



**Apoyo en el Diseño y Construcción de Instalaciones Eléctricas en la Empresa Inversiones  
Jiménez Ávila S.A.S.**

Luis Miguel Betancur Palacio

Informe de práctica para optar al título de Ingeniero Electricista

Asesor

Álvaro Jaramillo Duque Doctor (PhD) en Ingeniería.

Universidad de Antioquia  
Facultad de Ingeniería  
Ingeniería Eléctrica  
Medellín, Antioquia, Colombia  
2022

Cita	Betancur Palacio [1]
<b>Referencia</b>	[1] L. M. Betancur Palacio, “Apoyo en el diseño y construcción de instalaciones eléctricas en la empresa Inversiones Jiménez Ávila S.A.S.”, Trabajo de grado profesional, Ingeniería Eléctrica, Universidad de Antioquia, Medellín, Antioquia, Colombia, 2022.
Estilo IEEE (2020)	



Centro de documentación de la facultad 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:** Noé 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.

## **Dedicatoria**

A mis padres, mis hermanas y mi esposa por su apoyo incondicional.

## **Agradecimientos**

A la Universidad de Antioquia por todos los aprendizajes adquiridos tanto en lo profesional como en el ser.

## TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN .....	7
I. INTRODUCCIÓN .....	8
II. OBJETIVOS .....	9
A. Objetivo general .....	9
B. Objetivos específicos .....	9
III. MARCO TEÓRICO .....	10
IV. METODOLOGÍA .....	13
V. RESULTADOS .....	14
VII. CONCLUSIONES .....	36
REFERENCIAS .....	37

## LISTA DE FIGURAS

<i>Figura 1. Localización del proyecto de redes, vista superior.</i>	15
<i>Figura 2. Detalle de la localización de los transformadores del proyecto de redes, mostrando las instalaciones eléctricas para alimentar las bodegas de la 1 a la 5.</i>	16
<i>Figura 3. Detalle de la localización del proyecto de redes, mostrando las instalaciones eléctricas para alimentar las bodegas de la 6 a la 8.</i>	17
<i>Figura 4. Diagrama de ubicación del parque industrial Forte.</i>	18
<i>Figura 5. Cuadro de cargas del proyecto de redes externas.</i>	19
<i>Figura 6. Diagrama unifilar bodegas 1 y 2.</i>	20
<i>Figura 7. Diagrama unifilar bodegas 3, 4 y 5.</i>	20
<i>Figura 8. Diagrama unifilar bodegas 6, 7 y 8.</i>	21
<i>Figura 9. Cuadro de convenciones.</i>	22
<i>Figura 10. Vistas complementarias de los gabinetes.</i>	22
<i>Figura 11. Vista lateral bodegas 6,7 y 8.</i>	23
<i>Figura 12. Vista lateral bodegas de la 1 a la 6.</i>	23
<i>Figura 13. Detalle de la canalización en zona verde.</i>	24
<i>Figura 14. Notas del proyecto de redes</i>	25
<i>Figura 15. Sello del proyecto aprobado.</i>	26
<i>Figura 16. Rotulo del proyecto en planos.</i>	26
<i>Figura 17. Montaje de los transformadores 1 y 2.</i>	27
<i>Figura 18. Montaje del transformador 3.</i>	28
<i>Figura 19. Cajas de paso.</i>	28
<i>Figura 20. Gabinetes de medida y protección, bodegas de la 1 a la 5.</i>	29
<i>Figura 21. Gabinete de medida y protección, bodegas de la 6 a la 8.</i>	29
<i>Figura 22. Evaluación de riesgo IEC Risk, bodegas 1-5.</i>	30
<i>Figura 23. Evaluación de riesgo IEC Risk, bodegas 6-8.</i>	31
<i>Figura 24. Detalle de la punta de captación.</i>	31
<i>Figura 25. Diseño del apantallamiento para las bodegas 6-8.</i>	32
<i>Figura 26. Diseño del apantallamiento para las bodegas 1-5.</i>	32
<i>Figura 27. Diseño del apantallamiento en 3D.</i>	33
<i>Figura 28. Conexión entre el anillo y el bajante.</i>	34
<i>Figura 29. Conexión entre el bajante y la puesta a tierra.</i>	34
<i>Figura 30. Detalle de la puesta a tierra.</i>	35

## SIGLAS, ACRÓNIMOS Y ABREVIATURAS

<b>EPM</b>	Empresas Públicas de Medellín.
<b>RETIE</b>	Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas.
<b>SPE</b>	Sistema de Protección Externa.
<b>DPS</b>	Dispositivo de Protección Contra Sobretensiones.

---

## RESUMEN

En este informe se presentan las actividades realizadas durante la práctica profesional en la empresa Inversiones Jimenes Ávila S.A.S, con referencia a las instalaciones eléctricas de las bodegas del lote 5 del parque industrial Forte, ubicado en la vereda el Zarzal del municipio de Copacabana, Antioquia.

El parque industrial Forte es un complejo empresarial con diversas bodegas, en el año 2021 se llevó a cabo la construcción de 8 bodegas en el lote 5 de dicho complejo, la empresa Inversiones Jiménez Ávila S.A.S, fue la encargada de realizar los diseños de las instalaciones eléctricas externas e internas de dichas bodegas y construirlas.

Dentro de las actividades realizadas en la práctica empresarial, se documentan el apoyo en el diseño, construcción y aprobación ante el operador de red, EPM, de las redes externas que suplen de energía eléctrica a las 8 bodegas construidas. Además, el diseño del apantallamiento para proteger las bodegas contra descargas atmosféricas.

***Palabras clave*** — **Instalaciones eléctricas, redes eléctricas, apantallamiento.**

---

## I. INTRODUCCIÓN

La empresa Inversiones Jiménez Ávila S.A.S, cuenta con diversos servicios relacionados con la ingeniería eléctrica, tanto en diseño, construcción y mantenimiento de: redes eléctricas aéreas y subterráneas, subestaciones, sistemas de puesta a tierra, apantallamientos, iluminación e instalaciones de usuario final.

Para prestar estos servicios la empresa debe garantizar el cumplimiento de las normas técnicas colombianas establecidas por el RETIE, RETILAP, NTC 2050 y las normas técnicas del operador de la red, en este caso EPM.

Para dar cumplimiento a los servicios prestados por la empresa se propuso desde la práctica profesional, el apoyo en el diseños y construcción de instalaciones eléctricas, a partir de los conocimientos adquiridos durante el pregrado. Apoyar las labores de diseño de redes y de iluminación utilizando programas como AutoCAD, Dialux, entre otros. Realizar cotizaciones para elegir materiales que cumplan con las especificaciones técnicas de las normas que rigen los proyectos eléctricos en Colombia, mencionadas en el párrafo anterior, y que sean rentables económicamente para el proyecto. Gestionar ante EPM las diferentes solicitudes requeridas para dar continuidad a los proyectos de la empresa y visitar las obras para aprender y apoyar la etapa constructiva de los proyectos.

Según lo mencionado anteriormente, este proyecto se enfocó en las instalaciones eléctricas del parque industrial Forte, que está ubicado en la vereda el Zarzal del municipio de Copacabana – Antioquia, el cual cuenta con 14 bodegas construidas y en el año 2021 se llevó a cabo la construcción de otras 8 bodegas más en el lote 5 del parque. Para las bodegas en construcción se realizó el diseño de las redes externas, apantallamiento y se apoyó en la construcción de las mismas. Se esperaba realizar el diseño de las redes internas de las bodegas, pero no fue posible, debido a que el cliente, a la fecha en que se finalizó el periodo de prácticas, no definió la arquitectura del interior de las bodegas.

## II. OBJETIVOS

### *A. Objetivo general*

Apoyar la ejecución de los proyectos de la empresa Inversiones Jiménez Ávila S.A.S, en especial los del parque industrial Forte, a partir del diseño y construcción de redes externas y apantallamiento, para dar cumplimiento con los requerimientos del cliente y las normas vigentes que rigen los proyectos eléctricos en Colombia.

### *B. Objetivos específicos*

Realizar un rastreo de las diferentes normas que rigen los proyectos eléctricos en el país, indagando en diferentes bases de datos digitales, para realizar el respectivo diseño de las instalaciones eléctricas del parque industrial Forte.

Gestionar el proceso de aprobación y certificación de los proyectos ante las empresas competentes, enviando la documentación requerida, para dar continuidad a los proyectos y garantizar la calidad de los mismos.

Apoyar la construcción de las instalaciones eléctricas del lote 5 del parque industrial Forte mediante supervisiones de obra y cotización de materiales.

### III. MARCO TEÓRICO

Todas las instalaciones eléctricas en Colombia deben cumplir con el reglamento técnico de instalaciones eléctricas RETIE, que es un documento técnico- legal expedido por el Ministerio de Minas y Energía. Su versión más reciente fue publicada el 30 de agosto de 2013. En este se puede encontrar los aspectos más importantes que se deben tener en cuenta a la hora de diseñar, construir, mantener y modificar una instalación eléctrica [1]. Este documento es de vital importancia para este proyecto, ya que todos los diseños, construcciones y elementos de las instalaciones eléctricas deben cumplir el reglamento y deben ser certificados por un inspector RETIE.

En este mismo sentido, para este trabajo se utilizó el código eléctrico colombiano NTC 2050, documento expedido por ICONTEC que es una entidad de carácter privado, sin ánimo de lucro, cuya misión es fundamental para brindar soporte y desarrollo al productor y protección al consumidor, su fecha de publicación es del 25 de noviembre de 1998. El objetivo de este código es la salvaguardia de las personas y de los bienes contra los riesgos que pueden surgir por el uso de la electricidad [2]. Este documento fue imprescindible ya que su contenido está ligado a la eficiencia energética y sirve de guía para que los diseños de instalaciones eléctricas sean funcionales, en sus apéndices se encuentran tablas con información técnica que son de gran ayuda para dimensionar correctamente diversos elementos de las instalaciones eléctricas como lo son las protecciones y los conductores.

Para las instalaciones eléctricas nuevas en Antioquia, es necesario realizar un trámite ante el operador de la red, en este caso Empresas Públicas de Medellín (EPM), llamado solicitud de punto de conexión conocido también como factibilidad del servicio de energía. Este es un trámite que se realiza al solicitar la conexión del proyecto a la red existente de EPM.

El punto de conexión se pide llamando a la línea de atención al cliente de EPM y es necesario tener la siguiente información del proyecto:

- Nombre completo o razón social del propietario del proyecto.
- Numero de Cedula o NIT del propietario del proyecto.
- Municipio.
- Dirección del sitio o contrato de servicios públicos de una instalación vecina al proyecto.
- Capacidad a instalar en kVA.

- Calibre de la acometida.
- Tipo de conexión, trifásica o monofásica.
- Número de instalaciones futuras.
- Tipo de uso de la instalación, provisional, industrial o residencial.

Para diseñar las redes eléctricas externas de las bodegas se realizó un proyecto, siguiendo la norma de EPM, RA8-001, “Presentación de proyectos eléctricos particulares para la conexión al sistema de EPM”, donde se indica que el plano debe contener la siguiente información para ser aprobado:

- Localización.
- Ubicación geográfica.
- Cuadro de cargas.
- Diagrama Unifilar.
- Convenciones.
- Vistas complementarias.
- Notas.
- Espacio para sellos.
- Rotulo.

Las redes externas de las bodegas se componen de los transformadores, sus acometidas y los gabinetes de medida y protecciones. Para el diseño de estos se utilizaron las normas técnicas de EPM, RA2-026, “Montaje de transformador trifásico en poste”, RA8-006, “Fusibles y barras secundarias para transformadores trifásicos 13200-208 y/120 V” y la norma RA8-012, “Tableros y celdas de medida”.

Para presentar el proyecto ante EPM, se requiere ingresar los siguientes documentos en el sitio web de EPM:

- Cuenta de servicios públicos de un vecino.
- Licencia de construcción.
- Punto de conexión.
- Formato de solicitud de proyectos digitales, se debe descargar de la página web de EPM.

- Cupón de pagos y comprobante, este se tramita mediante la línea de atención al cliente de EPM.
- Plano del proyecto en formato DWF.

Luego de verificar que la documentación este correcta un asesor de EPM revisa el proyecto y lo devuelve con las correcciones que hay que realizar, una vez realizadas todas las correcciones se devuelve el proyecto con el sello de aprobación.

En cuanto al diseño del apantallamiento, para proteger las bodegas contra descargas atmosféricas, se implementó la norma técnica NTC 4552, que es una adaptación de la norma europea IEC 62305; donde primero se hace una evaluación del nivel de riesgo, teniendo en cuenta factores como las dimensiones y características del edificio, características ambientales y posibles pérdidas económicas o de vidas humanas que se puedan tener en caso de una posible descarga [3]. Con la evaluación del nivel de riesgo se encuentra el nivel de protección que debe cumplir el apantallamiento.

Una vez obtenido el nivel de protección se procede con el diseño del Sistema de Protección Externa (SPE), cuyo objetivo es interceptar los posibles impactos directos de rayos que se dirijan a la estructura, incluyendo aquellos que impacten el costado de la edificación, para conducir de manera segura la corriente del rayo desde el punto de impacto a tierra, y dispersar la energía del rayo, sin causar daños térmicos o mecánicos ni chispas peligrosas que puedan dar inicio a incendios o explosiones [3]. El SPE se compone por las siguientes partes fundamentales:

**Sistema de Captación:** Es el encargado de interceptar los rayos que vayan a impactar directamente la estructura. Su ubicación y altura se determinarán utilizando uno o más de los métodos citados en la NTC 4552 -3.

**Sistema de conductores bajantes:** Son los encargados de conducir de manera adecuada y segura la corriente de rayo al sistema de puesta a tierra.

**Sistema de puesta a tierra:** Encargado de dispersar y disipar adecuadamente en el terreno la corriente de rayo.

#### IV. METODOLOGÍA

Las siguientes actividades se desarrollaron para dar cumplimiento a los objetivos propuestos y fueron realizadas bajo la supervisión y el apoyo del personal calificado de la empresa Inversiones Jiménez Ávila S.A.S.

**Actividad 1:** Estudio de las normas técnicas que aplican al diseño, construcción y mantenimiento de redes eléctricas de media tensión y apantallamientos. Para el caso de media tensión las cuales se encuentran al exterior de las bodegas de Forte se estudiaron las normas técnicas de EPM, RA2-026 para el montaje de los transformadores, la norma RA8-006 para la acometida entre el transformador y los gabinetes de medida y la norma RA8-012 para el diseño de los gabinetes de medida y protecciones; también se tuvo en cuenta la norma RA8-001 como guía para presentar el diseño de redes ante EPM. Para el apantallamiento se estudió la norma NTC 4552 en sus numerales 1, 2 y 3, de la cual se tomaron: los conceptos para realizar el estudio de nivel de riesgo, el método de la esfera rodante para la ubicación de puntas y también la guía para la instalación de los demás elementos del apantallamiento, como lo son los bajantes y electrodos de puesta a tierra.

**Actividad 2:** Diseño y construcción de las redes eléctricas externas para alimentar las 8 bodegas del lote 5 del parque industrial Forte. El diseño de las instalaciones se realizó utilizando el software AutoCAD, en el cual se dibujaron todos los elementos que hacen arte del proyecto de redes (Ver apartado de resultados). Los cálculos necesarios se hicieron utilizando hojas de cálculo en Excel. En cuanto a la construcción de las redes se apoyó realizando supervisiones de obra y cotizaciones en el software Excel las cuales no se mencionan en este proyecto por términos de confidencialidad.

**Actividad 3:** Diseño del apantallamiento para proteger las bodegas contra descargas atmosféricas. Se utilizó el software AutoCAD para realizar los respectivos dibujos y se implementó el software IEC Risk para la evaluación del nivel de riesgo, el cual está fundamentado en la norma internacional IEC62305-2. Para la fecha en que se terminó la práctica aún no se avanzaba en la construcción del apantallamiento.

## V. RESULTADOS

### **1. Diseño y construcción de las redes eléctricas externas de las 8 bodegas del lote 5 del parque industrial Forte.**

En esta actividad se realizó el diseño y construcción de las redes eléctricas para alimentar las 8 bodegas. El diseño se basó en dimensionar los transformadores según las necesidades del cliente y los consumos de las otras bodegas existentes en el parque industrial; la acometida de los transformadores hasta el gabinete de medida y los medidores; y también las protecciones para cada una de las bodegas.

#### **1.1.1. Localización:**

En la *Figura 1* se muestran las redes eléctricas existentes en el sitio de la construcción y se dibujan las instalaciones proyectadas del nuevo proyecto.



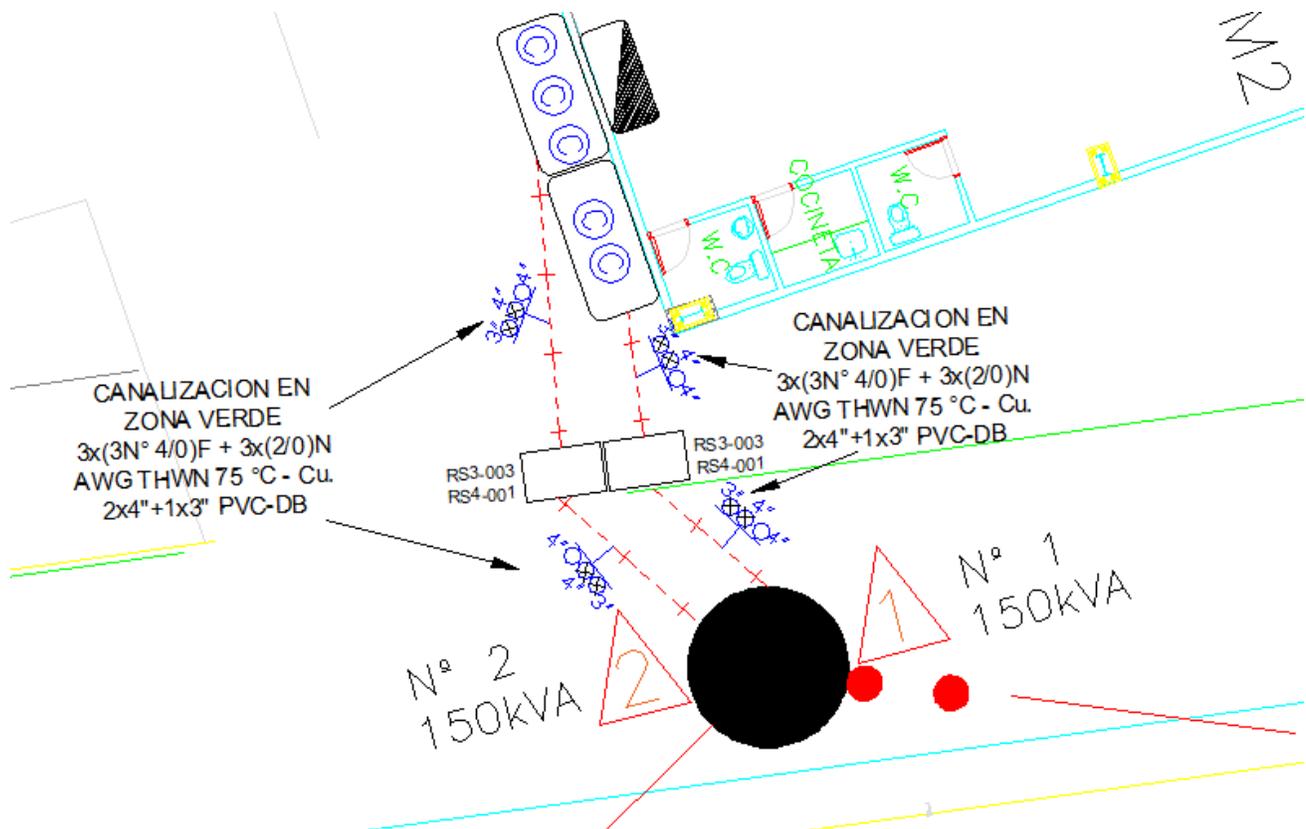


Figura 2. Detalle de la localización de los transformadores del proyecto de redes, mostrando las instalaciones eléctricas para alimentar las bodegas de la 1 a la 5.

En la Figura 2 se muestra la proyección de los transformadores 1 y 2 en un mismo poste, la acometida de los transformadores que se lleva canalizada, donde para cada transformador se tienen cables de cobre en  $3 \times 3N^{\circ}4/0$  AWG THWN para las fases y  $3 \times N^{\circ}2/0$  AWG THWN para el neutro, estos calibres se toman de los barrajes definidos en la norma RA8-006, en la cual también se indica que la acometida debe ir en un ducto de 3" y uno de 4", adicional a estos se lleva otro ducto de 4" vacío como reserva. En la mitad de las canalizaciones de cada transformador se ponen cajas de paso según la norma RS3-003, para poder conducir la acometida desde el transformador hasta los gabinetes de medida y protección ya que solo con la tubería se hace muy complicado por la geometría de la trayectoria y el desnivel del terreno.

El transformador 1 alimenta a las bodegas 1 y 2; mientras el transformador 2 a las bodegas 3,4 y 5; la capacidad de cada bodega se mostrará más adelante en el cuadro de cargas.

Por último, se tienen los gabinetes de medida y protección en la fachada de la bodega 5, de los cuales se hablará más adelante en las vistas complementarias.

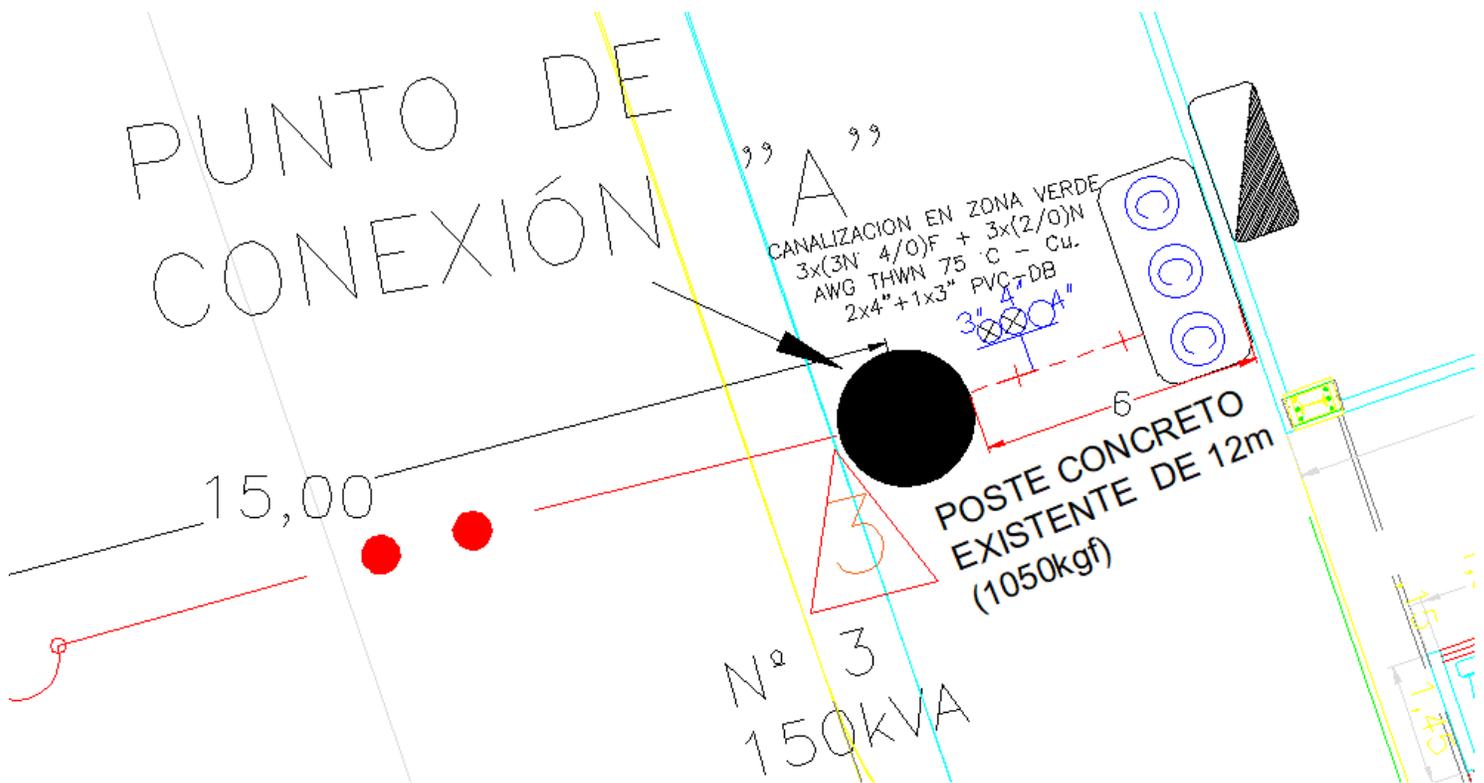


Figura 3. Detalle de la localización del proyecto de redes, mostrando las instalaciones eléctricas para alimentar las bodegas de la 6 a la 8.

En la *Figura 3* Se muestra la proyección del transformador 3 para alimentar las bodegas 6,7 y 8, la acometida en cables de cobre en 3x3N<sup>o</sup>4/0 AWG THWN para las fases y 3xN<sup>o</sup>2/0 AWG THWN para el neutro que va canalizada en ductos de 3" y 4"; más un ducto de 4" de reserva. Al final se tiene el gabinete de medida y protecciones en la parte trasera de la bodega 6.

En todos los casos, los ductos expuestos utilizados, para llevar la acometida en los postes, son metálicos galvanizados IMC y los ductos enterrados son de PVC tipo DB.

### 1.1.2. Ubicación geográfica:

EPM exige realizar un diagrama de ubicación geográfica donde se indique el norte, puntos de referencia y demás información que sirva como mapa para que cualquier funcionario de EPM pueda encontrar llegar al sitio de la construcción.

En este caso se utilizó el diagrama de ubicación de otro proyecto del parque industrial Forte que se llevó a cabo en la empresa.

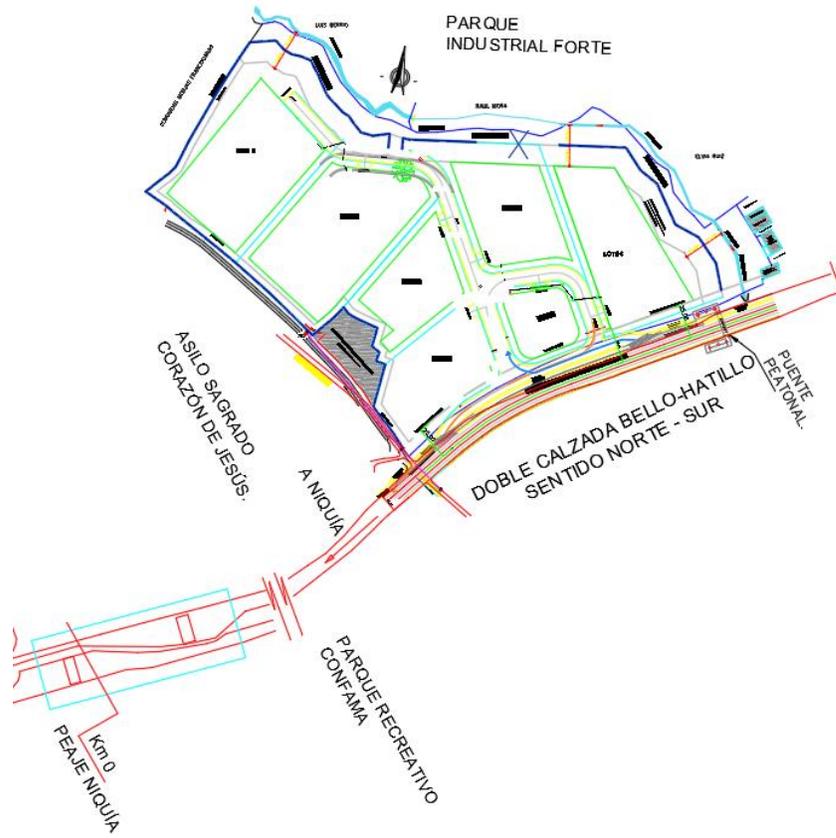


Figura 4. Diagrama de ubicación del parque industrial Forte.

En la *Figura 4* se muestra el parque industrial Forte, el norte geográfico, la doble calzada Bello-Hatillo en sentido sur, además puntos de referencia como el parque recreativo Comfama de Copacabana y el Asilo sagrado corazón de Jesús.

### 1.1.3. Cuadro de cargas:

En la *Figura 5* se presenta el cuadro de cargas detallando las cargas eléctricas generales para el proyecto, donde se muestra el número de instalaciones y su potencia, los transformadores y su potencia, la potencia total del proyecto (sumas de potencias), el porcentaje de carga del transformador y el porcentaje de regulación de voltaje por la longitud de la acometida.

CUADRO DE CARGAS PROYECTADO					USO INDUSTRIAL			
BODEGA	No. TRAF0	kVA. TRANSF.	No. INST.	kVA./INST.	FACTOR DE COINCIDENCIA (FC)	kVA TOTAL	% CARGA	% REG.
1	1	150	2	96	0.8	153.6	102.4%	0.27%
2				96				
3	2	150	3	55	0.8	132	86.7%	0.28%
4				55				
5				55				
6	3	150	3	55	0.8	132	86.7%	0.20%
7				55				
8				55				

Figura 5. Cuadro de cargas del proyecto de redes externas.

En este caso por tratarse de bodegas de uso industrial, donde un transformador alimenta a varias bodegas es necesario utilizar un factor de coincidencia para calcular la potencia total. El factor de coincidencia se eligió de 80% debido a que es posible que en la mayoría de las bodegas se labore durante las 24 horas del día de forma simultánea.

Para las bodegas 1 y 2 se asignaron 96kVA de potencia demandada para cada una, según requerimientos del cliente, con un factor de coincidencia de 0.8 se tienen en total 153kVA, por lo que se asigna un transformador de una capacidad de 150kVA, que es el máximo permitido para montar en poste. El transformador queda sobrecargado a 102.4% y se calcula la regulación de voltaje dependiendo de la distancia del transformador hasta una protección totalizadora en el gabinete de medida obteniendo 0.27%.

A las demás bodegas se les asigno una potencia de 55kVA teniendo como referencia los consumos de otras bodegas de área similar existentes en el parque industrial. Se utilizaron 2 transformadores de 150kVA de capacidad para alimentar 6 bodegas en total, así teniendo en cuenta el factor de coincidencia de 0.8 cada transformador estaría al 86.7% de carga. Los tres transformadores utilizados son trifásicos y refrigerados por aceite.

#### 1.1.4. Diagrama unifilar

Se realizan 3 diagramas unificares uno para cada transformador, donde se indican las características principales de todos los elementos necesarios para la instalación, cortacircuitos primarios, dispositivos de protección contra sobretensiones (DPS), transformadores, cables, ductos, gabinetes, barrajes y protecciones.

## DIAGRAMA UNIFILAR PROYECTADO TRANSFORMADOR DE 150 KVA (BODEGAS 1 Y 2 LOTE 5)

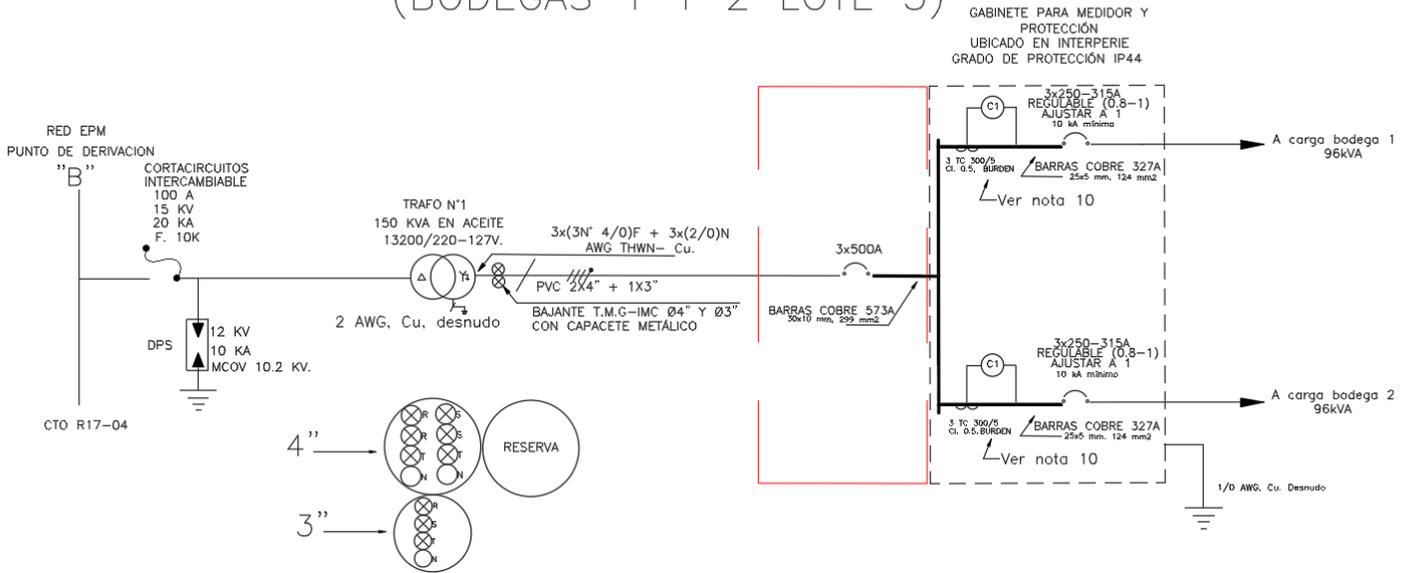


Figura 6. Diagrama unifilar bodegas 1 y 2.

## DIAGRAMA UNIFILAR PROYECTADO TRANSFORMADOR DE 150 KVA (BODEGAS 3,4 Y 5 LOTE 5)

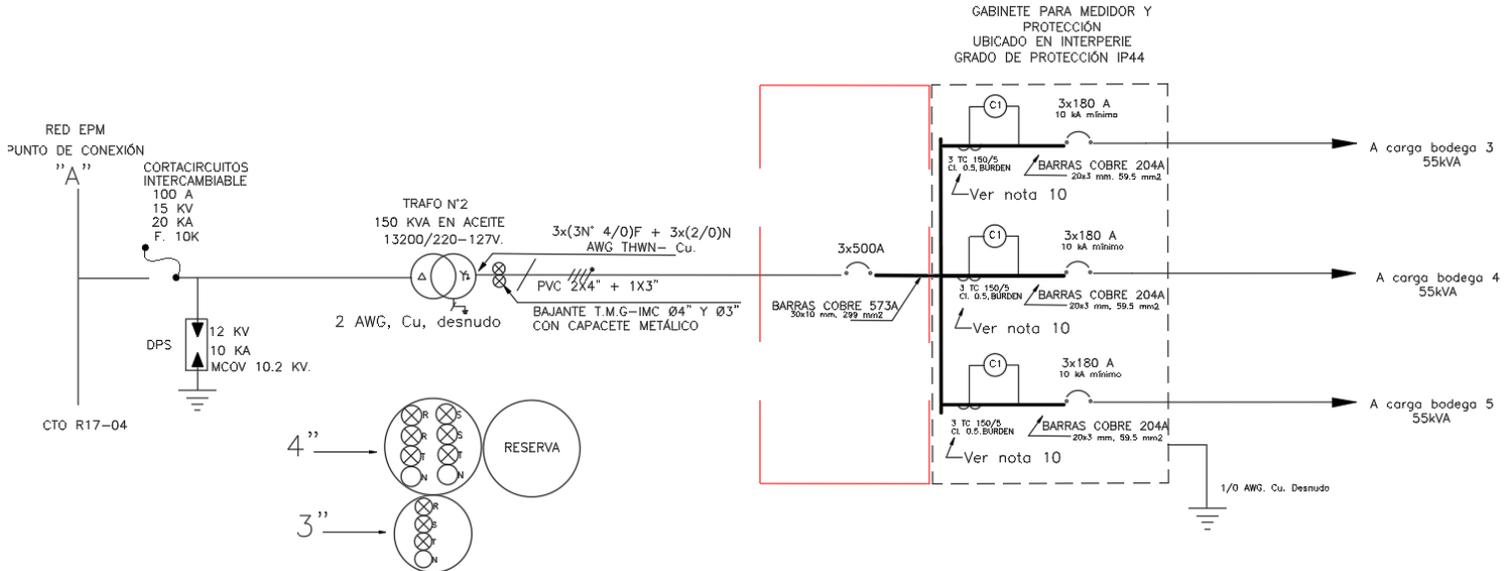


Figura 7. Diagrama unifilar bodegas 3, 4 y 5.

## DIAGRAMA UNIFILAR PROYECTADO TRANSFORMADOR DE 150 KVA (BODEGAS 6,7 Y 8 LOTE 5)

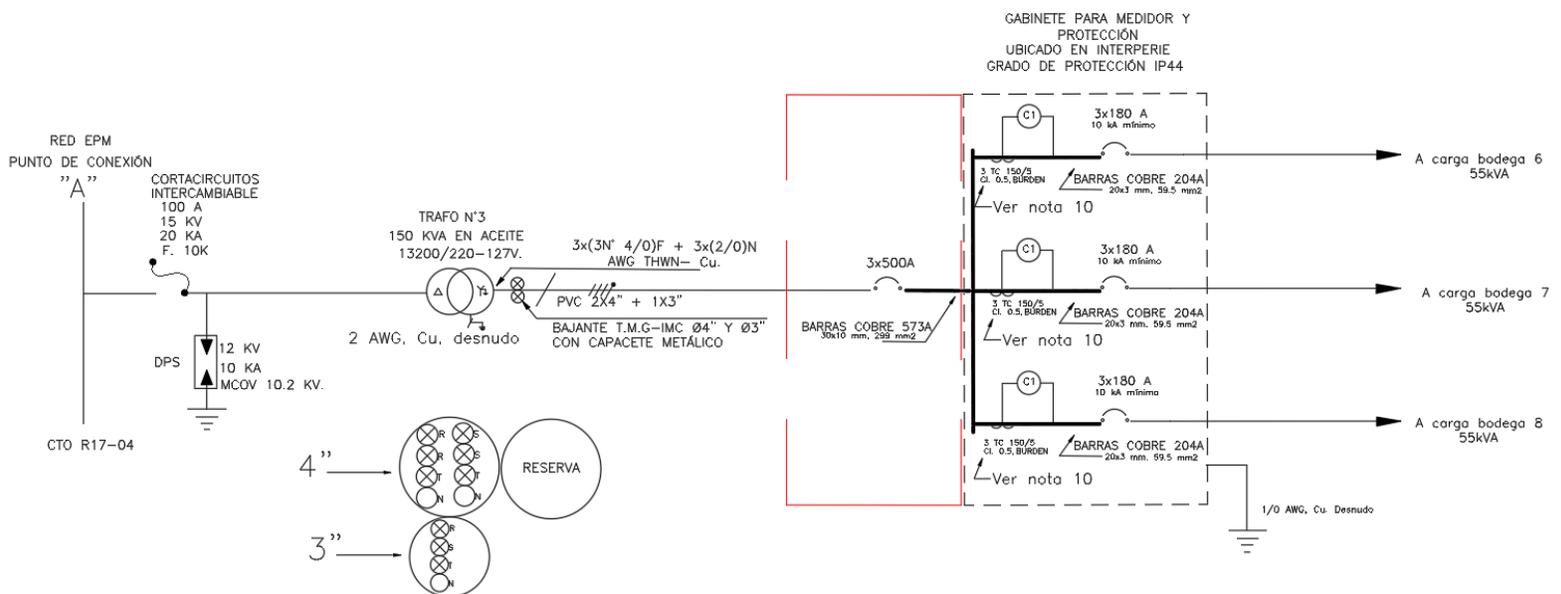


Figura 8. Diagrama unifilar bodegas 6, 7 y 8.

En la Figura 6, la Figura 7, y la Figura 8 se muestra el esquema de conexión de los equipos utilizados en el proyecto de redes, los transformadores se montan según la norma RA2-026, de donde se deriva de la red primaria a los cortacircuitos, con fusibles intercambiables. Luego se conectan los DPS, y de estos se conectan los bujes primarios del transformador. De los bujes secundarios, se parte con la acometida secundaria, en cables de cobre en 3x3N°4/0 AWG THWN para las fases y 3xN°2/0 AWG THWN para el neutro, que van por dos ductos bajantes en tubería IMC de 3" y 4", que luego va enterrada y pasan a ser tubería de PVC tipo DB. Por último, se llega a la protección principal del gabinete de medida, donde el resto de las conexiones se hacen por medio de barrajes dimensionados según la norma RA8-012.

### 1.1.5. Convenciones

La Figura 9 muestra el cuadro que se incluye en el plano donde se describen las convenciones utilizadas, las cuales corresponden a las normalizadas en el Anexo A de la norma RA8-001. Adicionalmente se mencionan las características del medidor que deben cumplir con las establecidas en la norma RA8-030.

CONVENCIONES		
DESCRIPCIÓN	EXISTENTE	PROYECTADO
LINEA PRIMARIA AÉREA CUBIERTA	—●●—	
POSTE DE CONCRETO 12 METROS X 1050 KGF	●	
TRANSFORMADOR 3ø	△ KVA	△ KVA
CONDUCTOR SECUNDARIO SUBTERRÁNEO		+ - - - +
MEDIDOR DE ENERGIA ELECTRONICO MULTIENERGIA 1(6)A 3x120/208V ,3F,4H, CL 1 ENERGIA ACTIVA CLASE 2 REACTIVA, MULTIRANGO		⊙ C1
CAJA DE DISTRIBUCION		□
GABINETE DE MEDIDA		⊙
AISLADERO TRIFASICO	⤵	

Figura 9. Cuadro de convenciones.

### 1.1.6. Vistas complementarias

En este proyecto se muestran la vista frontal de los gabinetes de medida y protecciones, vista horizontal de las bodegas y el detalle de la canalización en zona verde.

VISTA GABINETE PARA LOTE 5  
BODEGAS 3,4,5 Y 6,7,8.

VISTA GABINETE PARA LOTE 5  
BODEGAS 1 Y 2.

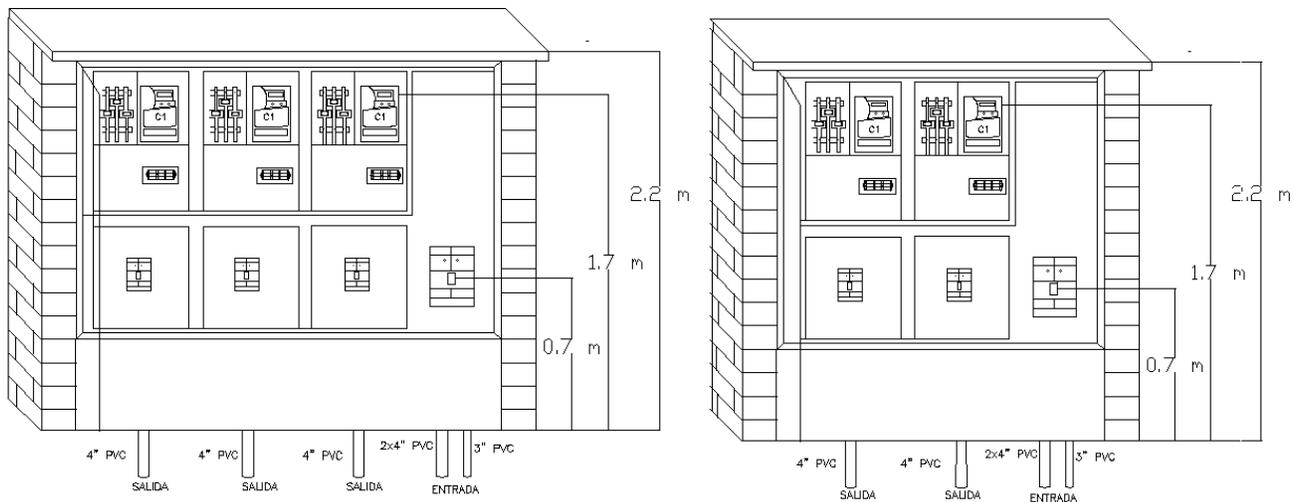


Figura 10. Vistas complementarias de los gabinetes.

En la Figura 10 se observa una sola vista para el gabinete de las bodegas 3, 4 y 5 y para el gabinete de las bodegas 6, 7 y 8; además se tiene otra vista para el gabinete de las bodegas 1 y 2. Todos los gabinetes se proyectan para instalar en un pedestal, tienen un espacio para la protección principal la cual debe estar mínimo a 0.7m del suelo. Un espacio para el medidor de cada bodega,

donde el indicador de la medida debe estar a 1.7m del suelo y un espacio para la protección principal de cada bodega.

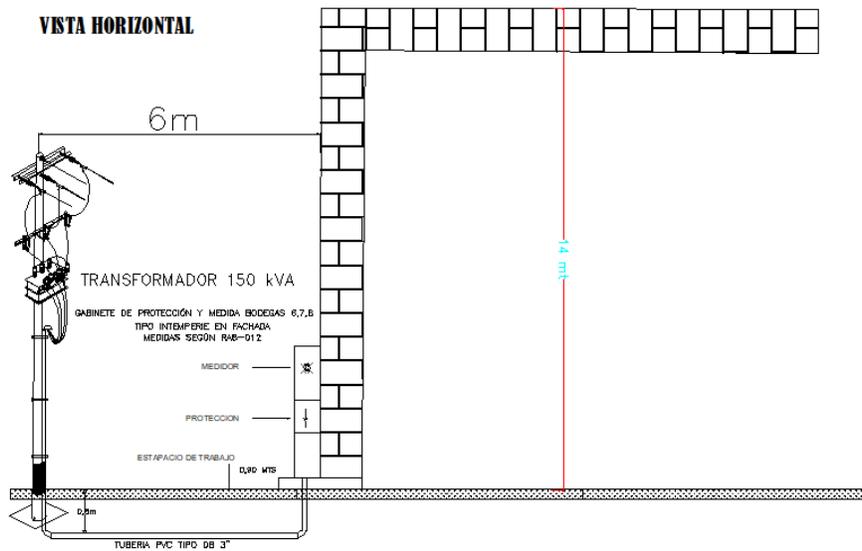


Figura 11. Vista lateral bodegas 6,7 y 8.

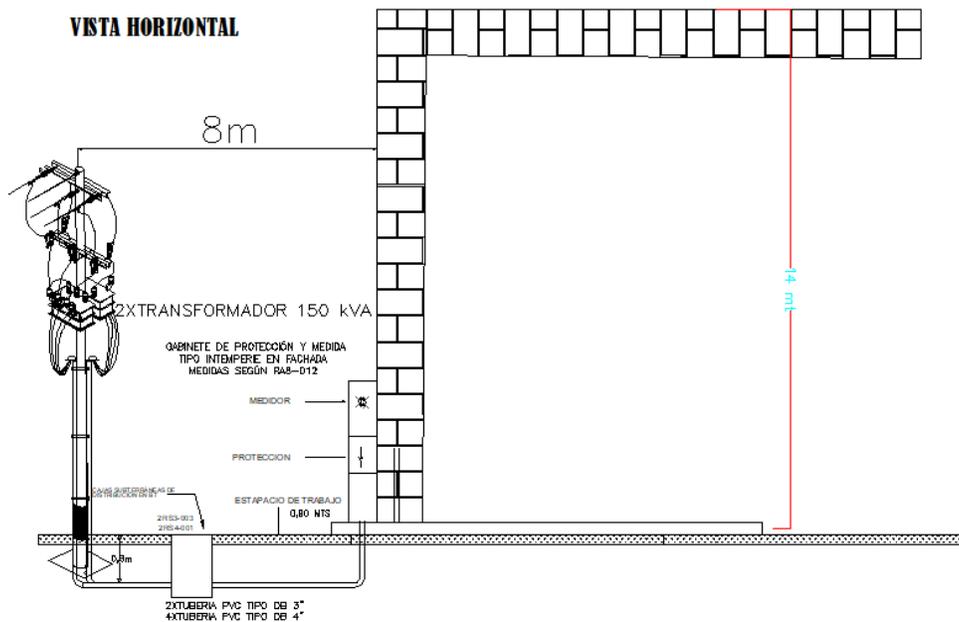


Figura 12. Vista lateral bodegas de la 1 a la 6.

En las vistas horizontales de la *Figura 11* y la *Figura 12*, se muestra el montaje de los transformadores en los postes, los ductos para llevar la acometida, la vista lateral de los gabinetes de los medidores y la distancia del poste al muro de las bodegas.

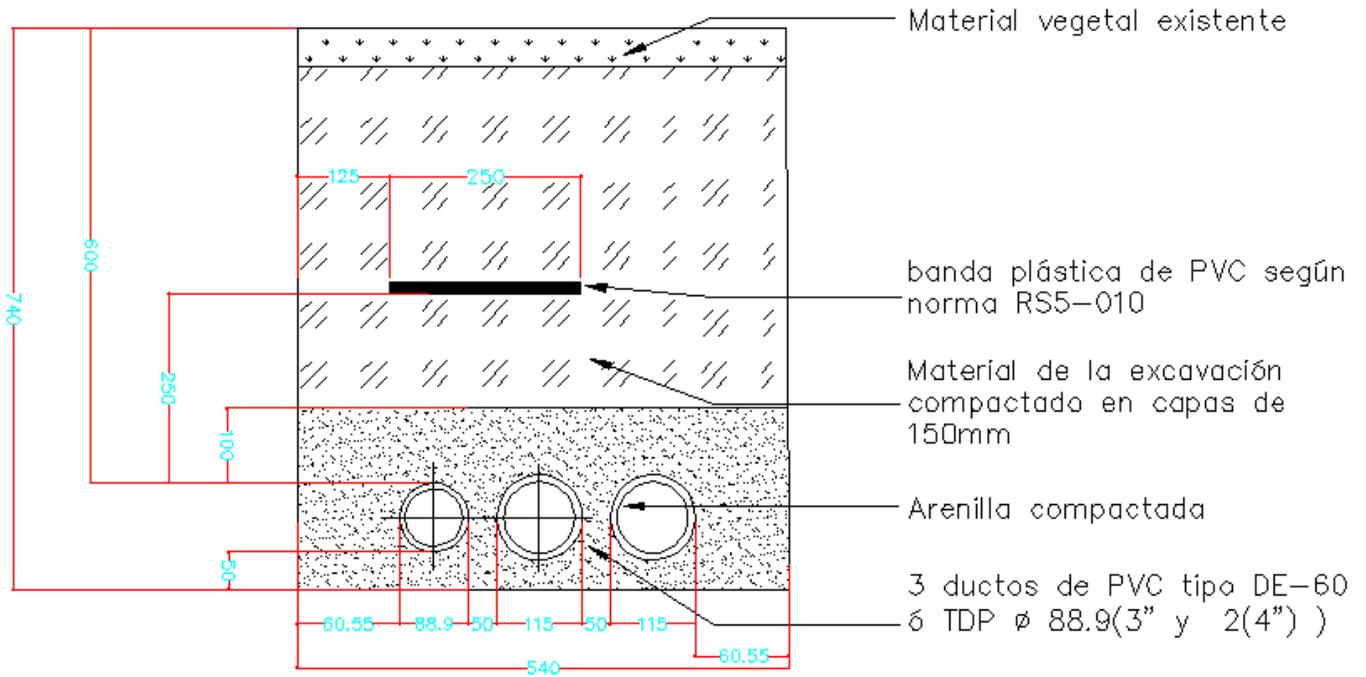


Figura 13. Detalle de la canalización en zona verde.

El detalle de la canalización en zona verde se dibuja respetando las distancias especificadas en la norma RS1-022, este detalle se observa en la *Figura 13*.

**1.1.7. Notas:**

En la *Figura 14* se observan las notas incluidas en el proyecto de redes, las cuales son tomadas del anexo B de la norma RA8-001 y modificadas de acuerdo a las características del proyecto.

## NOTAS:

1. Este proyecto es un ajuste de diseño para el proyecto No.22051054, aprobado el 06 de septiembre de 2021, el cual consiste en el montaje de 3 transformadores trifásicos de 150kVA que quedarán definitivos para las 8 bodegas del lote 5 del parque industrial Forte. La modificación fue necesaria debido a cambios en la demanda de las bodegas 1 y 2 alimentadas del transformador 1, por lo que las instalaciones para las demás bodegas no cambian.
2. Punto de conexión "A" otorgado mediante pedido #21955398 con radicado PED-1448837-COH7 de fecha 23 de junio del 2021.
3. Se anexa licencia de construcción con resolución 874 del 24 de Junio de 2021, del municipio de Copacabana-antioquia con radicado 072/2021.
4. Normas complementarias: RA8-006/020/030/035, RS1-001/002/004, RS3-003, RS4-001, RA2-026. Si al ejecutar la construcción se requiere alguna norma adicional vigente al momento del visto bueno de este diseño, el cumplimiento de esta será requisito para la legalización del servicio.
5. Si al momento de la revisión de construcción del proyecto se requieren permisos por parte de terceros, estos serán tramitados por el interesado y deben ser anexados al proyecto.
6. Las redes de energía antes de medida deberán cruzar por zonas de libre circulación y comunes, en ningún caso por el subsuelo o adasadas a lasas de zonas privadas.
7. Todo tubo expuesto, o que este detrás de cielos falsos o buitrones antes de los equipos de medida deberán ser metálico galvanizado, tipo pesado
8. Este proyecto se revisa hasta las protecciones ubicadas inmediatamente después del equipo de medida.
9. Se deben instalar fusibles \_\_\_ definidos por EPM, previa solicitud de revisión de construcción del proyecto.
10. Para dar cumplimiento al código de medida, al momento de la revisión técnica de la instalación por parte de EPM, el ingeniero responsable debe presentar un informe con el cálculo de Burden real y el error porcentual total del voltaje (si aplica) de los equipos de medida.
11. EPM realizara visita de recibo tecnico o puesta en servicio posterior al cierre del pedido de interventoria requisito previo para la legalización del servicio, en nuestra pagina web encontrara los requisitos en siguiente link: [https://www.epm.com.co/site/clientes\\_usuarios/clientes-y-usuarios/nuestras-tramites-tramites-cliente](https://www.epm.com.co/site/clientes_usuarios/clientes-y-usuarios/nuestras-tramites-tramites-cliente) La visita de puesta en servicio, se encuentra definida en la regulacion vigente (resolución CREG 156 de 2011).
12. La revisión de este proyecto por parte de EPM, no garantiza su cumplimiento con el RETIE, el diseñador y el constructor deberán verificarlo.
13. Todos los medidores calibrados por otro laboratorio diferente al de EPM, deben ingresar a las bases de datos del operador de red, antes de ser instalados, Dirección CR 65N°29-149 Barrio belén trinidad.
14. La línea primaria y secundaria proyectada cruza en su totalidad por terrenos del interesado
15. La red primaria, los transformadores y las redes secundarias proyectadas q partir del punto "A" y "B" serán propiedad de TRU...; el diseño y construcción de ellas será responsabilidad del mismo.
16. El diseñador y constructor de este proyecto de redes son responsables de validar la necesidad que el aislamiento y/o chaqueta de los conductores eléctricos a utilizar requieran poseer características de baja emisión de humos, retardante a la llama o resistente al fuego y libre o cero halógenos acorde con lo dispuesto en el artículo 20.2 del RETIE, además de lo estipulado en el capítulo J del Código Sismo Resistente (NSR10) y la reglamentación de la Dirección nacional de Bomberos de Colombia. El inspector RETIE que certifique la instalación deberá verificar si se cumple lo antes mencionado.
17. Según la norma RA8-009, numeral 5.2, literal e, para cargas industriales el diseñador será quien justifique el factor de coincidencia seleccionado, para este caso en particular se elige un factor de 0.8 teniendo en cuenta que en todas las bodegas posiblemente se labore durante las 24 horas del día.

*Figura 14. Notas del proyecto de redes*

**1.1.8. Espacio para sellos.**

En todos los planos presentados a EPM se deja un espacio sobre el rotulo para que el funcionario de EPM ponga el sello de revisado.



Figura 15. Sello del proyecto aprobado.

En la Figura 15 se muestra el sello de aprobación del proyecto, contiene la firma del funcionario de EPM que revisó el proyecto, la fecha de aprobación y el tiempo de caducidad.

**1.1.9. Rotulo**

En la Figura 16 se muestra el rotulo del proyecto el cual contiene toda la información exigida en la norma RA8-001, se censura los datos del propietario y del ingeniero encargado debido a acuerdos de confidencialidad.

<b>PROYECTO:</b> MODIFICACION DEL PROYECTO # 22051054 PARQUE INDUSTRIAL FORTE BODEGAS 1,2,3,4,5,6,7 Y 8 LOTE 5	
<b>DISEÑO:</b> JORGE HERIBERTO JIMENEZ C.	
<b>PROPIETARIO:</b> [REDACTED]	
<b>CONSECUTIVO DE IDENTIFICACIÓN:</b> VERSIÓN 2	<b>FIRMA:</b> [REDACTED]
<b>CONTIENE:</b> DR.1	[REDACTED]
<b>DISEÑO:</b> JORGE HERIBERTO JIMENEZ C.	
<b>DIBUJO:</b> LUIS MIGUEL BETANCUR P.	
<b>SN:</b>	
<b>ESCALA:</b> INDICADAS	<b>FECHA:</b> OCTUBRE 2021
<b>1</b>	

Figura 16. Rotulo del proyecto en planos.

### 1.2. Construcción de las redes externas:

En el proyecto de construcción fui apoyo en la realización de cotización y supervisión en las obras, en cuanto a la cotización es posible dar a conocer la información por acuerdos de confidencialidad con la empresa.

A continuación, se muestran algunas fotos de la construcción de las obras externas.



*Figura 17. Montaje de los transformadores 1 y 2.*

En la *Figura 17* se muestra el montaje de los transformadores 1 y 2, se observa la derivación de la línea primaria hacia los cortacircuitos primarios, la conexión de los DPS, los bujes de alta de los transformadores y la acometida secundaria que sale de los transformadores hacia los bajantes en tubería metálica galvanizada IMC con sus respectivos capacetes.



*Figura 18. Montaje del transformador 3.*

En la *Figura 18* se muestra el montaje del transformador 3, dando cumplimiento a la norma RA2-026 y un viento farol para dar resistencia mecánica al poste.



*Figura 19. Cajas de paso.*

La *Figura 19* muestra las cajas de paso para dar continuidad a la canalización de las acometidas de los transformadores 1 y 2 según los establecido en el diseño mostrado en la *Figura 2*.



*Figura 20. Gabinetes de medida y protección, bodegas de la 1 a la 5.*

La *Figura 20* muestra los gabinetes de medida y protección instalados en pedestal, los cuales se construyeron según los diagramas unifilares de la *Figura 6* y la *Figura 7*.



*Figura 21. Gabinete de medida y protección, bodegas de la 6 a la 8.*

Por último, se tiene el gabinete de medida y protecciones para las bodegas 6, 7 y 8, el cual se construyó en base al diagrama unifilar mostrado en la *Figura 8*.

## 2. Apantallamiento.

Se realizo la evaluación de riesgo con el software IEC Risk, donde las bodegas de la 1 a la 5 se tomaron como una sola estructura y las bodegas de la 6 a la 8 como otra estructura diferente, los resultados en ambos casos fueron, utilizar un SPE con nivel de protección I, como se muestra en la *Figura 22* y en la *Figura 23*.

IEC Risk Assessment Calculator Project: CALCULO BODEGA GRANDE

Fichero Opciones Librería Ayuda

**Dimensiones de la estructura:**

Longitud de la estructura (m): 68

Anchura de la estructura (m): 30

Altura del plano del tejado (m)\*: 10

Altura del mayor saliente del tejado (m)\*: 40

\* Medido desde la tierra

Área de colección (m2): 45.239 m2

**Líneas de conducción eléctrica:**

Línea eléctrica:

Línea que llega a la estructura: Cable enterrado

Tipo de cable externo: No apantallado

Existencia de transformador MT/BT: Transformador

Otros servicios aéreos:

Número de servicios conducidos: 0

Tipo de cable externo: No apantallado

Otros servicios enterrados:

Número de servicios conducidos: 0

Tipo de cable externo: No apantallado

**Tipos de las pérdidas:**

Tipo 1 - Pérdidas de vidas humanas:

Riesgos especiales para la vida: Riesgo de pánico bajo

Por incendios: Otras estructuras

Por sobretensiones: No aplica

Tipo 2 - Pérdidas de servicios esenciales:

Por incendios: No hay servicios esencial

Por sobretensiones: No hay servicios esencial

Tipo 3 - Pérdidas de patrimonio cultural:

Por incendios: Sin valor histórico

Tipo 4 - Pérdidas económicas:

Riesgos económicos especiales: Sin riesgos especiales

Por incendios: Propiedad comercial

Por sobretensiones: Zona industrial o comercial

Por tensión de paso/contacto: Sin riesgo de shock

Riesgo tolerable de pérd. económ.: 1 en 10 años

**Características de la estructura:**

Riesgo de incendio y daños físicos: Normal

Eficacia del apantallamiento: Buena

Tipo de cableado interno: No apantallado

**Influencias ambientales:**

Situación respecto a los alrededores: Estructura aislada

Factor ambiental: Rural

Nº de días de tormenta: 88 days/year

Densidad anual equivalente de rayos: 8.8 flashes/km2

Ver mapa isocerámico [Ver Mapa](#)

**Medidas de protección:**

Clase de SPCR: Nivel I

Protección contra incendios: Sin medidas

Protección contra sobretensiones: Sin protección

**Riesgos calculados:**

	Riesgo calculado (Pa)		Riesgo imp. directo (Pa)	+	Riesgo imp. indirecto (Pa)	=	Riesgo calculado (Pa)
Pérdidas de vidas humanas:	1,00E-05	=>	1,99E-06	+	7,67E-06	=	9,66E-06
Pérdidas de serv. públicos:	1,00E-03	=>	0,00E+00	+	0,00E+00	=	0,00E+00
Pérdidas de patrimonio:	1,00E-03	=>	0,00E+00	+	0,00E+00	=	0,00E+00
Pérdidas económicas:	1,00E-01	=>	4,00E-03	+	9,92E-03	=	1,39E-02

**IEC**

Este cálculo del índice de riesgo de IEC pretende orientar en el análisis de diversos criterios que determinan el riesgo de pérdidas debidas al rayo. No es posible cubrir todos los elementos especiales de una estructura que puedan hacer que sufra más o menos daños debidos al rayo. En casos especiales hay factores económicos y personales que podrían ser muy importantes y considerarse junto con el índice obtenido mediante esta herramienta. Se

[Cálculos](#)

Project: CALCULO BODEGA GRANDE | Tooltips: ON | Database: v1.0.3 | Map: SPANISH | 24/11/2021

Figura 22. Evaluación de riesgo IEC Risk, bodegas 1-5.

IEC Risk Assessment Calculator Project: CALCULO BODEGA PEQUEÑA

Archivo Opciones Librería Ayuda

**Dimensiones de la estructura:**

Longitud de la estructura (m): 43

Anchura de la estructura (m): 30

Altura del plano del tejado (m)\*: 10

Altura del mayor saliente del tejado (m)\*: 40

\* Medido desde la tierra

Área de colección (m2): 45.239 m2

---

**Características de la estructura:**

Riesgo de incendio y daños físicos: Normal

Eficacia del apantallamiento: Buena

Tipo de cableado interno: No apantallado

---

**Influencias ambientales:**

Situación respecto a los alrededores: Estructura aislada

Factor ambiental: Rural

Nº de días de tormenta: 88 days/year

Densidad anual equivalente de rayos: 8,8 flashes/km2

Ver mapa isoceránico: Ver Mapa

**Líneas de conducción eléctrica:**

Línea eléctrica:

Línea que llega a la estructura: Cable enterrado

Tipo de cable externo: No apantallado

Existencia de transformador MT/BT: Transformador

---

**Otros servicios aéreos:**

Número de servicios conducidos: 0

Tipo de cable externo: No apantallado

---

**Otros servicios enterrados:**

Número de servicios conducidos: 0

Tipo de cable externo: No apantallado

---

**Medidas de protección:**

Clase de SPCR: Nivel I

Protección contra incendios: Sin medidas

Protección contra sobretensiones: Sin protección

**Tipos de las pérdidas:**

**Tipo 1 - Pérdidas de vidas humanas:**

Riesgos especiales para la vida: Riesgo de pánico bajo

Por incendios: Otras estructuras

Por sobretensiones: No aplica

---

**Tipo 2 - Pérdidas de servicios esenciales:**

Por incendios: No hay servicios esencial

Por sobretensiones: No hay servicios esencial

---

**Tipo 3 - Pérdidas de patrimonio cultural:**

Por incendios: Sin valor histórico

---

**Tipo 4 - Pérdidas económicas:**

Riesgos económicos especiales: Sin riesgos especiales

Por incendios: Propiedad comercial

Por sobretensiones: Zona industrial o comercial

Por tensión de paso/contacto: Sin riesgo de shock

Riesgo tolerable de pérd. económ.: 1 en 10 años

**Riesgos calculados:**

	Riesgo calculado (m)		Riesgo imp. directo (m)	+	Riesgo imp. indirecto (m)	=	Riesgo calculado (m)
Pérdidas de vidas humanas:	1,00E-05	=>	1,99E-06	+	7,67E-06	=	9,66E-06
Pérdidas de serv. públicos:	1,00E-03	=>	0,00E+00	+	0,00E+00	=	0,00E+00
Pérdidas de patrimonio:	1,00E-03	=>	0,00E+00	+	0,00E+00	=	0,00E+00
Pérdidas económicas:	1,00E-01	=>	4,00E-03	+	9,92E-03	=	1,39E-02

**IEC**

Este cálculo del índice de riesgo de IEC pretende orientar en el análisis de diversos criterios que determinan el riesgo de pérdidas debidas al rayo. No es posible cubrir todos los elementos especiales de una estructura que puedan hacer que sufra más o menos daños debidos al rayo. En casos especiales hay factores económicos y personales que podrían ser muy importantes y considerarse junto con el índice obtenido mediante esta herramienta. Se

Cálculos

Project: CALCULO BODEGA PEQUEÑA | Tooltips: ON | Database: v1.0.3 | Map: SPANISH | 24/11/2021

Figura 23. Evaluación de riesgo IEC Risk, bodegas 6-8.

## 2.1. Sistema de captación

En este caso se utilizaron puntas captadoras de 1 metro ubicadas mediante el método de la esfera rodante con un radio de 35m.

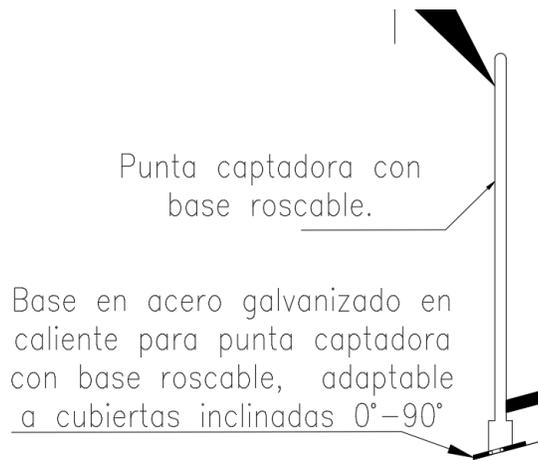
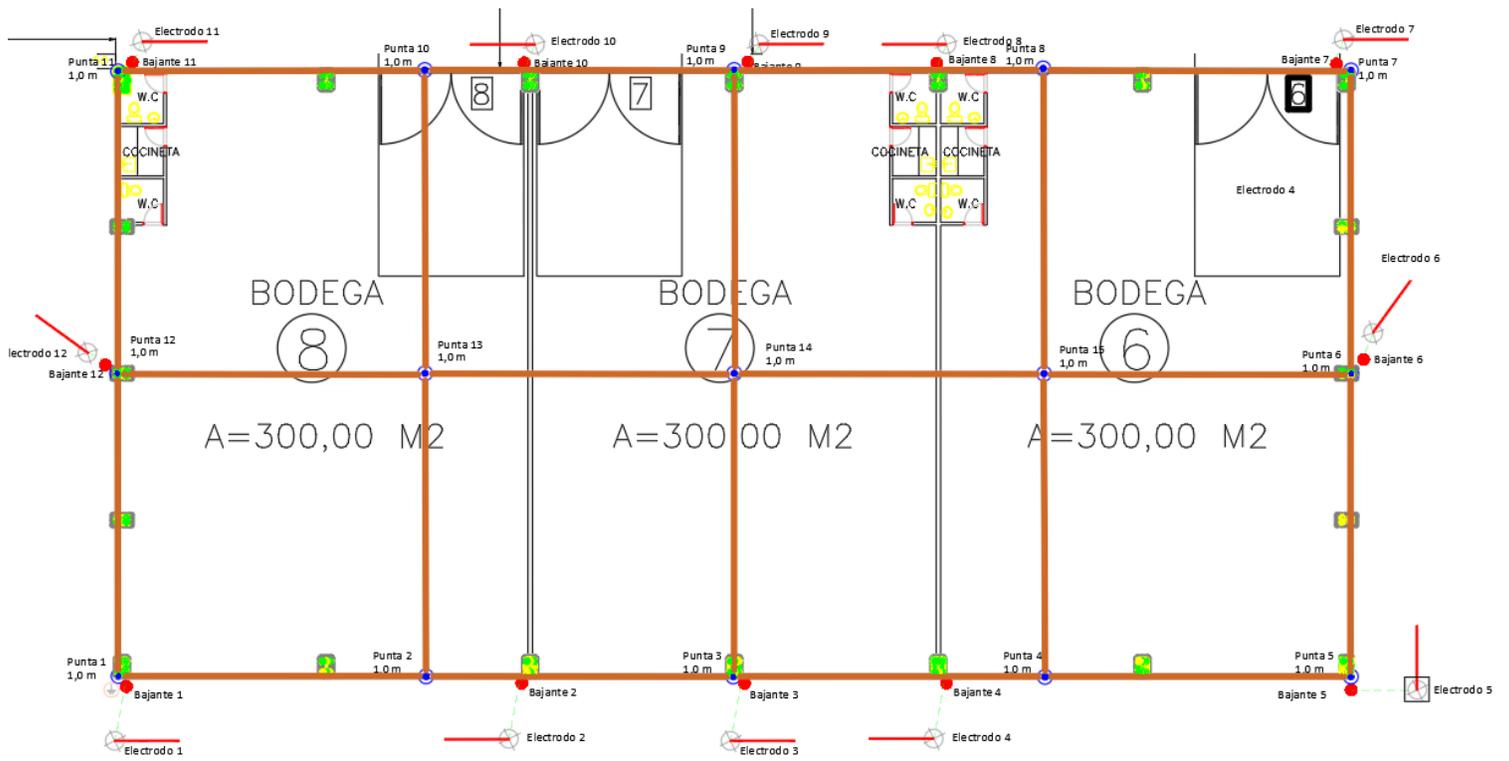
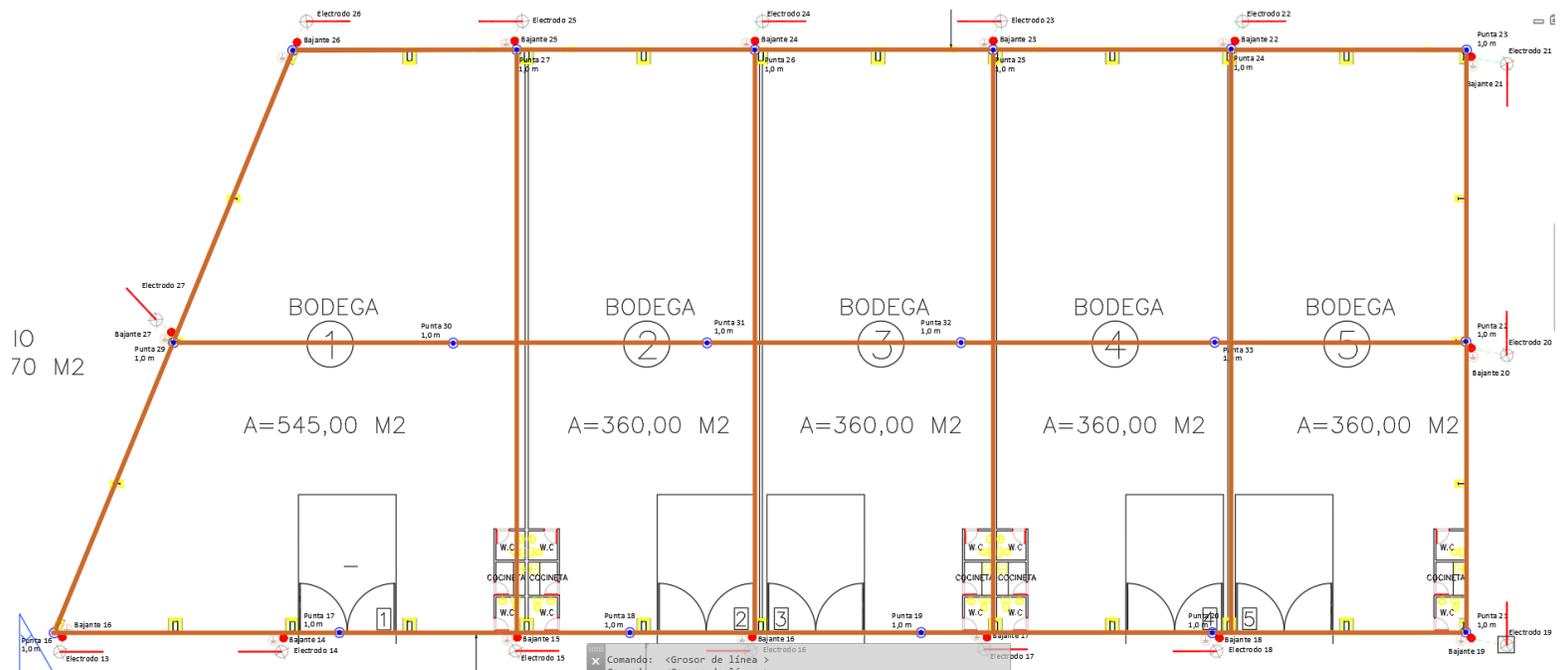


Figura 24. Detalle de la punta de captación.

En la *Figura 24* se muestra el detalle de las puntas las cuales se ubican sobre bases escualizables para garantizar que la punta quede de forma perpendicular al plano del techo.

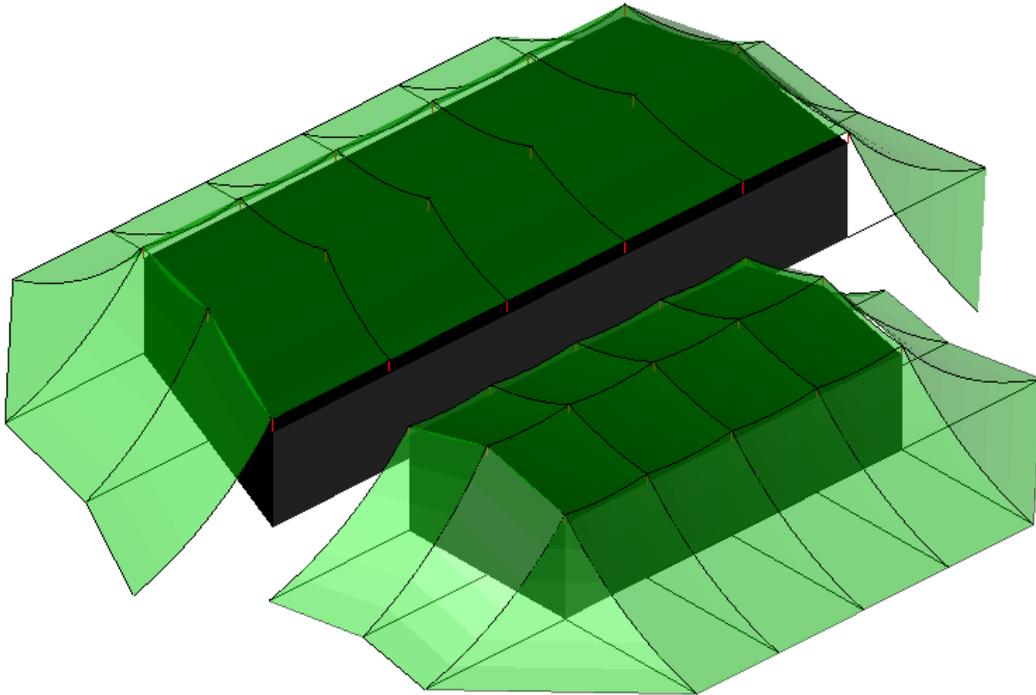


*Figura 25. Diseño del apantallamiento para las bodegas 6-8.*



*Figura 26. Diseño del apantallamiento para las bodegas 1-5.*

En la *Figura 25* y en la *Figura 26* se muestra el diseño en dos dimensiones del apantallamiento, donde se encuentran las puntas captadoras, la ubicación de los bajantes, los electrodos de puesta a tierra y el anillo superior para equipotencializar todo el sistema.



*Figura 27. Diseño del apantallamiento en 3D.*

En la *Figura 27* se muestra el diseño del apantallamiento en tres dimensiones, donde se observa la ubicación de las puntas captadoras y en color verde, unas mallas que son dibujadas de acuerdo al método de la esfera rodante y que garantiza que, en ningún punto, la esfera toca la estructura. De esta forma el diseño cumple con lo establecido por la norma.

## **2.2.Sistema de conductores bajantes**

Para este caso se utilizan las columnas metálicas de la estructura como bajantes naturales que luego son aterrizados.

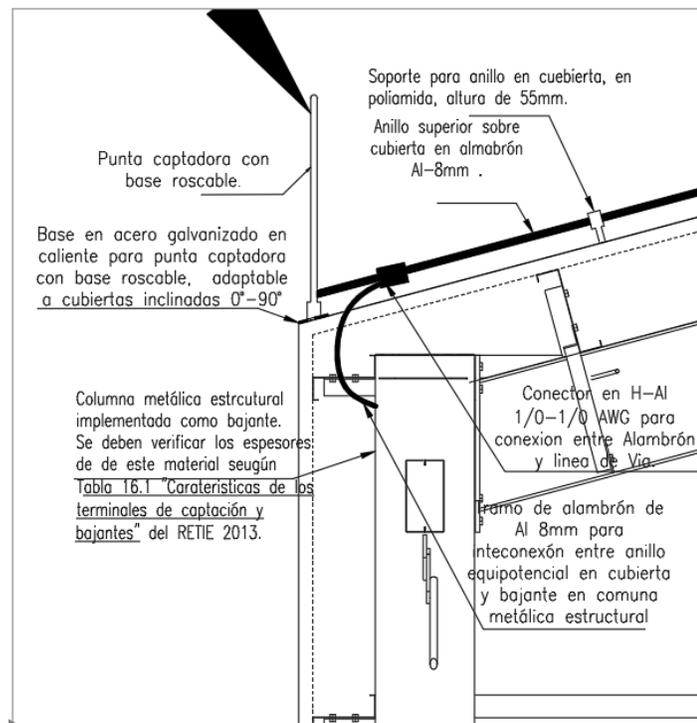


Figura 28. Conexi3n entre el anillo y el bajante.

En la Figura 28 se muestra la conexi3n entre la columna metálica de la estructura de las bodegas con el anillo superior en alambroń que equipotencializa el sistema de apantallamiento.

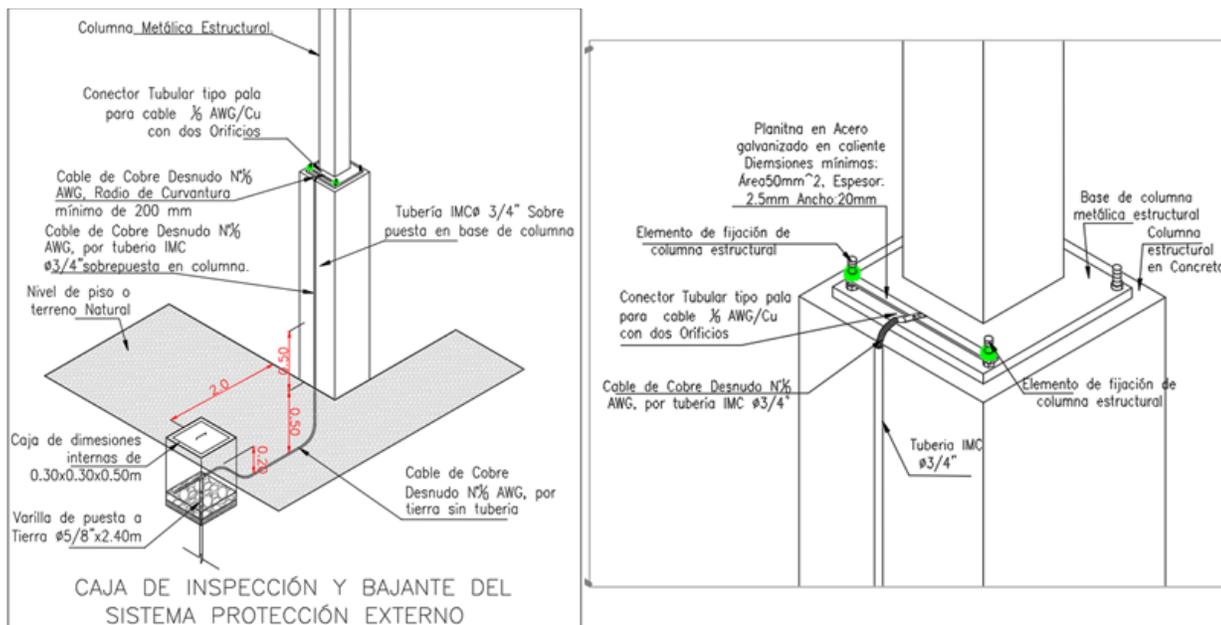


Figura 29. Conexi3n entre el bajante y la puesta a tierra.



## VII. CONCLUSIONES

Al culminar la práctica profesional se logró realizar los diseños de las redes externas de las bodegas del lote 5 del parque industrial Forte, implementando las normas técnicas del operador de red, EPM y la construcción de las mismas.

Es importante destacar que como ingenieros electricistas se debe estar en constante capacitación y formación acerca de las normas técnicas que rigen las instalaciones eléctricas, para poder diseñar y construir instalaciones eléctricas seguras y fiables.

Se pudo evidenciar que, a la hora de realizar proyectos de instalaciones eléctricas, es de suma importancia conocer los procedimientos y requisitos necesarios para gestionar la aprobación de los mismos.

Finalmente, a la hora de diseñar cualquier proyecto de instalaciones eléctricas, es necesario visualizar como se debe ejecutar la construcción de dicho proyecto para anticipar cualquier imprevisto y darle solución de manera oportuna.

---

## REFERENCIAS

- [1] Ministerio de Minas y Energía. “*Reglamento Técnico de Instalaciones Electricas – RETIE*”, Colombia, Ago. 08, 2013. Accedido en Jul. 10, 2021. [En Línea]. Disponible en: <https://www.minenergia.gov.co/retie>
- [2] Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación [ICONTEC]. “*Código eléctrico colombiano NTC2050*”. Colombia, Mar. Nov. 25, 1998. Accedido en Jul. 10, 2021. [En línea]. Disponible en: [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)
- [3] Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación [ICONTEC]. “*Protección contra descargas eléctricas atmosféricas (Rayos), Parte 1: Principios generales. Norma Técnica Colombiana NTC 4552-1*”. Colombia, Nov. 26, 2008. Accedido en Jul. 10, 2021. [En línea]. Disponible en: <https://www.icontec.org/rules/proteccion-contradescargas-electricas-atmosfericas-rayos-parte-1-principios-generales/>