



**Diseño de las instalaciones eléctricas del parque mirador del municipio de Aguazul  
departamento de Casanare.**

**Laurentino Celis Márquez**

**Universidad Antonio Nariño**

Facultad de Ingeniería Mecánica, Electrónica y Biomédica.

Ingeniería Electromecánica

Bucaramanga

2022

**Diseño de las instalaciones eléctricas del parque mirador del municipio de Aguazul  
departamento de Casanare.**

**Laurentino Celis Márquez**

**Proyecto de Grado presentado como requisito para optar al título de Ingeniero  
Electromecánico**

**Directora**

**Martha Indira Cassaleth Garrido**

**Ingeniera Electrónica**

**Universidad Antonio Nariño**

Facultad de Ingeniería Mecánica, Electrónica y Biomédica.

Ingeniería Electromecánica

Bucaramanga

2022

## **Dedicatoria**

Dedico este triunfo a Dios por permitir ver este sueño realidad, a mi Padre Alfonso que desde el cielo me inyecta toda la fortaleza necesaria para no decaer en los momentos difíciles a mi Madre

Leonilde por todo su amor.

Dedico especialmente a Julieth, Paula y Santiago mis queridos hijos por todo su apoyo y amor

para lograr mi más grande logro.

A mi gran amigo y socio German, por su apoyo y gran amistad.

A mis hermanos cuñados y sobrinos por siempre creer en mí.

A los profesores y amigos de la universidad gracias por toda la colaboración prestada.

**Laurentino Celis Márquez.**

## **Agradecimientos**

En primer lugar, realizar una mención especial a DIOS nuestro señor, que me ha dado la vida y sabiduría para realizar este proyecto.

Expreso mis más sinceros agradecimientos a las siguientes personas y entidades que me brindaron su apoyo incondicional para el desarrollo de este proyecto.

A mis padres por el apoyo y orientación durante todos estos años de formación profesional.

A la facultad de ingeniería electromecánica, en cabeza de la Ingeniera Indira Cassaleth, por su apoyo humano y profesional durante todo el proceso y elaboración del proyecto y a los demás profesores por todo su conocimiento transmitido, ingenieros Juan Manuel Murcia, Jairo Gómez Tapias, Carlos Cárdenas, Carlos Días, Elkin Ulloa, Favio Solano, Camilo Sandoval, Jorge Prada, Juan de Dios Angarita, Eduardo Sanmiguel y Yesid Maldonado.

A la empresa SETROC SAS, por permitirme la oportunidad de la realización de este diseño.

**Laurentino Celis Márquez**

## Contenido

	<b>Pág.</b>
Introducción .....	13
1. Generalidades.....	14
1.1 Ubicación .....	14
1.2 Parque mirador municipio de Aguazul .....	15
2. Generalidades del proyecto.....	18
2.1 Planteamiento del problema.....	18
2.2 Justificación.....	19
2.3 Objetivos del proyecto .....	20
2.3.1 Objetivo general .....	20
2.3.2 Objetivos Específicos .....	20
2.4 Alcance.....	20
2.5 Metodología .....	21
3. Etapa I. Marco conceptual .....	23
3.1 Lista de símbolos y abreviaturas. ....	23
3.2 Definiciones .....	24
3.3 Normatividad.....	30
3.3.1 Reglamento técnico de instalaciones eléctricas RETIE. Resolución No. 90708 de agosto 30 de 2013. Del Ministerio de Minas y Energía. ....	30

3.3.2 Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público – RETILAP. Resolución No. 180540 de marzo 30 de 2010 Expedido por el Ministerio de Minas y Energía. ....	30
3.3.3 NTC 2050. Código eléctrico colombiano. Segunda actualización. Abril 2020. ....	31
3.3.4 Norma de Construcción de Redes de Media y Baja Tensión MA-MDE-PSE-01 Versión: 1. ENERCA SA ESP. Junio de 2017.....	31
3.4 Niveles de tensión normalizados.....	32
3.5 Coordinación de protecciones .....	33
3.6 Coordinación de aislamiento.....	34
3.7 Cálculo de Corrientes de Cortocircuito (ICC). ....	34
3.8 Cálculo de corrientes en media tensión.....	35
3.9 Cálculos de regulación y selección de conductores en media tensión .....	36
3.10 Cálculos de regulación y selección de conductores en baja tensión. ....	38
3.11 Sistema de puesta a tierra. ....	40
3.11.1 Tensiones de paso y de contacto permisibles. ....	42
3.11.2 Tensión de contacto.....	43
3.11.3 Diseño de una malla a tierra. ....	43
3.11.4 Método de Laurent y Niemann.....	44
3.11.5 Conductores de puesta a tierra del neutro de subestaciones y de acometidas en baja tensión.....	45
3.11.6 Conductores de continuidad puesta a tierra en ductos y canalizaciones de baja tensión.....	45
4. Etapa II. Descripción del proyecto eléctrico y memorias de cálculo.....	47
4.1 Descripción del proyecto eléctrico. ....	47

4.1.1 Acometida general en media tensión.....	47
4.1.2 Niveles de tensión del proyecto.....	48
4.1.3 Subestaciones de distribución.....	49
4.1.4 Medida de energía .....	51
4.1.5 Acometidas parciales en baja tensión.....	52
4.1.6 Instalaciones internas.....	52
4.1.7 iluminación.....	52
4.1.8 Sistema de emergencia.....	53
4.2 Memorias de cálculo.....	53
4.3 Estudios especializados.....	59
4.3.1 Estudio de cortocircuito.....	59
5. Etapa III. elaboración de especificaciones técnicas y planos eléctricos y presupuesto de obra. .....	61
5.1 Especificaciones técnicas.....	61
5.2 Presupuesto de obra.....	61
5.3 Planos eléctricos.....	63
6. Conclusiones.....	64
Referencias bibliográficas.....	66

## Lista de Figuras

	<b>Pág.</b>
Figura 1. Mapa Localización General.....	14
Figura 2. Localización Parque mirador municipio de Aguazul. ....	16
Figura 3. Parque mirador municipio de Aguazul.....	16
Figura 4. Etapas para el desarrollo del proyecto.....	22
Figura 5 Fusibles transformadores trifásicos 13,2 kV .....	33
Figura 6. Niveles de aislamiento.....	34
Figura 7. Impedancias de puesta a tierra.....	40
Figura 8. Sistemas con puesta a tierra dedicadas e interconectadas. ....	41
Figura 9. Sistemas con puesta a tierra mal ejecutados.....	41
Figura 10. Conductor del Electrodo de puesta a tierra para sistema de c.a. ....	45
Figura 11. Conductor de continuidad de puesta a tierra en ductos y equipos.....	45
Figura 12. Localización de acometidas generales de media tensión. ....	47
Figura 13. Localización subestaciones en Parque Mirador. ....	49
Figura 14. Localización subestaciones en bombeo impulsión.....	50
Figura 15. Memorias de cálculo. Resumen de cargas.....	54
Figura 16. Memorias de cálculo. Proyección de demanda y acometidas. ....	55
Figura 17. Memorias de cálculo. Regulación general.....	56
Figura 18. Memorias de cálculo. Subestaciones de distribución. ....	57
Figura 19. Memorias de cálculo. Cálculo de malla de puesta a tierra. ....	58
Figura 20. Resumen de cortocircuito .....	60
Figura 21. Resumen presupuesto de obra .....	62

## Lista de Tablas

	<b>Pág.</b>
Tabla 1. Prefijos SI .....	23
Tabla 2. Símbolos .....	23
Tabla 3. Abreviaturas.....	24
Tabla 4. Constantes para cables de media tensión.....	37
Tabla 5. Porcentajes de regulación en baja tensión .....	38
Tabla 6. Constantes para cables de baja tensión.....	39
Tabla 7. Descripción de corrientes de cortocircuito .....	72
Tabla 8. Descripción de planos.....	63

## **Lista de Apéndices**

Apéndice A. Carta autorización diseño eléctrico PARQUE MIRADOR MUNICIPIO

AGUAZUL

Apéndice B. Disponibilidad electrica Enerca SA Esp.

Apéndice C. Memorias de calculo.

Apéndice D. Estudios especializados.

Apéndice E. Especificaciones técnicas.

Apéndice F. Presupuesto de obra.

Apéndice G. Planos eléctricos.

## Resumen

**Título:** Diseño de las instalaciones eléctricas del parque mirador del municipio de Aguazul departamento de Casanare.\*

**Autor:** Celis Márquez, Laurentino\*\*.

**Palabras Claves:** diseño eléctrico, normatividad vigente, operación, seguridad, vida útil.

### **Descripción:**

La gobernación del departamento de Casanare en asocio con la alcaldía del municipio de Aguazul y la Sociedad Colombiana de Arquitectos, en su programa de desarrollo turístico de esta región del país y teniendo en cuenta los bellos paisajes y riquezas de esta tierra han presentado la construcción del PARQUE MIRADOR DEL MUNICIPIO DE AGUAZUL, localizado en el cerro de la cruz, el cual está conformado por dos estaciones, el mirador 180 estación Parapente y el mirador 360 cerro de la Cruz.

Teniendo en cuenta que un componente importante en el proyecto es el sistema eléctrico, contrataron a la empresa SERVICIOS ELECTRICOS Y TELECOMUNICACIONES ROC SAS (SETROC SAS) el desarrollo del diseño de las instalaciones eléctricas aplicando la normatividad vigente como es el RETIE, RETILAP, normas ENERCA SA ESP y las demás aplicables al proyecto buscando un balance técnico económico que permita la viabilidad de la construcción del proyecto y que garanticen la seguridad, operación confiable, ahorro de energía y bajos costos de mantenimiento.

---

\* Trabajo de Grado

\*\*Facultad de Ingeniería Electromecánica. Directora Martha Indira Cassaleth

## Abstract

**Title:** Design of the electrical installations of the mirador park of the municipality of Aguazul, department of Casanare\*

**Author:** Celis Márquez, Laurentino.

**Keywords:** Electrical design, current regulations, operation, safety, useful life.

**Description:**

The government of the department of Casanare, in association with the mayor's office of the municipality of Aguazul and the Colombian Society of Architects, in its tourism development program for this region of the country and taking into account the beautiful landscapes and riches of this land, have presented the construction of the PARK VIEWPOINT OF THE MUNICIPALITY OF AGUAZUL, located on the hill of the cross, which is made up of two stations, the viewpoint 180 paragliding station and the viewpoint 360 hill of the Cross.

Taking into account that an important component in the project is the electrical system, they contracted the company SERVICIOS ELECTRICOS Y TELECOMUNICACIONES ROC SAS (SETROC SAS) to develop the design of the electrical installations applying the current regulations such as the RETIE, RETILAP, ENERCA SA ESP standards. and the others applicable to the project seeking a technical-economic balance that allows the viability of the construction of the project and that guarantees safety, reliable operation, energy savings and low maintenance costs.

---

\*Degree Work

\*\* Faculty of Electromechanical Engineering. Director Martha Indira Cassaleth

## Introducción

En este proyecto se realizará el diseño de las instalaciones eléctricas del Parque Mirador del municipio de Aguazul, ubicado en el cerro de la Cruz del municipio de Aguazul, cumpliendo con todas las normatividades vigentes y tratando de mitigar el grado de accidentes al personal que visite el parque, para lo que se deben tener en cuenta todas las normas de seguridad y de protección de la integridad humana.

El estudio del sistema eléctrico del parque, el cual está conformado por varias áreas nos permite calcular, proyectar y diagramar un trabajo, con el objetivo de poner en funcionamiento una serie de elementos que ponen a trabajar uno o varios equipos ya sea estos motores, equipos de bombeo, sistemas de iluminación que pueden trabajar en función automática o manual de acuerdo a la necesidad.

El documento se compone inicialmente de las generalidades del proyecto, el planteamiento del problema, los objetivos, el marco conceptual en el cual se habla sobre la metodología del desarrollo del proyecto, revisando y calculando la mejor opción en cuanto a la elección de los conductores, protecciones, canalizaciones, transformador y grupo generador de energía de emergencia, los cuales van a alimentar el proyecto.

Posteriormente se llevará a cabo, para el diseño estipulado, los presupuestos, análisis de precios unitarios y especificaciones técnicas.

Por último, se debe hacer entrega del documento completo y terminado del diseño de las instalaciones eléctricas del PARQUE MIRADOR DEL MUNICIPIO DE AGUAZUL.

## 1. Generalidades

### 1.1 Ubicación

AGUAZUL es un municipio del departamento de Casanare y se localiza a 27 km de Yopal. Es destacado por su gran producción arrocera y en el también se encuentra el campo petrolero de Cupiagua. La población es de 43,183 habitantes. Es el segundo municipio con mayor población en el departamento del Casanare, después de su capital Yopal. Los límites son: al sur con Tauramena y Maní (Casanare), con los municipios de Pajarito (Boyacá) y Recetor (Casanare) al norte, con Yopal capital del departamento al oriente y con Tauramena y Recetor (Casanare) al occidente como se muestra en la figura 1 indicada a continuación

#### Figura 1.

##### *Mapa Localización General*



Fuente: Wikipedia.

Aguazul se localiza en las montañas de la Cordillera Oriental, en la franja de transición con las sábanas y el llamado piedemonte llanero. Las tres fuentes hídricas principales son el río

Cusiana, el río Únete y el río Charte. Cuenta con tres tipos de paisaje como es la montaña, la sabana y el piedemonte.

EL turismo se ha ido aumentando pausadamente alcanzando así a ser un modo de economía de diversos aguazuleños. Los sitios exóticos, los animales nativos y la seguridad son parte de una campaña realizada por los aguazuleños para incentivar el turismo. Varios de los sitios mas importantes para visitar son “El Cerro de la Cruz”, "Balneario Valle Verde", "Los Guadales", "El Centro Recreacional y Hotel Campestre Lago Center", "Los Arucos" y "centro de recreación y de vistas el mirador del valle", que brindan servicios de hospedaje y acceso a paisajes autóctonos de la región para la distracción de los visitantes.

La información suministrada fue sacada de la fuente (Aguazul, 2022)

## **1.2 Parque mirador municipio de Aguazul**

Aguazul se destaca por su importante producción arroceras y su explotación petrolera. Desde 1992 ha sido reconocido como un territorio petrolero, esto lo llevó a ser el municipio con mayores regalías en todo el país de las cuales y lo benefició para realizar sus desarrollos urbanos incluso en sus veredas.

En la actualidad es innegable que un mundo sin petróleo se acerca, no solo por su futura escasez sino también por la decadencia de su costo por barril y el daño que éste genera al medio ambiente y a la humanidad.

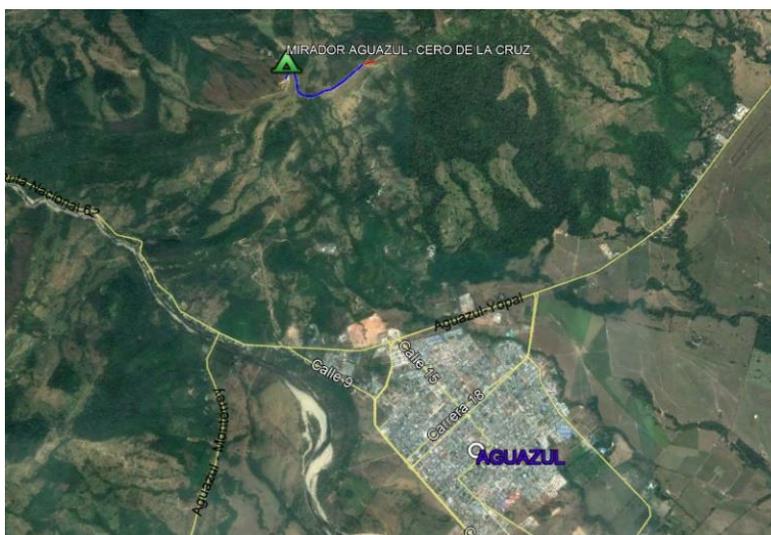
Por lo tanto, se proyecta el turismo para generar crecimiento económico y a su vez potencializar la región a través de su riqueza natural y de paisaje por medio de la contemplación y la recreación pasiva. Ampliando el sector turístico del municipio de Aguazul a través del

fortalecimiento del mirador cerro de la cruz, dotándolo de espacios complementarios para la recreación y goce tanto de los propios como de visitantes con el fin que sobresalga como un referente turístico tanto para el departamento de Casanare como a nivel nacional y darle una jerarquía económica al turismo.

El mirador de Aguazul se ubicará al noroccidente en el actual mirador cerro de la cruz como se puede apreciar en la figura 2 presentada a continuación.

### **Figura 2.**

*Localización Parque mirador municipio de Aguazul.*



Fuente: google Earth.

De este modo, en la siguiente figura No. 3 se puede observar una vista panorámica que recrea el proyecto Parque Mirador municipio de Aguazul.

### **Figura 3.**

*Parque mirador municipio de Aguazul.*



## **2. Generalidades del proyecto**

### **2.1 Planteamiento del problema**

En la actualidad en algunos proyectos se están presentando sobrecostos en la construcción de los sistemas eléctricos y altos riesgos de accidentes, debido a un diseño deficiente y mal elaborado, ya sea por la falta de planeación o por no tener en cuenta la aplicación de la normativa eléctrica vigente, constituyen una de las fuentes más recurrentes de inconvenientes en la operación de los sistemas eléctricos. En muchas ocasiones estos inconvenientes se ven traducidos en accidentes humanos y/o pérdidas económicas y materiales en el área. Es así como esta realidad genera una gran preocupación para las empresas de energía eléctrica, de igual manera, genera un impacto en los usuarios finales del servicio y de igual manera constituye un amplio campo de estudio de los sistemas eléctricos, involucrando un profundo conocimiento de las normas y leyes vigentes que rigen el diseño de instalaciones eléctricas.

En general las pérdidas económicas y detrimento de las condiciones de seguridad que pueden tener lugar en la operación de una instalación eléctrica, son producto de un mal diseño y del erróneo dimensionamiento de las mismas. De modo que un conductor mal calculado se calentara generando un mayor consumo de energía y una mayor caída de tensión en la red, ocasionando que los equipos conectados no trabajen a sus niveles de tensión especificadas, disminuyéndose así su vida útil. De manera similar una protección mal seleccionada ocasionara eventuales daños irreparables en los equipos conectados al tiempo que generara graves afectaciones a la seguridad del personal.

## 2.2 Justificación

El presente trabajo realiza un diseño eléctrico para el parque mirador del municipio de Aguazul, y así mismo identifica los criterios indispensables establecidos por las normas técnicas RETIE, RETILAP, ENERCA, entre otras para el diseño óptimo y económicamente aceptable para su posterior ejecución.

Mediante el diseño, la empresa SETROC S.A.S., puede conocer los diferentes voltajes, amperajes, cargas, diagramas unifilares y demás insumos requeridos para la etapa constructiva. De esta manera se evitaría incurrir en sobrecostos.

Por otra parte, el desconocimiento de los requisitos básicos y elementales del diseño eléctrico puede generar que la organización pierda credibilidad en el gremio y constructivamente pérdidas económicas y humanas.

Contar con diseño y memorias de cálculo según lo establecido en el RETIE.

Tener planos y diagramas unifilares de potencia y control de todas las instalaciones.

Contar con especificaciones técnicas, planos, diagramas y detalles para la adquisición de materiales y equipos en la etapa de construcción.

## **2.3 Objetivos del proyecto**

### ***2.3.1 Objetivo general***

Diseñar para la empresa SETROC SAS las instalaciones eléctricas del PARQUE MIRADOR DEL MUNICIPIO DE AGUAZUL, ubicado en el cerro de la Cruz del municipio de Aguazul del departamento del Casanare.

### ***2.3.2 Objetivos Específicos***

Establecer los requerimientos generales para determinar la factibilidad de energía y el nivel de tensión del PARQUE MIRADOR DEL MUNICIPIO DE AGUAZUL.

Realizar el diseño correspondiente al cálculo de las redes eléctricas, instalaciones eléctricas internas, sistemas de iluminación del PARQUE MIRADOR DEL MUNICIPIO DE AGUAZUL.

Consolidar la información relacionada con planos eléctricos, diagramas unifilares eléctricos, memorias de cálculo, especificaciones técnicas y cantidades de obra del PARQUE MIRADOR DEL MUNICIPIO DE AGUAZUL.

## **2.4 Alcance**

El diseño contempla el levantamiento de información existente, elaboración de memorias de cálculo aplicando normatividad vigente, Elaboración de planos y diagramas, elaboración de especificaciones técnicas y elaboración de presupuestos de la acometida general en media tensión, redes de distribución de media tensión, subestaciones de distribución, redes eléctricas de baja

tensión, alumbrado exterior e instalaciones eléctricas internas para el proyecto PARQUE MIRADOR DEL MUNICIPIO DE AGUAZUL DEPARTAMENTO DE CASANARE que esta conformado de manera general como se indica a continuación:

#### MIRADOR 180. ESTACION PARAPENTE

Portería de acceso.

Zona de parqueo.

Subestación eléctrica.

Stands comerciales

#### MIRADOR 360. CERRO DE LA CRUZ.

Plazoleta.

Mirador 360.

Stands comerciales

Subestación eléctrica.

#### BOMBEO IMPULSION ACUEDUCTO PARQUE MIRADOR DE AGUAZUL

Estación No. 1. Impulsión en Ptap existente.

Estación No. 2. Tanque no. 1.

Estación No. 3. Tanque no. 2.

## **2.5 Metodología**

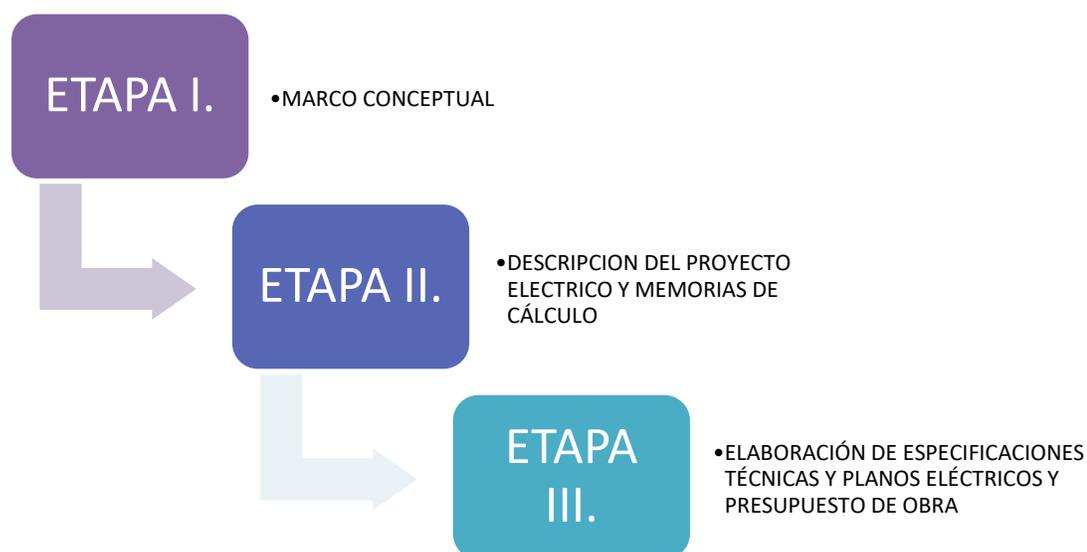
En el desarrollo del diseño se utilizará la metodología establecida en el numeral 10.1 “Diseño de las instalaciones eléctricas” del RETIE 2013 y según las características y

complejidad del proyecto, se realizará un diseño detallado contemplando los ítems que aplican de la lista del numeral 10.1.1. “Diseño detallado”.. [\[1\]](#) pág. 49 Art 10.1]

De acuerdo a lo anterior para lograr el alcance de los objetivos, se ha dividido en tres etapas indicadas en la figura 4 que se presenta a continuación:

**Figura 4.**

*Etapas para el desarrollo del proyecto*



### 3. Etapa I. Marco conceptual

En esta etapa se realiza la consulta bibliográfica y la recopilación de información relacionada con el diseño de instalaciones eléctricas, para esta búsqueda se utilizaron libros y documentos en medio físico y digital (vía internet).

#### 3.1 Lista de símbolos y abreviaturas.

**Tabla 1.**

*Prefijos SI*

<b>Abreviatura</b>	<b>Término</b>
<b>k</b>	Kilo
<b>M</b>	Mega
<b>G</b>	Giga
<b>T</b>	Tera

**Tabla 2.**

*Símbolos*

<b>Símbolo</b>	<b>Magnitud</b>	<b>Unidad Si</b>
<i>V</i>	Tensión	Voltio
<i>A</i>	Corriente	Amperio
<i>P</i>	Potencia	Watt
<i>H</i>	Tiempo	Hora
<i>Min</i>	Tiempo	Minuto
<i>S</i>	Tiempo	Segundo

**Tabla 3.***Abreviaturas*

<b>Abreviatura</b>	<b>Término</b>
SI	Sistema Internacional
CD	Comparación direccional
CREG	Comisión de Regulación de Energía y Gas
CSE	Controlador de Subestación
IEC	International Electrotechnical Commission (Comité internacional de electrotécnica).
IEEE	Institute of Electrical and Electronic Engineers (Instituto de Ingenieros Electricistas y Electrónicos)
LAN	Local Area Network (Red de área local)
MCB	Mini Circuit Breaker (Mini interruptor)
NTC	Norma técnica Colombiana
ODF	Optical Distribution Frame (Distribuidor de fibra óptica)
O.R.	Operador de Red
PLC	Power Line Carrier (Onda de línea portadora)
PP	Protección Principal
PR	Protección de respaldo
RTU	Remote Terminal Unit
SDL	Sistema de distribución local
SF6	Hexafluoruro de azufre
SEP	Sistema Eléctrico de Potencia
STN	Sistema de Transmisión Nacional
STR	Sistema de Transmisión Regional
TC	Transformador de Corriente
TP	Transformador de Tensión

**3.2 Definiciones**

Las normas aplicadas en el desarrollo del proyecto cuentan con un listado de definiciones, entre las cuales se mencionan:

**Accesible (como se aplica a los equipos).** Dispositivo que permite un acercamiento cercano; no protegido por puertas con cerraduras, altura u otros medios efectivos.

**Acometida:** Ramificación de la red local del servicio público domiciliario de energía eléctrica, que llega hasta el registro de corte del inmueble.

**Alimentador:** Todos los conductores de un circuito entre el equipo de acometida, la fuente de un sistema derivado independiente u otra fuente de suministro de energía eléctrica y el dispositivo de protección contra sobre- corriente del circuito ramal final.

**Alta tensión.** Nivel de tensión comprendido mayor a 57.5 kV y menor a 230 kV.

**Armario o gabinete.** Encerramiento diseñado para montaje superficial o empotrado y consta de un marco o contramarco, del cual se sostiene(n) o puede(n) sostener una(s) puerta(s) de bisagra.

**Baja tensión.** Nivel de tensión menor o igual a 1000 V.

**Burden.** Máxima carga que se puede conectar a los transformadores de corriente, los transformadores de tensión, y los divisores de tensión capacitivos, sin que se supere el error dado por la clase de precisión del equipo.

**Calidad.** Conjunto de características que describen la aptitud de un ente para satisfacer las necesidades evidentes y sobrentendidas. Es un grupo de condiciones o propiedades, como la disponibilidad, el costo, la seguridad, la perpetuación, la prolongación, el respaldo y conocimiento.

**Calibración.** Grupo de operaciones que tienen por objetivo establecer los errores y, de ser obligatorio, otras características metrológicas de un equipo para medir.

**Capacidad de corriente:** Ampacidad máxima que puede trasladar continuamente un conductor en situaciones de uso, sin superar su temperatura nominal de servicio.

**Capacidad instalada.** Capacidad nominal del componente limitante de un sistema.

**Capacidad nominal.** Grupo de propiedades eléctricas y mecánicas establecidas a un dispositivo eléctrico por el proyectista, para definir su funcionamiento continuado bajo unas circunstancias determinadas.

**Carga instalada.** Suma de las cargas de diseño de los equipos instalados en los predios de los suscriptores, susceptibles a ser conectados al sistema o a la parte del sistema que se considera.

**Certificación.** Forma mediante el cual una corporación acreditada emite por escrito o por un documento de conformidad, que un producto, un proceso, un servicio o una persona cumple una(s) norma(s) de fabricación o de idoneidad.

**Circuito alimentador.** Línea eléctrica que lleva potencia eléctrica de una central generadora o subestación a un centro de consumo.

**Clase de precisión.** Características metrológicas del grupo de instrumentos y transformadores de medición que satisfacen requisitos metrológicos destinados a mantener los errores y variaciones permitidas, dentro de los límites especificados.

**Conductor energizado.** Todo conductor que no está conectado a tierra y que tiene una diferencia de potencial con respecto a ésta.  
conductor.

**Contador de energía.** Aparato que registra el consumo de energía eléctrica.

**Contador de conexión indirecta.** Contador de energía que se conecta a la red a través de transformadores de corriente y de tensión.

**Cortocircuito:** Situación eléctrica producida por una unión accidental deliberada de muy baja resistencia entre dos o más sitios de diferente potencial de un mismo circuito.

**Demanda.** Carga en los terminales de recepción, promediada normalmente durante 15 minutos.

**Demanda promedio.** Valor medio de las demandas tomadas en un periodo determinado.

**Descargador de sobretensiones.** Dispositivo para protección de equipos eléctricos, el cual restringe el nivel de la sobretensión, por medio de la absorción de la mayoría de la energía transitoria, menguando la transmitida a los dispositivos y manifestando la otra parte hacia la red.

**DPS.** Sigla del dispositivo de protección contra sobretensiones transitorias o descargador de sobretensiones.

**Energía activa.** Integral en el tiempo de la potencia activa.

**Energía reactiva.** Es la integral en el tiempo de la potencia reactiva.

**Factor de carga.** Razón de la demanda promedio en un cierto periodo a la demanda máxima durante ese periodo.

**Factor de pérdidas o factor de carga de las pérdidas.** Razón de las pérdidas promedio de potencia a las perdidas máximas de potencia del sistema, en un periodo determinado.

**Factor de utilización.** Razón de la demanda máxima del sistema a la capacidad instalada del mismo.

**Factor de seguridad.** Razón entre el esfuerzo máximo permisible y el esfuerzo de trabajo de un componente.

**Factor de seguridad mínimo de aislamiento.** Razón entre el nivel básico de aislamiento al impulso (BIL) del equipo a proteger y el nivel de protección de los pararrayos.

**Media tensión.** Nivel de tensión comprendido mayor a 1 kV y menor a 57,5 kV.

**Nivel básico de aislamiento al impulso (BIL).** Tensión que soporta el aislamiento de un equipo con probabilidad de flameo del 10 %, ante la aplicación sucesiva de ondas tipo rayo (1,2/50 microsegundos).

**Red de distribución.** Conjunto de conductores que llevan energía desde una subestación a toda el área de consumo.

**Red principal.** Alimentador que sale de una subestación y que alimenta una carga específica importante, o cubre un área determinada.

**Seccionador:** se utilizan para el seccionamiento de circuitos y para aislar componentes para su mantenimiento. Solo puede operar cuando hay una diferencia de tensión insignificante entre sus terminales o para interrupción de corrientes insignificantes.

**Seccionador de operación sin carga:** Estos seccionadores deben ser operados sin carga, por lo que para su accionamiento se requiere que el circuito se encuentre desenergizado, lo que representa un procedimiento no óptimo para brindar una continuidad en el servicio al cliente. No presentan protección ante fallas en la red.

**Seccionador de operación bajo carga:** Presenta una ventaja sobre los seccionadores y es el que permiten abrir con carga (corriente nominal) el ramal o el tramo del circuito a seccionar ya que tienen elementos extintores del área. No permite cerrar bajo falla, ya que dicha corriente ocasionaría su destrucción.

**Sistema de control.** Está constituido por un conjunto de dispositivos, que permiten controlar el comportamiento de un sistema con el fin de lograr un funcionamiento predeterminado, y minimizar la probabilidad de ocurrencia de fallas.

**Sistema de protecciones.** Conjunto de dispositivos que permiten la detección de situaciones anómalas en el sistema eléctrico y que permiten la eliminación de fallas, evitando daños en las instalaciones del Sistema.

**Transformadores.** Son dispositivos que permiten cambiar las características de voltaje y corriente en un sitio del sistema, a fin de ajustar a las necesidades de transmisión y distribución de la energía eléctrica, para disminuir o aumentar los niveles de voltaje.

**Transformador de Corriente-CT.** Son un tipo de transformadores de medida cuya misión es transformar las magnitudes eléctricas primarias (intensidad de línea) a valores proporcionales, pero mucho menores que las primarias, de forma que puedan ser utilizados por los equipos de protección, medida y control.

**Transformador de Tensión- PT.** Son un tipo de transformadores de medida en los cuales la tensión secundaria es proporcional a la tensión primaria, y desfasada con esta un ángulo próximo a cero, de forma que puedan ser utilizados por los equipos de protección, medida y control.

(CODENSA S.A. ESP, 2015) Generalidades 7.1. Acometidas eléctricas Y Medidores

[https://likinormas.micodensa.com/Norma/acometidas\\_medidores/generalidades\\_ae/generalidades\\_7\\_1\\_actualizacion\\_generalidades](https://likinormas.micodensa.com/Norma/acometidas_medidores/generalidades_ae/generalidades_7_1_actualizacion_generalidades)

### 3.3 Normatividad

Las normas básicas usadas en el departamento del Casanare para el diseño de Instalaciones eléctricas son las mencionadas a continuación, aunque se debe tener en cuenta que no son las únicas, ya que estas normas se basan a su vez en otras nacionales e internacionales.

#### ***3.3.1 Reglamento técnico de instalaciones eléctricas RETIE. Resolución No. 90708 de agosto 30 de 2013. Del Ministerio de Minas y Energía.***

El objeto fundamental de este estatuto es establecer las medidas tendientes a garantizar la **seguridad** de las personas, de la vida tanto animal como vegetal y la preservación del medio ambiente; previniendo, minimizando o eliminando los riesgos de origen eléctrico. Sin perjuicio del acatamiento de las reglamentaciones civiles, mecánicas y fabricación de equipos....[\[1\]](#).

“Pág.8 De la Resolución No. 90708 del Ministerio De Minas Y Energía, de 30 de agosto del 2013.”

#### ***3.3.2 Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público – RETILAP. Resolución No. 180540 de marzo 30 de 2010 Expedido por el Ministerio de Minas y Energía.***

Este Estatuto Técnico tiene por objeto esencial instituir los requerimientos y medidas que deben cumplir los sistemas de iluminación y alumbrado público, tendientes a garantizar: los niveles y calidades de la energía lumínica requerida en la actividad visual, la seguridad en el abastecimiento energético, la protección del consumidor y la preservación del medio ambiente; previniendo, minimizando o eliminando los riesgos originados, por la instalación y uso de

sistemas de iluminación.....[2]. “Pág. 9. De la Resolución No. 180540 del Ministerio De Minas Y Energía, de 30 de marzo del 2010.”

### ***3.3.3 NTC 2050. Código eléctrico colombiano. Segunda actualización. Abril 2020.***

El propósito de este Código es la salvaguardia práctica de las personas y de la propiedad contra los riesgos que se derivan del uso de la electricidad. Este Código no tiene la intención de ser una especificación de diseño o la de servir como manual de instrucciones para personal no calificado. [3]. Pág. 17.

### ***3.3.4 Norma de Construcción de Redes de Media y Baja Tensión MA-MDE-PSE-01 Versión: 1. ENERCA SA ESP. Junio de 2017.***

La normatividad incluida en este documento es aplicable a todas las instalaciones eléctricas en los niveles 1, 2 y 3, aéreas y subterráneas en las redes pertenecientes a la Empresa de Energía del Casanare S.A. E.S.P, quien para el resto del documento se denomina ENERCA S.A. E.S.P o también se denominará con el termino EMPRESA, y la misma debe ser cumplida por todas las firmas y personas competentes de Ingenieros Electricistas, Electromecánicos, Técnicos Electricistas o afines, con régimen Natural o Jurídico, incluyendo su personal autorizado legalmente para intervenir sistemas eléctricos, acorde con su licencia o matricula profesional debidamente avalada por el ente legal.

Igualmente, esta normatividad debe ser cumplida por todo el personal de planta o contratista de ENERCA S.A. E.S.P. ante cualquier maniobra sobre el sistema de Subtransmisión, Distribución y Medición perteneciente al operador de red de Energía ENERCA S.A. E.S.P.

Las normas aquí presentadas se establecen con la finalidad de dar cumplimiento a las leyes 142 y 143 de 1994 y la resolución CREG 070 de 1998 y sus resoluciones o reglamentos que la modifiquen, adicionen y/o sustituyan, para establecer las condiciones a tener en cuenta acorde con el Reglamento de Distribución de Energía Eléctrica, y poder garantizar una operación segura, confiable y económica de los sistemas de distribución de energía en ENERCA S.A. E.S.P. conforme a los ambientes y entornos prevalecientes en la zona de influencia del departamento del Casanare y las zonas por fuera del departamento.

En todo caso esta norma constituye una guía constructiva que no exonera a diseñadores y constructores, del cumplimiento de la normatividad vigente en Colombia e internacional aplicable, o de los cálculos específicos requeridos para cada proyecto, donde se establecen los lineamientos y disposiciones técnicas mínimas exigidas para la construcción de redes de Subtransmisión y Distribución de la energía eléctrica en la República de Colombia. [4]. Pág. 13.

### **3.4 Niveles de tensión normalizados.**

Los niveles de tensión en los circuitos de media tensión son 34.5 kV y 13.2 kV (nivel 3 y 2 respectivamente).

Los niveles utilizados en baja tensión son 440-254 volts, 240-120 volts, 220-127 volts, 214-123 volts, y 208-120 volts.

Circuitos o tendidos aéreos trifásicos tetrafilares compuestos por cable entorchado o trenzado en redes urbanas. Los tendidos de línea abierta solo podrán ser autorizados en redes rurales previa consulta con el Departamento de planeamiento de ENERCA S.A. E.S.P. [4]. Pág. 39.

### 3.5 Coordinación de protecciones

Los cálculos para la coordinación de protecciones se deben efectuar según lo indicado en la NTC 2797, teniendo en cuenta que la corriente de cortocircuito ( $I_{cc}$ ) será suministrada por ENERCA para el punto de conexión en la respuesta a la solicitud de disponibilidad del servicio.

Todas las líneas de distribución deberán tener protecciones contra sobre voltaje y contra sobre corriente (DPS y Fusibles), coordinados técnicamente conforme a la norma enunciada en el párrafo anterior.

Los transformadores de 13,2 kV serán protegidos por fusibles tipo K (fusión rápida). Los cortacircuitos deberán ser para 15 kV y capacidad permanente de 100 Amperios. En algunos casos podrá ser mayor si es requerido. Los fusibles de respaldo en alimentadores y ramales tendrán fusibles tipo T (fusión lenta).

Las capacidades de los fusibles para transformadores trifásicos en 13,2 kV serán como se muestran en la figura 5 indicada a continuación:

#### Figura 5

*Fusibles transformadores trifásicos 13,2 kV*

FUSIBLE TIPO K	
kVA (3Φ)	A
15	1
30	2
45	3
50	3
75	5
100	6
112.5	7
150	10
225	12
250	15
300	20
315	20
400	25
500	30

### 3.6 Coordinación de aislamiento.

Los niveles de aislamiento, deben ser tomados como referencia para los cálculos de diseño de los componentes del sistema de distribución en redes de ENERCA como se muestran en la figura 6 indicada a continuación:

#### Figura 6.

*Niveles de aislamiento*

TENSIÓN NOMINAL DEL SISTEMA (kV)	BIL – NIVEL DE AISLAMIENTO EN kV
13,2	110
34,5	200

### 3.7 Cálculo de Corrientes de Cortocircuito (ICC).

Para las corrientes de cortocircuito en media y en baja tensión de las subestaciones el cálculo se realiza para la selección y coordinación de protecciones y conductores de las acometidas.

Para la corriente de cortocircuito primaria ( $I_{ccp}$ ) trifásica de los transformadores se utilizará la fórmula indicada en la ecuación 1, como se muestra a continuación:

#### Ecuación 1.

*Corriente de corto circuito primaria.*

$$I_{ccp} = \frac{S}{\sqrt{3} * (U_{cc}/100) * V_p}$$

Donde:

S = Capacidad del transformador

Ucc = Porcentaje de impedancia.

Vp = Voltaje primario

Para la corriente de cortocircuito secundario (Iccs) trifásica de los transformadores se utilizará la formula indicada en la ecuación 2, como se muestra a continuación:

### **Ecuación 2.**

*Corriente de corto circuito secundaria.*

$$I_{ccs} = \frac{S}{\sqrt{3} * (U_{cc}/100) * V_s}$$

Donde:

S = Capacidad del transformador

Ucc = Porcentaje de impedancia.

Vs = Voltaje secundario

### **3.8 Cálculo de corrientes en media tensión.**

El cálculo de las corrientes en media tensión de las subestaciones se realiza para la selección de protecciones y conductores de las acometidas y corresponden con lo indicado en los capítulos 9.0 y 10.0 de las memorias de cálculo anexas. Para el cálculo de la corriente primaria (Ip) trifásica de los transformadores se utilizó formula indicada en la ecuación 3, como se muestra a continuación:

**Ecuación 3.**

*Corriente en media tensión.*

$$I_p = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot V_p}$$

Donde:

S = Capacidad del transformador

V<sub>p</sub> = Voltaje primario

**3.9 Cálculos de regulación y selección de conductores en media tensión**

Los cálculos de regulación de las redes de distribución en media tensión se realizan para la selección de conductores.

El conductor seleccionado para las redes de distribución de media tensión por canalizaciones exteriores y al interior del túnel, así como la red aérea de interconexión entre túneles, es el indicado a continuación:

- Cable monoconductor de aluminio del tipo XLPE con aislamiento al 133% para 15 KV, en la red de distribución en media tensión subterránea exterior.
- Cable monoconductor de aluminio del tipo ACSR-XLPE-TK semi aislado para 15 KV, en la red de distribución en media tensión aérea.

Para la selección de conductores teniendo en cuenta su capacidad máxima de cortocircuito se utilizará la formula de los fabricantes de cables nacionales indicada en la ecuación 4 y los valores y las constantes presentados en la tabla 4 como se muestran a continuación:

**Ecuación 4.**

*Capacidad máxima de corto circuito en conductores MT.*

$$I = A \cdot k \cdot \sqrt{\frac{\log\left(\frac{T_2 + \lambda}{T_1 + \lambda}\right)}{t}}$$

Donde:

A : Área del conductor mm<sup>2</sup>.

k : 341 para cobre y 224 para aluminio.

$\lambda$  : 234 para cobre y 228 para aluminio.

t : Tiempo de del corto circuito en segundos.

T1: Máxima temperatura de operación; 90 OC para el conductor y 85 OC para la pantalla.

T2: Máxima temperatura permisible de corto circuito; 250 OC para el conductor y 200 OC para la pantalla.

**Tabla 4.**

*Constantes para cables de media tensión*

Calibre AWG/MCM	Área (mm <sup>2</sup> )	Tiempo (Seg)	T1 Oper. (°C)	T2 Max (°C)	Constantes Cobre K	$\lambda$	Icc Max KA
<b>Conductor de cobre</b>							
2	33.62	1	90	250	341	234	4.8
1/0	53.5	1	90	250	341	234	7.6
2/0	67.44	1	90	250	341	234	9.6
3/0	85.02	1	90	250	341	234	12.1
4/0	107.21	1	90	250	341	234	15.3
250	126.67	1	90	250	341	234	18.0

Calibre AWG/MCM	Área (mm <sup>2</sup> )	Tiempo (Seg)	T1 Oper. (°C)	T2 Max (°C)	Constantes K	Cobre $\lambda$	Icc Max KA
<b>Conductor de Aluminio</b>							
2	33.62	1	90	250	224	228	3.2
1/0	53.5	1	90	250	224	228	5.0
2/0	67.44	1	90	250	224	228	6.4
3/0	85.02	1	90	250	224	228	8.0
4/0	107.21	1	90	250	224	228	10.1
250	126.67	1	90	250	224	228	11.9

### 3.10 Cálculos de regulación y selección de conductores en baja tensión.

Los cálculos de regulación de las acometidas y circuitos alimentadores en baja tensión se realizan para la selección de conductores de acuerdo con lo indicado en la tabla 5 como se muestra a continuación:

**Tabla 5.**

*Porcentajes de regulación en baja tensión*

Descripción	Caída de tensión (%)
Acometida desde bornes del transformador hasta tablero general de baja tensión	3.0
Alimentador desde tablero general de baja tensión hasta tablero de distribución	2.0
Circuito ramal desde tablero de distribución hasta la carga o equipo.	2.0

Para la selección de conductores teniendo en cuenta su capacidad máxima de cortocircuito se utilizó la fórmula de los fabricantes de cables nacionales indicada en la ecuación 5 y los valores y las constantes presentados en la tabla 6 como se muestran a continuación:

**Ecuación 5.**

*Capacidad máxima de corto circuito en conductores BT.*

$$I = A \cdot k \cdot \sqrt{\frac{\log\left(\frac{T_2 + \lambda}{T_1 + \lambda}\right)}{t}}$$

Donde:

A : Área del conductor mm<sup>2</sup>.

k : 341 para cobre y 224 para aluminio.

λ : 234 para cobre y 228 para aluminio.

t : Tiempo de del corto circuito en segundos.

T1 : Máxima temperatura de operación; XTHHW-2: 90 OC.

T2 : Máxima temperatura permisible de corto circuito.

**Tabla 6.**

*Constantes para cables de baja tensión*

<b>Calibre AWG/MCM</b>	<b>Área (mm<sup>2</sup>)</b>	<b>Tiempo (Seg)</b>	<b>T1 Oper. (°C)</b>	<b>T2 Max (°C)</b>	<b>Constantes Cobre</b>		<b>Icc Max KA</b>
					<b>K</b>	<b>λ</b>	
<b>14</b>	2.08	1	90	250	341	234	0.31
<b>12</b>	3.3	1	90	250	341	234	0.50
<b>10</b>	5.25	1	90	250	341	234	0.79
<b>8</b>	8.36	1	90	250	341	234	1.26
<b>6</b>	13.29	1	90	250	341	234	2.00
<b>4</b>	21.14	1	90	250	341	234	3.18
<b>2</b>	33.62	1	90	250	341	234	5.06
<b>1/0</b>	53.5	1	90	250	341	234	8.05
<b>2/0</b>	67.44	1	90	250	341	234	10.15
<b>3/0</b>	85.02	1	90	250	341	234	12.80
<b>4/0</b>	107.21	1	90	250	341	234	16.14
<b>250</b>	126.67	1	90	250	341	234	19.07
<b>350</b>	177.34	1	90	250	341	234	26.70

Calibre AWG/MCM	Área (mm <sup>2</sup> )	Tiempo (Seg)	T1 Oper. (°C)	T2 Max (°C)	Constantes Cobre K	λ	Icc Max KA
500	253.35	1	90	250	341	234	38.14

### 3.11 Sistema de puesta a tierra.

Según lo indicado en el artículo 15.0 “SISTEMAS DE PUESTA A TIERRA” del RETIE que instituye que toda instalación eléctrica que le aplique el RETIE, excepto donde se indique claramente lo contrario, tiene que disponer de un Sistema de Puesta a Tierra (SPT), para impedir que personas en contacto con la misma, tanto en el interior como en el exterior, queden sometidas a tensiones de paso, de contacto o transferidas, que superen los límites de soportabilidad del ser humano cuando se presente una falla.

Los objetivos de un sistema de puesta a tierra (SPT) son:

La seguridad de las personas

La protección de las instalaciones

La compatibilidad electromagnética.

Según con lo establecido en el RETIE, las impedancias máximas de puesta a tierra corresponden con lo indicado en la figura 7 como se muestra a continuación:

#### **Figura 7.**

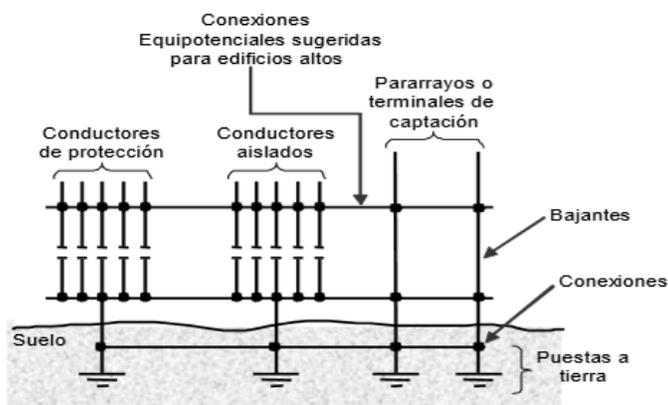
*Impedancias de puesta a tierra*

Descripción	Nivel (kV)	Z máxima( $\Omega$ )
Subestación distribución	34,5	10
Subestación distribución	13,2	10
Protección contra rayos	13,2 - 34,5	10
Redes de baja tensión	B.T.	20
Acometidas	B.T.	25 *

A sí mismo se debe tener en cuenta lo indicado en el numeral 15.1 del RETIE

### Figura 8.

*Métodos con puesta a tierra dedicadas e interconectadas.*

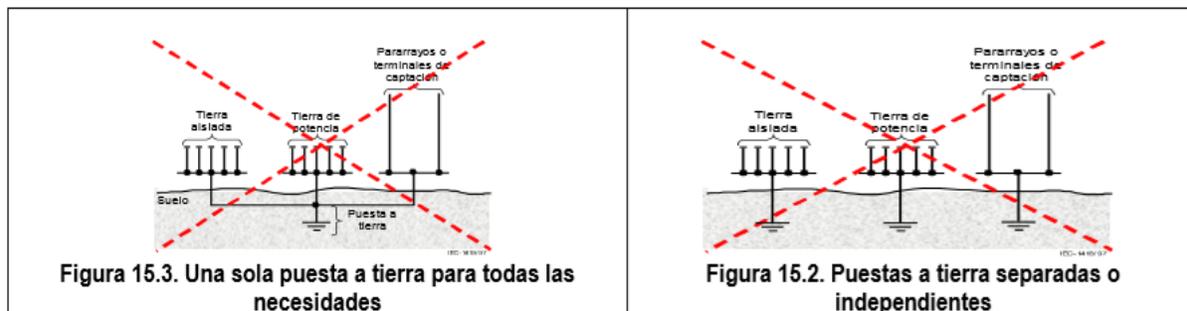


**Figura 15.1. Sistemas con puestas a tierra dedicadas e interconectadas**

Para una misma edificación, están explícitamente prohibidos los métodos de puesta a tierra que aparecen en las Figuras 15.2 y 15.3, como se muestra en la figura 9 presentada a continuación:

### Figura 9.

*Sistemas con puesta a tierra mal ejecutados.*



La normatividad sobre los materiales, la instalación y la ejecución de un Sistema de Puesta a tierra está definida en la sección 250 de la NTC 2050. El Sistema de Puesta a Tierra consta básicamente de:

Electrodos de Puesta a Tierra.

Barrajes o conductores equipotenciales.

Conductores de enlace.

Puentes de conexión equipotencial.

Conectores y/o soldaduras.

### ***3.11.1 Tensiones de paso y de contacto permisibles.***

Es la variación de voltaje entre dos puntos de un terreno que pueden ser tocados paralelamente por un ser humano; su valor permitido está dado por la ecuación 6 como se indica a continuación:

#### **Ecuación 6.**

*Tensiones de paso y de contacto permisibles*

$$E_p = \frac{165 + \rho_s}{\sqrt{t}}$$

Donde:

$E_p$  = Tensión de Paso Permisible en voltios.

$\rho_s$  = Resistividad de la superficie del terreno en ( $\Omega$ -m)

$t$  = Duración máxima de falla en segundos.

### ***3.11.2 Tensión de contacto.***

Es la variación de voltaje entre un punto en el área del terreno y cualquier otro punto que se pueda ser tocado paralelamente por un ser humano; su valor permitido está dado por la ecuación 7 como se indica a continuación [\[1\]](#)

#### **Ecuación 7.**

*Tensión de contacto*

$$E_t = \frac{165 + 0.25\rho_s}{\sqrt{t}}$$

En donde:

$E_t$  = Tensión de contacto permisible en voltios.

### ***3.11.3 Diseño de una malla a tierra.***

El diseño de una malla a tierra está afectado por las siguientes variables:

Tensión Permisible de Paso.

Tensión Permisible de contacto.  
 Configuración de la malla.  
 Resistividad del terreno  
 Tiempo máximo de despeje de la falla.  
 Conductor de la malla.  
 Profundidad de instalación de la malla.

### ***3.11.4 Método de Laurent y Niemann.***

Este procedimiento es muy aproximado y la fórmula para el cálculo esta lada por la ecuación 8 como se indica a continuación:

#### **Ecuación 8.**

*Método de Laurent y Niemann.*

$$R = 0.443\rho \left( \frac{1}{\sqrt{A\gamma}} + \frac{1}{L} \right)$$

Dónde:

R = Resistencia en ohmios.

$A\gamma$  = Área de la malla de puesta a tierra en m<sup>2</sup>

$\rho$  = Resistividad del suelo ( $\Omega$ -m)

L = Longitud total del conductor (m).

### 3.11.5 Conductores de puesta a tierra del neutro de subestaciones y de acometidas en baja tensión.

Los conductores de puesta a tierra para el neutro de las subestaciones y acometidas generales y parciales en baja tensión fueron seleccionados según lo indicado en el numeral 3.1.12.8.1 de las normas de diseño, como se indican en la figura 10 presentada a continuación:

**Figura 10.**

*Conductor del Electrodo de puesta a tierra para sistema de c.a.*

Calibre del mayor conductor de entrada de acometida o su equivalente para conductores en paralelo		Calibre del conductor del electrodo de puesta a tierra	
COBRE	ALUMINIO	COBRE	ALUMINIO
2 o menor	1/0 ó menor	8	6
1 ó 1/0	2/0 ó 3/0	6	4
2/0 ó 3/0	4/0 a 250 kcmil	4	2
4/0 a 350 kcmil	300 kcmil a 500 kcmil	2	1/0
400 kcmils a 600 kcmil	550 kcmil a 900 kcmil	1/0	3/0
650 kcmils a 1100 kcmil	1000 kcmil a 1750 kcmil	2/0	4/0
Mayor de 1200 kcmil	Mayor de 1800 kcmil	3/0	250 kcmil

### 3.11.6 Conductores de continuidad puesta a tierra en ductos y canalizaciones de baja tensión.

Los conductores de continuidad y equipotencialización de puesta a tierra en ductos y canalizaciones en baja tensión fueron seleccionados según lo indicado en el numeral 3.1.12.8.2 de las normas de diseño, como se indican en la figura 11 presentada a continuación:

**Figura 11.**

*Conductor de continuidad de puesta a tierra en ductos y equipos.*

Capacidad nominal o ajuste del dispositivo automático de sobrecorriente antes del equipo, tubería, etc. No mayor de  (Amperios)	Calibre del conductor de puesta a tierra	
	Alambre de cobre	Alambre de aluminio
15	14	12
20	12	10
30	10	8
40	10	8
60	10	8
100	8	6
200	6	4
300	4	2
400	3	1
500	2	1/0
600	1	2/0
800	1/0	3/0
1000	2/0	4/0
1200	3/0	250 kcmil
1600	4/0	350 kcmil
2000	250 kcmil	400 kcmil
2500	350 kcmil	600 kcmil
3000	400 kcmil	600 kcmil
4000	500 kcmil	800 kcmil
5000	700 kcmil	1200 kcmil
6000	800 kcmil	1200 kcmil

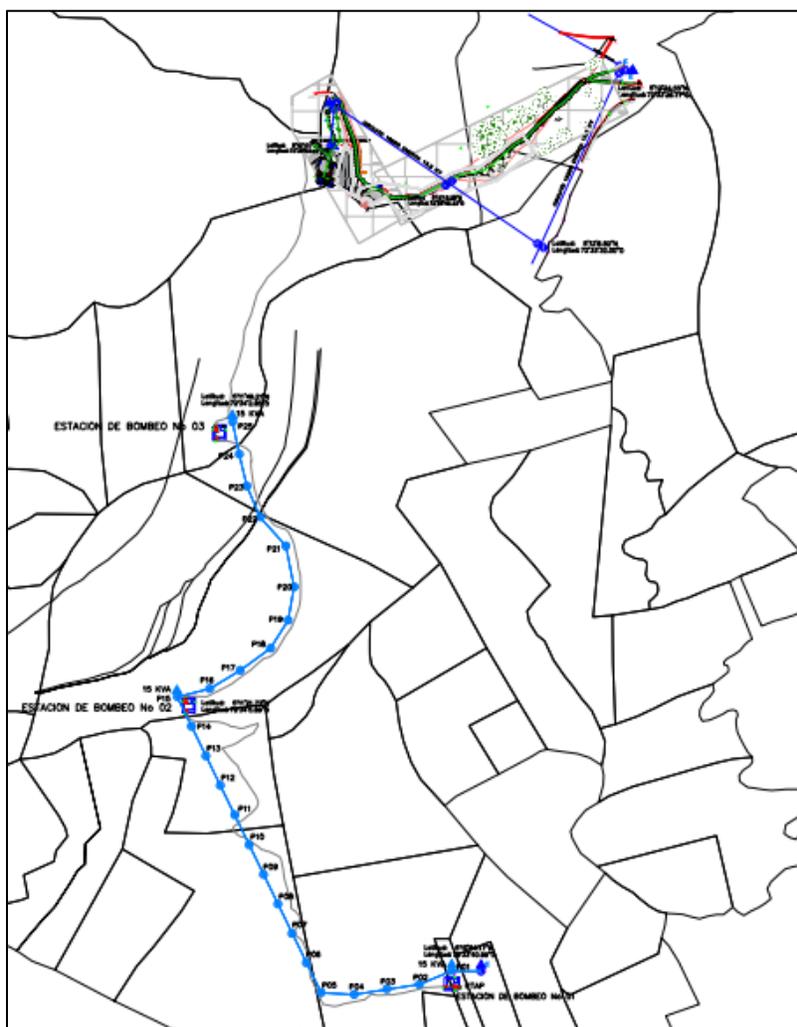
## 4. Etapa II. Descripción del proyecto eléctrico y memorias de cálculo

### 4.1 Descripción del proyecto eléctrico.

#### 4.1.1 Acometida general en media tensión.

**Figura 12.**

*Localización de acometidas generales de media tensión.*



Como se muestra en la figura 12, el proyecto se alimenta a 13.200 voltios de las redes de distribución de media tensión de ENERCA del circuito 15265, desde la estructura localizada dentro del predio del proyecto con coordenadas 5'12'13.28"N y 72'33'42.23"O donde se instalará una protección aérea desde la que se deriva la acometida subterránea en conductor XLPE a 15 KV a través de ductos subterráneos y cajas de inspección hasta la Subestación No. 1 del MIRADOR 180. ESTACION PARAPENTE.

La alimentación de la Subestación No. 2 MIRADOR 360, se deriva del mismo circuito 15265 de ENERCA desde la estructura localizada junto a la torre de telecomunicaciones con coordenadas 5'12'17.06"N y 72'33'53.62"O donde se instalará una protección aérea desde la que se deriva la acometida subterránea en conductor XLPE a 15 KV a través de ductos subterráneos y cajas de inspección, como se indica en el dibujo ELE-01.

El BOMBEO DE IMPULSIÓN DEL ACUEDUCTO DEL PARQUE MIRADOR, se deriva del mismo circuito 15265 de ENERCA desde la estructura localizada junto a la PTAP existente con coordenadas 5°10'54.17"N y 72°33'40.99"O donde se instalará una protección aérea desde la que se deriva la acometida aérea en conductor ACSR-XLPE a 15 KV a través de posteria, como se indica en el dibujo ELE-01.

#### ***4.1.2 Niveles de tensión del proyecto.***

Los niveles de tensión requeridos en el primario y secundario del transformador fueron seleccionados de acuerdo con el análisis realizado en el numeral 3.2 “Análisis del nivel de tensión requerido” de las memorias de cálculo, teniendo en cuenta las características de las

cargas y equipos a conectar y lo establecido en el numeral 5.9 “Niveles de tensión normalizados” de las normas de ENERCA SA ESP, a continuación, se referencian los niveles de tensión:

- Alimentación general en media tensión : 13,200 Voltios.
- Distribución en media tensión : 13,200 Voltios.
- Distribución general baja tensión : 220-127 Voltios.
- Equipos especiales baja tensión : 220-127 Voltios.
- Instalaciones generales de baja tensión: 220-127 Voltios.

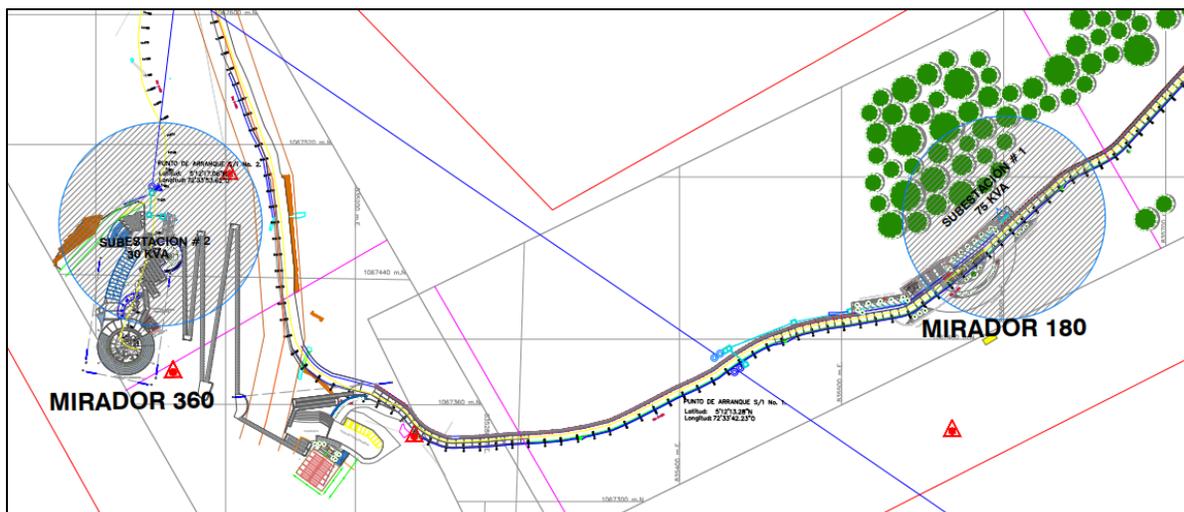
#### 4.1.3 Subestaciones de distribución.

##### Parque Mirador

El parque Mirador es atendido por la subestación No. 1 del Mirador y la subestación No. 2 del mirador 360 como se puede apreciar en la figura 13 indicada a continuación:

**Figura 13.**

*Localización subestaciones en Parque Mirador.*



### **Subestación No. 1. Mirador 180. Estación Parapente.**

La subestación de distribución, se localiza en la parte inferior como se indican en los dibujos Nos. EL-01 y EL-06 dimensionadas de acuerdo con lo indicado en las memorias de cálculo con una capacidad de 75 KVA.

### **Subestación No. 2. Mirador 360. Cerro de la Cruz.**

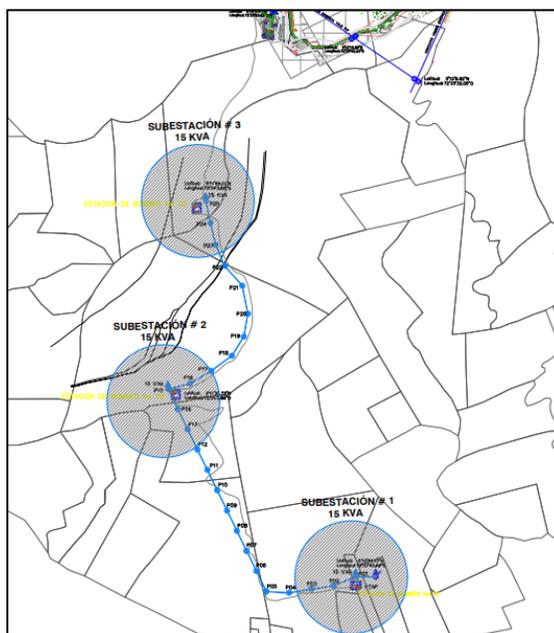
La subestación de distribución, se localiza en la parte superior del mirador como se indican en los dibujos Nos. EL-01 y EL-06 dimensionadas de acuerdo con lo indicado en las memorias de cálculo con una capacidad de 30 KVA.

### **Bombeo impulsión acueducto parque mirador**

El bombeo de impulsión es atendido por tres subestaciones como se puede apreciar en la figura 14 indicada a continuación:

### **Figura 14.**

*Localización subestaciones en bombeo impulsión.*



**Subestación no. 1. Estación No. 1. PTAP existente.**

La subestación de distribución, se localiza en poste junto al tanque de la PTAP existente como se indican en los dibujos Nos. EL-01 y EL-06 dimensionadas de acuerdo con lo indicado en las memorias de cálculo con una capacidad de 15 KVA.

**Subestación No. 2. Estación No. 2. Tanque impulsión No. 1.**

La subestación de distribución, se localiza en poste junto al tanque de la estación de impulsión No, 1 como se indican en los dibujos Nos. EL-01 y EL-06 dimensionadas de acuerdo con lo indicado en las memorias de cálculo con una capacidad de 15 KVA.

**Subestación No. 3. Estación No. 3. Tanque impulsión No. 2.**

La subestación de distribución, se localiza en poste junto al tanque de la estación de impulsión No 3, como se indican en los dibujos Nos. EL-01 y EL-06 dimensionadas de acuerdo con lo indicado en las memorias de cálculo con una capacidad de 15 KVA.

***4.1.4 Medida de energía***

La medición de la energía de la Estación MIRADOR 180 se realizará en nivel 2 (13200 V) por medio de un medidor electrónico multifuncional instalado en la celda de medida en media tensión y un equipo de medida tipo interior (CM-MT1).

La medición de la energía de la Estación MIRADOR 360 se realizará en nivel 2 (13200 V) por medio de un medidor electrónico multifuncional instalado en la celda de medida en media tensión y un equipo de medida tipo interior (CM-MT2).

La medición de la energía del BOMBEO DE IMPULSIÓN DEL ACUEDUCTO DEL PARQUE MIRADOR se realizará en nivel 2 (13200 V) por medio de un medidor electrónico

multifuncional instalado en un gabinete de medida y un equipo de medida tipo exterior instalado en poste (MI-MT).

#### ***4.1.5 Acometidas parciales en baja tensión.***

Las acometidas parciales van subterráneas en ducto y su dimensionamiento se obtiene de acuerdo con lo indicado en las memorias de cálculo anexas, los calibres y rutas se observan en los dibujos Nos. EL-01- EL-02 y EL-06.

#### ***4.1.6 Instalaciones internas.***

Las instalaciones internas de iluminación, tensión normal y tensión regulada se obtienen de los cuadros de carga numeral 2, los calibres y rutas se observan en los dibujos Nos. EL-02 a EL-05

#### ***4.1.7 iluminación.***

El sistema de iluminación se diseñó teniendo en cuenta los niveles establecidos en el RETILAP y Normas de diseño, se obtiene de los cálculos de iluminación.

#### **4.1.8 Sistema de emergencia.**

El proyecto tendrá disponibilidad para la instalación de un grupo generador para servicio de emergencia en cada subestación de distribución para atención de la carga total, como se indica a continuación:

MIRADOR 180. ESTACION PARAPENTE.

Planta de emergencia de 75 KVA, 208-120 V con cabina de insonorización

MIRADOR 360. CERRO DE LA CRUZ

Planta de emergencia de 30 KVA, 208-120 V con cabina de insonorización

#### **4.2 Memorias de cálculo.**

Las memorias de cálculo que se encuentran en el apéndice D, fueron elaboradas en Excel y se aplicaron los parámetros, fórmulas y ecuaciones establecidas en las normas de referencia, para poder determinar la proyección de demanda, selección de protecciones, cálculos de regulación para selección de conductores, demandas máximas para selección de transformadores y grupos generadores de energía de emergencia, análisis de cortocircuito, cálculo del sistema de puesta a tierra, análisis del nivel de riesgo, coordinación de protecciones; como se indica en las figuras 15, 16, 17, 18 y 19 referenciadas a continuación:

Figura 15.

Memorias de cálculo. Resumen de cargas.

Proyecto: GOBERNACION DEL CASANARE. PARQUE MIRADOR DEL MUNICIPIO DE AGUAZUL										
Descripción: Diseño de instalaciones eléctricas.										
<b>4.2. MEMORIAS DE CALCULO</b>										
<b>4.2.5. RESUMEN DE CARGAS</b>										
Ident.	Descripción	Carga instalada en vatios (W)				Carga instalada por tipo de carga (VA)				F.P.
		Fase A	Fase B	Fase C	Total	Alumbrado	Tomas	Especial	Total	
<b>PARQUE MIRADOR DE AGUAZUL</b>										
<b>SUBESTACIÓN No. 1. MIRADOR 180. ESTACION PARAPENTE</b>										
<b>SERVICIOS GENERALES</b>										
T-SGE-M180	Tablero Servicios Generales. Mirador 180.	4,502	4,003	4,109	12,614	1,059	1,026	10,700	12,785	0.95
T-AEX-M180	Tablero Alumbrado exterior. Mirador 180.	3,525	2,375	1,950	7,850	7,850			7,850	1.00
T-POR-MIR	Tablero Porteria. Mirador.	2,070	2,225	1,150	5,445	1,336	684	3,425	5,445	0.96
T-BOM-RIE	Tablero Bomba de Riego. Mirador.	746	746	746	2,238			2,238	2,238	0.80
T-BOM-BCI	Tablero Bomba Contra incendio. Mirador.	15,666	15,666	15,666	46,998			46,998	46,998	0.80
<b>STANDS COMERCIALES</b>										
T-ST01-MIR	Tablero STAND 01. Mirador.	1,911	684		2,595	144	1,026	1,425	2,595	0.95
T-ST02-MIR	Tablero STAND 02. Mirador.	684		1,911	2,595	144	1,026	1,425	2,595	0.95
T-ST03-MIR	Tablero STAND 03. Mirador.		1,911	684	2,595	144	1,026	1,425	2,595	0.95
T-ST04-MIR	Tablero STAND 04. Mirador.	1,011	684		2,606	144	1,026	1,426	2,606	0.96
T-ST05-MIR	Tablero STAND 05. Mirador.	604		1,911	2,595	144	1,026	1,425	2,595	0.95
T-ST06-MIR	Tablero STAND 06. Mirador.		1,911	684	2,595	144	1,026	1,425	2,595	0.95
<b>SUBESTACIÓN No. 2. MIRADOR 360.</b>										
<b>SERVICIOS GENERALES</b>										
T-SGE-M360	Tablero Servicios Generales. Mirador 360.	2,852	2,684	2,600	8,136	823	684	6,800	8,307	0.95
T-AEX-M360	Tablero Alumbrado exterior. Mirador 360.	2,620	1,890	2,170	6,680	6,680			6,680	1.00
T-ANF-M360	Tablero Anfiteatro. Mirador 360.	2,970	2,970	2,970	8,910	1,500	1,710	5,700	8,910	0.96
<b>STANDS COMERCIALES</b>										
T-ST07-MIR	Tablero STAND 07. Mirador.		1,911	684	2,595	144	1,026	1,425	2,595	0.95
T-ST08-MIR	Tablero STAND 08. Mirador.		1,911	684	2,595	144	1,026	1,425	2,595	0.95
<b>BOMBEO IMPULSION ACUEDUCTO MIRADOR AGUAZUL</b>										
<b>SUBESTACIÓN No. 1. Estación No. 1. Tanque en Planta de tratamiento existente</b>										
T-SER-E1	Tablero servicios. Estacion impulsión No. 1.	1,661	2,026	1,000	4,687	236	1,026	3,425	4,687	0.95
T-BOM-E1	Tablero Bombas. Estacion impulsión No. 1.	1,741	1,741	1,741	5,222			5,222	5,222	0.80
<b>SUBESTACIÓN No. 2. Estación No. 2. Tanque de Impulsión No. 1.</b>										
T-SER-E2	Tablero servicios. Estacion impulsión No. 2.	1,661	2,026	1,000	4,687	236	1,026	3,425	4,687	0.95
T-BOM-E2	Tablero Bombas. Estacion impulsión No. 2.	1,243	1,243	1,243	3,730			3,730	3,730	0.80
<b>SUBESTACIÓN No. 3. Estación No. 3. Tanque de Impulsión No. 2.</b>										
T-SER-E3	Tablero servicios. Estacion impulsión No. 3.	1,661	2,026	1,000	4,687	236	1,026	3,425	4,687	0.95
T-BOM-E3	Tablero Bombas. Estacion impulsión No. 3.	2,238	2,238	2,238	6,714			6,714	6,714	0.80

Figura 16.

Memorias de cálculo. Proyección de demanda y acometidas.

Proyecto: GOBERNACION DEL CASANARE. PARQUE MIRADOR DEL MUNICIPIO DE AGUAZUL																			
Descripción: Diseño de instalaciones eléctricas.																			
4.2. MEMORIAS DE CALCULO																			
4.2.6. PROYECCION DE DEMANDA, MEDIDORES Y ACOMETIDAS.																			
Ident.	Descripción	Cant.	Fases	Carga instalada (VA)			FP	Demanda Max. (KVA)				Corriente Máx. (A)	Medidor	Protección (Amp.)	Conductor			Cantil.	Obs.
				Alumbrado	Tomas	Especial		Alumbrado	Tomas	Especial	Total				Material	Calib.	Card		
<b>PARQUE MIRADOR DE AGUAZUL</b>																			
<b>SUBESTACIÓN No. 1. MIRADOR 180. ESTACION PARAPENTE</b>																			
<b>SERVICIOS GENERALES</b>																			
T-SGE-M180	Tablero Servicios Generales. Mirador 180.	1	3	1,059	1,026	10,700	12,795	0.95	1.06	1.03	10.70	12.79	35.49	-	30	Cu-THHN	4	1	a1 1/2"
T-AEX-M180	Tablero Alumbrado exterior. Mirador 180.	1	3	7,850	0	0	7,850	1.00	7.85	0.00	0.00	7.85	21.79	-	30	Cu-THHN	4	1	a1 1/2"
T-POR-MR	Tablero Portera. Mirador.	1	3	1,336	684	3,425	5,445	0.96	1.34	0.68	3.43	5.45	15.11	-	30	Cu-THHN	4	1	a1 1/2"
T-BOM-RIE	Tablero Bomba de Riego. Mirador.	1	3	0	0	2,238	2,238	0.80	0.00	0.00	2.24	2.24	6.21	-	15	Cu-THHN	8	1	a1"
TG-SER1	TABLERO GENERAL DE SERVICIOS	1	3	10,245	1,710	16,363	28,318	0.93	10.23	1.71	16.38	28.32	78.69	-	70-100	Cu-THHN	1/0	1	2"
<b>STANDES COMERCIALES</b>																			
T-ST01-MR	Tablero STAND 01. Mirador.	1	3	144	1,026	1,425	2,595	0.95	0.14	1.03	1.43	2.60	7.20	-	20	Cu-THHN	10	1	a3/4"
T-ST02-MR	Tablero STAND 02. Mirador.	1	3	144	1,026	1,425	2,595	0.95	0.14	1.03	1.43	2.60	7.20	-	20	Cu-THHN	10	1	a3/4"
T-ST03-MR	Tablero STAND 03. Mirador.	1	3	144	1,026	1,425	2,595	0.95	0.14	1.03	1.43	2.60	7.20	-	20	Cu-THHN	10	1	a3/4"
T-ST04-MR	Tablero STAND 04. Mirador.	1	3	144	1,026	1,425	2,595	0.95	0.14	1.03	1.43	2.60	7.20	-	20	Cu-THHN	10	1	a3/4"
T-ST05-MR	Tablero STAND 05. Mirador.	1	3	144	1,026	1,425	2,595	0.95	0.14	1.03	1.43	2.60	7.20	-	20	Cu-THHN	10	1	a3/4"
T-ST06-MR	Tablero STAND 06. Mirador.	1	3	144	1,026	1,425	2,595	0.95	0.14	1.03	1.43	2.60	7.20	-	20	Cu-THHN	10	1	a3/4"
TG-ST-M180	TABLERO GENERAL STAND. MIRADOR 180	6	3	864	6,156	8,550	15,570	0.95	0.46	3.27	4.54	8.26	22.92	-	35-50	Cu-THHN	4	1	a1 1/2"
<b>SISTEMA CONTRAINCENDIO</b>																			
T-BOM-BCI	Tablero Bomba Contra incendio. Mirador.	1	3	0	0	46,998	46,998	0.80	0.00	0.00	47.00	47.00	130.45	-	200	Cu-THHN	3/0	1	a3"
AG-BT-M180	ACOMETIDA GENERAL BT. MIRADOR 180		3	0	0	46,998	46,998	0.88	0.00	0.00	47.00	47.00	130.45	-	200-250	Cu-THHN	2/0	2	2"
AG-MT-M180	ACOMETIDA GENERAL MT. MIRADOR 180		3	0	0	46,998	46,998	0.88	0.00	0.00	47.00	47.00	2.06	-	3	XLPE	2	1	3"
<b>SUBESTACIÓN No. 2. MIRADOR 360.</b>																			
<b>SERVICIOS GENERALES</b>																			
T-SGE-M360	Tablero Servicios Generales. Mirador 360.	1	3	823	684	6,800	8,307	0.95	0.82	0.68	6.80	8.31	23.06	-	30	Cu-THHN	6	1	a1 1/4"
T-AEX-M360	Tablero Alumbrado exterior. Mirador 360.	1	3	6,880	0	0	6,880	1.00	6.88	0.00	0.00	6.88	18.54	-	30	Cu-THHN	6	1	a1 1/4"
T-ANF-M360	Tablero Anfibio. Mirador 360.	1	3	1,500	1,710	5,700	8,910	0.96	1.50	1.71	5.70	8.91	24.73	-	30	Cu-THHN	6	1	a1 1/4"
TG-SER2	TABLERO GENERAL DE SERVICIOS	1	3	9,003	2,394	12,500	23,897	0.97	9.06	2.39	12.50	23.90	66.33	-	64-80	Cu-THHN	4	1	2"
<b>STANDES COMERCIALES</b>																			
T-ST07-MR	Tablero STAND 07. Mirador.	1	3	144	1,026	1,425	2,595	0.95	0.14	1.03	1.43	2.60	7.20	-	20	Cu-THHN	10	1	a3/4"
T-ST08-MR	Tablero STAND 08. Mirador.	1	3	144	1,026	1,425	2,595	0.95	0.14	1.03	1.43	2.60	7.20	-	20	Cu-THHN	10	1	a3/4"
TG-ST-M360	TABLERO GENERAL STAND. MIRADOR 360	2	3	288	2,052	2,850	5,190	0.95	0.28	1.77	2.46	4.47	12.48	-	30	Cu-THHN	6	1	a1 1/4"
AG-BT-M360	ACOMETIDA GENERAL BT. MIRADOR 360		3	9,201	4,446	15,300	29,067	0.95	9.25	4.16	14.95	28.36	78.73	-	70-100	Cu-THHN	1/0	1	2"
AG-MT-M360	ACOMETIDA GENERAL MT. MIRADOR 360		3	9,201	4,446	15,300	29,067	0.95	9.25	4.16	14.95	28.36	1.24	-	2	XLPE	2	1	3"
<b>BOMBEO IMPULSION ACUEDUCTO MIRADOR AGUAZUL</b>																			
<b>SUBESTACIÓN No. 1. Estación No. 1. Tanque en Planta de tratamiento existente</b>																			
T-SER-E1	Tablero servicios. Estacion impulsión No. 1.	1	3	236	1,026	3,425	4,687	0.95	0.24	1.03	3.43	4.69	13.01	-	15	Cu-THHN	10	1	a3/4"
T-BOM-E1	Tablero Bombas. Estacion impulsión No. 1.	1	3	0	0	5,222	5,222	0.80	0.00	0.00	5.22	5.22	14.49	-	30	Cu-THHN	10	1	a3/4"
AG-B1	ACOMETIDA GENERAL ESTACION No.1.		3	236	1,026	8,647	9,909	0.88	0.24	1.03	8.65	9.91	27.50	-	35-50	Cu-THHN	4	1	2"
AG-MT-B1	ACOMETIDA GENERAL MT. BI 1.		3	236	1,026	8,647	9,909	0.88	0.24	1.03	8.65	9.91	0.43	-	1	ACBR	2	1	3"
<b>SUBESTACIÓN No. 2. Estación No. 2. Tanque de Impulsión No. 1.</b>																			
T-SER-E2	Tablero servicios. Estacion impulsión No. 2.	1	3	236	1,026	3,425	4,687	0.95	0.24	1.03	3.43	4.69	13.01	-	15	Cu-THHN	10	1	a3/4"
T-BOM-E2	Tablero Bombas. Estacion impulsión No. 2.	1	3	0	0	3,730	3,730	0.80	0.00	0.00	3.73	3.73	10.35	-	20	Cu-THHN	10	1	a3/4"
AG-B2	ACOMETIDA GENERAL ESTACION No.2.		3	236	1,026	7,155	8,417	0.88	0.24	1.03	7.16	8.42	23.36	-	35-50	Cu-THHN	4	1	2"
AG-MT-B2	ACOMETIDA GENERAL MT. BI 2.		3	236	1,026	7,155	8,417	0.88	0.24	1.03	7.16	8.42	0.37	-	1	ACBR	2	1	3"
<b>SUBESTACIÓN No. 3. Estación No. 3. Tanque de Impulsión No. 2.</b>																			
T-SER-E3	Tablero servicios. Estacion impulsión No. 3.	1	3	236	1,026	3,425	4,687	0.95	0.24	1.03	3.43	4.69	13.01	-	15	Cu-THHN	10	1	a3/4"
T-BOM-E3	Tablero Bombas. Estacion impulsión No. 3.	1	3	0	0	6,714	6,714	0.80	0.00	0.00	6.71	6.71	18.64	-	30	Cu-THHN	10	1	a3/4"
AG-B3	ACOMETIDA GENERAL ESTACION No.3.		3	236	1,026	10,139	11,401	0.88	0.24	1.03	10.14	11.40	31.65	-	35-50	Cu-THHN	4	1	2"
AG-MT-B3	ACOMETIDA GENERAL MT. BI 3.		3	236	1,026	10,139	11,401	0.88	0.24	1.03	10.14	11.40	0.50	-	1	ACBR	2	1	3"
DEM-MT-GEN	DEMANDA GENERAL MT.		3	9,999	7,524	88,289	105,812	0.95	9.96	7.24	87.89	105.09	4.60	-					
<b>OBSERVACIONES</b>																			
1. Acometida derivada de las redes de distribución de media tensión de la empresa de Energía.																			
2. Acometida derivada de bombas de baja tensión de transformador.																			
3. Acometida derivada de barraje general de baja tensión.																			

Figura 17.

Memorias de cálculo. Regulación general.

Proyecto: GOBERNACION DEL CASANARE. PARQUE MIRADOR DEL MUNICIPIO DE AGUAZUL																			
Descripción: Diseño de instalaciones eléctricas.																			
4.2. MEMORIAS DE CALCULO																			
4.2.7. REGULACIÓN GENERAL.																			
Ident.	Descripción	Long. (m)	D <sub>Máx.</sub> (Kva)	F.P.	Fases	I <sub>Máx.</sub> (Amp)	Momento (kva*m)	Conductor							Protección (Amp)	Regulación			
								Material	Cab.	Can.	Medio test.	I-Nom 60 uC	FC-TEM 26-30c	FC #COND		I-Real Amp	Constante	Parc.	Acum.
<b>PARQUE MIRADOR DE AGUAZUL</b>																			
<b>SUBESTACIÓN No. 1. MIRADOR 180. ESTACION PARAPENTE</b>																			
AG-BT-M180	ACOMETIDA GENERAL BT. MIRADOR 180	12	75	0.88	3	208.18	900.00	Cu-THHN	2/0	2	Ducto	145	1.0	0.8	116	200-250	7.93E-05	0.87	0.87
<b>SISTEMA CONTRANCENDIO</b>																			
T-BOM-BCI	Tablero Bomba Contrancendio. Mirador.	80	47.00	0.80	3	130.45	3759.84	Cu-THHN	3/0	1	Ducto	165	1.0	1.0	165	200	5.79E-04	2.18	2.25
<b>SERVICIOS GENERALES</b>																			
TG-SER1	TABLERO GENERAL DE SERVICIOS	10	28.32	0.93	3	78.60	283.18	Cu-THHN	1/0	1	Ducto	125	1.0	1.0	125	70-100	8.82E-04	0.25	0.32
T-SGE-M180	Tablero Servicios Generales. Mirador 180.	15	12.79	0.95	3	35.49	191.78	Cu-THHN	4	1	Ducto	70	1.0	1.0	70	30	2.14E-03	0.41	0.73
T-AEX-M180	Tablero Alumbrado exterior. Mirador 180.	15	7.85	1.00	3	21.79	117.75	Cu-THHN	4	1	Ducto	70	1.0	1.0	70	30	2.15E-03	0.25	0.57
T-POR-MR	Tablero Porteria. Mirador.	370	5.45	0.98	3	15.11	2014.65	Cu-THHN	4	1	Ducto	70	1.0	1.0	70	30	2.14E-03	4.30	4.82
T-BOM-RUE	Tablero Bomba de Riego. Mirador.	70	2.24	0.80	3	6.21	158.66	Cu-THHN	8	1	Ducto	40	1.0	1.0	40	15	4.54E-03	0.71	1.03
<b>STANDS COMERCIALES</b>																			
TG-ST-M180	TABLERO GENERAL STAND. MIRADOR 180	12	8.28	0.95	3	22.92	99.11	Cu-THHN	4	1	Ducto	70	1.0	1.0	70	35-50	4.77E-04	0.85	0.12
T-ST01-MR	Tablero STAND 01. Mirador.	30	2.60	0.95	3	7.20	77.85	Cu-THHN	10	1	Ducto	30	1.0	1.0	30	20	1.83E-03	0.14	0.26
T-ST02-MR	Tablero STAND 02. Mirador.	35	2.60	0.95	3	7.20	90.83	Cu-THHN	10	1	Ducto	30	1.0	1.0	30	20	1.83E-03	0.17	0.28
T-ST03-MR	Tablero STAND 03. Mirador.	40	2.60	0.95	3	7.20	103.80	Cu-THHN	10	1	Ducto	30	1.0	1.0	30	20	1.83E-03	0.19	0.31
T-ST04-MR	Tablero STAND 04. Mirador.	45	2.60	0.95	3	7.20	116.78	Cu-THHN	10	1	Ducto	30	1.0	1.0	30	20	1.83E-03	0.21	0.33
T-ST05-MR	Tablero STAND 05. Mirador.	50	2.60	0.95	3	7.20	129.75	Cu-THHN	10	1	Ducto	30	1.0	1.0	30	20	1.83E-03	0.24	0.36
T-ST06-MR	Tablero STAND 06. Mirador.	55	2.60	0.95	3	7.20	142.73	Cu-THHN	10	1	Ducto	30	1.0	1.0	30	20	1.83E-03	0.26	0.38
<b>SUBESTACIÓN No. 2. MIRADOR 360.</b>																			
AG-BT-M360	ACOMETIDA GENERAL BT. MIRADOR 360	12	30	0.95	3	83.27	360.00	Cu-THHN	1/0	1	Ducto	125	1.0	0.8	100	70-100	1.99E-04	0.87	0.87
<b>SERVICIOS GENERALES</b>																			
TG-SER2	TABLERO GENERAL DE SERVICIOS	10	23.30	0.97	3	66.33	238.97	Cu-THHN	4	1	Ducto	70	1.0	1.0	70	64-80	2.14E-03	0.51	0.58
T-SGE-M360	Tablero Servicios Generales. Mirador 360.	15	8.51	0.95	3	23.06	124.61	Cu-THHN	6	1	Ducto	55	1.0	1.0	55	30	3.34E-03	0.42	1.00
T-AEX-M360	Tablero Alumbrado exterior. Mirador 360.	15	6.68	1.00	3	18.54	100.20	Cu-THHN	6	1	Ducto	55	1.0	1.0	55	30	3.42E-03	0.34	0.92
T-ANF-M360	Tablero Anfibio. Mirador 360.	70	8.91	0.96	3	24.73	623.70	Cu-THHN	6	1	Ducto	55	1.0	1.0	55	30	3.34E-03	2.08	2.67
<b>STANDS COMERCIALES</b>																			
TG-ST-M360	TABLERO GENERAL STAND. MIRADOR 360	12	4.47	0.98	3	12.40	53.59	Cu-THHN	6	1	Ducto	55	1.0	1.0	55	30	7.47E-04	0.84	0.11
T-ST07-MR	Tablero STAND 07. Mirador.	30	2.60	0.95	3	7.20	77.85	Cu-THHN	10	1	Ducto	30	1.0	1.0	30	20	1.83E-03	0.14	0.25
T-ST08-MR	Tablero STAND 08. Mirador.	35	2.60	0.95	3	7.20	90.83	Cu-THHN	10	1	Ducto	30	1.0	1.0	30	20	1.83E-03	0.17	0.28
<b>BOMBEO IMPULSION ACUEDUCTO MIRADOR AGUAZUL</b>																			
<b>SUBESTACIÓN No. 1. Estación No. 1. Tanque en Planta de tratamiento existente</b>																			
AG-B11	ACOMETIDA GENERAL ESTACION No.1.	40	15	0.88	3	41.64	600.00	Cu-THHN	4	1	Ducto	70	1.0	0.8	56	35-50	4.43E-04	0.27	0.27
T-SER-E1	Tablero servicios. Estacion impulsión No. 1.	10	4.69	0.95	3	13.01	46.87	Cu-THHN	10	1	Ducto	30	1.0	1.0	30	15	8.17E-03	0.38	0.65
T-BOM-E1	Tablero Bombas. Estacion impulsión No. 1.	10	5.22	0.80	3	14.49	52.22	Cu-THHN	10	1	Ducto	30	1.0	1.0	30	30	7.00E-03	0.37	0.63
<b>SUBESTACIÓN No. 2. Estación No. 2. Tanque de Impulsión No. 1.</b>																			
AG-B12	ACOMETIDA GENERAL ESTACION No.2.	40	15	0.88	3	41.64	600.00	Cu-THHN	4	1	Ducto	70	1.0	0.8	56	35-50	4.43E-04	0.27	0.27
T-SER-E2	Tablero servicios. Estacion impulsión No. 2.	10	4.69	0.95	3	13.01	46.87	Cu-THHN	10	1	Ducto	30	1.0	1.0	30	15	8.17E-03	0.38	0.65
T-BOM-E2	Tablero Bombas. Estacion impulsión No. 2.	10	3.73	0.80	3	10.35	37.30	Cu-THHN	10	1	Ducto	30	1.0	1.0	30	20	7.00E-03	0.26	0.53
<b>SUBESTACIÓN No. 3. Estación No. 3. Tanque de Impulsión No. 2.</b>																			
AG-B13	ACOMETIDA GENERAL ESTACION No.3.	40	15	0.88	3	41.64	600.00	Cu-THHN	4	1	Ducto	70	1.0	0.8	56	35-50	4.43E-04	0.27	0.27
T-SER-E3	Tablero servicios. Estacion impulsión No. 3.	10	4.69	0.95	3	13.01	46.87	Cu-THHN	10	1	Ducto	30	1.0	1.0	30	15	8.17E-03	0.38	0.65
T-BOM-E3	Tablero Bombas. Estacion impulsión No. 3.	10	6.71	0.80	3	18.64	67.14	Cu-THHN	10	1	Ducto	30	1.0	1.0	30	30	7.00E-03	0.47	0.74

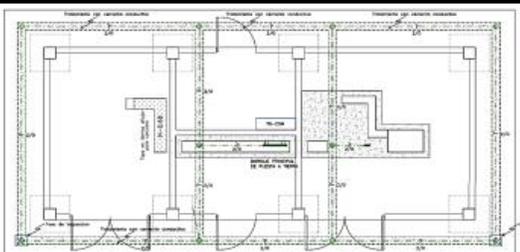
Figura 18.

Memorias de cálculo. Subestaciones de distribución.

Proyecto: GOBERNACION DEL CASANARE. PARQUE MIRADOR DEL MUNICIPIO DE AGUAZUL									
Descripción: Diseño de instalaciones eléctricas.									
<b>4.2. MEMORIAS DE CALCULO</b>									
<b>4.2.8. SUBESTACIONES DE DISTRIBUCION</b>									
<b>PARQUE MIRADOR DE AGUAZUL</b>									
<b>SUBESTACIÓN No. 1. MIRADOR 180. ESTACION PARAPENTE</b>									
<b>Usuarios</b>									
<b>Tipo</b>	<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Demanda maxima (KVA)</b>						
TG-SER1	TABLERO GENERAL DE SERVICIOS	1	28.32						
TG-ST-M180	TABLERO GENERAL STAND. MIRADOR 180	1	8.26						
<b>AG-BT-M180</b>	<b>ACOMETIDA GENERAL BT. MIRADOR 180</b>		<b>47.00</b>						
<b>TRANSFORMADOR</b>					<b>REDES Y ACOMETIDAS</b>				
<b>Característica</b>	<b>Valor</b>	<b>TIPO</b>	<b>Descripción</b>	<b>Protección (Amperios)</b>	<b>Conductor</b>				<b>Material</b>
					<b>Cto</b>	<b>Fase</b>	<b>Neutro</b>		
Capacidad.	75 kVA	AG-MT-M180	ACOMETIDA GENERAL MT. MIRADOR 180	3	1	2	-	XLPE	
Tipo	Capsulada.	AG-BT-M180	ACOMETIDA GENERAL BT. MIRADOR 180	200-250	2	2/0	1/0	Cu-THHN	
Fases.	3	TG-SER1	TABLERO GENERAL DE SERVICIOS	70-100	1	1/0	2	Cu-THHN	
Voltaje primario.	13,200 Voltios	TG-ST-M180	TABLERO GENERAL STAND. MIRADOR 180	35-50	1	4	4	Cu-THHN	
Voltaje secundario.	208 120 Voltios	T-BOM-BCI	Tablero Bomba Contraincendio. Mirador.	200	1	3/0	-	Cu-THHN	
Frecuencia.	60 Hz								
Conexión.	Dyn								
Impedancia de corto circuito.	3.00 %								
Corriente secundaria de corto circuito trifásico.	6,939 Amperios								
Corriente nominal primario.	3.28 Amperios								
Corriente nominal secundario.	208 Amperios								
<b>SUBESTACIÓN No. 2. MIRADOR 360.</b>									
<b>Usuarios</b>									
<b>Tipo</b>	<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Demanda maxima (KVA)</b>						
TG-SER2	TABLERO GENERAL DE SERVICIOS	1	23.90						
TG-ST-M360	TABLERO GENERAL STAND. MIRADOR 360	1	4.47						
<b>AG-BT-M360</b>	<b>ACOMETIDA GENERAL BT. MIRADOR 360</b>		<b>28.36</b>						
<b>TRANSFORMADOR</b>					<b>REDES Y ACOMETIDAS</b>				
<b>Característica</b>	<b>Valor</b>	<b>TIPO</b>	<b>Descripción</b>	<b>Protección (Amperios)</b>	<b>Conductor</b>				<b>Material</b>
					<b>Cto</b>	<b>Fase</b>	<b>Neutro</b>		
Capacidad.	30 kVA	AG-MT-M360	ACOMETIDA GENERAL MT. MIRADOR 360	2	1	2	-	XLPE	
Tipo	Capsulada.	AG-BT-M360	ACOMETIDA GENERAL BT. MIRADOR 360	70-100	1	1/0	1/0	Cu-THHN	
Fases.	3	TG-SER2	TABLERO GENERAL DE SERVICIOS	64-80	1	4	2	Cu-THHN	
Voltaje primario.	13,200 Voltios	TG-ST-M360	TABLERO GENERAL STAND. MIRADOR 360	30	1	6	4	Cu-THHN	
Voltaje secundario.	208 120 Voltios								
Frecuencia.	60 Hz								
Conexión.	Dyn								
Impedancia de corto circuito.	2.80 %								
Corriente secundaria de corto circuito trifásico.	2,974 Amperios								
Corriente nominal primario.	1.31 Amperios								
Corriente nominal secundario.	83 Amperios								

Figura 19.

Memorias de cálculo. Cálculo de malla de puesta a tierra.

Proyecto:	GOBERNACION DEL CASANARE. PARQUE MIRADOR DEL MUNICIPIO DE AGUAZUL		
Descripción:	Diseño de instalaciones eléctricas.		
<b>4.2. MEMORIAS DE CALCULO</b>			
<b>4.2.10. CÁLCULO DE LA MALLA DE PUESTA A TIERRA</b>			
<b>PARQUE MIRADOR DE AGUAZUL</b>			
<b>SUBESTACIÓN No. 1. MIRADOR 180. ESTACION PARAPENTE</b>			
Resistencia Objetivo menor a .....( $\Omega$ )	5	Subestaciones de media tensión de uso interior.	
Resistividad aparente del terreno ( $\rho$ )	61		
Corriente de falla monofásica a tierra en el secundario $I_f$ (A)	5,256		
Corriente de falla monofásica a tierra en el primario $I_o$ (A)	75		
Tiempo de despeje de la falla $t_c$ (ms)	200		
Material a utilizar en la puesta a tierra, con temperatura ambiente de 40°C	Cobre duro cuando se utiliza soldadura exotérmica		
<b>Ver propiedades de los diferentes materiales</b>			
Marque la casilla de verificación si existe un <input checked="" type="checkbox"/> pa superficial.	Resistividad ( $\Omega \cdot m$ )	Calibre	Espesor $h_s$ (cm)
	250		5
Conductor a utilizar en la malla de puesta a tierra	Área ( $mm^2$ )	Calibre	Diámetro (m)
	0.36	2/0 AWG	0.0093
Geometría de la malla	<input type="radio"/> Cuadrada	Largo (m)	15
	<input type="radio"/> Rectángular	Ancho (m)	8
	<input type="radio"/> En forma de L	L1 (m)	0
		L2 (m)	0
		Lado de Cuadrícula (cm)	400
		Número de varillas	8
<input checked="" type="checkbox"/> Marque la casilla si la PT tiene Varillas	Longitud de varilla (cm)	240	
Profundidad de enterramiento de la malla (r)	60	Área de la malla ( $m^2$ )	120
<b>CÁLCULO DE TENSIONES DE PASO Y CONTACTO MÁXIMAS PERMITIDAS</b>			
Tensión de contacto tolerable (V/m)	436	Persona de 70 kg	
Tensión de paso tolerable (V/m)	689		
<b>CÁLCULO DE RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA</b>			
Resistencia de Puesta a Tierra ( $\Omega$ )	<b>2.84</b>		
<b>CÁLCULO DE TENSIONES EN CASO DE FALLA</b>			
Maximo potencial de tierra GPR (V)	<b>405</b>		
Tensión de malla en caso de falla (V)	<b>53</b>		
Tensión de paso en caso de falla (V)	<b>51</b>		
El GPR es menor que la tensión de contacto tolerable?	<b>OK!!! Su diseño ha sido exitoso.</b>		
La tensión de malla en caso de falla es menor que la tensión de contacto tolerable?	<b>OK!!! La tensión de malla cumple</b>		
La tensión de paso en caso de falla es menor que la tensión de paso tolerable?	<b>OK!!! La tensión de paso cumple.</b>		
La resistencia obtenida es menor a la resistencia objetivo?	<b>OK!!! Su diseño ha sido exitoso</b>		
Registro Resistividad aparente del terreno	Dibujo de malla de puesta a tierra		
			
*Metodo basado mediante la norma IEEE 80			

### 4.3 Estudios especializados.

Para la coordinación de protecciones se utilizó el software ETAP 16.0.0, programa especializado en redes eléctricas el cual calcula los flujos de carga y los cortocircuitos requeridos en los diferentes nodos de la red.

Las corrientes de corto circuito son calculadas por el programa, siguiendo las recomendaciones de la norma IEC 60909. En cuanto a la coordinación de protecciones se toman las indicaciones de las normas NTC 2050, NEC (NFPA 70) e IEEE Std. 242- 2001 Buff Book

Los gráficos y los reportes de los flujos de carga, análisis de corto circuito y de arco eléctrico se encuentran en el Apéndice D “Estudios especializados”.

#### 4.3.1 Estudio de cortocircuito

El análisis de cortocircuito es necesario para el dimensionamiento correcto de los dispositivos eléctricos.

Para una correcta interpretación de los resultados, se deben tener en cuenta la simbología y descripción de las variables de cortocircuito más utilizadas, presentadas en la table 7 indicada a continuación:

#### **Tabla 7.**

*Descripción de corrientes de cortocircuitos*



## **5. Etapa III. elaboración de especificaciones técnicas y planos eléctricos y presupuesto de obra.**

### **5.1 Especificaciones técnicas.**

Las especificaciones técnicas para la construcción de las instalaciones eléctricas se encuentran en el apéndice E y contemplan todo lo relacionado a las especificaciones de equipos y materiales, las normas y procesos constructivos que se deben aplicar y todos los componentes que conforman el ítem o actividad, toda vez que para el proceso de licitación y construcción se pueda supervisar y garantizar que la calidad de los materiales y de las obras.

### **5.2 Presupuesto de obra**

El presupuesto de obra para ejecución de los trabajos eléctricos del proyecto se encuentra apéndice F “Presupuesto de obra” y el resumen se muestra en la figura 21 presentada a continuación:

Figura 21.

*Resumen presupuesto de obra*

<b>GOBERNACIÓN DEL CASANARE</b>			
<b>CONSTRUCCIÓN DEL PARQUE MIRADOR DEL MUNICIPIO DE AGUAZUL DEPARTAMENTO DE CASANARE</b>			
INSTALACIONES ELECTRICAS Y TELECOMUNICACIONES.			
<b>PRESUPUESTO DE OBRA.</b>			
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	PARCIAL	
1.00	PRELIMINARES	\$	355,210,778
2.00	ACOMETIDA ELÉCTRICA GENERAL M.T. 13.2 KV.	\$	304,013,943
3.00	SISTEMA DE APANTALLAMIENTO	\$	57,070,238
4.00	SUBESTACIÓN ELÉCTRICA No. 1. MIRADOR 180. ESTACION PARAPENTE.	\$	410,728,231
5.00	SUBESTACIÓN ELÉCTRICA No. 2. MIRADOR 360. CERRO DE LA CRUZ	\$	338,087,522
6.00	SISTEMA DE EMERGENCIA	\$	359,362,650
7.00	RED DE MEDIA TENSION Y SUBESTACIONES IMPULSION ACUEDUCTO	\$	1,189,302,347
8.00	ACOMETIDAS ELECTRICAS PARCIALES.	\$	1,074,792,332
9.00	INSTALACIONES ELECTRICAS EXTERNAS	\$	1,556,940,107
10.00	INSTALACIONES ELECTRICAS INTERNAS	\$	221,894,577
11.00	ACOMETIDA GENERAL DE TELECOMUNICACIONES.	\$	292,437,665
12.00	INSTALACIONES DE TELECOMUNICACIONES.	\$	31,621,842
13.00	SISTEMA DE SUPERVISION Y CONTROL IMPULSION ACUEDUCTO	\$	530,070,107
14.00	REGISTRO Y CERTIFICACIÓN.	\$	70,380,000
	<b>TOTAL COSTO DIRECTO</b>	<b>\$</b>	<b>6,791,912,339</b>
	A.I.U.	%	30%
		\$	2,037,573,702
	I.V.A. de la utilidad	%	19%
		\$	64,523,167
	<b>TOTAL PRESUPUESTO. MIRADOR AGUAZUL</b>	<b>\$</b>	<b>8,894,009,208</b>

### 5.3 Planos eléctricos.

Los planos eléctricos reposan en la carpeta llamada apéndice G “Planos del diseño eléctrico” para el PARQUE MIRADOR MUNICIPIO DE AGUAZUL y corresponde a lo indicado en la tabla 8 como se indica a continuación:

**Tabla 8.**

*Descripción de planos.*

<b>Planos</b>	<b>Descripción</b>
E-01	Localización general
E-02	Redes eléctricas existentes
E-03	Localización estaciones parque mirador
E-04	Localización estaciones bombeo impulsión
E-05	Diagrama unifilar general Parque Mirador
E-06	Diagrama unifilar general bombeo impulsión
E-07	Subestación Mirador 180. Parque Mirador
E-08	Subestación Mirador 360. Parque Mirador
E-09	Subestación tipo estaciones de bombeo de impulsión
E-10	Detalles cajas de inspección
E-11	Detalles de canalizaciones
E-12	Redes eléctricas de media tensión
E-13	Redes eléctricas de baja tensión.
E-14	Instalaciones eléctricas Mirador 180.
E-15	Instalaciones eléctricas Mirador 360.

## 6. Conclusiones

Se calculó la demanda máxima de los equipos internos y externos del PARQUE MIRADOR, dando como resultado una potencia aparente de 47.0 KVA en el Mirador 180 y 28.36 KVA en el mirador 360, por tanto, se deben seleccionar uno transformadores de 75 KVA y 30 KVA respectivamente.

Se calculó los siguientes parámetros:

Demandas máximas.

Cálculos de regulación

Corrientes máximas

Tensiones de paso y contacto permisibles

Conductor de puesta a tierra

Cálculo de malla

Cálculo de tensiones de paso reales

De esta manera se concluye el diseño correspondiente al sistema eléctrico del PARQUE MIRADOR MUNICIPIO DE AGUAZUL.

Se diseñó (15) planos eléctricos tales como: redes de media tensión, redes de baja tensión, sistema de iluminación, sistema fuerza, diagramas unifilares, detalles constructivos, Mirador 180, Mirador 360, senderos peatonales y parqueaderos.

Se realizó las especificaciones técnicas para la construcción de las instalaciones eléctricas del PARQUE MIRADOR MUNICIPIO DE AGUAZUL.

Se elaboró el presupuesto de obra con sus respectivos APU de materiales, equipos, herramientas y mano de obra para la ejecución de este proyecto con un total de \$ 8.894.009.208 de pesos colombianos.

El objetivo general del proyecto “DISEÑO DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS DEL DEL PARQUE MIRADOR DEL MUNICIPIO DE AGUAZUL DEPARTAMENTO DE CASANARE” para SETROC SAS, se cumplió satisfactoriamente ya que las instalaciones eléctricas quedaron diseñadas.

### Referencias bibliográficas

- [1] Reglamento técnico de instalaciones eléctricas RETIE. Resolución No. 90708 de Agosto 30 de 2013. Del Ministerio de Minas y Energía.
- [2] Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público – RETILAP. Resolución No. 180540 de marzo 30 de 2010 Expedido por el Ministerio de Minas y Energía.
- [3] NTC 2050. Código eléctrico colombiano. Segunda actualización. Abril de 2017.
- [4] Norma de Construcción de Redes de Media y Baja Tensión MA-MDE-PSE-01 Versión: 1. ENERCA SA ESP. junio de 2017.
- [5] NTC 4552-1. Protección contra descargas eléctricas atmosféricas (Rayos). Principios generales. 26-11-2008.
- [6] NTC 4552-2. Protección contra descargas eléctricas atmosféricas (Rayos). Manejo del riesgo. 26-11-2008.
- [7] NTC 4552-3. Protección contra descargas eléctricas atmosféricas (Rayos). Daños físicos y amenazas a la vida. 26-11-2008.
- [9] Norma NTC-IEC.61439-1. Conjuntos de equipos de baja tensión. Parte 1: Reglas generales. 2013-08-28.
- [10] Norma NTC-IEC.61439-2. Conjuntos de equipos de baja tensión. Parte 2: Conjuntos de potencia de equipos de baja tensión. 2013-08-28.
- [11] Guía para la Seguridad de puesta a tierra en Subestaciones de C.A. ANSI/IEEE 80-2000.
- [12] EPM-UCET-NYL-GM-08. Guía Metodológica: Análisis del nivel de riesgo por rayos. Grupo EPM. Agosto 2019.

- [13] Norma técnica AE280 Sistema de puesta a tierra. Codensa. Diciembre 02 de 2009.
- [14] Norma NTC 3654. Transformadores de potencia tipo seco. 2003-12-19
- [15] <https://urbanlights.com.co/iluminacion-profesional/iluminacion-de-parques/luminaria-sylvania-para-parques/>
- [16] <https://www.hidrosolta.com/> Guía conceptual para puestas a tierra seguras. Carlos Cárdenas. 6 agosto 2021.
- [17] <https://vatia.com.co/Blog/191qu233-es-un-sistema-de-apantallamiento-y-c243mo-sabersi-lo-necesitas>
- [18] <https://etap.com/es/product-releases/etap-16-release>
- [19] Generalidades 7.1. Acometidas eléctricas Y Medidores  
[https://likinormas.micodensa.com/Norma/acometidas\\_medidores/generalidades\\_ae/generalidades\\_7\\_1\\_actualizacion\\_generalidades](https://likinormas.micodensa.com/Norma/acometidas_medidores/generalidades_ae/generalidades_7_1_actualizacion_generalidades)
- [20] Aguazul (2022) <https://es.wikipedia.org/wiki/Aguazul>