

Diseño del sistema de alumbrado público del parque “El Progreso” y “Los Fundadores” del municipio San Miguel de Sema-Boyacá.

Ferney Stiven Fonseca Ayala, Huber Sneyder Alvarado Peralta

Trabajo de Grado para Optar al Título de Ingenieros Electricistas

Director

Oscar Arnulfo Quiroga Quiroga

Doctor en ingeniería eléctrica

Universidad Industrial de Santander

Facultad de ingenierías físicomecánicas

Escuela de Ingeniería eléctrica, electrónica y de telecomunicaciones

Ingeniería Eléctrica

Bucaramanga

2025

Dedicatoria

Dedico este logro a mi madre, Luvia Peralta, a mi hermana, Dayanna, y a mi abuelo, Luis Peralta (QEPD) y en general a toda mi familia. Su apoyo incondicional y constante motivación me brindaron la fuerza y el ánimo necesarios para no rendirme en mi camino académico. Gracias a ellos, siempre tuve la energía para superar cada obstáculo. Y sobre todo dedico este logro a la vida y a mí mismo, por no rendirme y por haber demostrado resiliencia en cada etapa de dificultad a lo largo de mi carrera.

Huber Sneyder Alvarado Peralta.

Dedico este logro a mi madre, Olga Ayala, mis hermanos Daladier, Libardo, Ecna y Diego, y a cada una de sus familias. También a mi abuelita, quienes siempre estuvieron ahí conmigo, ayudándome en cada etapa de este largo camino con amor y dirección. Siempre me impulsaron por el buen camino para mantenerme firme y no rendirme sin importar las circunstancias. Me dedico este logro a mí mismo, porque, aunque hubo muchas dificultades, logré culminar este largo, desafiante, arduo, exigente, con subidas y bajadas, pero tan hermoso camino.

Ferney Stiven Fonseca Ayala.

Agradecimientos

Quiero expresar mi agradecimiento al director, Dr. Oscar Arnulfo Quiroga Quiroga, por haber sido una parte fundamental en este proceso de aprendizaje, apoyándonos y brindándonos asesoría y guía en la conclusión de este logro académico.

Agradezco también al personal administrativo de la alcaldía municipal de San Miguel de Sema y asimismo a su comunidad en general por abrirnos sus puertas y por su compromiso en brindarnos toda la información requerida para la realización de este trabajo.

De igual manera, quiero expresar mi profundo agradecimiento a la Universidad Industrial de Santander, mi alma mater. No solo el lugar donde adquirí conocimientos y habilidades, sino también donde forjé valores fundamentales para mi vida profesional y personal. Sus instalaciones fueron más que aulas de estudio; se convirtieron en mi segundo hogar durante todos estos años, un refugio de crecimiento y descubrimiento.

Finalmente, expreso mi agradecimiento a Dios por haber puesto en mi vida a mi madre, Lubia Erys Peralta Rodríguez, quien desempeñó un rol clave en este proyecto al ser la precursora de la idea original. Su aporte no solo se limitó a proporcionar información relevante para el desarrollo de este, sino que también fue fundamental en la constante motivación y seguimiento durante las distintas fases del proceso. Su participación fue determinante para el avance y éxito del proyecto.

Huber Sneyder Alvarado Peralta

Agradecimientos

En este espacio quiero agradecer profundamente a Dios por darme cada día la oportunidad de vivir y aprender porque, aunque fallamos a diario él nunca nos abandona.

Agradezco a mi director, Dr. Oscar Arnulfo Quiroga Quiroga, por estar al pendiente de nuestro proceso académico y por su invaluable guía.

Agradezco a mi Universidad Industrial de Santander, mi segundo hogar por tantos años. En este lugar no solo aprendí sobre mi carrera, sino también sobre muchos valores que se inculcan a lo largo de este camino.

A mi madre, por su amor y ayuda sin importar las circunstancias. A mi hermano Dalitas, porque siempre he sabido que cree en mí. A mi hermano Libar, por enseñarme a ser esforzado. A mi hermanita, por darme una muestra de carácter y berraquera en la vida. A mi hermano Diego, por estar pendiente de mí y ser ese apoyo en cualquier lugar. A mi abuelita, que siempre tuvo un corazón tan generoso y lleno de amor.

A mis amigos y compañeros, con quienes compartí muchos momentos especiales a lo largo de la carrera.

Ferney Stiven Fonseca Ayala

Tabla de Contenido

Introducción	13
1. Objetivos	14
1.1 Objetivo General	14
1.2 Objetivos Específicos.....	14
2. Diagnóstico del sistema de iluminación existente en los parques objeto de diseño	14
2.1 Visita y evaluación de los parques.....	14
2.1.1 Planificación de la visita	14
2.1.2 Recolección de datos.....	15
2.1.3 Informe de evaluación.....	16
2.1.4 Evaluación técnica	17
2.2 Análisis lumínico	19
2.2.1 Identificación de áreas vitales	19
2.2.2 Estudio de factores de seguridad.....	21
2.2.3 Evaluación de factor ambiental.....	23
3. Desarrollo de Diseños y Cálculos Técnicos para el Sistema de Iluminación	24
3.1 Valoración de cálculos técnicos apropiados	24
3.1.1 Memorias de cálculo	24
3.1.2 Cuadros de carga.....	35
3.1.3 Cálculos de canalización.....	36

3.1.4	Cálculos de regulación	38
3.1.5	Cálculos de conductores	40
3.1.6	Equipos eléctricos	42
3.1.7	Fiabilidad	44
3.2	Planos eléctricos detallados	46
3.2.1	Diagramas unifilares	46
3.2.2	Diseño del sistema de puesta a tierra	50
3.3	Simulación característica con software (DIALux)	52
3.3.1	Distribución y diseño del sistema de iluminación	53
3.3.2	Cálculos de Distancias de Seguridad	59
3.4	Especificaciones Técnicas y Presupuesto	61
3.4.1	Estimación de Costos	61
4.	Recomendaciones	64
4.1	Normativas y cumplimiento técnico	64
4.2	Diseño de la red eléctrica	64
4.3	Selección de luminarias	64
4.4	Gestión ambiental	64
4.5	Aspectos de seguridad y mantenimiento	65
4.6	Análisis de costos y presupuesto	65
5.	Conclusiones	65
	Referencias Bibliográficas	67

Lista de Tablas

Tabla 1. Datos disponibilidad de Servicio de Energía eléctrica parque "El Progreso"	26
Tabla 2. Parámetros del proyecto parque "El Progreso"	26
Tabla 3. Carga diversificada e instalada parque "El Progreso"	26
Tabla 4. Datos Disponibilidad De Servicio De Energía Eléctrica parque "Los Fundadores"	33
Tabla 5. Parámetros del proyecto parque "Los Fundadores"	33
Tabla 6. Carga diversificada e instalada parque "Los Fundadores"	34
Tabla 7. Cuadro de cargas parque "El Progreso"	35
Tabla 8. Cuadro de cargas diversificada parque "El Progreso"	35
Tabla 9. Cuadro de cargas parque "Los Fundadores"	36
Tabla 10. Cuadro de cargas diversificada parque "Los Fundadores"	36
Tabla 11. Diámetro interior ductos metálicos y PVC.	37
Tabla 12. Áreas exteriores de los conductores.....	37
Tabla 13. Cálculos de canalización.....	38
Tabla 14. Cálculos de regulación parque "El Progreso"	39
Tabla 15. Cálculos de regulación parque "Los Fundadores"	40
Tabla 16. Valores de referencia para resistencia de puesta a tierra.	51
Tabla 17. Estimación de costos parque "El progreso"	62
Tabla 18. Estimación de costos parque "Los Fundadores"	63

Lista de Figuras

Figura 1. Registro fotográfico parque "El Progreso"	19
Figura 2. Áreas de análisis lumínico parque "El Progreso"	20
Figura 3. Registro fotográfico parque "Los Fundadores"	20
Figura 4. Áreas de análisis lumínico parque "Los Fundadores"	21
Figura 5. Ubicación predio parque "El Progreso"	25
Figura 6. Ubicación red de baja tensión y equipo de medida parque "El Progreso"	27
Figura 7. Nivel cerámico y densidad de rayos a tierra parque "El Progreso"	29
Figura 8. Cálculo de Nivel Cerámico Mediante Software SpaRISK parque "El Progreso"	30
Figura 9. Ubicación predio parque "Los Fundadores"	33
Figura 10. Ubicación red de baja tensión y equipo de medida parque "Los Fundadores"	34
Figura 11. Fiabilidad parque "El Progreso"	44
Figura 12. Fiabilidad parque "Los Fundadores"	45
Figura 13. Diagrama unifilar general parque "El Progreso"	46
Figura 14. Diagrama unifilar Tablero de distribución parque "El Progreso"	47
Figura 15. Conexión equipo de medida parque "El Progreso"	47
Figura 16. Acometida subterránea parque "El Progreso"	48
Figura 17. Conexión a red parque "El Progreso"	48
Figura 18. Diagrama unifilar general parque "Los Fundadores"	49
Figura 19. Diagrama unifilar Tablero de distribución parque "Los Fundadores"	49
Figura 20. Sistema de puesta a tierra	52
Figura 21. Lista de luminarias	52
Figura 22. Simulación del parque "El Progreso"	53
Figura 23. Plano ubicación luminarias parque "El Progreso"	54
Figura 24. Plano objeto de cálculo parque "El Progreso"	54

Figura 25. Análisis lumínico por áreas parque "El Progreso"	54
Figura 26. Diseño eléctrico de iluminación parque "El Progreso"	55
Figura 27. Simulación del parque "Los Fundadores"	56
Figura 28. Plano ubicación luminarias parque "Los Fundadores"	57
Figura 29. Plano objeto de cálculo parque "Los Fundadores"	57
Figura 30. Análisis lumínico por áreas parque "Los Fundadores"	58
Figura 31. Diseño eléctrico de iluminación parque "Los Fundadores"	59
Figura 32. Distancias de seguridad	60
Figura 33. Distancias de seguridad	61

Lista de Apéndices

NOTA: Ver apéndices adjuntos en el repositorio institucional.

Apéndice A. Memorias de cálculo parque El Progreso

Apéndice B. Planos eléctricos detallados parque El Progreso

Apéndice C. Presupuesto parque El Progreso

Apéndice D. Planos en DIALUX parque El Progreso

Apéndice E. Cuadros de carga parque El Progreso

Apéndice F. Fiabilidad parque El Progreso

Apéndice G. Memorias de cálculo parque Los Fundadores

Apéndice H. Planos eléctricos detallados parque Los Fundadores

Apéndice I. Presupuesto parque Los Fundadores

Apéndice J. Planos en DIALUX parque Los Fundadores

Apéndice K. Cuadros de carga parque Los Fundadores

Apéndice L. Fiabilidad parque Los Fundadores

Apéndice M. Especificaciones técnicas

Resumen

Título: DISEÑO DEL SISTEMA DE ALUMBRADO PÚBLICO DEL PARQUE “EL PROGRESO” Y “LOS FUNDADORES” DEL MUNICIPIO SAN MIGUEL DE SEMA-BOYACÁ. ¹.

Autor: Huber Sneyder Alvarado Peralta, Ferney Steven Fonseca Ayala. ².

Palabras Clave: Diseño lumínico, alumbrado público, exigencias normativas, red eléctrica local.

Descripción: El parque "El Progreso" y el parque “Los Fundadores” del municipio de San Miguel de Sema, han desempeñado un papel fundamental como espacio público de encuentro, esparcimiento y recreación para la comunidad local y sus visitantes, donde también se presencia actividades sociales y culturales. No obstante, el sistema de alumbrado público ya existente presenta deficiencias significativas que afectan factores tales como la seguridad, la calidad de vida y el desarrollo urbano, impidiendo el pleno disfrute de quienes frecuentan los parques, la falta de una iluminación adecuada limita las posibilidades de disfrute y aprovechamiento de los parques, disminuyendo su utilidad y valor como puntos de encuentro comunitario.

Se diseñó un sistema de alumbrado público para el parque "El Progreso" y para el parque “Los Fundadores” del municipio de San Miguel de Sema - Boyacá, donde estos acapararon los requisitos técnicos mínimos y normativos, establecidos en normativa RETIE (Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas) y RETILAP (Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público Exterior).

¹ Trabajo de grado.

² Facultad de Ingenierías Físicomecánicas, Escuela de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones. Director: Oscar Arnulfo Quiroga Quiroga, Doctor en ingeniería eléctrica.

Abstract

Title: DESIGN OF THE PUBLIC LIGHTING SYSTEM OF THE "EL PROGRESO" AND "LOS FUNDADORES" PARK OF THE MUNICIPALITY OF SAN MIGUEL DE SEMA-BOYACÁ. ³.

Author(s): Huber Sneyder Alvarado Peralta, Ferney Steven Fonseca Ayala. ⁴.

Key Words: Lighting design, public lighting, regulatory requirements, local electricity network.

Description: The "El Progreso" park and the "Los Fundadores" park in the municipality of San Miguel de Sema, have played a fundamental role as a public space for meeting, leisure and recreation for the local community and its visitors, where social and cultural activities are also witnessed. However, the existing public lighting system has significant deficiencies that affect factors such as safety, quality of life and urban development, preventing the full enjoyment of those who frequent the parks, the lack of adequate lighting limits the possibilities of enjoyment and use of the parks, reducing their usefulness and value as community meeting points. A public lighting system was designed for the "El Progreso" park and for the "Los Fundadores" park in the municipality of San Miguel de Sema - Boyacá, where they met the minimum technical and regulatory requirements, established in RETIE regulations. (Technical Regulation of Electrical Installations) and RETILAP (Technical Regulation of Lighting and Outdoor Public Lighting).

³ Degree Work

⁴ Faculty of Engineering Physicochemical, School of Electrical, Electronic and Telecommunication.

Introducción

En la actualidad, todas las luminarias destinadas al alumbrado público, iluminación interior o cualquier otro tipo de iluminación, deben cumplir con requisitos específicos y garantizar los niveles y la calidad necesarios de la energía lumínica requerida para una óptima actividad visual. Además, deben velar por la seguridad en el suministro de energía, proteger los derechos de los consumidores y comprometerse con el medio ambiente. Esto implica prevenir, minimizar y eliminar los riesgos derivados de la instalación y el uso de sistemas de iluminación, a través de la implementación de medidas apropiadas.

La falta de una iluminación adecuada limita las posibilidades de disfrute y aprovechamiento de los parques, disminuyendo su utilidad y valor como puntos de encuentro comunitario. Conscientes de la necesidad de superar estas deficiencias lumínicas, se propuso desarrollar un proyecto de grado que se enfoque en el diseño de un sistema de alumbrado público para cada parque acorde con las exigencias del RETIE (Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público Exterior) y el RETILAP (Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas). Estos reglamentos establecen los lineamientos técnicos y normativos para garantizar la eficiencia, seguridad y calidad de los sistemas de alumbrado público, con el objetivo de brindar entornos seguros y confortables para los usuarios.

Los diseños comprendieron la elaboración de planos eléctricos detallados, diagramas unifilares, planos en el software Dialux, memorias de cálculo, estimación de presupuesto, especificaciones técnicas y entregables complementarios necesarios para cumplir con las exigencias requeridas por del RETIE y el RETILAP, además se tuvo en cuenta la red eléctrica requerida, considerando necesidades decorativas y el uso de fuentes de iluminación modernas, para no entrar en conflicto con detalles estéticos arquitectónicos de los parques.

Además de mejorar la seguridad en los parques, un sistema de alumbrado público adecuado también contribuirá a realzar la estética y la belleza del entorno, permitiendo la apreciación de los espacios naturales y arquitectónicos de los parques durante las horas nocturnas. Se asumió criterios de diseño que integren la iluminación como elemento decorativo, resaltando áreas destacadas, senderos y elementos escultóricos presentes en los parques.

1. Objetivos

1.1 Objetivo General

Diseñar un sistema de alumbrado público para el parque “El Progreso” y para el parque “Los Fundadores” de San Miguel de Sema – Boyacá acorde con las exigencias del RETIE y RETILAP.

1.2 Objetivos Específicos

1. Realizar el diagnóstico del sistema de iluminación existente en los parques.
2. Realizar los diseños de iluminación teniendo en cuenta la funcionalidad, seguridad y la estética de los espacios, asegurando un nivel adecuado de iluminación.
3. Realizar los diseños de la red eléctrica requerida.
4. Desarrollar las especificaciones técnicas y presupuestos de inversión, que incluya los costos aproximados de los materiales, equipos y componentes necesarios para la implementación del sistema de alumbrado público en el parque “El Progreso” y en el parque “Los Fundadores”.

2. Diagnóstico del sistema de iluminación existente en los parques objeto de diseño

2.1 Visita y evaluación de los parques

2.1.1 Planificación de la visita

La planificación de la visita a los parques "El Progreso" y "Los Fundadores" en San Miguel de Sema se realizó de manera meticulosa, dispendiosa y programada para garantizar una hoja de ruta apropiada.

El proceso fue llevado a cabo siguiendo los siguientes pasos:

1. **Definición de objetivos:** El objetivo principal de la visita fue evaluar el estado actual del sistema de iluminación en los parques, identificar áreas críticas y determinar las deficiencias que afectan la seguridad y funcionalidad del alumbrado. Se buscaba obtener la información necesaria para diseñar un sistema que cumpliera con los requisitos técnicos del RETIE y RETILAP.
2. **Plan de recorrido:** Se estableció un recorrido planificado que incluyó todas las áreas importantes de los parques, como caminos principales, zonas recreativas, entradas, y puntos de alta concentración de personas. El recorrido fue organizado para inspeccionar tanto las zonas más iluminadas como las más oscuras, con especial atención a las áreas que presentan riesgos de seguridad.

2.1.2 Recolección de datos

La recolección de datos en los parques "El Progreso" y "Los Fundadores" fue realizada de manera sistemática para garantizar la obtención de la información técnica necesaria para el diseño del sistema de alumbrado público. El proceso se llevó a cabo siguiendo estos pasos:

1. **Selección de los equipos de medición:** Se utilizaron instrumentos técnicos como un luxómetro para medir los niveles de iluminación en diferentes puntos de los parques, un multímetro para evaluar el estado de la red eléctrica y una cámara fotográfica para documentar las condiciones de las luminarias actuales, así como la disposición espacial de los postes.
2. **Documentación del estado actual:** Durante la visita se registraron las condiciones actuales de las luminarias, su distribución, estado físico, tipo de bombillas y altura de los postes. Además, se inspeccionaron las canalizaciones y el cableado subterráneo, asegurando que estén en buenas condiciones y con el espacio suficiente para una futura ampliación si fuese necesario.
3. **Levantamiento de planos y diagramas actuales:** Se tomó nota de la distribución de

luminarias, la ubicación de los postes y el estado físico de los equipos. A través de software de cartografía y herramientas de diseño como AutoCAD, se realizaron croquis preliminares que sirvieron de referencia para los posteriores cálculos técnicos.

4. **Mediciones de campo:** Se realizaron mediciones en tiempo real de la intensidad lumínica (lux) en varias zonas clave del parque, incluyendo las áreas de mayor uso, como senderos, zonas de juego, entradas y espacios recreativos. Estas mediciones permitieron detectar las deficiencias lumínicas que afectan la seguridad y funcionalidad de los parques.
5. **Entrevistas y consulta con autoridades locales:** Se complementaron los datos técnicos con la información proporcionada por las autoridades locales y la comunidad. Esto permitió ajustar el diseño a las expectativas de la población y a las regulaciones municipales, asegurando la viabilidad y aceptación del proyecto.

2.1.3 Informe de evaluación

El informe de evaluación se centró en verificar la viabilidad técnica y la adecuación del diseño propuesto para el sistema de alumbrado público de los parques "El Progreso" y "Los Fundadores" en San Miguel de Sema. El proceso incluyó la revisión detallada de los cálculos técnicos y su comparación con los estándares normativos exigidos por el **RETIE** y **RETILAP**, además de las regulaciones municipales.

- **Evaluación de los Cálculos Técnicos:**
 - a) **Cumplimiento con los niveles de iluminación:** Los cálculos realizados determinaron si los niveles lumínicos proyectados para las diferentes áreas de los parques cumplen con los requisitos establecidos por el **RETILAP**, asegurando que las zonas de mayor uso, como caminos, áreas recreativas y accesos, reciban iluminación adecuada para garantizar la seguridad y el confort de los usuarios. Las mediciones en campo arrojaron un valor lumínico promedio inferior a lo exigido, lo cual justificó el rediseño.

- b) ***Distribución de luminarias y postes:*** El diseño contempló una redistribución de las luminarias existentes, incrementando el número de luminarias en zonas críticas de baja visibilidad. Se verificó que la altura y separación entre postes de luz respondiera a las normativas técnicas, optimizando la cobertura lumínica sin crear puntos oscuros que comprometieran la seguridad.
- c) ***Análisis eléctrico:*** Se validó la capacidad de la red eléctrica existente en los parques para soportar la nueva carga generada por las luminarias LED proyectadas. Los cálculos de consumo energético indicaron una mejora significativa en términos de eficiencia, permitiendo reducir el consumo total de energía en un 35% respecto al sistema actual. Se realizó un ajuste en los calibres de los conductores eléctricos para evitar sobrecargas y garantizar un sistema seguro.
- d) ***Compatibilidad con la normativa municipal:*** Además de cumplir con las normativas nacionales (RETIE y RETILAP), el diseño y los cálculos también fueron revisados para asegurar que cumplen con los requisitos técnicos y de infraestructura estipulados por las regulaciones locales de San Miguel de Sema. Esto incluyó asegurar que las canalizaciones subterráneas y el espacio para los nuevos postes de luz respeten las distancias mínimas y las restricciones urbanísticas del municipio.

- ***Conclusión del Informe de Evaluación:***

El diseño propuesto es viable técnica y económicamente, cumpliendo con los estándares nacionales de seguridad y eficiencia energética, y con los lineamientos técnicos municipales. Las mejoras proyectadas garantizan no solo un aumento en la seguridad del espacio público, sino también una mayor durabilidad y sostenibilidad del sistema de alumbrado.

2.1.4 Evaluación técnica

La **evaluación técnica** del proyecto se basó en analizar detalladamente los elementos críticos del

sistema de alumbrado público propuesto para los parques "El Progreso" y "Los Fundadores" en San Miguel de Sema, según los parámetros de las normativas **RETIE**, **RETILAP**, y las disposiciones locales.

Aspectos técnicos evaluados:

- a) ***Niveles de iluminación:*** Se realizó un análisis comparativo de los niveles de iluminación propuestos versus los requerimientos establecidos por el **RETILAP**. Para ambos parques, se ajustaron los cálculos a los niveles recomendados de iluminancia para áreas de esparcimiento y tránsito peatonal, asegurando una distribución homogénea de la luz sin puntos oscuros ni sobreexposición.
- b) ***Selección de luminarias:*** Se evaluó la elección de las luminarias tipo LED, confirmando su eficiencia energética y capacidad de cumplir con los requerimientos de seguridad lumínica. Las luminarias seleccionadas cumplen con los requisitos de **eficiencia lumínica** (>100 lm/W), vida útil prolongada (>50,000 horas), y un bajo consumo eléctrico, asegurando una reducción significativa en el costo de operación a largo plazo.
- c) ***Distribución de postes y luminarias:*** Se verificó que el espaciado entre los postes y la altura de las luminarias cumplan con los estándares definidos en el **RETILAP** y la normativa municipal, maximizando la cobertura de luz sin generar deslumbramientos ni sombras indebidas.
- d) ***Sistema eléctrico:*** La evaluación técnica también consideró el dimensionamiento de los conductores eléctricos y las protecciones necesarias para evitar fallos en el sistema. Se revisó que las capacidades de los transformadores y las canalizaciones subterráneas estuvieran alineadas con las exigencias del **RETIE**, garantizando una transmisión eficiente de la energía.
- e) ***Sistema de puesta a tierra:*** Se verificó que las instalaciones eléctricas contemplen un adecuado sistema de puesta a tierra para protección contra sobrecargas y descargas

atmosféricas, en cumplimiento estricto con el **RETIE**. Este aspecto es clave para la seguridad operativa del sistema y la protección de los usuarios.

- **Conclusión:**

La evaluación técnica confirmó que los diseños y cálculos cumplen con las normativas vigentes en cuanto a niveles de seguridad, eficiencia energética y compatibilidad técnica, tanto a nivel nacional (RETIE y RETILAP) como municipal. La implementación del proyecto aportará una mejora sustancial en la seguridad y estética de los parques, además de optimizar el uso de recursos energéticos.

2.2 Análisis lumínico

2.2.1 Identificación de áreas vitales

La identificación de las áreas vitales fue un paso crucial en el diseño de sistemas del alumbrado público, ya que permitió priorizar las zonas que requieren atención especial para garantizar la seguridad, funcionalidad y confort visual de los usuarios. Este proceso implicó analizar las dinámicas de uso de los espacios, como el flujo de personas, las actividades que se realizan en diferentes horarios, y las características arquitectónicas o naturales que deben ser resaltadas o protegidas con iluminación. En la figura 1, 2, 3 y 4 se presenta el registro fotográfico de estas áreas vitales.

Figura 1.

Registro fotográfico parque "El Progreso"



Nota. [Fotografías representación vista superior parque el “Progreso”] por Huber A. Peralta.

Figura 2.

Áreas de análisis lumínico parque "El Progreso"



Nota. [Fotografías senderos parque el “Progreso”] por Huber A. Peralta.

Figura 3.

Registro fotográfico parque "Los Fundadores"



Nota. [Fotografía representación vista panorámica parque el “Los Fundadores”] por Alcaldía municipal.

Figura 4.

Áreas de análisis lumínico parque "Los Fundadores"



Nota. [Fotografías senderos parque el “Los Fundadores”] por Alcaldía municipal.

2.2.2 Estudio de factores de seguridad

- **ANÁLISIS DE RIESGO POR ILUMINACIÓN**

Para realizar un análisis de riesgos en el sistema de iluminación del proyecto, se deben considerar todos los aspectos de la iluminación relacionados con la salud y seguridad de las personas, el medio ambiente, la vida animal y vegetal, para minimizar el riesgo de inseguridad, accidentalidad y deterioro de la salud visual se evaluaron los siguientes aspectos:

- Niveles adecuados de iluminación.
- Uniformidad de los niveles de iluminación.
- Control del deslumbramiento.
- Temperatura de color de las fuentes luminosas y su índice de reproducción del color.
- Temperatura asociada a la operación de las fuentes, propiedades de luminarias y sitios de

montaje, incluyendo las de ignición de los productos aledaños.

f) Condiciones de localización para la operación y el mantenimiento.

Los riesgos para evaluar son los siguientes:

- Deslumbramiento
- Poca iluminación
- Efecto estroboscópico
- Calentamiento de luminarias
- Falta de uniformidad

- ***ANALISIS DE RIESGO ELECTRICO***

Con el fin de evaluar el nivel o grado de riesgo de tipo eléctrico en el presente proyecto, se puede aplicar la siguiente matriz para la toma de decisiones de acuerdo con lo sugerido en el artículo 9.2.1 del RETIE:

- ❖ Definir el factor de riesgo que se requiere evaluar o categorizar.
- ❖ Definir si el riesgo es potencial o real.
- ❖ Determinar las consecuencias para las personas, económicas, ambientales y de imagen de la empresa. Estimar dependiendo del caso particular que analiza.
- ❖ Buscar el punto de cruce dentro de la matriz correspondiente a la consecuencia (1, 2, 3, 4, 5) y a la frecuencia determinada (a, b, c, d, e): esa será la valoración del riesgo para cada clase.
- ❖ Repetir el proceso para la siguiente clase hasta que cubra todas las posibles pérdidas.
- ❖ Tomar el caso más crítico de los cuatro puntos de cruce, el cual será la categoría o nivel del riesgo.
- ❖ Tomar las decisiones o acciones, según lo indicado en la Tabla 9.4 del RETIE.

- ***FACTORES DE RIESGO ELÉCTRICO MÁS COMUNES***

Por regla general, todas las instalaciones eléctricas tienen implícito un riesgo y ante la

imposibilidad de controlarlos todos en forma permanente, se seleccionaron algunos factores, que al no tenerlos presentes ocasionan la mayor cantidad de accidentes.

El tratamiento preventivo de la problemática del riesgo de origen eléctrico obliga a saber identificar y valorar las situaciones irregulares, antes de que suceda algún accidente. Por ello, es necesario conocer claramente el concepto de riesgo; a partir de ese conocimiento, del análisis de los factores que intervienen y de las circunstancias particulares, se tendrán criterios objetivos que permitan detectar la situación de riesgo y valorar su grado de peligrosidad. Identificado el riesgo, se han de seleccionar las medidas preventivas aplicables.

2.2.3 Evaluación de factor ambiental

El desarrollo de la evaluación en el factor ambiental en el proyecto se llevó a cabo asegurando que las soluciones de iluminación propuestas fueran sostenibles y respetuosas con el entorno natural de los parques "El Progreso" y "Los Fundadores". Durante el proceso, se priorizaron tecnologías que redujeran la contaminación lumínica, como luminarias con corte óptico, las cuales evitaban la dispersión innecesaria de luz hacia el cielo y minimizaron los efectos adversos sobre los ecosistemas nocturnos.

El uso de luminarias LED se implementó para garantizar una mayor eficiencia energética, reduciendo tanto el consumo eléctrico como las emisiones indirectas de gases de efecto invernadero. Se consideraron temperaturas de color cálidas para proteger los ciclos biológicos de la fauna y flora local, mitigando el impacto ambiental del alumbrado sobre el entorno natural. Además, el diseño se integró con las características paisajísticas y urbanas, respetando los elementos estéticos y funcionales propios de los parques.

Finalmente, se gestionaron adecuadamente los residuos generados durante la instalación, como luminarias obsoletas y materiales de desecho, garantizando el cumplimiento de las normativas ambientales. Este enfoque permitió no solo cumplir con los requisitos del RETILAP y las políticas

locales, sino también contribuir de manera efectiva a la sostenibilidad y al bienestar de la comunidad.

Para controlar la contaminación lumínica, se implementaron luminarias con ópticas que limitaron la dispersión de luz hacia áreas no deseadas, evitando impactos negativos en la fauna nocturna y en el paisaje natural. Asimismo, se utilizaron temperaturas de color inferiores a 4000K, que son menos invasivas para los ecosistemas locales y reducen el deslumbramiento en los usuarios.

3. Desarrollo de Diseños y Cálculos Técnicos para el Sistema de Iluminación

3.1 Valoración de cálculos técnicos apropiados

La valoración de los cálculos técnicos apropiados en el diseño del sistema de alumbrado público es fundamental para asegurar que las soluciones implementadas cumplan con los requisitos de seguridad, eficiencia y sostenibilidad. Este proceso implica verificar que los parámetros eléctricos, como las corrientes de carga, caídas de tensión y potencias instaladas, se ajusten a las normativas del RETIE y RETILAP. Además, se deben considerar aspectos como la correcta selección de conductores, luminarias y protecciones eléctricas, así como la capacidad del sistema de soportar condiciones climáticas adversas, garantizando su funcionamiento a largo plazo sin comprometer la integridad del proyecto ni la seguridad de los usuarios. La validación final de estos cálculos no solo asegura el cumplimiento normativo, sino también la viabilidad económica y operativa del proyecto.

3.1.1 Memorias de cálculo

PARQUE EL PROGRESO

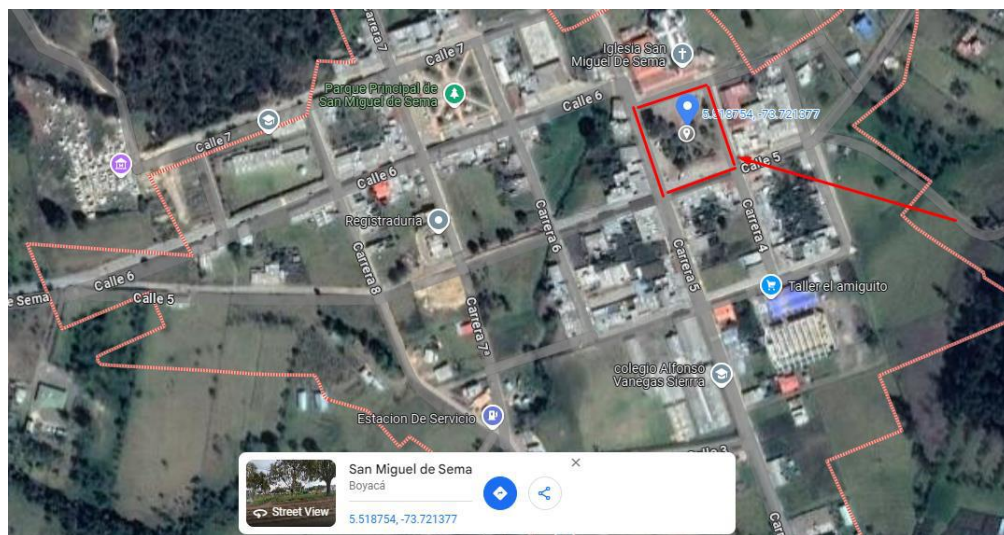
- ***DESCRIPCION GENERAL***

La presente memoria de cálculo se realiza cumpliendo con lo establecido en Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas “RETIE”, normas de diseño de redes de la empresa de energía CODENSA E.S.P. y las recomendaciones del Código Eléctrico Nacional, Norma NTC 2050; contiene el diseño de la instalación eléctrica en baja tensión e interna para los tableros de medida

TM-1 de la Iluminación Parque el Progreso ubicada en San Miguel de Sema– Boyacá con red de baja tensión en cable 2/0 ASCR red abierta y acometida en cable de cobre Calibre No. 6 THHN/THWN hasta el tablero de medida ubicado en un costado del PARQUE EL PROGRESO, como se estipula en los planos eléctricos y parcial de carga en No. 6 THHN/THWN hasta el tablero de distribución TD-1. En la figura 5 se presenta las imágenes correspondientes a la ubicación del parque en una perspectiva general con el pueblo. Para un análisis más detallado, se recomienda consultar el Apéndice A, memorias de cálculo de la carpeta “parque 1 El Progreso” en la carpeta de apéndices, donde se describen de manera minuciosa la ubicación.

Figura 5.

Ubicación predio parque "El Progreso"



Nota. [Imagen ubicación parque el “El Progreso”] por Google maps.

San Miguel de Sema– Boyacá

5.518754, -73.721377

5°31'05.5"N 73°43'16.4"W

A continuación, se presenta la tabla 1 correspondientes a datos de disponibilidad de servicio y la tabla 2 a síntesis del proyecto, asimismo la tabla 3 como características de cargas diversificadas. Para un análisis más detallado, se recomienda consultar el Apéndice A, memorias de cálculo de la carpeta “parque 1 El Progreso” en la lista de apéndices, donde se describen de manera minuciosa estos detalles.

Tabla 1.

Datos disponibilidad de Servicio de Energía eléctrica parque "El Progreso"

NOMBRE SUBESTACION	SAN MIGUEL DE SEMA
CÓDIGO DE CIRCUITO	62714TR1
DIRECCION NODO	MPO DE SAN MIGUEL DE SEMA
CÓDIGO DE NODO	62714

Nota. [Tabla disponibilidad servicio parque el "El Progreso"] por Ferney S. Fonseca

- **SÍNTESIS DEL PROYECTO**

Tabla 2.

Parámetros del proyecto parque "El Progreso"

NOMBRE DEL PROYECTO	ILUMINACION PARQUE EL PROGRESO	
LOCALIZACIÓN	SAN MIGUEL DE SEMA	
PROPIETARIO	ALCALDIA MUNICIPAL SAN MIGUEL DE SEMA	
NUMERO DE CUENTAS POR CLASE DE SERVICIO:		
RESIDENCIAL	0 USUARIOS	
COMERCIAL	1 USUARIO	
INDUSTRIAL	0 USUARIOS	
ESTRATO SOCIOECONOMICO: 2		
MEDIDORES		
CANTIDAD	CAPACIDAD	TIPO DE CONEXIÓN
1	2 φ 5(100) A 120/208 V - 60 Hz	DIRECTA
RED DE DISTRIBUCIÓN		
TIPO DE RED	TIPO DE ACOMETIDA	LONGITUD DE LA RED EN Km
RED DE BAJA TENSION	SUBTERRANEA	0.030
TIPO DE POSTERIA	METALICA	
TIPO DE CRUCETERIA	NO APLICA	
ALUMBRADO PUBLICO	SI	

Nota. [Tabla parámetros del proyecto parque el "El Progreso"] por Ferney S. Fonseca

- **PARAMETROS ELECTRICOS**

Tabla 3.

Carga diversificada e instalada parque "El Progreso"

TIPO DE INSTALACIÓN	COMERCIAL	X
CARGA INSTALADA CUENTA NUEVA	8706 VA	7835 W
CARGA DIVERSIFICADA CUENTA NUEVA	8706 VA	7835 W

Nota. [Tabla parámetros eléctricos parque el "El Progreso"] por Ferney S. Fonseca

- **FACTOR DE POTENCIA**

El factor de potencia promedio del sistema eléctrico considerado en este proyecto es de 0,9 en atraso. Se considera este valor de acuerdo con lo estipulado en la resolución CREG 108 de 1997.

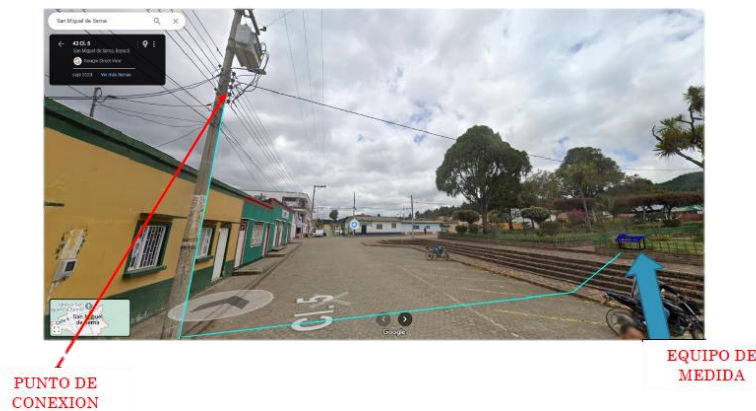
Para este factor no se justifica un análisis de corrección de potencia, debido a la potencia reactiva es mucho menor que el 50% de la potencia activa para que genere cobros de sanciones por parte del operador de red. “Resolución CREG 082 de 2002“

- **RED DE BAJA TENSIÓN**

Se cuenta con una red trenzada aérea, calibre de conductor *No. 2/0*, se verificó el cálculo la acometida general para analizar su cumplimiento de acuerdo con las normas de diseño CODENSA y se derivó del punto de conexión dado en la disponibilidad de energía eléctrica en conductor de cobre *calibre #6* hasta el tablero de medida ubicado en muro en la entrada del predio ubicado cerca al punto de conexión. Se presenta en la figura 6 la correspondiente acometida del parque “El Progreso”

Figura 6.

Ubicación red de baja tensión y equipo de medida parque "El Progreso"



Nota. [Imagen ubicación posible acometida parque el “El Progreso”] por Huber A. Peralta.

- **ANALISIS DE ARMONICOS**

En general, los armónicos son producidos por cargas no lineales que, a pesar de ser Alimentadas con una tensión sinusoidal, absorben una intensidad no sinusoidal.

Para simplificar se considera que las cargas no lineales se comportan como fuentes de intensidad que inyectan armónicos en la red. Las cargas armónicas no lineales más comunes son las que se encuentran en los receptores alimentados por electrónica de potencia tales como variadores de velocidad, rectificadores, convertidores, etc.

Otro tipo de cargas tales como reactancias saturables, equipos de soldadura, hornos de arco, etc., también inyectan armónicos. El resto de las cargas tienen un comportamiento lineal y no generan armónicos.

Principales fuentes de armónicos: Son cargas que es posible distinguir según sus dominios, industriales o domésticos:

- ✓ Cargas industriales: Equipamientos de electrónica de potencia: variadores de velocidad, rectificadores, onduladores.
- ✓ Cargas que utilizan arco eléctrico: hornos de arco, máquinas de soldar, los arranques de motores con arrancadores electrónicos y los enganches de transformadores de potencia son también generadores de armónicos (temporales).

Para fines de este proyecto no se requiere un análisis preciso debido a que las cargas a instalar son de naturaleza lineal con alimentación eléctrica sinusoidal y onda de corriente de salida sinusoidal.

- ***ANÁLISIS DE COORDINACIÓN DE AISLAMIENTO ELÉCTRICO Y ANÁLISIS DE COORDINACIÓN DE PROTECCIONES.***

Para el presente proyecto por baja tensión no se requiere realizar un cálculo de aislamiento eléctrico ni coordinación de protecciones.

- ***ANÁLISIS DE CORTOCIRCUITO Y FALLA A TIERRA***

Para este tipo de diseño y según la tensión especificada no requiere un análisis detallado.

- ***ANÁLISIS DE NIVEL DE RIESGO POR RAYOS Y MEDIDAS DE PROTECCIÓN CONTRA RAYOS.***

De acuerdo con lo establecido en el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE, la evaluación del nivel de riesgo por descargas atmosféricas debe considerar los siguientes apartes:

- ❖ Posibilidad de pérdidas de vidas humanas.
- ❖ Pérdidas del suministro de energía y otros servicios esenciales.
- ❖ Pérdida o graves daños de bienes.

❖ Pérdida cultural.

Para realizar la evaluación de riesgos por rayos se deben considerar los parámetros del rayo para la zona tropical en la que se encuentra Colombia, las características físicas y ambientales en las que se llevará a cabo el proyecto, la importancia cultural y económica que representa el desarrollo del proyecto y las medidas de protección a tomar.

Para este proyecto se cuenta con una locación de elevada altura 1700 msnm, ubicada en un sector rural de SANTANA, con un riesgo bajo, sin aparatos especiales, sin riesgo de pérdida de servicios especiales, y con materiales no inflamables. Por lo que se asume un nivel de riesgo bajo. Al realizar la evaluación de riesgos mediante el procedimiento de la IEC 62305-2 y la NTC 4552-1-2.

• ***NIVEL CERUANICO Y DENSIDAD DE RAYOS A TIERRA.***

Para el caso específico de este proyecto se toma en NC para el departamento de Boyacá el cual registra 180 días tormentosos, de acuerdo con la información dada en la figura 7 (tomado de la figura A.9 de la NTC 4552-1).

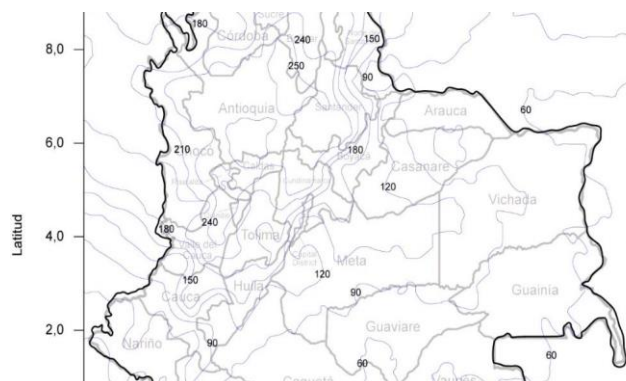
La densidad de rayos a tierra (rayos/Km²-año) se determina mediante la siguiente ecuación:

$$\text{Dias Tormentosos} = 0.0017 \times NC^{1.56}$$

Donde NC = 180 para Boyacá

Figura 7.

Nivel cerámico y densidad de rayos a tierra parque "El Progreso"



Nota. [Imagen Nivel cerámico de Colombia] por NTC 4552

$$\text{Dias Tormentosos} = 5.6 \text{ Rayos/Km}^2\text{-año}$$

En la figura 8 se presenta el cálculo del nivel cerámico con el uso del software SpaRISK1 para el parque. Para un análisis más detallado, se recomienda consultar el Apéndice A, memorias de cálculo de la carpeta “parque 1 El Progreso” en la lista de apéndices, donde se describen de manera minuciosa estos detalles.

Figura 8.

Cálculo de Nivel Cerámico Mediante Software SpaRISK parque "El Progreso"

Parámetro de entrada	Conversión	Símbolo	Valor
Densidad de descargas a tierra (descargas/km ² /año)		NG	5.6
Dimensiones de la estructura (m)		L, W, H	15, 20, 6
Factor de localización	Estructura rodeada por objetos más altos	CD	0.25
SPCR	Estructura no protegida por un SPCR	PB	1
Conexión Equipotencial	SPD nivel I	PEB	0.01
Apartalamiento espacial externo		KS1	1

Nota. [Imagen Cálculo de Nivel Cerámico] por RISK

- ***ANÁLISIS DEL NIVEL TENSIÓN REQUERIDO.***

Se requiere una red baja tensión una red monofásica trefilar NIVEL DE TENSION 1 (208/120V).

- ***CÁLCULO DE CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS***

Según el RETIE, artículo 14 CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS se ha mostrado que los campos electromagnéticos de baja frecuencia (0 a 300 Hz) no producen efectos en los seres vivos. No se requiere realizar el cálculo de campos electromagnéticos debido a que no hay presencia de líneas de transmisión de tensión mayor o igual a 110kV, ni subestación con corrientes superiores a 1000 A.

- ***CÁLCULO DE TRANSFORMADORES INCLUYENDO LOS EFECTOS DE LOS ARMÓNICOS Y FACTOR DE POTENCIA EN LA CARGA.***

No aplica para este proyecto carga menor a 30 KVA.

- ***CÁLCULO MECÁNICO DE ESTRUCTURAS Y ELEMENTOS DE SUJECCIÓN DE EQUIPOS.***

No aplica para fines de este proyecto.

- ***CÁLCULOS DE PÉRDIDAS DE ENERGÍA, TENIENDO EN CUENTA LOS EFECTOS DE ARMÓNICOS Y FACTOR DE POTENCIA.***

Las pérdidas de potencia y energía del sistema son un factor importante para tener en cuenta en el diseño de las redes ya que al mediano y largo plazo pueden implicar unos altos costos para la empresa de energía.

El cálculo de las pérdidas de potencia promedio activa en los distintos sistemas eléctricos se obtiene mediante las siguientes ecuaciones:

Para redes bifásicas:

$$P = IL^2 * R * L$$

Donde:

$\%PR$ = Porcentaje de pérdidas de potencia promedio en cada tramo de la red.

P = Pérdidas de potencia promedio en cada tramo de la red en kW.

S = Potencia aparente promedio de la curva de carga diaria en cada tramo de la red en kVA.

$COS\phi$ = Factor de potencia de envío.

La potencia aparente promedio se calcula con la siguiente ecuación:

$$S = FC * Smax$$

Donde:

$Smax$ = Potencia aparente de la demanda máxima de la curva de carga diaria en cada tramo de la red en kVA.

FC = Factor de carga de acuerdo con la curva de carga diaria.

El cálculo de pérdidas de energía activa en los distintos sistemas eléctricos se obtiene mediante las siguientes fórmulas:

$$E = P * 24$$

Donde:

E = Pérdidas promedio diarias de energía en cada tramo de la red en KWh .

P = Pérdidas de potencia promedio en cada tramo de la red en KW .

- ***CLASIFICACIÓN DE ÁREAS.***

N/A: No aplica para este proyecto ya que no hay áreas con depósitos de combustibles, áreas con equipos de carácter sensible, almacenamiento de materiales químicos peligrosos e inflamables o presencia en la atmosfera de gases tóxicos.

PARQUE LOS FUNDADORES

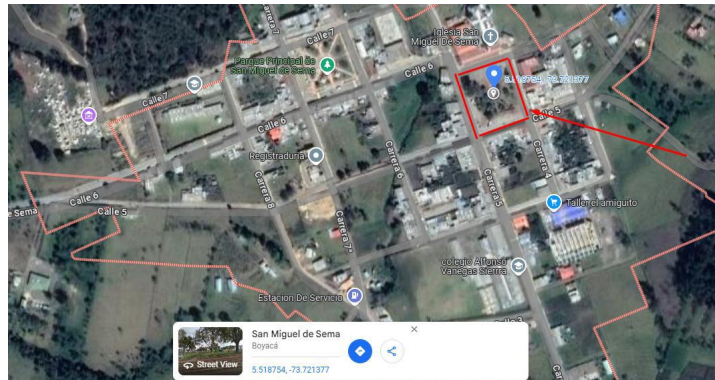
- ***DESCRIPCION GENERAL***

La presente memoria de cálculo se realizan cumpliendo con lo establecido en Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas “RETIE”, normas de diseño de redes de la empresa de energía CODENSA E.S.P. y las recomendaciones del Código Eléctrico Nacional, Norma NTC 2050; contiene el diseño de la instalación eléctrica en baja tensión e interna para los tableros de medida TM-1 de la Iluminación Parque Fundadores ubicada en San Miguel de Sema– Boyacá con red de baja tensión en cable 2/0 ASCR red abierta y acometida en cable de cobre Calibre No. 6 THHN/THWN hasta el tablero de medida ubicado en un costado del Parque Fundadores, como se estipula en los planos eléctricos y parcial de carga en No. 6 THHN/THWN hasta el tablero de distribución TD-1.

En la figura 9 se presenta las imágenes correspondientes a la ubicación del parque en una perspectiva general con el pueblo. Para un análisis más detallado, se recomienda consultar el Apéndice A en la lista de apéndices, donde se describen de manera minuciosa la ubicación.

Figura 9.

Ubicación predio parque "Los Fundadores"



Nota. [Imagen ubicación parque el "El Progreso"] por Google maps.

San Miguel de Sema– Boyacá
 5.518754, -73.721377
 5°31'05.5"N 73°43'16.4"W

A continuación, se presenta la tabla 4 correspondiente a datos de disponibilidad de servicio, la tabla 5 a síntesis del proyecto y la tabla 6 a detalles característicos de las cargas diversificadas. Para un análisis más detallado, se recomienda consultar el Apéndice G, memorias de cálculo de la carpeta “parque 2 Los Fundadores” en la lista de apéndices, donde se describen de manera minuciosa estos detalles.

Tabla 4.

Datos Disponibilidad De Servicio De Energía Eléctrica parque "Los Fundadores"

NOMBRE SUBESTACION	SAN MIGUEL DE SEMA
CÓDIGO DE CIRCUITO	62090TR1
DIRECCION NODO	MPO DE SAN MIGUEL DE SEMA
CÓDIGO DE NODO	62090

Nota. [Tabla disponibilidad servicio parque el “Los Fundadores”] por Ferney S. Fonseca

- **SÍNTESIS DEL PROYECTO**

Tabla 5.

Parámetros del proyecto parque "Los Fundadores"

NOMBRE DEL PROYECTO	ILUMINACION PARQUE FUNDADORES
LOCALIZACIÓN	SAN MIGUEL DE SEMA
PROPIETARIO	ALCALDIA MUNICIPAL SAN MIGUEL DE SEMA
NUMERO DE CUENTAS POR CLASE DE SERVICIO:	
RESIDENCIAL	0 USUARIOS
COMERCIAL	1 USUARIO
INDUSTRIAL	0 USUARIOS

ESTRATO SOCIOECONOMICO: 2		
MEDIDORES		
CANTIDAD	CAPACIDAD	TIPO DE CONEXIÓN
1	2 φ 5(100) A 120/208 V - 60 Hz	DIRECTA
RED DE DISTRIBUCIÓN		
TIPO DE RED	TIPO DE ACOMETIDA	LONGITUD DE LA RED EN Km
RED DE BAJA TENSION	SUBTERRANEA	0.030
TIPO DE POSTERIA	METALICA	
TIPO DE CRUCETERIA	NO APLICA	
ALUMBRADO PUBLICO	SI	

Nota. [Tabla parámetros del proyecto parque el “Los Fundadores”] por Ferney S. Fonseca

- **PARAMETROS ELECTRICOS**

Tabla 6.

Carga diversificada e instalada parque "Los Fundadores"

TIPO DE INSTALACIÓN	COMERCIAL	X
CARGA INSTALADA CUENTA NUEVA	9476 VA	8528 W
CARGA DIVERSIFICADA CUENTA NUEVA	9476 VA	8528 W

Nota. [Tabla carga diversificada parque el “Los Fundadores”] por Ferney S. Fonseca

- **RED DE BAJA TENSION**

Se cuenta con una red trenzada aérea, calibre de conductor No. 2/0, se verifico el calculó la acometida general para analizar su cumplimiento de acuerdo con las normas de diseño CODENSA y se derivó del punto de conexión dado en la disponibilidad de energía eléctrica en conductor de cobre calibre #6 hasta el tablero de medida ubicado en muro en la entrada del predio cerca al punto de conexión. Se presenta en la figura 10 la correspondiente acometida del parque “El Progreso”

Figura 10.

Ubicación red de baja tensión y equipo de medida parque "Los Fundadores"



Nota. [Imagen ubicación posible acometida parque el “El Progreso”] por Huber A. Peralta.

3.1.2 Cuadros de carga

Se presentan los correspondientes cuadros de cargas en la tabla 7, y el cuadro de cargas diversificado en la tabla 8 del parque “El progreso” para un mejor detalle de las características de los mismo se recomienda ver el Apéndice E, cuadros de carga de la carpeta “parque 1 El Progreso” en la lista de apéndices.

Tabla 7.

Cuadro de cargas parque "El Progreso"

CUADRO GENERAL DE CARGA INSTALADA													
COMERCIAL ILUMINACIÓN													
TABLERO	N° CIRCUITO	DESCRIPCIÓN CIRCUITO	ILUMINACIÓN		CARGA (W)	CARGA (VA)	R	S	TENSIÓN (V)	I. Nominal [A]	I. Protección [A]	Protección Breaker	Conductor THHN - AWG
			LUMINARIA 94 W	LUMINARIA 99 W									
TD-1 TABLERO DE DISTRIBUCIÓN	1,3	Iluminación lado Este - Carrera 4		8	4292	4769	X	X	208	22,93	28,66	2X30 A	10
	2,4	Iluminación lado Este - Carrera 5		7	3193	3548	X	X	208	17,06	21,32	2X30 A	10
	5,7	Iluminación Centro Parque el Progreso	2		350	389	X	X	208	1,87	2,34	2X20 A	10
C. INSTALADA			2	15	7835	8706	4353	4353	208	41,85	52,32	2X63 A	Calibre # 6 THHN - THHW

Nota. [Tabla cuadro de cargas parque el “El Progreso”] por Ferney S. Fonseca

Tabla 8.

Cuadro de cargas diversificada parque "El Progreso"

CUADRO GENERAL DE CARGAS DIVERSIFICADAS			
CARGA TIPO COMERCIAL ILUMINACIÓN CUENTA NUEVA NTC 2050 Art. 220-13			
CARGA A APLICAR FACTOR	CARGA (VA)	FACTOR DE DEMANDA	CARGA DIVERSIFICADA (VA)
CARGA TOTAL INSTALADA	8706		
PRIMEROS 10 KVA o MENOS A PARTIR DE 3 kVA	8706	100%	8706
TOTAL CARGA DIVERSICADA (VA)			8706
CARGA INSTALADA GENERAL			8706
DEMANDA MAXIMA DE LA EDIFICACION (VA)			8706
TENSION DE LA RED (V)			208
FACTOR DE POTENCIA			0,9
CORRIENTE NOMINAL EDIFICACION (A)			41,85
CORRIENTE DE PROTECCION (A)			52,32
PROTECCION BREAKER TD1			2x63 A
CALIBRE CONDUCTOR GENERAL			Cable Cu - Calibre #6

Nota. [Tabla cuadro de cargas diversificada parque el “El Progreso”] por Ferney S. Fonseca

PARQUE LOS FUNDADORES

Se presentan los correspondientes cuadros de cargas en la tabla 9, y el cuadro de cargas diversificado en la tabla 10 del parque “Los Fundadores” para un mejor detalle de las características de los mismo se recomienda ver el Apéndice K, cuadros de carga de la carpeta “parque 2 Los Fundadores” en la lista de apéndices.

Tabla 9.

Cuadro de cargas parque "Los Fundadores"

CUADRO GENERAL DE CARGA INSTALADA													
COMERCIAL ILUMINACIÓN													
TABLERO	N° CIRCUITO	DESCRIPCIÓN CIRCUITO	ILUMINACIÓN		CARGA (W)	CARGA (VA)	R	S	TENSIÓN (V)	I. Nominal (A)	I. Protección (A)	Protección Breaker	Conductor THHN - AWG
			LUMINARIA 94 W	LUMINARIA 99 W									
TD-1 TABLERO DE DISTRIBUCIÓN	1,3	Iluminación lado Este - Carrera 6		8	4292	4789	X	X	208	22,93	25,66	2x30 A	10
	2,4	Iluminación lado Sur - Calle 6	2	7	3381	3757	X	X	208	18,06	22,58	2x30 A	10
	5,7	Iluminación lado Norte - Calle 7		7	855	950	X	X	208	4,57	5,71	2x20 A	10
C. INSTALADA			2	22	8528	9476	4738	4738	208	45,56	56,94	2x63 A	Calibre # 6 THHN - THHW

Nota. [Tabla cuadro de cargas parque el "Los Fundadores"] por Ferney S. Fonseca

Tabla 10.

Cuadro de cargas diversificada parque "Los Fundadores"

CUADRO GENERAL DE CARGAS DIVERSIFICADAS			
CARGA TIPO COMERCIAL ILUMINACIÓN CUENTA NUEVA NTC 2050 Art. 220-13			
CARGA A APLICAR FACTOR	CARGA (VA)	FACTOR DE DEMANDA	CARGA DIVERSIFICADA (VA)
CARGA TOTAL INSTALADA	9476		
PRIMEROS 10 KVA o MENOS	9476	100%	9476
TOTAL CARGA DIVERSIFICADA (VA)			9476
CARGA INSTALADA GENERAL		9476	
DEMANDA MÁXIMA DE LA EDIFICACIÓN (VA)		9476	
TENSIÓN DE LA RED (V)		208	
FACTOR DE POTENCIA		0,9	
CORRIENTE NOMINAL EDIFICACIÓN (A)		45,56	
CORRIENTE DE PROTECCIÓN (A)		56,94	
PROTECCIÓN BREAKER TD1		2x63 A	
CALIBRE CONDUCTOR GENERAL		Cable Cu - Calibre #6	

Nota. [Tabla cuadro de cargas diversificada parque el "Los Fundadores"] por Ferney S. Fonseca

- **PROTECCIÓN:** Se debe instalar un breaker termomagnético de 2x63 A para la alimentación parcial hacia el tablero de distribución TD – 1.
- **CONDUCTOR ALIMENTADOR ACOMETIDA:** Se debe utilizar conductores de cobre de calibre mínimo N° 6 AWG THHN, que tiene la capacidad de soportar una intensidad de corriente máxima de 55A a 60°C según tabla 310 – 16 de la Norma NTC 2050.

3.1.3 Cálculos de canalización

En el dimensionamiento de las tuberías, se ha buscado prever la factibilidad ante cualquier eventualidad futura, como por ejemplo que se requiera adicionar cableado o volver a cablear

circuitos o ramales o conductores de mayor calibre por la misma tubería, por lo cual los dimensionamientos no han quedado en el límite recomendado por la norma con un porcentaje de ocupación máximo del 40%.

Para calcular la de ocupación de los conductores, se realiza la sumatoria de las áreas exteriores de las mismas alojadas en el interior de la tubería y se divide por el área interior del tubo, tomando como referencia las tablas 11 y 12. Para un mejor detalle de las características de los mismo se recomienda ver el Apéndice A, memoria de cálculo de la carpeta “parque 1 El Progreso” en la lista de apéndices.

Tabla 11.

Diámetro interior ductos metálicos y PVC.

Diámetro Nomin. Pulg.	Diámetro interior (m.m.)			Área Interior mm ²			Diámetro Exterior (m.m.)
	Metál. Pesada	Metáli. Liviana	P.V.C.	Pesada	Liviana	P.V.C.	
½	17.45	18.00	18.30	239	254	263	21.3
¾	22.78	23.34	23.63	408	428	439	26.7
1	28.65	28.95	30.36	645	658	724	33.4
1 ¼	37.38	38.76	38.60	1097	1180	1170	42.2
1 ½	42.62	44.95	44.20	1427	1587	1534	48.3
2	54.74	56.51	55.25	2353	2508	2397	60.3
2 ½	64.84			3301			72.6
3	80.69		82.54	5114		5351	88.4
4	105.18		107.34	8689		9049	113.7

Nota. [Tabla cuadro diámetros interior ductos] por NTC 2050

Tabla 12.

Áreas exteriores de los conductores.

Calibre AWG	Área ocupación mm ²		
	Desnudo	THW	THHN/THWN
14	2.08	12.74	6.82
12	3.31	15.56	9.36
10	5.26	19.54	14.95
8	8.37	32.82	26.01
6	17.42	48.70	35.98
4	27.10	64.94	58.57
2	43.23	88.53	82.48
1/0	70.32	142.06	132.39
2/0	88.39	167.81	158.48

Nota. [Tabla cuadro áreas exteriores conductores] por NTC 2050

La tabla 13 muestra los correspondientes cálculos de canalización y se puede ver referenciado en el Apéndice A, memoria de cálculo de la carpeta “parque 1 El Progreso” en la lista de apéndices.

Tabla 13.

Cálculos de canalización

CALCULO OCUPACION DE LOS DUCTOS													
Descripción	Especificaciones de conductores	FASE			NEUTRO		TIERRA		áreas conductores [mm ²]	Suma de áreas conductores [mm ²]	DUCTO	Area interior ducto, mm ²	% OCUPACION (Suma areas conductores / Area ducto)
		Calibre AWG	Numero de Fases	Área ocupacion Tuberia mm ²	Calibr e AWG	Área ocupacion Tuberia mm ²	Calibre AWG	Área ocupacion Tuberia mm ²					
Acometida	Calibre #6 AWG CU THHN/THWN	6	2	35,98	8	26,01			97,97	97,97	1" IMC	645	15,19%
Alimentacion Parcial a TD-1	Calibre #8 AWG CU THHN/THWN	6	2	35,98	8	26,01	8	26,01	123,98	123,98	1" PVC	724	17,12%
Alimentacion Circuitos Iluminacion	10F +10N+12T AWG CU THHN/THWN	10	2	14,95	12	9,36	12	9,36	48,62	48,62	3/4" PVC	439	11,08%

Nota. [Tabla cálculos de canalización] por Ferney S. Fonseca

3.1.4 Cálculos de regulación

La caída de tensión en un circuito trifásico equilibrado está dada por:

$$V = Ix(R\cos\phi + X\text{SEN}\phi)$$

V : Caída de tensión, en voltios

I : Corriente de fase, en amperios

La regulación, asumiendo que la diferencia angular entre la tensión del emisor y receptor es despreciable, está dada por:

$$\Delta V\% = \frac{Ix(R\cos\phi + X\text{SEN}\phi)V}{V}$$

Donde:

$\Delta V\%$: Regulación en porcentaje

V : Tensión línea-línea, en voltios

Transformando esta fórmula, se tiene:

$$\Delta V\% = \frac{KVAxLx(R\cos\phi + X\text{SEN}\phi)}{10 * (KV^2)}$$

Esta expresión puede ser escrita como:

$$\Delta V \% = K x M$$

En donde:

M : Momento eléctrico = $kVA \times L$

KVA : Carga trifásica

L : Longitud de la red considerada, en Km .

K : Constante que depende de la tensión, la configuración del sistema, las características del conductor y del factor de potencia.

R : Resistencia unitaria del conductor ($Ohms/km$), a $50^{\circ} C$

X : Reactancia inductiva ($Ohms/km$)

Los valores de K se muestran en listados en las Tablas de la CODENSA II-4 conductores aislados THHN, cuatro hilos 208/120V.

La tabla 14 muestra los correspondientes cálculos de regulación y se puede ver referenciado en el Apéndice A, memoria de cálculo de la carpeta “parque 1 El Progreso” en la lista de apéndices.

Tabla 14.

Cálculos de regulación parque "El Progreso"

RED DE BAJA TENSIÓN												
TIPO DE RED			LONGITUD TRAMO L (Km)	POTENCIA INSTALADA S_{max} (KVA)	FACTOR CARGA	POTENCIA PROMEDIO S (KVA)	CORRIENTE NOMINAL I (A)	TENSIÓN (KV)	COS ϕ	CONDUCTOR ACSR 240120 2 FASES + 1 NEUTRO		
BT	X	MT								FASES		CTE. REGULACION. K
INICIAL		FINAL							Nº	AWG		
TRAF0		TM-01	0.03	8.706	1.0	8.7056	24.16	0.208	0.9	2	6	0.00312300
TM-01		TD-1	0.002	8.706	1.0	8.7056	41.85	0.208	0.9	2	6	0.00312300
TM-01		C1	0.044	4.7689	1.0	4.7689	13.24	0.208	0.9	2	10	0.00501
TM-01		C2	0.03	3.5478	1.0	3.5478	9.85	0.208	0.9	2	10	0.00501
TM-01		C3	0.035	0.3889	1.0	0.3889	1.08	0.208	0.9	2	10	0.00501

% REGULACION	PERDIDAS POTENCIA		PERDIDAS ENERGIA
TRAMO ($K \times S \times L$)	$P = (3 \times I^2 \times R \times L) / 1000$	$\% P_R = \left[\frac{P}{S_{max} \times \cos \phi} \right] \times 100$	$E = kWh / dia = P \times 24$
0.8156	0.135	1.72	3.23
0.0544	0.027	0.34	0.65
ACUM. 0.8700	0.1614 KW	2.06 %	3.87 KW/dia
1.0513	0.059	1.38	1.42
0.5332	0.022	0.70	0.54
0.0682	0.000	0.09	0.01

Nota. [Tabla cálculos de regulación parque “El Progreso”] por Ferney Stiven. Fonseca

La tabla 15 muestra los correspondientes cálculos de regulación y se puede ver referenciado en el Apéndice G, memoria de cálculo de la carpeta “parque 2 Los Fundadores” en la lista de apéndices.

Tabla 15.

Cálculos de regulación parque "Los Fundadores"

RED DE BAJA TENSION												
TIPO DE RED		LONGITUD TRAMO L (Km)	POTENCIA INSTALADA S _{max} (KVA)	FACTOR CARGA	POTENCIA PROMEDIO S (KVA)	CORRIEN TE NOMINAL I (A)	TENSION (KV)	COS Ø	CONDUCTOR ACSR 240120 2 FASES + 1 NEUTRO			
BT	X								MT	FASES		CTE. REGULACION K
INICIAL		FINAL						Nº	AWG			
TRAFO		TM-01	0,03	9,476	1,0	9,4756	26,30	0,208	0,9	2	6	0,00312300
TM-01		TD-1	0,002	9,476	1,0	9,4756	45,56	0,208	0,9	2	6	0,00312300
TM-01		C1	0,044	4,7689	1,0	4,7689	13,24	0,208	0,9	2	10	0,00501
TM-01		C2	0,03	3,7567	1,0	3,7567	10,43	0,208	0,9	2	10	0,00501
TM-01		C3	0,035	0,9500	1,0	0,9500	2,64	0,208	0,9	2	10	0,00501

% REGULACION	PERDIDAS POTENCIA	PERDIDAS ENERGIA
TRAMO (K * S * L)	P= (3 * I ² * R * L)/1000	%P _R = [$\frac{P}{S_{max} * COSØ}$]*100
		E=KWh/dia =P*24
0,8878	0,159	1,87
0,0592	0,032	0,37
ACUM. 0,9469	0,1913 KW	2,24 %
1,0513	0,059	1,38
0,5646	0,025	0,74
0,1666	0,002	0,22

Nota. [Tabla cálculos de regulación parque "Los Fundadores"] por Ferney Stiven. Fonseca

3.1.5 Cálculos de conductores

La función de un cable de potencia es conducir la energía eléctrica de forma energéticamente más eficiente y ambientalmente lo más amigablemente posible desde la fuente hasta el punto de utilización. Sin embargo, debido a su resistencia eléctrica, el cable disipa, en forma de calor (pérdida joule), una parte de la energía transportada, de modo que una eficiencia del 100% no es obtenida en este proceso.

En consecuencia, esa pérdida va a requerir la generación de una energía adicional que contribuirá al aumento de emisión de gases con efecto invernadero en la atmósfera. La energía disipada por estos cables necesita ser pagada por alguien, transformándose así en un aumento en los costos operativos del equipo que está siendo alimentado y de la instalación eléctrica como un todo. Este aumento financiero se extiende por toda la vida útil del proceso involucrado. El costo de la energía tiene un peso cada vez más importante en los costos operativos de las edificaciones comerciales e industriales.

En este sentido, se deben hacer todos los esfuerzos posibles para no tener gastos innecesarios. Los aspectos ambientales y conservacionistas relacionados con la energía desperdiciada también son

importantes factores, cada vez más relevantes. Estudios revelan que, a lo largo del ciclo de vida de los alambres y cables eléctricos, las más significativas emisiones de CO₂ (gas de efecto invernadero) son producidas cuando los conductores están siendo utilizados en el transporte de energía eléctrica, siendo relativamente pequeñas en la fase de fabricación y desecho de esos productos.

Esas emisiones de CO₂ son resultado de la generación extra de energía que es necesaria para compensar las pérdidas joule en la conducción de la corriente eléctrica por el circuito. De esta manera, mantenidas todas las demás características de la instalación, la forma más adecuada de disminuir las pérdidas joule en los alambres y cables, y por consecuencia las emisiones de CO₂ sería aumentando la sección nominal de los conductores eléctricos.

El cálculo económico de conductores es un estudio que se realiza con el fin de establecer en términos de dinero las pérdidas de energía debidas a la resistencia propia de cada conductor. Dichas pérdidas son calculadas mediante la siguiente ecuación.

$$E = I_{max}^2 * R * \Delta t$$

Donde E es la energía disipada por el conductor, R es la resistencia propia del conductor, y se calcula mediante la anterior ecuación; I_{max} es la corriente máxima que pasará por el conductor y Δt es el intervalo de tiempo.

$$R = \rho * l / s$$

Donde ρ es la resistividad eléctrica del material conductor [Ωm], l es la longitud del circuito [m] y s es la sección transversal del conductor en [mm^2].

Sustituyendo se tiene la siguiente ecuación:

$$E = \rho * l / s * I_{max}^2 * \Delta t$$

Se deduce que entre mayor sea la resistividad del conductor, mayores serán las pérdidas de energía en el mismo. Finalmente, con la siguiente ecuación, se obtiene la pérdida en \$ por día.

$$\text{Pérdida en \$ por día} = 24 * E * \$W$$

Donde $\$W$ es el valor en pesos de cada Wh .

Para fines de este proyecto la distancia es relativamente corta para realizar este cálculo económico de conductores; por lo que no se considera pertinente, a parte el calibre del conductor es el permitido por el RETIE para la Acometida general.

3.1.6 Equipos eléctricos

PARQUE “EL PROGRESO”

- **CONDUCTORES:** Los conductores serán de cable electrolítico de 98% de conductividad, con aislamiento plástico para 600V, 75 grados centígrados, tipo *THW* para calibre 8 *AWG* y superiores, y tipo *TW* para calibres 10 *AWG* e inferiores. Los conductores hasta el No: 10 *AWG* serán de un solo hilo, para el calibre 8 *AWG* al 2 *AWG* de 7 hilos, del calibre 1/0 hasta 4/0 *AWG* será de 19 hilos. El código de colores a utilizar en la obra será el siguiente:

Amarillo = Fase R, Azul = Fase S, Rojo = fase T, Blanco = Neutro, Verde = Tierras

En ningún caso se permitirá empalmar conductores de acometidas para la conexión de conductores calibre 8*AWG* y superiores. Se deberán utilizar bornes de presión. En los tableros deberán dejarse colas lo suficientemente largas para que sea posible un manejo ordenado del cableado. Los conductores deberán organizarse utilizando amarres plásticos.

- **TABLEROS:** En general, los tableros de distribución para los diferentes circuitos del proyecto deberán contar con puerta, cerradura, barra para neutros y barra para tierra de igual o mejor calidad que los LUMINEX. Los tableros serán de incrustar, El conjunto de barras estará soportado por aisladores de alto poder dieléctrico y baja higroscopicidad.

Todos los interruptores automáticos que se instalen en el tablero general deberán ser del tipo residencial para instalación en riel DIN, según la capacidad de corriente indicada en los planos.

Cada interruptor deberá ser identificado mediante una marquilla de acrílico.

Es responsabilidad del constructor entregar identificados y marcados de forma clara, la totalidad de los circuitos de cada tablero. Cada tablero deberá ser identificado con la nomenclatura asignada en planos mediante una marquilla que se instalará en su parte exterior.

- **ACOMETIDAS:** El cable de acometida apto para instalaciones a la intemperie, de cobre calibre no menor a 10 *AWG* para instalaciones monofásicas de capacidad instalable menores o iguales a 3 *kVA* y 8 *AWG* para instalaciones entre 3 *kVA* y a 10 *kVA*.

Para mayor profundidad se recomienda ver los cálculos correspondientes en el Apéndice A, memoria de cálculo de la carpeta “parque 1 El Progreso” en la lista de apéndices.

PARQUE “LOS FUNDADORES”

- **CONDUIT:** Por norma se requiere que todas las tuberías que se instalen a la vista, incluyendo acometidas, sean metálicas del tipo EMT. No es conveniente pasar por un tubo un solo conductor o un haz de conductores, de la misma fase, ya que se puede presentar en el ducto corrientes inducidas que generan calor adicional hasta dañar el aislamiento de los conductores, sino que se deben colocar conductores pertenecientes a diferentes fases, que anulen mutuamente sus campos magnéticos, eliminando así el peligro señalado. Las tuberías que se encuentren incrustadas en placas deben ser PVC tipo pesado, y la tubería incrustada en muros pueden ser en PVC tipo liviano donde no hay riesgos mecánicos. Para los cambios de dirección de las tuberías deberán utilizarse curvas simétricas con los accesorios adecuados.

Las tuberías se acoplan a las cajas y tableros mediante adaptadores, el diámetro mínimo a utilizar para las instalaciones eléctricas será de ½”, el constructor deberá evitar que se aloje basura, concreto o cualquier otro material en las tuberías y cajas durante el periodo de construcción; para este fin deberá colocar tapas o tapones adecuados en los extremos de la tubería. Estos tapones deberán conservarse en sitio hasta la instalación de los conductores. El diámetro de los ductos tiene que estar de acuerdo con

el número de conductores que se introducirán en ellos.

La selección se hace teniendo en cuenta la tabla C9 de la NTC 2050.

Para mayor profundidad se recomienda ver los cálculos correspondientes en el Apéndice G, memoria de cálculo de la carpeta “parque 2 Los Fundadores” en la lista de apéndices.

3.1.7 Fiabilidad

PARQUE “EL PROGRESO”

En la figura 11 y 12 se presenta la correspondiente fiabilidad de los dos parques autorizada por el operador de red Codensa.

Para mayor consulta ver la fiabilidad de los parques en el Apéndice F y 12 en la carpeta “parque 1 El Progreso” y la carpeta “parque 2 Los Fundadores” correspondientemente en la lista de apéndices.

Figura 11.

Fiabilidad parque "El Progreso"



Bogotá D.C. 04 de diciembre de 2024

Caso N°:703391305 del 03 de diciembre de 2024

Estimado Ferney Stiven Fonseca Ayala

Desde Enel Colombia le saludamos cordialmente.

Se comunico con nosotros por **Requerimiento con relación a Certificación de Disponibilidad Inmediata y Total de Servicio.**

A continuación, le damos respuesta a su solicitud:

Al respecto, Enel-Colombia certifica que está en condición de suministrar el servicio de energía eléctrica, una vez se haya dado cumplimiento a las condiciones técnicas y comerciales que apliquen en el momento de la solicitud formal de energización de los predios ubicados en:

Dirección: Carrera. 4 nro.5-1
Ubicación: San Miguel de Sema
Municipio: San Miguel de Sema, Boyacá

Además, el inmueble no debe encontrarse en una zona de alto riesgo de tipo geológico e hidráulico, de acuerdo con el concepto técnico de la autoridad competente para la Gestión de Riesgos de Desastres.

Vale la pena resaltar que, la presente certificación no exonera al propietario de los predios de tramitar y contar con los permisos o licencias de intervención (Municipales y Distritales), necesarios para dar inicio a la construcción de su proyecto o reconocimiento de construcción existentes, según el caso, tales como: licencias de excavación, licencias de construcción, licencias ambientales, licencias para construcciones en zonas de afectación de alto riesgo, permisos para tala de árboles, permisos para instalación de antenas y/o demás permisos exigidos por la ley.

La disponibilidad de servicio certificada tiene una vigencia de dos (2) años, a partir de la expedición de la presente comunicación.

¹ La firma digital que acompaña este documento tiene la misma validez de la firma manuscrita, de acuerdo con lo establecido en el parágrafo del Artículo 28 de la Ley 527 de 1999.

Respetado cliente, le informamos que conforme la ley 1581 del 2012 y la política de tratamiento de datos personales, las empresas del Grupo Enel en Colombia tratan sus datos personales para todos los fines relacionados con la gestión de su solicitud, sus productos activos, la prestación del servicio público de energía eléctrica de acuerdo con el contrato de servicio público, y para la generación, almacenamiento, comercialización y distribución de recursos energéticos. Recuerde que tiene derecho a conocer, actualizar, rectificar y cuando proceda, suprimir sus datos y revocar la autorización dada para su tratamiento, a través de los canales indicados en la política publicada en www.enel.com.co en la cual también encontrará la identificación de las empresas que pertenecen al Grupo Enel en Colombia.

AVISO LEGAL: La información contenida en este documento o en cualquiera de sus anexos es considerada CONFIDENCIAL y no puede ser usada ni divulgada por personas distintas de su destinatario.

#EnelResuelve



Enel Colombia S.A. ESP. - NIT. 860.063.875-8 – Dirección Calle 93 # 13 - 45 – Bogotá, Colombia – Tel + 601 514 7000 – www.enel.com.co

Nota. [Imagen fiabilidad parque “El Progreso”] por CODENSA

PARQUE “LOS FUNDADORES”

Figura 12.

Fiabilidad parque “Los Fundadores”



Bogotá D.C. 04 de diciembre de 2024

Caso N°:703391305 del 03 de diciembre de 2024

Estimado Ferney Stiven Fonseca Ayala

Desde Enel Colombia le saludamos cordialmente.

Se comunico con nosotros por **Requerimiento con relación a Certificación de Disponibilidad Inmediata y Total de Servicio.**

A continuación, le damos respuesta a su solicitud:

Al respecto, Enel-Colombia certifica que está en condición de suministrar el servicio de energía eléctrica, una vez se haya dado cumplimiento a las condiciones técnicas y comerciales que apliquen en el momento de la solicitud formal de energización de los predios ubicados en:

Dirección:	Calle 6 nro. 6-2
Ubicación:	San Miguel de Sema
Municipio:	San Miguel de Sema, Boyacá

Además, el inmueble no debe encontrarse en una zona de alto riesgo de tipo geológico e hidráulico, de acuerdo con el concepto técnico de la autoridad competente para la Gestión de Riesgos de Desastres.

Vale la pena resaltar que, la presente certificación no exonera al propietario de los predios de tramitar y contar con los permisos o licencias de intervención (Municipales y Distritales), necesarios para dar inicio a la construcción de su proyecto o reconocimiento de construcción existentes, según el caso, tales como: licencias de excavación, licencias de construcción, licencias ambientales, licencias para construcciones en zonas de afectación de alto riesgo, permisos para tala de árboles, permisos para instalación de antenas y/o demás permisos exigidos por la ley.

La disponibilidad de servicio certificada tiene una vigencia de dos (2) años, a partir de la expedición de la presente comunicación.

Ponemos a su disposición nuestros canales de atención:

¹ La firma digital que acompaña este documento tiene la misma validez de la firma manuscrita, de acuerdo con lo establecido en el parágrafo del Artículo 28 de la Ley 527 de 1999.

Respetado cliente, le informamos que conforme la ley 1581 del 2012 y la política de tratamiento de datos personales, las empresas del Grupo Enel en Colombia tratan sus datos personales para todos los fines relacionados con la gestión de su solicitud, sus productos activos, la prestación del servicio público de energía eléctrica de acuerdo con el contrato de servicio público, y para la generación, almacenamiento, comercialización y distribución de recursos energéticos. Recuerde que tiene derecho a conocer, actualizar, rectificar y cuando proceda, suprimir sus datos y revocar la autorización dada para su tratamiento, a través de los canales indicados en la política publicada en www.enel.com.co en la cual también encontrará la identificación de las empresas que pertenecen al Grupo Enel en Colombia.

AVISO LEGAL: La información contenida en este documento o en cualquiera de sus anexos es considerada CONFIDENCIAL y no puede ser usada ni divulgada por personas distintas de su destinatario.

#EnelResuelve

Enel Colombia S.A. ESP. - NIT. 860.063.875-8 – Dirección Calle 93 # 13 - 45 – Bogotá, Colombia – Tel + 601 514 7000 – www.enel.com.co

Nota. [Imagen fiabilidad parque “Los Fundadores”] por CODENSA

3.2 Planos eléctricos detallados

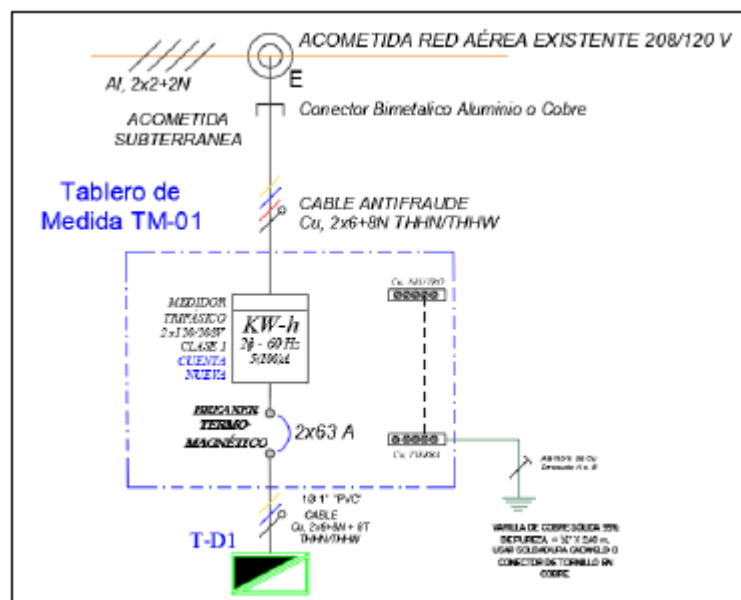
3.2.1 Diagramas unifilares

Se presenta el respectivo diagrama general unifilar en la figura 13, la acometida en la figura 16, el equipo de medida en la figura 15 y el tablero de distribución en la figura 14 y la conexión a la red en la figura 17 del parque “El Progreso”. Para mayor profundidad se recomienda ver el Apéndice B, planos eléctricos detallados de la carpeta “parque 1 El Progreso” en la lista de apéndices.

PARQUE “EL PROGRESO”

Figura 13.

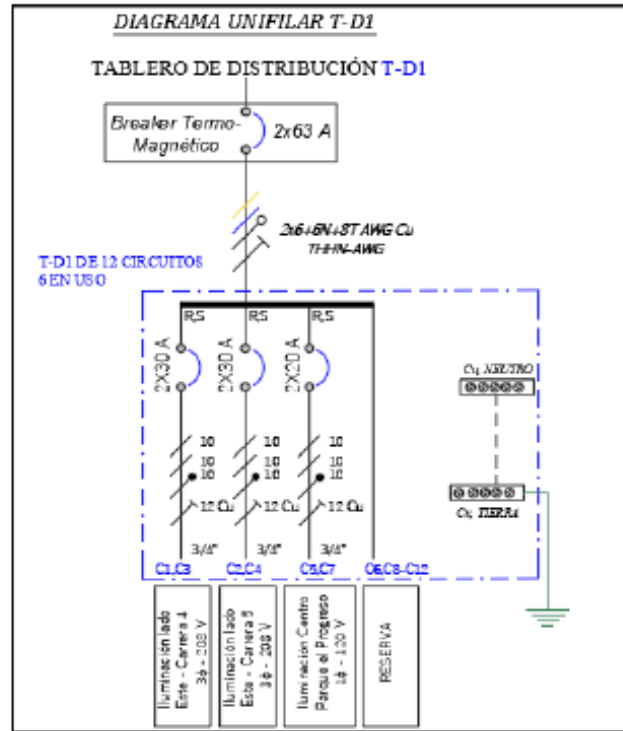
Diagrama unifilar general parque “El Progreso”



Nota. [Imagen diagrama unifilar general parque el “El Progreso”] por Ferney S. Fonseca

Figura 14.

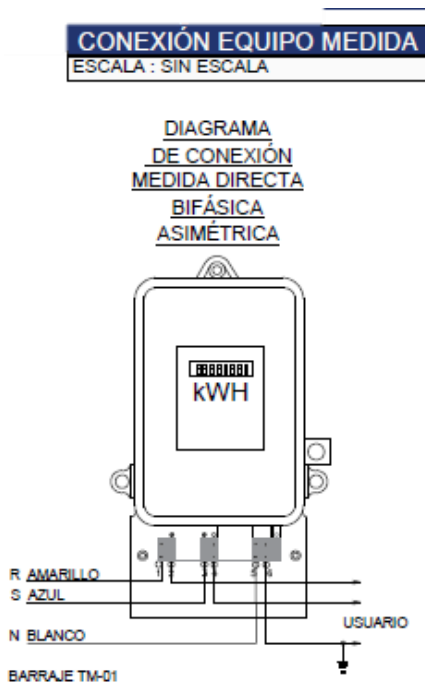
Diagrama unifilar Tablero de distribución parque "El Progreso"



Nota. [Imagen tablero distribución parque el “El Progreso”] por Ferney S. Fonseca

Figura 15.

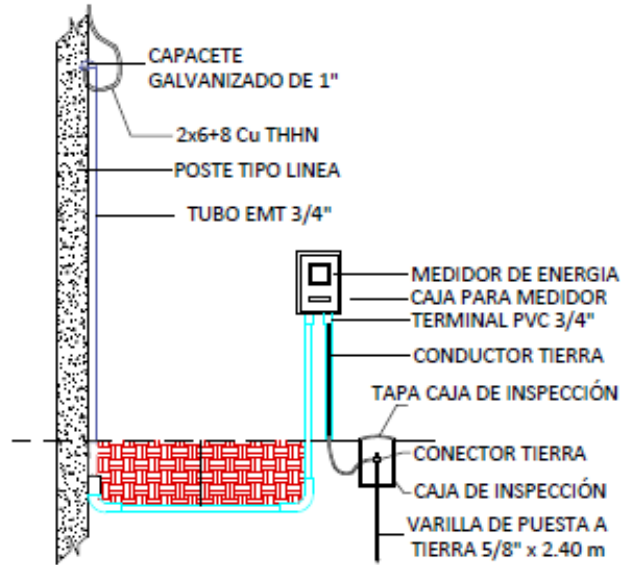
Conexión equipo de medida parque "El Progreso"



Nota. [Imagen equipo de medida parque el “El Progreso”] por Ferney S. Fonseca

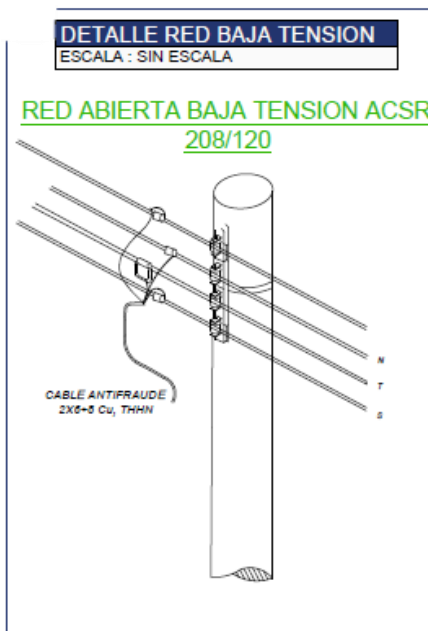
Figura 16.
Acometida subterránea parque "El Progreso"

DETALLE ACOMETIDA SUBTERRANEA
ESCALA : SIN ESCALA
DETALLE ACOMETIDA SUBTERRANEA



Nota. [Imagen acometida parque el "El Progreso"] por Ferney S. Fonseca

Figura 17.
Conexión a red parque "El Progreso"



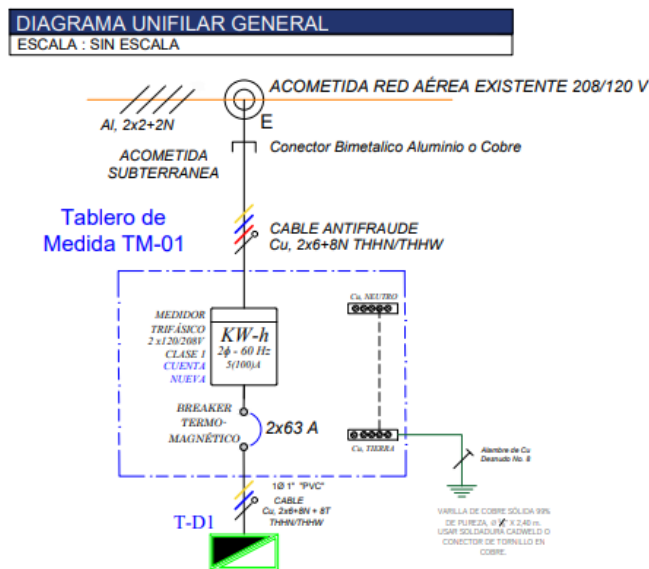
Nota. [Imagen conexión a red parque el "El Progreso"] por Ferney S. Fonseca

PARQUE “LOS FUNDADORES”

Se presenta el respectivo diagrama general unifilar en la figura 18 y el tablero de distribución en la figura 19 del parque “Los Fundadores” Para mayor profundidad se recomienda ver el Apéndice H, planos eléctricos detallados de la carpeta “parque 2 Los Fundadores” en la lista de apéndices.

Figura 18.

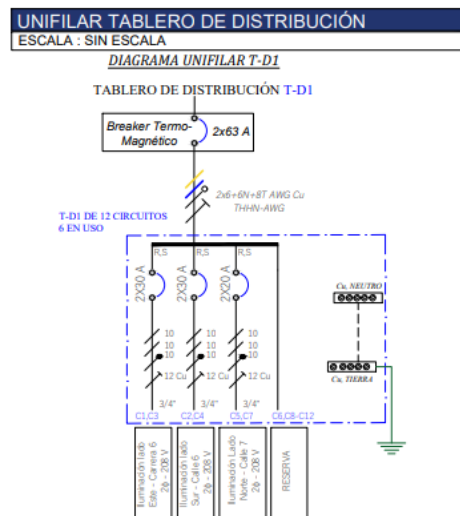
Diagrama unifilar general parque "Los Fundadores"



Nota. [Imagen diagrama unifilar general parque el “Los Fundadores”] por Ferney S. Fonseca

Figura 19.

Diagrama unifilar Tablero de distribución parque "Los Fundadores"



Nota. [Imagen tablero de distribución parque el “Los Fundadores”] por Ferney S. Fonseca

3.2.2 Diseño del sistema de puesta a tierra

El sistema consta de una varilla de 2.44 m de longitud con un diámetro de 15.87 mm (5/8 de pulgada), y un conductor No 8 en cobre, unido al barraje de tierra de la caja del medidor. Los sistemas eléctricos serán puestos a tierra para la protección y la seguridad de las personas y facilitar la operación de los equipos que limitan las sobretensiones debidas a descargas atmosféricas en la línea y mantendrán las tensiones con respecto a tierra dentro de un rango normal de funcionamiento. El conductor de tierra normalmente no deberá transportar corriente y sirve para aterrizar las partes metálicas de los equipos eléctricos internos (estufas, motores, lavadoras, lavaplatos, ductos metálicos, pantallas metálicas de cables, y cajas metálicas).

Los elementos metálicos que no sean parte de la instalación eléctrica no se pueden utilizar como conductores de puesta a tierra. Las conexiones en puestas a tierra que vayan por debajo del suelo deben realizarse con soldadura exotérmica. Se debe construir una caja de inspección de 30 x 30 cm para que las conexiones a tierra sean accesibles e inspeccionables.

Todas las puestas a tierra deben ir interconectadas entre sí. La tubería de transporte de los conductores eléctricos activos debe ir acompañada durante todo el recorrido por un conductor de puesta a tierra (continuidad) que se debe sujetar con firmeza a la parte metálica de las cajas de paso y tableros, el calibre del conductor depende de la capacidad de interrupción del termo magnético del circuito.

Los conductores del sistema de puesta a tierra deben ser continuos sin interruptores o medios de desconexión y si presentan empalmes estos deben ser certificados. El electrodo de puesta a tierra es un cuerpo metálico conductor en contacto permanente con el terreno y capaz de dispersar corrientes eléctricas. Debe cumplir con los siguientes requisitos:

Los fabricantes de electrodos deben garantizar que la resistencia a la corrosión de cada electrodo debe ser por lo menos de 15 años a partir de la fecha de instalación.

El electrodo es tipo varilla con una longitud de 2.4 m y se debe identificar con los datos de fabricante y sus dimensiones dentro de los 30 cm. Que quedan en la parte superior. Es de cobre en su totalidad. La parte superior del electrodo enterrado debe quedar de 15 cm, como mínimo de la superficie. Se presenta los respectivos valores de referencia para la puesta a tierra y el diagrama de la puesta a tierra de los parques que se representan en la figura 20. Para mayor profundidad se recomienda ver el Apéndice A, memorias de cálculo de la carpeta “parque 1 El Progreso” en la lista de apéndices. En la tabla 16 se representa los valores de referencia para resistencia de puesta a tierra.

Tabla 16.

Valores de referencia para resistencia de puesta a tierra.

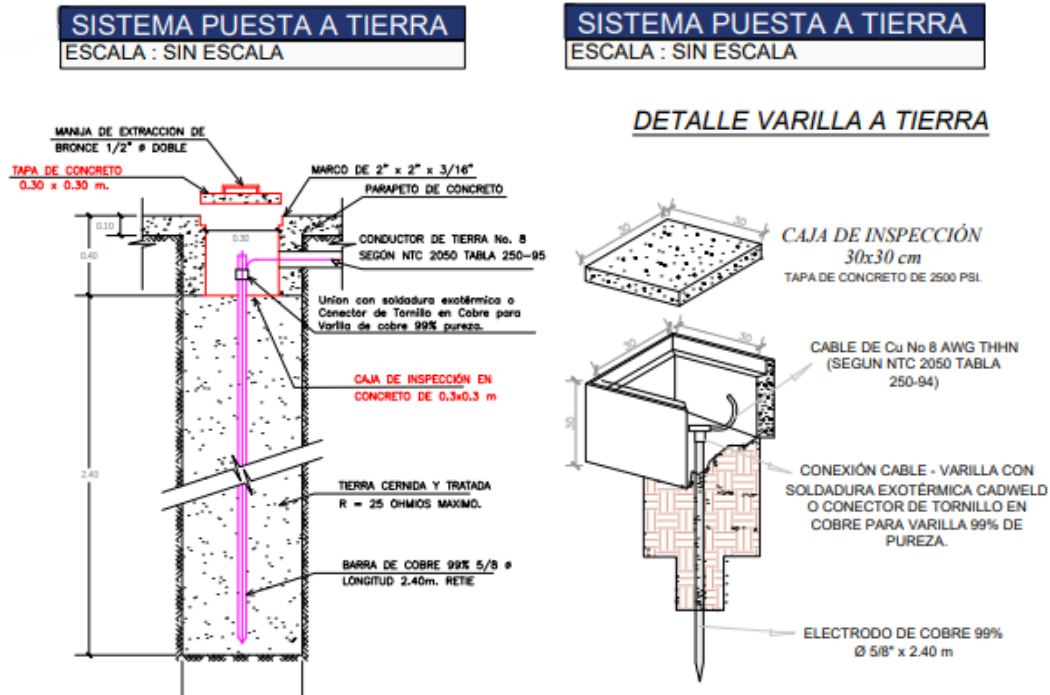
APLICACIÓN	VALORES MÁXIMOS DE RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA
Estructuras y torrecillas metálicas de líneas o redes con cable de guarda	20 Ω
Subestaciones de alta y extra alta tensión.	1 Ω
Subestaciones de media tensión.	10 Ω
Protección contra rayos.	10 Ω
Punto neutro de acometida en baja tensión.	25 Ω
Redes para equipos electrónicos o sensibles	10 Ω

Nota. [Tabla valores de referencia para resistencia] por RETIE Tabla 15.4

La puesta a tierra interna estará constituida por 1 varilla cobre electrolítico 99% de pureza de 5/8" * 2,4 mts. Frente al tablero de medidor el punto de unión entre el conductor y el electrodo debe ser fácilmente accesible y hacerse con soldadura exotérmica. La parte superior del electrodo debe quedar a mínimo 15 centímetros de la superficie. El valor máximo de resistencia de puesta a tierra máxima es de 25 *ohmios*. (Art.15 tabla 24 RETIE). Debe construirse una caja en el piso de 30x30 con tapa, por medio de la cual se puedan hacer las mediciones de tierra a que haya lugar, por parte de los organismos de certificación.

Figura 20.

Sistema de puesta a tierra



Nota. [Imágenes sistema de puesta a tierra] por Ferney S. Fonseca

3.3 Simulación característica con software (DIALux)

En la figura 21 se presenta los respectivos valores de referencia para la lista de luminarias. Para mayor profundidad se recomienda ver el Apéndice D, planos en el software Dialux de la carpeta “parque 1 El Progreso” en la lista de apéndices.

Figura 21.

Lista de luminarias

Lista de luminarias

Φtotal	Ptotal	Rendimiento lumínico
227974 lm	2194.5 W	103.9 lm/W

Uni.	Fabricante	N° de artículo	Nombre del artículo	P	Φ	Rendimiento lumínico	Índice
15	Cooper Lighting	LXS-VA4-830-U-SYM-A	LUXESCAPE OUTDOOR ARCHITECTURAL LUMINAIRE 80 CRI, 3000K LEDS AND TYPE V OPTIC, ARM MOUNT	99.2 W	9540 lm	96.2 lm/W	2
2	Cooper Lighting	LXS-VA4-830-U-SYM-S	LUXESCAPE OUTDOOR ARCHITECTURAL LUMINAIRE 80 CRI, 3000K LEDS AND TYPE V OPTIC, SPIDER MOUNT	96.0 W	8851 lm	92.2 lm/W	
7	Cooper Lighting	VERD-S-CA1-70-730-U-T4	VERDEON-S ROADWAY AND AREA LUMINAIRE (1) 70 CRI, 3000K, 1330mA LED AND TYPE IV OPTIC	73.5 W	9596 lm	130.6 lm/W	

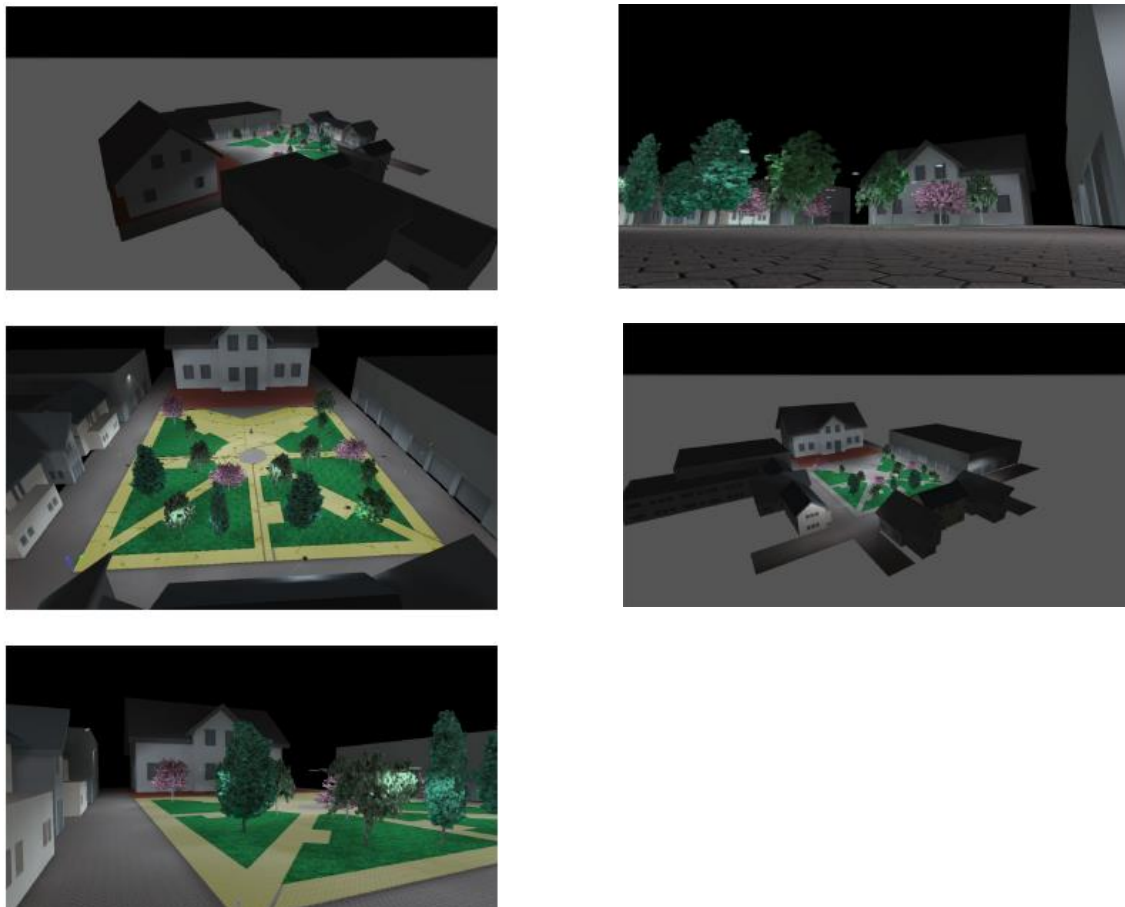
Nota. [Imagen lista de luminarias] por Ferney S. Fonseca

3.3.1 Distribución y diseño del sistema de iluminación

En la figura 22 se presenta los diseños de fachada y la simulación en 3D del parque “El Progreso” del software Dialux. Para mayor profundidad se recomienda ver el Apéndice D, planos en el software Dialux de la carpeta “parque 1 El Progreso” en la lista de apéndices.

Figura 22.

Simulación del parque "El Progreso"

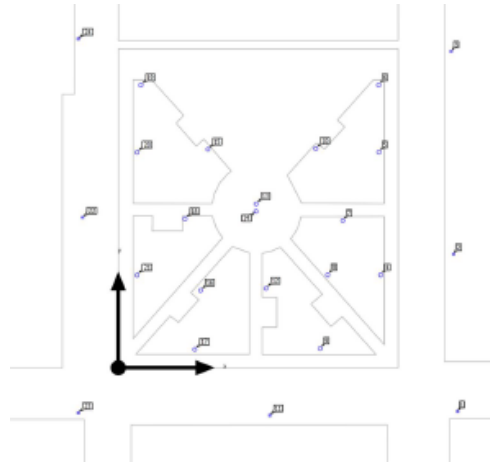


Nota. [Imágenes simulación parque “El Progreso”] por Dialux

Se presenta el plano de ubicación de las correspondientes luminarias en la figura 23 y el plano de objeto en la figura 24, asimismo un análisis lumínico en la figura 25 del parque “El Progreso” del software Dialux y el diseño definitivo de las luminarias en la figura 26. Para mayor profundidad se recomienda ver el Apéndice D, planos en el software Dialux de la carpeta “parque 1 El Progreso” en la lista de apéndices.

Figura 23.

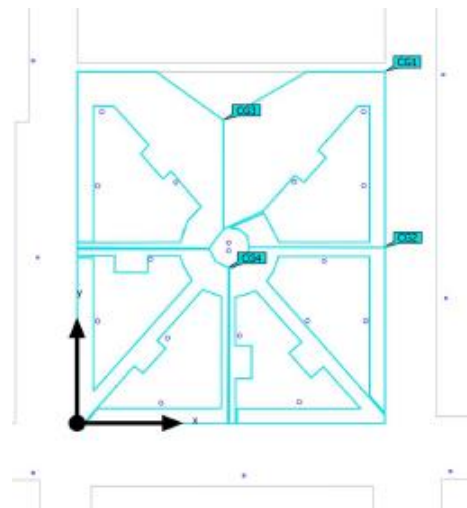
Plano ubicación luminarias parque "El Progreso"



Nota. [Imágenes simulación ubicación luminarias parque "El Progreso"] por Dialux

Figura 24.

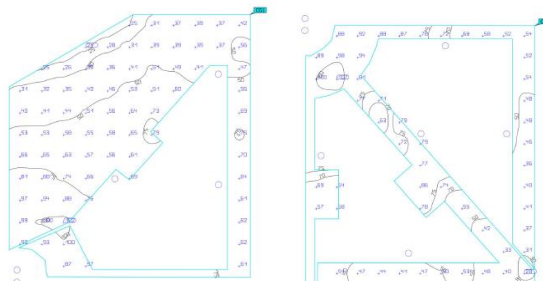
Plano objeto de cálculo parque "El Progreso"

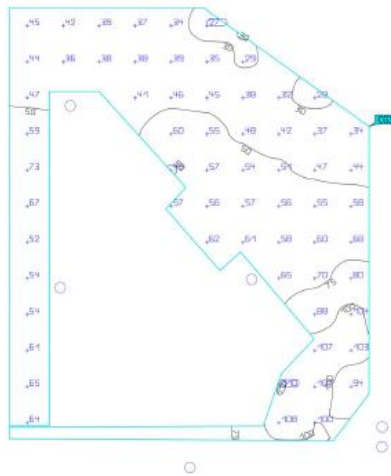


Nota. [Imágenes simulación plano de objeto parque "El Progreso"] por Dialux

Figura 25.

Análisis lumínico por áreas parque "El Progreso"

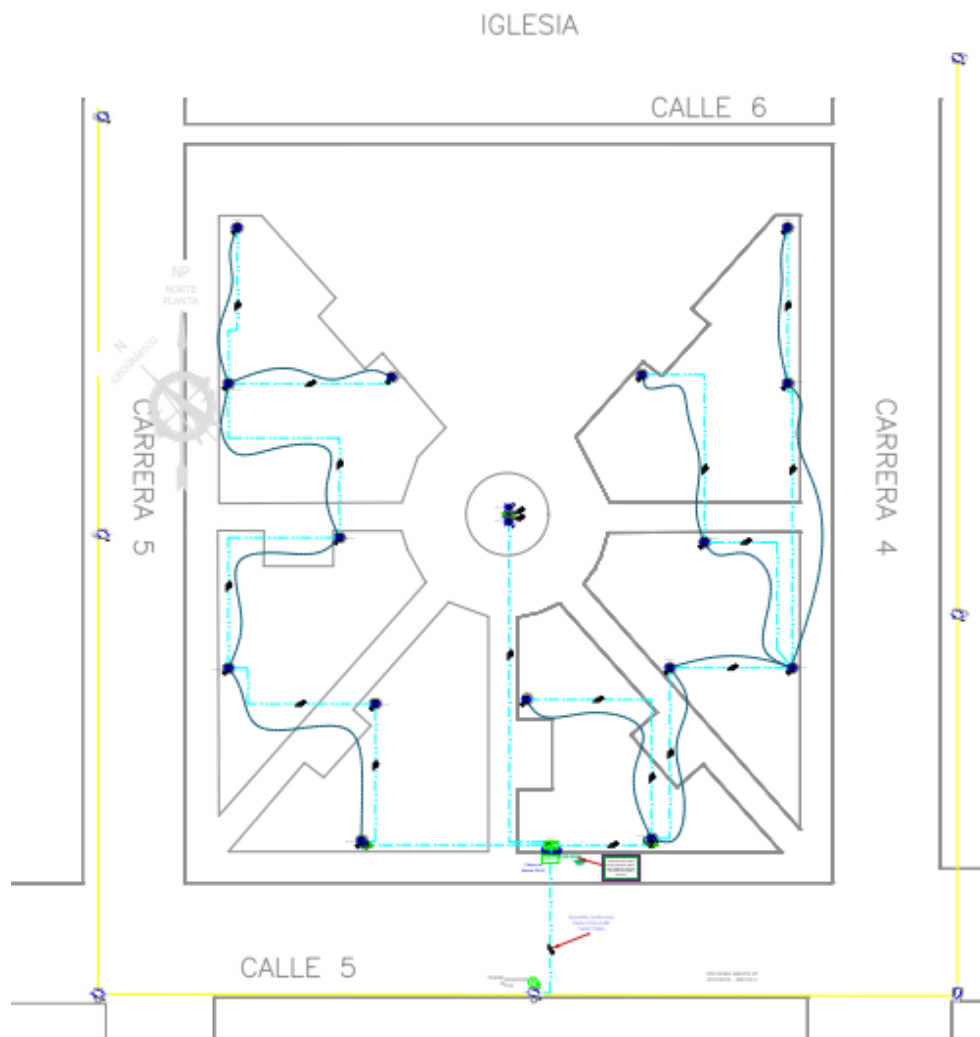




Nota. [Imágenes análisis lumínico parque “El Progreso”] por Dialux

Figura 26.

Diseño eléctrico de iluminación parque "El Progreso"

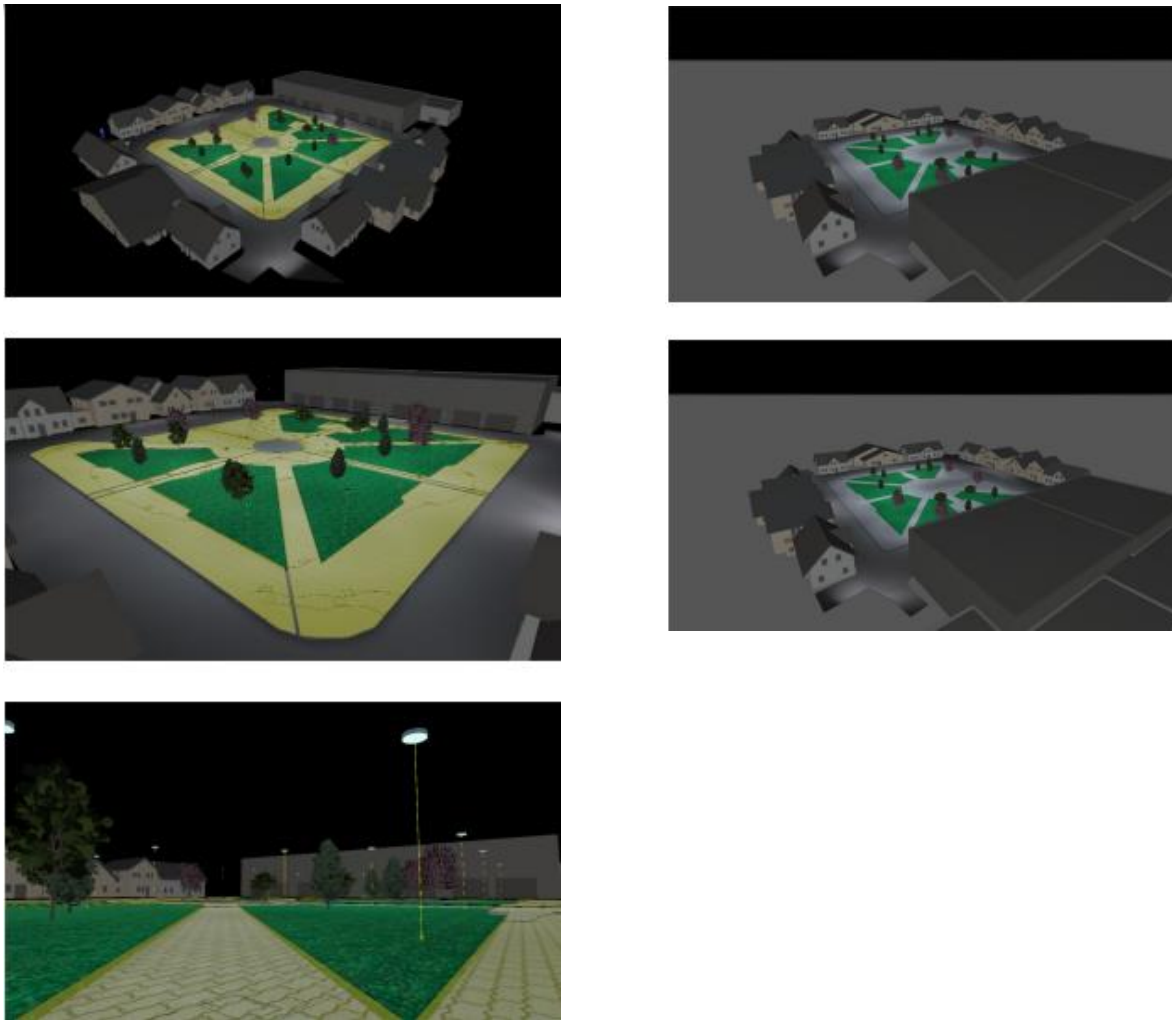


Nota. [Imagen diseño eléctrico parque “El Progreso”] por Dialux

Se presenta en la figura 27 los diseños de fachada y la simulación en 3D del parque “Los Fundadores” del software Dialux. Para mayor profundidad se recomienda ver el Apéndice K, planos en el software Dialux de la carpeta “parque 2 Los fundadores” en la lista de apéndices.

Figura 27.

Simulación del parque "Los Fundadores"

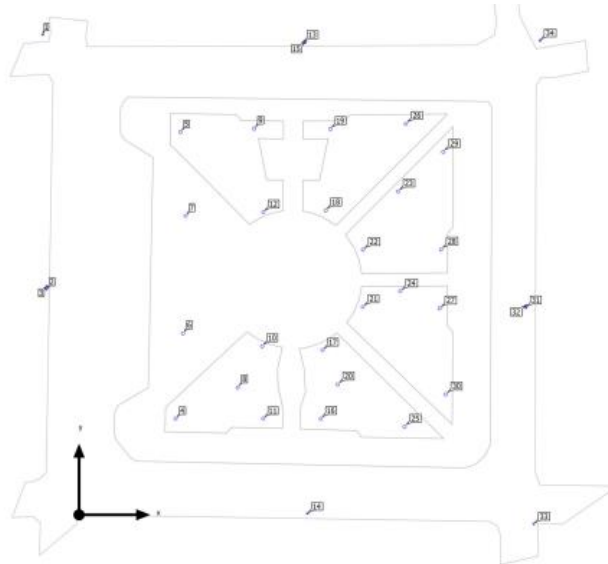


Nota. [Imágenes simulación parque “Los Fundadores”] por Dialux

Se presenta en la figura 28 el plano de ubicación de las correspondientes luminarias y el plano de objeto en la figura 29, asimismo en la figura 30 un análisis lumínico del parque “Los Fundadores” en el software Dialux, asimismo el diseño definitivo de luminarias en la figura 31. Para mayor profundidad se recomienda ver el Apéndice J, planos en el software Dialux de la carpeta “parque 2 Los Fundadores” en la lista de apéndices.

Figura 28.

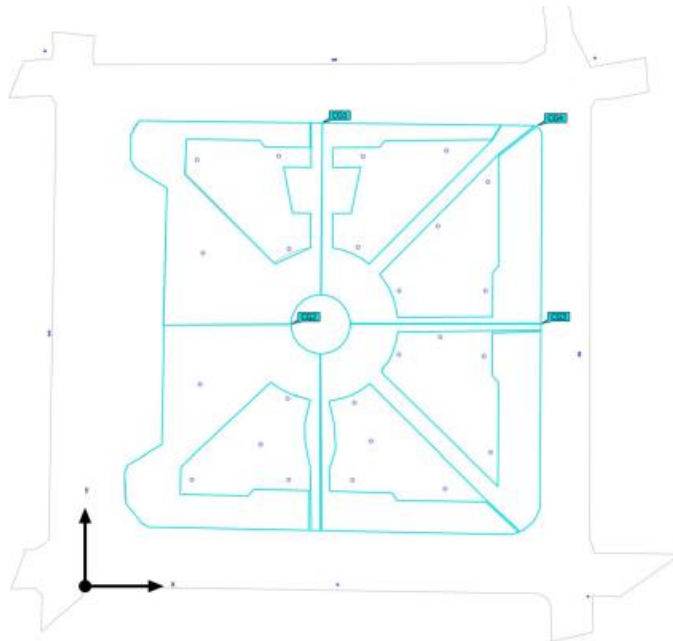
Plano ubicación luminarias parque "Los Fundadores"



Nota. [Imágenes simulación ubicación luminarias parque "Los Fundadores"] por Dialux

Figura 29.

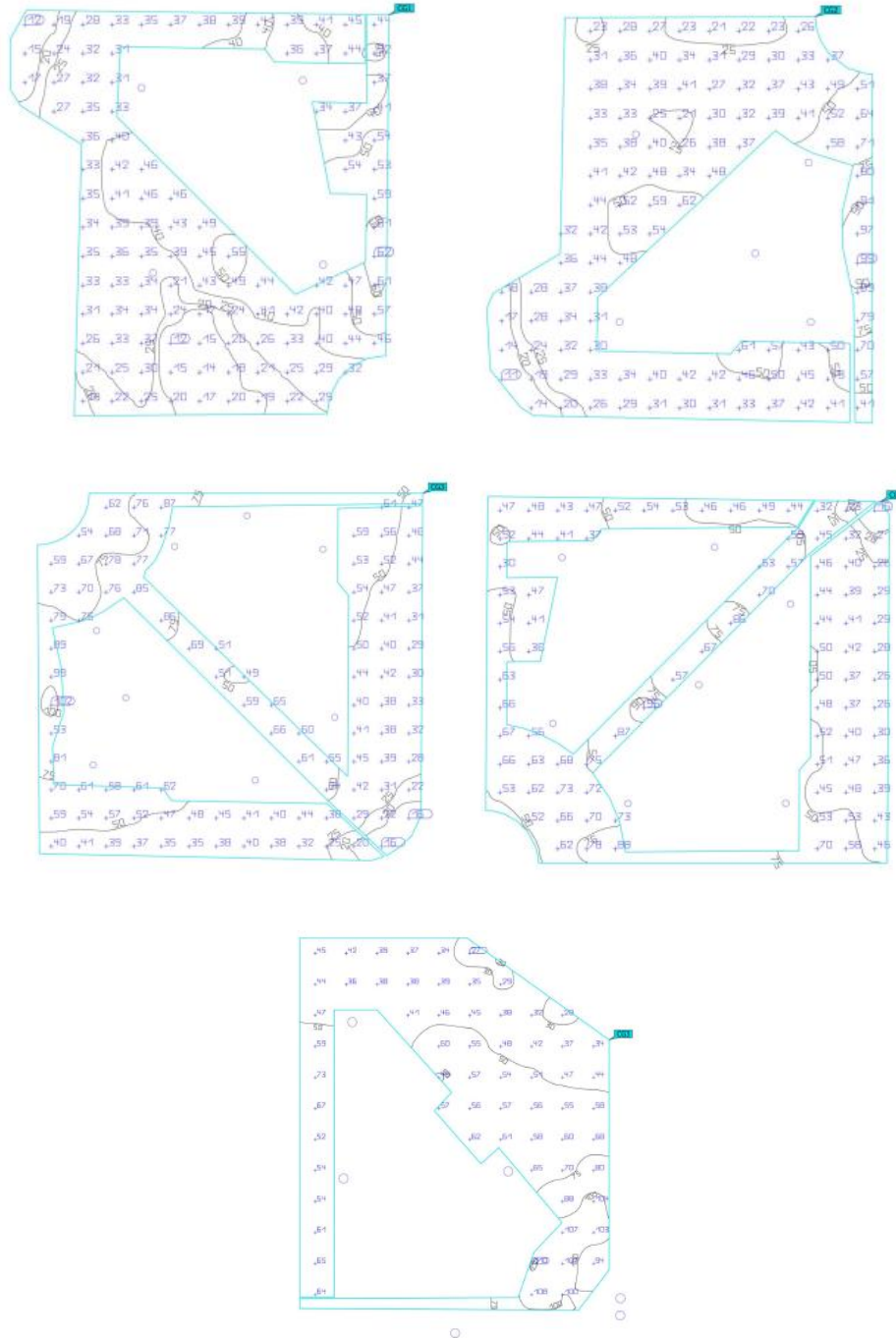
Plano objeto de cálculo parque "Los Fundadores"



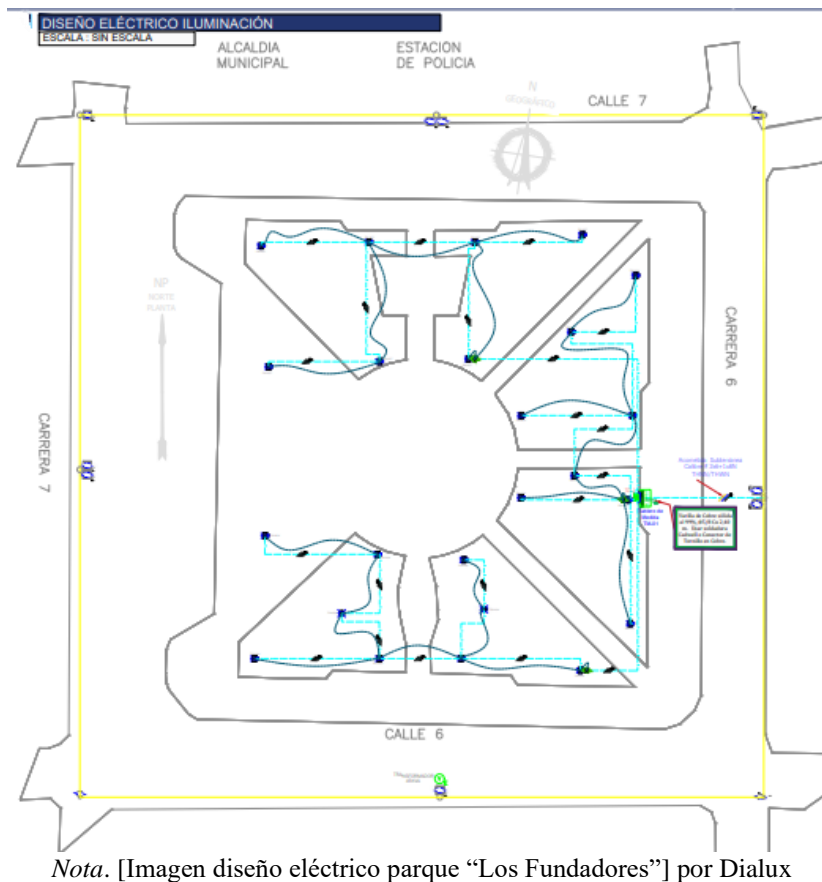
Nota. [Imágenes simulación plano de objeto parque "Los Fundadores"] por Dialux

Figura 30.

Análisis lumínico por áreas parque "Los Fundadores"



Nota. [Imágenes análisis lumínico parque "Los Fundadores"] por Dialux

Figura 31.*Diseño eléctrico de iluminación parque "Los Fundadores"*

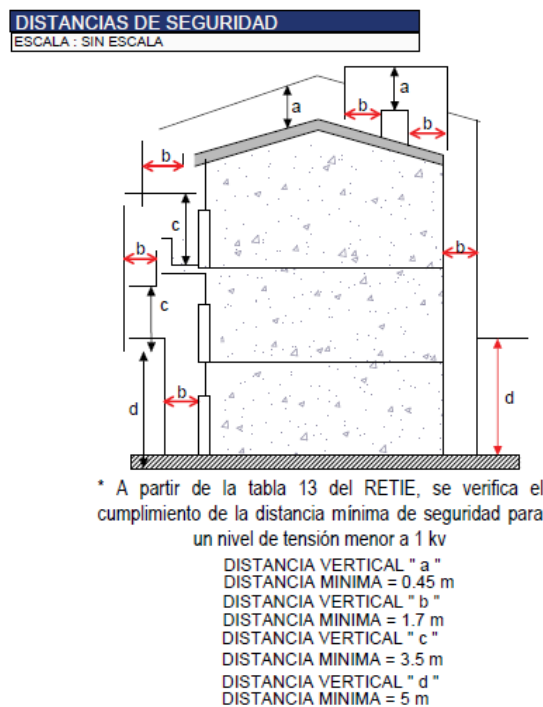
3.3.2 Cálculos de Distancias de Seguridad

Frente al riesgo eléctrico la técnica más efectiva de prevención siempre será guardar una distancia respecto a las partes energizadas puesto que el aire es un excelente aislante, en este apartado se fijan las distancias mínimas que deben guardarse entre líneas o redes eléctricas y elementos físicos existente a lo largo de su trazado (carreteras, edificaciones, piso del terreno destinado a sembrados, pastos o bosques, etc.), con el objeto de evitar contactos accidentales. Las distancias verticales y horizontales que se presentan en la siguiente tabla, se adoptaron de la norma ANSI C2; todas las tensiones dadas en estas tablas son entre fases, para circuitos con neutro puesto a tierra sólidamente y otros circuitos en los que se tenga un tiempo despeje de falla a acorde con el reglamento vigente.

Las distancias mínimas de seguridad que deben guardar las partes energizadas respecto de las construcciones son las establecidas en la Tabla 13 del RETIE y se presenta en la figura 32. Para mayor profundidad se recomienda ver el Apéndice A, memoria de cálculo de la carpeta “parque 1 El Progreso” en la lista de apéndices.

Figura 32.

Distancias de seguridad



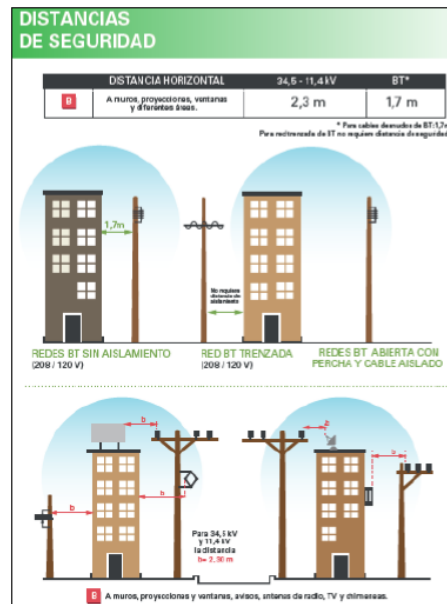
Nota. [Imagen distancias de seguridad verticales por Dialux]por RETIE

- **ANÁLISIS DE LAS DISTANCIAS DE SEGURIDAD BAJA TENSION**

Al ser la red de baja tensión subterránea no requiere distancia de seguridad de los 1.7 metros.

Estableciendo así que el proyecto cumple con las distancias de seguridad ya que la red es subterránea.

Se presenta en la figura 33 las distancias de seguridad correspondientes a los parques. Para mayor profundidad se recomienda ver el Apéndice A, memoria de cálculo de la carpeta “parque 1 El Progreso” en la lista de apéndices.

Figura 33.*Distancias de seguridad*

Nota. [Imagen distancias de seguridad edificaciones por Dialux]por RETIE

Para el presente proyecto no aplican estudios complementarios debido al nivel de riesgo catalogado y al nivel de tensión aplicado.

3.4 Especificaciones Técnicas y Presupuesto

3.4.1 Estimación de Costos

La estimación de costos para el sistema de alumbrado público en los parques "El Progreso" y "Los Fundadores" se realizó considerando los materiales, equipos y servicios necesarios para su implementación, así como los costos asociados a la instalación.


Se presenta el presupuesto del parque "El Progreso" en la tabla 17. Para mayor profundidad se recomienda ver el Apéndice C, presupuesto de la carpeta "parque 1 El Progreso" en la lista de apéndices.

Asimismo, Se presenta el presupuesto del parque "Los Fundadores" en la tabla 18. Para mayor profundidad se recomienda ver el Apéndice I, presupuesto de la carpeta "parque 2 Los Fundadores" en la lista de apéndices.

Además, se presentan las especificaciones técnicas de obra, con base para el detalle de los presupuestos. Estas se encuentran establecidas en el **Apéndice M** con mayor complemento y desglose.


Tabla 17.

Estimación de costos parque "El progreso"

	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER		BUCARAMANGA		
	ferney2175579@correo.uis.edu.co		SANTANDER		
	huber2175511@correo.uis.edu.co		Cl. 9 #27		
TIPO PROYECTO:	Diseño de iluminación parque El Progreso				
CLIENTE/CIUDAD:	San Miguel de Sema - Boyacá				
Carga [kVA]	8,706				
PRESUPUESTO					
		VALOR TOTAL SIN IVA	IVA	VALOR IVA	VALOR CON IVA
1	Servicio de Desarrollo de diseño e Ingeniería del proyecto de alumbrado publico, trámites y permiso de conexión.				
		\$ 824.000		\$ 156.560	\$ 980.560
2	Suministro, transporte, instalación y conexonado de 17 luminarias y postes metalico.				
		\$ 27.271.877		\$ 5.181.657	\$ 32.453.534
3	Excavacion, zanjas, tendido de cables, instalacion de protecciones.				
		\$ 5.538.877		\$ 1.052.387	\$ 6.591.264
4	Suministro, transporte, tendido y conexonado de redes de cable AC y tubería				
		\$ 3.185.584		\$ 605.260	\$ 3.790.844
5	Certificacion RETIE y RETILAP de la instalacion.				
		\$ 4.893.551		\$ 929.774	\$ 5.823.325
6	Pruebas y puesta en marcha				
		\$ 1.107.776	19%	\$ 210.478	\$ 1.318.254
TOTAL					\$ 50.957.780
		A	23%	\$ 11.720.289,40	
		I	2%	\$ 1.019.156	
		U	5%	\$ 2.547.889	
TOTAL					\$ 66.245.114

Nota. [Tabla presupuesto parque "El Progreso"]por Ferney S. Fonseca

Tabla 18.*Estimación de costos parque "Los Fundadores"*

	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER		BUCARAMANGA SANTANDER	
	ferney2175579@correo.uis.edu.co huber2175511@correo.uis.edu.co			
			Cl. 9 #27	
TIPO PROYECTO:	Diseño de iluminación parque Los Fundadores			
CLIENTE/CIUDAD:	San Miguel de Sema - Boyacá			
Carga [kVA]	9,476			
PRESUPUESTO				
	VALOR TOTAL SIN IVA	IVA	VALOR IVA	VALOR CON IVA
1 Servicio de Desarrollo de diseño e Ingeniería del proyecto de alumbrado publico, trámites y permiso de conexión.	\$ 824.000		\$ 156.560	\$ 980.560
2 Suministro, transporte, instalación y conexionado de 24 luminarias y postes metalico.	\$ 36.644.877		\$ 6.962.527	\$ 43.607.404
3 Excavacion, zanjas, tendido de cables e instalación y suministro de protecciones.	\$ 5.538.877		\$ 1.052.387	\$ 6.591.264
4 Suministro, transporte, tendido y conexionado de redes de cable AC y tubería	\$ 3.185.584		\$ 605.260	\$ 3.790.844
5 Certificacion RETIE y RETILAP de la instalación.	\$ 4.893.551		\$ 929.774	\$ 5.823.325
6 Pruebas y puesta en marcha	\$ 1.107.776		\$ 210.478	\$ 1.318.254
TOTAL				\$ 62.111.650
	A	23%	\$ 14.285.679,50	
	I	2%	\$ 1.242.233	
	U	5%	\$ 3.105.583	
TOTAL				\$ 80.745.145

Nota. [Tabla presupuesto parque "Los Fundadores"]por Ferney S. Fonseca

4. Recomendaciones

4.1 Normativas y cumplimiento técnico

Verificación exhaustiva de RETIE y RETILAP: Se confía en asegurar de que todos los parámetros técnicos, como el sistema de puesta a tierra, la protección contra sobretensiones y el dimensionamiento de conductores, cumplan con lo estipulado en estas normativas. Esto garantizará la seguridad del sistema y la sostenibilidad energética.

Normas municipales: Se debe confirmar que el diseño final respete las restricciones urbanísticas y ambientales específicas de San Miguel de Sema, como la preservación de espacios verdes y el uso eficiente del espacio público.

4.2 Diseño de la red eléctrica

Optimización de canalizaciones: Se recomienda analizar la posibilidad de utilizar canalizaciones subterráneas más compactas que faciliten el mantenimiento y reduzcan el impacto visual. Esto también puede ayudar a minimizar riesgos por daños externos.

Cálculo de conductores: Se debe revisar nuevamente los cálculos de los calibres de los conductores eléctricos, considerando posibles expansiones futuras del sistema.

4.3 Selección de luminarias

Eficiencia energética: Se recomienda utilizar luminarias LED con una eficiencia superior a 120 lm/W y una vida útil garantizada de más de 50,000 horas para reducir costos a largo plazo.

Control de contaminación lumínica: Instalar luminarias con corte óptico que dirijan la luz únicamente a las áreas necesarias, minimizando el deslumbramiento y el efecto "skyglow".

4.4 Gestión ambiental

Impacto en flora y fauna: Se recomienda seleccionar temperaturas de color cálidas (<4000K) para reducir el impacto en la fauna nocturna y mejorar la percepción visual del espacio.

Gestión de residuos: Se debería establecer un plan para reciclar luminarias obsoletas y gestionar adecuadamente los desechos generados durante la instalación del sistema.

4.5 Aspectos de seguridad y mantenimiento

Sistema de puesta a tierra: Se recomienda asegurar de que la resistencia de las varillas de puesta a tierra sea inferior a 25 ohmios, como exige el RETIE, para evitar riesgos eléctricos.

Plan de mantenimiento: Se encomienda construir un cronograma detallado de mantenimiento preventivo que incluya la revisión periódica de luminarias, tableros y sistemas de protección.

4.6 Análisis de costos y presupuesto

Presupuesto detallado: Se debe completar un análisis financiero que incluya costos de instalación, operación y mantenimiento a largo plazo, asegurando la viabilidad económica del proyecto.

Energías renovables: Se debe considerar la integración de fuentes de energía solar en algunas áreas para reducir costos de operación y mejorar la sostenibilidad.

5. Conclusiones

El desarrollo del sistema de alumbrado público para los parques "El Progreso" y "Los Fundadores" de San Miguel de Sema cumplió satisfactoriamente con los objetivos establecidos, tanto a nivel general como específico. En primer lugar, se logró diseñar un sistema de iluminación acorde con las exigencias normativas del RETIE y RETILAP, asegurando que las instalaciones cumplan con los estándares de seguridad eléctrica, eficiencia energética y calidad lumínica. Esto incluye la correcta selección de luminarias LED de alta eficiencia, la adecuada distribución de luminarias y postes, y la implementación de protecciones eléctricas que garantizan la seguridad de los usuarios y la durabilidad del sistema.

A través del diagnóstico inicial, se identificaron las deficiencias del sistema de iluminación existente, evaluando las áreas críticas en términos de insuficiencia lumínica, seguridad y funcionalidad. Este análisis permitió priorizar zonas de alto flujo peatonal y áreas recreativas, asegurando que el nuevo diseño responda a las necesidades específicas de la comunidad. Además, se elaboraron memorias de cálculo detalladas que justifican cada decisión técnica, desde el dimensionamiento de conductores y canalizaciones hasta la selección de protecciones y sistemas de puesta a tierra, los cuales cumplen estrictamente con las normativas nacionales.

En cuanto a los aspectos estéticos y funcionales, el sistema de iluminación no solo garantiza un nivel adecuado de luz para el desarrollo de actividades nocturnas, sino que también integra la iluminación como un elemento decorativo que realza las características arquitectónicas y naturales de los parques. Este enfoque contribuye a crear espacios seguros, accesibles y visualmente agradables para los habitantes de San Miguel de Sema y sus visitantes.

Desde el punto de vista ambiental, el proyecto incorporó medidas para minimizar la contaminación lumínica y el impacto sobre la fauna y flora local. Esto se logró mediante el uso de luminarias con corte óptico y temperaturas de color cálidas, que son menos disruptivas para los ecosistemas nocturnos. Asimismo, se implementaron tecnologías energéticamente eficientes que reducen el consumo eléctrico y las emisiones de gases de efecto invernadero, alineándose con los principios de sostenibilidad ambiental.

En términos económicos, el diseño demostró ser viable y sostenible, considerando tanto los costos iniciales de instalación como los gastos operativos y de mantenimiento a largo plazo. Además, el proyecto dejó abierta la posibilidad de integrar fuentes de energía renovable en el futuro, como paneles solares, para reducir aún más la dependencia energética.

Referencias Bibliográficas

Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público - RETILAP. (2024).

Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE. (2013).

Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE. (2024).

Guía de Diseño de Alumbrado Público - NTC 2050

Resolución CREG 015 del 2018.

Resolución CREG 199 del 2019.

Resolución CREG 101-035 del 2024.

Ropero, S. (2021). Diseño de sistemas de iluminación con tecnología LED en espacios recreativos.

Carvajal, C. (2019). Modernización de alumbrado público en parques de Bogotá.

Leal, V. (2021). Iluminación LED para polideportivos: eficiencia energética y reducción de impacto ambiental.