



**UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA**

**Ingeniero de proyectos en apoyo a las diferentes actividades
realizadas en la empresa EC Ingeniería Eléctrica S.A.S.**

Autor

Óscar Andrés Gómez Sierra

Universidad de Antioquia
Facultad de Ingeniería
Departamento de ingeniería eléctrica

Medellín, Colombia

2020



**Ingeniero de proyectos en apoyo a las diferentes actividades
realizadas en la empresa EC Ingeniería Eléctrica S.A.S.**

Óscar Andrés Gómez Sierra

Informe final de prácticas académicas como requisito para optar al título de:
Ingeniero Electricista

Asesor interno:

Álvaro Jaramillo Duque

Profesor Departamento de Ingeniería Eléctrica

Asesor externo

Carlos Daniel Anaya Barrios

Ingeniero electricista

Universidad de Antioquia

Facultad de Ingeniería

Departamento de ingeniería eléctrica

Medellín, Colombia

2020

Tabla de contenido

Tabla de contenido2

1. Resumen4
2. Introducción5
3. Objetivos6
 - 3.1. Objetivo general.6
 - 3.2. Objetivos específicos.6
4. Marco Teórico6
 - 4.1. Antecedentes6
 - 4.2. Fundamentos teóricos7
 - 4.2.1. Acometida7
 - 4.2.2. Carga7
 - 4.2.3. Cargabilidad7
 - 4.2.4. Capacidad de corriente7
 - 4.2.5. Capacidad nominal7
 - 4.2.6. Capacidad o potencia instalada7
 - 4.2.7. Certificación7
 - 4.2.8. Certificación plena7
 - 4.2.9. Contratista8
 - 4.2.10. Equipotencializar8
 - 4.2.11. Especificación técnica8
 - 4.2.12. Instalación eléctrica8
 - 4.2.13. Medidor eléctrico8
 - 4.2.14. Medición directa8
 - 4.2.15. Medición semidirecta9
 - 4.2.16. Nivel de riesgo9
 - 4.2.17. Normatividad10
 - 4.2.18. Operador de red10
 - 4.2.19. Potencia10
 - 4.2.20. Potencia Efectiva10
 - 4.2.21. Potencia nominal10
 - 4.2.22. Punto de conexión10
 - 4.2.23. RETIE10

4.2.24. Sobrecarga	10
4.2.25. Subestación	10
4.2.26. Transformador de corriente	10
4.2.27. Transformador de medida	11
4.2.28. Usuario final	11
4.3. Normatividad en Colombia	11
5. Metodología	11
5.1. Metodología para el proyecto local comercial hamburguesas del rodeo.	11
5.2. Metodología para el proyecto instalación de medidores en grandes hoteles.	12
6. Resultados y análisis	12
6.1 Proyecto local comercial Hamburguesas del Rodeo San Francisco	13
6.1.1. Planos eléctricos	13
6.1.2. Memorias de cálculo	14
6.1.3. Cuadro de cargas	14
6.1.4. Diagrama Unifilar	14
6.1.5. Montajes en obra	15
6.2. Proyecto Instalación de equipos de medida en hoteles para evaluación del consumo de energía eléctrica	17
6.2.1. Actividades en obra	17
6.2.2. Metodología para conexión de equipos de medida semidirecta.	22
6.3. Métodos establecidos a partir de la participación en los proyectos	22
6.3.1. Método para cortes y control de obras	22
6.3.2. Método para velar por la seguridad del personal	23
7. Conclusiones	23
8. Referencias Bibliográficas	24
9. Anexos	24

Ingeniero de proyectos en apoyo a las diferentes actividades realizadas en la empresa EC Ingeniería Eléctrica S.A.S.

1. Resumen

Durante la práctica profesional en la empresa EC ingeniería eléctrica S.A.S. se apoyaron dos proyectos de ingeniería, uno fue el diseño y la ejecución de la instalación eléctrica del local Hamburguesas del Rodeo San Francisco, el otro fue la instalación de equipos de medida en hoteles para evaluación del consumo de energía eléctrica. El local de hamburguesas del rodeo cuenta con dos zonas de clientes, baños para clientes, una cocina, una zona para los empleados del establecimiento y una bodega de alimentos. Este proyecto requirió de un diseño detallado de acuerdo al apartado 10.1 del RETIE. El proyecto de instalación de medidores, contaba con varios hoteles a los cuales se le realizaba la instalación de medidores en los circuitos que fueran requeridos por el cliente.

Para empezar el primer proyecto se realizó una planeación de acuerdo a la información que brindo el propietario, de los equipos a utilizar, planos arquitectónicos del local y demás detalles de eléctricos de la instalación para poder realizar el respectivo diseño y legalizaciones para su ejecución. Luego de tener toda esta información se comenzó a realizar el diseño eléctrico de la instalación en conjunto con un cronograma de instalación de acuerdo a las actividades a ejecutar y el personal que se dispone para realizar las mismas, al tener todos los planos finiquitados se obtuvo el aval por el cliente para empezar la ejecución de las actividades, estas actividades se empiezan en conjunto y de forma coordinada con los demás contratistas.

Finalmente durante la ejecución de la instalación eléctrica del local Hamburguesas del Rodeo San Francisco, se llevó a cabo el control de la obra en su totalidad, haciendo seguimiento al personal, materiales y herramientas. Se realizaron cortes de obra con el fin de obtener el mejor rendimiento de la instalación tanto para la empresa como para el cliente y se verifico que fuera

instalado lo que fue previamente diseñado, cumpliendo las normas eléctricas que nos rigen, con el fin de obtener la certificación RETIE de la instalación.

Para el segundo proyecto se empezó recibiendo especificaciones técnicas de la instalaciones de los medidores, su correcta puesta en funcionamiento y detalles de la entrega de la instalación. Luego se realizó el respectivo cronograma de instalación de acuerdo al personal a instalar y durante las ejecuciones se veló por la seguridad del personal en general y de las instalaciones realizadas. Finalmente se verifica el correcto funcionamiento de los medidores y la instalación completa por medio de las lecturas de potencia y energía que se observan en el medidor y luego se realiza el respectivo informe de entrega al cliente.

2. Introducción

EC Ingeniería Eléctrica S.A.S. es una empresa del sector eléctrico que se dedica a satisfacer necesidades en el suministro de servicios de construcción, montaje, instalación, consultoría, diseños, estudios, automatización e interventoría de sistemas eléctricos y de telecomunicaciones; proporcionando en una forma confiable y eficaz, soluciones óptimas a los proyectos, lo que les permite a los clientes dedicarse a su actividad, agregándole valor a los procesos de producción.

Para hacer una evaluación del uso eficiente de la energía eléctrica, es necesaria una correcta medición del consumo eléctrico. Para obtener esta medida, es preciso utilizar un dispositivo adecuado como un analizador de redes o un vatímetro, ya que este permitirá medir y conocer los consumos de potencia en la empresa. La correcta instalación de este equipo de medida es de vital importancia, ya que los datos extraídos del equipo serán el insumo principal para las acciones a tomar en las instalaciones de la empresa y así, poder garantizar un uso eficiente de la energía eléctrica.

“Las instalaciones para uso final de la electricidad, denominadas comúnmente como instalaciones interiores, instalaciones domiciliarias o receptoras, son las que están alimentadas por una red de distribución o por una fuente de energía propia y tienen como objeto permitir la entrega de la energía eléctrica al usuario. Dentro de este concepto queda incluida cualquier instalación receptora, aunque toda o alguna de sus partes esté situada a la intemperie” [1].

A continuación, se presentarán los resultados y conocimientos obtenidos en la práctica profesional, la cual se realizó en la empresa EC ingeniería eléctrica S.A.S. y las actividades realizadas en los diferentes proyectos que se están ejecutando en la empresa. Los proyectos en los que se participó fueron dos, el primero, el diseño y montajes de instalaciones eléctricas de usuario final al local de Hamburguesas del Rodeo San Francisco, y el segundo, la instalación de

analizadores de red a hoteles con gran consumo en la ciudad de Bogotá D.C. Los proyectos fueron realizados en la ciudad de Bogotá D.C. Al finalizar ambos proyectos se espera obtener instalaciones óptimas y completamente seguras cumpliendo los diferentes criterios exigidos en el reglamento técnico de instalaciones eléctricas (RETIE) y la NTC 2050 [1].

3. Objetivos

3.1. Objetivo general.

Apoyar el diseño y montaje de las instalaciones eléctricas de baja tensión en el proyecto "local de hamburguesas del Rodeo San Francisco" y coordinar las labores de instalación de equipos de medida para la evaluación energética en hoteles.

3.2. Objetivos específicos.

- ✓ Consolidar los conocimientos necesarios para el diseño de instalaciones eléctricas de baja tensión.
- ✓ Aplicar la normatividad vigente sobre instalaciones eléctricas en el proceso de diseño y construcción.
- ✓ Establecer un método para realizar cortes de obra de acuerdo a los avances de ambos proyectos.
- ✓ Definir un protocolo para la conexión de equipos de medida semidirecta.
- ✓ Gestionar, coordinar y velar por la seguridad del personal encargado de realizar las obras.

4. Marco Teórico

A continuación, se presentan los diferentes conceptos teóricos que se deben adquirir y conocer para realizar un adecuado diseño de una instalación eléctrica.

4.1. Antecedentes

"En el reglamento técnico de instalaciones eléctricas se establecen los requisitos que garanticen los objetivos legítimos de protección contra los riesgos de origen eléctrico, en este reglamento se han recopilado los preceptos esenciales que definen el ámbito de aplicación y las características básicas de las instalaciones eléctricas y algunos requisitos que pueden incidir en las relaciones entre las personas que interactúan con las instalaciones eléctricas o el servicio y los usuarios de la electricidad" [1].

A partir del 1 de mayo de 2005 los requisitos y prescripciones técnicas del RETIE fueron declarados de obligatorio cumplimiento en Colombia, en todas las instalaciones nuevas, remodelaciones, o ampliaciones, ya sean de orden público o privadas [2].

4.2. Fundamentos teóricos

A continuación se describen los conceptos teóricos que son necesarios conocer para entender de la mejor manera los proyectos que se tuvieron a cargo.

4.2.1. Acometida: Derivación de la red local del servicio respectivo, que llega hasta el registro de corte del inmueble [3].

4.2.2. Carga: La potencia eléctrica requerida para el funcionamiento de uno o varios equipos eléctricos o la potencia que transporta un circuito [3].

4.2.3. Cargabilidad: Límite térmico dado en capacidad de corriente, para líneas de transporte de energía, transformadores, entre otros [3].

4.2.4. Capacidad de corriente: Corriente máxima que puede transportar continuamente un conductor en las condiciones de uso, sin superar la temperatura nominal de servicio [3].

4.2.5. Capacidad nominal: Es la rata continua a plena carga de una unidad o planta de generación bajo las condiciones especificadas según diseño del fabricante. Es la capacidad usualmente indicada en una placa mecánicamente vinculada al dispositivo de generación. Artículo 2º, Resolución CREG 128/1996 [4].

4.2.6. Capacidad o potencia instalada: Es la carga instalada o capacidad nominal que puede soportar el componente limitante de una instalación o sistema eléctrico [4].

4.2.7. Certificación: Procedimiento mediante el cual un organismo expide por escrito o por un sello de conformidad, que un producto, un proceso o servicio cumple un reglamento técnico o una(s) norma(s) de fabricación [1].

4.2.8. Certificación plena: Proceso de certificación del cumplimiento de los requisitos establecidos en el RETIE a una instalación eléctrica, el cual consiste en la declaración de cumplimiento suscrita por el profesional competente responsable de la construcción de la instalación, acompañada del aval de cumplimiento mediante un dictamen de inspección, previa realización de la inspección de

comprobación efectuada por inspector(es) de un organismo de inspección debidamente acreditado [1].

4.2.9. Contratista: Es la persona o empresa que es contratada por otra organización o particular para la realización de algún trabajo [4].

4.2.10. Equipotencializar: Es el proceso, práctica o acción de conectar partes conductivas de las instalaciones, equipos o sistemas entre sí o a un sistema de puesta a tierra, mediante una baja impedancia, para que la diferencia de potencial sea mínima entre los puntos interconectados [1].

4.2.11. Especificación técnica: Documento que establece características técnicas mínimas de un producto o servicio [1].

4.2.12. Instalación eléctrica: Conjunto de una serie de elementos que permiten la conexión de la energía eléctrica al cliente, tales como el equipo de medida, sellos, cajas, celdas, pernos, chapas, bujes, visor de la caja, etc. y sus conexiones eléctricas [4].

4.2.13. Medidor eléctrico: Los medidores de energía son aparatos usados para la medida del consumo de energía. Existen varios tipos de medidores dependiendo de su construcción, tipo de energía que mide, clase de precisión y conexión a la red eléctrica [6].

El medidor que se estará instalando en el proyecto de los hoteles es el dispositivo EasyLogic™ de la serie PM2100 de la marca Schneider Electric, este se describe a continuación.

El equipo de medida de la serie PM2100 son dispositivos medidores digitales que ofrecen prestaciones exhaustivas de instrumentación eléctrica trifásica y gestión de carga en una presentación compacta y resistente. Los parámetros que el equipo mide son los siguientes: Energía (activa, reactiva, aparente), demanda de potencia (W, VAR, VA), mediciones instantáneas (tensión por fase, corriente por fase, potencia por fase y total, frecuencia del sistema), calidad de energía (registros e informes en tiempo real de la distorsión armónica completa hasta el armónico de orden 15) [7].

El anterior equipo estará tomando las medidas mencionadas utilizando método de medida semidirecta a través de transformadores de corriente.

4.2.14. Medición directa: Sistema de medida en el cual se conectan directamente al medidor los conductores de la acometida, este tipo de medición se usa generalmente en instalaciones de usuario final de tipo residenciales y pequeños comerciales, en la imagen 1 se puede observar el esquema de medición directa.

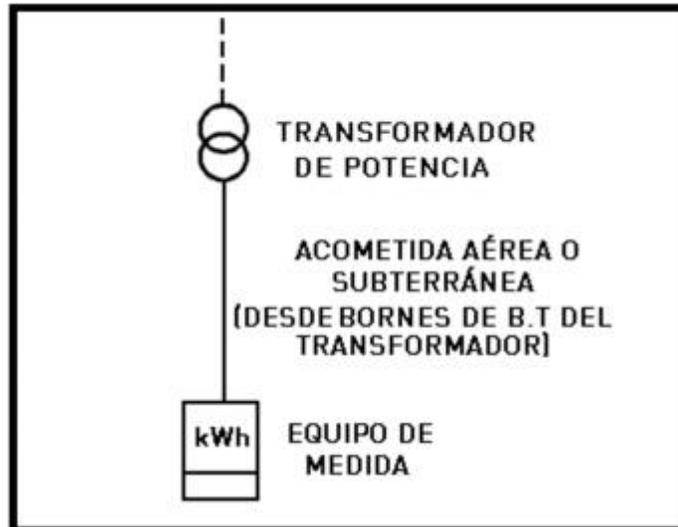


Imagen 1. Esquema de medida directa [9].

4.2.15. Medición semidirecta: Se define como medición semidirecta al tipo de conexión en el cual las señales de tensión que recibe el medidor son las mismas que recibe la carga y las señales de corriente que recibe el medidor provienen de los respectivos devanados secundarios de los transformadores de corriente utilizados para transformar las corrientes que recibe la carga, en la imagen 2 se observa el esquema de conexión de medida semidirecta como se explicó [8].

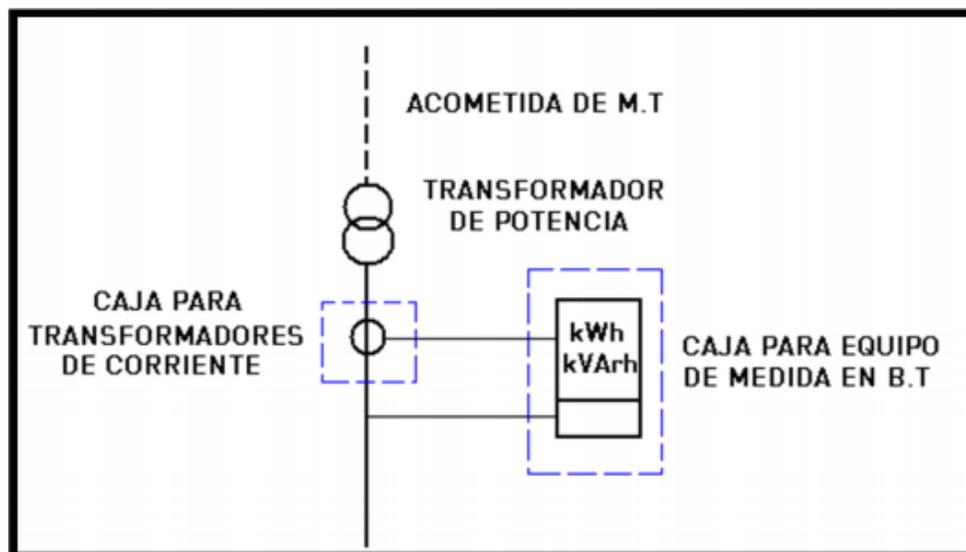


Imagen 2. Esquema de medida semidirecta [9].

4.2.16. Nivel de riesgo: Equivale a grado de riesgo. Es el resultado de la valoración conjunta de la probabilidad de ocurrencia de los accidentes, de la gravedad de sus efectos y de la vulnerabilidad del medio [1].

4.2.17. Normatividad: Reglamentación interna y externa que regula la prestación del servicio y las relaciones de la empresa con los clientes [4].

4.2.18. Operador de red: Es la empresa encargada de la planeación de la expansión, las inversiones, la operación y el mantenimiento de todo o parte de un Sistema de Transmisión Regional (STR) o Sistema de Distribución Local (SDL), incluidas sus conexiones al Sistema de Transmisión Nacional (STN). Los activos pueden ser de su propiedad o de terceros. Para todos los propósitos, son las empresas que tienen cargos por uso de los STR o SDL aprobados por la Comisión Reguladora de energía (CREG). El OR siempre debe ser una Empresa de Servicios Públicos Domiciliarios. La unidad mínima de un SDL para que un OR solicite cargos por uso corresponde a un Municipio [4].

4.2.19. Potencia: La capacidad que tiene un equipo eléctrico cualquiera para desarrollar trabajo, a mayor potencia más trabajo. Se mide en vatios (W). [4].

4.2.20. Potencia Efectiva: Capacidad de producción real de energía que en un momento determinado puede suplir una planta [4].

4.2.21. Potencia nominal: Potencia en MW a la que puede operar un equipo sin presentar pérdida de vida útil o daños atribuibles a la operación del mismo [5].

4.2.22. Punto de conexión: Es el punto de conexión eléctrico en el cual el equipo de un usuario está conectado a un STR y/o SDL para propósito de transferir energía eléctrica entre las partes [5].

4.2.23. RETIE: Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas que fija las condiciones técnicas que garantizan la seguridad en los procesos de generación, transmisión, transformación, distribución y utilización de la energía eléctrica en el país [4].

4.2.24. Sobrecarga: Funcionamiento de un elemento excediendo su capacidad nominal [1].

4.2.25. Subestación: Sitio donde se encuentran ubicados los interruptores y seccionadores, el barraje, pararrayos, transformadores de corriente y potencial y las líneas de interconexión que salen de la planta, para conectarla al sistema nacional o a la carga [4].

4.2.26. Transformador de corriente: Es un equipo en que la corriente secundaria, dentro de las condiciones normales de operación, es prácticamente proporcional a la corriente primaria, aunque ligeramente desfasada. Desarrollan dos tipos de función: transformar la corriente y aislar los instrumentos de protección y medición conectados a los circuitos de alta tensión [10].

4.2.27. Transformador de medida: Los transformadores de medida, requieren reproducir fielmente la magnitud y el ángulo de fase de la corriente. Su precisión debe garantizarse desde una pequeña fracción de corriente nominal del orden del 10%, hasta un exceso de corriente del orden del 20%, sobre el valor nominal [10].

4.2.28. Usuario final: Persona natural o jurídica que se beneficia con la prestación de un servicio público, bien como propietario del inmueble en donde este se presta, o como receptor directo del servicio. A este último usuario se le denomina también consumidor [5].

4.3. Normatividad en Colombia

En el siguiente listado se muestra jerárquicamente (normas colombianas, normas de cada operador y normas extranjeras) el conjunto de normas que hasta el momento están vigentes en el país, de las cuales son de obligatorio cumplimiento: RETIE, RETILAP Y NTC 2050, pero estas dos últimas poseen apartados los cuales no son de estricto cumplimiento.

- ✓ Reglamento técnico de instalaciones eléctricas (RETIE).
- ✓ Reglamento técnico de instalación y alumbrado público (REILAP).
- ✓ Código eléctrico colombiano NTC 2050.
- ✓ Normas individuales de cada operador.
- ✓ National electrical code (NEC) - NF-PA 70.
- ✓ Building construction and safety code - NFPA 500.
- ✓ Life safety code - NFPA 101. Lighting code - IESNA.

5. Metodología

A continuación se describe cada uno de los pasos realizados para el desarrollo de los dos proyectos que se ejecutaron durante la práctica académica.

5.1. Metodología para el proyecto local comercial hamburguesas del rodeo.

1. Se recibió capacitaciones de seguridad y salud en el trabajo.
2. Se realizó un estudio de las normas técnicas que rigen las instalaciones de usuario final.
3. Visitas al local donde se realizaron los diseños y montajes del proyecto con el fin de conocer el estado de la obra civil y de las instalaciones eléctricas que serán desmontadas (instalaciones viejas).
4. Se calculó la demanda de potencia en el local de acuerdo a los equipos que se instalaron.

5. Se apoyó el diseño de planos, cuadro de cargas y diagramas unifilares.
6. Se realizó el cálculo de las cantidades de obra para las diferentes instalaciones eléctricas.
7. Se planeó el cronograma de actividades y la coordinación del personal que estuvo ejecutando el proyecto.

5.2. Metodología para el proyecto instalación de medidores en grandes hoteles.

1. Se recibió capacitaciones de seguridad y salud en el trabajo.
2. Se conocieron los respectivos procedimientos para realizar la instalación de equipos.
3. Se realizó visitas a instalaciones de medidores realizadas previamente.
4. Se investigó y conoció ficha técnica de equipos a instalar.
5. Se conocieron los puntos donde se realizaron las medidas.
6. Se programó el personal que estuvo realizando las instalaciones de los medidores.
7. Se realizó informes de instalación y documentación de actividades realizadas.

6. Resultados y análisis

Al llevar a cabo la anterior metodología durante la práctica profesional, se logró adquirir un aprendizaje, el cual mejora la formación integral del ingeniero electricista. Los conocimientos obtenidos van desde el diseño de los proyectos de uso final, hasta obtener una serie de habilidades que permiten abordar y manejar los proyectos desde la parte constructiva.

A continuación se mencionan las habilidades que se obtuvieron en la práctica académica:

- Conocimientos en coordinación y ejecución de diferentes obras eléctricas.
- Se obtuvo conocimientos en diseños de instalaciones de uso final.
- Buen manejo de relaciones interpersonales y laborales con personal administrativo y personal en obra.
- Conocimiento de materiales herramientas necesarios para diferentes obras.
- Realización de cortes de obra cada cierto tiempo, el cual se estipula en el contrato inicial.

- Comunicación a tiempo y de manera asertiva con personal a cargo, clientes y compañeros de trabajo para el obtener un buen manejo de la información.
- Supervisión de personal y materiales en obra.

A continuación, se describirá el apoyo que se realizó en cada uno de los proyectos que se tuvieron a cargo.

6.1 Proyecto local comercial Hamburguesas del Rodeo San Francisco

En este proyecto se realizó el apoyo en el diseño de los planos eléctricos, memorias de cálculos, cuadro de cargas y diagrama unifilar de la instalación y a su vez se verifico la instalación en obra del mismo.

6.1.1. Planos eléctricos

Se realizó el apoyo general en el diseño de planos de tomas e iluminación. Los tomacorrientes fueron ubicados de acuerdo a los requerimientos del cliente del local comercial y de los equipos que se requerían en el mismo. El plano de iluminación se realizó de acuerdo a los requerimientos exigidos en la tabla 410.1 del capítulo 4 del Reglamento técnico de instalación y alumbrado público (RETILAP), con la ayuda de simulaciones en el programa Dialux, se determinaron las ubicaciones exactas y la cantidad de las luminarias requeridas para el local comercial. En la imagen 3 y 4 se puede observar parte del plano de tomacorrientes e iluminación de algunos lugares del local comercial como son baños, cuarto técnico, cuarto de basura y poceta de aseo con la ubicación de tomacorrientes y luminarias. En los anexos 1 y 2 se puede encontrar los planos del local y las simulaciones realizadas en Dialux cumpliendo las especificaciones pedidas en el RETILAP



Imagen 3. Plano tomas, baños clientes, cuarto técnico y otros.



Imagen 4. Plano iluminación, baños clientes, cuarto técnico y otros.

6.1.2. Memorias de cálculo

Para el proyecto Hamburguesas del Rodeo se realizó apoyo en las memorias de cálculo, en las cuales se realizó un documento que contenía cada uno de los ítems exigidos por el RETIE para una instalación eléctrica, en el anexo 3 se puede ver con detalle el documento de las memorias de cálculo de la instalación.

6.1.3. Cuadro de cargas

Se apoyó la ejecución del cuadro de cargas, el cual tiene información de los resultados obtenidos para cada circuito ramal y alimentador, muestran caída de tensión, número asignado a cada circuito, protección del circuito, carga, ubicación del tablero, entre otras, esto se realizó para los 3 tableros que se instalaran en el local. En el anexo 4 se puede ver el cuadro de cargas de los diferentes tableros que se instalaran en el local.

6.1.4. Diagrama Unifilar

Un diagrama unifilar se utiliza para comprender el esquema de conexión de los diferentes circuitos, empezando desde el alimentador principal hasta los alimentadores ramales. Esté entrega información de las protecciones de cada circuito y calibre del mismo.

En este apartado se apoyó realizando el diagrama en AutoCAD.

El diagrama unifilar del local comercial Hamburguesas del Rodeo se puede ver en el anexo 1.

6.1.5. Montajes en obra

En obra se realizó inspección de la instalación eléctrica y se llevó un seguimiento sobre los materiales y el personal. Se verificó que se ejecutara lo contratado y diseñado. A continuación se detallan las actividades en obra por parte de EC ingeniería eléctrica S.A.S.

Primero se empezó realizando desmonte de la obra eléctrica que se encontraba en pésimas condiciones en el local, en la imagen 5 se observa cómo se encontraba el local.



Imagen 5. Condiciones del local al empezar la obra.

Luego de realizar todo el retiro de tubería y aparatos viejos se empieza a realizar el montaje de tubería, toda la tubería que va en techo se instaló expuesta debido a que el techo es de madera; por donde se requería instalar tubería empotrada se realizó regatas y se empotro la respectiva tubería. En la imagen 6 se puede observar el avance en tubería expuesta instalada y cajas instaladas, también se observa el notorio cambio al retirar la tubería antigua.



Imagen 6. Tubería expuesta instalada en techo.

Luego de tener toda la tubería y cajas instaladas se procede a realizar el respectivo cableado eléctrico de cada uno de los circuitos anteriormente diseñados. A continuación se observa en la imagen 7 las salidas cableadas de la cocina, se puede ver que el trabajo restante es instalar el aparato (tomacorriente, encendedor, sensor, entre otros).

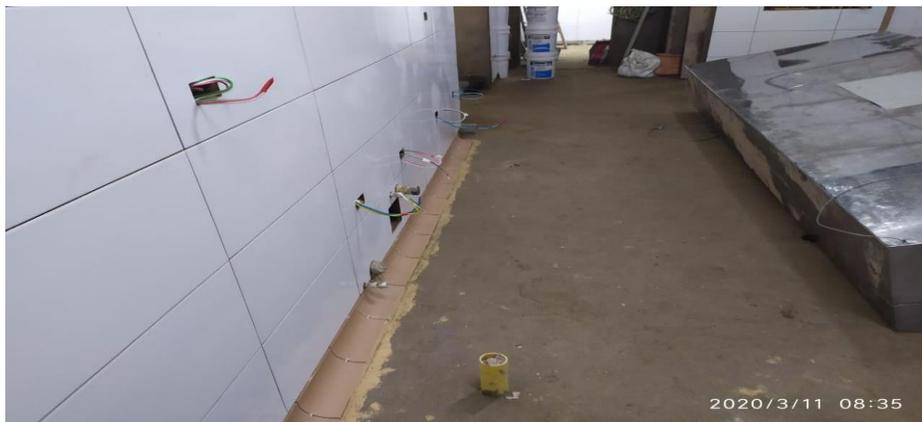


Imagen 7. Salidas de cocina cableadas.

Debido a la cuarentena que se está viviendo no ha sido posible finalizar el proyecto, en este momento se tienen pendiente las siguientes labores: aparatear equipos, montar luminarias e instalar los circuitos alimentadores de los tableros. Se espera que al poder volver a laborar en el local aún se esté trabajando en la empresa para seguir al frente de la finalización de este proyecto.

6.2. Proyecto Instalación de equipos de medida en hoteles para evaluación del consumo de energía eléctrica

Para el proyecto de instalación de equipos de medida en hoteles de Bogotá, se inspeccionó las actividades realizadas por el personal. Se veló en todo momento por la seguridad del personal y se verificó que fuera instalado lo contratado y requerido por el cliente.

6.2.1. Actividades en obra

A continuación se describen las actividades que se realizaron para hacer el correcto montaje del tablero que tendrá los medidores y las señales de corriente y tensión, estas señales se llevaron a los tableros a partir de los transformadores de corrientes (TCs).

Primero se debe tener claro cuáles son los puntos que necesita medir el cliente y observar si se tienen medidas concentradas en puntos cercanos ya que esto facilita la instalación del tablero que tendrá los analizadores. En la imagen 8 se observa el lugar donde se instaló un tablero con 4 analizadores para realizar medidas a tableros de aires acondicionados, se puede observar que al estar concentrados en un lugar será de fácil conexión las señales de tensión y voltajes por la cercanía de estos tableros.



Imagen 8. Ubicación de tablero para analizadores.

En la imagen 8, el lugar donde indica la flecha es donde se instalará el tablero, es un lugar idóneo debido al espacio entre tableros y la cercanía para llevar las señales como se dijo anteriormente.

Luego de tener instalado el tablero se procede a cablear los TCs y conectar las señales positivas y negativas provenientes de los TCs a los analizadores. Luego de tener estas conexiones, lo siguiente que se realizó fue conectar los TCs a los circuitos alimentadores que se desean medir. La anterior conexión se realizó al final, ya que al ser los TCs núcleo cerrado, es necesario hacer un apagado para retirar la acometida del tablero e insertar los TCs en ella. Finalmente al tener los TCs instalados en cada conductor de fase de la acometida, se conecta la acometida al tablero y se energiza el circuito.

En la imagen 9 y 10 se puede observar la conexión en los TCs, en el cual S1 y S2 son las salidas positiva y negativa del TCs y las cuales van a las borneras del tablero, estas vienen previamente conectadas al analizador o medidor. También se observa cómo quedan los TCs instalados en los conductores de la acometida del tablero.

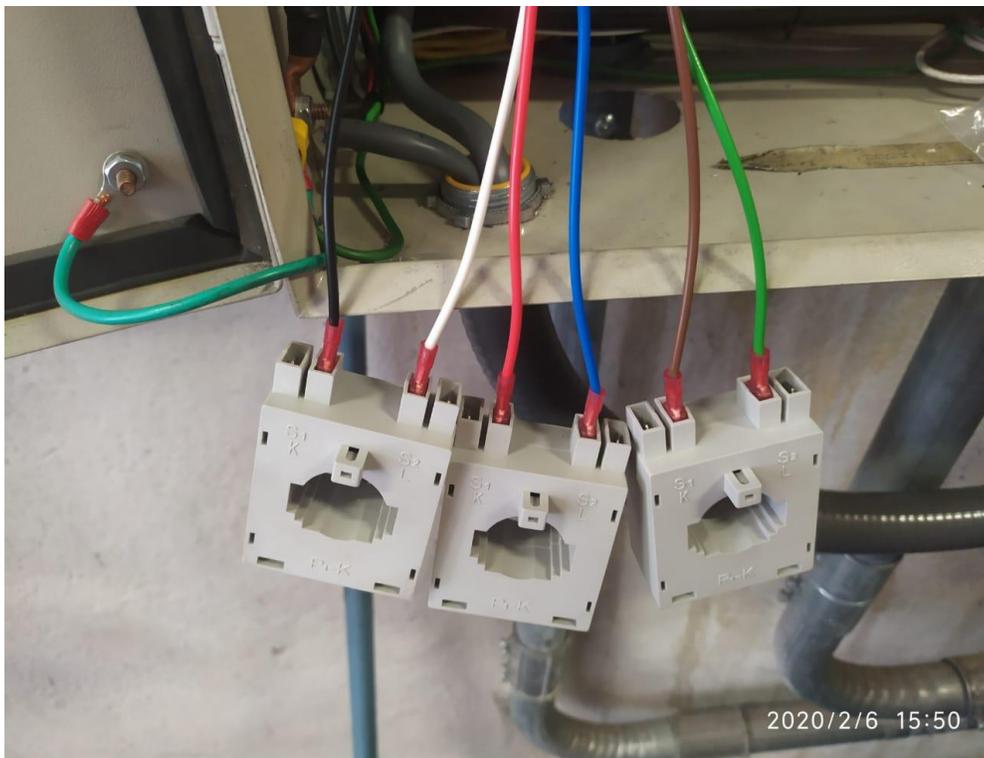


Imagen 9. Conexión a las salidas de los CTs.

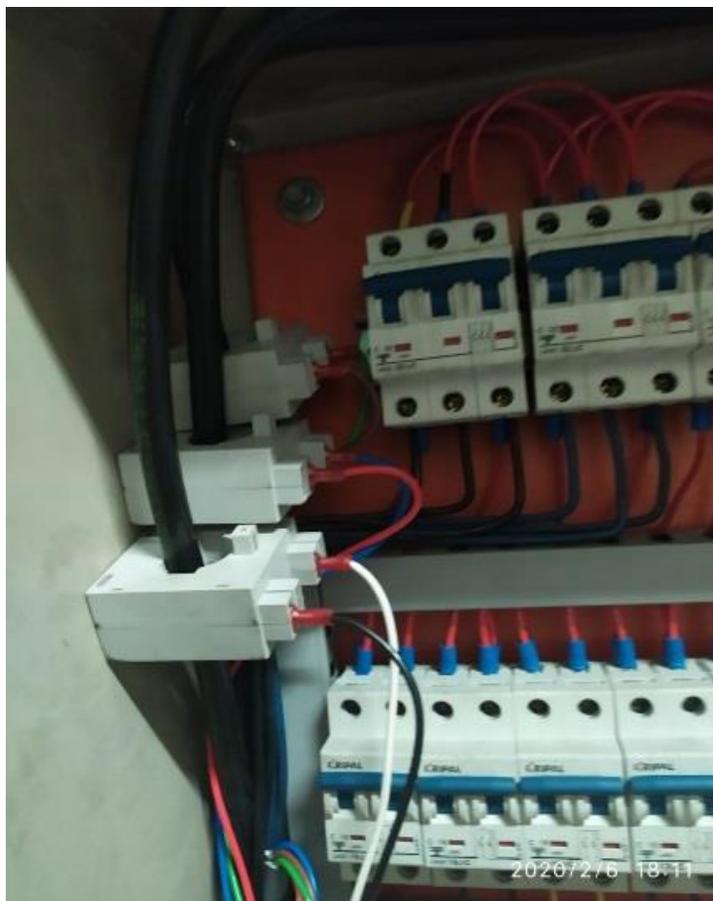


Imagen 10. TCs instalados en conductores.

Luego de tener las conexiones antes descritas en el tablero, lo siguiente que se realizó fue hacer las conexiones del Gateway. Este equipo o aparato se encarga de enviar de manera remota la información de las medidas realizadas por los analizadores a otro equipo el cual se encuentra localizado en las instalaciones de la empresa contratante.

Para que el Gateway entre en funcionamiento se debe alimentar con tensiones tomadas del barraje del tablero; luego, las señales de cada analizador se llevan directamente a bornes del Gateway como se muestra en la imagen 12.

El tablero que se instaló en el punto mostrado en la imagen 8, tenía 4 analizadores, los cuales se conectan en serie y se llevan las señales finales al Gateway; en la imagen 13 se observa el esquema de esta conexión, donde, el cuadrado demarcado con GT es el Gateway, y los hexágonos marcadas con A1, A2, A3 y A4, hacen referencia a los analizadores.

En la imagen 11 se muestra como se realiza la conexión en serie entre los analizadores, las líneas rojas indican los conductores utilizados para estas conexiones.



Imagen 11. Conexión de analizadores en serie.



Imagen 12. Conexión de señales de analizadores al Gateway.



Imagen 13. Conexión en serie de analizadores y Gateway.

Finalmente luego de tener todo el montaje y conexiones realizadas se procede a programar el analizador en el cual se ingresa información de valor de corriente nominal de los TCs, cantidad de fases, corriente primaria y secundaria de los TCs, frecuencia, fecha, entre otros. Luego de hacer la correcta programación del equipo, se procede a dar continuidad al servicio y se verifica que los valores que entrega el analizador sean los correctos; estos valores son corrientes, tensiones y potencias. Si alguna medida de tensión, corriente o potencia que muestra el equipo está entregando un valor negativo, quiere decir que puede estar ocurriendo alguna o varias de las siguientes situaciones:

- ✓ Se encuentra algún o varios TCs instalados de forma incorrecta al analizador (TC de fase A conectado en bornera de fase B o C).
- ✓ Se trocaron las señales o cables que van de los TCs al analizador (se conectó positivo en bornera de negativo y/o viceversa).
- ✓ Se encuentra una fase rota o con mal contacto en borneras del analizador.

En la imagen 13 se observa los valores de potencia que entrega el equipo con la cual se puede corroborar su correcta instalación.



Imagen 14. Potencia medida en el analizador.

Las imágenes mostradas fueron de montajes realizados en el hotel Tequendama, en este hotel se realizó el montaje de 8 tableros con medidores, para realizar medida a 14 tableros existentes en el hotel. Estos montajes se tienen planeado realizarse en 10 hoteles de la ciudad de Bogotá, los cuales abarcarían un montaje promedio de 200 TCs.

Luego de tener descrito el procedimiento de la instalación de medidores se puede realizar una metodología para la conexión de equipos de medida semidirecta.

6.2.2. Metodología para conexión de equipos de medida semidirecta.

A continuación se describe el paso a paso para la conexión de equipos de medida semidirecta, el cual es sencillo, ágil, el cual se puede usar en la obra para realizar una inspección a la instalación antes de ser energizada.

1. Se verifican los puntos que desea medir el cliente.
2. Se observa el sitio en el que se encuentran los puntos a medir y se selecciona un espacio idóneo para instalar el tablero de medida.
3. Se instala el tablero de medida.
4. Se cablean las señales de corriente y tensión de los TCs a los analizadores.
5. Se conecta al Gateway su alimentación y las señales de medida provenientes de los analizadores.
6. Se desenergiza el tablero que se desea medir.
7. Se instalan los TCs en cada una de las fases de alimentación del tablero.
8. Se programa el analizador.
9. Se energiza el circuito.
10. Se verifican los valores entregados por el analizador.

6.3. Métodos establecidos a partir de la participación en los proyectos

Luego de participar activamente en los proyectos, se pudo establecer métodos para gestionar cortes de obra, realizar un eficiente control de obra y gestionar la seguridad del personal a cargo. A continuación se describen los métodos.

6.3.1. Método para cortes y control de obras

A continuación se describe la metodología que se utilizó y se aprendió para obtener un buen control de obra.

1. Asistir continuamente a la obra e inspeccionar las actividades que se están ejecutando.
2. Verificar que los trabajadores tengan la herramienta necesaria y adecuada para realizar las diferentes actividades.
3. Tener claro la cantidad de trabajadores que están en sitio y si es necesario extraer o adicionar de acuerdo a los requerimientos del proyecto.
4. Llevar control de las cantidades que han sido instaladas en el proyecto, mínimamente cada semana.

5. Realizar verificación de las cantidades instaladas con el supervisor de parte del cliente.
6. A partir del anterior paso se pueden generar cortes de obra con el cliente, se recomienda realizar corte cada 15 días como mínimo.
7. Realizar pedidos de material al área encargada con tiempo, de tal manera que no se esté un motivo de atraso en obra.
8. Llevar control detallado de los gastos adicionales que se generan como son, hidratación o viáticos, esto si es requerido en el proyecto.

6.3.2. Método para velar por la seguridad del personal

Finalmente se describe la metodología que se utilizó y se aprendió para velar por la seguridad del personal que se tiene a cargo en diferentes proyectos.

1. Se analiza y se define claramente el trabajo que se ejecutara.
2. Se identifican los riesgos y peligro a los que está expuesto el personal al realizar las diferentes actividades.
3. Se definen las medidas necesarias para mitigar esos riesgos y peligros analizados anteriormente.
4. Se informa a cada trabajador los riesgos, peligros y las medidas que se tomaran para evitarlos.
5. Se diligencias los documentos de análisis de trabajo seguro (ATS) brindados por la empresa.

7. Conclusiones

- ✓ Se fortalecieron los conocimientos en el diseño de instalaciones de usuario final.
- ✓ Se aprendió como llevar el control de obras y realizar cortes de acuerdo a los avances de estas garantizando un eficiente flujo de caja en los diferentes proyectos.
- ✓ Se aprendió a llevar un control y seguimiento a las obras para gestionar el uso eficiente de personal, materiales y herramientas.
- ✓ Se determinó un método ágil y eficiente para la conexión de equipos de medida semidirecta.
- ✓ Se aprendió a gestionar y coordinar la seguridad del personal que se tiene en obra.

8. Referencias Bibliográficas

- [1] «Resolución NO. 9 0708 de Agosto 30 de 2013.» [En línea]. Disponible: <http://servicios.minminas.gov.co/documents/10180/712360/Anexo+General+del+R+ETIE+2013.pdf/14fa9857-1697-44ed-a6b2-f6dc570b7f43>
- [2] Enel Codensa «El retie y sus implicaciones» [En línea]. Disponible: <https://www.enel.com.co/es/empresas/normas-tecnicas/normas-de-construccion-de-acometidas-y-medidores/GENERALIDADES%207.1%20ACOMETIDAS%20EL%C3%89CTRICAS%20Y%20MEDIDORES.html>
- [3] H. R. B. ACERO, «Desarrollo de una metodología de diseño eléctrico para un sistema de emergencia y reserva en edificios con tensiones de menos de 600v nominales» 2008. [En línea]. Disponible: https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_electronica/147/
- [4] EPM, «Diccionario de servicios públicos» 2019. [En línea]. Disponible: <https://www.epm.com.co/site/home/diccionario-de-servicios-publicos#undefined>
- [5] XM, «Glosario XM» [En línea]. Disponible: <http://www.xm.com.co/corporativo/Paginas/Herramientas/glosario.aspx>
- [6] Enel Codensa, likinormas «Generalidades, medidores de energía eléctrica.» [En línea]. Disponible: https://likinormas.micodensa.com/Norma/acometidas_medidores/medidores_energia_electronica/generalidades_7_4_medidores_energia_electronica
- [7] Schneider Electric, «EasyLogic™ de la serie PM2100, Manual de usuario.» [En línea]. Disponible: https://download.schneider-electric.com/files?p_enDocType=User+guide&p_File_Name=NHA2779005-04-ES.pdf&p_Doc_Ref=NHA2779005-00
- [8] Enel Codensa, likinormas «Medición semidirecta.» [En línea]. Disponible: https://likinormas.micodensa.com/Norma/acometidas_medidores/cajas_armarios_celdas/ae314_medicion_indirecta_b_t
- [9] Celsia grupo Etsa, «Norma técnica de medición y acometidas.» [En línea]. Disponible: <https://www.celsia.com/Portals/0/Documentos/Norma-Medicion-Acometida-Ver-2018.pdf>
- [10] «Modulo II-5 transformadores de instrumentos.» [En línea]. Disponible: <http://www.frlp.utn.edu.ar/materias/tydee/moduloii.pdf>

9. Anexos

- ✓ Anexo 1: Planos local de hamburguesas del rodeo.

- ✓ Anexo 2: Simulaciones Dialux local hamburguesas del rodeo.
- ✓ Anexo 3: Memorias de cálculo hamburguesas del rodeo.
- ✓ Anexo 4: Cuadro de cargas local hamburguesas del rodeo.

.....

Visto bueno del asesor interno y asesor externo

Como asesor conozco la propuesta y avalo su contenido.

Firma del asesor interno

Firma del asesor externo