

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE



Facultad De Ingeniería En Ciencias Aplicadas

Carrera De Ingeniería En Mantenimiento Eléctrico

DISEÑO DEL SISTEMA DE ALUMBRADO PÚBLICO ORNAMENTAL PARA EL PARQUE LINEAL NORTE DE LA CIUDAD DE OTAVALO - IMBABURA

Diseño del sistema de alumbrado público ornamental para el Parque Lineal Norte de la ciudad de Otavalo - Imbabura

Trabajo de grado presentado ante la Ilustre Universidad Técnica del Norte previo a la
obtención del título de Ingeniero en Mantenimiento Eléctrico

Autor:

Kevin Andres Visarrea Taimal

Director:

MSc. Franklin Ramiro Flores Haro

Ibarra-Ecuador

2023



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	1004561740		
APELLIDOS Y NOMBRES:	Visarrea Taimal Kevin Andres		
DIRECCIÓN:	Otavalo		
EMAIL:	kavisarreat@utn.edu.ec		
TELÉFONO FIJO:		TELÉFONO MÓVIL:	0980151154
DATOS DE LA OBRA			
TÍTULO:	DISEÑO DEL SISTEMA DE ALUMBRADO PÚBLICO ORNAMENTAL PARA EL PARQUE LINEAL NORTE DE LA CIUDAD DE OTAVALO - IMBABURA		
AUTOR (ES):	Kevin Andrés Visarrea Taimal		
FECHA: DD/MM/AAAA	23/03/2023		
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO			
PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO		
TITULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniería en Mantenimiento Eléctrico		
ASESOR /DIRECTOR:	MSc. Franklin Ramiro Flores		

2. CONSTANCIAS

El autor (es) manifiesta (n) que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto la obra es original y que es (son) el (los) titular (es) de los derechos patrimoniales, por lo que asume (n) la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá (n) en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 23 días del mes de marzo de 2023

EL AUTOR:

Nombre: Visarrea Taimal Kevin Andrés



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

ACEPTACIÓN DEL DIRECTOR

Ing. Franklin Ramiro Flores MSc.

CERTIFICA

Que después de haber examinado el presente trabajo de investigación elaborado por el señor estudiante: Visarrea Taimal Kevin Andres, certifico que ha cumplido con las normas establecidas en la elaboración del trabajo de investigación titulado: **"DISEÑO DEL SISTEMA DE ALUMBRADO PÚBLICO ORNAMENTAL PARA EL PARQUE LINEAL NORTE DE LA CIUDAD DE OTAVALO - IMBABURA"** para la obtención del título de Ingeniero en Mantenimiento Eléctrico.

Ing. Franklin Ramiro Flores MSc.

DIRECTOR DE TRABAJO DE GRADO

DEDICATORIA

Dedico mi trabajo de grado a mis padres Guadalupe Taimal y Nelson Visarrea por ser el pilar fundamental de mi vida y apoyarme siempre en las decisiones que he tomado y enseñarme que el esfuerzo tarde o temprano tiene su recompensa, además de siempre estar en los momentos más complicados y principalmente por apoyarme en los estudios.

A mis familiares, amigos, docentes y demás allegados de los cuales he recibido palabras de aliento en los momentos adversos.

A mis compañeros de carrera universitaria por la amistad que se forjó en estos años.

AGRADECIMIENTO

El desarrollo de este trabajo de titulación ha implicado mucho esfuerzo y dedicación; y su finalización merece un agradecimiento.

A Dios por brindarme la sabiduría y cuidado espiritual, a la Universidad Técnica del Norte por permitir cursar mis estudios para conseguir el título profesional.

A los docentes de la carrera de Ingeniería en Mantenimiento Eléctrico por compartir sus conocimientos y experiencias para forjar profesionales éticos, responsables y sobre todo humanos.

De manera especial a mi madre por el apoyo que recibí en todo el transcurso de mi vida universitaria.

A mi familia y amigos por las palabras de apoyo que me brindaron en etapas complicadas de mi vida estudiantil.

Tabla de Contenido

DEDICATORIA	IV
AGRADECIMIENTO	V
Resumen	XII
Abstract.....	XII
Introducción	XIV
Planteamiento del Problema	XV
Formulación del Problema	XV
Objetivos.....	XV
Alcance.....	XV
Justificación	XVI
Capítulo 1 Descripción de los Parámetros Fotométricos y Normativa de Iluminación	1
1.1 Alumbrado Público y Ornamental en Ecuador	1
1.2 Marco Normativo e Institucional del Sector Eléctrico Ecuatoriano.....	2
1.2.1 Constitución de la República del Ecuador 2008.....	2
1.2.2 Ley Orgánica del Servicio Público de Energía Eléctrica (LOSPEE)	3
1.2.3 Ley Orgánica de Eficiencia Energética (LOEE)	3
1.3 Marco Regulatorio de Alumbrado Público.....	3
1.3.1 Prestación del Servicio de Alumbrado Público General (PSAPG).....	4
1.3.2 Servicio Ecuatoriano de Normalización	6
1.4 Principales Magnitudes de Iluminación.....	7
1.4.1 Flujo luminoso - potencia luminosa.....	7
1.4.2 Eficacia luminosa - rendimiento luminoso.....	8
1.4.3 Iluminancia o nivel de iluminación	8
1.4.4 Luminancia	10
1.4.5 Intensidad luminosa.....	10
1.5 La Luz.....	11
1.5.1 Deslumbramiento	12

1.5.2	Iluminación Artificial.....	12
1.5.3	Lámparas de estado sólido (LED)	13
1.6	Propiedades de la Luz con los Materiales.....	14
1.6.1	Reflexión	14
1.6.2	Refracción	15
1.7	El Color.....	16
1.7.1	Temperatura de color	16
1.7.2	Índice de Rendimiento Cromático (CRI)	17
1.8	Red de Distribución Eléctrica.....	18
1.8.1	Central de Generación.....	19
1.8.2	Transmisión.....	19
1.8.3	Centro de Transformación	20
1.8.4	Conductores	21
1.8.5	Protecciones eléctricas.....	24
1.9	Diseño de una Red Eléctrica	25
1.9.1	Unidades de Propiedad (UP) y Unidades de Construcción (UC)	25
Capítulo 2	Análisis de campo.....	27
2.1	Parque Lineal Norte.....	27
2.2	Metodología.....	27
2.3	Criterios de Diseño	28
2.3.1	Seguridad	29
2.3.2	Confort visual	29
2.3.3	Estética	29
2.3.4	Eficiencia	29
2.4	Herramientas de investigación y diseño.....	30
2.4.1	Base de Datos	30
2.4.2	Equipo y Software	30
2.5	Investigación de campo	30

2.6	Análisis de resultados.....	31
Capítulo 3	Sistema de Iluminación.....	36
3.1	Iluminación	36
3.1.1	Iluminación del primer tramo.....	36
3.1.2	Resultados luminotécnicos.....	38
3.1.3	Iluminación del segundo tramo.....	41
3.1.4	Resultados luminotécnicos.....	42
3.1.5	Resumen de resultados.....	44
3.1.6	Lista de luminarias.....	44
3.2	Diseño Eléctrico.....	45
3.2.1	Demanda de diseño	45
3.2.2	Red primaria.....	46
3.2.3	Red Secundaria.....	46
3.2.4	Caída de voltaje en red primaria.....	2
3.2.5	Caída de voltaje en red secundaria	2
3.2.6	Seccionamiento y Protección.....	2
3.2.7	Sistema de Puesta a Tierra	2
3.2.8	Sistema de Alumbrado Público.....	3
3.2.9	Memoria Técnica.....	3
3.3	Presupuesto	3
3.4	Conclusiones.....	3
3.5	Recomendaciones.....	4
	Referencias bibliográficas	5
	Anexo A: Plano arquitectónico y detalles	1
	Anexo B: Ficha técnica de luminarias	5
	Anexo C: Planos Eléctricos.....	7
	Anexo D: Dimensionamiento del Transformador	18
	Anexo E: Caída de Voltaje – Circuito primario	19

Anexo F: Caída de Voltaje – Circuito secundario	20
Anexo G: Cálculo de puesta a tierra.....	21
Anexo H: Lista de Materiales	22
Anexo I: Presupuesto.....	23

Índice de Figuras

Fig. 1.1. Iluminación de vía peatonal.....	5
Fig. 1.2. Comparación de rendimiento luminoso.	8
Fig. 1.3. Concepto de Iluminancia	9
Fig. 1.4. Luxómetro.	10
Fig. 1.5. Luminancia de una superficie.....	10
Fig. 1.6. Intensidad Luminosa.	11
Fig. 1.7. Percepción de la luz.	11
Fig. 1.8. Espectro visible por el hombre.	12
Fig. 1.9. Deslumbramiento perturbador.....	12
Fig. 1.10. Clasificación de fuentes luminosas artificiales.	13
Fig. 1.11. Empaquetadura de una lámpara LED.	14
Fig. 1.12. Lámparas LED tipo RGB en espacio exterior	14
Fig. 1.13. Ángulos de reflexión.....	15
Fig. 1.14. Refracción en un vaso de agua.....	15
Fig. 1.15. Ángulos de la refracción.....	16
Fig. 1.16. Refracción a través de un prisma.	16
Fig. 1.17. Escala de color de temperatura.....	17
Fig. 1.18. Comparación del CRI.	17
Fig. 1.19. Suministro de energía al alumbrado público y usuarios.....	18
Fig. 1.20. Central de generación Eólica Villonaco.	19
Fig. 1.21. Parte de la red de transmisión El Inga.....	19
Fig. 1.22. Transformadores Omega Electric.....	20

Fig. 1.23. Partes de un transformador monofásico convencional con frente muerto.....	21
Fig. 1.24. Conductores eléctricos.....	22
Fig. 2.1. Delimitación del área de estudio.....	27
Fig. 2.2. Esquema de la metodología de investigación.....	28
Fig. 2.3. Plano impreso.	31
Fig. 2.4. Estructura de luminaria.	32
Fig. 2.5. Red eléctrica existente.....	32
Fig. 3.1. Exportación del plano al software DIALux evo.....	36
Fig. 3.2. Diseño del Tramo 1 del Parque Lineal Norte.....	37
Fig. 3.3. Zona de estar del Tramo 1.	37
Fig. 3.4. Iluminación de plazoletas del tramo 1.....	37
Fig. 3.5. Luminarias de piso en el borde de la ciclovía.	38
Fig. 3.6. Plano de situación de luminarias en el tramo 1.	38
Fig. 3.7. Áreas de cálculo.....	38
Fig. 3.8. Isolíneas en la plazoleta 1.....	39
Fig. 3.9. Isolíneas de la plazoleta 2.....	39
Fig. 3.10. Isolíneas de la ciclovía.	40
Fig. 3.11. Isolíneas del área de estar.	40
Fig. 3.12. Isolíneas de las caminerías y andén.....	41
Fig. 3.13. Simulación del segundo tramo.	41
Fig. 3.14. Simulación del segundo tramo.	41
Fig. 3.15. Caminerías y bancas.....	42
Fig. 3.16. Plano de situación de luminarias en el segundo tramo 2.	42
Fig. 3.17. Área de cálculo del segundo tramo.	42
Fig. 3.18. Isolíneas de área de estar.	43
Fig. 3.19. Isolíneas de las caminerías.	43
Fig. 3.20. Isolíneas de las caminerías.	44

Índice de Tablas

Tabla 1.1. Proyección de instalación de luminarias al 2027	2
Tabla 1.2. Número de luminarias por cada tecnología	2
Tabla 1.3. Clases de iluminación para diferentes tipos de vías en áreas peatonales y de ciclistas	5
Tabla 1.4. Valores mínimos de iluminación para tráfico peatonal	6
Tabla 1.5. Iluminación mínima en áreas críticas distintas a vías vehiculares	6
Tabla 1.6. Flujo luminoso por el tipo de luminaria	7
Tabla 1.7. Índices de refracción por material.....	16
Tabla 1.8. Subestaciones y Líneas de Transmisión de Ecuador	20
Tabla 1.9. Tipos de aislamiento de conductores	22
Tabla 1.10. Calibre de los conductores de tierra	23
Tabla 2.1. Conjunto de espacios del parque lineal	33
Tabla 3.1. Comparación de valores de iluminancia	44
Tabla 3.2. Listado de luminarias	45
Tabla 3.3. Cuadro de demanda del Parque Lineal Norte.....	46

Resumen

La implementación del Servicio de Alumbrado Público Ornamental actualmente tiene un alto impacto en la sociedad ya que influye en aspectos como seguridad, desarrollo, movilidad y ornamentación; como lo es en parques donde existe alta afluencia de peatones que desarrollan varias actividades, tanto en el día como en la noche.

El Parque Lineal Norte con una extensión aproximada de 18.157 m² posee varios espacios de convivencia y desarrollo como: caminerías, una ciclovía, áreas de estar y plazoletas que carecen de una iluminación con cumpla con los criterios de obligatoriedad, generalidad, uniformidad, eficiencia, responsabilidad, universalidad, accesibilidad, regularidad, continuidad y calidad que como servicio público debe cumplir según la Constitución de la República del Ecuador 2018.

En el presente trabajo de titulación se expone el diseño de Alumbrado Público Ornamental para el lugar mencionado. Después de una revisión descriptiva del marco legal, las regulaciones y normativas vigentes se detalla el diseño correspondiente al sistema de iluminación desarrollado en el software DIALux cumpliendo con la norma RTE INEN 069 “Alumbrado Público” y la regulación ARCERNNR 006/20 “Prestación del Servicio de Alumbrado Público”, de la misma manera el sistema eléctrico que fue dimensionado con la normativa de la Empresa Eléctrica Regional Norte, las Unidades de Propiedad del MEM y el software AutoCAD.

El diseño que se presenta cumple principalmente con el nivel de iluminación que exige las regulaciones mencionadas en cada uno de los espacios que componen el bien público. Además, de que se direcciona a la utilización de luminarias con energía renovable, amigable con el medio ambiente, eficiente, segura y de calidad.

Abstract

The implementation of the Ornamental Public Lighting Service currently has a high impact on society as it influences aspects such as security, development, mobility and ornamentation. As it is in parks where there is a high influx of pedestrians who develop various activities, both day and night.

The “Parque Lineal Norte” with an approximate extension of 18,157.5 m² has several spaces for coexistence and development, such as roads, a bicycle path, living areas and squares that lack lighting with compliance with the criteria of obligation, generality, uniformity, efficiency, responsibility, universality, accessibility, regularity, continuity, and quality that as a public service must comply with according to the Constitution of the Republic of Ecuador 2018.

In the present work of qualification, the design of Ornamental Public Lighting for the mentioned place is exposed. After a descriptive review of the legal framework, regulations and regulations in force, the design corresponding to the lighting system developed in the DIALux evo version 10.1 program is detailed, complying with RTE 069 "Public Lighting" and ARCERNNR 006/2022 " Provision of the Public Lighting Service ", in the same way the electrical system that was dimensioned with the regulations of the North Regional Electric Company, THE MEER Property Units and AutoCAD software. It is worth mentioning that most of the luminaires that have been designed to illuminate much of the park are renewable, powered by a photovoltaic solar source.

The design that is presented mainly complies with the level of lighting required by current regulations in each of the spaces that make up the public good. In addition, it is aimed at the use of luminaires with renewable energy, friendly to the environment, efficient, safe, and quality.

Introducción

Los espacios verdes como jardines o parques son espacios con alta concurrencia de peatones para realizar varias actividades recreativas e interpersonales. A estos lugares frecuentan personas tanto en el día como en la noche para pasear, practicar deportes, tomar fotografías o jugar. (Guerra, 2018)

Por esta razón estos espacios deben proporcionar seguridad, condiciones salubres y buena visibilidad para el disfrute de los peatones ya que “para el año 2050 el 70 por ciento de la población mundial pueda vivir en espacios urbanos” (World Urban Parks, 2021)

Actualmente el ser humano en el afán de mejorar su condición de vida busca un entorno donde pueda gozar de los principales servicios básicos, uno de ellos es el alumbrado público donde también se incluye los espacios complementarios que resaltan de manera ornamental, por lo que el aspecto funcional de lo artificial que complementa y mejora visiblemente estos espacios es muy importante. No obstante, no hay que dejar de lado un aspecto psicológico que en muchas ocasiones se ha omitido por diseñadores o arquitectos y que en consecuencia altera el confort con el entorno, cualidad que deben poseer las áreas verdes en zonas urbanas y rurales. (Inelba, 2021)

Con estas características se destaca el “Proyecto de alumbrado en tecnología LED más eficiente y menos contaminante”, el cual garantiza el desarrollo económico, social respetando los límites ecológicos y contribuyendo con la calidad de iluminación de 900 metros de los distintos caminos y senderos del Parque Urbano (ARQUILED, 2020).

. Al mismo tiempo, la eficiencia energética, la reducción de costos y la preservación fueron los puntos considerados para el diseño de iluminación.

En nuestro país específicamente en Manabí existe una propuesta para la construcción de un parque lineal en el borde del Río Jama, donde se consideró aspectos ambientales, técnicos, funcionales, formales y culturales de la zona, donde Rojas (2017) autor de la propuesta arquitectónica menciona que “la iluminación artificial en los espacios públicos es importante para prolongar el uso de los mismos para garantizar la seguridad con luminarias de bajo consumo” (pág. 43).

En la ciudad de Otavalo el Municipio ha construido el Parque Lineal La Florida de la misma ciudad, con un sistema de iluminación eficiente y de calidad ya que cumple con las sugerencias técnicas de diseño y construcción del Ministerio de Energía y Minas (MEM) y la empresa EMELNORTE.

Planteamiento del Problema

En la ciudad de Otavalo existen varios espacios públicos en toda la extensión urbana y muchos de ellos se encuentran en condiciones para que los ciudadanos realicen actividades en cualquier horario, sin embargo, existe unos pocos que son la excepción, como lo es el Parque Lineal Norte, el cual tiene espacios de descanso como bancas, áreas arbóreas y jardines; además de una ciclovía, una plazoleta y caminerías; donde su funcionamiento es limitado en las noches, ya que en su construcción no se consideró el sistema de iluminación.

El Parque Lineal Norte al ser un espacio público de tránsito de personas permite la aplicación de normativas o regulaciones vigentes, de manera que es aplicable los lineamientos de la Regulación de la Agencia de Regulación y Control de Energía y Recursos Naturales No Renovables 006/20, en donde se establecen parámetros fotométricos como la iluminancia, uniformidad de la iluminancia e incremento del umbral con el fin de mantener un espacio con óptima iluminación para el desarrollo de actividades diarias en ausencia de luz natural.

Formulación del Problema

¿Qué parámetros y lineamientos se deben considerar para el diseño de iluminación del parque lineal norte de Otavalo?

Objetivos

Objetivo General

Diseñar el sistema de alumbrado público ornamental para el parque lineal norte de la ciudad de Otavalo aplicando la normativa y parámetros vigentes para una iluminación urbana de calidad.

Objetivos Específicos

- Describir los parámetros y normativas de iluminación vigentes.
- Realizar el levantamiento de información
- Diseñar el sistema de alumbrado público ornamental

Alcance

En el presente trabajo de titulación se propone diseñar un sistema de iluminación para el Parque Lineal Norte de la ciudad de Otavalo, calle De los Corazas y Panamericana Sur E35, en este diseño se considerará la iluminación para cada espacio del parque que se alimentará por un sistema eléctrico soterrado. La selección, ubicación de luminarias,

reflectores y postes ornamentales se desarrollará en el software DIALux para verificar el cumplimiento de los parámetros fotométricos expuestos por ARCONEL ahora ARCERNNR en la Regulación Nro. ARCERNNR 006/20. Los planos de distribución de los circuitos eléctricos se diseñarán en AutoCAD después de haber estimado la carga para el dimensionamiento de conductores, tubería, protecciones y potencia de un transformador monofásico a 120/240 que se alimentará de la red de medio voltaje existente, finalmente en este proyecto se presentará un presupuesto detallado de los materiales a utilizar.

Justificación

El presente trabajo de diseño de alumbrado público ornamental permitirá en un futuro, que el GAD MUNICIPAL DE OTAVALO ejecute este proyecto beneficiando a la zona urbana de la ciudad, además, Otavalo al ser un destino turístico tiene el fin brindar espacios públicos de confort para el buen vivir de los ciudadanos locales y extranjeros.

De igual manera favorecer a locales comerciales, locales de comida, farmacias y otros que se encuentran al costado del parque lineal específicamente en la calle De Los Corazas.

De manera ambiental la proyecto aportaría en la recuperación funcional de las áreas verdes, senderos, conjuntos de árboles, caminerías, ciclovías y plazoletas dando realce visual al espacio verde que se encuentra en las puertas de la ciudad.

También provocaría conciencia y motivación para el aprovechamiento y cuidado de toda la extensión pública de los ciudadanos.

Capítulo 1

Descripción de los Parámetros Fotométricos y Normativa de Iluminación

En el siguiente capítulo se realiza una descripción breve de los conceptos de iluminación, de las normativas, reglamentos o regulaciones vigentes que se considerarán para el diseño del sistema de alumbrado público del Parque Lineal Norte de Otavalo.

1.1 Alumbrado Público y Ornamental en Ecuador

En Ecuador, a la iluminación de los espacios públicos y de las vías de tránsito de personas y vehicular se conoce como Servicio de Alumbrado Público General con sus siglas SAPG; que según la Regulación ARCERNNR 006/20 “comprende las actividades de planificación, modernización, expansión, administración, operación, mantenimiento y fiscalización del alumbrado público”.(2020)

A este este servicio se lo divide por el tipo de aplicación como Alumbrado Público General (APG) que “comprende los sistemas de alumbrado de vías públicas, para tránsito de peatones y vehículos, escenarios deportivos públicos no cerrados, cubiertos o no que se rigen a niveles de iluminación, que por el contrario el Alumbrado Público Ornamental (APO) que cubre la iluminación de parques, plazas, iglesias, monumentos donde el nivel de iluminación lo define el proyectista. Y el Alumbrado Público Intervenido (API) se aplica a la iluminación de vías que se rigen a los requerimientos de los gobiernos autónomos descentralizados o es necesario aplicar diferentes características de construcción a las estipuladas”. (ARCERNNR 06/20, 2020)

En la actualidad el apto diseño nuevo o rediseño del alumbrado público es muy importante ya que favorece al desarrollo, la seguridad, movilidad y ornamentación. Según el último Balance Nacional de Energía Eléctrica (2022) con corte a enero, el Servicio de Alumbrado Público General comprende un 6,35% (1.459,68 GWh) de la energía facturada por Servicio Eléctrico. Esta demanda crece continuamente por tal motivo el MEM determina su continua aplicación empleando criterios técnicos de mejoramiento tecnológico y bienestar ambiental.

El crecimiento de la población es paralelo a la demanda eléctrica por tal motivo el MEM continua con la implementación de Alumbrado Público (AP) apegándose al desarrollo tecnológico y sin olvidar el impacto en el medio ambiente el Plan Maestro de Electricidad (PME) estipula el “incremento del servicio de alumbrado público mediante la utilización de la tecnología eficiente” (pág. 240).

Al pasar de los años la implementación de luminarias ha incrementado por los diferentes usos de los espacios como vías, carreteras y pasajes, con el fin de aportar de manera significativa a la seguridad y el confort de la ciudadanía, por tal motivo en la Tabla 1.1 se muestra el incremento de luminarias desde el 2018 y con una proyección hasta el 2027.

Tabla 1.1. Proyección de instalación de luminarias al 2027

Número de luminarias	
2018	99.889
2019	49.945
2020	29.967
2021	20.977
2022	37.758
2023	71.740
2024	78.914
2025	71.023
2026	56.818
2027	17.045
Total	534.076

Tomado de (MEM, 2018, pág. 259)

El aumento considerable de luminarias para alumbrado público debe estar orientada a cumplir con una de las políticas del PME que es “procurar eficiencia en el consumo energético, reducir el impacto ambiental y obtener un aceptable retorno de la inversión, mejorando la percepción de la seguridad y confort visual de la ciudadanía” (CONELEC, 2013). Por esta razón se han incorporado luminarias de acuerdo con la tecnología existente en cada momento, así que existe una variedad tecnológica en fuentes de iluminación como se muestra en la Tabla 1.2, las cuales se han incorporado en los sistemas de iluminación por el tipo de aplicación y exigencia del área de diseño.

Tabla 1.2. Número de luminarias por cada tecnología

Luminarias de Alumbrado Público		
Tecnología	Luminarias	% Luminarias
Vapor de sodio	1.509.727	90,83
Haluro Metálico	40.713	2,95
Led	49.016	2,45
Otros	62.764	3,78
Total	1.662.076	100

Tomado de Análisis técnico – económico de factibilidad de implementación de sistemas de alumbrado público inteligente en el Ecuador. (2021)

1.2 Marco Normativo e Institucional del Sector Eléctrico Ecuatoriano

1.2.1 Constitución de la República del Ecuador 2008

En la sociedad actual la energía eléctrica es el medio para trascender en el ámbito económico, social y ambiental; por tal motivo en el Ecuador en la Constitución de la República

del Ecuador establece que “el Estado es el encargado de la administración, regulación, control y gestión de este medio estratégico para ser entregado de manera eficiente, responsable, continuo y de calidad (2008), estableciendo precios y tarifas para los ciudadanos como consumidores finales, esto es posible mediante los organismos competentes al Sistema Eléctrico Ecuatoriano, leyes, reglamentos y regulaciones.

1.2.2 Ley Orgánica del Servicio Público de Energía Eléctrica (LOSPEE)

En la LOSPEE se establece que “el consumidor o usuario final debe beneficiarse del servicio público de energía eléctrica, que este sea sustentable, amigable con el medio ambiente a partir de fuentes de energía renovable, seguro y de la más alta calidad”.(2019)

Por ende, es necesario normar y regular las diferentes etapas de la energía como la generación, transmisión, distribución, comercialización y distribución, así también la ejecución de planes y proyectos que relacione a las empresas públicas y privadas afines a la energía eléctrica.

1.2.3 Ley Orgánica de Eficiencia Energética (LOEE)

Con el fin de mitigar el impacto ambiental se establece leyes para controlar el uso de dispositivos tecnológicos y su construcción; implementar nuevas tecnologías no contaminantes y más eficientes.

Por lo que la LOEE estipula lo siguiente:

Establecer el marco legal y régimen de funcionamiento del Sistema Nacional de Eficiencia Energética (SNEE) y promover el buen uso de la energía bajo los criterios de seguridad, sostenibilidad energética y ambiental, eficiencia, economía y productividad procurando disminuir el cambio climático mediante la aplicación de fuentes de energía renovable y mantener un ambiente sano garantizando los derechos de las personas. (Hugo Del Pozo Barrezueta, 2019)

1.3 Marco Regulatorio de Alumbrado Público

Por medio de la Agencia de Regulación y Control de Energía y Recursos Naturales no Renovables (ARCERNNR) se regula los aspectos técnicos, económicos, tarifarios y la calidad del Servicio de Alumbrado Público General a los usuarios; con el fin de brindar vías con iluminación con estándares de calidad y eficiencia energética.

El diseño de alumbrado público se rige a lineamientos nacionales e internacionales que según la Comisión Internacional de Iluminación (CIE) deben cumplir con las siguientes finalidades:

- a) Permitir que todos los usuarios de la carretera, incluidos los operadores de vehículos de motor, motocicletas, ciclos de pedales y vehículos tirados por animales, transiten con seguridad.
- b) Permitir a los peatones distinguir los peligros o a otros peatones.
- c) Mejorar la apariencia diurna y nocturna del medio ambiente

1.3.1 Prestación del Servicio de Alumbrado Público General (PSAPG)

La ARCERNNR mediante la regulación ARCERNNR 006/20 detalla los lineamientos para que el diseño cumpla con el nivel de iluminación óptimo.

El proyecto relaciona a la entidad municipal y la empresa eléctrica distribuidora, por ende; se detallan los requerimientos de la EED, que en este caso se debe a EMELNORTE, a los que deben regirse para adquirir el servicio de alumbrado público.

• De La Entidad Municipal

Para la instalación del servicio de AP la entidad municipal debe realizar el proceso de aprobación del diseño y del suministro de la energía eléctrica. El diseño debe contar con los estudios técnicos de iluminación, planos eléctricos georreferenciados, diagramas eléctricos y especificaciones técnicas. Además, se debe acordar el mantenimiento del APO y API por parte de la EED que será financiado por el GAD.

El GAD debe otorgar a la EED los dispositivos de alumbrado público general en vías o ampliación de las existentes para su operación y mantenimiento.

• Aspectos Técnicos

Los aspectos técnicos que se consideran para obtener un nivel de iluminación que cumpla con la presente resolución depende de las características fotométricas de la luminaria, de la lámpara y de las propiedades de la calzada. Los parámetros fotométricos para iluminar vías o espacios públicos son los siguientes:

- a) Luminancia Promedio De La Calzada: Se trata del nivel de iluminación mínimo que la instalación debe mantener en el tiempo que puede ser superior cuando se justifique económicamente.
- b) Uniformidad General De Luminancia De La Calzada: Las vías deben tener una iluminación uniforme en toda el área, esta se relaciona entre la luminancia mínima y la luminancia promedio que incide en la vía. Este valor se puede obtener en un software de especializado de cálculo lumínico como lo es DIALux y se conoce como G1, este valor se expresa en porcentaje.

- c) Uniformidad Longitudinal Sobre La Calzada: Es la relación entre la luminancia mínima y la luminancia máxima, medidas o calculadas en dirección longitudinal a lo largo del eje central de cada carril de circulación. De igual manera, en DIALux se conoce como G2 y también se expresa en porcentaje.
- d) Deslumbramiento: es un fenómeno que causa molestia y en ocasiones perturba a la visión disminuyendo la capacidad de distinguir objetos, este aspecto aparece por una inadecuada distribución de luminarias. Según la página web Fraga Iluminación “los factores que intervienen en el deslumbramiento son: la luminancia, las dimensiones, la situación, el contraste y el tiempo de exposición de la luminaria”. En otras palabras, el deslumbramiento es la aparición de sombras que dificultan divisar los objetos de su entorno o perjudica la iluminación de objetos.

- **Vías para tráfico peatonal**

A la iluminación de vías de tráfico peatonal le corresponde niveles de iluminación adecuados para que los peatones puedan distinguir objetos, nivel del suelo, personas cercanas, obstáculos y otras que se existen en el desarrollo de las actividades de los ciudadanos.



Fig. 1.1. Iluminación de vía peatonal.

Tomado de (Luminarias Solares [Fotografía], 2020)

Depende del uso e importancia de las vías para establecer un nivel de iluminación, el cual se determina mediante la Tabla 1.3. No obstante, es importante considerar que al existir iluminación incrementemente el tránsito de personas.

Tabla 1.3. Clases de iluminación para diferentes tipos de vías en áreas peatonales y de ciclistas

Clases de iluminación	Descripción del uso de la calzada
P1	Vías de gran importancia
P2	Utilización nocturna intensa de peatones y ciclistas
P3	Utilización nocturna moderada por peatones y ciclistas

P4	Utilización nocturna baja por peatones y ciclistas, únicamente asociada a las propiedades adyacentes
P5	Utilización nocturna baja por peatones y ciclistas, únicamente asociada a las propiedades adyacentes
P6	Utilización nocturna muy baja por peatones y ciclistas, únicamente asociada a las propiedades adyacentes

Tomado de Resolución Nro. ARCERNNR 06/20, (2020)

A cada clase de iluminación le corresponde un nivel de iluminación y estos valores se detallan en la Tabla 1.4

Tabla 1.4. Valores mínimos de iluminación para tráfico peatonal

Clase de iluminación	Iluminación (lx)	
	Valor promedio (*)	Valor mínimo (*)
P1	20	7,5
P2	10	3
P3	7,5	1,5
P4	5	1
P5	3	0,6
P6	1,5	0,2

Si bien la tabla se muestra en la Resolución mencionada de la misma manera se menciona en el Reglamento Técnico Ecuatoriano 069 “Alumbrado Público”. Por ende, es válido utilizar la RTE 069 para cualquier diseño en cuanto al diseño lumínico para espacios peatonales.

1.3.2 Servicio Ecuatoriano de Normalización

El Servicio Ecuatoriano de Normalización (INEN) con el fin de promover una cultura de calidad en cuanto al Servicio de Alumbrado Público emite “los requisitos que deben cumplir los equipos y elementos que constituyen el SAPG” (2011), mediante el RTE INEN 069 “Alumbrado Público”.

- **Vías para tráfico peatonal y de ciclistas**

La normativa RTE 069 y la regulación ARCERNNR 006/20 tratan sobre el Alumbrado Público y por ende usan los mismos parámetros para la selección de la clase de iluminación con el nivel promedio de iluminación correspondiente en lux, por lo tanto, las tablas se detallan en la resolución ya mencionada.

En cuanto a la determinación del nivel de iluminación para áreas diferentes a vías peatonales el RTE 069 clasifica la iluminación de acuerdo con el área a iluminar. La Tabla 1.5 muestra la clase de iluminación con el respectivo nivel de iluminancia y uniformidad de cada área.

Tabla 1.5. Iluminación mínima en áreas críticas distintas a vías vehiculares

Clasificación	Clase de iluminación	Iluminancia promedio (lux)	Uniformidad general Uo >=%
Canchas múltiples recreativas	C0	50	40

Plazas y plazoletas	C1	30	33
Pasos peatonales	C1	30	33
Puentes peatonales	C2	20	33
Zonas peatonales bajas y aledaños a puentes peatonales y vehiculares	C2	20	33
Andenes, senderos, paseos, alamedas peatonales en parques	C3	15	33
Ciclo-rutas en parques	C2	20	40
Ciclo-rutas, senderos, paseos, alamedas y además áreas peatonales adyacentes a rondas de ríos, quebradas, humedales, canales y además áreas distintas de vías vehiculares iluminadas u otro tipo de áreas iluminadas	C4	10	40

Adaptado de: RTE INEN "ALUMBRADO PÚBLICO" (2011)

1.4 Principales Magnitudes de Iluminación

A continuación, se exponen las unidades y magnitudes de medida de las fuentes de luz, las cuales permiten valorar las cualidades y efectos de una fuente de luz.

1.4.1 Flujo luminoso - potencia luminosa

Es una de las características más importantes de una luminaria, donde la potencia define la carga de una instalación y la cantidad de luz con la que contará un espacio determinado. Según David (2011) "es la cantidad total de luz radiada o emitida por una fuente durante un segundo", tomando en cuenta la altura o la inclinación de la lámpara o luminaria esta brindará mayor o menor flujo luminoso.

Es necesario aclarar que la energía radiada por una lámpara no es la misma que percibe el ojo humano, el 90% se modifica en calor y el 10% se convierte en luz (Betancur, 2013). Esto se lo puede denotar en las lámparas o bombillas incandescentes ya que produce más temperatura que luz visible por ende son menos eficientes y su tiempo de vida es corto a comparación de otro tipo de luminaria. En la Tabla 1.6. se muestra el flujo luminoso que existe en cada tipo de luminaria dependiendo de la potencia (W).

Tabla 1.6. Flujo luminoso por el tipo de luminaria

Tipo de Lámpara	Flujo Luminoso
Incandescente de 100 W	1.380
Fluorescente 40W	3.200
Mercurio de alta presión 400W	23.000
Halogenuros metálicos 400W	28.000
Sodio de alta presión 400W	48.000
Sodio de baja presión 180W	31.500

Tomado de eScholarium, Instalaciones de alumbrado [Tabla].

1.4.2 Eficacia luminosa - rendimiento luminoso

La eficiencia luminosa (lm/W) de una lámpara y de una luminaria se valora en la cantidad de energía que convierte en luz en comparación con la cantidad de energía que convierte en calor durante un cierto tiempo. Cabe aclarar que lo que se requiere es iluminar mas no tener un ambiente caliente. Castro & Posligua (2015) en su investigación mencionan que la instalación y el consumo de luminarias de baja eficiencia representa un costo elevado, por cuanto se debe considerar luminarias de alta eficiencia considerando el nivel de iluminación deseado.

Por lo tanto, es necesario considerar la luminaria con el rendimiento y eficiencia adecuada que requiera la instalación. En la Fig. 1.2 se muestra un balance de rendimiento luminoso en consideración con la eficiencia y el tiempo de vida de la lámpara.

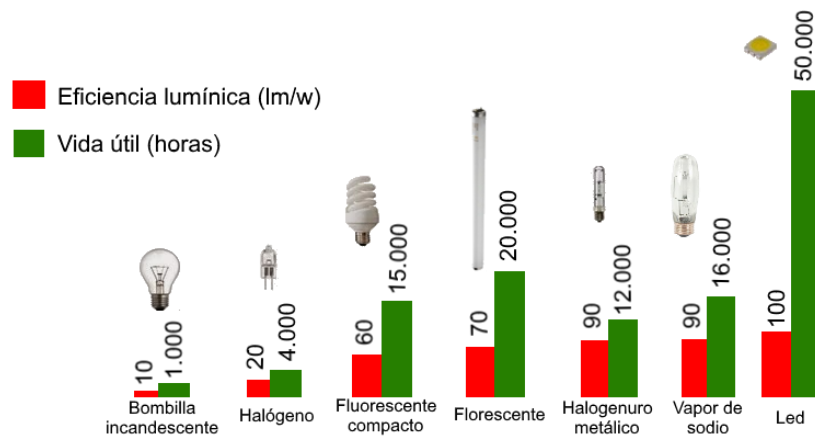


Fig. 1.2. Comparación de rendimiento luminoso.

Tomado de (Magnitudes Luminotécnicas [Fotografía], 2016)

Por lo tanto, en la actualidad la fuente de luz con mayor rendimiento lumínico es la tecnología LED y la de menor rendimiento es la bombilla incandescente. Por tal motivo las demás fuentes de luz se han ido reemplazando.

1.4.3 Iluminancia o nivel de iluminación

Como se nombra es la magnitud que determina el nivel de iluminación tanto en espacios interiores o exteriores. La obtención de un nivel de iluminancia depende de las condiciones fotométricas de una fuente luminosa, de la distancia entre la fuente luminosa y la superficie iluminada, además depende de las propiedades naturales de la superficie del área a iluminar ya que puede variar con la aparición de sombras. En la Fig. 1.3 se muestra la variación de flujo luminoso a diferentes distancias de la superficie, de tal manera que la distribución de luz es mayor cuando se encuentra a más alejada pero el flujo luminoso obtenido es menor a diferencia si la fuente de luz se encuentra cerca se obtiene mayor flujo luminoso con menor distribución.

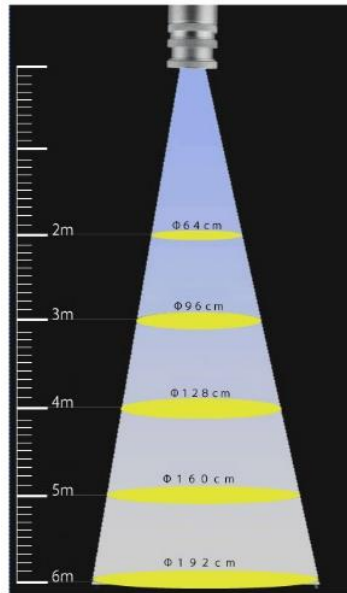


Fig. 1.3. Concepto de Iluminancia

Nota: La imagen describe el concepto de iluminancia.

Tomado de Flujo luminoso (2013, pág. 4).

Siendo un valor medible cabe mencionar que el nivel o valor de iluminación varía en los diferentes espacios interiores y exteriores debido a su aplicación que va de la mano con las actividades que realizan con frecuencia. Las actividades que se realizan con precisión o demanden esfuerzo visual es necesario una iluminación superior a 100 lx y espacios con baja actividad el nivel de iluminación se encuentra menor a 100 lx, no obstante, en ocasiones se realiza la iluminación decorativa, ornamental o afín donde no se tiene una iluminancia establecida más bien el diseñador o proyectista lo hace de manera libre.

La obtención de la iluminancia en una superficie es importante para conocer si el nivel es adecuado o es necesario mejorarlo y para esto existe métodos de cálculo, pero a la vez existe un método de campo utilizando un dispositivo de medición especializado y este valor se muestra en lux. Este dispositivo de marca Epsilont se observa en la Fig. 1.4 el cual se compone de un fotorreceptor que convierte la intensidad lumínica en una señal eléctrica que se muestra en la interfaz del dispositivo, además se compone de botones para encendido y apagado, calibración, conversión de unidades, rango de medición y obtención de valores máximos y mínimos.



Fig. 1.4. Luxómetro.

Autor (2022).

El luxómetro muestra un nivel de iluminación de 130 lx en una oficina con iluminación LED.

1.4.4 Luminancia

La luminancia se describe como la cantidad de luz que percibe el ojo tras chocar en una superficie determinada. Según Reyes (2022) “la luminancia mide el brillo de una fuente de luz, después de incidir, reflejar o atravesar diferentes superficies y la unidad que la cuantifica es la candela por metro cuadrado”.

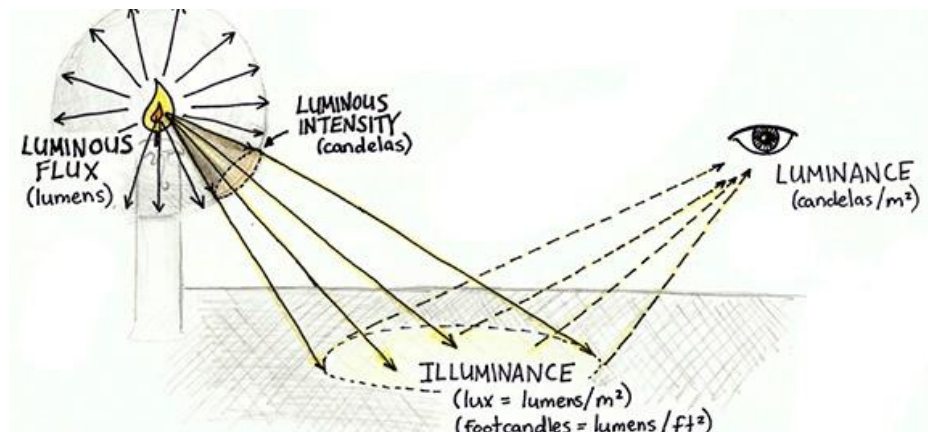


Fig. 1.5. Luminancia de una superficie.

Tomado de Aquatecnica (2022)

En otros términos, la luminancia se la reconoce cuando el ojo humano percibe la iluminación del entorno o superficie mediante una fuente de luz. Este valor se mide en candela/m².

1.4.5 Intensidad luminosa

Este parámetro únicamente depende del flujo luminoso que brinda la fuente de luz, no está relacionada con la percepción de un observador ya que no provoca un estímulo visual directamente. De acuerdo con Núñez (2018) es la cantidad de flujo luminoso que emite una fuente de luz en cada ángulo direccionado, donde su unidad de medida en el SI es la candela (cd)”.

En la Fig. 1.6 se muestra la intensidad luminosa expresada como I que relaciona al flujo luminoso (Φ) con el ángulo sólido (Ω).

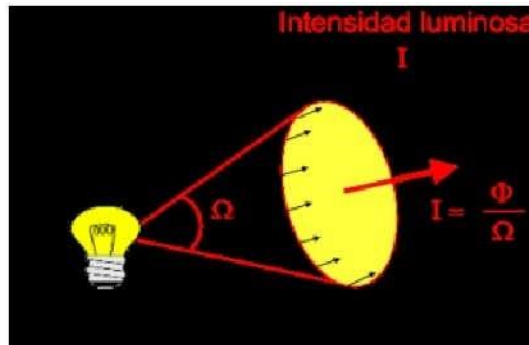


Fig. 1.6. Intensidad Luminosa.

Tomado de (Intensidad Luminosa, 2012, pág. 1)

1.5 La Luz

El ojo humano se adapta al cambio de nivel de iluminación sufriendo cambios de adaptabilidad, como se observa en la Fig. 1.7 la percepción del ojo, si la luz es intensa la pupila del ojo se contrae para evitar la sensación de fatiga en cambio si la luz es baja se dilata para captar mayor cantidad de luz.

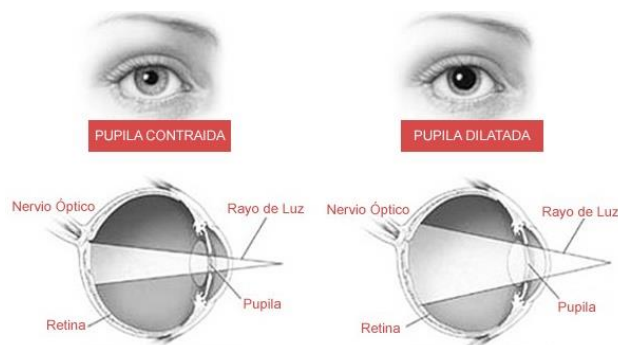


Fig. 1.7. Percepción de la luz.

Tomado de Óptica Marta Castillo [Fotografía] (2014)

Para la iluminación en espacios abiertos o cerrados, se habla de la luminotecnia como el método de la iluminación con fuentes de luz no natural. Siendo la luz aquello que estimula la retina del ojo por medio del espectro visible y permite visualizar, distinguir o percibir los colores del espectro electromagnético, donde la longitud de onda es medida en nanómetros (nm) y se puede observar en la Fig. 1.8. Según Castro y Posligua (2015) cada uno de los colores se los reconoce como un espectro con diferente longitud de onda, siendo el rojo la longitud de onda más larga (infrarrojo) y el violeta o ultravioleta (UV) la más corta (pág. 16).

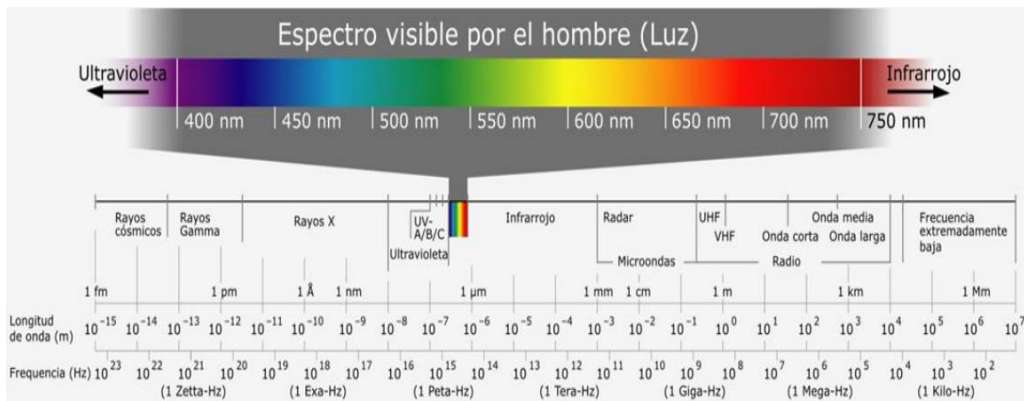


Fig. 1.8. Espectro visible por el hombre.

Obtenido de (Espectros Electromagnéticos [Fotografía])

1.5.1 **Deslumbramiento**

Es un impedimento visual producido por el excedente de luz en relación con el entorno y dificulta la distinción de objetos. Se lo reconoce como molesto al fijar la vista a fuente de luz o al observar su reflejo en una superficie y también como perturbador al tener una visión borrosa por la aparición de un velo luminoso. Para Alpuche, Marincic, & Vargas (2010) “el deslumbramiento se produce cuando existen altos índices de contraste en las luminarias entre el lugar de trabajo o donde se realiza una actividad y su entorno” (pág. 2). Este último se muestra en la Fig. 1.9, donde la luz natural es excesiva y produce un espasmo visual.



Fig. 1.9. Deslumbramiento perturbador.

Tomado de Marquéz (2017)

Este efecto provoca una perturbación momentánea afectando la orientación, equilibrio, visualización y otras.

1.5.2 **Iluminación Artificial**

Durante el día la luz natural permite desarrollar una diversidad cotidiana, no obstante, al caer la noche aún se realizan actividades con valor recreativo y de esparcimiento, por lo que la aplicación de la iluminación artificial es necesaria considerando la eficiencia energética, el nivel de iluminación y las características luminotécnicas de las luminarias con el fin de cumplir las exigencias de uso de los diferentes espacios, escenarios o vías. Cardona en

“Iluminación y Arquitectura” (2018) menciona que es necesario iluminar arbóreos, esculturas, monumentos, edificios o áreas despejadas determina una visualización emocional y funcional a la vez (pág. 6).

En este tipo de iluminación existen varios tipos de luminarias que en la actualidad se encuentran en muchas de las áreas internas o externas. Existe en el mercado luminarias con diferente valor tecnológico, impacto medioambiental y eficiencia. Los diferentes tipos de luminarias se observan en la Fig. 1.10. que han ido apareciendo conforme la tecnología disponible en el tiempo.

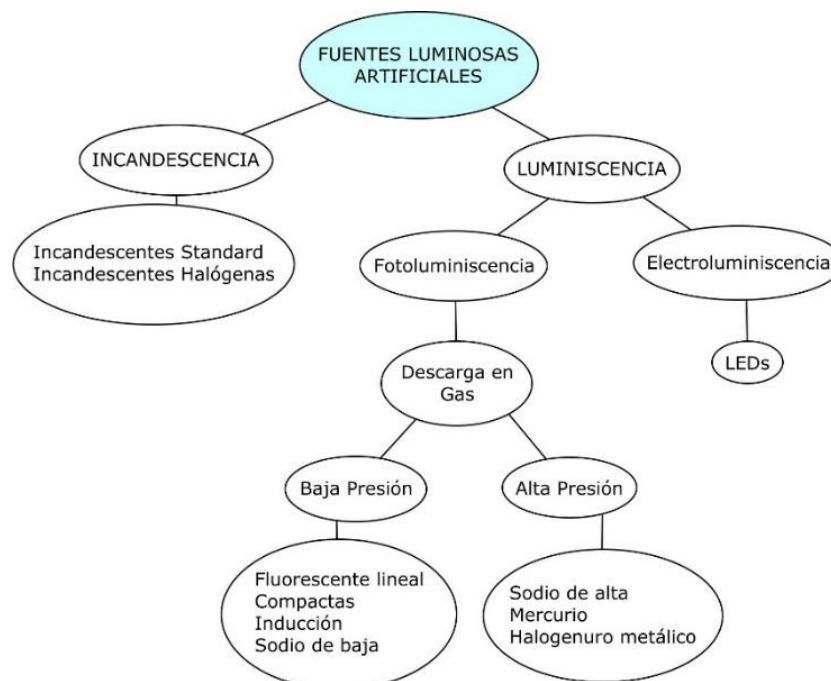


Fig. 1.10. Clasificación de fuentes luminosas artificiales.

Adaptado de (O'Donnell, Sandoval, & Paukste)

1.5.3 Lámparas de estado sólido (LED)

Actualmente es la lámpara que ha logrado posicionarse en diferentes áreas de aplicación debido a su rendimiento, eficiencia y ahorro energético. Según Idoler (2017) es eficiente al aprovechar el 90% de la luz que emite y el 10% se convierte en CO² o calor por lo que también es ecológica, de igual manera es posible controlar la tonalidad del color y obtenerla desde el primer instante de encendido con una larga vida útil.

El chip de iluminación no contiene filamento o componentes frágiles, así que son aptos para ambientes a la intemperie soportando golpes y vibraciones manteniendo la intensidad lumínica. Su diseño compacto y estético como se observa en la Fig. 1.11 facilita su aplicación en diferentes luminarias

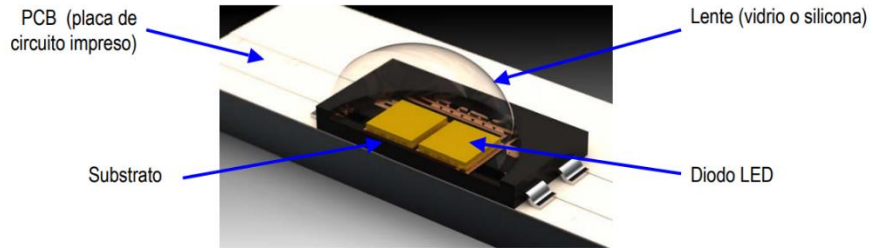


Fig. 1.11. Empaquetadura de una lámpara LED.

Tomado de Cavaller (2011)

Esta tecnología permite modificar el color de la lámpara como se muestra en la Fig. 1.12, por tal motivo su aplicación es extensa tanto en iluminación de exteriores e interiores y su crecimiento constante con diferentes luminarias que se adaptan a las necesidades estéticas y funcionales reemplazan lámparas con menor rendimiento.



Fig. 1.12. Lámparas LED tipo RGB en espacio exterior

1.6 Propiedades de la Luz con los Materiales

La iluminación de diferentes espacios en la mayoría de las veces depende de la textura, color, espesor o composición del material de la superficie a iluminar. Por ende, se considera las siguientes propiedades:

1.6.1 Reflexión

La reflexión de las ondas de luz en un material devuelve la luz que choca sobre ella. A esta propiedad se la distingue por el ángulo de aplicación en una superficie como reflexión angular, reflexión difusa y reflexión mixta como se observa en la Fig. 1.13. Según Educa Plus (2022) una superficie rugosa provoca que se refleje la luz en varias direcciones, en cambio en la reflexión mixta se observa la reflexión angular y difusa siendo la más frecuente en los materiales. En la reflexión angular se observa que la onda se refleja con el mismo ángulo con respecto al eje, es decir es simétrico al eje con diferente dirección.

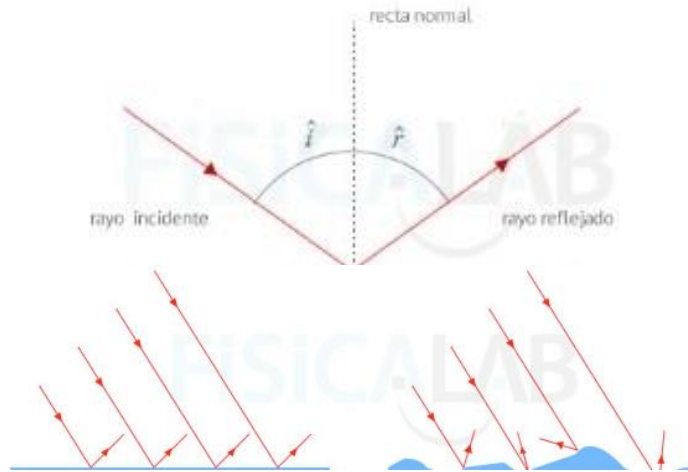


Fig. 1.13. Ángulos de reflexión
Tomado de FísicaLab (2022)

1.6.2 Refracción

Es una propiedad de materiales donde su densidad altera la velocidad de propagación de luz y cambia la dirección de la luz emitida, esto se distingue al momento de sumergir un objeto en un vaso de agua donde la luz atraviesa primero el cristal y luego cambia su dirección en el líquido como se puede distinguir en la Fig. 1.14.



Fig. 1.14. Refracción en un vaso de agua

En otros términos, según Espinoza, Hernández, Gonzáles, May, Domínguez, Olvera (2016) la refracción se rige por dos leyes fundamentales; donde el rayo de incidencia, el rayo refractado y la normal se sitúan en el mismo plano, por el contrario, la segunda ley menciona que el rayo refractado se aproxima a la normal si se propaga de una velocidad a un medio donde la velocidad se disminuye y se aleja si se dirige de un medio a una velocidad a un medio con velocidad mayor.

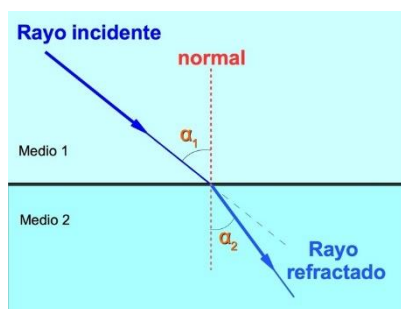


Fig. 1.15. Ángulos de la refracción.

Tomado de Diferenciador (2022)

El índice de refracción es característico de cada material como se muestra en la Tabla 1.7. que según Goya (2021) se determina entre la velocidad de propagación de luz en el aire y su relación con la velocidad de propagación en el medio o material refractado.

Tabla 1.7. Índices de refracción por material

MATERIAL	ÍNDICE DE REFRACCIÓN
Aire	1
Agua	1,33
Vidrio común	1,5 a 1,54
Cristal	1,56 a 1,78

Tomado de Caminos (2011)

La refracción varía según la longitud de onda donde las ondas cortas como la azul y la violeta se transmiten más que las ondas largas como son las rojas como se muestra en la Fig. 1.16, de esta manera se puede separar la luz blanca en los colores que la compone.

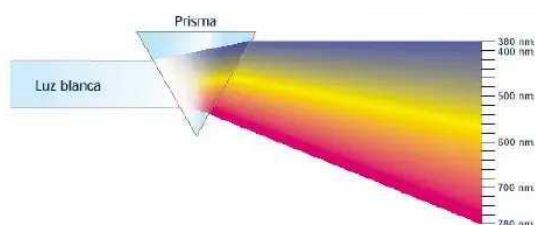


Fig. 1.16. Refracción a través de un prisma.

Tomado de Pesci (2017)

1.7 El Color

La percepción del color de los objetos depende de las características de la luz o fuente de luz. Depende del espacio de aplicación y la actividad se resalta de mejor manera los colores. A continuación, se define las características de las luminarias que se consideran para obtener un tono de color determinado para la iluminación.

1.7.1 Temperatura de color

Es una característica de las lámparas que se considera en el diseño de iluminación. De manera que el nivel de color se determina de acuerdo con las actividades e impacto que se requiere en el objeto, lugar o vía.

Este indicador se expresa en grados Kelvin ($^{\circ}\text{K}$) ya que es necesario aumentar la temperatura de un cuerpo negro y compararlo con un color del espectro visible, donde según Monteoliva, Villalba & Pattini (2015) las fuentes de iluminación con valor inferior a los 3300 $^{\circ}\text{K}$ son cálidas con un tono amarillento y fuentes frías las que tienen un valor superior a 5300 $^{\circ}\text{K}$. Estos valores determinan la estética de un área y el nivel de confort de las personas, por el contrario, si no es bien utilizado puede provocar efectos negativos en la salud visual y emocional. La gama de colores en las luminarias de acuerdo con la temperatura se muestra en la Fig. 1.17



Fig. 1.17. Escala de color de temperatura

Las fachadas, los monumentos, escalones, jardines, eventos y otros, son lugares donde se determina varios colores con el fin de dar realce estético y fomentar un ambiente alegre.

1.7.2 **Índice de Rendimiento Cromático (CRI)**

Característica de una fuente de luz artificial para hacer visible el color real tomando como referencia la luz del sol la cual se mide en porcentaje. Según Sánchez, Jiménez, Faus, & Valero (2018) se mide en una escala de 0 a 100 donde 100 es el valor más cercano al valor real del color. En la Fig. 1.18 se observa la diferencia en la reproducción de color con distinto nivel de reproducción.



Fig. 1.18. Comparación del CRI.

En lugares donde no es necesario visualizar los colores a la perfección el CRI puede ser inferior a 80, por el contrario, en lugares como escenarios de fotografía, teatros es necesario un CRI superior a 80 y este valor se lo encuentra en la especificación técnica de la luminaria o lámpara.

1.8 Red de Distribución Eléctrica

La red de distribución eléctrica empieza desde las centrales de generación de energía eléctrica a pequeña y gran escala, para luego elevar el nivel de voltaje y mediante un sistema de transmisión conectarse con subestaciones donde se distribuye la energía a las empresas distribuidoras, las cuales brindan el servicio de alumbrado público y energía a los consumidores.

De acuerdo con el MEER (2011) los niveles de voltaje existentes en la red de distribución eléctrica del Ecuador son los siguientes:

- 6.300 [V];
- 13.800 GRDY / 7.967 [V];
- 22.000 GRDY / 12.700 [V];
- 22.860 GRDY / 13.200 [V];
- 34.500 GRDY / 19.920 [V] que corresponde a medio voltaje y los valores en bajo voltaje son los siguientes:
- 120 / 240 [V] en redes monofásicas;
- 127 / 240 [V] en redes trifásicas. (pág. 4)

La red de distribución se observa en la Fig. 1.19 donde el suministro de energía eléctrica finalmente abastece a los sistemas de alumbrado público y consumidores finales.

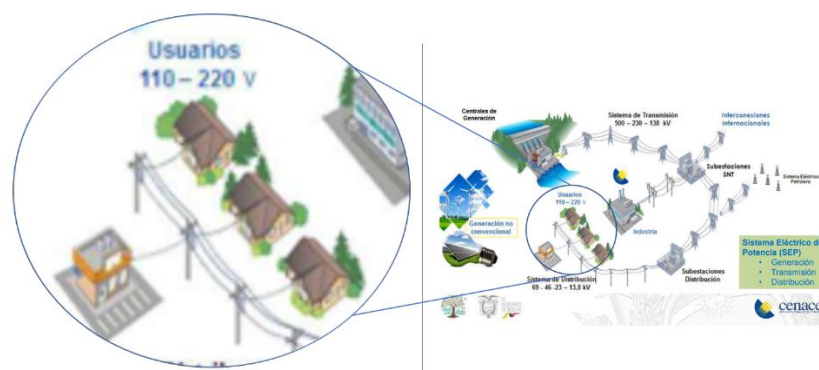


Fig. 1.19. Suministro de energía al alumbrado público y usuarios.

Modificado de CENACE-Rendición de cuentas (2019)

Según Duque (2016) una red eléctrica se compone de dispositivos, equipos y circuitos que permiten el transporte y transformación de energía eléctrica, además, de que existen redes en medio voltaje conocidas como redes primarias y redes en bajo voltaje denominadas redes secundarias. Estas redes se distribuyen de manera aérea no obstante se proyecta a redes subterráneas bajo el concepto de disminuir la contaminación e impacto en el medio ambiente. A continuación; se detallan las etapas que permiten la distribución de la red eléctrica al usuario final.

1.8.1 Central de Generación

También conocida como central eléctrica, planta de generación eléctrica o estación de generación eléctrica, cumple la función de convertir a energía eléctrica las diferentes fuentes de energía no renovables y renovables, por ejemplo, en el Ecuador existen centrales eléctricas donde la fuente de energía proviene del petróleo, gas natural, fuentes hídricas, fuente eólica, fuente solar, biogás y biomasa.



Fig. 1.20. Central de generación Eólica Villonaco.

Tomado de CELEC EP (2022)

1.8.2 Transmisión

La Corporación Eléctrica del Ecuador CELEC EP a través de la Unidad de Negocio Transelectric se encarga de transmitir la energía a voltajes de 500, 230 138 mil voltios desde las centrales generadoras hasta las empresas de distribuidoras de todo el país que para abril del 2022 comprende 6.267,99 km. Además, se conforma por 70 subestaciones a nivel nacional con una capacidad de 16.886,20 MVA instalada en transformadores y una red de telecomunicaciones ubicadas en la extensión geográfica del país.



Fig. 1.21. Parte de la red de transmisión El Inga.

Tomado de CELEC EP (2022)

En la Tabla 1.8 se muestra una organización del nuevo sistema de transmisión a 500 mil voltios que permite satisfacer la demanda con energía eficiente y al menor costo con mejores características para el suministro de energía.

Tabla 1.8. Subestaciones y Líneas de Transmisión de Ecuador

SISTEMA NACIONAL DE TRANSMISION			
A 500 kV		A 230 kV	
Subestaciones	Líneas de transmisión	Subestaciones	Líneas de transmisión
El Inga	Coca Codo Sinclair – San Rafael (2 líneas)	Jivino	San Rafael – Jivino
San Rafael	San Rafael – El Inga (2 líneas)	Shushufindi	Jivino – Shushufindi
Chorrillos	El Inga – Tisaleo		Chorrillos – Seccionamiento SNT
Tisaleo	Tisaleo – Chorrillos		Taday – Taura
	Centro de control		Sopladora – Taday

Adaptado de CELEC EP – TRANSELECTRIC (2023)

En la tabla se detallan las diferentes subestaciones y líneas de transmisión, sus obras se han construido durante seis años para abastecer de energía al consumidor final nacional e internacional.

1.8.3 Centro de Transformación

Un centro de transformación se denomina a la estación donde se eleva o disminuye el nivel de voltaje, donde intervienen uno o varios transformadores. Según McGraw (2020) los centros de transformación cumplen en distribuir la energía eléctrica a diferente voltaje y generalmente se ubican entre una subestación y el abonado, además los clasifica según la alimentación, propiedad, emplazamiento y acometida.



Fig. 1.22. Transformadores Omega Electric.

Tomado de (Omega Electric, 2022)

Al tener redes aéreas y subterráneas también existen centros de transformación que se encuentran montados en postes o sobre una base sólida en el suelo los cuales deben brindar seguridad y cumplir con normativas de construcción y de calidad.

De acuerdo con las necesidades y demanda es posible identificar varios tipos de transformadores:

- Por el número de fases: monofásicos y trifásicos.
- Por el tipo de instalación: convencional, pad mounted o pedestal, sumergibles.
- Por el tipo de aplicación: elevador y reductor.
- Por el tipo de refrigeración: secos, bañados en aceite y en resina epóxica.

Para la transformación de voltaje se debe a varios componentes del equipo que se observa en la Fig. 1.23.



Fig. 1.23. Partes de un transformador monofásico convencional con frente muerto.

Tomado de Sector Electricidad (2022)

De acuerdo con Basilio, Robledo, & Soto (2015) su funcionamiento consiste en dos devanados, el primero recibe un voltaje eléctrico y el segundo es el que se entrega a la red o usuario final, esto es posible mediante inducción con un núcleo de hierro laminado.

1.8.4 Conductores

Son los encargados de transportar electricidad y su calibre se determina de acuerdo con la corriente, longitud y medio donde será instalado. Los conductores más recomendados son los que se constituyen de cobre y aluminio por el nivel de conductancia que ofrecen, no obstante, existen conductores de aleaciones de cobre y zinc (latones) y estaño y bronce (bronces). De acuerdo con Verduga & Zambrano (2017) el calibre de los conductores se refiere a su sección y se identifica mediante las siglas AWG (Calibre de Alambre Estadounidense), de igual manera existe el sistema de medida MCM o kcmil que se designa a conductores que son más grandes que el calibre americano.



Fig. 1.24. Conductores eléctricos.

Tomado de (MEM, 2022)

En el Fig. 1.24 se muestra los conductores que se recomienda para una red eléctrica. Otro componente que complementa al conductor es el aislador que se encarga de oponerse al paso de corriente eléctrica y una chaqueta soporta esfuerzos físicos externos y deterioramiento. La fabricación de los aislantes puede ser de material termoplástico o termofijos.

de hasta 600V y 75 °C y estos se detallan a continuación:

1. Conductor de aluminio aislado, TW 8 AWG, flexible;
2. Conductor de cobre aislado, THHN 12 AWG, solido;
3. Conductor de cobre aislado, THHN 8 AWG, 7 hilos;
4. Conductor de cobre aislado, TTU 8 AWG, 7 hilos

Las denominaciones TW, THHN, TTU se refieren al tipo de aislamiento que las condiciones de instalación exigen al conductor para mantener una conducción segura de electricidad. Algunas de estas se muestran en la siguiente

Tabla 1.9. Tipos de aislamiento de conductores

TIPO	MATERIAL	APLICACIÓN (Ambiente)	T °C DE OPERACIÓN
R	Hule	Seco	60
RH	Hule resistente al calor	Seco	75
RHH	Hule resistente a altas temperaturas	Seco	90
RHW	Hule resistente al calor y al medio agresivo	Seco y húmedo	75
T	Termoplástico	Seco	60
TH	Termoplástico resistente al calor	Seco	75
THW	Termoplástico resistente al calor y al medio agresivo	Seco y húmedo	75
THWN	Termoplástico con cubierta de nylon resistente al medio agresivo	Seco y húmedo	75

Adaptado de EcuControl (2023)

Además, existen características especiales como las que se detallan:

- X de aislamiento de polietileno de cadena cruzada;
- LS de baja emisión de humos;
- SR de resistencia a la intemperie;
- HF de libre de halógenos;
- GR I de resistencia a gasolina y aceites a 60°C;
- GR II de resistencia a la gasolina y aceites a 75°C.

De acuerdo con Electro Cables (2018) los aislamientos más utilizados de tipo termoplásticos se dividen en:

- Cloruro de polivinilo (PVC)
- Polietileno (PE)
- Elastómero Termoplástico (TPE)

Y en el aislamiento termofijo se tiene:

- Polietileno Reticulado (XLPE)

Tabla 1.10. Calibre de los conductores de tierra

TW, UF	FEPW*, RH*, RHW*, THHW*, THW*, THWN*, XHHW*, USE*, ZW*	SA, SIS, FEP*, FEPB*, MI, RHH*, RHW-2, THHN*, THHW*, THW-2*, THWN-2*, USE-E, XHH, XHHW*, XHHW-2, ZW-2	TW*, UF*	RH*, RHW*, THHW*, THW*, THWN*, XHHW*, USE*	SA, SIS, THHN*, THW-2, RHH*, RHW- 2, USE-2, XHH, XHHW, XHHW-2, ZW-2
COBRE			ALUMINIO O ALUMINIO RECUBIERTO DE COBRE		
....	....	14	....	....	....
....	....	18	....	....	....
20*	20*	25	....	....	....
25*	25*	30*	20*	20*	25*
30	35*	40*	25	30*	35*
40	50	55	30	40	45
55	65	75	40	50	60
70	85	95	55	65	75
85	100	110	65	75	85
95	115	130	75	90	100
110	130	150	85	100	115
125	150	170	100	120	135
145	175	195	115	135	150
165	200	225	130	155	175
195	230	260	150	180	205
215	255	290	170	205	230
240	285	320	190	2530	255
260	310	350	210	250	280
280	335	380	225	270	305
320	380	430	260	310	350

Sección Transversal	Temperatura nominal del conductor						Calibre
	60°C	75°C	90°C	60°C	75°C	90°C	
	Tipo S, TW, UF	Tipos FEPW*, RH*, RHW*, THHW*, THW*, THWN*, XHHW*, USE*, ZW*	Tipos TBS, SA, SIS, FEP*, FEPB*, MI, RHH*, RHW-2, THHN*, THHW*, THW-2*, THWN-2*, USE-E, XHH, XHHW*, XHHW-2, ZW-2	Tipos TW*, UF*	Tipos RH*, RHW*, THHW*, THW*, THWN*, XHHW*, USE*	Tipos TBS, SA, SIS, THHN*, THW-2, RHH*, RHW-2, USE-2, XHH, XHHW, XHHW-2, ZW-2	
304,02	355	420	475	285	340	385	600
354,69	385	460	520	310	375	420	700
380,02	400	475	535	320	385	435	750
405,36	410	490	555	330	395	450	800
456,03	435	520	585	355	425	480	900
506,7	455	545	615	375	445	500	1000
633,38	495	590	665	405	485	545	1250
760,05	520	625	705	435	520	585	1500
886,73	545	650	735	455	545	615	1750
1013,4	560	665	750	470	560	630	2000
FACTORES DE CORRECCIÓN							
Temperatura ambiente en °C	Para temperaturas ambientes distintas de 30 °C, multiplicar las anteriores corrientes por el correspondiente factor de los siguientes						Temperatura ambiente en °C
21-25	1,08	1,05	1,04	1,08	1,05	1,04	21-25
26-30	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	26-30
31-35	0,91	0,94	0,96	0,91	0,94	0,96	31-35
36-40	0,82	0,88	0,91	0,82	0,88	0,91	36-40
41-45	0,71	0,82	0,87	0,71	0,82	0,87	41-45
46-50	0,58	0,75	0,82	0,58	0,75	0,82	46-50
51-55	0,41	0,67	0,76	0,41	0,67	0,76	51-55
56-60	....	0,58	0,71	....	0,58	0,71	56-60
61-70	....	0,33	0,58	....	0,33	0,58	61-70
71-80	....	....	0,41	....	....	0,41	71-80

Adaptado de Norma Ecuatoriana de la Construcción (2018)

1.8.5 Protecciones eléctricas

Las protecciones cumplen la función de proteger a los equipos y operadores frente a fallas eléctricas y medioambientales. Según CITE energía (2021) básicamente las protecciones eléctricas aíslan la falla para disminuir la perturbación de la red eléctrica y el daño de equipos e incendios.

Existe una variedad de dispositivos que permiten el control de fallas de diferente tipo. Como fallas por sobrecarga donde la instalación excede la corriente máxima, por cortocircuito

ya que la corriente es muy grande con una resistencia muy baja, esto se puede notar cuando chocan la fase y el neutro. De igual manera se producen fallas por accidentes donde se toca un cable con energía y fallas por acciones fortuitas ya que por falta de seguridad o mantenimiento se topan equipos o conductores que no deben tener voltaje.

Existen varios equipos o dispositivos de protección que varían por su tiempo de acción, nivel de voltaje y acción ante un tipo de falla.

León, Palau, & Sanchez (2015) menciona algunos equipos de protección como:

El fusible el cual se desconecta ante un incremento de corriente. Los fusibles se clasifican en tipo H con acción muy rápida, tipo K con acción rápida y tipo T con acción lenta o retardada. El disyuntor encargado de la conexión o desconexión de circuitos eléctricos bajo condiciones normales o de falla. Relés protege al sentir un cambio en la señal que recibe, en el caso que se encuentre fuera del rango permitido este se abre o se cierra. El reconectador tiene la capacidad de sentir sobre corrientes, abrir el circuito y volver a conectarlo a la red. en caso de que la falla sea permanente u ocurra varias veces el reconectador se abre y se queda en esa posición. (pág. 33)

1.9 Diseño de una Red Eléctrica

Una red eléctrica se ajusta a las necesidades de demanda proyectada en un domicilio, industria, establecimiento educativo, entre otros. Además, se incluye la instalación para los diferentes tipos de alumbrado público.

Por tal motivo debe cumplir con normas de diseño eléctrico que brinden seguridad, confiabilidad, eficiencia de manera que el funcionamiento de equipos eléctricos, dispositivos de control, motores, hornos, sistemas de enfriamiento, sistemas de iluminación de una instalación no tenga inconvenientes durante su uso y provoque su detención.

El diseño de proyectos eléctricos obedece a los requerimientos de la EED que brinde el servicio de energía eléctrica, además, de la revisión y aprobación, ejecución y fiscalización de proyectos, por lo que el presente trabajo de titulación se rige a la Empresa Eléctrica Regional Norte S.A. (EMELNORTE) responsable de suministrar energía eléctrica a la zona norte del país. La cual verifica el cumplimiento de las Unidades de Propiedad y Unidades de Construcción en el diseño de una red eléctrica aérea o subterránea en Medio y Bajo Voltaje.

1.9.1 Unidades de Propiedad (UP) y Unidades de Construcción (UC)

La homologación de las UP y UC que presenta Ministerio de Energía y Minas (MEM) (ex MEER) se consideran para el diseño de redes de distribución de energía eléctrica con el fin de establecer un sistema estándar con materiales y equipos eléctricos de mayor uso.

En las UP y UC se detalla los criterios de diseño homologados como:

- a) El nivel de voltaje;
- b) Postes que se debe utilizar;
- c) Conductores;
- d) Transformadores;
- e) Alumbrado público;
- f) Estructuras en redes aéreas de distribución;
- g) Tensores y anclajes;
- h) Puestas a tierra;
- i) Medidor de Energía Eléctrica;
- j) Especificaciones Técnicas de material y equipo eléctrico.

Además, presenta un Manual de Unidades de Construcción donde se detalla la utilización de los diferentes materiales o equipos. Estos criterios se usan constantemente como herramienta para el diseño de una red eléctrica aérea o subterránea.

Capítulo 2

Análisis de campo

2.1 Parque Lineal Norte

El área de intervención es un parque que se encuentra ubicado en el ingreso norte en la ciudad de Otavalo, entre la Panamericana E35 y la Calle de los Corazas en ancho y en longitud se limita con la Vía Otavalo - Selva Alegre y la Calle Juan de Albarracín.

El diseño de iluminación del Parque Lineal Norte como se denomina inicia desde el cruce de calle Juan de Albarracín hasta el límite con la Vía Otavalo - Selva Alegre. El punto central de referencia del proyecto es el poste No. 36876 con coordenadas $X=805.463,28$ / $Y=10.026.415,93$. En la Fig. 2.1 se muestra el Parque Lineal Norte donde se realiza el diseño de iluminación.



Fig. 2.1. Delimitación del área de estudio.

Tomado de Google Earth 2008

2.2 Metodología

El presente estudio inicia con un análisis descriptivo de la normativa, reglamentos técnicos, parámetros técnicos de diseño eléctrico y de iluminación. De esta manera el diseño de alumbrado público ornamental corresponde a los lineamientos de la regulación ARCERNR 006/20 "Prestación del Servicio de Alumbrado Público General" y al Reglamento Técnico Ecuatoriano (RTE) 069 denominado "Alumbrado Público", así también el diseño eléctrico corresponde a lo expuesto en las Unidades de Propiedad del MEM y EMELNORTE.

Seguidamente se recopiló información documental sobre el diseño arquitectónico y para complementar se realizó un levantamiento de campo para determinar las condiciones arquitectónicas y eléctricas en las que se encuentra el parque. Para luego reconocer las áreas de tráfico peatonal y establecer las necesidades de iluminación mediante la observación in situ identificando el nivel de iluminación.

A partir de la información recopilada se desarrolla un diseño preliminar como base de partida donde se define el posible recorrido de la red eléctrica, ubicación de equipos eléctricos y de postes para luminarias, al mismo tiempo seleccionar las luminarias para concretar la idea preliminar de iluminación. Este diseño fue sometido a varios cambios para cumplir con las normativas de diseño eléctrico y de iluminación hasta obtener un diseño final.

En el diseño definitivo se identificará el tipo de luminarias, el sistema de iluminación con elementos de control con la especificación y requerimiento técnico de las normativas. De la misma manera se desarrolla un presupuesto del proyecto que considera el costo de materiales, equipos o dispositivos.

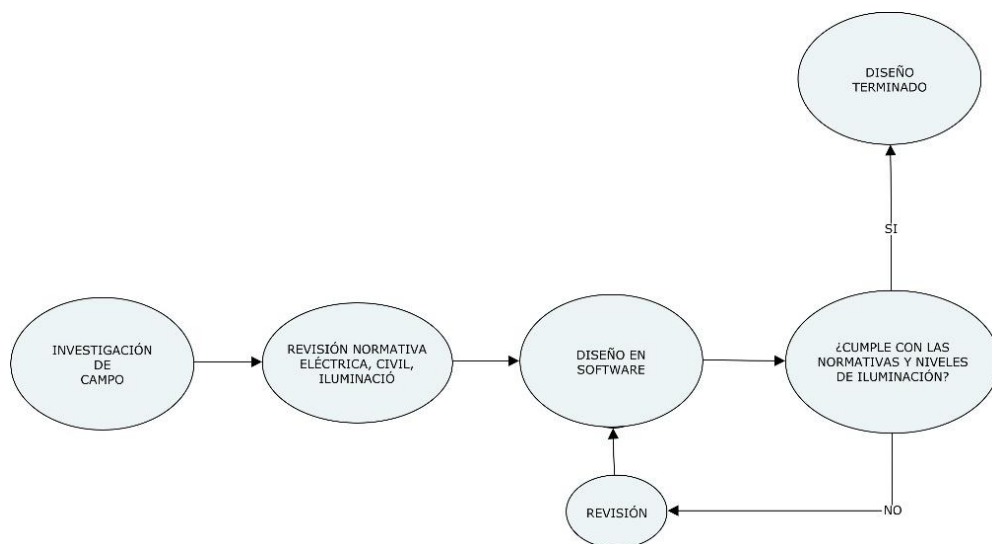


Fig. 2.2. Esquema de la metodología de investigación.

Autor (2022).

Finalmente se desarrolla una memoria técnica con formato de EMELNORTE que contiene una descripción breve del proyecto, además del dimensionamiento de los equipos y material eléctrico para medio y bajo voltaje con su respectivo presupuesto.

2.3 Criterios de Diseño

En la iluminación ornamental del parque lineal se considera la sincronización de criterios arquitectónicos, normativos, eléctricos, sociales y de calidad para su funcionalidad y aprovechamiento por los ciudadanos.

2.3.1 Seguridad

Es un aspecto social que incide en la población especialmente en horario nocturno, ya que en su trayecto es necesario distinguir objetos, letreros, obstáculos, cambios de nivel, peatones y señaléticas. (Ballester & Anguís, pág. 3). La percepción de estos elementos también depende del tamaño, forma, localización y dirección del elemento.

Durante el diseño también se considera que la ubicación de las fuentes de luz, estructuras de soporte, equipos y que la parte civil no interfieran en el desarrollo de actividades, ubicándolos en lugares estratégicos para obtener el mejor impacto visual sin dejar de lado la seguridad misma de los elementos que componen el objetivo del proyecto, protegiéndolos de hurtos o daños y además de que permita realizar mantenimiento, de igual manera, la seguridad o protección es una de las características fundamentales de una red eléctrica ya que debe proteger a los equipos y a las personas de fallas que interfieren en el funcionamiento de la instalación.

2.3.2 Confort visual

Al momento de diseñar el sistema de iluminación se considera el impacto de la contaminación luminosa ya que no siempre es mejor proveer grandes niveles de iluminación al conjunto de jardineras, árboles, sitios de descanso o caminerías. De esta manera se debe tener mayor cuidado con el exceso de luz ya que puede ocasionar efectos negativos como malestar visual a los ciudadanos al mismo tiempo esto provoca un desperdicio de energía.

2.3.3 Estética

El objetivo de mantener un ambiente funcional, confortable pero también estético provoca la sensación de gusto y belleza de lo que se observa. Tratando de que los postes, cableado, la luminaria y demás elementos no interfieran en la apreciación que se quiere conseguir, así mismo que la temperatura de color e índice de reproducción cromática resalte las características de los objetos y superficies de manera que se adapten al ambiente y resalten sin exagerar la arquitectura.

2.3.4 Eficiencia

Es uno de los aspectos de proyección que aporta al sistema de iluminación al aprovechar el desarrollo tecnológico de las fuentes de luz, luminarias, sistema de control y equipos, para obtener mejor resultado lumínico con menor requerimiento de energía. Además, la eficiencia comprende una coordinación apropiada de los dispositivos y materiales tecnológicos con la evaluación de costos que se inciden en la instalación, funcionamiento y mantenimiento.

2.4 Herramientas de investigación y diseño

Para el desarrollo del proyecto es pertinente el uso de herramientas especializadas en el diseño y cálculo de iluminación, además de normativa de construcción.

2.4.1 Base de Datos

Inicialmente es necesario una investigación del marco normativo y regulatorio en cuanto al alumbrado público, además de extender el conocimiento sobre parámetros de iluminación, asimismo para el diseño de la red eléctrica.

El estudio previo de información del proyecto parte desde la observación realizada en campo juntamente con los planos proporcionados por el Departamento de Ordenamiento Territorial y Planificación del GAD de Otavalo, para así continuar con el levantamiento eléctrico y arquitectónico con fotografías, notas y observaciones para determinar el diseño que se ajuste al lugar. Para la selección de luminarias, materiales y demás equipos se indaga en diferentes catálogos y fichas técnicas de proveedores donde también se determina el costo.

Los niveles de iluminación se determinarán de acuerdo con los niveles establecidos en los respectivos lineamientos descritos en la Tabla 1.5. En cuanto a la red de distribución eléctrica subterránea de medio y bajo voltaje se determina con el material de apoyo que brinda el MEM en las Unidades de Propiedad y los requerimientos de EMELNORTE.

2.4.2 Equipo y Software

La utilización de un computador es esencial en la redacción, análisis y elaboración de planos, toma de datos bibliográficos y que además cuente con la capacidad para que los programas de cálculo y diseño funcionen sin inconvenientes.

El medio útil para el análisis y desarrollo de planos será el software AutoCAD por otra parte el diseño de iluminación se realizará con el software DIALux en donde implantará las luminarias necesarias, además, este software especializado permite la obtención de los cálculos de luminancia de los diferentes espacios del Parque Lineal y así verificar el cumplimiento con la normativa.

2.5 Investigación de campo

La construcción del Parque Lineal Norte se ejecutó en el año 2014, el cual cuenta con varios espacios de interacción social como son caminerías, andenes, cruce peatonal, bancas, una ciclo vía, plazoletas, figuras decorativas, vegetación y la superficie verde. Como se puede observar en el Anexo A: Plano arquitectónico y detalles.

La investigación de campo se realizó en el lugar con un plano impreso como se observa en la Fig. 2.3, para así verificar la topología arquitectónica diseñada hace años posteriores, con la existente, asimismo, se realizó un recorrido de la red eléctrica más cercana y considerar el punto de arranque.

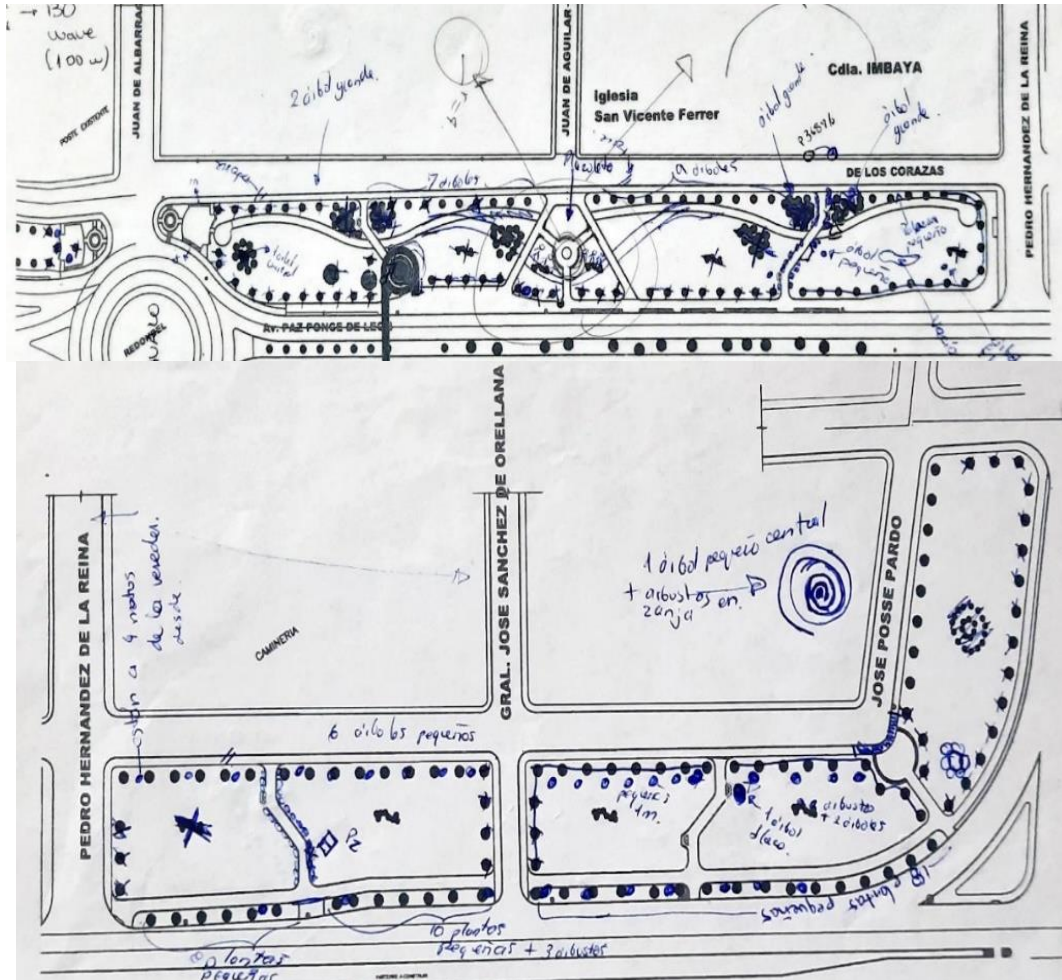


Fig. 2.3. Plano impreso.

Autor (2022)

Nota: En el plano se realizaron anotaciones del deterioro, contabilización de árboles y demás cambios del diseño a la construcción actual del parque.

2.6 Análisis de resultados

Después de haber realizado el recorrido en campo, en cuanto al análisis eléctrico se pudo verificar con rapidez que no existe actualmente una red eléctrica dentro del parque para alimentar un sistema de iluminación, por ende, no existe luminarias en funcionamiento, a pesar de esto hay que mencionar que las figuras decorativas tenían iluminación de piso, ya que se puede observar que existe las bases donde se empotraban las luminarias como se observa en la Fig. 2.4 la red para estas luminarias se encuentra inexistente por la ampliación de la Panamericana E35.



Fig. 2.4. Estructura de luminaria.

Autor (2022)

Cerca del parque en la Calle de los Corazas se encuentra una red trifásica de medio voltaje (13,8 kV) de donde es posible tomar energía para energizar un sistema de iluminación para el parque, por lo cual, se consideró el poste No. 36876 de 11 metros de altura y 350 kilogramos de capacidad de carga de ruptura horizontal con coordenadas $X=805.463,28$ / $Y=10.026.415,93$; como punto de arranque para realizar la transición de aérea a subterránea. También se puede observar una línea de transmisión trifásica aérea de alto voltaje (69 kV) que proviene de la subestación San Vicente que atraviesa la mitad del parque con tres torres de 18 metros de alto y 4000 kilogramos de capacidad de carga de ruptura horizontal, lo cual determina que hay que considerar las franjas de seguridad al momento de diseñar.






Fig. 2.5. Red eléctrica existente.





Autor(2022)




La observación en horario nocturno constata que hay una presencia de peatones en bancas, caminerías, andenes, puente peatonal y plazoletas, por lo cual es necesario determinar un nivel de iluminación óptimo. Los elementos se muestran en la Tabla 2.1

Al identificar las diferentes áreas de conflicto se debe considerar los niveles de iluminación de la Tabla 1.5 y Tabla 1.3.

Tabla 2.1. Conjunto de espacios del parque lineal

Elementos del parque	Cantidad	Fotografía
Banca	7	
Plazoletas tipo 1	2	
Área de estar 1	1	
Área de estar 2	1	

		
Caminería	1	
Ciclovía	1	
Vegetación	s/n	
Figuras Musicales	6	

		
Piedra	1	
Puente peatonal	1	

Nota: Se puede observar que la diferencia de las áreas de conflicto y elementos entre el día y la noche es muy notoria, ya que su visibilidad e identificación se ve afectada.

Fotografías capturadas en campo. Autor (2022).

Capítulo 3

Sistema de Iluminación

El sistema de iluminación se determina en dos partes, la primera comprende el diseño lumínico utilizando un software especializado de cálculo de iluminancia, el cálculo responde a los requerimientos de la normativa y reglamento técnico que se ha descrito en el capítulo 1 y determinado la demanda de diseño para luego dimensionar el sistema eléctrico.

3.1 Iluminación

Para el diseño de iluminación inicialmente se ha considerado luminarias con fuente solar de que se instalarán en postes de 8 metros, luminarias de piso para la ciclovia, figuras musicales y para árboles. Todas las luminarias cuentan con tecnología para obtener mejor eficiencia y aprovechar el mayor rendimiento de las luminarias.

Posteriormente se ha construido El Parque Lineal Norte en 3D en el software DIALux, para luego colocar las luminarias, áreas de cálculo definidas con el nivel mínimo, es necesario mencionar que la simulación se ha dividido en dos tramos para obtener valores de iluminación en menor tiempo y no saturar al computador.

3.1.1 Iluminación del primer tramo

El diseño en 3D del primer tramo se encuentra entre la Panamericana E35 y De los Corazas y la calle Pedro Hernández de la Reina y las dos plazoletas de la calle Juan de Albarracín.

Como primer paso se exporta el plano con formato dwg, sobre el cual se crearán los diferentes elementos y superficies mencionados el cual se observa en la Fig. 3.1.

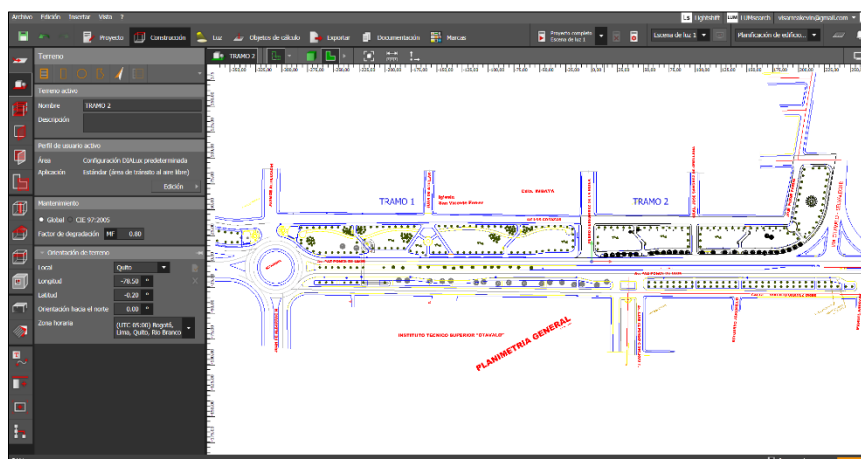


Fig. 3.1. Exportación del plano al software DIALux evo.

Obtenido de simulación en DIALux. Autor (2022)

En la figura se observa la iluminación terminada del tramo 1

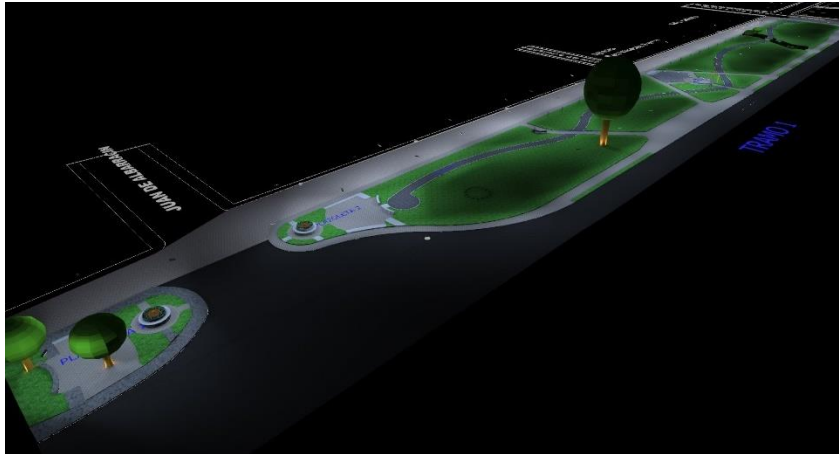


Fig. 3.2. Diseño del Tramo 1 del Parque Lineal Norte.
Obtenido de la simulación en DIALux. Autor (2022).

Se observa la iluminación de parte de la ciclovía, zona de estar, caminerías y figuras musicales.

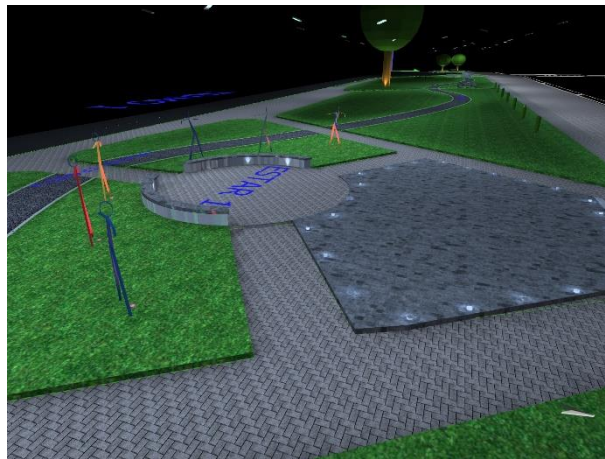


Fig. 3.3. Zona de estar del Tramo 1.
Obtenido de simulación en DIALux. Autor (2022).

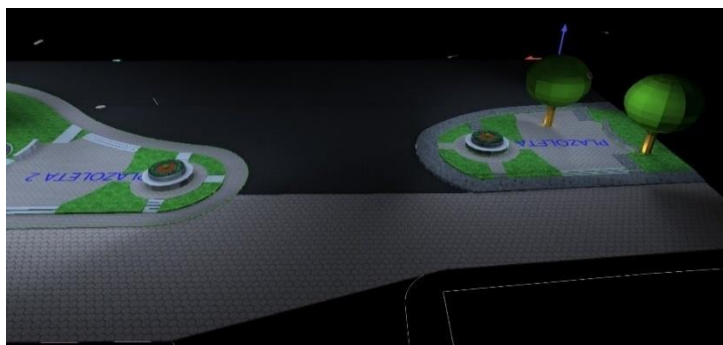


Fig. 3.4. Iluminación de plazoletas del tramo 1.
Obtenido de simulación en DIALux. Autor (2022)

Se puede observar luminarias de piso con el fin de resaltar el borde de la ciclovía



Fig. 3.5. Luminarias de piso en el borde de la ciclovía.
Obtenido de simulación en DIALux evo. Autor(2022)

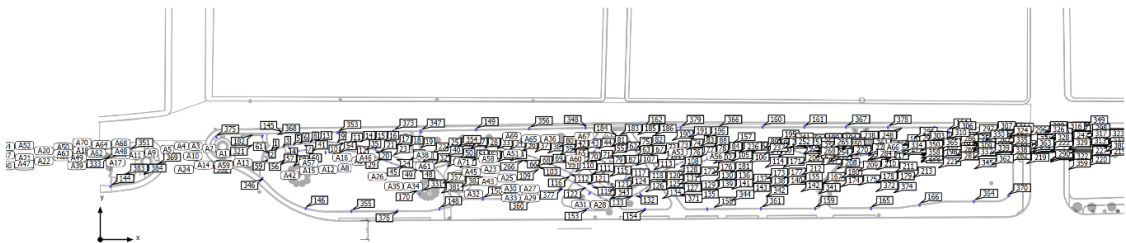


Fig. 3.6. Plano de situación de luminarias en el tramo 1.
Obtenido de simulación en DIALux. Autor (2022).

3.1.2 Resultados luminotécnicos

Mediante el software DIALux evo se obtiene valores luminotécnicos que se comparan con los valores de la Tabla 1.5. En la Fig. 3.7 se observa las áreas de cálculo donde se analizará los valores de iluminación en lx.

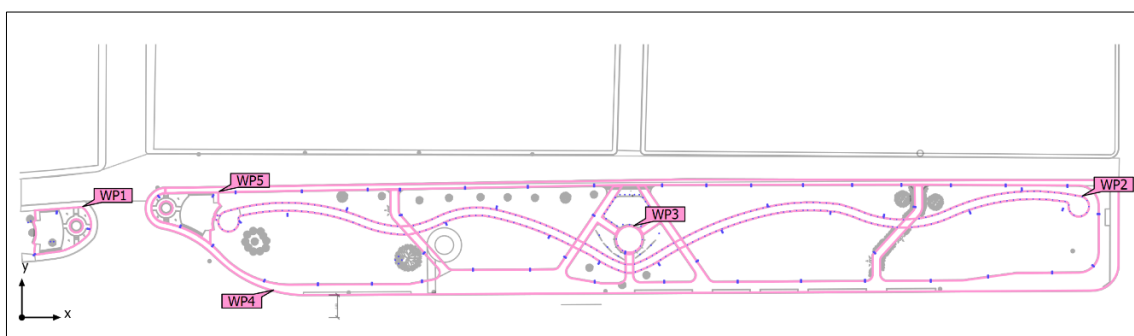


Fig. 3.7. Áreas de cálculo.

Se muestra los diferentes espacios de cálculo. Obtenido de simulación en DIALux evo. Autor (2022).

Ya que las áreas requieren diferente nivel de iluminación se separa sus áreas de cálculo y los valores se muestran en la Tabla 3.1. y se observa que el nivel de iluminación cumple con las condiciones designadas como el valor de iluminancia y la uniformidad.

Para plazoletas según la RTE 069 la iluminancia promedio es de 30 lx con 0.33 de uniformidad. En la simulación realizada se obtiene 55 lx y 0.39 de uniformidad para la plazoleta 1, además 54.4 lx y 0.37 de uniformidad en la plazoleta 2. De esta manera se determina que la simulación en estas áreas cumple con el nivel de iluminación e incluso supera los valores promedio. En las plazoletas se colocan luminarias solares fotovoltaicas tipo LED de 150W, 6000K – 6500K, 18500 lúmenes, IP 65 instaladas a 8 metros de altura. Las isólinas se pueden observar en la Fig. 3.8 y Fig. 3.9.

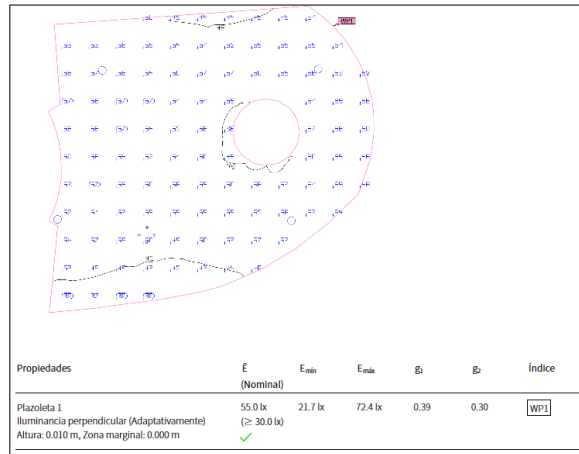


Fig. 3.8. Isólinas en la plazoleta 1.
Obtenido de simulación. Autor(2022)

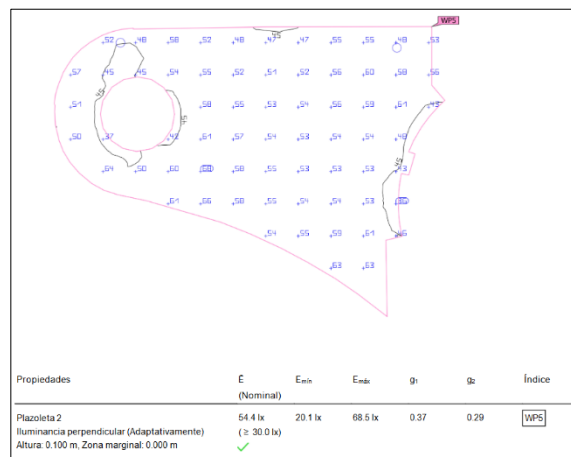


Fig. 3.9. Isólinas de la plazoleta 2.
Obtenido de simulación. Autor(2022)

En la ciclo vía o ciclo ruta en parques según RTE 069 la iluminancia promedio es 20 lx con uniformidad de 0.44. No obstante en la simulación se obtiene 45.4 lx con una uniformidad de 0.52 en la ciclo vía, por lo cual se establece que en esta área la iluminación cumple con los requerimientos y sus isólinas se observa en la Fig. 3.10. En esta área se colocan luminarias de piso de 3W con fin decorativo y que realce el trayecto de esta. Además, se colocan luminarias solares para obtener el nivel de iluminación necesario.

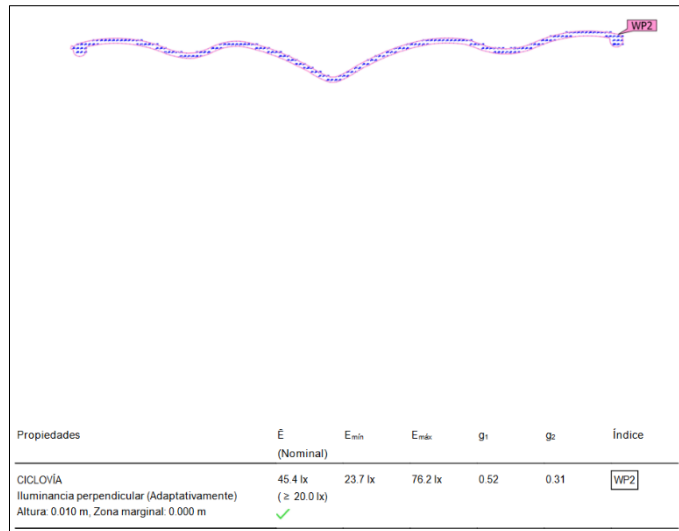


Fig. 3.10. Isolíneas de la ciclovía.

Obtenido de simulación DIALux evo Autor (2022)

El área de estar se determina como parte de un andén o sendero de un parque por lo que el nivel medio de iluminancia según RTE 069 es 15 lx y 0.33 de uniformidad, además se considera la regulación ARCERNNR 06/20 como P1 con un valor de 10 lx. El resultado de la simulación es de 38.8 lx con una uniformidad de 0.42, por ende, se determina que la iluminación en esta área cumple con los requerimientos. Esta área se muestra en la Fig. 3.11.

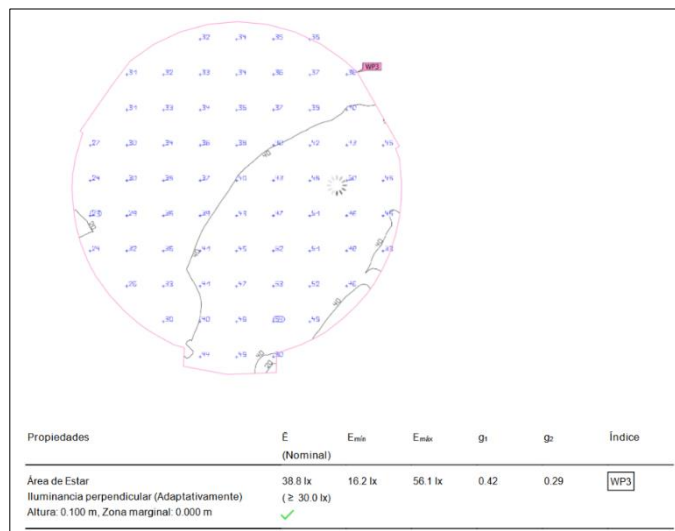


Fig. 3.11. Isolíneas del área de estar.

Obtenido de DIALux evo. Autor (2022)

En cuanto a las caminerías y andén, se calcularon como una sola área donde según RTE 069 el nivel promedio de iluminancia es 15 lx con una uniformidad de 0.33, en esta área se colocaron luminarias solares fotovoltaicas y los valores son 41.4 lx y 0.37 de uniformidad. En la figura Fig. 3.12 se muestra las caminerías en simulación.

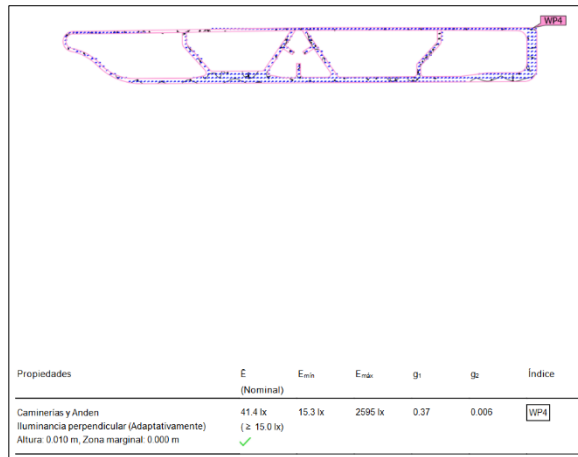


Fig. 3.12. Isolíneas de las caminerías y andén.

Obtenido de DIALux evo. Autor (2022)

3.1.3 Iluminación del segundo tramo

La construcción 3D y el resultado de iluminación del segundo tramo se observa en la Fig. 3.13, considerando las luminarias del tramo 1.

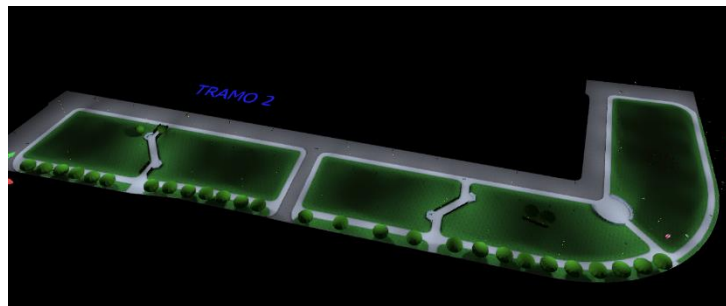


Fig. 3.13. Simulación del segundo tramo.

Obtenido de DIALux evo. Autor(2022)

El segundo tramo cuenta con caminerías, andén y una zona de estar que se rigen al nivel de iluminación de la RTE 069, además, se colocan luminarias de piso a árboles y a una roca con enfoque decorativo. En la Fig. 3.14 se observa la iluminación de las caminerías, andén, zona de estar, colocación de luminarias RGB de piso. En la Fig. 3.15 se observa la iluminación a detalle de caminerías con las bancas existentes.

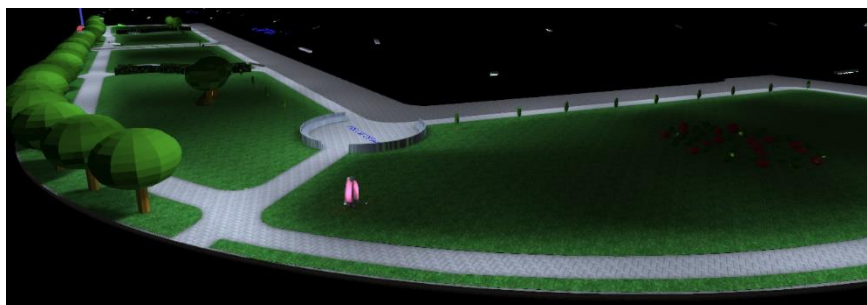


Fig. 3.14. Simulación del segundo tramo.

Obtenido de DIALux evo. Autor(2022)



Fig. 3.15. Caminerías y bancas.

Obtenido de DIALux evo. Autor (2022)

3.1.4 Resultados luminotécnicos

Para el segundo tramo se realizó el mismo proceso de obtención de valores de iluminación en las caminerías y área de estar que existen en este tramo, a continuación, se muestra el diseño de iluminación con los respectivos valores de iluminancia obtenidos. De igual manera se tiene la ubicación de las luminarias en la Fig. 3.16.

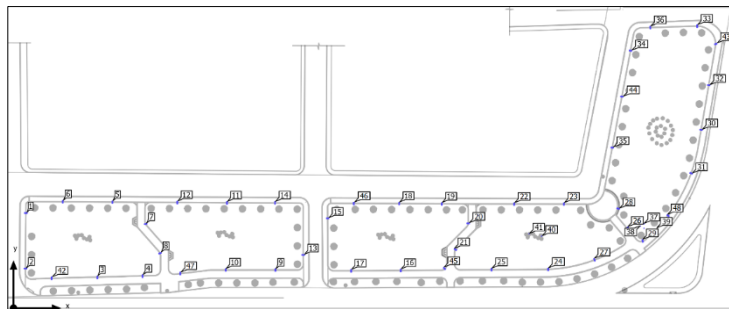


Fig. 3.16. Plano de situación de luminarias en el segundo tramo 2.

Obtenido de DIALux evo. Autor (2022)

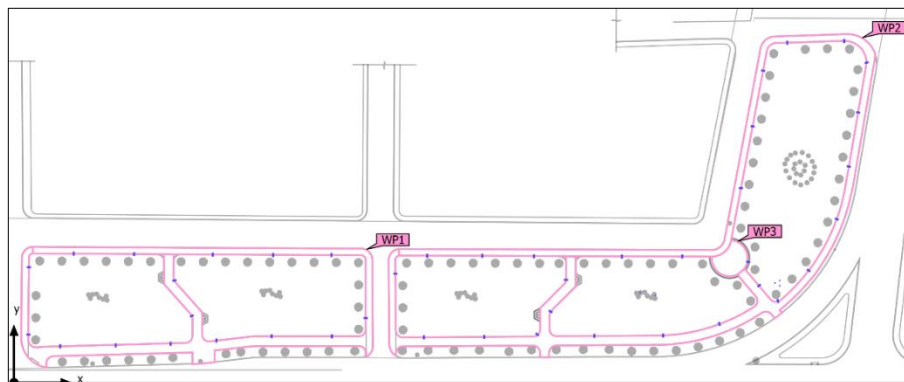


Fig. 3.17. Área de cálculo del segundo tramo.

Obtenido de DIALux evo. Autor (2022)

El valor mínimo que se exige para la zona de estar es de 15 lx con una uniformidad de 0.33., posteriormente se realizó la simulación con luminarias solares y se obtiene una iluminancia promedio de 36.2 lx con una uniformidad de 0.56, de esta manera su cumple con los valores promedio requeridos por RTE 069.

En la Fig. 3.18, Fig. 3.19 y Fig. 3.20 se muestra el área de cálculo (WP3, WP1, WP2) con valores de isolíneas y los resultados de iluminancia y uniformidad.

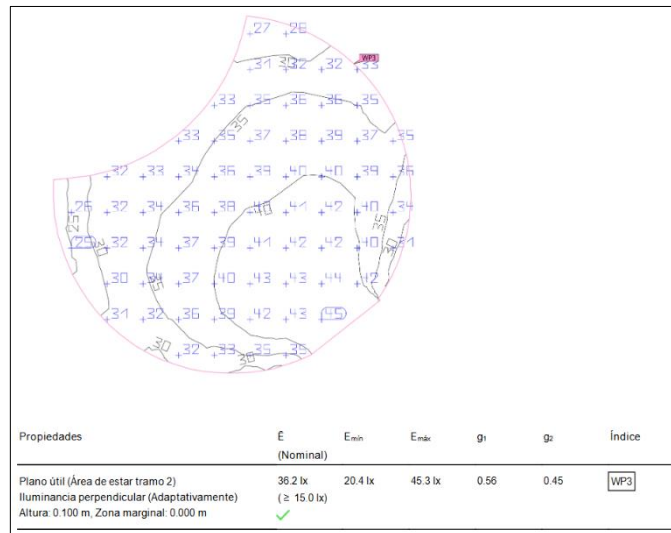


Fig. 3.18. Isolíneas de área de estar.
Obtenido de DIALux evo. Autor (2022)

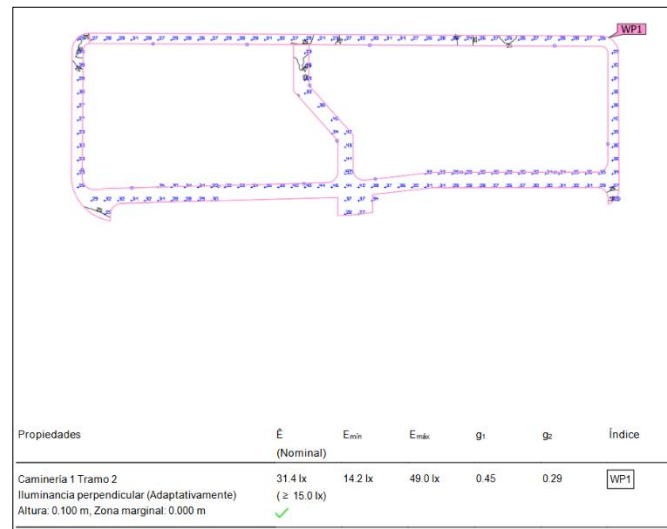


Fig. 3.19. Isolíneas de las caminerías.
Obtenido de DIALux evo. Autor (2022)

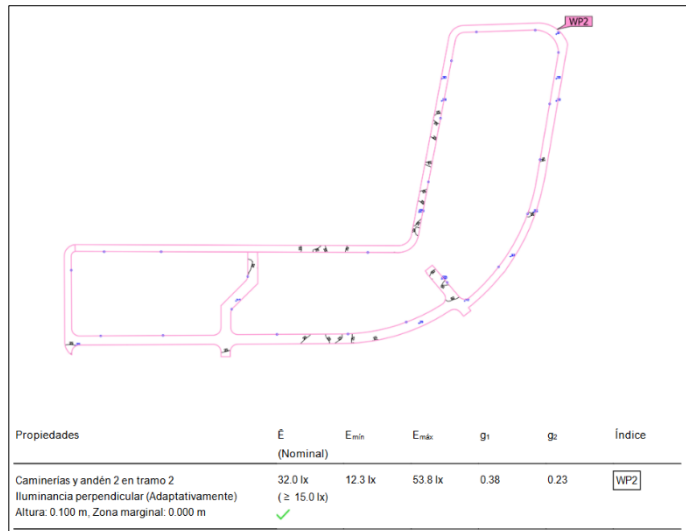


Fig. 3.20. Isolíneas de las caminerías.

Obtenido de DIALux evo. Autor (2022)

3.1.5 Resumen de resultados

Después de haber realizado el diseño de iluminación se prosigue a verificar el cumplimiento para cada una de las áreas del parque, considerando los valores expuestos en la RTE 069 y los valores obtenidos. Para la verificación se realizó la Tabla 3.1.

Tabla 3.1. Comparación de valores de iluminancia

Área de Cálculo	Comparación de Nivel de Iluminación			
	RTE 069		Resultado Obtenido	
	Iluminación (Lux)	Uniformidad %	Iluminación (Lux)	Uniformidad %
Plazoleta 1	30	0.33	55	0.39
Plazoleta 2	30	0.33	54.4	0.37
Caminería Tramo 1	15	0.33	41.4	0.37
Ciclovia	20	0.40	45.4	0.52
Caminería 1 Tramo 2	15	0.33	31.4	0.45
Caminería 2 Tramo 2	15	0.33	32	0.38
Área de Estar 1	15	0.33	42.1	0.7
Área de Estar 2	15	0.33	36.2	0.56

Autor (2022)

3.1.6 Lista de luminarias

Las luminarias que se consideraron en el diseño luminotécnico se han tomado de catálogos de diferentes empresas distribuidoras que facilitan la especificación técnica real de cada luminaria. Estas luminarias se han seleccionado para obtener un nivel de iluminación óptimo en cada espacio existente en el Parque Lineal Norte y de agregar un realce a ciertos elementos que forman parte de la planimetría. En la Tabla 3.2 se muestra la lista de luminarias y su especificación se muestra en el Anexo B: Ficha técnica de luminarias.

Tabla 3.2. Listado de luminarias

Ítem	Luminaria	Potencia (W)	Cantidad
1	Luminaria Solar LED	150W	103
2	Luminaria empotrable de piso	3W	283
3	Luminaria LED empotrable dirigible de piso	20W	10
4	Luminaria LED empotrable dirigible de piso	30W	4
5	Luminaria LED RGB empotrable de piso	12W	11
6	Luminaria LED de piso redonda con cobertor	10W	24

Autor (2022).

3.2 Diseño Eléctrico

En este apartado se determina la planificación del sistema eléctrico partiendo de la demanda de las luminarias que se alimentarán de la red eléctrica de EMELNORTE.

3.2.1 Demanda de diseño

Las cargas que alimentará el transformador serán para la iluminación ornamental de este parque la cual consiste en los siguientes dispositivos de iluminación:

- Árboles frondosos pequeños : 4 Luminarias LED empotrables de piso 30W- AOD-0ILL30C
- Árboles frondosos grandes: 10 Luminarias LED empotrables de piso 20W - AOD-0ILL20C
- Ciclovía y zona de estar: 283 Luminarias LED empotrables de piso 3W - AOD-0ILL3C
- Figuras decorativas y conjunto de árboles: 11 Luminarias LED empotrables 12W RGB - AOD-0ILL12C
- Zona de estar: 24 – Luminaria LED empotrable de piso con cobertor 10W - AOD-0ILL10C

Adicionalmente se proyecta dos circuitos con 4 y 5 tomacorrientes respectivamente para intemperie de 200W para servicios generales SSGG.

La demanda estimada es de 3,16 kVA y se muestra en la Tabla 3.3, por lo cual, en base al incremento progresivo de la carga y la potencia de transformadores homologados se

ha seleccionado un transformador de 10 kVA. El cálculo respectivo se detalla en el Anexo D:
D

Tabla 3.3. Cuadro de demanda del Parque Lineal Norte

Fp:	0,90
DMU(KVA):	3,16
N:	1
FD:	1
DD (KVA):	3,16
DEMANDA DE DISEÑO (KVA):	3,16

Autor (2022)

3.2.2 *Red primaria*

Para la alimentación se proyecta una transición monofásica aérea subterránea de medio voltaje del poste N° 36876 con coordenadas X: 805.463,28 Y: 10.026.415,93 con estructura SST-1RV, transición de red aérea a subterráneas para una fase en estructura volada.

La bajante hacia el transformador se ha dimensionado con conductor 1x2/0 XLPE Cu + 1x2/0 Cu desnudo por tubería de 2" tipo EMT sujeta al poste para continuar a un pozo de revisión PzB1 (EU0-0PB) y este se conecta al pozo de revisión PzB2 (EU0-0PB) mediante una zanja de 0,60x0,30 cm con tubería PVC corrugada color naranja de 4" (110mm).

3.2.3 *Red Secundaria*

Para el alimentador de bajo voltaje al tablero de distribución se ha dimensionado con conductor tipo 2X4 TTU.Cu + 1x4 TTU.Cu + 1x6 Cu desnudo, canalizados en tubería de 2" (EU0-0B1x2B1) conectado por un pozo de revisión PzB1 (EU0-0PB) hasta el tablero general de medidores (TGM) donde se tiene un contador de energía para tres circuitos de iluminación y otro contador para un circuito de servicios generales (tomacorrientes).

Los conductores TTU 2x8 Cu + 1x10 THHN Cu para cada circuito de iluminación se instalarán dentro de tubería PVC de Ø2" con configuración Ø3X2" (EU0-0B1x3A1), Ø2X2" (EU0-0B1x2A1), Ø1X2" (EU0-0B1x1A1) como se indica en el plano de canalización. Esta tubería se conecta con pozos tipo PzA (EU0-0PA) para luego distribuirse dentro del parque con conductor concéntrico 3x14 (CO00W3x14) dentro de manguera PVC de ¾".

La alimentación del tablero de circuitos de fuerza se realiza con conductor 2x#6 TTU Cu, CO0-0P6 + 1x#6 TTU Cu + 1x8 AWG Cu desnudo CO0-0G8 el mismo que se deriva con conductor 2x#8 TTU Cu (CO0-0P8) + 1x10 AWG Cu (CO0-0Q10) para luego distribuir a los tomacorrientes con conductor concéntrico 3x12 (CO00W3x12).

La distribución de circuitos se muestra en un juego de planos en el

Anexo C: Planos Eléctricos

3.2.4 Caída de voltaje en red primaria

El cálculo de caída de voltaje se realiza con la plantilla homologada de EMELNORTE con caída de voltaje máxima del 1%. El dimensionamiento se detalla en el Anexo E: Caída de Voltaje – Circuito primario

3.2.5 Caída de voltaje en red secundaria

El cálculo de caída de voltaje se realiza con la planilla homologada de EMELNORTE con caída de voltaje máxima del 3,5%. El dimensionamiento se detalla en Anexo F: Caída de Voltaje – Circuito secundario

3.2.6 Seccionamiento y Protección

Para alimentar un transformador pad mounted es necesario realizar una transición de red área a subterránea por ende se dimensiona una protección con un seccionamiento portafusible tipo unipolar abierto 15 kV con se respectivo fusible 0.7SF, además con la protección de un pararrayos clase distribución polimérico, oxido metálico de 15 kV.

- **Centro de transformación**

Para el proyecto se instalará un transformador pad mounted monofásico CT1-10KVA 13800 GRDY /7967 – 120/240V tipo radial ubicado en la parte central del Parque Lineal Norte

Como protección principal en bajo voltaje se instalará un interruptor termo magnético bifásico tipo caja moldeada de 32 A

- **Tablero de medición**

En una mocheta se instalará un tablero de medidores con 2 espacios para este proyecto, los cuales se encargan de la medición y registro.

Medidor 1: Este medidor estará instalado para el registro de energía de los circuitos de alumbrado ornamental de todo el parque.

Medidor 2: Será instalado un medidor para un tablero de servicios generales, el cual está destinado para los circuitos de tomacorrientes y por ende deberá facturarse al no pertenecer al SAPG.

3.2.7 Sistema de Puesta a Tierra

La puesta a tierra en la transición se realiza con conductor de cobre desnudo cableado suave 2/0 WAG 7 hilos unido con suelda exotérmica a una varilla de acero cubierta de cobre de 1,80 m.

En el pozo donde se realiza la transición de área a subterránea se instalará una puesta a tierra con cable de cobre desnudo, cableado suave #2/0 AWG 7 hilos conectada con suelda

exotérmica a una varilla de acero recubierta de cobre de 1,80 m por 15.87 mm (5/8") de diámetro.

El centro de transformación posee un sistema a tierra rectangular que consiste en dos varillas tipo Copperweld 1.80m y conductor de cobre desnudo #2/0 CO0-0G2, unidas mediante suelda exotérmica PTO-ODC2_2/0, de la misma manera, para el tablero principal de distribución se instalará una puesta a tierra con una varilla tipo Copperweld 1.80m unidas mediante suelda exotérmica a un conductor de cobre desnudo #6 PTO-ODC1_6 y para el recorrido a tierra de todos los circuitos del parque se utilizará el conductor de cobre #10 AWG CO0-0Q10.

Cada circuito de iluminación se conectará a una varilla a tierra en el pozo donde se deriva cada circuito, esta protección se realizará mediante una varilla tipo Copperweld 1.80m unidas al conductor a tierra.

3.2.8 Sistema de Alumbrado Público

Se ha proyectado 3 circuitos para la iluminación donde se utilizarán luminarias de piso de tecnología LED y luminarias solares, las cuales se codifican de acuerdo con las UP del MEM y consisten en:

- Luminarias de piso de 3W - AOD-0ILL3C
- Luminarias de piso de 30W - AOD-0ILL30C
- Luminarias de piso de 12W - AOD-0ILL12C
- Luminarias de piso de 10W - AOD-0ILL10C
- Luminarias de piso de 20W - AOD-0ILL20C
- Luminaria solar en poste 150W - AOD-0PLL150AC

3.2.9 Memoria Técnica

Al terminar el diseño de iluminación y eléctrico se ha desarrollado como anexo una Memoria Técnica con formato de EMELNORTE, para la observación a detalle.

3.3 Presupuesto

Para determinar el presupuesto se ha considerado el costo existente en el mercado de cada producto para la obra civil, obra eléctrica y de iluminación, al igual que la mano de obra, el cual se ha desarrollado con el programa PUNIS con el fin de obtener un valor más exacto. A detalle se observa en el Anexo I: Presupuesto

3.4 Conclusiones

- La descripción de las normativas permitió diseñar un sistema de iluminación apto para peatones cumpliendo con los valores promedio de iluminancia y uniformidad, de la misma

manera el diseño del sistema eléctrico se rige a lo expuesto en el MEM y los requerimientos técnicos establecidos por EMELNORTE.

- El levantamiento técnico y la revisión de planos arquitectónicos del Parque Lineal Norte permitió la identificación de la topología y de las necesidades lumínicas de caminerías, árboles, anden, ciclovía, plazoletas y zonas de estar, así mismo se pudo constatar que no existe un sistema eléctrico de distribución en medio y bajo voltaje.
- La metodología utilizada y uso del software DIALux permitió construir el Parque Lineal Norte en 3D para así iluminarlo con luminarias solares LED para la circulación de personas y luminarias de piso LED con el fin de resaltar ciertos elementos como árboles y la ciclovía, para así obtener los niveles de iluminancia y uniformidad requeridos para plazoletas, para la ciclovía, caminerías y zona de estar descritos en normativa RTE INEN 069 además de que la determinación de las luminarias permitió el dimensionamiento de la red eléctrica subterránea mediante las UP del MEM de manera eficiente, segura y calidad para luego detallarlo en los planos mediante AutoCAD.

3.5 Recomendaciones

- Seleccionar luminarias de menor costo siempre y cuando cumplan con la especificación técnica de cada luminaria para mejorar el nivel de iluminación presentado en el presente trabajo de titulación y reducir el presupuesto.
- En el caso de que en años siguientes se agreguen juegos infantiles, piletas de agua, monumentos u otros elementos que complementen el parque, se recomienda realizar el detalle sobre el dimensionamiento eléctrico.
- Considerar la opción de iluminar de forma ornamental al puente peatonal que existe en el lugar.
- Incentivar a la entidad municipal que en la construcción de nuevas áreas públicas de recreación y tránsito peatonal se realice la implementación de un sistema de iluminación con el uso de luminarias.

Referencias bibliográficas

- Alpuche, F., Marincic, I., Ochoa, J., & Vargas, L. (2010). *Academia*. Obtenido de Academia ©2022:
https://www.academia.edu/31454586/EVALUACION_DEL_DESLUMBRAMIENTO_EN_ESPACIOS_CON_SISTEMAS_DE_ILUMINACION_NATURAL
- Andrade, L. V. (2015). Tópicos especiales II - Alumbrado público. *Deslumbramiento*. Universidad Católica de Cuenca.
- Ángeles, L., García, C., & Martínez, J. (08 de Mayo de 2014). *Acerca de Scribd: Scribd Inc.* Obtenido de Luxómetro: <https://es.scribd.com/doc/222829230/Luxometro>
- Aquateknica. (04 de Julio de 2022). *Aquateknica [Fotografía]*. Obtenido de <https://www.aquateknica.com/diferencia-entre-luminancia-e-iluminancia/>
- ARCERNR 06/20. (30 de 12 de 2020). Prestación del Servicio de Alumbrado Público. Ecuador. Obtenido de https://www.controlrecursosyenergia.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2021/01/Resolucion_ARCERNR_029_20.pdf
- ARQUILED. (2020). *Parque Urbano del Outeiro da Vela*. Obtenido de https://www.arquiled.com/wp-content/uploads/2020/09/ARQUILED-CASE-STUDY-IP-PARQUE-OUTEIRO-DA-VELA-CASCAIS_ES-CO.pdf
- Asamblea Constituyente. (2008). Constitución de la República del Ecuador. Quito, Ecuador. Obtenido de https://www.gob.ec/sites/default/files/regulations/2018-11/constitucion_de_bolsillo.pdf
- Asamblea Nacional República del Ecuador. (16 de Enero de 2015). Ley Orgánica Reformativa a la Ley Orgánica del Servicio Público de Energía Eléctric. Obtenido de <https://www.regulacionelectrica.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/10/Ley-Org%C3%A1nica-del-Servicio-P%C3%BAblico-de-Energ%C3%ADa-EI%C3%A9ctrica-ENE2015.pdf>
- Balance Nacional de Energía Eléctrica. (2022). Balance Nacional de Energía Eléctrica Año Móvil a Junio 2022. Ecuador. Obtenido de <https://www.controlrecursosyenergia.gob.ec/balance-nacional-de-energia-electrica/>
- Ballester, J., & Anguís, O. y. (s.f.). *ILUMINACIÓN ARTIFICIAL DE ZONAS VERDES*. Madrid: Centro de Publicaciones Paseo de la Infanta Isabel.
- Basilio, M., Robledo, J., & Soto, G. (2015). *Descripción Técnica del procedimiento Normativo para efectuar el Mantenimiento Preventivo a Transformadores de Distribución*. INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL.

- Betancur, F. (15 de Abril de 2013). *12 Flujo Luminoso*. Obtenido de SCRIBD: <https://es.scribd.com/document/136097928/12-Flujo-Luminoso>
- Caminos, J. (2011). *Criterios de Diseño en Iluminación y Color*. (U. T. Nacional, Ed.) Obtenido de http://www.edutecne.utn.edu.ar/monografias/criterios_iluminacion.pdf
- Campus Educativo Santa Fe. (s.f.). Secretaría de Estado de la Energía. *Manual de Energías Renovables*. Santa Fe, Argentina. Obtenido de [https://campuseducativo.santafe.edu.ar/wp-content/uploads/Manual-Educaci%
c3%b3n-Energ%c3%a9tica.pdf](https://campuseducativo.santafe.edu.ar/wp-content/uploads/Manual-Educaci%c3%b3n-Energ%c3%a9tica.pdf)
- Cardona, N. (09 de 2018). Iluminación y Arquitectura. *Impacto del Diseño de la Iluminación Artificial en la Recepción de Parques y Jardines*. Valencia.
- Castro, M., & Posligua, N. (2015). *Diseño de Iluminación con Luminarias Tipo LED Basado en el Concepto Eficiencia Energética y Confort Visual, Implementación de Estructura para Pruebas*. Guayaquil.
- Cavaller, F. (06 de Junio de 2011). 3a Jornada Técnica Técnica sobre iluminación con Led. Obtenido de [Fotografía]: http://catedraendesa.us.es/documentos/jor_LED/presentacion_carandini.pdf
- CELEC EP - TRANSELECTRIC. (2023). Sistema de Transmision a 500 kV. Ecuador. Obtenido de <https://www.celec.gob.ec/transelectric/index.php/unidades-de-negocio/sistema-de-transmision-a-500-kv>
- CELEC EP. (2022). [Fotografía]. Obtenido de Línea de transmisión: <https://www.celec.gob.ec/>
- Chantera, P., & Tobar, D. (Abril de 2013). ESTUDIO DE LÁMPARAS LED PARA ALUMBRADO PÚBLICO Y DISEÑO DE UN SISTEMA SCADA CON CONTROL AUTOMÁTICO ON/OFF. Quito, Pichincha, Ecuador.
- CIE. (2010). Reporte Técnico. *Iluminación de Carreteras para el Tráfico Motorizado y Peatonal*. Viena, Austria: COMMISSION INTERNATIONALE DE L'ECLAIRAGE.
- CITE energía. (06 de 2021). Protecciones Eléctricas en la Industria. Lima, Perú. Obtenido de <http://www.citeenergia.com.pe/wp-content/uploads/2021/06/Protecciones-electricas-en-la-industria.pdf>
- Compara LUX. (2016). *Magnitudes Luminotécnicas [Fotografía]*. Obtenido de Compara LUX : <http://www.comparalux.es/www/apuntes/magnitudesLuminotecnicas.php>
- CONELEC. (2013). *Plan Maestro de Electrificación*. MEER. Recuperado el 21 de Abril de 2022, de <https://www.regulacioneolica.gob.ec/wp->

content/uploads/downloads/2015/12/Vol4-Aspectos-de-sustentabilidad-y-sostenibilidad-social-y-ambiental.pdf

Correa Quiñones, F. (14 de Abril de 2012). *Scribd*. Obtenido de Luxómetro: <https://es.scribd.com/document/89325185/407026-LUXOMETRO>

Defensoría del Pueblo. (2000). *Defensoría del Pueblo*. Recuperado el 08 de 2022, de <https://www.dpe.gob.ec/wp-content/dpetransparencia2012/literala/BaseLegalQueRigeLaInstitucion/LeyOrganicaDelConsumidor.pdf>

Diferenciador. (2022). *Diferenciador [Fotografía]*. Obtenido de <https://www.diferenciador.com/reflexion-y-refraccion-de-la-luz/>

Duque, B. (2016). *DISEÑO DE RED ELÉCTRICA DE DISTRIBUCIÓN SECUNDARIA (BAJA TENSIÓN) PARA UN SECTOR DE 250 VIVIENDAS CORALES -CUBA*. Pereira: Universidad Tecnológica de Pereira.

EducaPlus.org. (2022). *Reflexión de la luz*. Obtenido de EducaPlus.org: <https://www.educaplus.org/luz/reflexion.html>

Electrotec. (2022). Obtenido de <https://electrotec.pe/>: <https://electrotec.pe/blog/LamparaSodio>

Empresa Eléctrica Regional Norte. (2010). Normas Técnicas EMELNORTE.

EPEC. (s.f.). Las energías renovables. Argentina. Recuperado el Mayo de 2022, de <https://www.epec.com.ar/docs/educativo/institucional/renovables.pdf>

eScholarium. (s.f.). *Instalaciones de alumbrado [Tabla]*. Obtenido de eScholarium: http://eschoform.educarex.es/useruploads/r/c/886/scorm_imported/38991849415125162677/page_07.htm

Espinoza, J., Hernández, I., Gonzáles, L., May, M., Domínguez, V., & Olvera, Ó. (2016). Introducción y desarrollo de las propiedades ópticas de los materiales. *evista Tendencias en Docencia e Investigación en Química*. Obtenido de <http://zaloamati.azc.uam.mx/handle/11191/8531>

FISICALAB. (2022). *FisicaLab [Fotografía]*. Obtenido de <https://www.fisicalab.com/apartado/reflexion-refraccion-luz>

Flores, G. (Abril de 2016). ACTIBILIDAD DEL SISTEMA DE ALUMBRADO PÚBLICO EMPLEANDO LUMINARIAS LED Y ALIMENTACIÓN SOLAR FOTOVOLTÁICA. Quito, Pichincha, Ecuador. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/12213/3/UPS-KT01248.pdf>

- García, V., Jiménez, G., & Joaquín, P. (04 de Febrero de 2016). *SCRIBD*. Obtenido de UF0567: Eficiencia energética en las instalaciones de iluminación interior y exterior: <https://es.scribd.com/book/494620899/Eficiencia-energetica-en-las-instalaciones-de-iluminacion-interior-y-alumbrado-exterior-ENAC0108>
- González, H., & Edison, A. (2022). *PROPUESTA DE ILUMINACIÓN PÚBLICA ORNAMENTAL PARA LOS PARQUES PEDRO MONCAYO Y LA MERCED CON SUS RESPECTIVAS IGLESIAS EN EL CENTRO HISTÓRICO DE LA CIUDAD DE IBARRA*. UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE, Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas.
- Goya, N. (Abril de 2021). *IDOC PUB*. Obtenido de <https://idoc.pub/documents/refraccion-de-la-luz-d4pq3vq2krnp>
- Guerra, N. (2018). *Iluminación y Arquitectura*. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia.
- Guerrero, R. (2019). Replanteo y funcionamiento de instalaciones solares fotovoltaicas.
- Hugo Del Pozo Barrezueta. (19 de Marzo de 2019). *Ley Orgánica de Eficiencia Energética*. ASAMBLEA NACIONAL, Director. Quito: Editora Nacional. Obtenido de https://www.geoenergia.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2020/01/15_ley_organica_eficiencia_energetica_diciembre_2019.pdf
- IC, E. (s.f.).
- Id, D. (20 de Abril de 2011). *SCRIBD*. Obtenido de Luminancia: <https://es.scribd.com/document/53397293/luminancia>
- Idoler iluminación. (2017). *1Library*. Obtenido de https://1library.co/document/qv8xxlgz-lamparas-lampara-lampara-lampara-lampara-lampara-lampara-lampara.html?utm_source=search_v3
- Inelba. (2021). *Inelba*. Obtenido de Las necesidades lumínicas de plazas y parques públicos: <https://inelba.com/noticias/iluminacion-plazas-parques/>
- INEN. (2011). *RTE INEN 069*. INEN. Obtenido de <https://vdocuments.site/rte-inen-069.html?msclkid=2ca21711cdac11ec80bcc4260d9149e7&page=16>
- LED BOX Blog. (27 de Octubre de 2015). *La importancia de la óptica en la iluminación LED*. Obtenido de [Fotografía]: <https://blog.ledbox.es/informacion-led/diferencias-entre-lumens-y-luxes>

- León, M., Palau, C., & Sanchez, V. (Abril de 2015). DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN BANCO DE PROTECCIONES DE SOBRECORRIENTE, PARA ALIMENTADORES DE MEDIA TENSIÓN. Guayaquil.
- Luminarias Solares. (2020). *Luminarias Solares [Fotografía]*. Obtenido de © 2020, Luminarias Solares: <https://luminarias-solares.mx/plazas-y-parques/>
- Marquez, A. (23 de Agosto de 2017). *Iluminacion clase 4 [Fotografía]*. Obtenido de Slideshare: <https://www.slideshare.net/AnaMarquez67/iluminacion-clase-4>
- McGraw. (2020). © 2020 McGraw-Hill. Obtenido de <https://www.mheducation.es/bcv/guide/capitulo/8448171489.pdf>
- MEER. (03 de 06 de 2011). HOMOLOGACIÓN DE LAS UNIDADES DE PROPIEDAD (UP) Y UNIDADES DE CONSTRUCCIÓN (UC) DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA. Quito, Ecuador.
- MEM. (2018). *Plan Maestro de Electricidad*. Ministerio de Energía y Minas.
- MEM. (2022). *[Fotografía]*. Obtenido de Catálogo Digital : https://unidadespropiedad.com/index.php?option=com_content&view=article&id=417&Itemid=721
- Molina, M., & Melchor, H. (2016). Prototipo de un Sistema Fotovoltaico Autónomo. *Revista de Aplicaciones de la Ingenieria* Volume 3(8), 9-18. Obtenido de <https://bit.ly/2SedRoT>
- Monteoliva, J., Villalba, A., & Pattini, A. (Octubre de 2015). *ResearchGate*. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/287159553_Temperatura_de_color_correlacionada_de_la_luz_natural_analisis_dinamico_en_espacios_interiores
- Morente, C. M. (s.f.). *Curso on-line de iluminación*. Obtenido de Elaboración del material docente actualizado para curso on-line de iluminación: <https://grlum.dpe.upc.edu/manual/iluminacionViariaYUrbana-caracteristicas.php>
- Norma Ecuatoriana de la Construcción. (2018). *Instalaciones Eléctricas*.
- Norma Técnica Ecuatoriana. (06 de 2014). LÁMPARAS DE VAPOR DE MERCURIO A ALTA PRESIÓN REQUISITOS DE FUNCIONAMIENTO (IEC 60188:2001, IDT). *NTE INEN-IEC 60188*. Obtenido de https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte_inen_iec_60188.pdf
- Núñez N., L. P. (2018). *Universidad Técnica de Ambato*. Obtenido de https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/28637/1/Tesis_%20t1469mshi.pdf
- O'Donell, B., Sandoval, J., & Paukste, F. (s.f.). Capítulo 4 . *Fuentes Luminosas*. Recuperado el 2022, de <http://www.edutecne.utn.edu.ar/eli-iluminacion/cap04.pdf>

Omega Electric. (2022). © 2022 Omega Electric. Obtenido de <https://omegaelectric.pe/blog/tipos-de-transformador/#:~:text=Los%20tipos%20de%20transformadores%20se,TE%20y%20TR>).

OPERADOR NACIONAL DE ELECTRICIDAD. (28 de Febrero de 2019). *CENACE [Fotografía]*. Obtenido de http://www.cenace.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2019/06/rendicin-de-cuentas-cenace-2018-vf_compressed-1.pdf

Óptica Marta Castiilo. (03 de 06 de 2014). *[Fotografía]*. Obtenido de Óptica Marta Castiilo: <https://www.martacastrillooptica.es/por-que-aparecen-ojos-rojos-en-las-fotografias/>

Otorongo, M. (14 de Julio de 2021). Análisis técnico – económico de factibilidad de implementación de sistemas de alumbrado público inteligente en el Ecuador . Quito. Obtenido de BIBDIGITAL: <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/21759>

Parrales, J., & Flores, A. (2015). *Auditoría y propuesta de mejora a las instalaciones electricas de la Universidad Politécnica Salesiana Sede Guayaquil*. Guayaquil. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/10280/1/UPS-GT001368.pdf>

Pesci, O. (03 de Junio de 2017). *SCRIBD*. Obtenido de M2-Reflexion Transmision y Absorcion: <https://es.scribd.com/document/350279294/M2-Reflexion-Transmision-y-Absorcion>

(2022). *Plan Maestro de Electricidad*. Ministerio de Energía y Recursos Naturales No Renovables.

Ramdec, J. (s.f.). *Academia*. Obtenido de Luminotecnia: <https://www.academia.edu/29405136/Luminotecnia>

Reyes, B. (02 de Mayo de 2022). *SCRIBD*. Obtenido de <https://es.scribd.com/presentation/572466364/LUMINANCIA>

Rodríguez, L. (08 de Octubre de 2012). *Intensidad Luminosa*. Obtenido de SCRIBD: <https://es.scribd.com/document/109399186/Intensidad-luminosa>

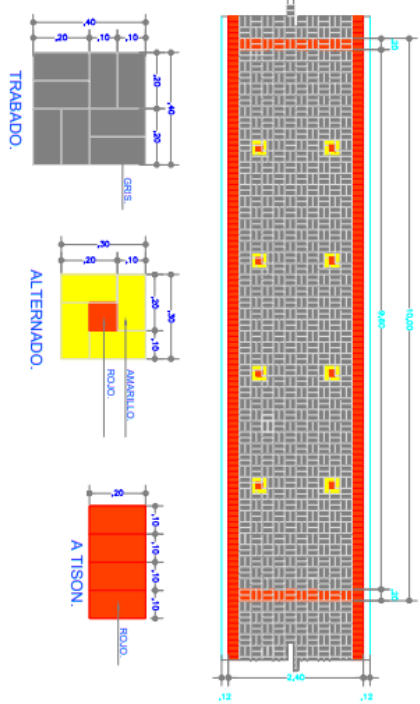
Rojas, J. C. (2017). *Propuesta de Diseño de Parque Lineal Para el Perfil Costero del Centro Consolidado del Cantón Jama-Manabí*. Manta, Manabí, Ecuador: UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ.

Sánchez, E., Jiménez, T., Faus, F., & Valero, E. (Noviembre de 2018). *LEDs y Características Cromáticas*. SmartLighting Report 1. Obtenido de <https://magazine.smart-lighting.es/wp-content/uploads/2018/11/report-01-leds-cromaticas-candeltec-def.pdf>

- Scarabelot, L., Rambo, C., & Rampinelli, G. (Septiembre de 2018). *A relative power-based adaptive hybrid model for DC/AC average inverter efficiency of photovoltaics systems*. doi:<https://doi.org/10.1016/j.rser.2018.04.099>
- Sector Electricidad. (2022). *Sector Electricidad [Fotografía]*. Obtenido de <https://www.sectorelectricidad.com/27369/partes-de-un-transformador/>
- Secue, J., Páez, O., & Muela, E. (2018). ANÁLISIS DE TECNOLOGÍAS Y NORMATIVIDAD DE ILUMINACIÓN EFICIENTE EN ALUMBRADO PÚBLICO. Obtenido de <https://biblioteca.olade.org/opac-tmpl/Documentos/old0411.pdf>
- Serrano, A. (13 de Noviembre de 2020). *Cálculo del Flujo Luminoso*. Obtenido de [Fotografía]: <https://html.scribdassets.com/414hywiji8894v8y/images/1-bbf2dd122f.jpg>
- Serrano, A. (13 de 11 de 2020). *SCRIBD*. Obtenido de Cálculo de Flujo Luminoso: <https://es.scribd.com/document/484148250/6-CALCULO-DE-FLUJO-LUMINOSO>
- SERVICIO ECUATORIANO DE NORMALIZACION. (2015). INEN. *Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 069 (1R) "ALUMBRADO PÚBLICO"*. Quito, Pichincha, Ecuador. Obtenido de <https://inencloud.normalizacion.gob.ec/nextcloud/s/2X6GYzRtDCozm9Q>
- TELCOM. (2022). *Lámparas de halogenuros metálicos*. Obtenido de <https://telcom.jaol.net/lamparas-de-halogenuros-metalicos/>
- UPC. (01 de 2016). *Lámpara de halogenuros metálicos*. Obtenido de Curso de Iluminación: https://cmitja.files.wordpress.com/2016/01/cursoiluminacion_upc.pdf
- Velásquez, A. (s.f.). *Espectros Electromagnéticos [Fotografía]*. Obtenido de UNAM Facultad de Ingeniería: http://www.dcb.unam.mx/cerafin/bancorec/ejenlinea/3_Espectros_Planck.pdf
- Verduga, J., & Zambrano, W. (2017). *ANÁLISIS TÉCNICO SOBRE LOS EFECTOS GENERADOS POR EQUIPOS DE INDUCCIÓN EN EL CONSUMO ELÉCTRICO RESIDENCIAL DEL EDIFICIO HOLSOL*. Chone.
- Vicente, B., Castilla, N., Marínez, A., & Pastor, R. (s.f.). *Luminotecnia*. Obtenido de <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/12732/L%20U%20M%20I%20N%20O%20T%20E%20C%20N%20I%20A.pdf?sequence=1>
- World Urban Parks. (11 de Noviembre de 2021). Obtenido de <https://wup.imiscloud.com/>

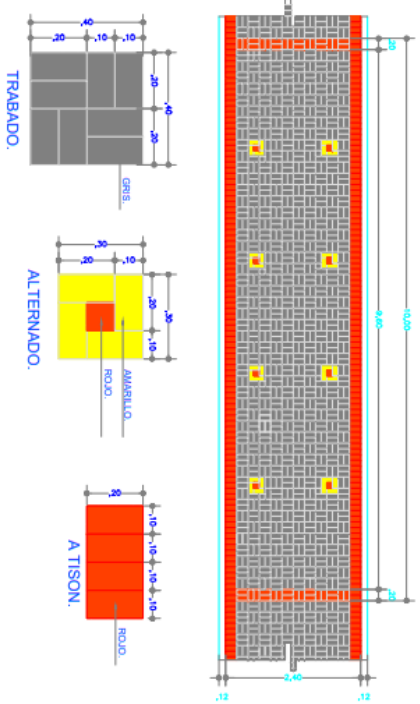
DETALLE TIPO DE LAS CAMINERIAS.

ESCALA 1:50



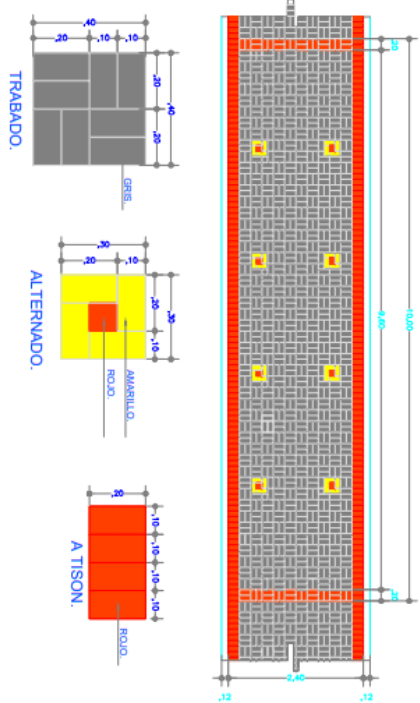
DETALLE TIPO DE LAS CAMINERIAS.

ESCALA 1:50



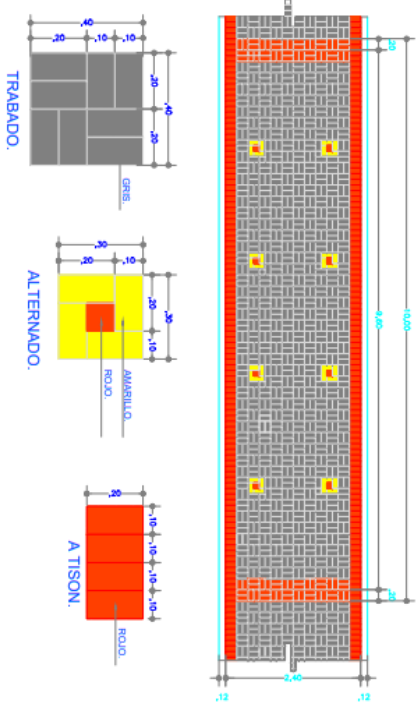
DETALLE TIPO DE LAS CAMINERIAS.

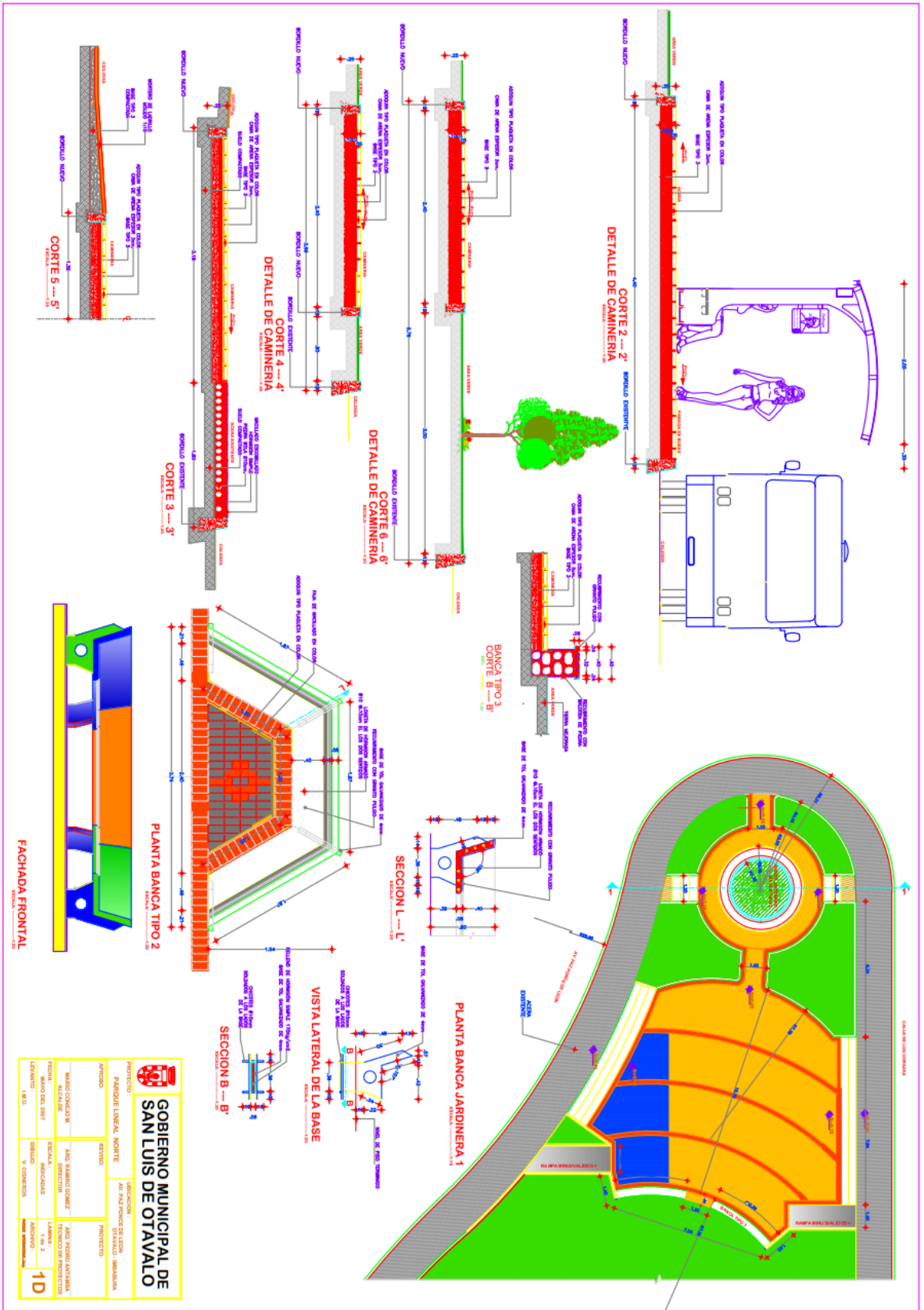
ESCALA 1:50



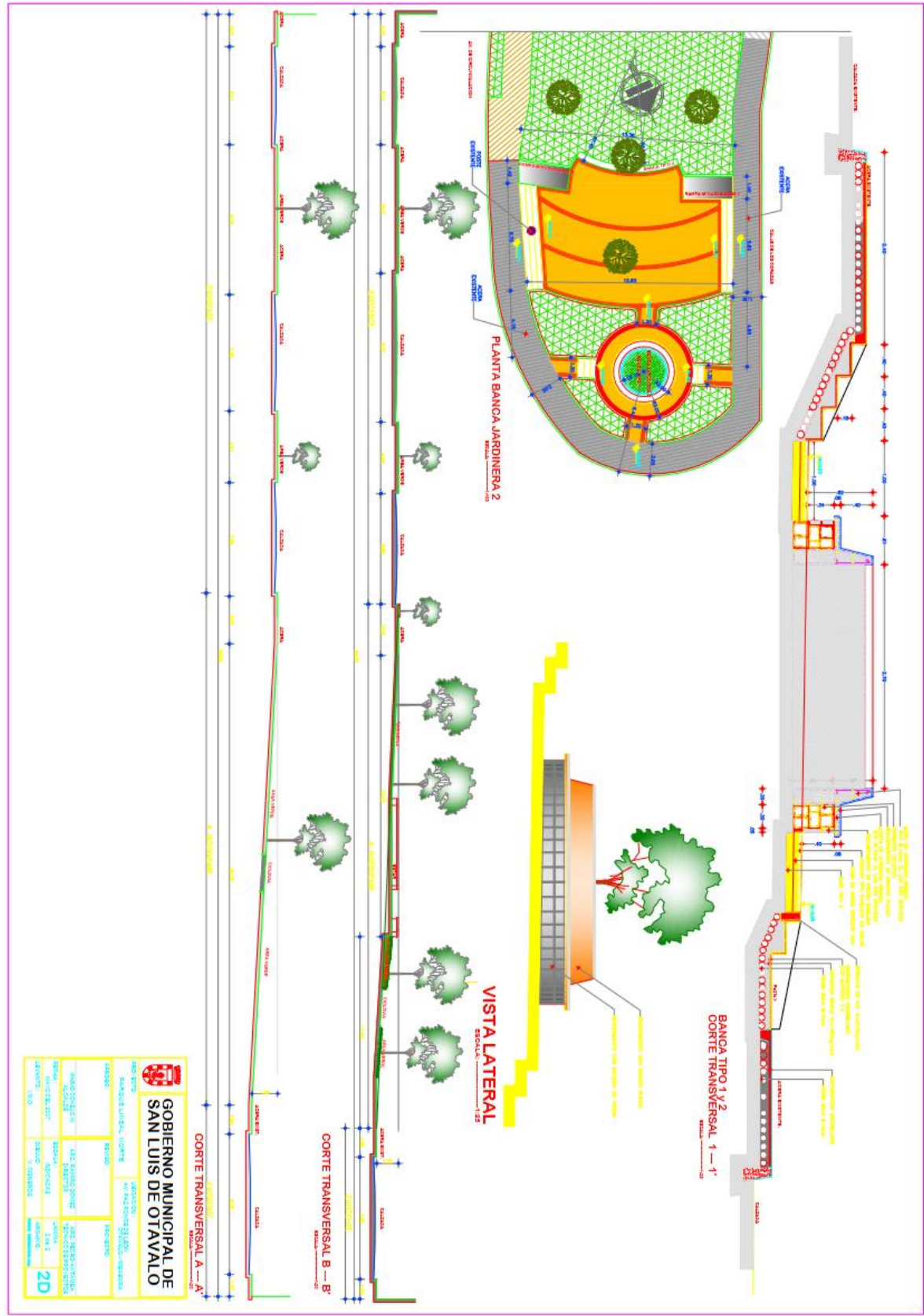
DETALLE TIPO DE LAS CAMINERIAS.

ESCALA 1:50





		GOBIERNO MUNICIPAL DE SAN LUIS DE OTAVALO	
PROYECTO:	PARQUE LINEAL NORTE	UBICACION:	AV. PALMIRAS DE OTAVALO - SAN LUIS DE OTAVALO
AFINADO:		REVISOR:	
MANEJO CONFORMACION:	JUAN RAMIRO GOMEZ	PROYECTISTA:	JUAN PABLO AYALA
TECNICO:	ALVARO DEL 2017	ESCALA:	INDICADAS
LEVANTADO:	18.03	ORDEN:	11.03.2018
		PROYECTO:	1D



 GOBIERNO MUNICIPAL DE SAN LUIS DE OTAVALO	
PROYECTO: BANCA TIPO 1 Y 2	UBICACION: AV. FRANCISCO DE PAZ, OTAVALO
PROYECTADO POR: ING. OSCAR ALFARO	FECHA: 1 MAR 2017
REVISADO POR: ING. OSCAR ALFARO	ESCALA: 1:500
PROYECTO: 1.01	FECHA: 1 MAR 2017
PROYECTO: 1.01	FECHA: 1 MAR 2017

Anexo B: Ficha técnica de luminarias

LUMINARIA SOLAR LED TODO EN UNO/ AIO 150W



MODELO		PROCEDENCIA	
PANEL SOLAR	16V - 48W	MATERIAL DE LA LÁMPARA	Aleación de Aluminio
DURABILIDAD DEL PANEL	25 AÑOS	MATERIAL DEL PANEL	Monocrystal
TIPO DE BATERÍA	LiFePO4 12.8V 42Ah	CERTIFICACIONES	ISO/CE/ROHS/IK09/IP65
POTENCIA LED	150W	GARANTÍA TÉCNICA	2 años
TIPO DE LED		ALTURA DE MONTAJE	6 - 8 metros
DURABILIDAD DEL LED	50000 horas	DISTANCIA ENTRE LUMINARIAS	25 - 30 metros
CAPACIDAD LUMÍNICA	18500 lm	ALCANCE FRONTAL	8 -10 metros
ÁNGULO DE LUZ	160°	PESO BRUTO	15.45 kg
TEMPERATURA DE TRABAJO	-20° A 75°C	PESO NETO	14.7 kg
TEMPERATURA DE LUZ	6000K - 6500K	DIMENSIONES	980x360x125 milímetros
TIEMPO DE CARGA	6 - 8 Horas	EQUIVALENCIA	350W vapor de sodio
AUTONOMÍA	12H sin dimerizar	APLICACIÓN	Comercial/Industrial

LUMINARIA LED EMPOTRABLE DE PISO 20W



LUMINARIA LED EMPOTRABLE DE PISO 30W



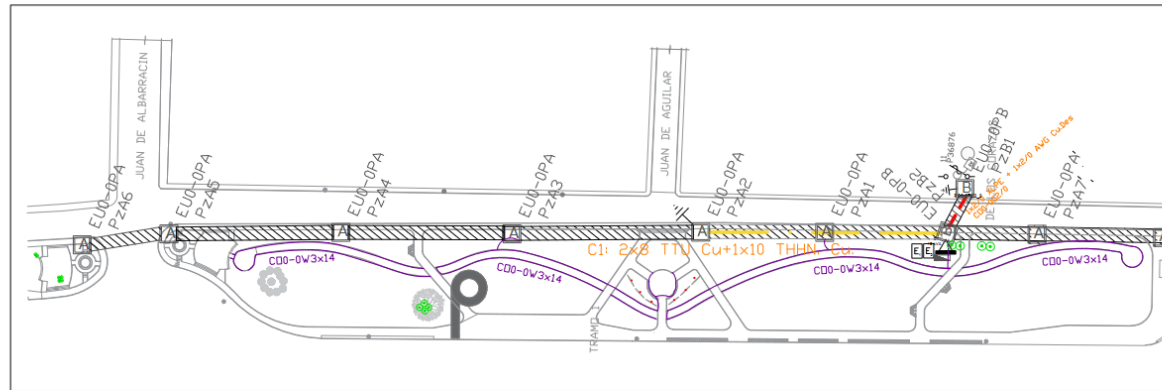
ALTURA DE INSTALACIÓN	nivel de piso	ALTURA DE INSTALACIÓN	nivel de piso
POTENCIA LED	20W	POTENCIA LED	30W
CAPACIDAD LUMÍNICA	1400 Lm	CAPACIDAD LUMÍNICA	2100 Lm
TEMPERATURA DE COLOR	4000K	TEMPERATURA DE COLOR	4000K
PROTECCION	IP65	PROTECCION	IP65
VOLTAJE	100 - 240 Vac	VOLTAJE	100 - 240 Vac
DIMENSIONES H x Dsup x Dinf	145x185x210 mm	DIMENSIONES H x Dsup x Dinf	210x223x238 mm

LUMINARIA LED EMPOTRABLE DE PISO 3W		LUMINARIA LED EMPOTRABLE DE PISO RGB 12W	
			
ALTURA DE INSTALACIÓN	nivel de piso	ALTURA DE INSTALACIÓN	nivel de piso
POTENCIA LED	3W	POTENCIA LED	12W
CAPACIDAD LUMÍNICA	180 Lm	CAPACIDAD LUMÍNICA	960 Lm
TEMPERATURA DE COLOR	6500K	TEMPERATURA DE COLOR	RGB
PROTECCION	IP65	PROTECCION	IP65
VOLTAJE DE ENTRADA	85 - 265 Vac	VOLTAJE DE ENTRADA	85 - 265 Vac
DIMENSIONES H x D	80 x 100 mm	DIMENSIONES H x D	95 x 180 mm
TECNOLOGÍA	Led	TECNOLOGÍA	Led
Vida útil	25 horas	Vida útil	25 horas
Material	Cuerpo en Al y Acero inoxidable	Material	Cuerpo en Al y Acero inoxidable
Frecuencia	50 - 60 Hz	Frecuencia	50 - 60 Hz
Clase	AAA	Clase	AAA
AHORRO DE ENERGÍA	85%	AHORRO DE ENERGÍA	85%

LUMINARIA LED EMPOTRABLE DE PISO 10W	
	
ALTURA DE INSTALACIÓN	nivel de piso/drive over
POTENCIA LED	10W
CAPACIDAD LUMÍNICA	1200 Lm
TEMPERATURA DE COLOR	6500K
PROTECCION	>IP65
VOLTAJE DE ENTRADA	100 - 240V
DIMENSIONES H x A x D	111 x 147 x 160 mm
TECNOLOGÍA	Led
Frecuencia	50 - 60 Hz

Anexo C: Planos Eléctricos

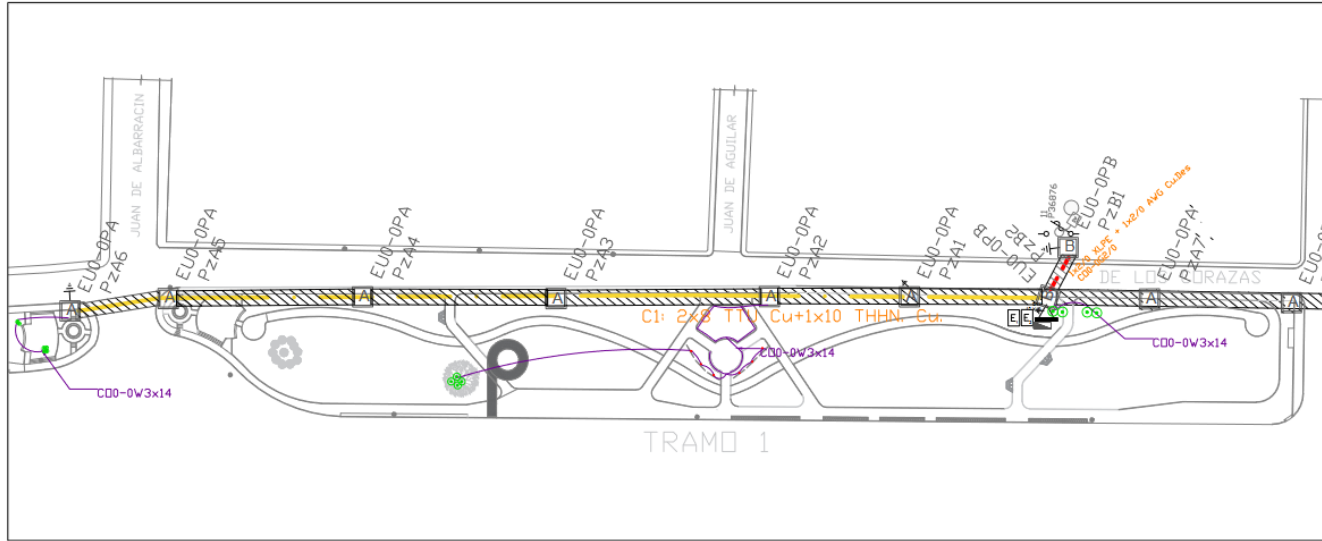
DISTRIBUCIÓN DE CIRCUITO 1





LEYENDA		
CONDUCTOR CONCENTRICO PARA LUMINARIAS		PROY: TTU 3x14
CONDUCTOR CONCENTRICO PARA FUERZA		PROY: TTU 3x12
RED SUBTERRANEA DE MEDIO VOLTAJE 7,97 kV		PROY: 1x2/0 XLPE + 1x2/0 AWG Cu.Des
RED SUBTERRANEA DE BAJO VOLTAJE 120/240V		PROY: 2x#8 TTU Cu + 1x#10 THHN Cu
POZOS PARA MT, BV Y ALUMBRADO		PROY: TIPO A PROY: TIPO B
BANCO DE DUCTOS		TUB BV 120/240V
TRANSFORMADOR IP PAD MOUNTED		PROY: 10 kVA
PUESTA A TIERRA		
POSTE DE HORMIGN ARMADO Existente		No. 36876, 1L_350
CAJA DE DISTRIBUCION PRINCIPAL		
MEDIDOR ELECTRICO		PROY 1: ILUMINACION PROY 2: SERVICIOS GENERALES

CONTIENE: DISEÑO DEL SISTEMA DE ALUMBRADO PÚBLICO ORNAMENTAL PARA EL PARQUE LINEAL NORTE DE LA CIUDAD DE OTAVALO - IMBABURA			
		S/E	FEBRERO 2023
APROBO	PROYECTO	ESCALA	FECHA
	KEVIN VISARREA	1/11	
REVISO	LEV. CAL.	DIBUJO	HOJA
			ARCHIVO

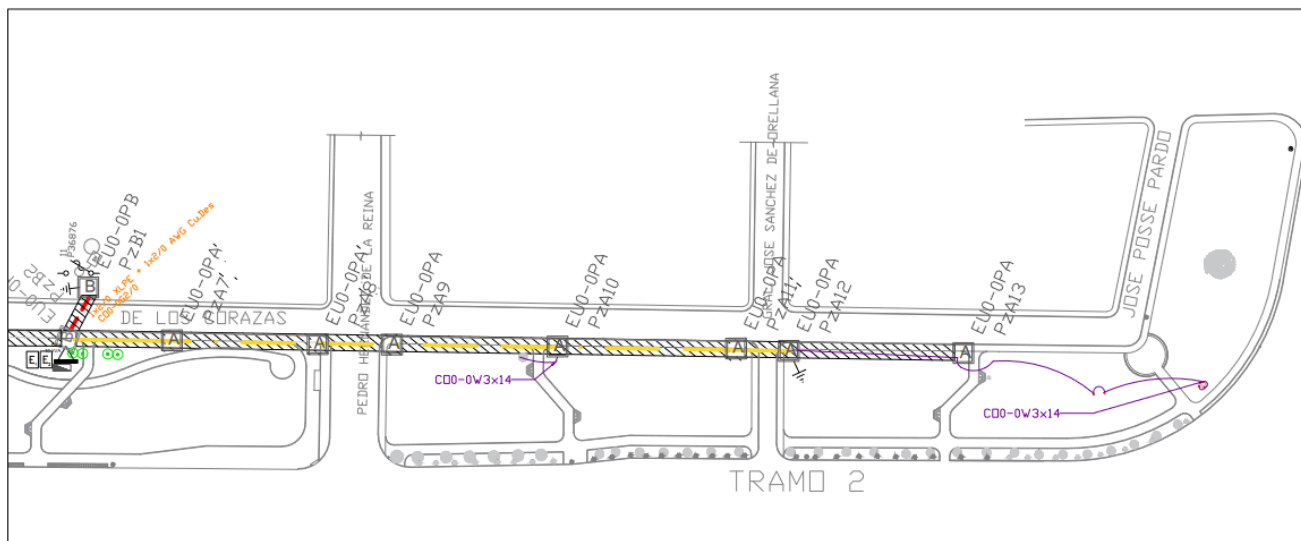
DISTRIBUCIÓN DE CIRCUITO 2



LEYENDA	
CONDUCTOR CONCENTRADO PARA LUMINARIAS	PROY: TTU 3x44
CONDUCTOR CONCENTRADO PARA FUERZA	PROY: TTU 3x42
RED SUBTERRANEA DE MEDIO VOLTAJE 7.57 kV	PROY: 1x4x1 ALPE + 1x2/19 AVG Cu-BN
RED SUBTERRANEA DE BAJA VOLTAJE 120/240V	PROY: 2x3 TTU Cu + 1x10 THHN Cu
PIEDRO PARA MT, SV Y ALUMBRADO	PROY: TPO 6
BANDEO DE BUEYTES	PROY: TPO 6
TRANSFORMADOR 1F FUSION MONTE	PROY: 30 kVA
PLACETA A TIERRA	
POSTE DE HERRON ARMADO Concreto	Nº 30876 IL-308
CALZA DE DISTRIBUCION PRINCIPAL	
NECRON ELCTRICO	PROY: 1.5 LUMINACION PROY: 6. SERVIDOR GENERAL

			
CONTIENE: DISÑO DEL SISTEMA DE ALUMBRADO PÚBLICO ORNAMENTAL PARA EL PARQUE LINEAL NORTE DE LA CIUDAD DE OTAVALO - IMBABURA			
		S/E	FEBRERO 2023
APROBO	PROYECTO	ESCALA	FECHA
	KEVIN VISARREA	2/11	
REVISO	LEV. CAL. DIBUJO	HOJA	ARCHIVO

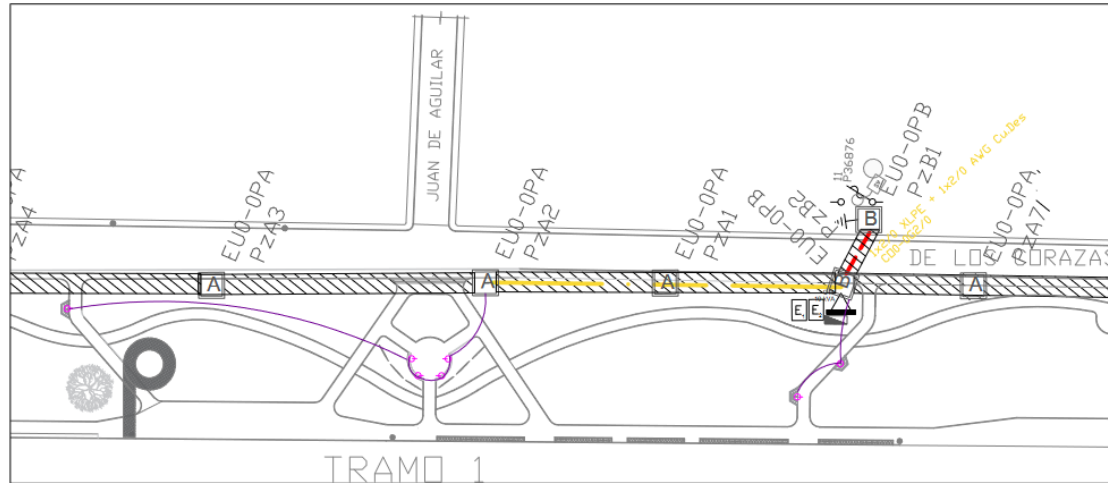
DISTRIBUCIÓN DE CIRCUITO 3



LEYENDA		
CONDUCTOR CONCENTRICO PARA LUMINARIAS		PROY: TTU 3x14
CONDUCTOR CONCENTRICO PARA FUERZA		PROY: TTU 3x12
RED SUBTERRANEA DE MEDIO VOLTAJE 7.97 kV		PROY: 1x2/0 XLPE + 1x2/0 AVG CuDes
RED SUBTERRANEA DE BAJO VOLTAJE 120/240V		PROY: 2x#8 TTU Cu + 1x#10 THHN Cu
POZOS PARA NT, SV Y ALUMBRADO		PROY: TIPO A PROY: TIPO B
BANCO DE DUCTOS		TUB SV: 83x83 TUB PV: 82x82
TRANSFORMADOR 1F PAD MOUNTED		PROY: 10 kVA
PUESTA A TIERRA		
POSTE DE HORMIGON ARMADO Existente		No. 36876, 1L_350
CAJA DE DISTRIBUCION PRINCIPAL		
MEDIDOR ELECTRICO		PROY: 1: ILUMINACION PROY: 2: SERVICIOS GENERALES

CONTIENE: DISEÑO DEL SISTEMA DE ALUMBRADO PÚBLICO ORNAMENTAL PARA EL PARQUE LINEAL NORTE DE LA CIUDAD DE OTAVALO - IMBABURA			
		S/E	FEBRERO 2023
APROBO	PROYECTO	ESCALA	FECHA
	KEVIN VISARREA	3/11	
REVISO	LEV. CAL. DIBUJO	HOJA	ARCHIVO

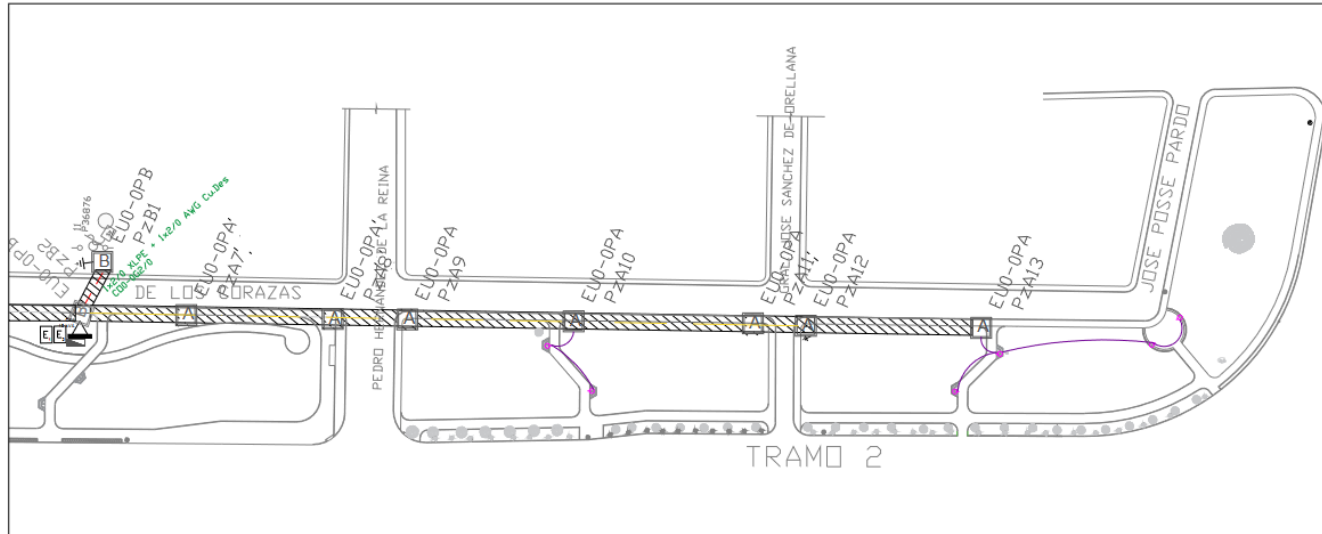
DISTRIBUCIÓN DE CIRCUITO 4



LEYENDA		
CONDUCTOR CONCÉNTRICO PARA LUMINARIAS		PRD: TTU 3x14
CONDUCTOR CONCÉNTRICO PARA FUERZA		PRD: TTU 3x12
RED SUBTERRÁNEA DE MEDIO VOLTAJE 7.97 kV		PRD: 1x2/0 XLPE + 1x2/0 AWG CuDes
RED SUBTERRÁNEA DE BAJO VOLTAJE 120/240V		PRD: 2x#8 TTU Cu + 1x#10 THHN Cu
POZOS PARA MT, BV Y ALUMBRADO		PRD: TIPO A PRD: TIPO B
BANCO DE DUCTOS		TUB BV: #3x2" TUB RV: #2x4"
TRANSFORMADOR IF PAD MOUNTED		PRD: 10 kVA
PUESTA A TIERRA		
POSTE DE HORMIGÓN ARMADO Existente		No. 36876, 1L_350
CAJA DE DISTRIBUCIÓN PRINCIPAL		
MEDIDOR ELÉCTRICO		PRD: ILUMINACIÓN PRD: SERVICIOS GENERALES

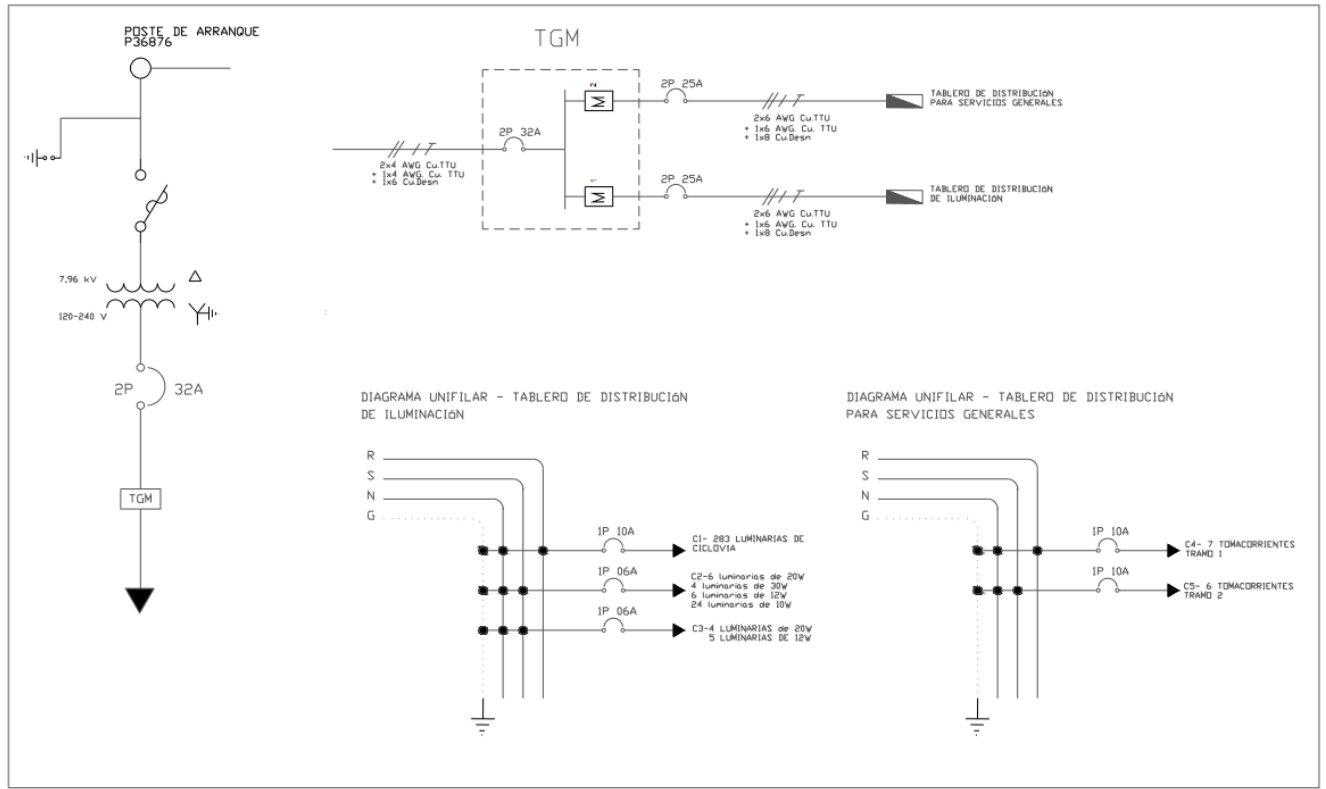
EmelNorte		INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS	
CONTIENE: DISEÑO DEL SISTEMA DE ALUMBRADO PÚBLICO ORNAMENTAL PARA EL PARQUE LINEAL NORTE DE LA CIUDAD DE OTAVALO - IMBABURA			
		S/E	FEBRERO 2023
APROBO	PROYECTO	ESCALA	FECHA
	KEVIN VISARREA	4/11	
REVISO	LEV. CAL. DIBUJO	HOJA	ARCHIVO

DISTRIBUCIÓN DE CIRCUITO 5



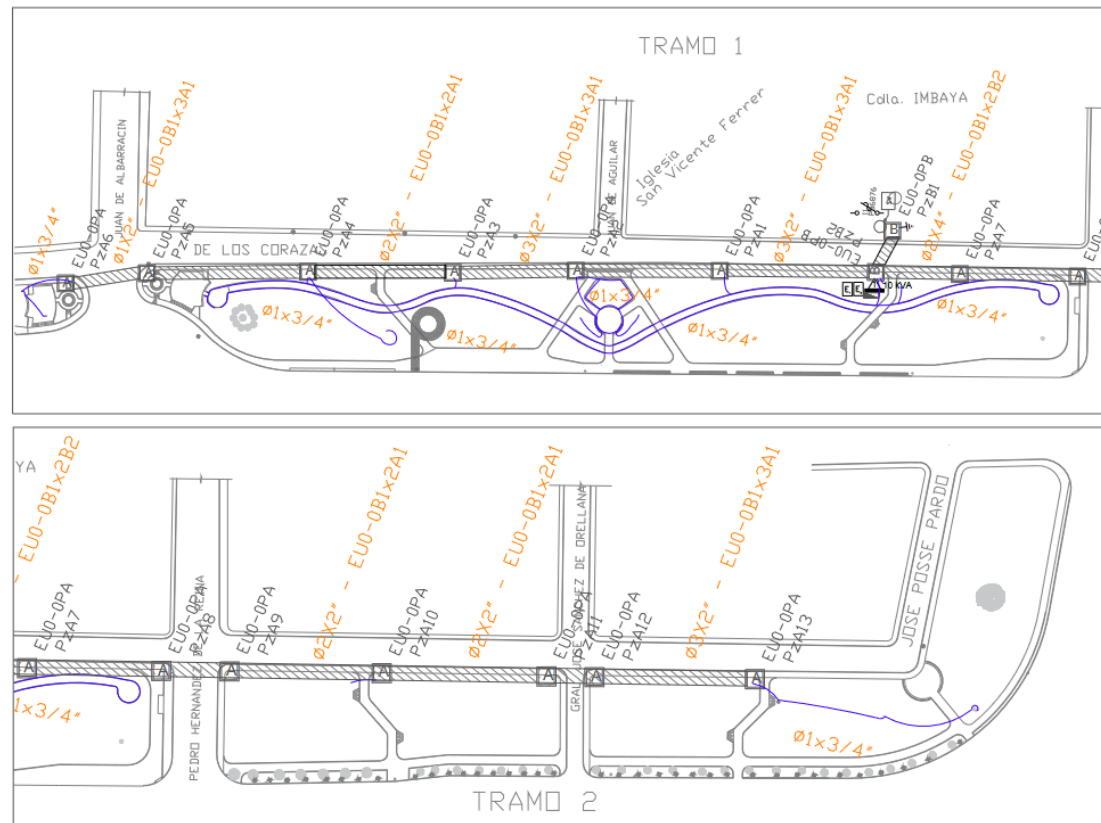
LEYENDA		
CONDUCTOR CONCÉNTRICO PARA LUMINARIAS		PRDY: 1TU 3x14
CONDUCTOR CONCÉNTRICO PARA FUERZA		PRDY: 1TU 3x12
RED SUBTERRÁNEA DE MEDIO VOLTAJE 7.97 kV		PRDY: 1x2/0 XLPE + 1x2/0 AWG CuDes
RED SUBTERRÁNEA DE BAJO VOLTAJE 120/240V		PRDY: 2x#8 TTU Cu + 1x#10 THHN Cu
POZOS PARA MT, BV Y ALUMBRADO		PRDY: TIPO A PRDY: TIPO B
BANCO DE DUCTOS		TUB BV 300x300
TRANSFORMADOR IF PAD MOUNTED		PRDY: 10 kVA
PUESTA A TIERRA		
PISTE DE HORMIGÓN ARMADO Existente		No 36976, II_350
CAJA DE DISTRIBUCIÓN PRINCIPAL		
MEDIDOR ELÉCTRICO		PRDY: ILUMINACION PRDY: SERVICIOS GENERALES

CONTIENE: DISEÑO DEL SISTEMA DE ALUMBRADO PÚBLICO ORNAMENTAL PARA EL PARQUE LINEAL NORTE DE LA CIUDAD DE OTAVALO - IMBABURA			
		S/E	FEBRERO 2023
APROBO	PROYECTO	ESCALA	FECHA
	KEVIN VISARREA	5/11	
REVISO	LEV. CAL. DIBUJO	HOJA	ARCHIVO



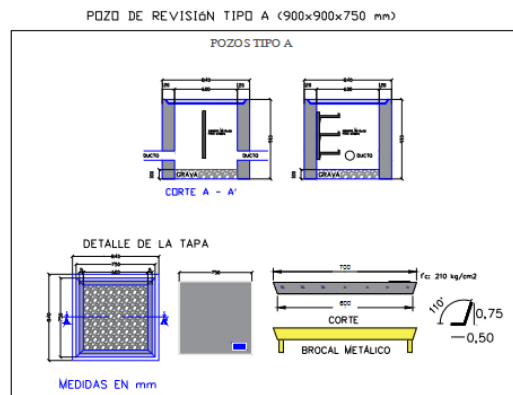
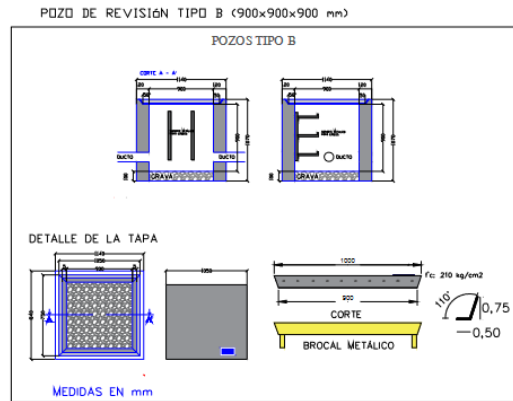
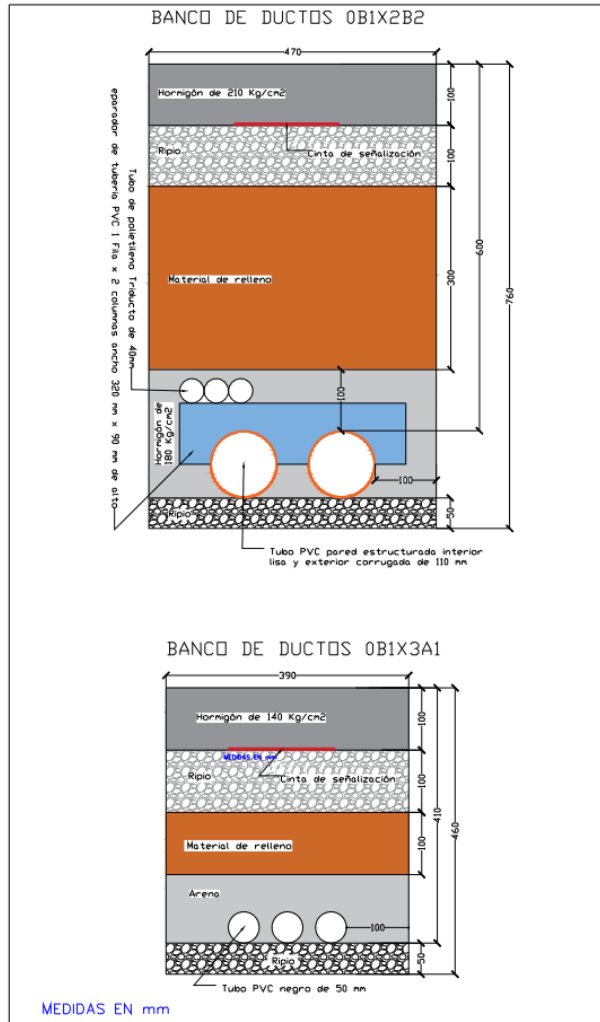
	PUESTA A TIERRA
	POSTE DE HORMIGON ARMADO Exist. 11_350kg
	SECCIONADOR FUSIBLE UNIPOLAR ABIERTO
	DESCARGADOR
	TABLERO GENERAL DE MEDIDORES - 2 SERVICIOS
	TRANSF MONOFÁSICO 10 kVA PAD MOUNTED

CONTIENE: DISEÑO DEL SISTEMA DE ALUMBRADO PÚBLICO ORNAMENTAL PARA EL PARQUE LINEAL NORTE DE LA CIUDAD DE OTAVALO - IMBABURA			
		S/E	FEBRERO 2023
APROBO	PROYECTO	ESCALA	FECHA
	KEVIN VISARREA	6/11	
REVISO	LEV. CAL. DIBUJO	HOJA	ARCHIVO



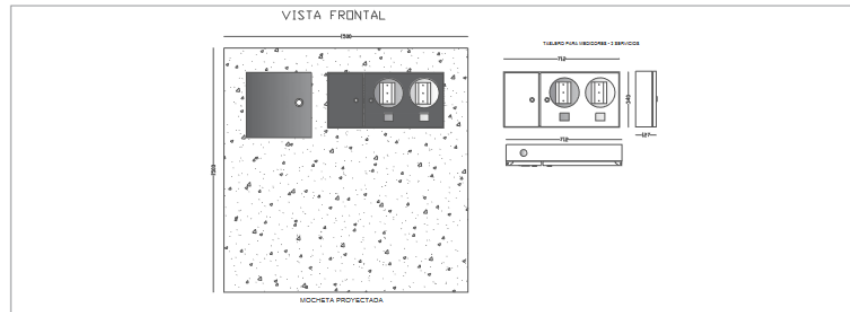
LEYENDA	
TIPO DE TUBERIA	TIPO DE TUBERIA
TIPO DE TUBERIA	TIPO DE TUBERIA
TIPO DE TUBERIA	TIPO DE TUBERIA
TIPO DE TUBERIA	TIPO DE TUBERIA
TIPO DE TUBERIA	TIPO DE TUBERIA
TIPO DE TUBERIA	TIPO DE TUBERIA
TIPO DE TUBERIA	TIPO DE TUBERIA
TIPO DE TUBERIA	TIPO DE TUBERIA
TIPO DE TUBERIA	TIPO DE TUBERIA
TIPO DE TUBERIA	TIPO DE TUBERIA

CONTIENE: DISEÑO DEL SISTEMA DE ALUMBRADO PÚBLICO ORNAMENTAL PARA EL PARQUE LINEAL NORTE DE LA CIUDAD DE OTAVALO - IMBABURA			
	GADM OTAVALO	S/E	FEBRERO 2023
APROBO	PROYECTO	ESCALA	FECHA
	KEVIN VISARREA	7/11	
REVISO	LEV. CAL.	DIBUJO	HOJA
			ARCHIVO

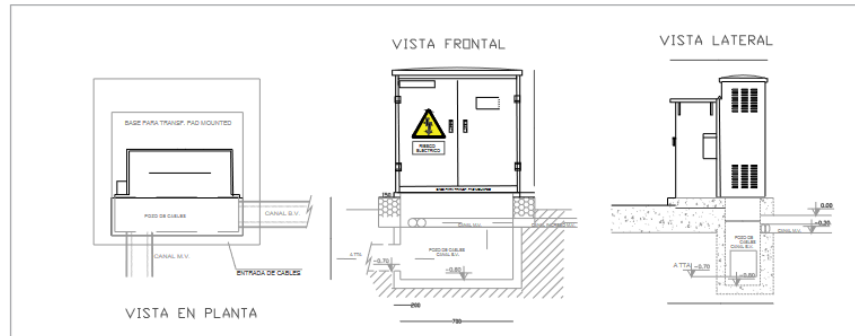


CONTIENE: DISEÑO DEL SISTEMA DE ALUMBRADO PÚBLICO ORNAMENTAL PARA EL PARQUE LINEAL NORTE DE LA CIUDAD DE OTAVALO - IMBABURA			
		S/E	FEBRERO 2023
APROBO	PROYECTO	ESCALA	FECHA
	KEVIN VISARREA	8/11	
REVISO	LEV. CAL. DIBUJO	HQJA	ARCHIVO

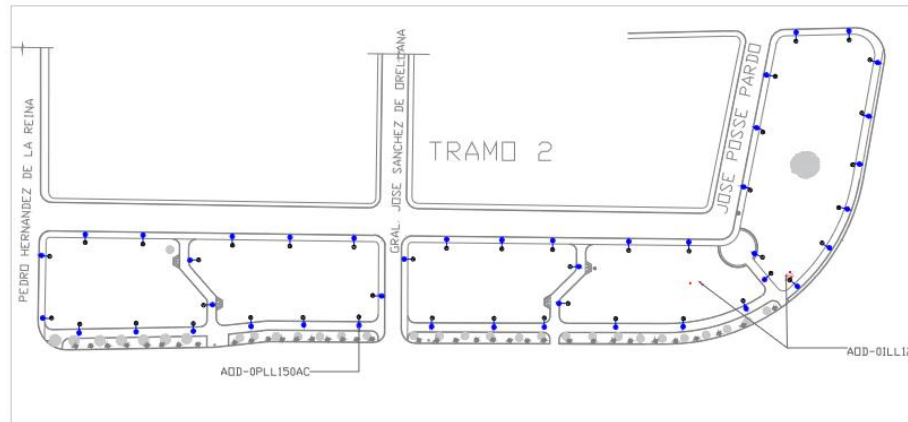
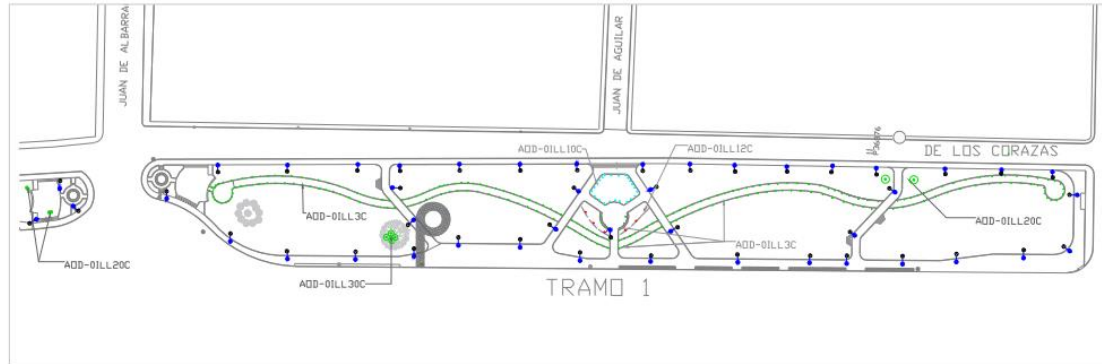
TABLERO PARA MEDIDORES - 2 SERVICIOS



TRANSFORMADOR TIPO PEDESTAL



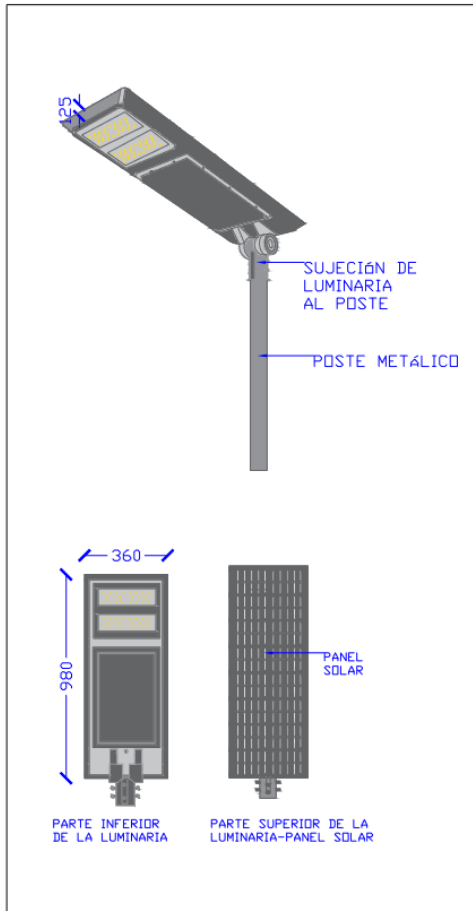
CONTIENE: DISEÑO DEL SISTEMA DE ALUMBRADO PÚBLICO ORNAMENTAL PARA EL PARQUE LINEAL NORTE DE LA CIUDAD DE OTAVALO - IMBABURA			
		S/E	FEBRERO 2023
APROBO	PROYECTO	ESCALA	FECHA
	KEVIN VISARREA	9/11	
REVISO	LEV. CAL. DIBUJO	HOJA	ARCHIVO



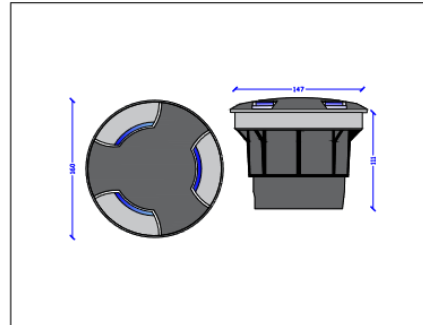
LEYENDA			
LUMINARIA LED	ADD-01LL150AC		PROY: 150W
LUMINARIA LED EMPOTRABLE DE PISO - ARBOLES	ADD-01LL10C ADD-01LL30C		PROY: 20W PROY: 30W
LUMINARIA LED EMPOTRABLE DE PISO - CICLOVIA	ADD-01LL3C		PROY: 3 W
LUMINARIA LED EMPOTRABLE DE PISO RGB	ADD-01LL12C		PROY: 12 W
LUMINARIA LED EMPOTRABLE DE PISO DECORATIVA	ADD-01LL10C		PROY: 10 W
TOMACORRIENTE SIMPLE PARA EXTERIORES PROY.			PROY: 100 W
POSTE METALICO ORNAMENTAL	POD-01C08		PROY: 8 m x 5 m

CONTIENE: DISEÑO DEL SISTEMA DE ALUMBRADO PÚBLICO ORNAMENTAL PARA EL PARQUE LINEAL NORTE DE LA CIUDAD DE OTAVALO - IMBABURA			
		S/E	FEBRERO 2023
APROBO	PROYECTO	ESCALA	FECHA
	KEVIN VISARREA	10/11	
REVISO	LEV. CAL. DIBUJO	HOJA	ARCHIVO

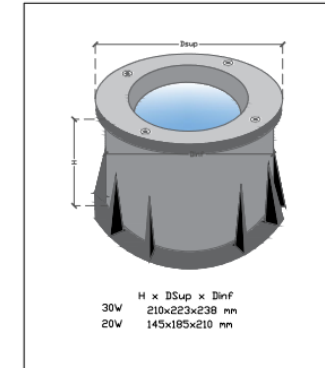
LUMINARIA SOLAR DE 150W



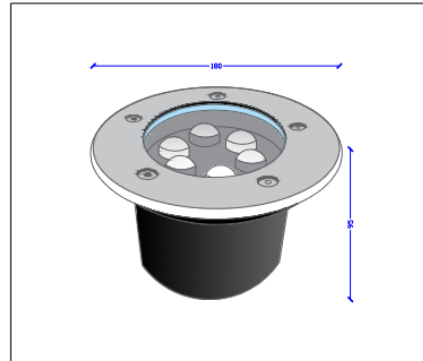
LUMINARIA DE PISO 10W



LUMINARIA DE PISO 20W Y 30W



LUMINARIA DE PISO 12W



CONTIENE: DISEÑO DEL SISTEMA DE ALUMBRADO PÚBLICO ORNAMENTAL PARA EL PARQUE LINEAL NORTE DE LA CIUDAD DE OTAVALO - IMBABURA			
		S/E	FEBRERO 2023
APROBO	PROYECTO	ESCALA	FECHA
	KEVIN VISARREA	11/11	
REVISO	LEV. CAL. DIBUJO	HOJA	ARCHIVO

Anexo D: Dimensionamiento del Transformador

ESTUDIO DE CARGA Y DEMANDA.																																
FECHA:	17/7/2022						Hoja 1 de 1																									
NOMBRE DEL PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE ALUMBRADO PÚBLICO ORNAMENTAL PARA EL PARQUE LINEAL NORTE DE LA CIUDAD DE OTAVALO - IMBABURA																																
ACTIVIDAD TIPO: ALUMBRADO ORNAMENTAL - ALUMBRADO PÚBLICO																																
LOCALIZACIÓN: CANTÓN OTAVALO, PROVINCIA DE IMBABURA.																																
Nro. DE USUARIOS:		1																														
PLANILLA PARA LA DETERMINACIÓN DE DEMANDAS UNITARIAS DE DISEÑO:																																
ITEM	APARATOS ELÉCTRICOS Y DE ALUMBRADO	CANT.	Pn(W)	CI(W)	FFUN(%)	CIR(W)	FSn(%)	DMU(W)																								
	DESCRIPCIÓN																															
1	Luminaria ornamental de piso con cobertor (zona de es	24	10	240	100	240	100	240																								
2	Luminaria empotrable ornamental de piso - arboles	10	20	200	100	200	100	200																								
3	Luminaria de piso (ciclovía)	283	3	849	100	849	100	849																								
4	Luminaria ornamental RGB de piso	11	12	132	100	132	100	132																								
5	Luminaria empotrable ornamental de piso -arboles	4	30	120	100	120	100	120																								
6	Tomacorriente simple para intemperie	13	100	1300	100	1300	100	1300																								
			TOTALES	2841		2841		2841																								
FACTOR DE POTENCIA:	0,9						Factor de Demanda Maxima FDM=DMU(W)/CIR(W)	1																								
DMU(KVA):	3,16						Número de Usuarios (N):	1																								
N:	1						Factor de Diversidad (FD):	1																								
FD:	1																															
DD (KVA):	3,16																															
DEMANDA DE DISEÑO (KVA)	3,16																															
<p>FFUn.- Factor de frecuencia de uso CIR.- Carga Instalada por Consumidor Representativo FSn.- Factor de Simultaneidad DMU.- Demanda Maxima Unitaria FDM.- Factor de Demanda Maxima</p>																																
Observaciones:																																
De acuerdo al cálculo de la demanda de diseño se instalará un transformador de 10 kVA																																
<table border="1" style="margin: auto; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="3">Capacidad de Transformadores (kVA)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>10</td> <td>75</td> <td>250</td> </tr> <tr> <td>15</td> <td>100</td> <td>300</td> </tr> <tr> <td>25</td> <td>112.5</td> <td>350</td> </tr> <tr> <td>30</td> <td>125</td> <td>400</td> </tr> <tr> <td>37.5</td> <td>150</td> <td>500</td> </tr> <tr> <td>45</td> <td>167</td> <td>600</td> </tr> <tr> <td>50</td> <td>200</td> <td>750</td> </tr> </tbody> </table>									Capacidad de Transformadores (kVA)			10	75	250	15	100	300	25	112.5	350	30	125	400	37.5	150	500	45	167	600	50	200	750
Capacidad de Transformadores (kVA)																																
10	75	250																														
15	100	300																														
25	112.5	350																														
30	125	400																														
37.5	150	500																														
45	167	600																														
50	200	750																														

Anexo E: Caída de Voltaje – Circuito primario

EMPRESA ELECTRICA REGIONAL NORTE S.A EMELNORTE		COMPUTOS DE CAIDAS DE VOLTAJE CIRCUITOS PRIMARIOS		HOJA: 1	
NOMBRE DEL PROYECTO:		DISEÑO DEL SISTEMA DE ALUMBRADO PUBLICO ORNAMENTAL PARA EL PARQUE LINEAL NORTE DE LA CIUDAD DE OTAVALO - IMBABURA		FECHA:	
TIPO DE INSTALACION: SUBTERRANEA		LIMITE DE CAIDA DE VOLTAJE:		7,96 kV	
TIPO DE CONDUCTOR: XLPE		CALIBRE DEL CONDUCTOR:		PRIMARIO:	
ESQUEMA:				No. DE FASES: 1	

13.8 kV/7.96 kV 36876
 (PJCT11_350)
 0
 30 m
 C0C-DV/20
 CT1
 10 kVA

DATOS				CARGA TOTAL	CONDUCTOR			COMPUTO		
TRAMO		CENTRO DE TRANSFORM.			No. DE CALIBRE			FDV	CAIDA DE VOLTAJE (%)	
DESIG.	L (Km)	No.	kVA	kVA	FASES	AWG	kVA-Km	kVA-Km	PARCIAL	ACUMULADO
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0-1	0,3	CT1	10	3,16	1	2/0	796	0,95	0,001191	0,0012
										0,0012

ANEXO 4



FACTORES DE CAIDA DE TENSION (FDV)
ALIMENTADORES PRIMARIOS kVA-km

Calibre Conductor Fase / Neutro	22 000 - 12 700 V			13 800 - 7 967 V		
	Cobre			Cobre		
	1F - 2C	2F - 3C	3F - 4C	1F - 2C	2F - 3C	3F - 4C
4 (4)	796	3,182	4,758	313	1,253	1,874
2 (4)	966	3,863	5,771	380	1,521	2,273
2 (2)	1,224	4,897	7,309	482	1,929	2,879
1/0 (2)	1,481	5,923	8,831	583	2,333	3,478
2/0 (2)	1,583	6,331	9,435	623	2,493	3,716
2/0 (1/0)	2,021	8,083	12,024	796	3,183	4,735
3/0 (1/0)	2,222	8,887	13,210	875	3,500	5,202
3/0 (2/0)	2,452	9,807	14,563	966	3,862	5,735
4/0 (1/0)	2,386	9,544	14,176	940	3,759	5,583
4/0 (2/0)	2,853	10,612	15,746	1,045	4,179	6,201

Anexo F: Caída de Voltaje – Circuito secundario

EMPRESA ELECTRICA REGIONAL NORTE S.A EMELNORTE		COMPUTO DE CAIDAS DE VOLTAJE CIRCUITOS SECUNDARIOS		HOJA DE: 1 DE 1 FECHA: 5/2/2023						
NOMBRE DEL PROYECTO : DISEÑO DEL SISTEMA DE ALUMBRADO PÚBLICO ORNAMENTAL PARA EL PARQUE LINEAL NORTE DE LA CIUDAD DE OTAVALO - IMBABURA				CT No. 1 10 kVA USUARIO TIPO: ALUMBRADO PÚBLICO						
VOLTAJE : 120 / 240 TIPO DE INSTALACION : SUBTERRÁNEA TIPO DE CONDUCTOR : TTU				LIMITE DV : 3,50% DMDp:						
ESQUEMA :										
DATOS			CARGA	CIRCUITO	CONDUCTOR	CÓMPUTO				
TRAMO	DESTINO	L (M)	NÚMERO abonados	kVA	FASE No. COND	CALIBRE AWG	FDV kVA-m	CAÍDA DE VOLTAJE (%)		
								kVA-m	PARCIAL	TOTAL
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
CT1-0	5	1	3,16	2F3C	4 Cu	335	15,8	0,0472	0,047	
CIRCUITOS DE ILUMINACION										
C1: LUMINARIAS DE CICLOVIA										
0-1	70	1	0,94	1F2C	8 cu	29	65,8	2,2690	2,32	
C2: LUMINARIAS DE PISO - TRAMO 1										
0-2	160	1	0,61	1F2C	8 cu	29	97,6	3,3655	3,41	
C3: LUMINARIAS DE PISO - TRAMO 2										
0-3	220	1	0,2	1F2C	8 cu	29	44	1,5172	1,56	
CIRCUITOS DE FUERZA										
C4: TOMACORRIENTES TRAMO 1										
0-1	70	1	0,76	1F2C	8 cu	29	53,2	1,8345	1,88	
C5: TOMACORRIENTES TRAMO 2										
0-3	120	1	0,65	1F2C	8 cu	29	78	2,6897	2,74	
C6: SERVICIOS PROYECTADO										
	105	1	0,95	1F2C	8 cu	29	99,75	3,4397	3,49	
									Caída de Tensión Maxima =	3,49

CONDUCTOR		MOMENTO CARACTERISTICO (kVA-m)	
SECCION (mm ²)	CALIBRE (AWG o kCM)	Trifásico	Monofásico
13,3	6	330	215
21,15	4	510	335
33,62	2	775	510
53,49	1/0	1170	780
67,44	2/0	1430	960
85,02	3/0	1730	1160
107,2	4/0	2090	1410
126,7	250	2360	1605
152	300	2700	1850

CONFIGURACIÓN DE CIRCUITOS
TRIFÁSICO: 4 HILOS 220/127 V
MONOFÁSICO: 3 HILOS 240/120 V
RESISTIVIDAD Cu 0,01724 Ohm*mm² / m

Calibre Conductor Fase / Neutro	Cobre							
	220 - 127 V			208 - 120 V			240 - 120 V	
	1F - 2C	2F - 3C	3F - 4C	1F - 2C	2F - 3C	3F - 4C	1F - 2C	2F - 3C
10 (10)	21	83	125	19	74	111	19	74
8 (8)	33	132	197	29	118	176	29	117
6 (8)	40	161	242	36	144	216	36	144
6 (6)	52	208	311	46	185	278	46	185

Anexo G: Cálculo de puesta a tierra

CALCULO DE MALLA DE PUESTA A TIERRA
IEEE - 80

Datos del Suelo

ρ	23	Ohm/m	(resistividad del suelo)
ρ_s	2000	Ohm/m	(resistividad superficial)
h_s	0,16	m	(Profundidad de la capa superficial)

Geometría de la malla Ver Diagrama

Largo (X):	2	m		Cantidad de varillas:	2
Ancho (Y):	2	m		Largo:	1,8
Área:	4	m ²		Con varillas en las esquinas	
Espacio Vertical (E _v):	2	m	} D	LR:	3,6
Espacio Horizontal (E _h):	2	m			
Conductores verticales:	2				
Conductores horizontales:	2				
Lc:	8	m (Longitud total de la malla)		Lm:	16,38
h:	0,80	m (Profundidad de la malla)		Lt:	11,60

Parámetros eléctricos

Ts:	0,2	s	(Tiempo de duración de la falla)
I ₀ :	3,14	A	(3X I ₀ Corriente de falla)

[Calcular](#)

Conductor de la malla

Tipo: Cobre Comercial Conductividad: 97 % respecto al cobre puro Factor ar: 0,00381 @20°C [1/°C] K0 a 0°C: 242 Tm: 1084 [°C] (Temperatura de fusión) pr a 20°C: 1,78 [μΩ-cm] TCAP: 3,42 [J/cm ³ -°C] Capacidad térmica	} IEEE 80-2000 Sec 11.3 Table f Con temperatura de referencia 20°C
Tipo de Unión: Soldada Temp Max de la Unión: 450 °C Ta: 30 °C (temperatura ambiente) Akomil: 0,01 kcmil Área mínima: 0,00 mm ² Diámetro mínimo: 0,0001 mm	} Características mínimas del conductor de tierra
Conductor de diseño: 2/0 AWG Área: 67,42 mm ² diámetro: 0,0093 mm	

Factores de paso y toque

K:	-0,98	(factor de reflexión)
Cs:	0,77	(factor de reducción)
Peso ue la persona:	70	kg
Es:	3732,44	V (Voltaje de paso Max, para el peso indicado)
Et:	1196,41	V (Voltaje de toque Max)

Resistencia de la malla

Rg:	5,65 Ω (Resistencia de la malla)
-----	----------------------------------

Corriente de Malla

IG:	1,01 kA
-----	---------

[Calcular](#)

Incremento de potencial

GPR:	5710,43 V (Incremento de potencial en la malla)
------	---

Voltaje de malla

Em:	965,65 V (Voltaje de la malla en falla)
-----	---

Voltaje de paso

Es:	954,52 V
-----	----------

El Diseño cumple con la norma

Anexo H: Lista de Materiales

ÍTEM	UNIDAD	CANT	ESPECIFICACIONES
A-001	u	1	TRANSFORMADOR MONOFÁSICO TIPO PadMOUNTED RADIAL 13800 GRDY/7790V-120/240V, 10 kVA.
A-002	u	1	SECCIONADOR TIPO ABIERTO, 1P,15KV,10KA, BIL 110KV,100A
A-003	u	1	TIRA FUSIBLE, CABEZA REMOVIBLE, SF ₆ , 0.7.
A-004	u	1	ABRAZADERA ACERO GALVANIZADO PARA TRANSFORMADOR, PLETINA, 3 PERNOS, 38x 6x160-190mm. (1 ½ x 1/4 x6 ½ - 7 ½")
A-005	u	1	PLETINA ÁNGULO PARA PIE DE AMIGO DE ¼" X3"X3"X1.20 X 28"
A-006	m	30	CONDUCTOR XLPE COBRE 2/0
A-007	m	30	CONDUCTOR DE CU 2000V. Desnudo, # 2/0, 19 HILOS
A-008	m	18	CONDUCTOR DE CU 2000V. TTU, # 4, 19 HILOS
A-009	m	6	Conductor cableado desnudo Cu #6 AWG
A-010	m	18	Conductor # 6 TTU Cu
A-011	m	6	CONDUCTOR DE CU 2000V. Desnudo, # 4, 7 HILOS
A-012	m	1000	CONDUCTOR DE CU 600V. TTU, # 8, 19 HILOS
A-013	m	750	CONDUCTOR DE CU 600V. THHN, # 10
A-014	m	1160	CONDUCTOR CONCENTRICO 600V PVC 3X14
A-015	m	100	CONDUCTOR CONCENTRICO 600V PVC 3X12
A-016	u	9	VARILLA COOPERWELD DOBLE CAMADA 1.8 M.
A-017	u	9	SUELDA EXOTERMICA 35 MM2 (6 AWG) 90 GR
A-018	u	4	GEL QUIMICO 25 Kg.
A-019	u	2	CODO REVERSIBLE DE 2"
A-020	u	3	JUEGO DE FLEJES PARA SUJECCIÓN DE TUBO POSTE
A-021	u	2	PERNO GALVANIZADO DE 1/2" X 1.1/2" CON TUERCA Y ARANDELA
A-022	u	2	TUBO POSTE DE ACERO GALVANIZADO EMT DE 2" X 6 M.
A-023	u	2	CODO DE 2"
A-024	u	1	GRAPA DE ALEACIÓN DE Al, LINEA EN CALIENTE
A-025	u	103	Luminaria Solar Led todo en uno 150W, >18500 Lm, 6000k-6500k, IP65,IK09, batería 12.8V 42Ah, Autonomia 12 H
A-026	u	283	luminaria empotrable de piso 3W, 6000K, IP65,85-265V, 180 lm
A-027	u	11	luminaria empotrable de piso LED RGB 12 W, IP65,85-265V, 960 LM
A-028	u	10	luminaria empotrable de piso LED 20W IP 65,85-265V, 1400lm
A-029	u	4	luminaria empotrable de piso LED 30W IP 65,85-265V, 2100lm
A-030	U	24	luminaria empotrable de piso con cobertor LED 10W IP 67,120-240V, 1200lm, 4000K
A-031	U	103	Poste ornamental de 8m para luminaria solar
A-032	u	10	CINTA AISLANTE 1500 3M (TIPE 20 YARDAS)
A-033	u	10	KIT CINTA AUTOFUNDENTE #33+CINTA 23
A-034	u	5	PAQUETE DE AMARRA 100 u PLASTICA COLOR NEGRO 20 CM.
A-035	m	36	TUBO PVC PARED ESTRUCTURADA INTERIOR LISA Y EXTERIOR CORRUGADA COLOR NARANJA DE 4" (110MM).(6m)
A-036	m	942	MANGUERA DE POLIETILENO NEGRO DE 2"
A-037	m	866	MANGUERA NEGRA DE 3/4"
A-038	u	1	CRUCETA DE ACERO GALVANIZADO, UNIVERSAL, PERFIL "L" 75 X 75 X 6 MM (2 61/64 X 261/64 X 1/4") 2.40 M.
A-039	u	1	PIE AMIGO DE ACERO GALVANIZADO, PERFIL "L" 38 X 38 X 6 X 1400 MM (1 1/2 X 1 1/2 X 1/4 X 28")
A-040	u	1	PERNO U DE ACERO GALVANIZADO, 16 MM (5/8") DE DIÁM. X 150 MM (6") DE ANCHO DENTRO DE LA U, CON 2 TUERCAS, 2 ARANDELAS PLANAS Y 2 DE PRESIÓN
A-041	u	1	ABRAZADERA DE ACERO GALVANIZADO, PLETINA, SIMPLE (2 PERNOS), 38 X 4 X 140 - 160MM (1 1/2 X 1 1/4 X 5 1/2 - 6 1/2")
A-042	u	1	GABINETE PARA MEDIDOR ELÉCTRICO 2 SERVICIOS (340x712x127) mm DISTR. DERECHA. USO INTERIOR/EXTERIOR (BAJO CUBIERTA) IP 20 / IK 09 BEIGE RAL 7032.
A-043	u	1	PARARRAYO CLASE DISTRIBUCIÓN. DE ALEACIÓN DE POLÍMERO, OXIDO METÁLICO, 10 kV, con Desconector

Anexo I: Presupuesto

DISEÑO DEL SISTEMA DE ALUMBRADO PÚBLICO ORNAMENTAL PARA EL PARQUE LINEAL NORTE DE LA CIUDAD DE OTAVALO - IMBABURA					
TABLA DE DESCRIPCIÓN DE MATERIALES, UNIDADES, CANTIDADES Y PRECIOS					
No.	Rubro / Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Precio global
SISTEMA DE MEDIO VOLTAJE Y RED SOTERRADA					
1	Provisión e instalación de seccionador portafusible unipolar abierto, para 15 k, 10kA, BIL 110kV, 100A.	u	1,00	150,00	150,00
2	Provisión e instalación de pararrayos clase distribución, para 10 kV	u	1,00	353,00	353,00
3	Bajante EMT para conductor en bajo voltaje (BV)	u	1,00	170,83	170,83
4	Terminal para cable unipolar aislado para exteriores aislamiento 15 kV (puntas terminales exteriores)	u	1,00	224,11	224,11
5	Provisión e instalación de una red subterránea con cable unipolar aislado para XLPE 15 kV - No. 2/0 AWG	m	30,00	20,08	601,80
6	Provisión e instalación de conductor 3/0 Cu.Desn. (Neutro Bajante)	m	30,00	9,83	294,90
7	Instalación de Transformador Monofásico tipo Padmounted Radial 10 kVA, 13800 GRDY/7790V-120/240V, con accesorios de conexión.	u	1,00	2.700,00	2.700,00
POZOS Y CANALIZACIÓN BAJO VOLTAJE					
8	Provisión e instalación de puesta a tierra de transformador	u	1,00	96,78	96,78
9	Construcción de pozos de revisión tipo B con tapa, de dimensiones libres 90 cm x 90 cm x 90 cm	u	2,00	120,90	241,80
10	Construcción de pozos de revisión tipo A con tapa, de dimensiones libres 60 cm x 60 cm x 75 cm	u	11,00	98,99	1.088,89
11	Porta cables en hierro de 3 vías para instalación en pozos (soporte metálico)	u	11,00	22,12	243,32
12	Excavación de Zanjas, Pozos y Bases	m3	88,20	4,17	367,79
13	Provisión e instalación de ductos interior lisa y exterior corrugada tipo PVC color naranja de 110mm (4")	m	36,00	6,69	240,84
14	Provisión e instalación de ductos tipo PVC de baja densidad color negro diámetro nominal externo 2"	m	942,00	2,64	2.486,88
15	Provisión e instalación de manguera de polietileno de baja densidad color negro 3/4"	m	866,00	0,68	588,88
16	Relleno manual compactado con arena fina	m3	978,00	6,28	6.141,84
CIRCUITOS SECUNDARIOS					
17	Provisión e instalación de conductor #4 AWG TTU Cu (Alimentador)	m	36,00	3,74	134,64
18	Provisión e instalación de conductor # 8 Cableado desnudo de Cu. (Tierra Tablero)	m	6,00	2,23	13,38
19	Provisión e instalación de conductor TTU # 6	m	36,00	3,23	116,28
20	Provisión e instalación de conductor # 8 TTU (Circuitos de Iluminación)	m	1.000,00	4,28	4.280,00
21	Provisión e instalación de conductor #10 THHN	m	500,00	1,30	650,00
22	Provisión e instalación de conductor #8 Cu Desnudo TIERRA SSGG	m	6,00	2,23	13,38
23	Provisión e instalación de conductor #8 Cu TTU SSGG	m	9,00	4,40	39,60
24	Provisión e instalación de Cable Concéntrico 3x14 AWG (Circuitos de Iluminación)	m	836,00	1,43	1.195,48
25	Provisión e instalación de Cable concéntrico 3x12 AWG (Circuitos de Iluminación)	m	30,00	1,85	55,50
26	Provisión e instalación de toma corriente para intemperie incluye tapa hermética y cajetín	u	11,00	6,89	75,79
SISTEMAS DE ILUMINACIÓN					
27	Provisión e instalación de Luminaria Solar Led todo en uno 150W, >18500 Lm, 6000k-6500k, IP65, IK09, batería 12.8V 42Ah, Autonomía 12 H	u	103,00	390,00	40.170,00
28	Provisión e instalación de luminaria empotrable de piso 3W, 6000K, IP65, 85-265V, 180 lm (Iluminación ciclovia)	u	283,00	16,50	4.669,50
29	Provisión e instalación de luminaria empotrable de piso LED RGB 12 W, IP65, 85-265V, 960 LM (Iluminación figuras)	u	11,00	40,20	442,20
30	Provisión e instalación de luminaria empotrable de piso LED 20W IP 65, 85-265V, 1400lm	u	10,00	91,50	915,00
31	Provisión e instalación de luminaria empotrable de piso LED 30W IP 65, 85-265V, 2100lm	u	4,00	105,95	423,80
32	Provisión e instalación de luminaria empotrable de piso con cobertor LED 10W IP 67, 120-240V, 1200lm, 4000K	u	24,00	24,19	580,56
33	Provisión e instalación de poste ornamental metálico de hierro galvanizado 6 m.	u	103,00	250,00	25.750,00
34	Provisión e instalación de tablero de distribución, control e iluminación	u	1,00	279,00	279,00
35	Provisión e instalación de tablero para medidor eléctrico (2 Espacios)	u	1,00	117,13	117,13
OBRA CIVIL					
36	Construcción de mocheta (incluye enlucido), para tablero de distribución general	m2	2,00	57,84	115,68
37	Construcción de Base de transformador (incluye alisado).	u	1,00	42,19	42,19
38	Hormigón S. Fc=210 kg/cm2	m3	8,00	84,00	672,00
39	Picado y Resanado	ml	200,00	5,66	1.132,00
ENERGIZACIÓN					
40	Energización eléctrica (Grupo energizados Emelnorte)	u	1,00	350,00	350,00
SUBTOTAL:					98.224,77
IVA 12%:					11.786,97
TOTAL:					110.011,74

ELABORADO POR : Kevin Visarrea