiento eléctrico.		X
C. Análisis de cortocircuito y falla a tierra.	X	
D. Análisis de nivel de riesgo por rayos y medidas de protección contra rayos.	X	
E. Análisis de riesgos de origen eléctrico y medidas para mitigarlos.	X	
F. Análisis del nivel tensión requerido.	X	
G. Cálculo de campos electromagnéticos.		X

H. Cálculo de transformadores incluyendo los efectos de los armónicos y factor de potencia en la carga.	X	
I. Cálculo del sistema de puesta a tierra	X	
J. Cálculo económico de conductores, teniendo en cuenta todos los factores de pérdidas, las cargas resultantes y los costos de la energía	X	
K. Verificación de los conductores, teniendo en cuenta el tiempo de disparo de los interruptores, la corriente de cortocircuito de la red y la capacidad de corriente del conductor de acuerdo con la norma IEC 60909, IEEE 242, capítulo 9 o equivalente.	X	
L. Cálculo mecánico de estructuras y elementos de sujeción de equipos.	X	
M. Cálculo y coordinación de protecciones contra sobre corrientes.	X	
N. Cálculo de canalizaciones (tubo, ductos, canaletas y electroductos) y volumen de encerramientos (cajas, tableros, conduletas, etc.).	X	
O. Cálculos de pérdidas de energía, teniendo en cuenta los efectos de armónicos y factor de potencia	X	
P. Cálculos de regulación	X	
Q. Clasificación de área		X
R. Elaboración de diagramas unifilares	X	
S. Elaboración de planos y esquemas eléctricos para construcción	X	
T. Especificaciones de construcción complementarias a los planos, incluyendo las de tipo técnico de equipos y materiales y sus condiciones particulares		X
U. Establecer las distancias de seguridad requeridas	X	
V. Justificación técnica de desviación de la NTC 2050 cuando sea permitido, siempre y cuando no comprometa la seguridad de las personas o de la instalación		X

W. Los demás estudios que el tipo de instalación requiera para su correcta y segura operación, tales como condiciones sísmicas, acústicas, mecánicas o térmicas.	X
---	----------

3.2.1 Análisis y cuadros de cargas iniciales y futuras, incluyendo análisis de factor de potencia y armónicos. (APLICA)

Se realizaron los respectivos cuadros de cargas y sus cálculos. Este análisis fue crucial y necesario para realizar la estimación de demanda de la plaza y el dimensionamiento del sistema eléctrico para así asegurar un funcionamiento eficiente y la seguridad en todos los espacios del proyecto.

3.2.2 Análisis de coordinación de aislamiento eléctrico. (NO APLICA)

Un análisis adicional de coordinación de aislamiento eléctrico no se requiere para este proyecto ya que la red de MT ya se encuentra diseñada en concordancia con las normativas de ESSA y la Guía Metodológica GM-03.

3.2.3 Análisis de cortocircuito y falla a tierra. (APLICA)

La realización del estudio de cortocircuito y falla a tierra es un requisito técnico aplicable al diseño eléctrico del proyecto de la plaza de mercado. Fundamentado en la norma IEC 60909, este análisis permite la verificación del cumplimiento de los estándares de seguridad, al evaluar la aptitud del sistema eléctrico para gestionar adecuadamente las corrientes derivadas de condiciones de cortocircuito, considerando la capacidad de cortocircuito del transformador como parámetro crítico. Este procedimiento asegura la seguridad y la continuidad del servicio eléctrico en la instalación.

3.2.4 Análisis de nivel de riesgo por rayos y medidas de protección contra rayos.

(APLICA)

El análisis de riesgo por descargas atmosféricas si aplica para el proyecto, ya que este es crucial para la evaluación de amenazas a la estructura. Pese a una densidad de descargas a tierra moderada en Bucaramanga, el estudio nos garantiza la consideración de los posibles daños mecánicos y fallos de sistemas. La necesidad de implementar un Sistema Integral de Protección contra Rayos (SIPRA) se determinará en función de los resultados de este análisis, asegurando la adopción de medidas de protección idóneas y conformes a los estándares para la mitigación efectiva de riesgos asociados a fenómenos atmosféricos.

3.2.5 Análisis de riesgos de origen eléctrico y medidas para mitigarlos. (APLICA)

La evaluación de riesgos y medidas para mitigarlos asociado al proyecto es un requisito técnico aplicable al diseño, dada la naturaleza de la infraestructura como plaza de mercado y su consecuente alta densidad de flujo de personas exige la priorización de la seguridad y la observancia normativa. Este análisis sistemático garantiza que la concepción del diseño eléctrico incorpore medidas para mitigar adecuadamente los riesgos potenciales identificados y cumpla rigurosamente con los estándares de protección estipulados por las regulaciones pertinentes.

3.2.6 Análisis del nivel tensión requerido. (APLICA)

La verificación del cumplimiento de los requerimientos de tensión especificados por el operador de red ESSA es una exigencia técnica aplicable al presente proyecto. El análisis de regulación de tensión resulta indispensable para asegurar que el sistema eléctrico proyectado opere dentro de los márgenes permisibles establecidos por la normativa de ESSA, garantizando así la calidad del suministro eléctrico a las cargas instaladas.

3.2.7 Cálculo de campos electromagnéticos. (NO APLICA)

La no aplicabilidad del análisis de campos electromagnéticos al presente proyecto se fundamenta en la naturaleza de la tensión involucrada, la cual se sitúa por debajo del umbral de 57,5 kV, clasificando la instalación eléctrica como de baja tensión. Esta determinación se sustenta en lo estipulado en el Artículo 14.4 del Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE), el cual define los criterios para el cálculo y la medición de campos electromagnéticos en instalaciones de mayor nivel de tensión. En consecuencia, al no superar el límite establecido, el análisis específico de campos electromagnéticos no resulta pertinente para el alcance de este proyecto de baja tensión.

3.2.8 Cálculo de transformadores incluyendo los efectos de los armónicos y factor de potencia en la carga. (APLICA)

La aplicabilidad de este ítem al proyecto se determinó al considerar, en la etapa de selección del transformador, la estimación de la demanda máxima diversificada, el factor de potencia de la carga y la influencia de efectos armónicos. Este análisis asegura que el transformador seleccionado posea la capacidad nominal suficiente para alimentar las cargas del proyecto bajo condiciones operativas nominales y con distorsión armónica, optimizando así la eficiencia del sistema de potencia y minimizando los efectos nocivos de los armónicos en la red.

3.2.9 Cálculo del sistema de puesta a tierra. (APLICA)

La aplicabilidad de este análisis al proyecto se reconoce; no obstante, su desarrollo no se concretó debido a la naturaleza intrínseca de la práctica profesional, cuyo alcance delimitado no exigía la profundización hasta este nivel de detalle. Adicionalmente, la decisión de no ejecutar esta actividad se fundamentó en una serie de factores técnicos, incluyendo la complejidad inherente al

estudio requerido y las limitaciones operativas impuestas por el cronograma y el alcance definidos para la presente práctica profesional. Se recomienda enfáticamente la realización de un cálculo de SPT en una fase futura del proyecto o en etapas subsiguientes, con el objetivo de garantizar la seguridad del sistema de protección ante eventos de falla, preservando la integridad de la instalación y usuarios de la plaza.

3.2.10 Cálculo económico de conductores, teniendo en cuenta todos los factores de pérdidas, las cargas resultantes y los costos de la energía. (APLICA)

Se ratifica la aplicabilidad del cálculo económico de conductores al proyecto de la plaza. Este análisis, basado en la norma EPM guía metodológica N° 01, cuantifica las pérdidas de energía resistivas en los conductores, instalación y funcionamiento a lo largo del ciclo de vida del proyecto.

3.2.11 Verificación de los conductores, teniendo en cuenta el tiempo de disparo de los interruptores, la corriente de cortocircuito de la red y la capacidad de corriente del conductor de acuerdo con la norma IEC 60909, IEEE 242, capítulo 9 o equivalente. (APLICA)

La pertinencia de la verificación detallada de la coordinación de protecciones y la capacidad de soportar corrientes de cortocircuito por parte de los conductores se reconoce para el presente proyecto. No obstante, su desarrollo no se llevó a cabo debido a restricciones temporales y priorización de tareas inherentes a la etapa actual. Si bien la selección de conductores para la Plaza San Francisco consideró criterios de pérdidas energéticas, demanda de carga y seguridad, la verificación específica de la selectividad entre la capacidad de cortocircuito de los conductores y las características de actuación de los dispositivos de protección no se ejecutó de manera rigurosa, realizándose únicamente una evaluación preliminar. La selección de conductores y protecciones

se fundamentó en criterios de seguridad, eficiencia y las recomendaciones derivadas de la herramienta de cálculo Ecodial. Se recomienda enfáticamente la realización de un análisis de la coordinación de protecciones y la verificación de la capacidad de soportar cortocircuito de los conductores en una fase futura del proyecto o en etapas subsiguientes, con el objetivo de garantizar la correcta selectividad y el adecuado desempeño del sistema de protección ante eventos de falla, preservando la integridad de la instalación.

3.2.12 Cálculo mecánico de estructuras y elementos de sujeción de equipos.

(APLICA)

Aunque la implementación de este análisis se reconoce como una práctica aconsejable para la optimización del presente proyecto, su ejecución detallada no se llevó a cabo en la fase actual. Esta determinación se justifica por dos factores primordiales: la significativa complejidad del análisis mecánico de las estructuras y los elementos de sujeción en cuanto a canalizaciones, que requeriría un estudio exhaustivo y las restricciones temporales impuestas por el cronograma vigente del proyecto. En virtud de estas limitaciones, la selección del sistema de canalización para la plaza de mercado se fundamentó en la observancia de los estándares definidos por la clasificación normativa NEMA, garantizando una solución técnica apropiada dentro de las constricciones existentes. Se recomienda enfáticamente que un análisis exhaustivo de dicho calculo el cual incorpore la evaluación de las implicaciones mecánicas asociadas, se aborde como una actividad prioritaria en una etapa posterior del proyecto o en una iniciativa de continuidad.

3.2.13 Cálculo y coordinación de protecciones contra sobre corrientes. (APLICA)

Su aplicabilidad es crucial para el proyecto con el fin de asegurar la selectividad operativa de los dispositivos de protección ante eventos de falla, garantizando un despeje rápido y eficiente

de las mismas, lo cual es fundamental para la seguridad y la continuidad del servicio del sistema eléctrico.

3.2.14 Cálculo de canalizaciones (tubo, ductos, canaletas y electroductos) y volumen de encerramientos (cajas, tableros, conduletas, etc.). (APLICA)

La verificación del porcentaje de ocupación de bandejas portacables y ductos, en concordancia con los requerimientos de la NTC 2050, es un procedimiento técnico aplicable al presente proyecto. Este análisis garantiza que la selección y disposición de los sistemas de canalización se ajusten a los límites de ocupación permisibles, asegurando una instalación eléctrica dimensionada y eficiente. Los cálculos efectuados validan la idoneidad de las bandejas portacables y ductos especificados para las necesidades del proyecto.

3.2.15 Cálculos de pérdidas de energía, teniendo en cuenta los efectos de armónicos y factor de potencia. (APLICA)

La aplicación del cálculo de pérdidas de energía es un requerimiento técnico fundamental para el presente proyecto. Su ejecución resulta crucial para asegurar la eficiencia energética y la confiabilidad operativa del sistema eléctrico, garantizando así un rendimiento óptimo.

3.2.16 Cálculos de regulación. (APLICA)

Los cálculos de regulación de tensión es un procedimiento técnico aplicable al presente proyecto, siendo fundamental para la correcta selección del conductor eléctrico y la minimización de las pérdidas técnicas asociadas al sistema de distribución.

3.2.17 Clasificación de área. (NO APLICA)

En concordancia con el alcance del Artículo 500 de la NTC 2050-1 y los requerimientos del RETIE en relación con la clasificación y diseño de instalaciones en áreas peligrosas, no se considera necesario implementar medidas de diseño, selección de equipos o prácticas de instalación específicas para la prevención de riesgos de explosión en la Plaza de Mercado.

3.2.18 Elaboración de diagramas unifilares. (APLICA)

La elaboración de diagramas unifilares, en cumplimiento con los requerimientos del Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE), es una exigencia técnica aplicable al presente proyecto.

3.2.19 Elaboración de planos y esquemas eléctricos para construcción. (APLICA)

La elaboración de planos y esquemas eléctricos de construcción, en observancia de las disposiciones del Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE), es un requisito técnico aplicable al presente proyecto.

3.2.20 Especificaciones de construcción complementarias a los planos, incluyendo las de tipo técnico de equipos y materiales y sus condiciones particulares. (NO APLICA)

El desarrollo del presente proyecto se sujeta al cumplimiento mandatorio del Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE) 2013 y la Norma Técnica Colombiana NTC 2050. No obstante, en concordancia con la planificación inicial y la evaluación técnica preliminar, se determina que no es necesario efectuar análisis exhaustivos o complementarios adicionales a los ya documentados en relación con el cumplimiento normativo.

3.2.21 Establecer las distancias de seguridad requeridas. (APLICA)

Las distancias de seguridad del proyecto han sido establecidas en observancia de las prescripciones del Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE).

3.2.22 Justificación técnica de desviación de la NTC 2050 cuando sea permitido, siempre y cuando no comprometa la seguridad de las personas o de la instalación. (NO APLICA)

El proyecto cumple los lineamientos establecidos en la Norma Técnica Colombiana NTC 2050 y el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE). Durante las fases de diseño y planificación, no se identificó la necesidad de realizar desviaciones normativas, garantizando la integridad y seguridad del proyecto.

3.2.23 Los demás estudios que el tipo de instalación requiera para su correcta y segura operación, tales como condiciones sísmicas, acústicas, mecánicas o térmicas. (NO APLICA)

No se realizará un estudio adicional o detallado para este proyecto, al no identificarse la necesidad de análisis complementarios a los ya presentados, conforme a la planificación inicial.

NOTA: Para una mejor comprensión del RETIE 10.1 en el contexto de este proyecto, incluyendo el análisis detallado y la justificación de la aplicabilidad de cada uno de sus ítems, se ha dispuesto una carpeta de documentos adicionales. Dentro de esta, el documento denominado "Memoria de cálculo RETIE" contiene la información y el razonamiento técnico que fundamenta la aplicación o no de cada ítem normativo.

4. Conclusiones

Durante la práctica empresarial como auxiliares de ingeniería eléctrica del departamento de alumbrado público del municipio de Bucaramanga, se desarrolló el proyecto "REDISEÑO DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE LA PLAZA DE MERCADO SAN FRANCISCO DEL MUNICIPIO DE BUCARAMANGA". A pesar de las inconvenientes presentados durante el periodo de práctica, tales como la rotación de tutores que implicó ajustes en la selección de materiales de trabajo (planos, plantillas) y la carencia de equipos de medición específicos para la ejecución de ciertas actividades necesarias, los objetivos del proyecto se alcanzaron de manera satisfactoria en esta etapa inicial.

Se identificó como una limitante significativa para la ejecución del proyecto la restricción de espacio en la edificación existente. Esta condición demandó un enfoque estratégico en la distribución y optimización del espacio disponible para los componentes de la instalación eléctrica, como los tableros de medición de 24 cuentas, requiriendo soluciones de diseño que maximizaran la eficiencia y accesibilidad dentro de las limitaciones de espacio preexistentes.

El cumplimiento de los objetivos establecidos fue posible gracias a la aplicación de los conocimientos técnicos adquiridos durante nuestra formación académica, complementado con el la asesoría proporcionada por el director del proyecto y los diversos tutores de la Alcaldía que acompañaron nuestra práctica. Inicialmente, se llevaron a cabo actividades preliminares, enfocadas en el análisis detallado del estado actual de la instalación eléctrica de la Plaza de mercado. Este diagnóstico integral proporcionó una base sólida para la planificación y ejecución de las mejoras necesarias en la infraestructura eléctrica, permitiendo la identificación de áreas críticas que

requerían intervención prioritaria y la evaluación de posibles riesgos eléctricos que fueron considerados en el diseño propuesto.

La estimación de la demanda de carga para cada tipo de local presente en la Plaza de mercado se fundamentó en un análisis de las actividades comerciales específicas desarrolladas en cada sector. Esta evaluación permitió dimensionar de manera precisa la capacidad eléctrica requerida para satisfacer las necesidades energéticas de los diferentes establecimientos y usuarios de la plaza, asegurando un suministro eléctrico confiable, eficiente y adecuado para el óptimo desarrollo de las operaciones comerciales.

Finalmente, la elaboración de las memorias de cálculo eléctrico se realizó en estricta conformidad con los lineamientos técnicos y normativos vigentes aplicables a instalaciones eléctricas de baja tensión en Colombia, incluyendo el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE), la Norma Técnica Colombiana (NTC) 2050 (Código Eléctrico Colombiano) y norma para el cálculo y diseño de sistemas de distribución del operador de red ESSA. Esta documentación técnica detallada asegura la correcta implementación de las mejoras eléctricas, garantizando la seguridad y funcionalidad para los usuarios y trabajadores de la Plaza de mercado San Francisco.

Referencias Bibliográficas

EPM. (2012). Disposiciones generales para locales de subestación tipo interior. (RA8-014).

IEEE. (2001). ANSI-IEEE (std 242-2001).

IEEE. (2019). IEEE (std 3002.3-2018).

IEEE. (s.f). ANSI-IEEE (std 80/2003).

IEEE Guide for Safety in AC Substation Grounding, in IEEE Std 80-2013 (Revision of IEEE Std 80-2003/ Incorporates IEEE Std 80-2013/Cor 1-2015) , vol., no., pp.1-226, 15 May 2015, doi: 10.1109/IEEESTD.2015.7109078.

Instituto colombiano de normas técnicas y certificación ICONTEC (1998). Código Eléctrico Colombiano, Norma Técnica Colombiana NTC 2050. Santa fe de Bogotá, D.C.

Ministerio de minas y energía. (2008). Sistemas de puesta a tierra (SPT). (NTC 389/3).

Ministerio de minas y energía. (2010). RETILAP.

Ministerio de minas y energía. (2013). RETIE.

Núñez Manosalva, F.C, & Pinzón Silva, J.A. (2023) Modernización de la red de alumbrado público de la calle 45 del municipio de Bucaramanga utilizando el método de CAUE (método empleado para seleccionar el tipo de luminaria y el diseño fotométrico propuesto por la empresa encargada -Alcaldía de Bucaramanga-). [Trabajo de Grado para Optar al Título de Ingeniero Electricista, Universidad Industrial de Santander]. Repositorio de la Universidad Industrial de Santander.

Pita Laverde, S.A., Meneses Contreras, J.A., & Pacheco Plazas, J.C. (2023) Rediseño de las Instalaciones Eléctricas de la I. E. INEM Custodio García Rovira de Bucaramanga. [Trabajo de Grado para Optar al Título de Ingeniero Electricista, Universidad Industrial de Santander]. Repositorio de la Universidad Industrial de Santander.

PLANTA ELÉCTRICA DE 50 KVA. (s/f). Astroequipos. Recuperado el 12 de enero de 2024, de <https://www.astroequipos.com/pagina-del-producto/5-planta-el%C3%A9ctrica-de-50-kva>