



**DISEÑO, CONSTRUCCIÓN, REVISIÓN Y PUESTA EN SERVICIO DE  
INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE LOS INVERNADEROS PARA EMPRESA  
ESPECIALIZADA EN EL CULTIVO Y COMERCIALIZACIÓN DE FLORES DE  
EXPORTACIÓN**

Danilo Muñoz Gallego

Ingeniero Electricista

Asesor

Claudia Patricia Acevedo Yepes, Ingeniera Electricista  
Especialista en Gestión Ambiental

Universidad de Antioquia  
Facultad de Ingeniería  
Ingeniería Eléctrica  
Medellín  
2023

Cita	Muñoz Gallego [1]
<b>Referencia</b>	[1] D. Muñoz Gallego, “Diseño, revisión y puesta en servicio de instalaciones eléctricas de los invernaderos para una empresa especializada en cultivar y comercializar flores de exportación.” Pregrado presencial, Ingeniería Eléctrica, Universidad de Antioquia, Medellín, 2023.
Estilo IEEE (2020)	



**Repositorio Institucional:** <http://bibliotecadigital.udea.edu.co>

Universidad de Antioquia - [www.udea.edu.co](http://www.udea.edu.co)

**Rector:** John Jairo Arboleda Céspedes.

**Decano/Director:** Julio César Saldarriaga Molina.

**Jefe departamento:** Noé Alejandro Mesa Quintero.

El contenido de esta obra corresponde al derecho de expresión de los autores y no compromete el pensamiento institucional de la Universidad de Antioquia ni desata su responsabilidad frente a terceros. Los autores asumen la responsabilidad por los derechos de autor y conexos.

## TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN	7
ABSTRACT	8
I. INTRODUCCIÓN	9
II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	10
III. OBJETIVOS	10
A. Objetivo general	10
B. Objetivos específicos	10
IV. MARCO TEÓRICO	11
V. METODOLOGÍA	13
VI. RESULTADOS Y ANÁLISIS	16
VIII. CONCLUSIONES	32
IX. RECOMENDACIONES	33
REFERENCIAS	34

**LISTA DE TABLAS**

TABLA I: CUADRO DE CARGAS.....22

## LISTA DE FIGURAS

Fig. 1 Vías de acceso para instalación de postes.....	18
Fig. 2 Ubicación del proyecto .....	18
Fig. 3 Características técnicas del transformador.....	19
Fig. 4 Características técnicas de las bombas .....	20
Fig. 5 Punto de conexión.....	23
Fig. 6 Proyecto de redes presentado a EPM.....	24
Fig. 7 Poste proyectado .....	25
Fig. 8 Diagrama unifilar proyectado .....	25
Fig. 9 Ejecución de actividades.....	27
Fig. 10 Revisión de ejecución .....	28
Fig. 11 Revisión de ejecución .....	28
Fig. 12 Corrección de error en el tablero principal .....	29
Fig. 13 Validación de las instalaciones .....	30
Fig. 14 Invernadero .....	31

## **SIGLAS, ACRÓNIMOS Y ABREVIATURAS**

<b>RETIE</b>	Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas
<b>NTC</b>	Norma Técnica Colombiana
<b>EPM</b>	Empresas Públicas De Medellín
<b>CREG</b>	Comisión Reguladora De Energía y Gas
<b>RIG</b>	Retie Ingeniería y Gestión
<b>CONTE</b>	Consejo Nacional de Técnicos Electricistas

---

## RESUMEN

En el presente trabajo se describe la ejecución de un proyecto de ingeniería eléctrica de gran alcance, con la finalidad de expandir las instalaciones eléctricas para una empresa de cultivo de flores; donde se definió una ruta de trabajo para su desarrollo. Se realizó acompañamiento completo en diversas etapas del proyecto como lo son, el levantamiento de necesidad del cliente, la elaboración de la cotización inicial, definición de alcances, diseño de redes de media y baja tensión, instalación, adecuación, revisión, legalización y puesta en servicio de las instalaciones.

Se hicieron diseños de redes con niveles de media tensión (13.2kV) y de baja tensión (208V y 120V), sistemas de control para automatización de riegos e iluminación, además de una subestación tipo poste donde se instaló un transformador trifásico de 75kVA, potencia que se validó desde el diseño inicial realizando un estudio de cuadro de cargas presentes y futuras de la instalación. Durante el desarrollo del proyecto se contemplaron las exigencias del operador de red de la región (Empresas Públicas De Medellín), donde se consideran diversas normativas.

***Palabras clave*** — **diseño de redes eléctricas, niveles de tensión, instalación eléctrica, certificación de instalaciones.**

---

## ABSTRACT

This paper describes the implementation of a large-scale electrical engineering project aimed at expanding the electrical installations for a flower cultivation company, where a work plan was defined for its development. Complete support was provided in various stages of the project, such as identifying the customer's needs, preparing the initial quote, defining scopes, designing medium and low voltage networks, installation, adaptation, review, legalization, and commissioning of the installations.

Designs were made for networks with medium voltage levels (13.2kV) and low voltage levels (220V and 110V), control systems for irrigation and lighting automation, as well as a pole-type substation where a 75kVA three-phase transformer was installed, a power that was validated from the initial design by conducting a study of the current and future load requirements of the installation. During the project development, the demands of the regional grid operator (Empresas Públicas De Medellín) were taken into account, considering various regulations.

***Keywords* — electrical network design, voltage levels, electrical installation, installation certification.**



---

## I. INTRODUCCIÓN

El principal objetivo de la empresa ELÉCTRICAS JIMENEZ Y MEJÍA S.A.S es brindar soluciones enfocadas en el diseño, construcción y mantenimiento de redes eléctricas en media y baja tensión, sistemas de malla de puesta a tierra, sistemas de protección contra rayos, instalaciones internas de baja tensión, servicio de mantenimiento de subestaciones eléctricas en media y baja tensión y mantenimiento y adecuación de redes eléctricas, lo que le permite contar con un amplio portafolio de servicios.

Inicialmente, se hace un acompañamiento a algunos de los proyectos de la empresa, que se encuentran en ejecución, tiempo en el cual se adopta la metodología de trabajo y las características particulares que se encuentran en cada uno de los proyectos, comprendiendo la interrelación que tiene cada una de las áreas de la empresa y papel que juega el ingeniero residente en las diferentes áreas encargadas.

Teniendo en cuenta lo anterior, se propone realizar un plan de trabajo general con el cual un ingeniero residente podrá contemplar los puntos relevantes de la ejecución de los proyectos. Donde se definió que los 3 puntos más críticos en un proyecto son:

- Estructuración de la cotización inicial.
- Elaboración de los diseños.
- Legalización de los proyectos.

Los cuales se desarrollaron mediante la utilización de softwares ofimáticos como Excel y Word, OPUS y herramientas de Autodesk. También se tuvo en cuenta normativas RETIE, NTC 2050 y las propias del operador de red que en este caso serían las RA de EPM. Ejecutando las labores que desempeña un ingeniero residente de proyectos, que es el encargado del manejo de personal, suministros y comunicación directa con los clientes y/o personal de la empresa, y a su vez darle una solución de valor perdurable en el tiempo a la cliente acotada a sus necesidades teniendo en cuenta las particulares del negocio floricultor.

---

## **II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Ejecución de proyecto de ingeniería eléctrica ejecutado por la empresa ELÉCTRICAS JIMÉNEZ Y MEJÍA S.A.S. sobre el diseño, construcción, revisión y puesta en servicio de las instalaciones eléctricas de los invernaderos de una empresa especializada en el cultivo y comercialización de flores de exportación, ubicada en el municipio de La Ceja, Antioquia, con el fin de satisfacer las necesidades y requerimientos técnicos establecidos por el cliente y la normativa.

## **III. OBJETIVOS**

### *A. Objetivo general*

Diseñar, construir, revisar y legalizar las instalaciones eléctricas para una empresa de cultivo y comercialización de flores de exportación mediante la implementación de normativa aplicable.

### *B. Objetivos específicos*

- Analizar las necesidades del cliente teniendo en cuenta requerimientos técnicos y particulares de la floricultura.
- Validar la normativa vigente que aplica para la región y las necesidades del cliente.
- Establecer el presupuesto y los insumos necesarios para la ejecución del proyecto.
- Realizar los diseños eléctricos para las oficinas e invernaderos de la empresa.
- Ejecutar la puesta en servicio de la instalación eléctrica mediante la legalización ante el ente competente.

---

#### IV. MARCO TEÓRICO

Al momento de iniciar un proyecto es necesario que el cliente realice un estudio en el cual detalle el tipo de participación que desea tener en la ejecución “dependiendo de las condiciones específicas de un proyecto dado, hay una serie de alternativas disponibles para el propietario del proyecto para el enfoque de ejecución” [1]. En este proyecto se determino por usar la alternativa de contratación múltiple con contratista general, donde “los contratistas más grandes y experimentados tienen la capacidad y los recursos para asumir el alcance completo de la construcción y, en ciertos casos, el diseño detallado” [2].

Por otro lado, “los gerentes de proyectos son fundamentales para el éxito de la gestión de proyectos” [3], garantizando la administración del proyecto a través de actividades como:

(1) movilización, (2) coordinación, (3) gestión de la documentación, (4) comunicación, (5) programación, (6) ámbito de aplicación y control de cambios, (7) control de costes y facturación, (8) gestión de subcontratistas, (9) gestión de materiales, (10) gestión de herramientas, (11) gestión laboral, (12) gestión de la seguridad, (13) control de calidad y (14) cierre de proyectos. [4].

Después de gestionar y ejecutar se requiere realizar el proceso de certificación, en el cual participa un ente certificador externo que garantiza el cumplimiento a la normativa colombiana, donde “el objeto fundamental de este reglamento es establecer las medidas tendientes a garantizar la seguridad de las personas, de la vida tanto animal como vegetal y la preservación del medio ambiente; previniendo, minimizando o eliminando los riesgos de origen eléctrico.” [5] y, por parte del operador de red, se busca garantizar que se cumplan los lineamientos de los códigos de medida, donde “un usuario está conectado al nivel de tensión en el que esté instalado su equipo de medida individual” [6].

Para este proyecto particular se busco dar cumplimiento al numero 10.1 de la RETIE en el que “toda instalación eléctrica a la que le aplique el RETIE, debe contar con un diseño realizado

---

por un profesional o profesionales legalmente competentes para desarrollar esa actividad. El diseño podrá ser detallado o simplificado según el tipo de instalación” [5], a la RA8-028 que presenta “las características técnicas principales para el montaje e instalación de sistemas de medida asociados a los transformadores de distribución de potencia monousuario definidos como activos de conexión, con el fin de dar cumplimiento regulatorio a las indicaciones de las resoluciones CREG 038 2014 y 015 2018” [6] y, RA-030 el cual busca:

establecer las características técnicas para la selección y conexión de equipos de medida de energía eléctrica (medidores, transformadores de medida, equipos auxiliares, entre otros), en función del marco regulatorio, los diferentes tipos de instalaciones, las cargas, y el punto de conexión a los sistemas de baja, media y alta tensión. [7].

---

## V. METODOLOGÍA

A continuación, se describen las actividades que son necesarias en la ejecución del proyecto.

### **PROCESO 1. RECONOCIMIENTO ACTIVIDADES DE LA EMPRESA.**

**Actividad 1.** Reconocer las diversas áreas de la empresa y su interrelación unas con otras.

### **PROCESO 2. DEFINICIÓN DEL PROYECTO Y NECESIDADES.**

**Actividad 2.** Asistir a la reunión informativa con el cliente para identificar las condiciones particulares del proyecto y las instalaciones donde se llevará a cabo.

**Actividad 3.** Identificar las necesidades del cliente para hacer el dimensionamiento del proyecto y reconocer los recursos que se deben involucrar.

**Actividad 4.** Definir alcances del proyecto realizando una división en subproyectos o etapas.

### **PROCESO 3. PRESENTACIÓN DE COTIZACIÓN Y ETAPAS DEL PROYECTO**

**Actividad 5.** Presentar una socialización de los subproyectos con el personal técnico de la empresa, donde ellos presentaran una estimación de los materiales que puedan ser necesarios y tiempos aproximados en los cuales se realiza cada una de las tareas que se les asignen.

**Actividad 6.** Realizar un análisis de costos unitarios apoyados con el software Opus, donde se tienen en cuenta la totalidad de insumos necesarios en la ejecución del proyecto.

**Actividad 7.** Presentar los costos asociados al proyecto ante la empresa.

### **PROCESO 4. FIRMA DE CONTRATO DEL PROYECTO.**

**Actividad 8.** Firmar el contrato entre las partes.

---

### **PROCESO 5. DISEÑO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA.**

**Actividad 9.** Diseñar cuadros de cargas proyectados de la instalación, basado en las cargas eléctricas que necesita el cliente para las instalaciones como iluminación, bombas y/o motores de agua, tableros de control, entre otros, con el fin de definir la capacidad mínima que requiere la instalación (Se realiza en paralelo con las *Actividad 10*).

**Actividad 10.** Solicitar punto de conexión ante el operador de red para identificar la capacidad instalada de las redes eléctricas.

**Actividad 11.** Presentar el proyecto de redes ante operado de red para aprobación y conocer el tipo de certificación será necesaria para la instalación.

### **PROCESO 6. EJECUCIÓN DEL DISEÑO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA.**

**Actividad 12.** Socializar las actividades a realizar con el personal técnico de la empresa, donde ellos corroboran los materiales.

**Actividad 13.** Solicitar materiales con el personal de gestión de compras, quienes son los encargados de la comunicación directa con los proveedores, para inicio de las tareas.

**Actividad 14.** Conformar equipos de trabajo, con las habilidades técnicas especializadas para cada una de las diversas actividades.

**Actividad 15.** Realizar seguimientos del proyecto, de manera que se evidencien los avances que se van presentando día tras días en la obra y lograr de están manera estar al tanto de las necesidades que se hacen evidentes en los equipos de trabajo además de solucionar inquietudes de diseño que se pueden presentar.

---

### **PROCESO 7. REVISIÓN DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA.**

**Actividad 16.** Según el alcance del proyecto, solicitar las visitas de interventoría necesarias para la certificación de las instalaciones, por parte del ente certificador como por parte del operador de red.

**Actividad 17.** Dar solución a las correcciones que presente por parte de la interventoría en el proyecto.

**Actividad 18.** Realizar visita con el cliente en las instalaciones, donde se presentan los avances del proyecto verificando que cumpla con las necesidades planteadas.

### **PROCESO 8. LEGALIZACIÓN DEL PROYECTO.**

**Actividad 19.** Solicitar la puesta en servicio de la instalación.

**Actividad 20.** Realizar la legalización de la instalación.

---

## VI. RESULTADOS Y ANÁLISIS

En esta sección se evidencian los resultados obtenidos al terminar el proyecto, dividido en las actividades en las que se ejecutó.

### **PROCESO 1. RECONOCIMIENTO ACTIVIDADES DE LA EMPRESA.**

**Actividad 1. Reconocer las diversas áreas de la empresa y su interrelación unas con otras.**

En la empresa ELÉCTRICAS JIMÉNEZ Y MEJÍA SAS cuentan con 4 áreas estratégicas:

- Gestión de compras y logística
- Gestión humana
- Gestión estratégica
- Gestión de obra

En el área de gestión de compras y logística se encuentra el personal encargado de solicitar los materiales a los proveedores para cada uno de los proyectos, garantizando que los tiempos de entrega no interfieran en los tiempos de ejecución. Por lo tanto, se requiere que las solicitudes de materia sean diligenciadas con anterioridad por el personal de gestión de obra y que se les informe sobre los cronogramas de ejecución logrando de esta manera que el personal siempre cuente con el material necesario.

El área de gestión humana es la encargada de la incorporación de personal con las capacidades técnicas necesarias para la ejecución de las actividades, realizar la recepción de hojas de vida, mantener al día las prestaciones sociales de los empleados, realizan el manejo de la ARL, control de las incapacidades del personal y exámenes médicos para incorporación del personal.



---

El área de gestión estratégica es la responsable de las finanzas de la empresa, pagos de nómina, actualización en temas de normativas y certificaciones empresariales como lo son la ISO 9001 entre otras.

En el área de obra se encuentran los diseñadores, dibujantes, ingenieros y auxiliares de ingeniería, y son quienes cumplen las funciones de solicitar el material de trabajo al área de compras, realizar los planos y diseños eléctricos, solicitar y acompañar las visitas de interventoría y realizar la programación del personal y los vehículos.

## **PROCESO 2. DEFINICIÓN DEL PROYECTO Y NECESIDADES.**

**Actividad 2. Asistir a la reunión informativa con el cliente para identificar las condiciones particulares del proyecto y las instalaciones donde se llevará a cabo las labores.**

En la reunión informativa se exponen al cliente las inquietudes que se tienen sobre el proyecto y se hace una visita al sitio de trabajo, donde se puede apreciar los aspectos que no se tenían claros en los documentos escritos, como lo son los tipos de suelos, las vías de acceso a la obra (**Fig. 1 Vías de acceso para instalación de postes**), la necesidad de contar con equipos adicionales como puede ser reflectores o baños portátiles, entre otros aspectos. Esto es clave ya que estos factores adicionales implicaran sobrecostos en la ejecución del proyecto.

Se evidencia que la empresa en la que se realizó el proyecto se encuentra a aproximadamente 1.5 kilómetros de la vía principal (**Fig. 2 Ubicación del proyecto**), con caminos estrechos rurales que podrían dificultar el ingreso de vehículos tipo grúa, esto implica que la instalación de equipos como transformadores se realizara con la ayuda de aparejos.



Fig. 1 Vías de acceso para instalación de postes

Nota: fuente recurso fotográfico propio.

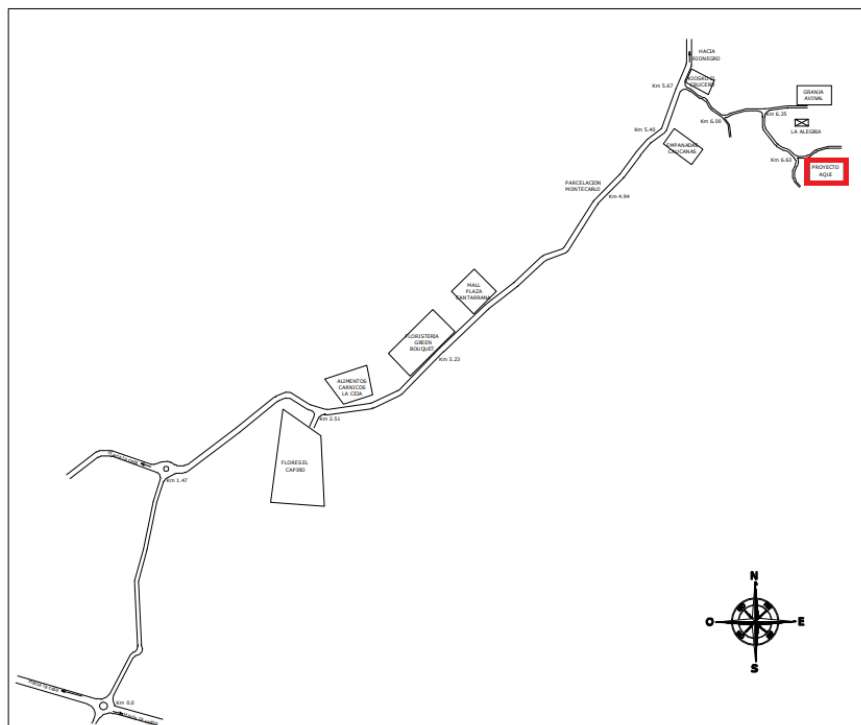


Fig. 2 Ubicación del proyecto

Nota: fuente mapa dibujado en AutoCAD.

### PROCESO 3. PRESENTACIÓN DE COTIZACIÓN Y ETAPAS DEL PROYECTO

**Actividad 3. Identificar las necesidades del cliente para hacer el dimensionamiento del proyecto y reconocer los recursos que se deben involucrar.**

En esta etapa se determina que el cliente requiere un transformador trifásico (**Fig. 3 Características técnicas del transformador**), ya que en las instalaciones se cuenta con 2 bombas trifásicas de 15 caballos de fuerza (**Fig. 4 Características técnicas de las bombas**) que trabajan de manera continua en las instalaciones; un cableado al interior de los invernaderos con el fin de conectar los sistemas de iluminación para las plantas; un sistema de redes de distribución con el cual se transportara la energía a cada uno de los invernaderos y; la adecuación de las instalaciones existentes como son las oficinas y almacén.

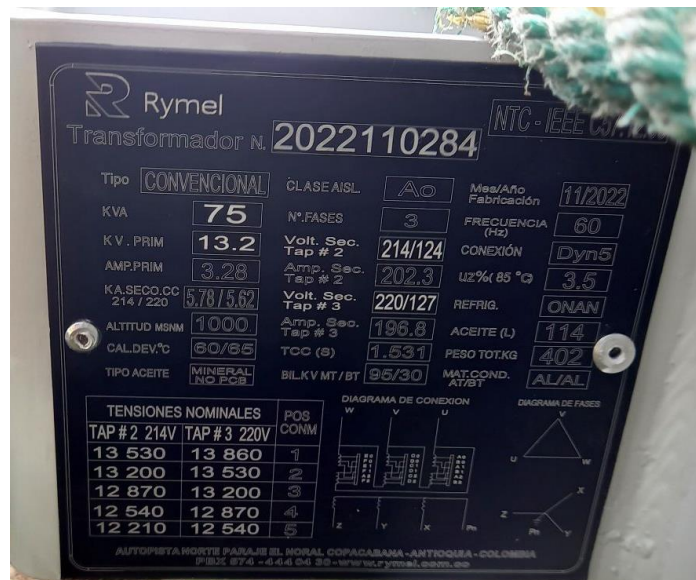


Fig. 3 Características técnicas del transformador

Nota: fuente recurso fotográfico propio.



Fig. 4 Características técnicas de las bombas

Nota: fuente recurso fotográfico propio.

**Actividad 4. Definir alcances del proyecto realizando una división en subproyectos o etapas.**

El proyecto se divide en las siguientes etapas:

1. Realiza un levantamiento general de las instalaciones.
2. Adecuación de las instalaciones existentes.
3. Instalación de redes de media tensión.
4. Instalación de redes de baja tensión.
5. Adecuación de invernaderos.
6. Instalación de transformador y adecuación de código de medida.
7. Proceso de interventoría por parte de EPM.
8. Realizar la certificación plena de las instalaciones.
9. Solución de inconformidades.
10. Segunda visita de interventoría.
11. Solicitar visita de pues en servicio.
12. Pedido de puesta en servicio.

---

En cada una de estas etapas es necesario la presencia de un personal por parte de la empresa, el cual no será el mismo para todas las etapas ya que cuentan con habilidades diferentes para cada trabajo.

**Actividad 5. Presentar una socialización de los subproyectos con el personal técnico de la empresa, donde ellos presentaran una estimación de los materiales que puedan ser necesarios y tiempos aproximados en los cuales se realiza cada una de las tareas que se les asignen.**

En esta reunión los encargados de cada etapa presentan una estimación de los tiempos que necesitan para las actividades expuestas. Esto se realiza con la finalidad de realizar un presupuesto acorde, evitando cometer errores en la estimación de los tiempos ya que esto podría ocasionar sobrecostos en el proyecto.

**Actividad 6. Realizar un análisis de costos unitarios apoyados con el software Opus, donde se tienen en cuenta la totalidad de insumos necesarios en la ejecución del proyecto.**

Se realiza la cotización general mediante el software Opus teniendo en cuenta todos los insumos y costos por unidad que se necesitaban para efectuar el proyecto. Además, se hace una estimación de tiempos y de personal necesarios, donde se tiene en cuenta los tiempos que indica el personal técnico.

**Actividad 7. Presentar los costos asociados al proyecto ante la empresa.**

En esta etapa se presenta la cotización al cliente con los alcances definidos y los precios de cada una de las actividades. En este momento se firman las pólizas de seriedad y las pólizas de anticipo.

#### **PROCESO 4. FIRMA DE CONTRATO DEL PROYECTO.**

**Actividad 8. Firmar el contrato entre las partes.**

Se firmó el contrato del proyecto con toda la documentación necesaria.

## PROCESO 5. DISEÑO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA.

**Actividad 9. Diseñar cuadros de cargas proyectados de la instalación, basado en las cargas eléctricas que necesita el cliente para las instalaciones como iluminación, bombas y/o motores de agua, tableros de control, entre otros, con el fin de definir la capacidad mínima que requiere la instalación.**

Al construir el cuadro de cargas (**TABLA I: CUADRO DE CARGAS**) se puede concluir que es necesario la instalación de un transformador de 75 kVA ya que en el mercado es el de la capacidad más próxima a los kVA del cuadro de cargas.

TABLA I: CUADRO DE CARGAS

No.	Descripción	Carga	Unidad	FP	EF.	VA	W	Var
1	Bloque 1	4380	W	0,98	100	4469,39	4380	889,40
2	Bloque 2	6830	W	0,98	100	6969,39	6830	1386,89
3	Bloque 3	7530	W	0,98	100	7683,67	7530	1529,03
4	Bloque 4	2980	W	0,98	100	3040,82	2980	605,11
5	Bloque 5	4030	W	0,98	100	4112,24	4030	818,33
6	Bloque 6	5640	W	0,98	100	5755,10	5640	1145,25
7	Bloque 7	2280	W	0,98	100	2326,53	2280	462,97
8	Cuarto de bombas y servicios auxiliares	27450	W	0,98	100	28009,88	27450	5573,90
9	Confinamiento y taller	5135	W	0,98	100	5240,06	5135	1042,76
10	Casa y bodega	2200	W	0,98	100	2244,90	2200	446,73
						<b>Subtotal</b>	<b>68454,94</b>	<b>13900,37</b>
<b>TOTAL VA 69852</b>								

Nota: Análisis y cuadros de cargas iniciales y futuras.

**Actividad 10. Solicitar punto de conexión ante el operador de red para identificar si la capacidad de las redes eléctricas.**

En la solicitud de punto de conexión solo se requiere diligenciar el formulario de factibilidad de punto de conexión y corriente de corto circuito del operador de red, donde posteriormente el operador de red dará respuesta a este indicando:

- Capacidad aprobada en kVA
- Nivel de tensión en el punto de derivación
- Ubicación del punto de derivación (**Fig. 5 Punto de conexión**)
- Nivel de tensión de la medida

- Tipo de punto de medición
- Tipo de conexión
- Ubicación de punto de referencia
- Circuito
- Numero de instalaciones actuales
- Tipo de documentación RETIE
- Tipo de uso



Fig. 5 Punto de conexión

Nota: fuente respuesta solicitud punto de conexión enviado por EPM.

Adicionalmente, se indican los pasos siguientes que se deben efectuar ante el operador de red, que en el caso del proyecto serían:

1. Presentar proyecto de redes.
2. Solicitar interventoría al proyecto aprobado.
3. Solicitar visita de puesta en servicio al operador de red.
4. Pedido de conexión al servicio de energía.





UBICACIÓN GENERAL  
ESCALA: SIN

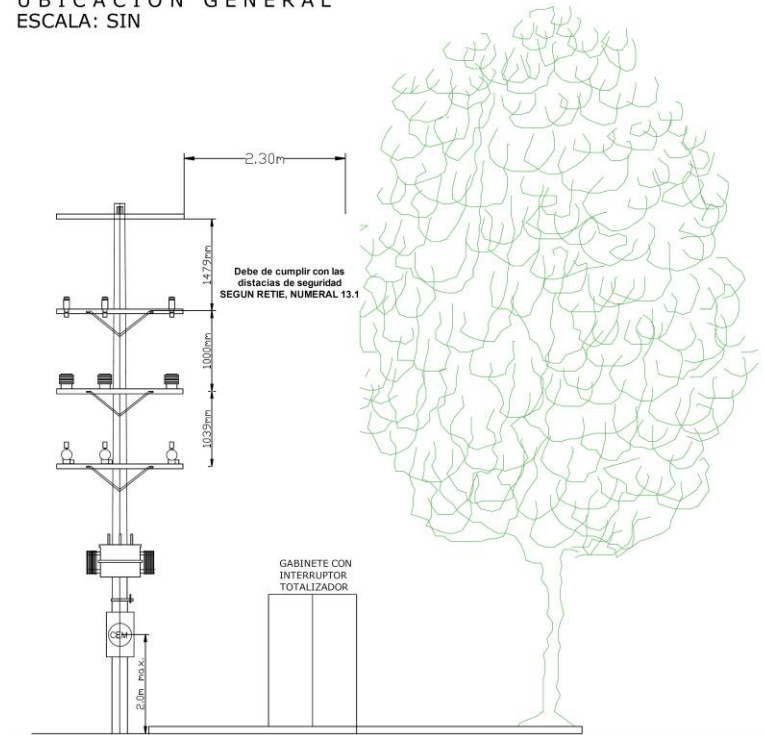


Fig. 7 Poste proyectado

Nota: fuente diseñado en AutoCAD.

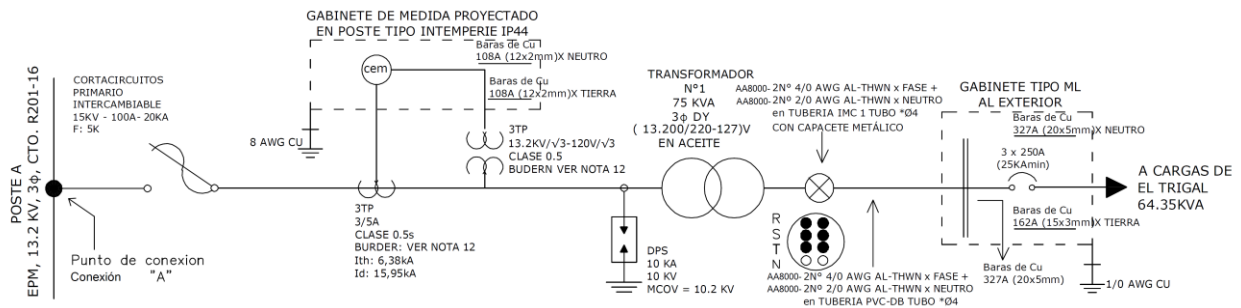


Fig. 8 Diagrama unifilar proyectado

Nota: fuente diseñado en AutoCAD.

---

## **PROCESO 6. EJECUCIÓN DEL DISEÑO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA.**

**Actividad 12. Socializar las actividades a realizar con el personal técnico de la empresa.**

Se informa a los equipos de trabajo la forma en la que se deben ejecutar las labores y se revisa que los materiales de trabajo estén completos y en caso de que no, hacer los ajustes teniendo en cuenta el conocimiento de los oficiales para hacer la solicitud de material.

**Actividad 13. Solicitar materiales con el personal de gestión de compras, quienes son los encargados de la comunicación directa con los proveedores, para inicio de las tareas.**

Después de revisar con los oficiales el material que se tenía presupuestado se revisa en el almacén de la empresa la disponibilidad de insumos y se hace una solicitud de compras para los elementos que no tienen stock.

**Actividad 14. Conformar equipos de trabajo, con las habilidades técnicas especializadas para cada una de las diversas actividades.**

Con acompañamiento del área de gestión humana se organiza al personal teniendo en cuenta las habilidades, conocimientos y el requerimiento de certificaciones necesarias para el proyecto, como cursos de alturas, CONTE, “Consejo Nacional de Técnicos Electricistas, entidad de carácter privado con funciones públicas, sin ánimo de lucro, encargada de estudiar, tramitar y expedir las Matrículas Profesionales de los Técnicos Electricistas” [8], entre otras.

Además, se tramitan los permisos de ingreso a las instalaciones y se valida el estado de la seguridad social y ARL.

**Actividad 15. Realizar seguimientos del proyecto, de manera que se evidencien los avances que se van presentando día tras días en la obra y lograr de esta manera estar al tanto de las necesidades que se hacen evidentes en los equipos de trabajo además de solucionar inquietudes de diseño que se pueden presentar.**

Los oficiales diligencian un formato llamado Formato diario de obra donde se evidencia el consumo de material y las actividades ejecutadas (**Fig. 9 Ejecución de actividades**) durante el día.

Este se compara contra el cronograma de actividades y el inventario de material inicial con el fin de detectar alertas en cuanto al tiempo de ejecución como disponibilidad de insumos durante el proyecto.



Fig. 9 Ejecución de actividades

Nota: fuente recurso fotográfico propio.

## **PROCESO 7. REVISIÓN DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA.**

**Actividad 16. Según el alcance del proyecto, solicitar las visitas de interventoría necesarias para la certificación de las instalaciones, por parte del ente certificador como por parte del operador de red.**

Por parte del operador de red se realiza una revisión del proyecto desde el punto conexión hasta la protección principal de la instalación.

Según la definición del alcance del proyecto donde se indicó que requería certificación plena, se contrata a la empresa RIG - RETIE INGENIERÍA Y GESTIÓN S.A.S, los cuales realizan la inspección y posterior certificación de las instalaciones.

En este proceso de certificación, la empresa contratada revisa el diseño de la instalación eléctrica, incluyendo el cuadro de carga y, la ejecución de la obra (**Fig. 10 Revisión de ejecución, Fig. 11 Revisión de ejecución**).



Fig. 10 Revisión de ejecución

Nota: fuente recurso fotográfico propio.



Fig. 11 Revisión de ejecución

Nota: fuente recurso fotográfico propio.

---

**Actividad 17. Dar solución a las correcciones que presente por parte de la interventoría en el proyecto.**

Después de la revisión, se hacen las correcciones pertinentes en las ejecuciones y los documentos que se encontraron con fallas y/o errores. Por ejemplo, en el tablero principal se encontraron dos conductores unidos por un mismo tornillo en terminal (**Fig. 12 Corrección de error en el tablero principal**).



Fig. 12 Corrección de error en el tablero principal

Nota: fuente recurso fotográfico propio.

En este proceso también se hace entrega del numeral 10.1 del RETIE, que hace referencia a los requerimientos generales del diseño de instalaciones eléctricas.

**Actividad 18. Realizar visita con el cliente en las instalaciones, donde se presentan los avances del proyecto verificando que cumpla con las necesidades planteadas.**

Se presentan los avances del proyecto en compañía con el cliente con el fin de demostrar que se está cumpliendo con las necesidades (**Fig. 13 Validación de las instalaciones**) y el cronograma de actividades.



Fig. 13 Validación de las instalaciones

Nota: fuente recurso fotográfico propio.

## **PROCESO 8. LEGALIZACIÓN DEL PROYECTO.**

### **Actividad 19. Solicitar la puesta en servicio de la instalación.**

Se solicita a través de la línea telefónica de EPM el cupón de pago de la visita puesta en servicio y se montan en la plataforma los certificados RETIE, los certificados de calibración de los equipos de medida, la declaración de cumplimiento RETIE y la matrícula profesional del diseñador de la instalación eléctrica, donde ellos hacen la validación documental.

### **Actividad 20. Realizar la legalización de la instalación.**

Se recibe visita en las instalaciones de la empresa para el sellado de los equipos de medida y así comenzar a prestar el servicio de energía (**Fig. 14 Invernadero**).



Fig. 14 Invernadero

Nota: fuente recurso fotográfico propio.

---

## VIII. CONCLUSIONES

- Con este proyecto se conoció y comprendió la forma de operar de una empresa del sector eléctrico, específicamente, el proceso de ejecución de proyectos, donde intervienen diferentes áreas de la empresa y, es necesario establecer relaciones y procesos con proveedores y entes de control del sector.

- Se evidenciaron algunos de los factores que pueden afectar los tiempos de entrega de un proyecto eléctrico, como lo son la implicación terceros en el suministro de materiales, programación de interventorías, y factores climáticos o características particulares del terreno, los cuales pueden interferir en los diferentes.

- La implementación de herramientas informáticas como el software OPUS permite, no solo optimización de costos, sino también una reducción de tiempos en el proceso de elaboración de cotizaciones, ya que al tener tareas parametrizables de obra necesarias en el desarrollo del proyecto no se requiere hacer un desglose detallado.

- En muchos casos, el ingeniero residente de los proyectos no requiere ser el más hábil en las tareas particulares del proyecto, ya que cuenta con equipo multidisciplinario de apoyo, pero si es de suma importancia que desarrolle una visión general del proyecto donde comprenda los pasos a seguir y la manera en la cual cada etapa podrá culminarse de una manera satisfactoria.

- Se debe contar con una actitud asertiva en la ejecución del proyecto y a su vez, estar presto a escuchar recomendaciones por parte del personal, ya que es común que se presenten inconvenientes de todo tipo, pero es necesario buscar las soluciones más factibles en el menor tiempo posible y, en muchas ocasiones el personal técnico en su hacer puede presentar alternativas que desde la formación como ingeniero o de forma personal no se contemplan.



---

## **IX. RECOMENDACIONES**

Se recomienda considerar los tiempos de respuesta y programación de actividades por parte de terceros (entrega de materiales, los entes certificadores y el operador de red), ya que estos pueden intervenir de gran manera en los tiempos de entrega de los proyectos, se recomienda implementar herramientas como Microsoft Project o alertas en Excel en donde se puedan programar estos retrasos en la ejecución y no impliquen sobrecostos administrativos.

---

## REFERENCIAS

- [1] T. Ireland, “Alternative project execution approaches,” *Cement Industry Technical Conference*, May 2000, doi: 10.1109/citcon.2000.848526.
- [2] T. Ireland, “Which project-execution approach is best for you?,” *IEEE Industry Applications Magazine*, Nov. 2001, doi: 10.1109/2943.959114.
- [3] R. J. Dubber and J.-H. Pretorius, “Investigating the effects of replacing the project manager during project execution,” *Industrial Engineering and Engineering Management*, Dec. 2016, doi: 10.1109/ieem.2016.7798065.
- [4] C. L. Menches, Z. B. Nasr, A. Diaz-Aguilo, and A. Rigart, *Electrical Project Management Implementation Manual*. ELECTRI International-The Foundation for Electrical Construction, Inc., 2010.
- [5] Ministerio de Minas y Energía, *Reglamento técnico de instalaciones eléctricas - RETIE*. Ministerio de Minas y Energía, 2013.
- [6] EPM - Empresas Públicas De Medellín, *RA8-028 Instalación y montaje de sistema de medición activos de conexión transformadores monousuario*. EPM - Empresas Públicas De Medellín, 2021.
- [7] EPM - Empresas Públicas De Medellín, *RA8-030 Selección y conexión de equipos del sistema de medida de energía eléctrica*. EPM - Empresas Públicas De Medellín, 2021.
- [8] CONTE Consejo Nacional de Técnicos Electricistas. Available: <https://www.conte.org.co/nuestra-entidad/>