



## **Desarrollo de las instalaciones eléctricas de la urbanización Sol del Valles**

Juan Manuel Espinal Mosquera

Informe de práctica empresarial presentado como requisito parcial para optar el título de:  
Ingeniero Electricista

Tutor

Duván Fernando Morales Castaño-Magister en Ingeniería

Eder Usquiano Peláez-Ingeniero Electricista

Universidad de Antioquia

Facultad Ingeniería

Ingeniería Eléctrica

Medellín, Antioquia, Colombia

2021

---

<b>Cita</b>	(Espinal Mosquera, 2021)
<b>Referencia</b>	Espinal Mosquera, J. M. (2021). <i>Desarrollo de las instalaciones eléctricas de la urbanización Sol del Valles</i> [Trabajo de grado profesional]. Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.
<b>Estilo APA 7 (2020)</b>	

---



Centro de Documentación Ingeniería (CENDOI).

**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:** Jesús Francisco Vargas Bonilla.

**Jefe departamento:** Noe Alejandro Mesa Quintera

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 Contenido

Resumen .....	9
Introducción .....	11
1 Objetivos .....	13
1.1 General.....	13
1.2 Específicos.....	13
2 Marco Teórico.....	14
2.1 Instalación eléctrica de distribución .....	14
2.2 Redes de distribución.....	14
2.3 Red de baja tensión.....	14
2.4 Acometida.....	14
2.5 Capacidad o potencia instalada.....	14
2.6 Distancia de seguridad.....	15
2.7 Punto de conexión .....	15
2.8 Sistema de Puesta a Tierra (SPT) (GROUNDING SYSTEM).....	15
2.9 Tableros de medida.....	15
2.10 Transformación.....	15
2.11 Usuario.....	16
2.12 Medidor .....	16
2.13 Interruptor .....	16
2.14 Canalización .....	16
2.15 NTC 2050 .....	17
2.16 RETIE.....	17
2.16.1 Proceso Metodológico para el Diseño Detallado de las Instalaciones Eléctricas Según RETIE .....	17
2.17 Redes de distribución de energía eléctrica según su tipo de construcción .....	18
2.17.1 Seguridad pública.....	19
2.17.2 Costo inicial.....	19
2.17.3 Flexibilidad.....	19
2.17.4 Fallas .....	19
2.17.5 Aspecto.....	19
2.17.6 Localización de fallas y reparaciones.....	19

2.17.7	Capacidad de carga de corriente y caída de voltaje .....	20
2.17.8	Vida útil.....	20
2.17.9	Costo de mantenimiento.....	20
2.17.10	Interferencia con los circuitos de comunicación .....	20
3	Metodología.....	21
4	Resultados .....	23
4.1	Especificaciones del proyecto .....	23
4.2	Revisión de planos.....	23
4.3	Carga instalada .....	23
4.4	Regulación Baja Tensión.....	24
4.5	Descripciones de las instalaciones.....	31
4.5.1	Canalizaciones.....	31
4.5.2	Cajas de distribución .....	39
4.5.3	Gabinetes de Medida.....	44
4.5.4	Tendido del cableado eléctrico.....	47
4.5.5	Seguimiento de la obra.....	49
5	Conclusiones .....	50
	Referencias .....	51

## Lista de tablas

<b>Tabla 1</b>	Profundidad de enterramiento de ductos para redes de distribución subterráneas.....	16
<b>Tabla 2</b>	Cronograma de actividades Sol del Valles.....	22
<b>Tabla 3</b>	Resumen del presupuesto .....	25
<b>Tabla 4</b>	Presupuesto detallado para los diferentes ítems .....	26

|

## Lista de figuras

<b>Figura 1</b> Cálculo potencia de transformador .....	24
<b>Figura 2</b> Cálculos de caída de tensión.....	25
<b>Figura 3</b> Canalización cruce de calzada .....	31
<b>Figura 4</b> Secuencia de canalización cruce de calzada .....	32
<b>Figura 5</b> Canalización en andén .....	35
<b>Figura 6</b> Secuencia de canalización en andén .....	35
<b>Figura 7</b> Secuencia de construcción caja de distribución.....	40
<b>Figura 8</b> Acercamiento punto de conexión .....	43
<b>Figura 9</b> Distancias mínimas para trabajos en o cerca de partes energizadas en corriente alterna .....	45
<b>Figura 10</b> Instalación de gabinete de medida.....	45
<b>Figura 11</b> Transformador con serie asignada por el operador de red.....	48
<b>Figura 12</b> Instalación de regletas de baja tensión y marcación de lotes.....	49

## Siglas, acrónimos y abreviaturas

<b>Al</b>	Aluminio
<b>EPM</b>	Empresas Públicas de Medellín
<b>kVA</b>	Kilovoltioamperios
<b>NTC</b>	Norma Técnica Colombiana
<b>RA#-###</b>	Normas técnicas para redes aéreas EPM
<b>RETIE</b>	Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas
<b>RHW</b>	Cable aislado en material termoestable resistente a la alta temperatura hasta 75°C en zonas húmedas y secas
<b>RS#-###</b>	Normas técnicas para redes subterráneas EPM
<b>V</b>	Voltio

## Resumen

En el siguiente trabajo se presenta el desarrollo de las instalaciones eléctricas de la urbanización Sol de Valles ubicada en el municipio de la Ceja, Antioquia, donde se contempla la construcción de las redes de distribución y de alumbrado público para 2 lotes (unidad abierta y unidad cerrada), en los cuales se construirán 87 viviendas. El diseño y la construcción de la instalación eléctrica se realiza bajo el criterio normativo establecido por el RETIE (Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas) y los lineamientos técnicos del operador de Red (EPM) para garantizar el funcionamiento confiable de las instalaciones. Para lograr este objetivo, se siguió una metodología que comprende las actividades necesarias para la correcta ejecución del proyecto, como los son, la revisión técnica de los diseños eléctricos y de iluminación a fin de verificar que cumplan con las normas vigentes antes de su implementación, la realización de cotizaciones y supervisiones de obra, además de apoyar los trámites necesarios ante el respectivo operador de red. El proyecto se está ejecutando por la empresa contratista ENETEL S.A.S siguiendo los diferentes requerimientos y las recomendaciones de ingeniería que utiliza el operador de red con el fin de apoyar la gestión de una red eléctrica segura y confiable para que los usuarios puedan gozar de un óptimo servicio.

*Palabras claves:* Redes de distribución eléctrica, canalización, operador de red, instalaciones eléctricas, legalización, RETIE, NTC 2050, EPM

### **Abstract**

The following report shows the development of the electrical installations in the residential complex "Sol de Valles", located in La Ceja municipality, Antioquia, where it is contemplated the construction of the electrical distribution network and public lighting for two lots (open and closed unit), on which 87 houses will be built. The design and the construction of the electrical installations is done under RETIE (Technical Bylaw for Electrical Installations) regulations criteria and the technical guidelines from the Network Operator, EPM, to guarantee a reliable performance of the installations. To achieve this goal, a methodology is followed which includes the needed activities for the correct execution of the project, such as the technical review of the electrical and lighting designs for the purpose of verifying the comply status of the current regulations before the designs' implementation; the making of quotes and the construction site overseeing, besides supporting the needed formalities in view of the respective Network Operator. The project is being executed by the contractor company ENETEL S.A, following the different requirements and the engineering recommendations used by the Network Operator for the purpose of supporting the management of a secure and reliable electrical network for the users to enjoy of an optimal service.

*Keywords:* electrical distribution, network, canalization, network operator, electrical installations, legalization, RETIE, NTC 2050, EPM

## Introducción

El crecimiento en el uso de electricidad está relacionado con un mejoramiento en la calidad de vida de las personas. La tendencia hacia un estilo de vida caracterizado por el uso de instalaciones eléctricas está aumentando la dependencia de la población al suministro de electricidad en los hogares, oficinas, locales comerciales, industria, entre otros. Debido a que la electricidad se ha convertido en parte fundamental de la vida diaria, ya que sin ella es imposible que cualquier dispositivo funcione, es importante contar con sistemas eléctricos y una infraestructura confiable que reduzca los riesgos eléctricos de sus instalaciones y garantiza el buen funcionamiento de sus equipos.

Para cumplir con este objetivo, la planificación y ejecución de las instalaciones eléctricas deben seguir una serie de disposiciones, las cuales son establecidas por el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE y la Norma Técnica Colombiana - NTC 2050, con el fin de mantener la seguridad de personas, animales y el medio ambiente; minimizando cualquier riesgo de origen eléctrico, a partir del cumplimiento de los requisitos civiles, mecánicos y de fabricación de equipos (Ministerio de Minas y Energía, 2013). Una vez finalizado el proyecto para que cualquier instalación eléctrica se pueda conectar a la red, se debe obtener el certificado de cumplimiento RETIE el cual es exigido por la empresa prestadora del servicio para verificar que las instalaciones eléctricas, así como los productos utilizados en su diseño, cumplen con la norma.

El proyecto tiene como alcance la construcción de la instalación eléctrica de redes de distribución de baja tensión en la urbanización Sol del Valles ubicada en el municipio de La Ceja, Antioquia, desde el punto de conexión entregado por el operador de la red EPM, hasta todas las salidas de distribución y de iluminación de alumbrado público. Por cuestiones de urbanismo, se desarrolla el recorrido de la acometida de manera subterránea siguiendo un diseño simplificado y eficiente que se realizará de total conformidad con los requerimientos consignados en las especificaciones del contrato y en los planos finales aprobados por parte de EPM los cuales cumplen la normativa que rige este tipo de instalaciones.

Inicialmente, se hizo una revisión cuidadosa de los diseños eléctricos ya planteados para verificar que se cumple con los estándares de calidad para acceder al servicio, posteriormente se desarrolló la cotización de las cantidades de obra de acuerdo con los planos y las especificaciones.

Una vez se inicia el proceso constructivo se hizo seguimiento periódico del avance del proyecto para garantizar la calidad de la obra y la correcta aplicación de los recursos destinados para ello. Además, se efectuó el control de la obra a medida que avanzaba la construcción para asegurar que las actividades ejecutadas se ajustan a los objetivos concebidos inicialmente y que las instalaciones eléctricas se adaptan a la norma de su función.

Las instalaciones eléctricas que comprende el proyecto son:

- Instalación eléctrica canalizada (desde el transformador de baja tensión hasta el totalizador de cada vivienda).
- Instalación eléctrica exterior de las viviendas
- Instalación eléctrica de la zona común
- Red de alumbrado público exterior
- Instalación del sistema de puesta a tierra
- Línea subterránea de baja tensión 120V y 220V
- Instalación de transformador de 50 kVA

## **1 Objetivos**

### **1.1 General**

Construir las instalaciones eléctricas de la urbanización Sol del Valles bajo el criterio normativo establecido por el RETIE, complementando con las normas internas de EPM y la norma técnica colombiana NTC 2050.

### **1.2 Específicos**

Recopilar información técnica de las normas vigentes (RETIE, NTC 2050, EPM) para adoptar criterios que permitan el desarrollo de una instalación eléctrica segura y confiable.

Realizar una revisión de los diseños eléctricos ya establecidos para garantizar que cumplen con los requerimientos de diseño exigidos por la normas y reglamentos nacionales.

Definir las características y cantidades de material necesarias para la construcción de las instalaciones eléctricas y realizar la cotización respectiva.

Realizar seguimiento periódico del avance del proyecto para garantizar que se cumpla con los tiempos de ejecución, manejo de los recursos y calidad de la obra.

## 2 Marco Teórico

A continuación, se precisan los principales conceptos teóricos que se utilizaron durante la práctica académica.

### 2.1 Instalación eléctrica de distribución

Conjunto de aparatos y de circuitos asociados para el transporte y la transformación de energía eléctrica, cuyas tensiones nominales sean iguales o superiores a 120 V y menores a 57,5 kV. (Ministerio de Minas y Energía, 2013)

### 2.2 Redes de distribución

Conjunto de elementos utilizados para la transformación y el transporte de la energía eléctrica hasta el punto de entrega al suscriptor o usuario. (Ministerio de Minas y Energía, 2013)

### 2.3 Red de baja tensión

Es el conjunto de equipos o elementos que se utilizan para transportar la energía eléctrica a tensiones nominales menores o iguales a 1000 V. Este tipo de redes es el utilizado para llevar la energía eléctrica desde los transformadores de distribución tipo poste hasta las acometidas de los usuarios finales. (Ministerio de Minas y Energía, 2013)

### 2.4 Acometida

Derivación de la red local del servicio respectivo que llega hasta el registro de corte del inmueble. En edificios de propiedad horizontal o condominios, la acometida llega hasta el registro de corte general. (Ministerio de Minas y Energía, 2013).

### 2.5 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. (Ministerio de Minas y Energía, 2013)

## **2.6 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. (Ministerio de Minas y Energía, 2013)

## **2.7 Punto de conexión**

Es el punto eléctrico en el cual el equipo de un usuario está conectado a un STR o SDL para propósito de transferir energía eléctrica entre las partes. El punto de conexión indica la frontera respecto a la propiedad de los activos entre el Operador de Red y el cliente. (Empresas Públicas de Medellín [EPM], 2017)

## **2.8 Sistema de Puesta a Tierra (SPT) (GROUNDING SYSTEM)**

Conjunto de elementos conductores de un sistema eléctrico específico, sin interrupciones ni fusibles, que unen los equipos eléctricos con el suelo o terreno. Comprende la puesta a tierra y todos los elementos puestos a tierra. (Empresas Públicas de Medellín [EPM], 2008).

## **2.9 Tableros de medida**

Estructuras metálicas o no metálicas que cumplen con condiciones mecánicas y de seguridad, construidos para instalarse generalmente de manera empotrada, sobre puesta en los muros o paredes o autosoportados y destinados a encerrar equipos de baja tensión como medidores de energía, equipos de protección y transformadores de medida. (Empresas Públicas de Medellín [EPM], 2013).

## **2.10 Transformación**

Proceso mediante el cual son modificados, los parámetros de tensión y corriente de una red eléctrica, por medio de uno o más transformadores, cuyos secundarios se emplean en la alimentación de otras subestaciones o centros transformación (incluye equipos de protección y seccionamiento). (Ministerio de Minas y Energía, 2013)

### 2.11 Usuario

Persona natural o jurídica que se beneficia del servicio público, bien como propietario del inmueble en donde este se presta, como suscriptor o como receptor directo del servicio. (Ministerio de Minas y Energía, 2013)

### 2.12 Medidor

Es el instrumento de medida que registra la potencia demandada y/o los consumos de energía activa y/o reactiva. (Ministerio de Minas y Energía, 2013)

### 2.13 Interruptor

Dispositivo diseñado para que abra el circuito automáticamente cuando se produzca una sobrecorriente predeterminada. (Ministerio de Minas y Energía, 2013)

### 2.14 Canalización

Las canalizaciones se basan en la apertura de zanjas con el objetivo de abrir camino para cubrir diferentes elementos. Concretamente las canalizaciones suelen utilizarse para el cableado eléctrico o de tuberías. (Ministerio de Minas y Energía, 2013)

En canalizaciones de redes subterráneas de baja tensión la profundidad de enterramiento de ductos para redes de distribución subterráneas, tomada desde la superficie superior del suelo terminado hasta la parte superior del conductor o del ducto, no debe ser menor a los valores dados en la Tabla 1.

**Tabla 1**

*Profundidad de enterramiento de ductos para redes de distribución subterráneas*

Tensión fase - fase (V)	Profundidad Ducto (m)
Alumbrado público	0,5
0 a 600	0,6
601 a 34500	0,75
34501 a 57500	1

*Fuente.* (Empresas Públicas de Medellín [EPM], 2013)

## **2.15 NTC 2050**

Es la Norma Técnica Colombiana cuyo objetivo es la salvaguardia de las personas y de los bienes contra los riesgos que pueden surgir por el uso de la electricidad. Este código contiene disposiciones que se consideran necesarias para la seguridad. El cumplimiento de esta norma y el mantenimiento adecuado darán lugar a una instalación prácticamente libre de riesgos, pero no necesariamente eficiente, conveniente o adecuada para el buen servicio o para ampliaciones futuras en el uso de la electricidad. (Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación [ICONTEC], 1998).

## **2.16 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. (Ministerio de Minas y Energía, 2013).

### **2.16.1 Proceso Metodológico para el Diseño Detallado de las Instalaciones Eléctricas Según RETIE**

Según el artículo 10 del RETIE toda instalación eléctrica debe cumplir con los siguientes requerimientos:

- **Diseño**

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. (Ministerio de Minas y Energía, 2013).

- **Intervención De Personas Con Las Competencias Profesionales**

La construcción, ampliación o remodelación de toda instalación eléctrica objeto del RETIE, debe ser dirigida, supervisada y ejecutada directamente por profesionales competentes, que según la ley les faculte para ejecutar esa actividad y deben cumplir con todos los requisitos del presente reglamento que le apliquen. (Ministerio de Minas y Energía, 2013).

- **Productos Usados En Las Instalaciones Eléctricas**

La selección de los productos o materiales eléctricos y su instalación debe estar en función de la seguridad, su utilización e influencia del entorno. (Ministerio de Minas y Energía, 2013).

- **Espacios Para El Montaje, Operación Y Mantenimiento De Equipos**

Los lugares donde se construya cualquier instalación eléctrica deben contar con los espacios (Incluyendo los accesos) suficientes para el montaje, operación y mantenimiento de equipos y demás componentes, de tal manera que se garantice la seguridad tanto de las personas como de la misma instalación.(Ministerio de Minas y Energía, 2013).

- **Conformidad con el Presente Reglamento**

Toda instalación eléctrica y todo producto que sean objeto del presente reglamento deben cumplir los requisitos que le apliquen y demostrarlo mediante la certificación de conformidad correspondiente establecida en el Capítulo 10 del presente Anexo General. (Ministerio de Minas y Energía, 2013).

- **Operación y Mantenimiento De Instalaciones Eléctricas**

En todas las instalaciones eléctricas, incluyendo las construidas con anterioridad a la entrada en vigor del RETIE (mayo 1° de 2005), el propietario o tenedor de la instalación eléctrica debe verificar que ésta no presente alto riesgo o peligro inminente para la salud o la vida de las personas, animales o el medio ambiente. (Ministerio de Minas y Energía, 2013).

- **Pérdidas Técnicas Aceptadas**

En el diseño de las instalaciones eléctricas, excepto en las residenciales de menos de 15 kVA de carga instalable, se debe hacer análisis del conductor más económico en acometida y alimentadores, considerando el valor de las pérdidas de energía en su vida útil, teniendo en cuenta las cargas estimadas, los tiempos de ocurrencia, las pérdidas adicionales por armónicos y los costos de energía, proyectando el valor actual en la vida útil de la instalación. (Ministerio de Minas y Energía, 2013).

## **2.17 Redes de distribución de energía eléctrica según su tipo de construcción**

El sistema de distribución puede ser aéreo o subterráneo. Las líneas aéreas generalmente se montan sobre postes de madera, hormigón o acero que están dispuestos para transportar transformadores de distribución además de los conductores. El sistema subterráneo utiliza conductos, cables y pozos de registro bajo la superficie de calles y aceras.

La elección entre un sistema aéreo o un sistema subterráneo depende de una serie de factores muy diferentes. Por lo tanto, es conveniente hacer una comparación entre los dos.

### **2.17.1 Seguridad pública**

El sistema subterráneo es más seguro que el sistema aéreo, porque todo el cableado de distribución se coloca bajo tierra y hay pocas posibilidades de peligro.

### **2.17.2 Costo inicial**

El sistema subterráneo es más costoso debido al alto costo de excavación de zanjas, conductos, cables, pozos de registro y otros equipos especiales. El costo inicial de un sistema subterráneo puede ser de cinco a diez veces mayor que el de un sistema aéreo.

### **2.17.3 Flexibilidad**

El sistema aéreo es mucho más flexible que el subterráneo. En este último caso, las alcantarillas, conductos, etc. se colocan de forma permanente una vez instaladas y la expansión de la carga solo se puede afrontar mediante el tendido de nuevas líneas. Sin embargo, en un sistema aéreo, los postes, cables, transformadores, etc., pueden cambiarse fácilmente para adaptarse a los cambios en las condiciones de carga.

### **2.17.4 Fallas**

Las posibilidades de fallas en el sistema subterráneo son muy raras ya que los cables se colocan bajo tierra y generalmente cuentan con un mejor aislamiento.

### **2.17.5 Aspecto**

El aspecto general de un sistema subterráneo es mejor ya que todas las líneas de distribución son invisibles. Este factor está ejerciendo una presión pública considerable sobre las empresas de suministro eléctrico para que se pasen al sistema subterráneo.

### **2.17.6 Localización de fallas y reparaciones**

En general, hay pocas posibilidades de que se produzcan fallas en un sistema subterráneo. Sin embargo, si ocurre una falla, es difícil de localizar y reparar en este sistema. En un sistema aéreo, los conductores son visibles y de fácil acceso para que las ubicaciones de fallas y las reparaciones se puedan realizar fácilmente.

### **2.17.7 Capacidad de carga de corriente y caída de voltaje**

Un conductor de distribución aéreo tiene una capacidad de carga de corriente considerablemente mayor que un conductor de cable subterráneo del mismo material y sección transversal. Por otro lado, el conductor de cable subterráneo tiene una reactancia inductiva mucho más baja que la de un conductor aéreo debido a la menor separación de los conductores.

### **2.17.8 Vida útil**

La vida útil de un sistema subterráneo es mucho más larga que la de un sistema aéreo. Un sistema aéreo puede tener una vida útil de 25 años, mientras que un sistema subterráneo puede tener una vida útil de más de 50 años.

### **2.17.9 Costo de mantenimiento**

El costo de mantenimiento del sistema subterráneo es muy bajo en comparación con el del sistema aéreo debido a las menores posibilidades de fallas e interrupciones del servicio debido al viento, hielo, rayos y peligros del tráfico.

### **2.17.10 Interferencia con los circuitos de comunicación**

Un sistema aéreo causa interferencia electromagnética con las líneas telefónicas. Las corrientes de la línea eléctrica se superponen a las corrientes de voz, lo que hace que el potencial del canal de comunicación se eleve a un nivel indeseable. Sin embargo, no existe tal interferencia con el sistema subterráneo.

De la comparación anterior se desprende claramente que cada sistema tiene sus propias ventajas y desventajas. Sin embargo, la economía comparativa (es decir, el costo anual de operación) es el factor más poderoso que influye en la elección entre sistema aéreo o subterráneo. El mayor costo de capital del sistema subterráneo prohíbe su uso para distribución. Pero a veces factores no económicos (por ejemplo, apariencia general, seguridad pública, etc.) ejercen una influencia considerable en la elección del sistema subterráneo. En general, se adopta un sistema aéreo para la distribución y el uso del sistema subterráneo se hace solo donde la construcción aérea es impracticable o está prohibida por la normativa local.

### 3 Metodología

A continuación, se plantean las actividades que se desarrollaron para llevar a cabo el proyecto de las instalaciones eléctricas:

- *Recopilación de información:* Esta parte consistía en la búsqueda y estudio de toda la información relacionada con el proyecto que pueda influir directa o indirectamente en su desarrollo para comprender mejor el proceso que se va a realizar. Esta actividad es fundamental, puesto que con base en esta información técnica se construirá la red eléctrica la cual debe cumplir con todo el marco normativo del RETIE y en especial con las normas de EPM el cual será el operador de red para el proyecto, En caso de no tener el aval de por parte de estos entes no será posible poner en servicios las instalaciones eléctricas.
- *Revisión de planos:* Una vez estudiada toda la normatividad y las condiciones mínimas que debe garantizar el proyecto, se procede con la revisión de los diseños eléctricos para garantizar que estos respetan los requerimientos técnicos exigidos como son regulación, cálculo de carga instalada, entre otros.
- *Cotización:* Una vez aprobados los planos eléctricos finales, se determinaron el tipo y la cantidades de material para construcción total de las instalaciones eléctricas. A partir de estas cantidades, se realizó la cotización por medio de análisis de precios unitarios de las de acuerdo con las especificaciones técnicas para presentar una propuesta económica al contratante. Una vez aprobada la cotización se inició con la ejecución del proyecto
- *Seguimiento obra:* Se realizó el seguimiento del avance de la obra y del material en stock. Con esta información se hicieron los cortes de pago del proyecto sobre las cantidades instaladas. La obra se entregará cumpliendo con todo el reglamento técnico establecido por el operador de red.
- *Legalización y puesta en servicio:* Terminada la parte operativa del proyecto, se realiza su legalización ante la empresa certificadora para obtener el visto bueno de cumplimiento de la



## **4 Resultados**

A continuación, se presenta el desarrollo el proyecto de acuerdo con la metodología anteriormente mencionada.

### **4.1 Especificaciones del proyecto**

El proyecto Sol de Valles se encuentra ubicado en la Calle, municipio de La Ceja, Antioquia. Dicho proyecto, consta de la subdivisión de 2 lotes en los cuales se construirán 87 viviendas entre Unifamiliares y Bifamiliares, adicionalmente llevará las respectivas vías, zonas comunes y espacios internos los cuales deben contar con alumbrado público.

El operador de red de proyecto es EPM el cual dispone de diferentes requerimientos técnicos para la realización de los diseños .

### **4.2 Revisión de planos**

Antes de realizar la revisión de los planos, se estudia toda la información disponible sobre el proyecto, además de las normas colombianas vigentes (RETIE, NTC 2050), normas del operador de red (EPM) y algunos proyectos con características similares realizados por la empresa que se tomaron como guía para la familiarización con las diferentes especificaciones técnicas que se debe cumplir para la ejecución de las instalaciones eléctricas. Teniendo claridad sobre todos los aspectos que rodean el proyecto, se procede a la revisión de los diseños eléctricos trabajando conjuntamente con el asesor externo mediante un exhaustivo análisis de especificaciones, informes, cálculos y planos para verificar que estos siguen los lineamientos de todas las normas del sector, de seguridad y operativas pertinentes.

### **4.3 Carga instalada**

Se consultó la norma RA8-009 para examinar el dimensionamiento de la carga del transformador de distribución de acuerdo con el estrato de la socioeconómico y el número de instalaciones que van a ser conectadas. En el proyecto se van a instalar dos transformadores, uno para atender 48 usuarios y 6 locales asociados a las zona común con una capacidad demandada de 2 kVA y otro para atender 60 usuarios y la zona común con una capacidad demanda de 5 kVA. De acuerdo con la tabla de demanda diversificada de EPM (Norma RA8-009) para una cantidad de 48

usuarios residenciales en condición estrato 3, la capacidad adecuada para el transformador es 0.75 kVA. En el cuadro de cargas se evidencia que los valores están dentro de los parámetros permitidos por la normatividad del operador de red.

### Figura 1

*Cálculo potencia de transformador*

No. Circuito	kVA trafo	No. De Instalaciones	kVA x Instalacion	kVA x totales	% de carga
<b>TRAFO 1</b>	50	48 casas	0,75	36,0	96,00
		6 Locales	2	12	
		Total		48	

#### 4.4 Regulación Baja Tensión

Se revisa el calibre o sección transversal de los circuitos ramales para verificar que estos evitan una caída de tensión superior al 3% de acuerdo con la Norma Técnica Colombiana (Código eléctrico Colombiano NTC 2050) de tal modo que se garantice que los usuarios no presenten variaciones en el voltaje, ya que esto puede generar que los equipos o carga a conectar trabajen inadecuadamente.

La corriente que puede transportar el circuito, su longitud y la impedancia eficaz del conductor determinan la caída de tensión que se produce en el cable. Para establecer el calibre del conductor se acude a la norma RA8-008 en la cual se puede seleccionar el calibre con la información de los kVA x Metro y el % de caída de tensión del ramal. Como se puede evidenciar en la Tabla 2. los circuitos ramales presenta una caída de tensión menor a la máxima permitida.

**Figura 2***Cálculos de caída de tensión*

Ramal	Descripción Circuito TRAMO	numero de Instalacion x ramal			Carga en [VA] x tramo	Distancia Tablero (m)	Número de conductores por fase	Cobre/ Aluminio	Calibre Fase	Caída de Tensión X tramo %	Caída de tension x ramal %
		Res.	ZC.	COM.							
A-B	Trafo a S3	10		6	24100	59	1	Al	250	1,42%	2,68%
	S3 a S4	6		6	21680	40	1	Al	250	0,86%	
	S4 a S5			6	12000	34	1	Al	250	0,40%	
A-C	Trafo a S7	19			17650	39	1	Al	2/0	1,26%	2,14%
	S7 a S8	9			11470	34	1	Al	2/0	0,71%	
	S8 a S10	5			9090	10	1	Al	2/0	0,17%	
E-D	S7 a S9	5			9100	10	1	Al	2	0,34%	1,60%
A-F	Trafo a S12	19			17650	68	1	Al	4/0	1,40%	2,22%
	S12 a S13	8			10870	34	1	Al	2/0	0,67%	
	S13 a S15	4			8510	10	1	Al	2/0	0,15%	
G-H	S12 a S14	6			9680	10	1	Al	2	0,35%	1,75%

Nota: Para el proyecto se utilizó cable AL-RHW. Es un cable formado por un conductor de aluminio (AL), con aislamiento de caucho, resistente al calor (H) hasta 75°C y se puede instalar en sitios húmedos (W). Estos cables responden como mínimo a las especificaciones de la norma.

Luego de tener el visto bueno de los diseños se elabora un presupuesto para estimar lo que va a costar la construcción de la obra. El presupuesto incluye un análisis de los costos directos e indirectos de los ítems a ejecutar teniendo en cuenta los precios de los equipos, herramientas y mano de obra de acuerdo con las especificaciones técnicas. A medida que avanzaba la construcción se actualizaban las cantidades de obra de acuerdo con las cantidades instaladas. El resumen del presupuesto se presenta en la Tabla 3.

**Tabla 3***Resumen del presupuesto*

Detalle	PYG
Egresos	220.730.659
Administrativo obra	15.810.926
Técnico	37.944.827
Materiales (solicitado)	108.956.200
Transporte	12.000.000
Herramienta	3.000.000

Detalle	PYG
Costos administrativos	17.184.353
Inventarios	-
Inventarios materiales (en stock)	-
Inventario herramienta depreciar	-
Otros gastos	25.834.353
Caja menor	4.000.000
*Otros gastos	3.000.000
Pólizas	1.650.000
Impuestos	17.184.353

En la Tabla 4 se precisa la propuesta técnica aprobada para los diferentes ítems que requiere la construcción de las instalaciones eléctricas de la urbanización Sol del Valles.

**Tabla 4**

*Presupuesto detallado para los diferentes ítems*

ITEM	DESCRIPCIÓN	PRESUPUESTO		
		UND	CANT	VR UNITARIO
	RED PRIMARIA SUBTERRÁNEA, SECUNDARIA Y TRANSFORMADORES REDES EXTERNAS			
1	Montaje de transformador según norma RA3-026	UN	2	\$1.985.623
2	Aisladero y cajas primarias según norma RA2-017, F:10K	UN	2	\$1.245.620
3	DPS clase 12kV, 10kA, Mcov: 10.2kV	UN	2	\$145.890
4	Suministro de Transformador monofásico en aceite de 50kVA - 7620/240/120V	UN	2	\$6.026.900

ITEM	DESCRIPCIÓN	PRESUPUESTO		
		UND	CANT	VR UNITARIO
5	Suministro e instalación de bajante en tubería metálica galvanizada de 4" x 6m con boquilla, curva PVC y cinta banduit en 4No.4/0+4No.2/0+1No.1/0 Al-THWN. Para transformador de 50kVA	UN	2	\$712.800
6	Caja de distribución según norma RS3-005 (solo herraje).	UN	15	\$447.200
7	Caja de distribución según norma RS3-003 (solo herraje).	UN	4	\$245.600
8	Marcación de cajas de piso en acrílicos con identificación de código de colores, señal de peligro y marcación de nomenclatura de casas.	GL	23	\$56.230
9	Soldadura de tapas de cajas eléctricas, mínimo 4 puntos de soldadura por tapa	GL	23	\$15.000
10	Suministro e instalación de acometida secundaria en 2No.4/0+1No.2/0 AL-RHW	ML	86	\$41.252
11	Suministro e instalación de acometida secundaria en 2No.2/0+1No.1/0 AL-RHW	ML	218	\$32.562
12	Suministro e instalación acometida secundaria en 4No.4/0+2No.2/0 AL-RHW	ML	30	\$82.504
13	Suministro e instalación acometida secundaria en 2No.250+1No.4/0 AL-RHW	ML	246	\$77.041
14	Suministro e instalación acometida secundaria en 2No.2+1No.4 AL-RHW	ML	80	\$18.600

ITEM	DESCRIPCIÓN	PRESUPUESTO		
		UND	CANT	VR UNITARIO
15	Suministro e instalación de tubería 2 Ø3" PVC-DB, NO INCLUYE OBRA CIVIL	UN	607	\$30.179
16	Suministro e instalación de terminal campana PVC 3"	UN	80	\$12.600
17	Suministro e instalación de tapones en PVC para campanas terminales de 3"	UN	40	\$8.900
18	Suministro e instalación de cinta de peligro sobre tubería de PVC	UN	607	\$2.980
19	Suministro e Instalación de tubería canalizada por zona verde o andén para acometida eléctrica en 1Ø2" PVC-DB.	ML	870	\$ 13.546
20	Suministro e instalación de regletas de empalme de 8 vías para baja tensión	UN	27	\$ 245.800
21	Suministro e instalación de regletas de empalme de 6 vías para baja tensión	UN	30	\$ 198.500
22	Suministro e instalación de regletas de empalme de 4 vías para baja tensión	UN	12	\$155.601
23	Suministro e instalación de caja para medidor monofásico trifilar 5-60A para medida incluye caja metálica tipo intemperie. No incluye medidor	UN	87	\$482.630
24	Suministro e instalación de medidor bifásico 5-100A 240/120V 2F-3H, ACTIVA Y REACTIVA para medida servicios comunes.	UN	1	\$402.676
25	Suministro e instalación de totalizador principal de 60A. Para medidor servicios comunes	UN	1	\$198.750

ITEM	DESCRIPCIÓN	PRESUPUESTO		
		UND	CANT	VR UNITARIO
26	Suministro e instalación de totalizador principal de 2x40A. Para caja de medidores de casas	UN	87	\$55.800
27	Suministro e instalación de Gabinete metálico tipo intemperie 20x40x15cm de dos compartimentos. Para medidor de zonas comunes	UN	1	\$482.630
28	Cable Cu desnudo No.8 para puesta a tierra para gabinetes de medida	ML	261	\$12.500
29	Suministro e Instalación de electrodo de puesta a tierra con varilla copperweld de 5/8" x 2,40m incluye conector según norma RA8-020/1	UN	87	\$97.500
30	Suministro e Instalación de acometida en 2No.8(F)+1No.8(N)+1No.8(T) AL-RHW en tubería 2"PVC entre caja de distribución y medidor (Promedio 14 mts por casa) NO INCLUYE OBRA CIVIL	ML	870	\$24.907
31	Suministro e Instalación de acometida en 2No.6(F)+1No.6(N)+1No.8(T) AL-RHW en tubería 1½"PVC entre caja de distribución y medidor de servicios comunes	ML	31	\$35.899
32	Tramites de legalización	GL	1	\$9.000.000
33	Suministro e Instalación de alimentador para alumbrado en 2No 8 + 1 No 10 Cu THHN por tubería PVC Ø 1"	ML	681	\$16.547
34	Suministro e Instalación de tubería canalizada por zona verde o andén para alumbrado público en 1Ø1" PVC-DB.	ML	681	\$11.565

ITEM	DESCRIPCIÓN	PRESUPUESTO		
		UND	CANT	VR UNITARIO
35	Suministro e instalación Cable encauchetado 3x12 Cu para conexión de luminarias	ML	279	\$8.120
36	Conectores tipo perforación para empalme de alambre No.10 y No.8	UN	93	\$10.590
37	Suministro e Instalación de electrodo de puesta a tierra con varilla copperweld de 5/8" x 2,40m incluye conector según norma RA8-020/1	UN	4	\$97.500
38	Suministro de herrajes para caja en piso 40x40cm libres según norma RS3-001. Alumbrado público	UN	31	\$128.282
39	Instalación de luminarias de 41W Alumbrado público. Incluye herramienta y elementos de seguridad necesarios.	UN	31	\$52.300
40	Suministro e instalación de Tablero Multibreaker trifásico de 24ctos. (con espacio para totalizador) TABLERO PORTERIA	UN	1	\$526.700
41	Acometida en 2No.6(F)+1No.6(N)+1No.8(T) Cu-THHN en tubería 1½"PVC entre medidor de servicios comunes y tablero de portería	ML	14	\$21.630
45	Breaker enchufable 2x30A	UN	4	\$45.800
46	Breaker industrial 2x60A	UN	1	\$198.700
58	Tramites de legalización	GL	1	\$3.000.000

Antes de iniciar el proyecto se solicita una visita de interventoría del operador de red (EPM), para definir y aprobar algunos parámetros técnicos, ya que es el principal requisito para empezar la construcción de una obra de este tipo. Se precisó todo lo relacionado con los siguientes aspectos:

- Secuencia de canalización.
- Aprobación de etapas de canalización.
- Construcción de cajas de distribución.
- Solicitud de punto de conexión provisional.
- Solicitud de acercamiento de red de media tensión.
- Altura de gabinete residencial.

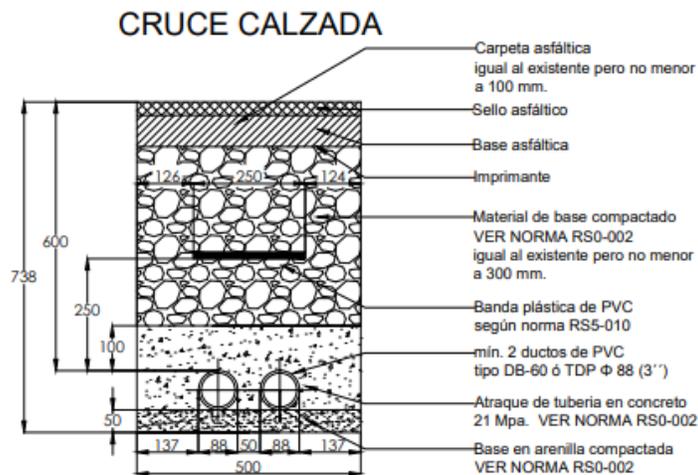
## 4.5 Descripciones de las instalaciones

### 4.5.1 Canalizaciones

Se realizó la construcción de las canalizaciones para albergar los cables de las redes de distribución subterránea de media tensión respetando la profundidad de enterramiento de los ductos y el material de lleno para las zanjas ubicadas bajo andenes o calzadas según lo especificado por la norma (RS0-002). La obra está compuesta por un canalización de 967 metros con una excavación que permite que la clave del ducto quede a 0.6m de la superficie, de forma que las tuberías resulten protegidas de los efectos del tráfico y cargas exteriores.

### Figura 3

*Canalización cruce de calzada*



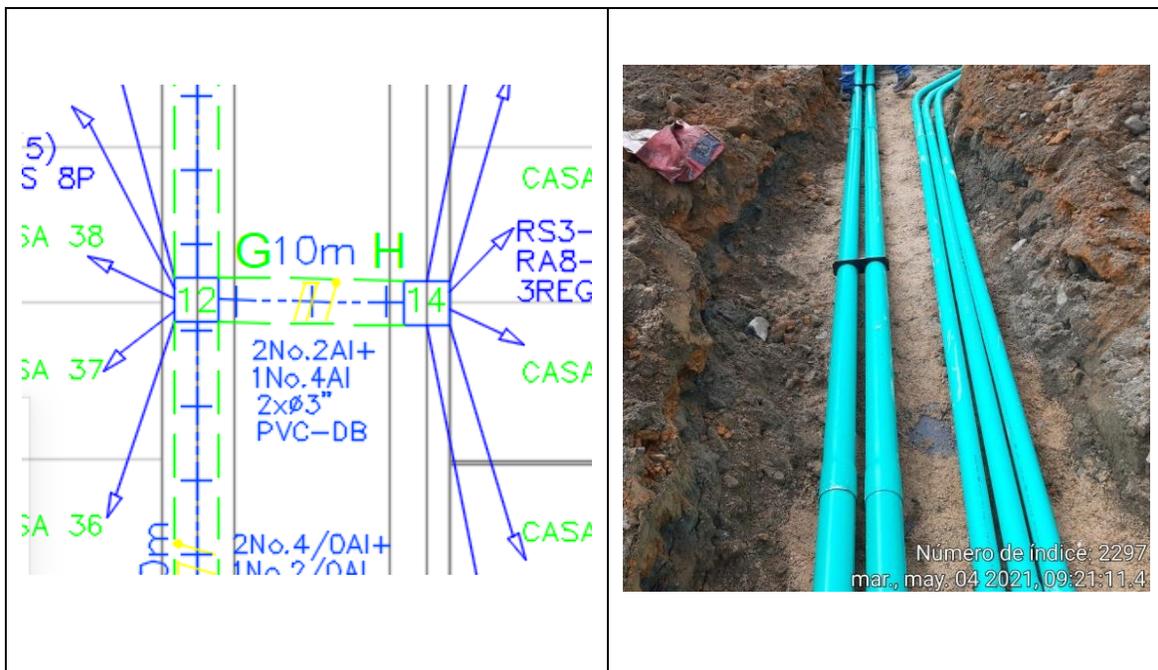
*Fuente.* (Empresas Públicas de Medellín [EPM], 2013)

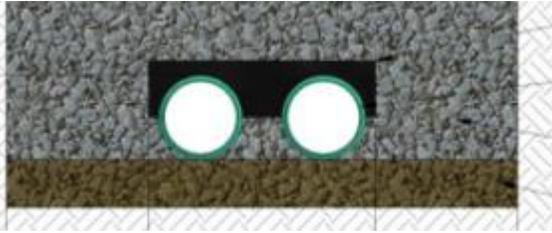
Las canalizaciones para alojar la red de baja tensión serán zanjas excavadas en el terreno según las dimensiones mostradas en los planos. En la Figura 4 se muestra un registro fotográfico del proceso de construcción de las canalizaciones bajo calzada. Antes de proceder al comienzo de los trabajos, se marcaron en el terreno las zonas donde se abrirán las zanjas marcando tanto el ancho como su profundidad. Luego, se realiza la excavación, dejando un espacio adecuado entre la tierra extraída y la zanja a lo largo de la misma con el fin de facilitar la circulación del personal de la obra y evitar la caída de tierra en la zanja.

Una vez realizada la apertura de la zanja se compacta y nivela la superficie, posteriormente, se coloca en el fondo una capa de arena de 5 cm espesor sobre la cual se apoyan el conjunto ductos de PVC a instalar, que en este caso están compuesto por 2 tubos de 3" de diámetro. Luego de ubicar los ductos, se realiza el llenado de la zanja acorde las especificaciones que se muestra en la Figura 3. Los tramos son rectos evitando trayectorias curvas que generen daños en el cable y pongan en riesgo su vida útil.

#### Figura 4

*Secuencia de canalización cruce de calzada*



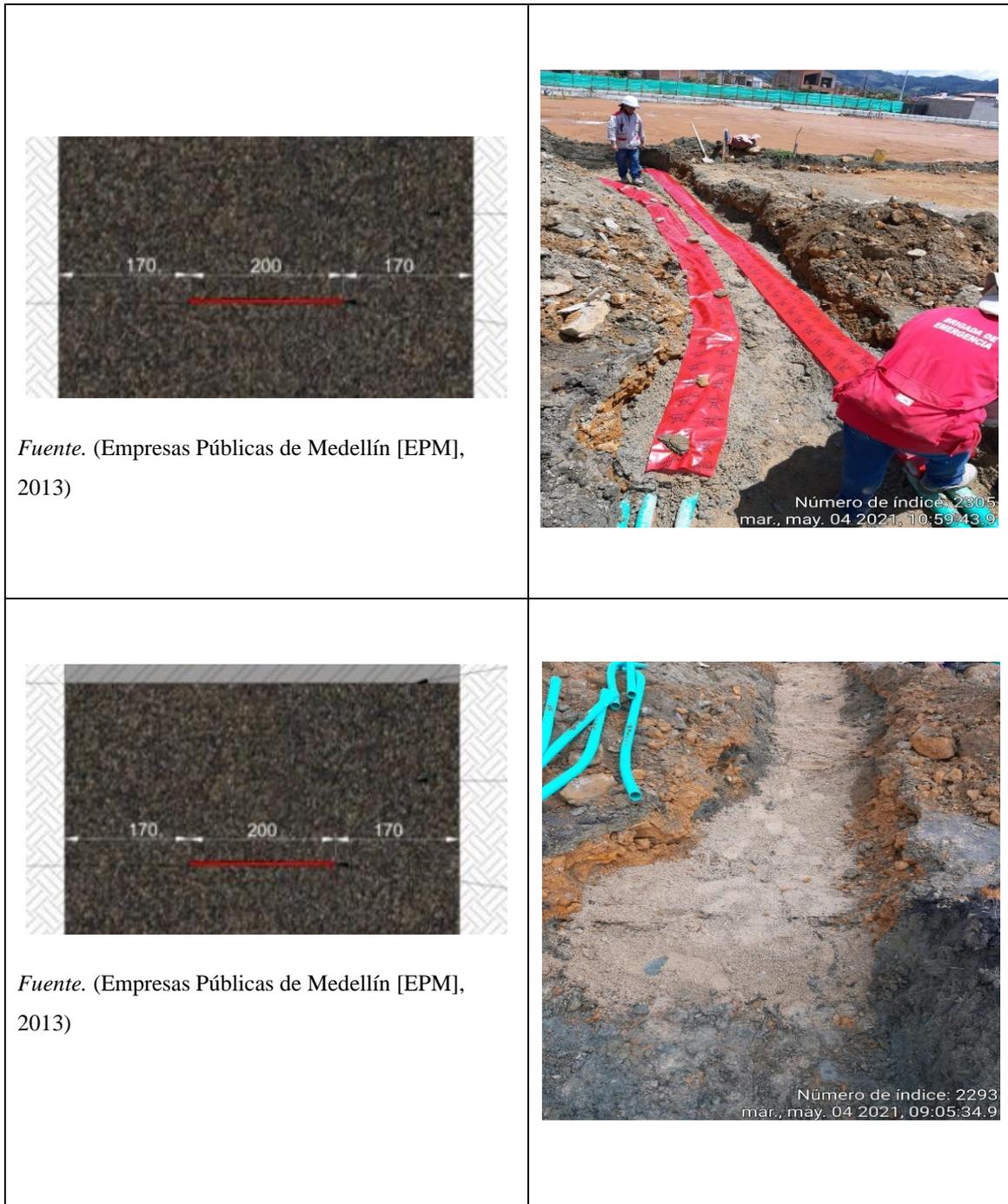


*Fuente.* (Empresas Públicas de Medellín [EPM], 2013)



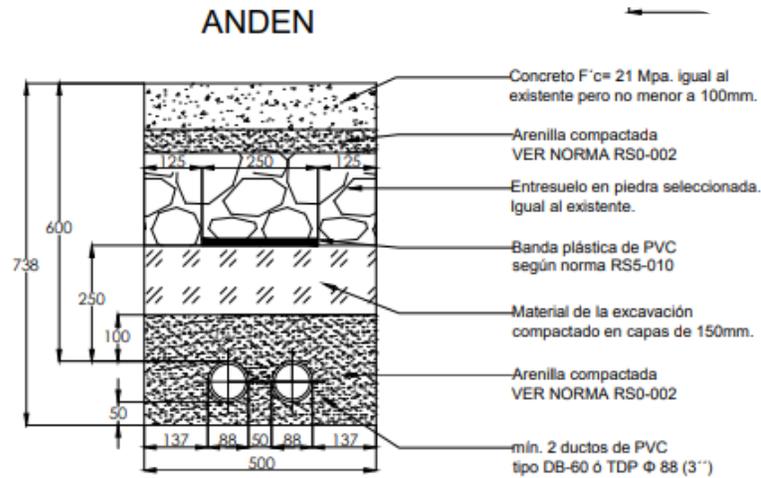
*Fuente.* (Empresas Públicas de Medellín [EPM], 2013).





Las características técnicas del material de lleno de la zanja en ductos canalizados por andenes se muestran en la Figura 5.

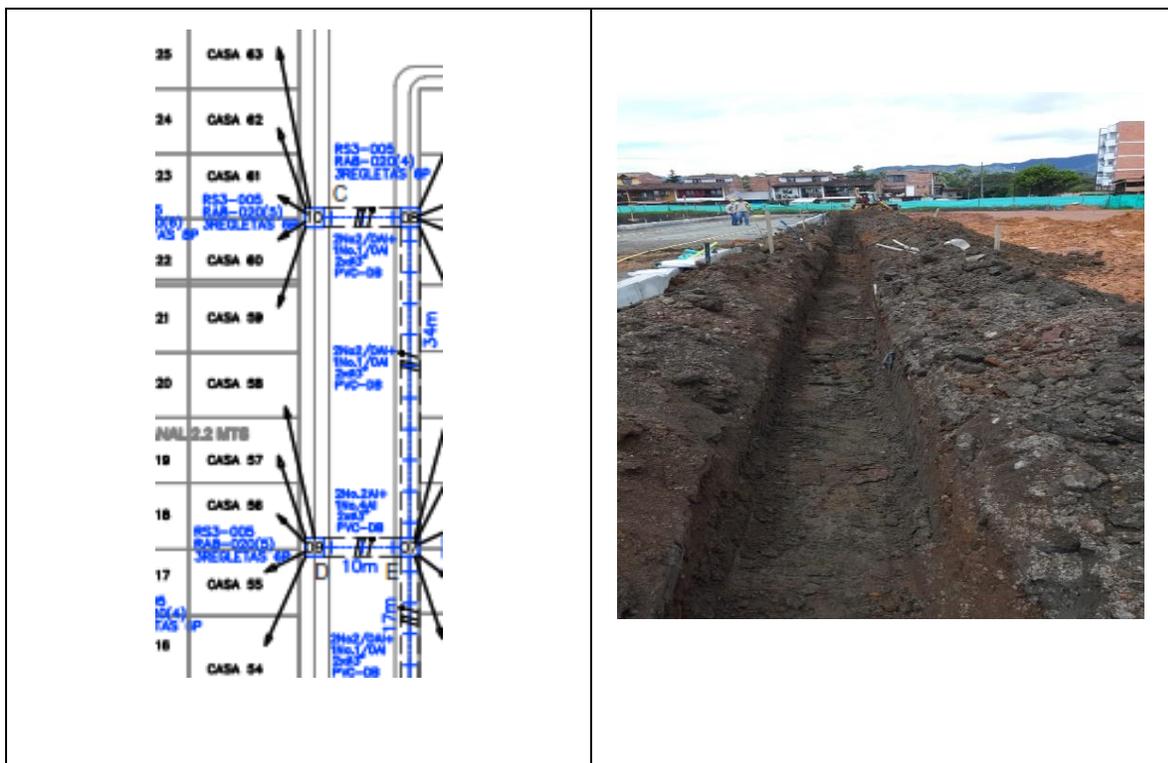
**Figura 5**  
*Canalización en andén*



Fuente. (Empresas Públicas de Medellín [EPM], 2013)

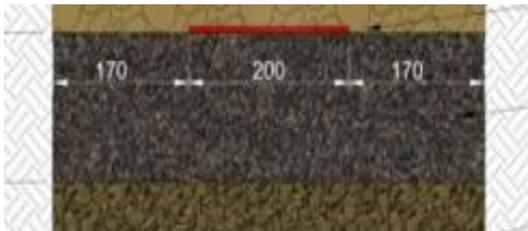
En la **Figura 6**, se presenta la evidencia fotográfica de las diferentes etapas constructivas desarrolladas en obra para la canalización de las redes de distribución por andenes.

**Figura 6**  
*Secuencia de canalización en andén*



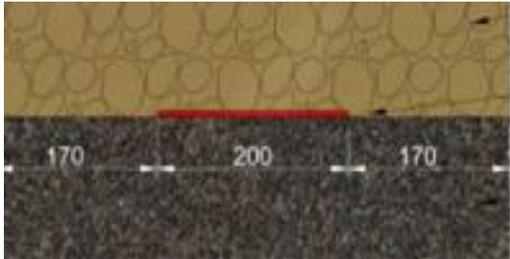


*Fuente.* (Empresas Públicas de Medellín [EPM], 2013)



*Fuente.* (Empresas Públicas de Medellín [EPM], 2013)



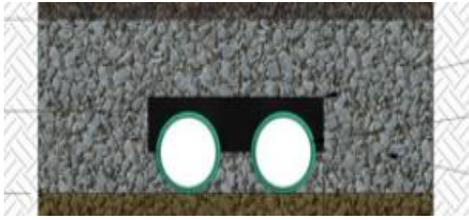


*Fuente.* (Empresas Públicas de Medellín [EPM], 2013)

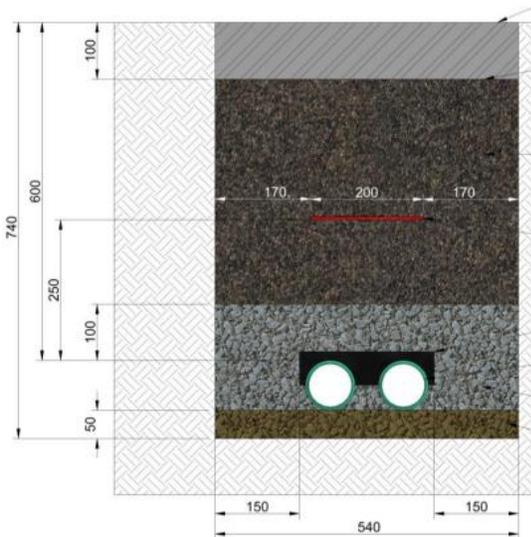


*Fuente.* (Empresas Públicas de Medellín [EPM], 2013)





Fuente. (Empresas Públicas de Medellín [EPM], 2013)



Fuente. (Empresas Públicas de Medellín [EPM], 2013)



- **Visita de interventoría**

Debido a cambios en el urbanismo del proyecto algunos cruces de vías no se pudieron efectuar perpendicularmente a la dirección de la calzada, sino que se debían realizar cruces en diagonal, por lo cual se programa una visita de interventoría para justificar el cambio de orientación de los ductos.

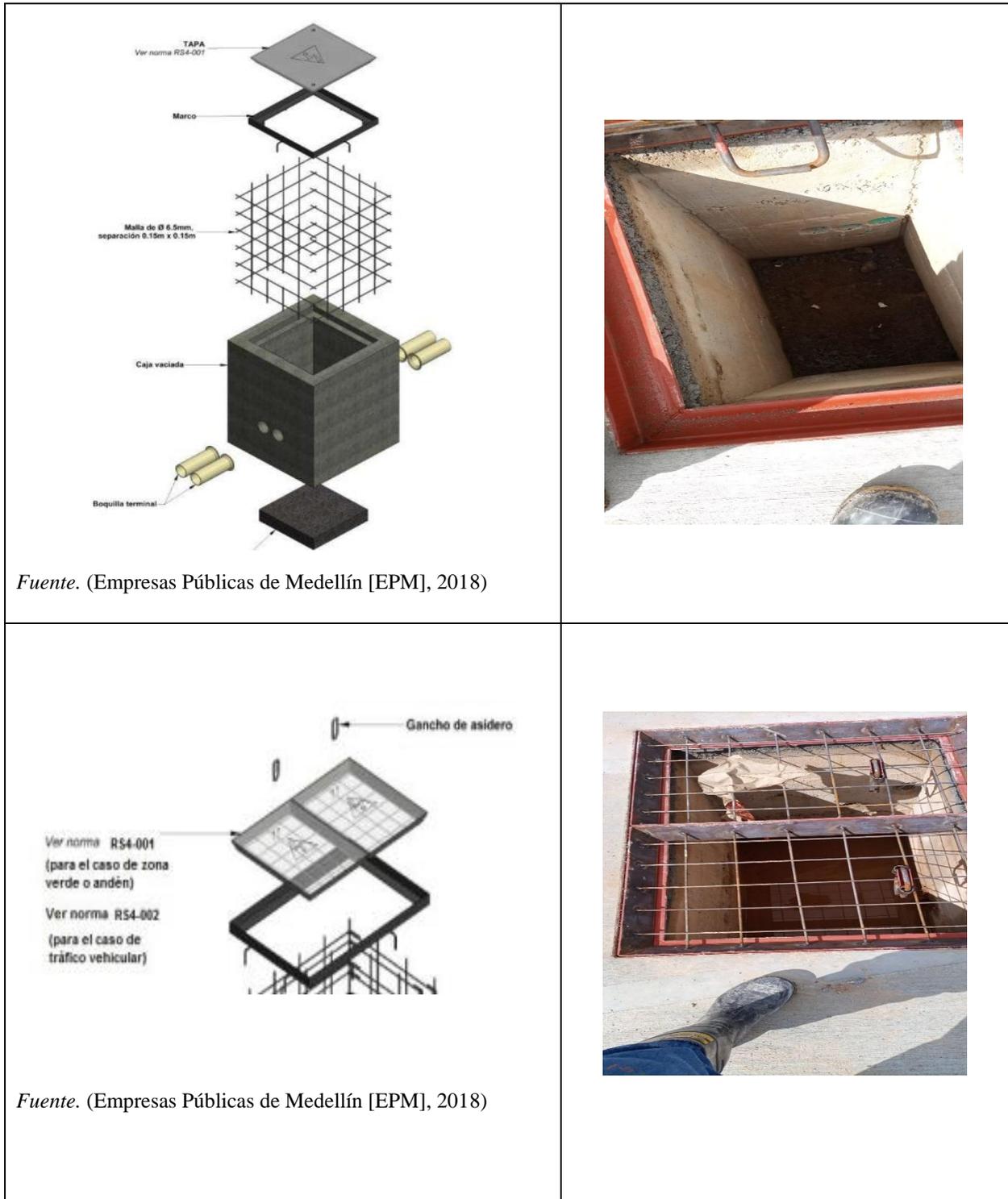
Dichos cruces a pesar de que no quedaron según lo indicado en la norma RS0-002 de EPM la cual indica que “Las canalizaciones en cruces de vía, en lo posible, y salvo casos muy excepcionales y debidamente documentados y justificados, deberá ser perpendicular al eje de la vía, buscando con ello que el ducto invada lo menos posible la calzada, para evitar inconvenientes futuros con otro tipo de canalizaciones (acueducto, saneamiento, telecomunicaciones.)”, no genera ningún tipo de riesgo para la instalación y el entorno.

Se garantizó que todo lo relacionado con la construcción del cruce cumpliera con lo exigido en la norma como profundidades, capas de llenos, atraque en concreto y su debida señalización, es de resaltar que el proyecto corresponde a una unidad cerrada donde todas la canalizaciones de las redes de agua, energía y gas están definidas y quedaran construidas en su totalidad para la entrega del proyecto. En esta inspección el revisor de EPM aprobó las modificaciones de las canalizaciones en cruces de vías.

#### **4.5.2 Cajas de distribución**

Una vez terminada la canalización de las redes de distribución, se continuó con la construcción de las cajas de distribución con su respectiva tapa acorde las especificaciones de los planos y las normas de EPM (RS3-003 y RS3-005 y RS4-001). Se instalaron 21 cajas de distribución en andén o zona verde vaciadas en concreto y con malla electrosoldada cada una con su tapa de concreto armado. Cuando la caja está debidamente instalada se incorpora en el fondo de este material granular que sirve como filtro para facilitar el drenaje del agua hacia el terreno.

**Figura 7**  
*Secuencia de construcción caja de distribución*



Fuente. (Empresas Públicas de Medellín [EPM], 2018)

Fuente. (Empresas Públicas de Medellín [EPM], 2018)

Ver norma RS4-002  
(para el caso de  
tráfico vehicular)

Acero de  
refuerzo



The diagram shows a cross-section of a reinforced concrete structure. It features a rectangular concrete base with a complex network of steel reinforcement bars (rebar) extending upwards. A metal frame is positioned on top of the rebar. Two yellow pipes are shown to the right of the structure. Labels include 'Ver norma RS4-002 (para el caso de tráfico vehicular)' and 'Acero de refuerzo'.

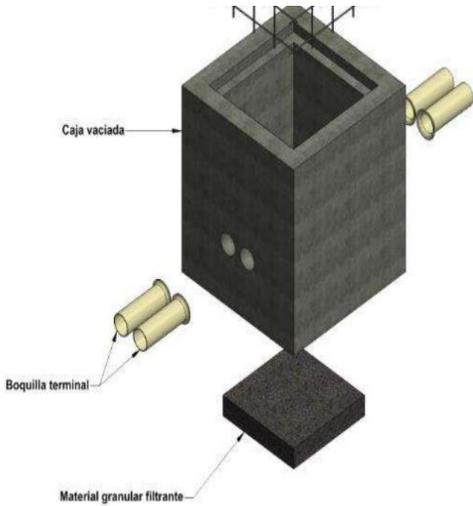
*Fuente.* (Empresas Públicas de Medellín [EPM], 2018)



Caja vaciada

Boquilla terminal

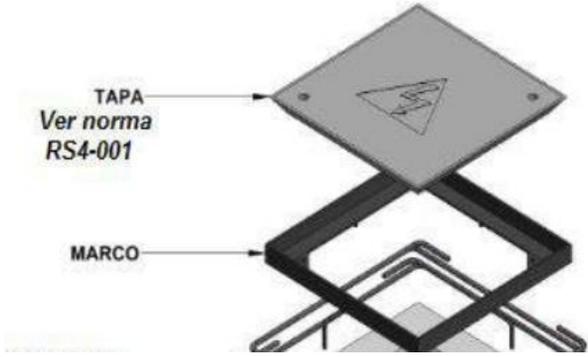
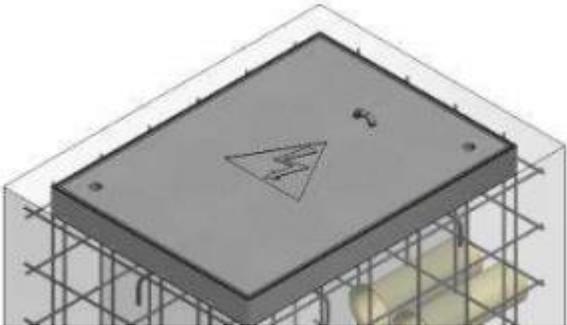
Material granular filtrante



The diagram illustrates a concrete box with two terminal pipes on the right side. Below the box is a layer of granular filter material. Labels include 'Caja vaciada', 'Boquilla terminal', and 'Material granular filtrante'.

*Fuente.* (Empresas Públicas de Medellín [EPM], 2018)



 <p>TAPA Ver norma RS4-001</p> <p>MARCO</p> <p>Fuente. (Empresas Públicas de Medellín [EPM], 2018)</p>	
 <p>Fuente. (Empresas Públicas de Medellín [EPM], 2018)</p>	

- **Visitas de interventoría**

Luego de que finalizan las obras de canalización se gestiona una visita de interventoría por parte de EPM para revisar que la colocación de las diferentes cajas de distribución esté acorde con las especificaciones del diseño eléctrico aprobado. También en compañía del supervisor de EPM

se realizó un apique para verificar la secuencia de la canalización, comprobándose que esta cumple con los requerimientos de la norma. Finalmente, se presenta un informe al interventor con el detalle de las obras de canalización y construcción de las cajas de distribución como soporte para la aprobación de los trabajos ejecutados.

El día de la interventoría se presenta una queja debido a que se había realizado el trámite ante el operador de red para que esté asignara el acercamiento en media tensión desde el punto de conexión hasta el proyecto, pero la solicitud aún no había sido atendida. El interventor que realizó la visita presenta la solicitud ante EPM y días después se llevaron a cabo los trabajos correspondientes.

El operador de red (EPM) realizó la adecuación o vestida del poste para llevar el fluido eléctrico hasta la obra, lo cual involucró la instalación de todos los elementos de soporte y de las estructuras que se mencionan a continuación, siguiendo los lineamientos dados por su respectiva norma.

RA3-003: Terminal con neutro inferior.

RA3-026: Montaje de transformador tipo convencional.

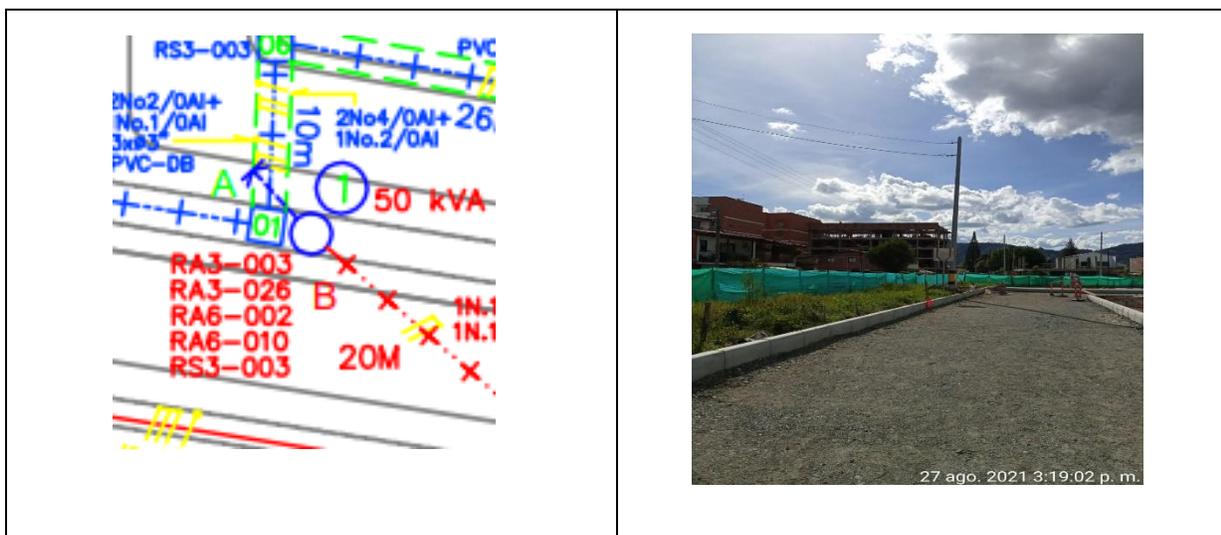
RA6-002: Instalación de viento farol.

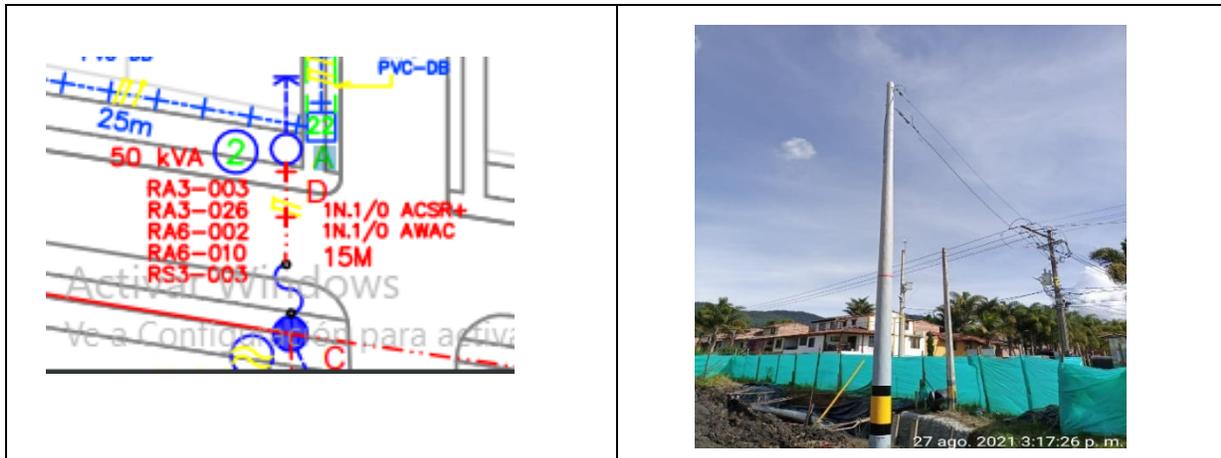
RA6-010: Puesta a tierra.

RS3-003: Caja de distribución en andén.

### Figura 8

*Acercamiento punto de conexión*





### 4.5.3 Gabinetes de Medida

Se construyeron tótems para instalar los tableros de medida cumpliendo las características constructivas y de instalación exigidos por la norma RA8-012 “Tableros y celdas de medida”. Se instaló un gabinete metálico tipo intemperie 50x20x30cm de dos compartimentos para cada una de las viviendas, en uno de los compartimiento del gabinete se ubica el medidor de energía y en otro la protección principal o totalizador, además, cada uno de los tableros está rotulado con el símbolo de riesgo eléctrico. Se realizó la puesta a tierra de los gabinetes a través de una varilla cooperwell de 5/8” x 2.4m con grapa según norma RA8-020. El proceso de instalación se muestra en la Figura 10.

Cada uno de los gabinetes están marcados de acuerdo con lo establecido en el numeral 17.9.3 del RETIE donde se pone a disposición del usuario la siguiente información.

- Tensión (Un)(V) 240
- Corriente (In)(A) 40.
- Icc(kA) 10.
- Fases 2.
- Hilos 4.
- Fabricante M2S.
- Uso intemperie.
- IP 44.

• **Distancias de seguridad**

En la Tabla 13.7 del RETIE se definen las distancias mínimas de seguridad para trabajos cerca de partes energizadas en corriente alterna, como se muestra a continuación.

**Figura 9**

*Distancias mínimas para trabajos en o cerca de partes energizadas en corriente alterna*

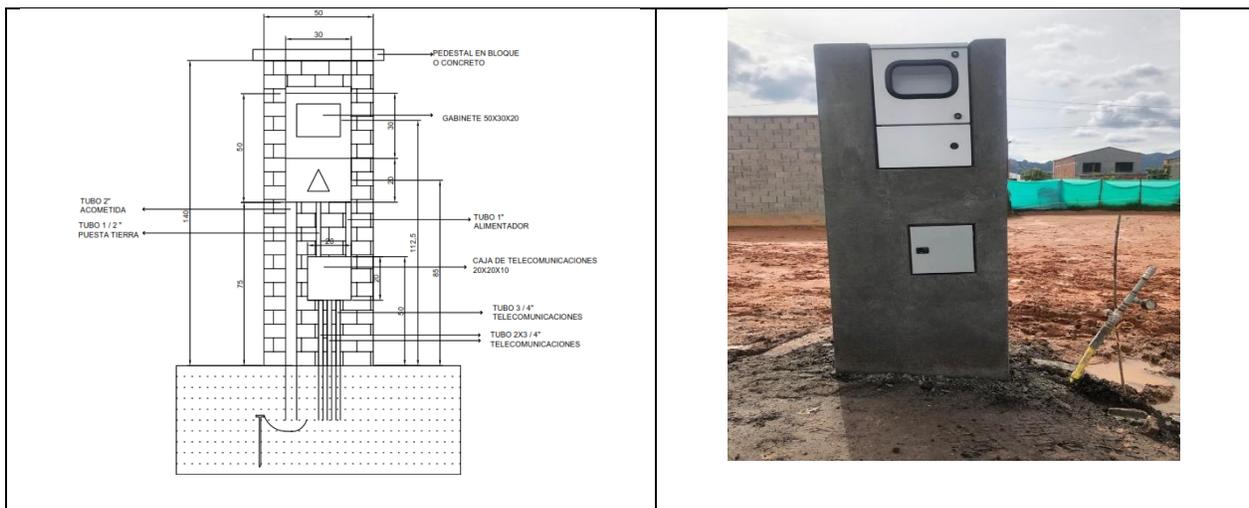
Tensión nominal del sistema (fase – fase)	Límite de aproximación seguro [m]		Límite de aproximación restringida (m) Incluye movimientos involuntarios.	Límite de aproximación técnica (m)
	Parte móvil expuesta	Parte fija expuesta		
50 V – 300 V	3,0	1,0	Evitar contacto	Evitar contacto
301 V – 750 V	3,0	1,0	0,30	0,025
751 V – 15 kV	3,0	1,5	0,7	0,2
15,1 kV – 36 kV	3,0	1,8	0,8	0,3
36,1 kV – 46 kV	3,0	2,5	0,8	0,4
46,1 kV - 72,5 kV	3,0	2,5	1,0	0,7
72,6 kV – 121 kV	3,3	2,5	1,0	0,8
138 kV - 145 kV	3,4	3,0	1,2	1,0
161 kV - 169 kV	3,6	3,6	1,3	1,1
230 kV - 242 kV	4,0	4,0	1,7	1,6
345 kV - 362 kV	4,7	4,7	2,8	2,6
500 kV – 550 kV	5,8	5,8	3,6	3,5

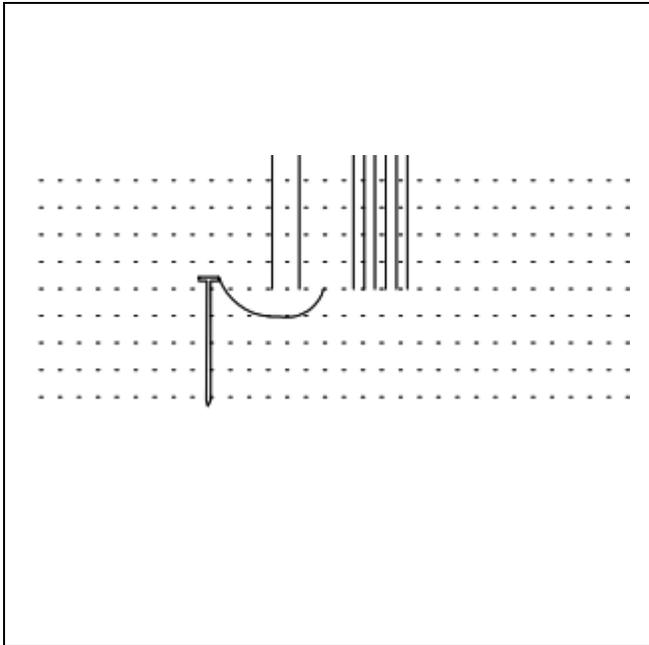
Fuente. (Ministerio de Minas y Energía, 2013).

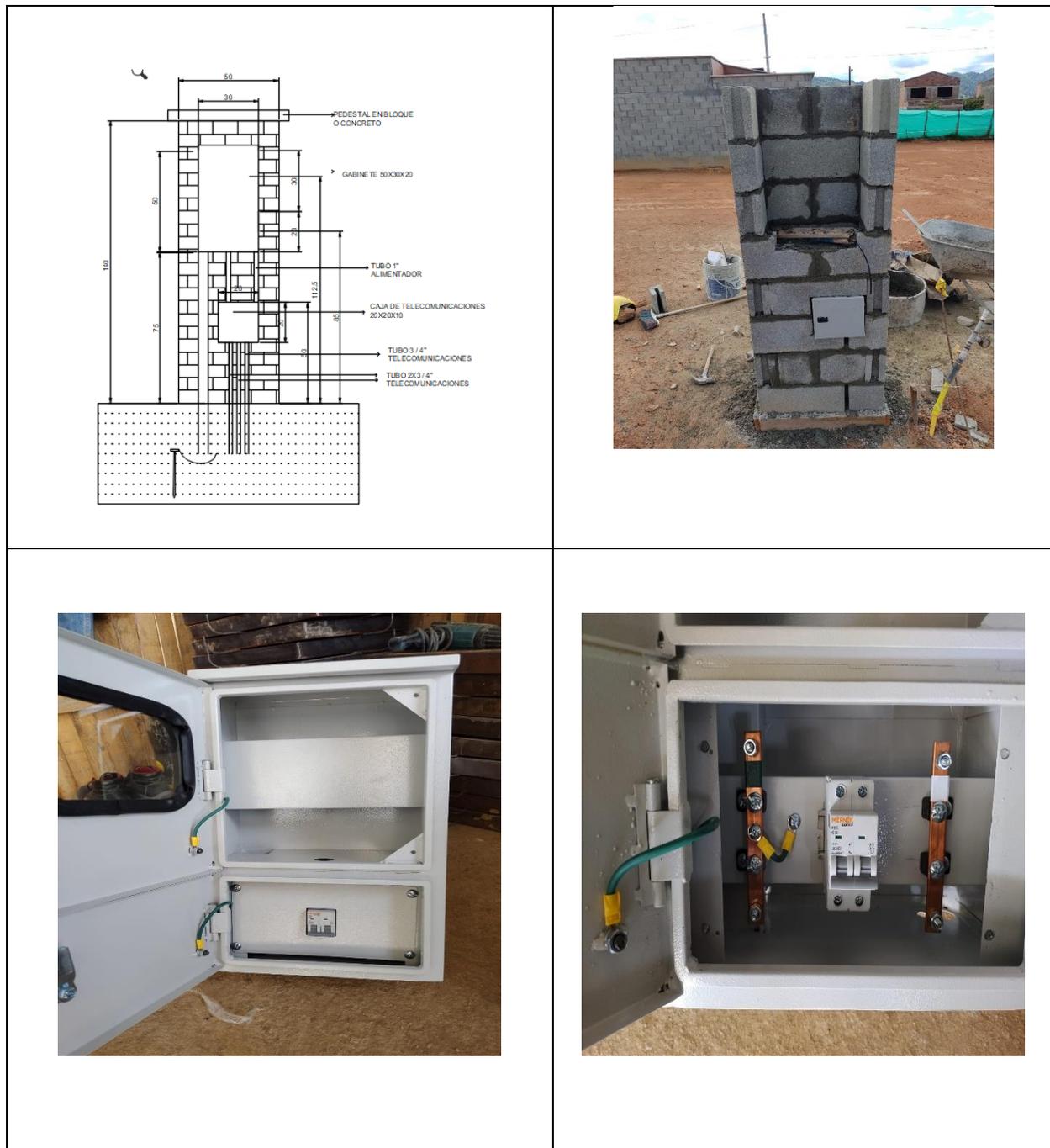
El nivel de tensión del proyecto SOL DEL VALLES es de 240 V, para el cual se precisa un límite de distancia libre para el elemento energizado expuesto de 1 m frontal. La ubicación de los tableros de distribución cumple con la distancia exigida por este reglamento.

**Figura 10**

*Instalación de gabinete de medida*







#### 4.5.4 Tendido del cableado eléctrico

Antes de iniciar las operaciones de tendido de cables eléctricos se solicita la compra de los transformadores que se requieren en el proyecto, para este proceso es necesario entregar la siguiente información al operador de red para que este asigne el respectivo número de serie.

- Número del proyecto
- Nombre del proyecto
- Propietario del proyecto
- NIT

El proyecto contará con dos transformador con una capacidad de 50 kVA. En la Figura 11 se muestra uno de los transformadores del proyecto con la serie asignada por EPM

### **Figura 11**

*Transformador con serie asignada por el operador de red*



Por razones ajenas a la administración del proyecto por parte de la empresa, específicamente, retrasos en las obras civiles, no se han completado los trabajos de tendido de cable tanto para la red secundaria como para la red de alumbrado público. Debido a que no se ha construido la red en su totalidad, no se han realizado los trámites de legalización para verificar el total cumplimiento de la instalación con el RETIE y la NTC 2050, además de la entrega de informes finales los cuales correspondían a objetivos específicos planteados en este proyecto.

En la Figura 12, se muestra la instalación de regletas de baja tensión con su debida marcación, cabe resaltar que con anterioridad se verificó que el número de espaciamentos de la regleta sea adecuado para la distribución de la caja.

**Figura 12**

*Instalación de regletas de baja tensión y marcación de lotes*

**4.5.5 Seguimiento de la obra**

Se realizó un proceso continuo de supervisión de la obra para registrar los avances del proyecto, realizar actualizaciones de las cantidades de obra, y verificar las siguientes etapas y los materiales necesarios para el desarrollo de estas, de manera que el día que se fuera a trabajar se tuviera todo lo necesario para el normal desarrollo de las instalaciones.

## 5 Conclusiones

- El desarrollo de una instalación eléctrica, desde el diseño hasta su construcción, es un proceso que está sujeto a modificaciones conforme se va avanzando. Estos cambios surgen, muchas veces, de parte del propietario y otras con los detalles que se van encontrando durante su ejecución. Las normas y reglamentos son una guía que proporciona información para seguir el camino correcto, ya que son condiciones mínimas que se deben ir cumpliendo.
- Conocer y aplicar las normas es una responsabilidad de las personas que diseñan y construyen las instalaciones eléctricas, de tal manera que, se alcance una adaptación eficiente y segura que permita un buen funcionamiento, de acuerdo con los requerimientos de los usuarios.
- Para realizar la construcción de instalaciones eléctricas residenciales, es necesario tener bases teóricas/ prácticas para detectar fácilmente desviaciones o inconsistencias que se puedan presenten y tomar las acciones correctivas a tiempo, cumpliendo consistentemente con los estándares de calidad esperados.
- Se cumplieron con los objetivos del proyecto, puesto que las instalaciones eléctricas desarrolladas se sometieron a interventoría por parte del operador de red EPM y fueron aprobadas con base en sus normas internas y el reglamento técnico colombiano. También se elaboró el presupuesto del proyecto acorde a las especificaciones técnicas, además se realizó seguimiento periódico de la obra para verificar los aspectos de calidad, alcance, manejo de los recursos y de acuerdo con el avance para cada ítem se efectuaron los cortes de obra. Con labores desempeñadas en los proyectos implementados en la empresa Enetel S.A.S. se lograron consolidaron los conocimientos teóricos y normativos adquiridos en la academia.

## Referencias

- AIR-E. En *Diccionario de servicios públicos*. Recuperado el 2 de septiembre de 2021, de <https://www.air-e.com/servicio-al-cliente/consultas-y-pqr/diccionario/a>
- Comisión de Regulación de Energía y Gas. (2013). Glosario de términos. [https://doi.org/10.1787/agr\\_outlook-2012-13-es](https://doi.org/10.1787/agr_outlook-2012-13-es)
- Empresas Públicas de Medellín [EPM]. (2013). Normas técnicas tableros y celdas de medida RA8-012. [https://cu.epm.com.co/Portals/proveedores\\_y\\_contratistas/proveedores-y-contratistas/normas-tecnicas/documentos/DOCUMENTOS-ENERGIA/NORMAS-TECNICAS-PARA-REDES-AEREAS/NORMAS-TECNICAS/RA8-012.pdf](https://cu.epm.com.co/Portals/proveedores_y_contratistas/proveedores-y-contratistas/normas-tecnicas/documentos/DOCUMENTOS-ENERGIA/NORMAS-TECNICAS-PARA-REDES-AEREAS/NORMAS-TECNICAS/RA8-012.pdf)
- Empresas Públicas de Medellín [EPM]. (2012). Selección de transformador de distribución en redes de Epm mediante curvas de demanda diversificada RA8-009. [https://cu.epm.com.co/Portals/proveedores\\_y\\_contratistas/proveedores-y-contratistas/normas-tecnicas/documentos/DOCUMENTOS-ENERGIA/NORMAS-TECNICAS-PARA-REDES-AEREAS/NORMAS-TECNICAS/RA8-009.pdf](https://cu.epm.com.co/Portals/proveedores_y_contratistas/proveedores-y-contratistas/normas-tecnicas/documentos/DOCUMENTOS-ENERGIA/NORMAS-TECNICAS-PARA-REDES-AEREAS/NORMAS-TECNICAS/RA8-009.pdf)
- Empresas Públicas de Medellín [EPM]. (2017). Presentación de proyectos eléctricos particulares para la conexión al sistema de EPM (pp. 1–74). [https://www.epm.com.co/site/Portals/3/documentos/Energia/RA8-%20001/RA8\\_001\\_PRESENTACION%20PROYECTOS\\_EL%C3%89CTRICOS.PDF?ver=2018-03-%2006-052126-260](https://www.epm.com.co/site/Portals/3/documentos/Energia/RA8-%20001/RA8_001_PRESENTACION%20PROYECTOS_EL%C3%89CTRICOS.PDF?ver=2018-03-%2006-052126-260)
- Empresas Públicas de Medellín [EPM]. (2008). Medida de resistividad eléctrica del terreno. [https://www.epm.com.co/site/Portals/0/centro\\_de\\_documentos/proveedores\\_y\\_contratistas/normas\\_y\\_especificaciones/normas\\_aereas/grupo\\_6\\_Normas\\_de\\_montajes\\_complementarios/RA6-014MEDIDADERESISTIVIDAD\\_V3.pdf](https://www.epm.com.co/site/Portals/0/centro_de_documentos/proveedores_y_contratistas/normas_y_especificaciones/normas_aereas/grupo_6_Normas_de_montajes_complementarios/RA6-014MEDIDADERESISTIVIDAD_V3.pdf)
- Empresas Públicas de Medellín [EPM]. (2012). Gráfico de caída de voltaje en las líneas secundarias (trenzadas o cables) RA8-008. [https://cu.epm.com.co/Portals/proveedores\\_y\\_contratistas/proveedores-y-contratistas/normas-tecnicas/documentos/DOCUMENTOS-ENERGIA/NORMAS-TECNICAS-PARA-REDES-AEREAS/NORMAS-TECNICAS/RA8-006.pdf](https://cu.epm.com.co/Portals/proveedores_y_contratistas/proveedores-y-contratistas/normas-tecnicas/documentos/DOCUMENTOS-ENERGIA/NORMAS-TECNICAS-PARA-REDES-AEREAS/NORMAS-TECNICAS/RA8-006.pdf)
- Empresas Públicas de Medellín [EPM]. (2013). Información general para el diseño y construcción de obras civiles de redes eléctricas subterráneas RS0-002. [https://cu.epm.com.co/Portals/proveedores\\_y\\_contratistas/proveedores-y-contratistas/normas-tecnicas/documentos/DOCUMENTOS-ENERGIA/NORMAS-TECNICAS-PARA-REDES-SUBTERRANEAS/INFORMACION-GENERAL-NORMAS%20SUBTERRANEAS/RS0-002.pdf](https://cu.epm.com.co/Portals/proveedores_y_contratistas/proveedores-y-contratistas/normas-tecnicas/documentos/DOCUMENTOS-ENERGIA/NORMAS-TECNICAS-PARA-REDES-SUBTERRANEAS/INFORMACION-GENERAL-NORMAS%20SUBTERRANEAS/RS0-002.pdf)
- Empresas Públicas de Medellín [EPM]. (2018). Caja de distribución en andén RS3-003. [https://cu.epm.com.co/Portals/proveedores\\_y\\_contratistas/proveedores-y-contratistas/normas-tecnicas/documentos/DOCUMENTOS-ENERGIA/NORMAS-TECNICAS-PARA-REDES-SUBTERRANEAS/NORMAS-PARA-CAJAS-DE-LA-REDE-DISTRIBUCION/RS3-003.pdf](https://cu.epm.com.co/Portals/proveedores_y_contratistas/proveedores-y-contratistas/normas-tecnicas/documentos/DOCUMENTOS-ENERGIA/NORMAS-TECNICAS-PARA-REDES-SUBTERRANEAS/NORMAS-PARA-CAJAS-DE-LA-REDE-DISTRIBUCION/RS3-003.pdf)

- Empresas Públicas de Medellín [EPM]. (2018). Caja para acometidas y salida de circuitos a 13,2kv RS3-005. [https://cu.epm.com.co/Portals/proveedores\\_y\\_contratistas/proveedores-y-contratistas/normas-tecnicas/documentos/DOCUMENTOS-ENERGIA/NORMAS-TECNICAS-PARA-REDES-SUBTERRANEAS/NORMAS-PARA-CAJAS-DE-LA-RED-DE-DISTRIBUCION/RS3-005.pdf](https://cu.epm.com.co/Portals/proveedores_y_contratistas/proveedores-y-contratistas/normas-tecnicas/documentos/DOCUMENTOS-ENERGIA/NORMAS-TECNICAS-PARA-REDES-SUBTERRANEAS/NORMAS-PARA-CAJAS-DE-LA-RED-DE-DISTRIBUCION/RS3-005.pdf)
- Empresas Públicas de Medellín [EPM]. (2014). Terminal con neutro inferior RA3-003. [https://cu.epm.com.co/Portals/proveedores\\_y\\_contratistas/proveedores-y-contratistas/normas-tecnicas/documentos/DOCUMENTOS-ENERGIA/NORMAS-TECNICAS-PARA-REDES-AEREAS/NORMAS-DE-7.62kV/RA3-003.pdf?ver=51S5gT\\_G0hix-7Q0Mgj54g%3d%3d](https://cu.epm.com.co/Portals/proveedores_y_contratistas/proveedores-y-contratistas/normas-tecnicas/documentos/DOCUMENTOS-ENERGIA/NORMAS-TECNICAS-PARA-REDES-AEREAS/NORMAS-DE-7.62kV/RA3-003.pdf?ver=51S5gT_G0hix-7Q0Mgj54g%3d%3d)
- Empresas Públicas de Medellín [EPM]. (2014). Montaje de transformador tipo convencional RA3-026. [https://cu.epm.com.co/Portals/proveedores\\_y\\_contratistas/proveedores-y-contratistas/normas-tecnicas/documentos/DOCUMENTOS-ENERGIA/NORMAS-TECNICAS-PARA-REDES-AEREAS/NORMAS-DE-7.62kV/RA3-026.pdf?ver=KxG7XmB0I13WYZ5h7e5b9A%3d%3d](https://cu.epm.com.co/Portals/proveedores_y_contratistas/proveedores-y-contratistas/normas-tecnicas/documentos/DOCUMENTOS-ENERGIA/NORMAS-TECNICAS-PARA-REDES-AEREAS/NORMAS-DE-7.62kV/RA3-026.pdf?ver=KxG7XmB0I13WYZ5h7e5b9A%3d%3d)
- Empresas Públicas de Medellín [EPM]. (2013). Instalación de viento farol RA6-002. [https://cu.epm.com.co/Portals/proveedores\\_y\\_contratistas/proveedores-y-contratistas/normas-tecnicas/documentos/DOCUMENTOS-ENERGIA/NORMAS-TECNICAS-PARA-REDES-AEREAS/NORMAS-DE-MONTAJES-COMPLEMENTARIOS/RA6-002.pdf](https://cu.epm.com.co/Portals/proveedores_y_contratistas/proveedores-y-contratistas/normas-tecnicas/documentos/DOCUMENTOS-ENERGIA/NORMAS-TECNICAS-PARA-REDES-AEREAS/NORMAS-DE-MONTAJES-COMPLEMENTARIOS/RA6-002.pdf)
- Empresas Públicas de Medellín [EPM]. (2014). Puesta a tierra RA6-010. [https://cu.epm.com.co/Portals/proveedores\\_y\\_contratistas/proveedores-y-contratistas/normas-tecnicas/documentos/DOCUMENTOS-ENERGIA/NORMAS-TECNICAS-PARA-REDES-AEREAS/NORMAS-DE-MONTAJES-COMPLEMENTARIOS/norma-RA6-010-junio.pdf](https://cu.epm.com.co/Portals/proveedores_y_contratistas/proveedores-y-contratistas/normas-tecnicas/documentos/DOCUMENTOS-ENERGIA/NORMAS-TECNICAS-PARA-REDES-AEREAS/NORMAS-DE-MONTAJES-COMPLEMENTARIOS/norma-RA6-010-junio.pdf)
- Empresas Públicas de Medellín [EPM]. (2021). Instalación de acometida aérea y subterránea RA8-020. [https://cu.epm.com.co/Portals/proveedores\\_y\\_contratistas/proveedores-y-contratistas/normas-tecnicas/documentos/DOCUMENTOS-ENERGIA/NORMAS-TECNICAS-PARA-REDES-AEREAS/NORMAS-TECNICAS/RA8\\_020\\_acometidas\\_a%C3%A9reas\\_subterr%C3%A1neas.pdf?ver=FzE-grlCcSMZGx3sdKUHpQ%3d%3d](https://cu.epm.com.co/Portals/proveedores_y_contratistas/proveedores-y-contratistas/normas-tecnicas/documentos/DOCUMENTOS-ENERGIA/NORMAS-TECNICAS-PARA-REDES-AEREAS/NORMAS-TECNICAS/RA8_020_acometidas_a%C3%A9reas_subterr%C3%A1neas.pdf?ver=FzE-grlCcSMZGx3sdKUHpQ%3d%3d)
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación [ICONTEC]. (1998). Código eléctrico colombiano NTC2050. Código Eléctrico Colombiano, 847. [https://www.idrd.gov.co/sitio/idrd/sites/default/files/imagenes/ntc\\_20500.pdf](https://www.idrd.gov.co/sitio/idrd/sites/default/files/imagenes/ntc_20500.pdf)
- Ministerio de Minas y Energía. (2013). Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE resolución 9 0708 de agosto 30 de 2013 con sus ajustes.
- Ministerio de Minas y Energía. (2013). Anexo general Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas. <https://www.minminas.gov.co/documents/10180/1179442/Anexo+General+del+RETIE+vigente+a+actualizado+a+2015-1.pdf/57874c58-e61e-4104-8b8c-b64dbabedb13>