



Universidad  
Nacional  
de Loja

## Universidad Nacional de Loja

Facultad de la Energía, las Industrias y los Recursos Naturales

No Renovables

Carrera de Ingeniería Electromecánica

Diagnóstico y diseño del sistema de alumbrado público de la vía Intervalles,  
del tramo El Tambo – La Capilla del cantón Catamayo

Trabajo de Integración Curricular,  
previo a la obtención del título de  
Ingeniero Electromecánico

**AUTOR:**

Carlos Alberto Merino González

**DIRECTOR:**

Ing. Iván Alberto Coronel Villavicencio, MSc.

Loja-Ecuador

2025

## Certificación

Loja, 06 de enero del 2025

Ing. Iván Alberto Coronel Villavicencio, Mg. Sc.

**DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR**

### **CERTIFICO:**

Que he revisado y orientado todo proceso de la elaboración del Trabajo de Integración Curricular denominado: **Diagnóstico y diseño del sistema de alumbrado público de la vía Intervalles, del tramo El Tambo – La Capilla del cantón Catamayo**, previo a la obtención del título de **Ingeniero Electromecánico**, de la autoría del estudiante **Carlos Alberto Merino González**, con cédula de identidad **Nro. 1105754624**, una vez que el trabajo cumple con todos los requisitos exigidos por la Universidad Nacional de Loja para el efecto, autorizo la presentación para la respectiva sustentación y defensa.

.....  
Ing. Iván Alberto Coronel Villavicencio, Mg. Sc.

**DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR**



*unl*

Universidad  
Nacional  
de Loja

### **Autoría**

Yo, **Carlos Alberto Merino González**, declaro ser autor del presente Trabajo de Integración Curricular y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos de posibles reclamos y acciones legales, por el contenido del mismo. Adicionalmente, acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja la publicación de mi Trabajo de Integración Curricular en el Repositorio Digital Institucional – Biblioteca Virtual.

**Firma:**

**Cédula de identidad:** 1105754624


**Fecha:** 06/01/2025

**Correo electrónico:** carlos.merino@unl.edu.ec

**Celular:** 0992063733

**Carta de autorización por parte del autor, para consulta, reproducción parcial o total y/o publicación electrónica del texto completo, del Trabajo de Integración Curricular**

Yo **Carlos Alberto Merino González** declaro ser autor del Trabajo de Integración Curricular denominado: **Diagnóstico y diseño del sistema de alumbrado público de la vía Intervalles, del tramo El Tambo – La Capilla del cantón Catamayo**. Como requisito para optar el título de **Ingeniero Electromecánico** autorizo al sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para que con fines académicos muestre la producción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera en el Repositorio Institucional. Los usuarios pueden consultar el contenido de este trabajo en el Repositorio Institucional, en las redes de información del país y del exterior con las cuales tenga convenio la Universidad. La Universidad Nacional de Loja, no se responsabiliza por el plagio o copia del Trabajo de Integración Curricular que realice un tercero. Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Loja, a los 6 días del mes de enero del dos mil veinticinco.



**Firma:**

**Autor:** Carlos Alberto Merino González

**Cédula:** 1105754624

**Dirección:** El Tambo - Catamayo - Loja

**Correo electrónico:** carlos.merino@unl.edu.ec

**Celular:** 0992063733

**DATOS COMPLEMENTARIOS:**

**Director del trabajo de integración curricular:** Ing. Iván Alberto Coronel Villavicencio, MSc.

## **Dedicatoria**

Esta tesis está dedicada principalmente a Dios, a quien agradezco por concederme el tiempo y la bendición en esta pequeña parte de mi vida. Dedico esta meta a mi amado padre, quien fue mi apoyo incondicional y mi fuente de fortaleza para perseverar y alcanzar esta meta, sé que desde el cielo, él estará orgulloso de este logro. A mi querida madre, le dedico este trabajo en reconocimiento a su ejemplo de lucha y perseverancia. Aprecio profundamente la lección de no temerle a las adversidades que me ha transmitido, su influencia ha sido elemental en mi formación.

A mis hermanos y demás familiares cercanos, les agradezco por su apoyo incondicional, sin importar las circunstancias. Gracias a ustedes, he podido avanzar en mi desarrollo profesional con confianza y determinación. Con profundo agradecimiento, dedico este logro a quienes han sido pilares fundamentales en mi vida.

***CARLOS ALBERTO MERINO GONZÁLEZ***

## **Agradecimiento**

En primer lugar, deseo expresar mi agradecimiento a Dios por otorgarme la salud que ha sido esencial para alcanzar cada uno de mis objetivos. También quiero agradecer a mis padres, cuyo amor incondicional y apoyo constante han sido la base que me ha permitido cumplir mis metas y finalizar exitosamente mi educación universitaria.

Agradezco a mis familiares por su apoyo frecuente y por motivarme a seguir adelante, superando cualquier adversidad que se haya presentado en el camino.

No puedo pasar por alto, mencionar mi profundo agradecimiento a la Universidad Nacional de Loja. A esta institución le reconozco el mérito de brindarme un ambiente propicio, donde he experimentado un crecimiento notable como individuo y me he forjado para mi futuro profesional en la carrera de Ingeniería Electromecánica.

Mi agradecimiento se extiende a los docentes que, a lo largo de todos mis años de estudio, han compartido los conocimientos esenciales en cada etapa de mi formación académica y en especial reconocimiento a mi tutor, el Ing. Iván Alberto Coronel Villavicencio, perteneciente al Centro de Investigaciones Tecnológicas y Energéticas (CITE).

***CARLOS ALBERTO MERINO GONZÁLEZ***

## Índice de contenidos

|   |             |
|---|-------------|
| <b>PORTADA</b> . . . . .  | <b>i</b>    |
| <b>CERTIFICACIÓN</b> . . . . .  | <b>ii</b>   |
| <b>AUTORÍA</b> . . . . .  | <b>iii</b>  |
| <b>CARTA DE AUTORIZACIÓN</b> . . . . .  | <b>iv</b>   |
| <b>DEDICATORIA</b> . . . . .  | <b>v</b>    |
| <b>AGRADECIMIENTO</b> . . . . .   | <b>vi</b>   |
| <b>ÍNDICE DE CONTENIDO</b> . . . . .  | <b>vii</b>  |
| <b>ÍNDICE DE TABLAS</b> . . . . .   | <b>xiv</b>  |
| <b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> . . . . .  | <b>xvi</b>  |
| <b>ÍNDICE DE ANEXOS</b> . . . . .   | <b>xvii</b> |
| <b>SIMBOLOGÍA</b> . . . . .   | <b>xix</b>  |
| <b>1 TÍTULO</b> . . . . .   | <b>1</b>    |
| <b>2 RESUMEN</b> . . . . .  | <b>2</b>    |
| <b>3 INTRODUCCIÓN</b> . . . . .   | <b>4</b>    |
| <b>4 MARCO TEÓRICO</b> . . . . .  | <b>6</b>    |
| <b>4.1 CAPÍTULO 1</b> . . . . .   | <b>6</b>    |
| 4.1.1 CONDICIONES TÉCNICAS Y COMERCIALES DEL SERVICIO DE ALUMBRADO<br>PÚBLICO GENERAL CON CALIDAD Y EFICIENCIA. . . . . | 6           |
| 4.1.2 RED DE DISTRIBUCIÓN DE ALTA TENSIÓN . . . . .   | 8           |
| 4.1.3 RED DE DISTRIBUCIÓN DE MEDIA TENSIÓN . . . . .  | 8           |
| 4.1.4 RED DE DISTRIBUCIÓN DE BAJA TENSIÓN . . . . .   | 9           |
| 4.1.5 NIVEL DE AISLAMIENTO . . . . .  | 9           |
| 4.1.6 NORMATIVA PARA REDES AÉREAS DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA . . . . .   | 9           |

|            |  |           |
|------------|--|-----------|
| 4.1.7      | EQUIPOS Y CRITERIOS DE SELECCIÓN SEGÚN LA HOMOLOGACIÓN DE LAS UNIDADES DE PROPIEDAD (UP) Y UNIDADES DE CONSTRUCCIÓN (UC) DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA . . . . . | 10        |
| 4.1.7.1    | Transformadores. . . . .   | 11        |
| 4.1.7.2    | Equipos de seccionamiento y protección. . . . .  | 11        |
| 4.1.7.3    | Conductores. . . . .   | 12        |
| 4.1.7.4    | Estructuras. . . . .   | 13        |
| 4.1.7.5    | Postes. . . . .  | 13        |
| 4.1.7.6    | Alumbrado público vial. . . . .  | 13        |
| 4.1.7.7    | Tensores y anclajes. . . . .   | 14        |
| 4.1.7.8    | Puesta a tierra. . . . .   | 14        |
| <b>4.2</b> | <b>CAPÍTULO 2 . . . . .</b>  | <b>14</b> |
| 4.2.1      | REQUERIMIENTOS DE VISIBILIDAD . . . . .  | 14        |
| 4.2.2      | CANTIDAD Y CALIDAD DE LUZ . . . . .  | 14        |
| 4.2.3      | CONFIABILIDAD DE LA PERCEPCIÓN . . . . .   | 15        |
| 4.2.4      | COMODIDAD VISUAL . . . . .   | 15        |
| 4.2.5      | RELACIÓN DE ALREDEDORES . . . . .  | 16        |
| 4.2.6      | EVALUACIÓN ECONÓMICA Y FINANCIERA . . . . .  | 16        |
| 4.2.7      | CONDICIONES AMBIENTALES DE LA LOCALIDAD . . . . .  | 16        |
| 4.2.8      | REQUERIMIENTOS DE LAS NORMAS DE MOBILIARIO URBANO . . . . .  | 17        |
| 4.2.9      | CLASES DE ILUMINACIÓN SEGÚN LAS CARACTERÍSTICAS VIALES. . . . .  | 17        |
| 4.2.10     | VÍAS VEHICULARES . . . . .   | 17        |
| 4.2.11     | VÍAS PARA TRÁFICO PEATONAL Y CICLISTAS . . . . .   | 18        |
| 4.2.12     | CLASES DE ILUMINACIÓN SEGÚN EL USO Y TIPO DE VÍA . . . . .   | 19        |
| 4.2.13     | REQUISITOS DE ILUMINACIÓN MANTENIDOS PARA VÍAS VEHICULARES . . . . .   | 19        |
| 4.2.14     | REQUISITOS DE ILUMINACIÓN PARA VÍAS PEATONALES Y DE CICLISTAS . . . . .  | 20        |
| 4.2.15     | REQUISITOS DE ILUMINACIÓN PARA ÁREAS CRÍTICAS . . . . .  | 20        |
| 4.2.16     | GUÍAS DE VISIBILIDAD EN VÍAS DE VELOCIDADES ELEVADAS . . . . .   | 21        |
| 4.2.17     | LOCALIZACIÓN DE LUMINARIAS . . . . .   | 21        |
| 4.2.18     | CONFIGURACIONES BÁSICAS DE LOCALIZACIÓN DE PUNTOS DE ILUMINACIÓN . . . . .   | 22        |
| 4.2.19     | CASOS ESPECIALES DE DISPOSICIÓN DE LUMINARIAS . . . . .  | 23        |
| 4.2.19.1   | Disposición en curvas. . . . .   | 23        |

|  |           |
|--|-----------|
| 4.2.19.2 Disposición en calzadas con pendiente. . . . .  | 24        |
| 4.2.20 CLASIFICACIÓN DE LAS SUPERFICIES DE LAS CALZADAS (ESTADO SECO) . .  | 24        |
| 4.2.21 USO RACIONAL DE ENERGÍA EN ALUMBRADO PÚBLICO . . . . .  | 26        |
| 4.2.22 MÁXIMA DENSIDAD DE POTENCIA ELÉCTRICA PARA ALUMBRADO DE VÍAS.   | 26        |
| 4.2.23 FOTOMETRÍA . . . . .  | 27        |
| 4.2.23.1 Curva Isolux. . . . .   | 27        |
| 4.2.23.2 Curva polar de intensidades luminosas. . . . .  | 27        |
| 4.2.23.3 Matriz de intensidades. . . . .   | 27        |
| 4.2.24 COEFICIENTE DE UTILIZACIÓN . . . . .  | 28        |
| 4.2.25 SISTEMA DE ILUMINACIÓN EN ALUMBRADO PÚBLICO . . . . .   | 28        |
| 4.2.25.1 Luminaria simple nivel de potencia con lámpara de vapor de sodio de alta presión con carcasa de aluminio inyectado. . . . . | 28        |
| 4.2.25.2 Luminaria doble nivel de potencia con lámpara de vapor de sodio de alta presión con carcasa de polipropileno. . . . .       | 28        |
| 4.2.25.3 Luminarias tipo LED. . . . .  | 28        |
| 4.2.26 CONDICIONES AMBIENTALES SEGÚN LAS CARACTERÍSTICAS DEL LUGAR . .   | 29        |
| 4.2.27 POLUCIÓN LUMÍNICA . . . . .   | 29        |
| 4.2.27.1 Intrusión lumínica. . . . .   | 29        |
| 4.2.27.2 Difusión de luz hacia el cielo (SKY GLOW). . . . .  | 29        |
| 4.2.27.3 Deslumbramiento. . . . .  | 29        |
| <b>4.3 CAPÍTULO 3 . . . . .</b>  | <b>29</b> |
| 4.3.1 MÉTODO PARA EL CÁLCULO DE ILUMINACIÓN EN ALUMBRADO PÚBLICO . .   | 30        |
| 4.3.2 CÁLCULO DE ALUMBRADO PÚBLICO MEDIANTE EL MÉTODO DEL FLUJO LUMINOSO NECESARIO . . . . .   | 30        |
| 4.3.2.1 Datos requeridos para la aplicación del método del flujo luminoso necesario. .   | 30        |
| 4.3.2.2 Pasos para determinar el flujo luminoso necesario . . . . .  | 33        |
| 4.3.3 CÁLCULO DE LA DEMANDA DE DISEÑO DE LOS TRANSFORMADORES . . . .   | 34        |
| 4.3.4 DEMANDA MÁXIMA PROYECTADA PARA DIVERSOS TIPOS DE EDIFICACIONES Y ESTABLECIMIENTOS COMERCIALES . . . . .                        | 34        |
| 4.3.5 DEMANDA MÁXIMA UNITARIA PROYECTADA, URBANIZACIONES, LOTIZACIONES Y PROYECTOS RURALES . . . . .                                 | 35        |

|            |  |           |
|------------|--|-----------|
| 4.3.6      | DEMANDA MÁXIMA PROYECTADA, URBANIZACIONES, LOTIZACIONES Y PROYECTOS RURALES . . . . .  | 35        |
| 4.3.7      | TRANSFORMADORES PARA PROYECTOS DE URBANIZACIONES, LOTIZACIONES Y PROYECTOS RURALES . . . . .   | 36        |
| 4.3.8      | CÁLCULOS DE CAÍDA DE TENSIÓN . . . . .   | 37        |
| 4.3.9      | CAÍDA DE TENSIÓN ADMISIBLE PARA ALUMBRADO PÚBLICO . . . . .  | 37        |
| 4.3.10     | SOFTWARE DE DISEÑO DE SISTEMAS DE ILUMINACIÓN ULYSSE “3.5.9” . . . . .   | 37        |
| <b>4.4</b> | <b>CAPÍTULO 4 . . . . .</b>  | <b>38</b> |
| 4.4.1      | REGLAMENTO ECUATORIANO RTE INEN 069 “ALUMBRADO PÚBLICO” . . . . .  | 38        |
| 4.4.2      | RESOLUCIÓN ARCERNNR 029/2020 Y 020/023 . . . . .   | 38        |
| 4.4.3      | NORMAS TÉCNICAS PARA EL DISEÑO DE REDES ELÉCTRICAS, URBANAS Y RURALES . . . . .  | 38        |
| 4.4.4      | REGLAMENTO TÉCNICO DE ILUMINACIÓN Y ALUMBRADO PÚBLICO (RETI-LAP) . . . . .   | 39        |
| <b>5</b>   | <b>METODOLOGÍA . . . . .</b>   | <b>40</b> |
| <b>5.1</b> | <b>ÁREA DE ESTUDIO . . . . .</b>   | <b>40</b> |
| 5.1.1      | LOCALIZACIÓN Y CARACTERÍSTICAS . . . . .   | 40        |
| <b>5.2</b> | <b>EQUIPOS Y MATERIALES . . . . .</b>  | <b>41</b> |
| 5.2.1      | EQUIPOS . . . . .  | 41        |
| 5.2.2      | MATERIALES . . . . .   | 41        |
| <b>5.3</b> | <b>PROCEDIMIENTO . . . . .</b>   | <b>41</b> |
| 5.3.1      | PRIMER OBJETIVO: “EVALUAR EL ESTADO ACTUAL DE LA RED EXISTENTE DE ALUMBRADO PÚBLICO” . . . . .   | 42        |
| 5.3.2      | SEGUNDO OBJETIVO: “DISEÑAR EL SISTEMA DE ALUMBRADO PÚBLICO EFICIENTE QUE CUMPLA CON LOS ESTÁNDARES DE ILUMINACIÓN VIGENTES EN LA VÍA INTERVALLES, DEL TRAMO EL TAMBO – LA CAPILLA” . . . . . | 45        |
| 5.3.2.1    | Diseño de la red existente. . . . .  | 45        |
| 5.3.2.2    | Cálculo de la caída de tensión en la red existente. . . . .  | 47        |
| 5.3.2.3    | Cálculo analítico de alumbrado público mediante el método del flujo luminoso necesario. . . . .  | 47        |
| 5.3.2.4    | Diseño de la red proyectada de alumbrado público con normativa definida por la MERNNR y EERSSA. . . . .  | 48        |

|            |   |           |
|------------|---|-----------|
| 5.3.2.5    | Cálculo de la caída de tensión en la red proyectada. . . . .  | 50        |
| 5.3.2.5.1  | Cálculo de la Demanda Máxima de Diseño de los Transformadores . . . . .   | 50        |
| 5.3.3      | TERCER OBJETIVO: “SIMULACIÓN DEL DISEÑO DE ALUMBRADO PÚBLICO MEDIANTE EL SOFTWARE ULYSSE “3.5.9” QUE CUMPLA CON LOS PARÁMETROS FOTOMÉTRICOS” . . . . .  | 51        |
| <b>5.4</b> | <b>PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS . . . . .</b>  | <b>51</b> |
| 5.4.1      | PRIMER OBJETIVO: “EVALUAR EL ESTADO ACTUAL DE LA RED EXISTENTE DE ALUMBRADO PÚBLICO” . . . . .  | 52        |
| 5.4.1.1    | Datos técnicos de los transformadores . . . . .   | 52        |
| 5.4.1.2    | Datos técnicos del tipo de luminarias en la red existente . . . . .   | 60        |
| 5.4.2      | SEGUNDO OBJETIVO: “DISEÑAR EL SISTEMA DE ALUMBRADO PÚBLICO EFICIENTE QUE CUMPLA CON LOS ESTÁNDARES DE ILUMINACIÓN VIGENTES EN LA VÍA INTERVALLES, DEL TRAMO EL TAMBO – LA CAPILLA” . . . . .        | 60        |
| 5.4.2.1    | Diseño de la red existente. . . . .   | 60        |
| 5.4.2.2    | Cálculo de la caída de tensión admisible en la red existente. . . . .   | 61        |
| 5.4.2.3    | Cálculo analítico de alumbrado público mediante el método del flujo luminoso necesario. . . . .   | 64        |
| 5.4.2.4    | Diseño de la red proyectada de alumbrado público con normativa definida por la MERNNR y EERSSA . . . . .  | 67        |
| 5.4.2.5    | Cálculo de la caída de tensión admisible de la red proyectada. . . . .  | 78        |
| 5.4.2.6    | Cálculo de la Demanda Máxima de Diseño de los Transformadores . . . . .   | 84        |
| 5.4.3      | TERCER OBJETIVO: “SIMULAR EL DISEÑO DE ALUMBRADO PÚBLICO MEDIANTE EL SOFTWARE ULYSSE “3.5.9” QUE CUMPLA CON LOS PARÁMETROS FOTOMÉTRICOS” . . . . .  | 88        |
| <b>6</b>   | <b>RESULTADOS . . . . .</b>   | <b>92</b> |
| <b>6.1</b> | <b>PRIMER OBJETIVO: “EVALUAR EL ESTADO ACTUAL DE LA RED EXISTENTE DE ALUMBRADO PÚBLICO” . . . . .</b>   | <b>92</b> |
| <b>6.2</b> | <b>SEGUNDO OBJETIVO: “DISEÑAR EL SISTEMA DE ALUMBRADO PÚBLICO EFICIENTE QUE CUMPLA CON LOS ESTÁNDARES DE ILUMINACIÓN VIGENTES EN LA VÍA INTERVALLES, DEL TRAMO EL TAMBO – LA CAPILLA” . . . . .</b> | <b>92</b> |
| 6.2.1      | DISEÑO DE LA RED EXISTENTE . . . . .  | 93        |
| 6.2.2      | CÁLCULO DE LA CAÍDA DE TENSIÓN ADMISIBLE EN LA RED EXISTENTE . . . . .  | 93        |

|            |   |            |
|------------|---|------------|
| 6.2.3      | CÁLCULO ANALÍTICO DE ALUMBRADO PÚBLICO MEDIANTE EL MÉTODO DEL FLUJO LUMINOSO NECESARIO . . . . .  | 93         |
| 6.2.4      | DISEÑO DE LA RED PROYECTADA DE ALUMBRADO PÚBLICO CON NORMATIVA DEFINIDA POR LA MERNNR Y EERSSA . . . . .  | 94         |
| 6.2.5      | CÁLCULO DE LA CAÍDA DE TENSIÓN ADMISIBLE DE LA RED PROYECTADA . . . . .   | 96         |
| 6.2.5.1    | Cálculo de la Demanda Máxima de Diseño de los Transformadores. . . . .  | 96         |
| <b>6.3</b> | <b>TERCER OBJETIVO: “SIMULAR EL DISEÑO DE ALUMBRADO PÚBLICO MEDIANTE EL SOFTWARE ULYSSE “3.5.9” QUE CUMPLA CON LOS PARÁMETROS FOTOMÉTRICOS” . . . . .</b> | <b>97</b>  |
| <b>7</b>   | <b>DISCUSIÓN . . . . .</b>  | <b>99</b>  |
| <b>8</b>   | <b>CONCLUSIONES . . . . .</b>   | <b>103</b> |
| <b>9</b>   | <b>RECOMENDACIONES . . . . .</b>  | <b>105</b> |
| <b>10</b>  | <b>BIBLIOGRAFÍA . . . . .</b>   | <b>106</b> |
| <b>11</b>  | <b>ANEXOS . . . . .</b>   | <b>109</b> |

## Índice de tablas

|                  |  |    |
|------------------|--|----|
| <b>Tabla 1.</b>  | Nivel de aislamiento . . . . .   | 9  |
| <b>Tabla 2.</b>  | Capacidad nominal de transformadores . . . . .   | 11 |
| <b>Tabla 3.</b>  | Capacidad de corriente y nivel de aislamiento . . . . .                                | 12 |
| <b>Tabla 4.</b>  | Tipo de fusibles H y K . . . . .   | 12 |
| <b>Tabla 5.</b>  | Calibres normalizados (AWG o MCM) . . . . .  | 13 |
| <b>Tabla 6.</b>  | Altura y carga de postes en redes de distribución . . . . .                            | 13 |
| <b>Tabla 7.</b>  | Clases de iluminación para vías vehiculares . . . . .                                  | 17 |
| <b>Tabla 8.</b>  | Variación de las clases de iluminación por el tipo de vía . . . . .                    | 18 |
| <b>Tabla 9.</b>  | Clases de iluminación en áreas peatonales y de ciclistas . . . . .                     | 18 |
| <b>Tabla 10.</b> | Requerimientos basados en la luminancia sobre la superficie de la vía . . . . .        | 19 |
| <b>Tabla 11.</b> | Valores mínimos mantenidos de iluminancias promedio (lx) en vías motorizadas . . . . . | 19 |
| <b>Tabla 12.</b> | Requisitos mínimos de iluminación para tráfico peatonal . . . . .                      | 20 |
| <b>Tabla 13.</b> | Requisitos fotométricos para áreas críticas . . . . .                                  | 20 |
| <b>Tabla 14.</b> | Clases de iluminación en áreas críticas de vías vehiculares . . . . .                  | 21 |
| <b>Tabla 15.</b> | Recomendación para disposición de luminarias . . . . .                                 | 22 |
| <b>Tabla 16.</b> | Clasificación de calzadas según el factor S1 . . . . .                                 | 25 |
| <b>Tabla 17.</b> | Clasificación de calzadas según el factor S1 . . . . .                                 | 25 |
| <b>Tabla 18.</b> | Valores máximos de (DPEA) para vías vehiculares ( $W/m^2$ ) . . . . .                  | 26 |
| <b>Tabla 19.</b> | Nivel de iluminación y factor de uniformidad sobre la calzada en servicio . . . . .    | 30 |
| <b>Tabla 20.</b> | Nivel y factor de uniformidad de iluminación sobre la calzada . . . . .                | 31 |
| <b>Tabla 21.</b> | Factor de conservación del flujo luminoso de algunas lámparas . . . . .                | 32 |
| <b>Tabla 22.</b> | Factor de conservación por suciedad . . . . .  | 33 |
| <b>Tabla 23.</b> | Relación de altura del punto de luz y anchura de la calzada . . . . .                  | 34 |
| <b>Tabla 24.</b> | Demanda máxima proyectada (SECTOR URBANO) . . . . .                                    | 35 |
| <b>Tabla 25.</b> | Demanda máxima proyectada (SECTOR RURAL) . . . . .                                     | 35 |
| <b>Tabla 26.</b> | Factores de sobrecarga . . . . .   | 36 |
| <b>Tabla 27.</b> | Caída de tensión admisible para redes primarias y secundarias . . . . .                | 37 |
| <b>Tabla 28.</b> | Coordenadas UTM - WGS 84 - ZONA 17 M . . . . .   | 40 |
| <b>Tabla 29.</b> | Datos recopilados para el cálculo analítico . . . . .                                  | 65 |
| <b>Tabla 30.</b> | Demanda máxima de diseño del transformador (TRe - 15750) . . . . .                     | 84 |

|                  |  |    |
|------------------|--|----|
| <b>Tabla 31.</b> | Demanda máxima de diseño del transformador proyectado . . . . .      | 84 |
| <b>Tabla 32.</b> | Demanda máxima de diseño del transformador (TRe - 25616) . . . . .   | 85 |
| <b>Tabla 33.</b> | Demanda máxima de diseño del transformador (TRe - 23686) . . . . .   | 85 |
| <b>Tabla 34.</b> | Demanda máxima de diseño del transformador (TRe - 25103) . . . . .   | 85 |
| <b>Tabla 35.</b> | Demanda máxima de diseño del transformador (TRe - 25102) . . . . .   | 86 |
| <b>Tabla 36.</b> | Demanda máxima de diseño del transformador proyectado . . . . .      | 86 |
| <b>Tabla 37.</b> | Demanda máxima de diseño del transformador proyectado . . . . .      | 87 |
| <b>Tabla 38.</b> | Demanda máxima de diseño del transformador (TRr - 20921) . . . . .   | 87 |
| <b>Tabla 39.</b> | Demanda máxima de diseño del transformador proyectado . . . . .      | 87 |
| <b>Tabla 40.</b> | Datos para la simulación del diseño de iluminación . . . . .         | 88 |
| <b>Tabla 41.</b> | Especificaciones técnicas de los transformadores . . . . .           | 92 |
| <b>Tabla 42.</b> | Especificaciones técnicas de las luminarias . . . . .                | 92 |
| <b>Tabla 43.</b> | Caída de tensión admisible . . . . .                                 | 93 |
| <b>Tabla 44.</b> | Factor de mantenimiento y factor de utilización . . . . .            | 93 |
| <b>Tabla 45.</b> | Resultados del cálculo del flujo luminoso necesario . . . . .        | 94 |
| <b>Tabla 46.</b> | Caída de tensión admisible en red proyectada por subtramos . . . . . | 96 |
| <b>Tabla 47.</b> | Demanda máxima de diseño de los transformadores . . . . .            | 97 |

## Índice de figuras

|                   |   |    |
|-------------------|---|----|
| <b>Figura 1.</b>  | Distribución simétrica y asimétrica . . . . .                                     | 15 |
| <b>Figura 2.</b>  | Disposición de luminarias . . . . .   | 22 |
| <b>Figura 3.</b>  | Disposición de luminarias en áreas especiales . . . . .                           | 23 |
| <b>Figura 4.</b>  | Disposición de luminarias en trayectos curvos . . . . .                           | 24 |
| <b>Figura 5.</b>  | Disposición de luminarias en calzada con pendiente . . . . .                      | 24 |
| <b>Figura 6.</b>  | Curva de utilización de una luminaria . . . . .                                   | 31 |
| <b>Figura 7.</b>  | Característica de la calle a iluminar . . . . .                                   | 32 |
| <b>Figura 8.</b>  | Ubicación geográfica, vía Intervalles (El Tambo – La Capilla) . . . . .           | 40 |
| <b>Figura 9.</b>  | Flujograma desarrollado para el trabajo de titulación . . . . .                   | 42 |
| <b>Figura 10.</b> | Localización de los transformadores de distribución en la red existente . . . . . | 43 |
| <b>Figura 11.</b> | Localización del primer sector de alumbrado público existente . . . . .           | 44 |
| <b>Figura 12.</b> | Localización del segundo sector de alumbrado público existente . . . . .          | 44 |
| <b>Figura 13.</b> | Localización del tercer sector con alumbrado público existente . . . . .          | 45 |
| <b>Figura 14.</b> | Red eléctrica existente de la zona de estudio . . . . .                           | 46 |
| <b>Figura 15.</b> | Levantamiento topográfico de la zona de estudio . . . . .                         | 48 |
| <b>Figura 16.</b> | Disposición de los puntos de distribución (Transformadores) . . . . .             | 49 |
| <b>Figura 17.</b> | Localización del primer transformador . . . . .                                   | 52 |
| <b>Figura 18.</b> | Localización del segundo transformador . . . . .                                  | 53 |
| <b>Figura 19.</b> | Localización del tercer transformador . . . . .                                   | 54 |
| <b>Figura 20.</b> | Localización del cuarto transformador . . . . .                                   | 55 |
| <b>Figura 21.</b> | Localización del quinto transformador . . . . .                                   | 56 |
| <b>Figura 22.</b> | Localización del sexto transformador . . . . .                                    | 57 |
| <b>Figura 23.</b> | Localización del séptimo transformador . . . . .                                  | 58 |
| <b>Figura 24.</b> | Localización del octavo transformador . . . . .                                   | 59 |
| <b>Figura 25.</b> | Receptor Stonex S900 GNSS . . . . .   | 61 |
| <b>Figura 26.</b> | Cálculo de caída de tensión existente (TR-12750) . . . . .                        | 62 |
| <b>Figura 27.</b> | Cálculo de caída de tensión existente (TR-25616) . . . . .                        | 62 |
| <b>Figura 28.</b> | Cálculo de caída de tensión existente (TR-25103) . . . . .                        | 63 |
| <b>Figura 29.</b> | Cálculo de caída de tensión existente (TR-25102) . . . . .                        | 63 |
| <b>Figura 30.</b> | Cálculo de caída de tensión existente (TR-20921) . . . . .                        | 64 |
| <b>Figura 31.</b> | Curva de utilización . . . . .  | 65 |

|  |    |
|--|----|
| <b>Figura 32.</b> Características de la calle a iluminar . . . . .                     | 66 |
| <b>Figura 33.</b> Red de alumbrado público subtramo 1 . . . . .                        | 68 |
| <b>Figura 34.</b> Red de alumbrado público subtramo 2 . . . . .                        | 69 |
| <b>Figura 35.</b> Red de alumbrado público subtramo 3 . . . . .                        | 70 |
| <b>Figura 36.</b> Red de alumbrado público subtramo 4 . . . . .                        | 71 |
| <b>Figura 37.</b> Red de alumbrado público subtramo 5 . . . . .                        | 72 |
| <b>Figura 38.</b> Red de alumbrado público subtramo 6 . . . . .                        | 73 |
| <b>Figura 39.</b> Red de alumbrado público subtramo 7 . . . . .                        | 74 |
| <b>Figura 40.</b> Red de alumbrado público subtramo 8 . . . . .                        | 75 |
| <b>Figura 41.</b> Red de alumbrado público subtramo 9 . . . . .                        | 76 |
| <b>Figura 42.</b> Red de alumbrado público subtramo 10 . . . . .                       | 77 |
| <b>Figura 43.</b> Cálculo de caída de tensión admisible del primer subtramo . . . . .  | 78 |
| <b>Figura 44.</b> Cálculo de caída de tensión admisible del segundo subtramo . . . . . | 79 |
| <b>Figura 45.</b> Cálculo de caída de tensión admisible del tercer subtramo . . . . .  | 79 |
| <b>Figura 46.</b> Cálculo de caída de tensión admisible del cuarto subtramo . . . . .  | 80 |
| <b>Figura 47.</b> Cálculo de caída de tensión admisible del quinto subtramo . . . . .  | 80 |
| <b>Figura 48.</b> Cálculo de caída de tensión admisible del sexto subtramo . . . . .   | 81 |
| <b>Figura 49.</b> Cálculo de caída de tensión admisible del séptimo subtramo . . . . . | 82 |
| <b>Figura 50.</b> Cálculo de caída de tensión admisible del octavo subtramo . . . . .  | 82 |
| <b>Figura 51.</b> Cálculo de caída de tensión admisible del noveno subtramo . . . . .  | 83 |
| <b>Figura 52.</b> Cálculo de caída de tensión admisible del décimo subtramo . . . . .  | 83 |
| <b>Figura 53.</b> Parámetros de configuración en software . . . . .                    | 89 |
| <b>Figura 54.</b> Primer caso especial . . . . .                                       | 90 |
| <b>Figura 55.</b> Segundo caso especial . . . . .                                      | 90 |
| <b>Figura 56.</b> Tercer caso especial . . . . .                                       | 90 |
| <b>Figura 57.</b> Cuarto caso especial . . . . .                                       | 91 |
| <b>Figura 58.</b> Resultados fotométricos . . . . .                                    | 97 |
| <b>Figura 59.</b> Resultados fotométricos de los sectores críticos . . . . .           | 98 |

## Índice de Anexos

|   |     |
|---|-----|
| <b>Anexo 1.</b> Transformadores en redes aéreas de distribución . . . . .   | 109 |
| <b>Anexo 2.</b> Seccionamiento y protección de redes aéreas de distribución . . . . .   | 110 |
| <b>Anexo 3.</b> Conductores de redes aéreas de distribución . . . . .   | 111 |
| <b>Anexo 4.</b> Estructuras en redes aéreas de distribución . . . . .   | 112 |
| <b>Anexo 5.</b> Postes en redes aéreas de distribución . . . . .  | 113 |
| <b>Anexo 6.</b> Alumbrado público vial en redes aéreas de distribución . . . . .  | 114 |
| <b>Anexo 7.</b> Tensores y anclajes en redes aéreas de distribución . . . . .   | 115 |
| <b>Anexo 8.</b> Puesta a tierra en redes aéreas de distribución . . . . .   | 116 |
| <b>Anexo 9.</b> Factor de caída de tensión (FDV) – Redes de distribución aéreas, baja tensión<br>(conductor desnudo [kVA - m]) . . . . .        | 117 |
| <b>Anexo 10.</b> Factor de caída de tensión (FDV) – Redes de distribución aéreas, baja tensión<br>(conductor preensamblado [kVA - m]) . . . . . | 118 |
| <b>Anexo 11.</b> Factor de caída de tensión (FDV) – Redes de distribución aéreas, baja tensión<br>(conductor aislado [kVA - m]) . . . . .       | 119 |
| <b>Anexo 12.</b> Ficha técnica de la luminaria LED SYL-STREET 70-100W NW 7P CII P29510120   |     |
| <b>Anexo 13.</b> Autorización para instalación de la luminaria de alumbrado público modelo<br>SYL-STREET LED de 100-150 W . . . . .             | 122 |
| <b>Anexo 14.</b> Cálculos de la caída de tensión admisible (Red Existente) . . . . .  | 123 |
| <b>Anexo 15.</b> Cálculo analítico de alumbrado público mediante el método del flujo luminoso necesario . . . . .                               | 126 |
| <b>Anexo 16.</b> Materiales de la red proyectada . . . . .  | 127 |
| <b>Anexo 17.</b> Cálculos de la caída de tensión admisible (Red Proyectada) . . . . .   | 129 |
| <b>Anexo 18.</b> Cálculos en Excel sobre la demanda máxima de diseño de los transformadores   | 134 |
| <b>Anexo 19.</b> Resultados de la simulación mediante software Ulysse “3.5.9” . . . . .   | 136 |
| <b>Anexo 20.</b> Planos red existente . . . . .   | 145 |
| <b>Anexo 21.</b> Planos red proyectada . . . . .  | 146 |
| <b>Anexo 22.</b> Certificado de traducción . . . . .  | 147 |

## Simbología

**EERSSA:** Empresa Eléctrica Regional del Sur S.A.

**MERNNR:** Ministerio de Energía y Recursos Naturales No Renovables.

**RETILAP:** Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público.

**INEN:** Servicio Ecuatoriano de Normalización.

**ARCERNNR:** Agencia de Regulación y Control de Energía y Recursos Naturales No Renovables.

**LED:** Light Emitting Diode (Diodo emisor de luz).

**CIE:** Comisión Internacional de Iluminación.

**SIG:** Sistema de Información Geográfica.

**SAPG:** Servicio de Alumbrado Público General.

**CITE:** Centro de Investigaciones Tecnológicas y Energéticas.

**UP:** Unidades de Propiedad.

**UC:** Unidades de Construcción.

**CUP:** Comisión de Homologación de Unidades de Propiedad.

**BIL:** Nivel de Aislamiento.

**DPEA:** Densidad de Potencia Eléctrica para Alumbrado.

**TI:** Deslumbramiento.

$f_u$ : Factor de utilización del alumbrado público general.

$\Phi$ : Flujo luminoso.

**E:** Iluminancia.

**I:** Intensidad luminosa.

**L:** Luminancia.

**TR:** Transformador.

**Lav:** Luminancia promedio de la calzada.

**SR:** Relación de alrededores.

$U_o$ : Uniformidad general de luminancia de la calzada.

**UL:** Uniformidad longitudinal sobre la calzada.

$L_{velo}$ : Luminancia de velo.

$L_{prom}$ : Luminancia promedio.

$F_m$ : Factor de Mantenimiento.

$L_o$ : Luminancia del objeto.

**lx:** Lux.

**Q<sub>o</sub>:** Coeficiente promedio de luminancia.

**M<sub>1</sub>...M<sub>5</sub>:** Clases de Iluminación para vías vehiculares.

**v:** Velocidad de circulación.

**T:** Tránsito de vehículos.

**K:** Índice del local.

**lm:** Lúmen.

**CU:** Coeficiente o factor de utilización de las luminarias.

**S<sub>1</sub>:** Factor especular 1.

**S<sub>2</sub>:** Factor especular 2.

**R<sub>1</sub>...R<sub>4</sub>:** Clases de superficie.

**FDV:** Factor de caída de tensión.

**IEC:** Comisión Electrotécnica Internacional.

**MTOP:** Ministerio de Transporte y Obras Públicas.

## **1. Título**

Diagnóstico y diseño del sistema de alumbrado público de la vía Intervalles, del tramo El Tambo – La Capilla del cantón Catamayo.

## 2. Resumen

El presente trabajo de integración curricular tiene como finalidad desarrollar el diagnóstico y diseño del sistema de iluminación mediante la implementación de tecnología LED en la vía pública desde el sector El Tambo - La Capilla, ubicado en el cantón Catamayo, provincia de Loja, con una extensión que abarca los 4,4 km. El estudio comprende el diagnóstico del estado actual de la red de iluminación existente para determinar posibles deficiencias, lo que sirve como punto de partida para diseñar la red de alumbrado público. Se emplea el software Ulysse "3.5.9" para la simulación del diseño y verificar el cumplimiento de las normativas de iluminación aplicables, garantizando así su conformidad con las regulaciones pertinentes. La metodología llevada a cabo permitió realizar un análisis exhaustivo del estado actual del alumbrado público, con el fin de determinar las áreas de iluminación existentes, así como los puntos de distribución presentes, dicha información sirve como base para el diseño de la red de alumbrado público mediante iluminación LED, que cumpla con los estándares fotométricos CIE 115 - 1995 y CIE 140 - 2000 establecidos por las normativas de iluminación y diseño, incluyendo las regulaciones del RETILAP, EERSSA, MERNNR y ARCERNNR. El sistema actual de la red existente consiste en 8 puntos de distribución identificados estratégicamente para la posible expansión de la red propuesta, de estos, solo dos puntos están actualmente equipados con luminarias de vapor de sodio, las cuales no cumplen con las normativas vigentes en iluminación y diseño. Se ha recopilado la información necesaria para desarrollar el diseño de la red proyectada de alumbrado público, asegurando el cumplimiento de las regulaciones establecidas en este estudio. Se ha optado por una red de alumbrado público equipada con luminarias LED, las cuales cumplen con los requisitos técnicos de iluminación, este diseño mejora las condiciones de iluminación en los sectores críticos. La validez de este diseño ha sido verificada mediante simulaciones, demostrando que los parámetros fotométricos cumplen con los estándares requeridos para la clase de iluminación correspondiente. Finalmente, el diseño de la red proyectada de alumbrado público con tecnología LED resultaría en una mejora significativa tanto en la calidad como en la eficiencia energética, contribuyendo al desarrollo comunitario, al fortalecer la seguridad de los residentes y turistas que transitan por la zona.

**Palabras clave:** LED, red de alumbrado público, normativas de iluminación, Ulysse, eficiencia energética.

## Abstract

The purpose of this curricular integration work is to develop the diagnosis and design of the lighting system through the implementation of LED technology in the public road from El Tambo-La Capilla sector, located in the Catamayo canton, province of Loja, with an extension that covers 4.4 km. The study includes a diagnosis of the current state of the existing lighting network to determine possible deficiencies, which serves as a starting point for the design of the public lighting network. Ulysse “3.5.9” software is used to simulate the design and verify compliance with the applicable lighting standards, thus ensuring compliance with the relevant regulations. The methodology carried out allowed for an exhaustive analysis of the current state of public lighting, in order to determine the existing lighting areas, as well as the distribution points present. This information serves as the basis for the design of the public lighting network using LED lighting, which complies with the photometric standards CIE 115 - 1995 and CIE 140 - 2000 established by the lighting and design regulations, including the RETILAP, EERS-SA, MERNNR and ARCERNNR regulations. The current system of the existing network consists of 8 distribution points strategically identified for the possible expansion of the proposed network. Of these, only two points are currently equipped with sodium vapor luminaires, which do not comply with current lighting and design standards. The necessary information has been gathered to develop the design of the projected street lighting network, ensuring compliance with the regulations established in this study. A public lighting network equipped with LED luminaires, which meet the technical lighting requirements, has been chosen to improve lighting conditions in critical sectors. The validity of this design has been verified by simulations, demonstrating that the photometric parameters meet the required standards for the corresponding lighting class. Finally, the design of the projected street lighting network with LED technology would result in a significant improvement in both quality and energy efficiency, contributing to community development by enhancing the safety of residents and tourists traveling through the area.

**Keywords:** LED, public lighting network, lighting regulations, Ulysse, energy efficiency.

### 3. Introducción

La Red de Alumbrado Público propuesta fusiona tecnologías de vanguardia, como la iluminación LED y el control de iluminación, para crear un sistema integral que transforma la forma en que percibimos y gestionamos la iluminación. La destacada eficiencia energética y la durabilidad prolongada de la iluminación LED no solo se traducen en una reducción de costos operativos a largo plazo, sino que también desempeñan un papel crucial en la disminución de la huella de carbono, evidenciando un compromiso tangible con la responsabilidad ambiental.

El diagnóstico y diseño del sistema de alumbrado público en la vía Intervalles, del tramo El Tambo - La Capilla, es esencial para mejorar la seguridad vial, prevenir delitos, promover el desarrollo comunitario y elevar la calidad de vida de los residentes. Además, contribuye a la eficiencia energética, planificación urbana sostenible y a la identidad visual de la comunidad.

Contribuyendo a la solución de problemas locales de la comunidad, debido a que se disminuye la inseguridad para los residentes y turistas, por tanto, un área bien iluminada contribuye significativamente a la seguridad pública y permitiendo una mejor movilidad y accesibilidad, logrando así un mejor desarrollo comunitario.

El diseño de este proyecto establece una estrecha relación con investigaciones previas relacionadas con la iluminación LED. Un ejemplo de ello, es el estudio llevado a cabo por López Cárdenas y Ortega Ulloa (2022), que introduce novedosas estrategias en el ámbito de la iluminación LED. Asimismo, se hace referencia al trabajo de Calle Sumba y Ulloa Vargas (2022), el cual implementa un método para la evaluación de los niveles de iluminación pública en áreas urbanas aplicando información geográfica. Estos aportes consolidan una sólida base de conocimientos, contribuyendo significativamente al progreso en el campo del alumbrado público. Esta conexión con investigaciones anteriores proporciona un marco contextual robusto para el desarrollo de la presente investigación, garantizando la continuidad del conocimiento y promoviendo de manera relevante los avances en estos sistemas.

El propósito fundamental que ha orientado la presente investigación consiste en: “Desarrollar el diagnóstico y diseño del sistema de alumbrado público de la vía Intervalles, del tramo El Tambo - La Capilla del cantón Catamayo”.

A continuación, se detallan los objetivos específicos:

- Evaluar el estado actual de la red existente de alumbrado público.
- Diseñar el sistema de alumbrado público eficiente que cumpla con los estándares de iluminación vigentes en la vía Intervalles, del tramo El Tambo – La Capilla.

- Simular el diseño de alumbrado público mediante el software ULYSSE “3.5.9” que cumpla con los parámetros fotométricos.

El propósito de este estudio es garantizar un nivel eficiente de iluminación que cumpla con las normativas actuales de iluminación y diseño, conforme a los criterios establecidos en las normas **CIE 115 – 1995** y **CIE 140 – 2000**, teniendo en cuenta también las regulaciones locales de la EERSSA, ARCERNNR, RETILAP y MERNNR. Al proporcionar este conocimiento esencial a través de nuestra investigación, buscamos contribuir de manera significativa al mejor desarrollo de esta comunidad.

## 4. Marco teórico

### 4.1 Capítulo 1

El propósito de este capítulo es proporcionar información general sobre los Fundamentos teóricos del sistema de alumbrado público y red de distribución de media y baja tensión.

#### 4.1.1 *Condiciones técnicas y comerciales del servicio de alumbrado público general con calidad y eficiencia.*

- **Ángulo sólido:** Se puede considerar como el espacio dentro de un cono, (este sería el caso de un rayo de luz). Si visualizamos una esfera con un radio de un metro y dibujamos un cono desde su centro de modo que abarque un segmento esférico con una superficie de un metro cuadrado, el ángulo tridimensional formado por ese cono equivale a un estereorradián. Esto implica una relación específica entre el tamaño del segmento esférico y la medida angular del cono (Sanz, 2011).
- **Alumbrado público general:** Abarca la iluminación de áreas públicas utilizadas para el tránsito de personas y vehículos, así como la iluminación de instalaciones deportivas de acceso al público en general, ya sea que estén cubiertas o no, tanto en áreas urbanas como rurales. No incluye la iluminación de áreas comunes en propiedades inmobiliarias con régimen de propiedad horizontal, ni la iluminación ornamental o con fines decorativos, (Agencia de Regulación y Control de Energía y Recursos No Renovables [ARCERNNR], 2023).
- **Alumbrado público intervenido:** La iluminación de las calles que se rige por directrices específicas de los gobiernos autónomos descentralizados puede variar de los estándares normativos establecidos y requiere una infraestructura de construcción distinta a la utilizada para la iluminación pública en general (ARCERNNR, 2023).
- **Alumbrado público ornamental:** Se refiere a la iluminación de áreas como parques, plazas, iglesias, monumentos, entre otros lugares. Cuyos niveles de iluminación son diferentes a los establecidos por las normativas para el alumbrado público convencional. Estos niveles lumínicos se ajustan a criterios estéticos definidos por la autoridad local descentralizada correspondiente o por la entidad estatal competente (ARCERNNR, 2023).
- **Activos del alumbrado público general:** Dispositivos que incluyen luminarias, redes, transformadores y postes para el servicio de alumbrado público general. Además, abarca los componentes de control requeridos para el funcionamiento del Sistema de Alumbrado Público General (SAPG), siempre y cuando no estén integrados en el sistema de distribu-

ción de energía eléctrica (ARCERNNR, 2023).

- **Deslumbramiento ( $TI$ ):** Fenómeno que implica directamente la visión, la cual causa incomodidad o disminución en la capacidad para distinguir objetos, causada por una inadecuada distribución o escalonamiento de luminancias, o como resultado de contrastes de luz (Flores Flores, 2021).
- **Estándares de la infraestructura del alumbrado público general:** Detalles técnicos de materiales y equipos del (SAPG), que han sido aprobadas por el ente regulador del sector eléctrico, además de los niveles de iluminación establecidos en esta regulación vigente (ARCERNNR, 2023).
- **Factor de utilización del alumbrado público general ( $f_u$ ):** La relación entre la cantidad promedio de tiempo que las luminarias del alumbrado público están encendidas y el total de horas en el período analizado (24 horas al día) (ARCERNNR, 2023).
- **Flujo luminoso ( $\Phi$ ):** Es la energía emitida por una fuente de luz en forma de radiación luminosa a la que el ojo humano es sensible, su símbolo es ( $\Phi$ ) y su unidad de medida es el lumen ( $lm$ ) (López Cárdenas & Ortega Ulloa, 2022).
- **Gestión del mantenimiento:** Se refiere a la planificación que determinan los objetivos del mantenimiento, las estrategias, recursos técnicos, humanos y financieros requeridos, para llevar a cabo el control y supervisión del mantenimiento (ARCERNNR, 2023).
- **Iluminancia ( $E$ ):** Densidad de flujo luminoso incidente sobre una superficie y orientado en una dirección específica. Su símbolo es  $E$  y se expresa en lux ( $lx$ ) o en lumen por metro cuadrado ( $\frac{lm}{m^2}$ ) (García Anaya, 2016).
- **Intensidad luminosa ( $I$ ):** Flujo luminoso emitido por unidad de ángulo sólido en una trayectoria específica. Su símbolo es ( $I$ ) y su unidad la candela ( $cd$ )” (ARCERNNR, 2023).
- **Luminancia ( $L$ ):** Es la cantidad de luz reflejada de un área en particular. Su símbolo es ( $L$ ) y su unidad de medida es la candela por metro cuadrado ( $\frac{cd}{m^2}$ ) (García Anaya, 2016).
- **Luminancia promedio de la calzada ( $L_{av}$ ):** Es la luminancia media que debe mantenerse a lo largo de la vida útil de la instalación, y determinada por la distribución de la luz de la luminaria, flujo luminoso de las lámparas y de las características de reflexión de la calzada (ARCERNNR, 2023).
- **Servicio de alumbrado público general:** Prestación del servicio por parte de las empresas distribuidoras para la iluminación de vías públicas destinadas al tránsito de personas

y vehículos. Sin incluir la iluminación de las zonas comunes de unidades inmobiliarias declaradas como propiedad horizontal y la iluminación pública ornamental e intervenida (ARCERNNR, 2023).

- **Sistemas de seguridad ciudadana:** Redes de vigilancia pública, compuestas por cámaras que tiene el objetivo de garantizar la seguridad a la ciudadanía, instalados y manejados por instituciones públicas encargadas de la seguridad ciudadana (ARCERNNR, 2023).
- **Sistema de semaforización:** Es la red conformada por los semáforos, es decir, toda su infraestructura como, equipos de control y operación, sus postes metálicos, etc. Instalados por el GAD, Policía Nacional o la Autoridad de Tránsito correspondiente para control del flujo vehicular (ARCERNNR, 2023).
- **Relación de alrededores ( $SR$ ):** Es la relación de la iluminancia promedio de la zona situada en el exterior de la calzada y la iluminancia promedio de la zona adyacente situada sobre la calzada, en ambas partes de la vía (ARCERNNR, 2023).
- **Uniformidad general de luminancia de la calzada ( $U_o$ ):** Se refiere a la relación entre la luminancia mínima y la luminancia promedio de la vía. Su valor está condicionado por los mismos factores que afectan en la luminancia promedio (ARCERNNR, 2023).
- **Uniformidad longitudinal sobre la calzada ( $U_L$ ):** Es la correlación de la luminancia mínima y máxima, a lo largo del eje central de circulación en la dirección longitudinal. La cantidad de puntos y la distancia entre ellos deberán ser idénticas a las utilizadas en el cálculo de la luminancia promedio de la calzada. Los cálculos se realizan de acuerdo con la norma CIE 140-2000 (ARCERNNR, 2023).
- **Zonas de conflicto:** Son áreas donde existen probabilidades altas de accidentes entre vehículos, objetos estáticos, peatones, ciclistas u otros usuarios que se desplazan por dichas zonas (ARCERNNR, 2023).

#### **4.1.2 Red de distribución de alta tensión**

La Empresa Eléctrica Regional del Sur en su área de concesión mantiene un nivel de tensión de 69 kV, asignado principalmente al sistema de subtransmisión (Empresa Eléctrica Regional del Sur [EERSSA], 2012).

#### **4.1.3 Red de distribución de media tensión**

La red de distribución en toda la provincia de Loja opera a niveles de voltaje desde los 7.97 kV a 13.8 kV y en la zona oriental de la provincia de Zamora Chinchipe y el cantón Gualaquiza, la tensión en el sistema de distribución es de 22/12.7 kV (EERSSA, 2012).

#### 4.1.4 Red de distribución de baja tensión

La red de distribución en baja tensión, para sistemas trifásicos y monofásicos, según la EERSSA maneja los siguientes niveles de voltaje:

- Redes de distribución monofásicas con voltaje de 240/120 V.
- Redes de distribución trifásicos con voltaje nominal de 220/127 V.
- Se pueden emplear y suministrar otras tensiones necesarias para sistemas eléctricos industriales o comerciales desde el secundario del transformador que se instale, conforme a los requisitos específicos (EERSSA, 2012).

#### 4.1.5 Nivel de aislamiento

Los equipos instalados en el sistema de distribución del área de concesión de la EERSSA, tales como transformadores, seccionadores, pararrayos, capacitores, entre otros, deben cumplir con los requisitos especificados para los niveles de aislamiento. La **Tabla 1** presenta la información detallada sobre los niveles de aislamiento correspondientes a los diferentes niveles de tensión.

**Tabla 1.** Nivel de aislamiento

| Nivel de Tensión | Nivel de Aislamiento |
|------------------|----------------------|
| 13,8 kV          | 95 kV                |
| 22 kV            | 125 kV               |
| 69 kV            | 350 kV               |

**Fuente:** (MERNNR, 2011.)

#### 4.1.6 Normativa para redes aéreas de distribución eléctrica

El sistema eléctrico ecuatoriano (INEN), no cuenta con una normativa para redes aéreas de distribución eléctrica, por lo cual el Ministerio de Energía y Recursos Naturales no Renovables [MERNNR] (2011), ha presentado un documento que establece los parámetros para el diseño y construcción del sistema de redes eléctrico aéreo.

Su propósito principal es establecer un sistema de gestión unificado. Para lograr esto, se creó la “Comisión de Homologación de Unidades de Propiedad (CUP)”, el 7 de septiembre de 2009, según lo estipulado en el convenio mencionado. Esta comisión está compuesta por representantes de varias entidades, esto incluye a la Empresa Eléctrica Quito, la Empresa Eléctrica Regional Centro Sur y la Corporación para la Administración Temporal Eléctrica de Guayaquil (actualmente conocida como Unidad Eléctrica de Guayaquil), la Corporación Nacional de Electricidad, y en colaboración con un delegado de la ex MEER (MERNNR, 2011).

La MERNNR toma en consideración los siguientes objetivos:

- Establecer un sistema estandarizado para identificar las Unidades de Propiedad (UP) que forman parte de la red de distribución.
- Normalizar y unificar los materiales y herramientas utilizados en las Unidades Constructivas (UC). Estas unidades son conjuntos predefinidos de materiales dispuestos de manera específica que se utilizan en el montaje, lo cual simplifica el proceso de diseño, construcción, operación y mantenimiento de instalaciones eléctricas de distribución de forma organizada y consistente (MERNNR, 2011).
- Elaborar un resumen detallado de las características técnicas de los materiales y dispositivos eléctricos que se utilizan con mayor frecuencia en el sistema de distribución.
- Estandarizar la simbología para representar los elementos del sistema de distribución.

La homologación UP y UC del sistema de distribución eléctrica consta de 5 secciones divididas en:

1. Marco teórico para homologar las unidades de propiedad (UP) y construcción (UC) en el sistema de distribución eléctrica.
2. Manual de las unidades de construcción (UC).
3. Especificaciones técnicas de materiales y equipos utilizados en el sistema de distribución.
4. Simbología de los elementos que componen el sistema de distribución.
5. Código de las unidades de propiedad para las redes de distribución.

#### ***4.1.7 Equipos y criterios de selección según la homologación de las unidades de propiedad (UP) y unidades de construcción (UC) del sistema de distribución eléctrica***

Se detallan los materiales y equipos fundamentales que componen las redes de media y baja tensión, enfocándose principalmente en su función, método de instalación y límites aceptables de carga, incluyendo voltaje, amperaje, nivel de aislamiento, entre otros aspectos.

La especificación técnica y total de la homologación UP y UC del sistema de distribución eléctrica se detallan en las secciones 1,2 y 3 (MERNNR, 2011).

Los materiales y equipos, según las unidades de propiedad y construcción, se especifican de forma resumida con sus principales características y funciones que estas pueden cumplir en los sistemas de redes eléctricas, dependiendo su campo de aplicación, tales como:

- Transformadores.
- Equipos de seccionamiento y protección.
- Conductores.
- Estructuras.

- Postes.
- Alumbrado público vial.
- Tensores y anclajes.
- Puesta a tierra.

#### 4.1.7.1 Transformadores.

El tipo de transformadores en redes de distribución y sus características funcionales tales como montaje, valores admisibles de carga, voltaje, nivel de aislamiento, se detallan en las unidades de propiedad. En la **Tabla 2** se muestran la capacidad de los transformadores.

**Tabla 2.** Capacidad nominal de transformadores

| Capacidad de Transformadores |       |      |
|------------------------------|-------|------|
| 3                            | 50    | 250  |
| 5                            | 75    | 300  |
| 10                           | 100   | 350  |
| 15                           | 112.5 | 400  |
| 25                           | 125   | 500  |
| 30                           | 150   | 600  |
| 37.5                         | 167   | 700  |
| 45                           | 200   | 1000 |

**Fuente:** (MERNNR, 2011.)

- En sistemas eléctricos monofásicos, suele ser necesario emplear transformadores auto-protegidos. Sin embargo, en situaciones específicas, también es posible utilizar transformadores convencionales.
- Los transformadores para instalarse deben ajustarse a lo detallado en el Sumario de Especificaciones Técnicas.

En el **Anexo 1** se describe la composición del código nemotécnico utilizado para identificar las unidades de propiedad y construcción en redes de distribución, junto con sus respectivas denominaciones.

#### 4.1.7.2 Equipos de seccionamiento y protección.

Equipos de seccionamiento en redes de distribución, sus características funcionales según el campo de aplicación, montaje y valores admisibles de carga (voltaje, amperaje, nivel de aislamiento, etc.)

- En la **Tabla 3** se describe la capacidad de corriente y nivel de aislamiento del seccionador fusible unipolar tipo abierto, con o sin dispositivo rompearco.
- El seccionador de cuchilla o barra unipolar, con o sin dispositivo rompearco, se define mediante la capacidad del seccionador: 100, 200, 300, 600 [A].
- Los descargadores o pararrayos.

**Tabla 3.** Capacidad de corriente y nivel de aislamiento

| Capacidad de corriente | Nivel de aislamiento |
|------------------------|----------------------|
| 100 = 100A             | 75 = 75 kV           |
| 200 = 200A             | 95 = 95 kV           |
|                        | 125 = 125 kV         |
|                        | 150 = 150 kV         |

**Fuente:** (MERNNR, 2011.)

Voltaje máximo de servicio continuo: 6,10 y 18 [kV].

Nivel básico de aislamiento BIL: 75, 95, 125 y 150 [kV].

- Los reconectadores e interruptores se caracterizan por su método de extinguir el arco, su modo de control, así como su capacidad nominal, que varía entre: 100, 200, 300, 400 y 600 [A], y BIL: 75, 95, 125 y 150 [kV].
- Las grapas de derivación para líneas eléctricas en funcionamiento se caracterizan según su capacidad de conexión de entrada y salida.
- La definición del seccionamiento con conectores para una red aislada se establece mediante:  
Rango de conexión de entrada y salida.  
Tipo de equipo a seccionar.
- En la **Tabla 4** se muestra el tipo de seccionamiento y protección con fusibles:

**Tabla 4.** Tipo de fusibles H y K

| Fusibles H y K usados en medio voltaje |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|--|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 2H                                     | 3H  | 5H  | 6H  | 8H  | 10H | 12H | 15H | 20H | 25H |
| 30k                                    | 40k |

**Fuente:** (MERNNR, 2011.)

En el **Anexo 2** se describe la configuración del código nemotécnico utilizado para identificar las unidades de propiedad y construcción en términos de seccionamiento y protección, junto con su respectiva nomenclatura.

#### **4.1.7.3 Conductores.**

Conductores en redes de distribución y sus características según su campo de aplicación.

Según el MERNNR (2011), las dimensiones de los conductores, tanto desnudos como aislados, se encuentran estandarizadas en términos de calibres convencionales (AWG o MCM), y en milímetros cuadrados para los conductores preensamblados, tal como se muestran en la **Tabla 5**.

**Tabla 5.** Calibres normalizados (AWG o MCM)

| AWG |     | Carga (MCM) | Carga ( $mm^2$ ) |
|-----|-----|-------------|------------------|
| 8   | 1/0 | 250         | 35               |
| 6   | 2/0 | 266,8       | 50               |
| 4   | 3/0 | 300         | 70               |
| 2   | 4/0 | 366,4       | 95               |

**Fuente:** (MERNNR, 2011.)

En el **Anexo 3** se detalla la configuración del código mnemotécnico que identifica las unidades de propiedad y de construcción en los conductores de las redes de distribución, incluyendo la nomenclatura asociada.

#### **4.1.7.4 Estructuras.**

En el **Anexo 4** se detalla la estructura del identificador nemotécnico de las unidades de propiedad y de construcción en redes aéreas de distribución con su nomenclatura correspondiente.

#### **4.1.7.5 Postes.**

Postes en redes de distribución y sus características principales según el campo de aplicación. En la **Tabla 6** se especifica la carga de rotura de postes según su altura.

**Tabla 6.** Altura y carga de postes en redes de distribución

| Altura (m) | Carga (kg)  |
|------------|-------------|
| 9          | 350         |
| <b>10</b>  | <b>400</b>  |
| 11         | 475         |
| 12         | 500         |
| 13         | 600         |
| 14         | 675         |
| <b>15</b>  | <b>2000</b> |

**Fuente:** (MERNNR, 2011.)

En el **Anexo 5** se indica la estructura del identificador nemotécnico de las unidades de propiedad y de construcción en postes de redes de distribución con su nomenclatura correspondiente.

#### **4.1.7.6 Alumbrado público vial.**

La potencia de luminarias en alumbrado público se determina según las normas homologadas en el reglamento técnico de las unidades de propiedad, tomando en consideración que el tipo de luminarias utilizadas para proyectos presentes y futuros son de tipo LED por su alta eficiencia.

En el **Anexo 6** se detalla la estructura del identificador nemotécnico de las unidades de propiedad y de construcción en alumbrado público vial con su nomenclatura correspondiente.

#### **4.1.7.7 Tensores y anclajes.**

Eliminar el uso de tensores de empuje, cambiándoles por otro tipo de tensores, de acuerdo con las exigencias de la red eléctrica (MERNNR, 2011).

En el **Anexo 7** se indica la estructura del identificador nemotécnico de las unidades de propiedad y de construcción en tensores y anclajes en redes de distribución con su nomenclatura correspondiente.

#### **4.1.7.8 Puesta a tierra.**

En el **Anexo 8** se describe la composición del identificador nemotécnico utilizado para las unidades de propiedad y construcción, incluyendo sus principales características de conexión a tierra en sistemas de distribución eléctrica, junto con su correspondiente nomenclatura.

## **4.2 Capítulo 2**

En este capítulo se aborda los temas referentes a los requisitos generales de diseño de alumbrado público.

Las redes de alumbrado público deben cumplir los fundamentos principales de iluminación según la (ARCERNNR, 2023).

### **4.2.1 *Requerimientos de visibilidad***

Los sistemas de alumbrado público deben cumplir con los requerimientos estandarizados de iluminación, para el desarrollo de las actividades vehiculares como peatonales. Teniendo en consideración la confiabilidad de la percepción y la comodidad visual, para cumplir estos requerimientos se debe tener en cuenta la fuente de iluminación como las luminarias a emplear, con la finalidad de cumplir los requerimientos fotométricos (Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público [RETILAP], 2023).

### **4.2.2 *Cantidad y calidad de luz***

El principal propósito del alumbrado público es facilitar a los usuarios de las vías y las aceras circular por ellas durante la noche con seguridad, comodidad y a velocidades consistentes. (RETILAP, 2023).

El RETILAP (2023), establece las siguientes características:

- La seguridad del peatón se garantiza cuando puede identificar el obstáculo a una distancia de al menos 10 metros.
- La seguridad de un conductor está estrechamente ligada a la velocidad a la que viaja. A una velocidad promedio de 60 km/h, el conductor debe ser capaz de detectar un obstáculo hasta a una distancia de 100 metros. Sin embargo, para velocidades más altas, esta

distancia varía entre 100 y 200 metros.

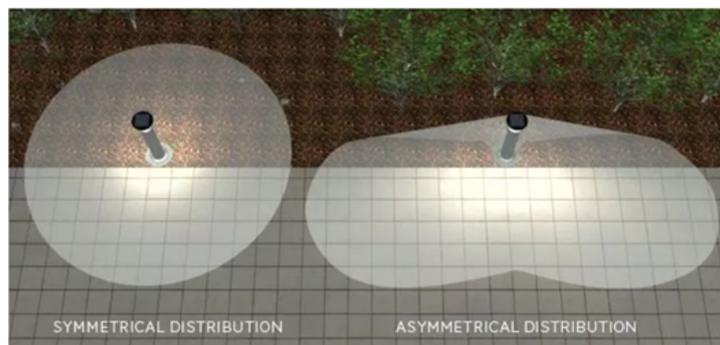
- Los cálculos de iluminación deben servir como una referencia para la visibilidad, abordando tanto la fiabilidad de la percepción como la comodidad visual de manera integrada.

#### 4.2.3 *Confiabilidad de la percepción*

Para mantener una confiabilidad de percepción se debe considerar los siguientes aspectos:

- La iluminación debe cumplir tres factores: asegurar un elevado nivel de luminancia en el fondo, lo que se traduce como la necesidad de proporcionar una Luminancia promedio  $L_{prom}$  elevada.
- El segundo aspecto implica mantener una luminancia baja para el obstáculo, el cual normalmente tiene un coeficiente de reflexión bajo, aunque esto está más allá del control del diseñador.
- Un tercer elemento es mantener un restringido deslumbramiento a partir de las fuentes de luz o luminancia de velo (se interpreta como proveer una  $L_{velo}$  baja).
- Las luminarias de distribución asimétrica son las de mayor aplicación en el alumbrado de calles y carreteras, pues, por lo general, al ser la longitud de estas mayores que la anchura, ofrecen un mejor aprovechamiento del flujo luminoso (Firefliier, 2019).

En la **Figura 1** se puede observar el tipo de distribución.



**Figura 1.** Distribución simétrica y asimétrica

**Fuente:**( Firefliier, 2019.)

#### 4.2.4 *Comodidad visual*

La comodidad visual está vincula principalmente a la visión que el conductor pueda llegar a tener frente a la calzada, por lo tanto, es una característica principal en la seguridad del tráfico vehicular.

El nivel de comodidad visual en la iluminación pública está estrechamente relacionado con la capacidad de adaptación visual del conductor. Para perfeccionar esto, es esencial incre-

mentar la luminancia promedio en la vía y supervisar la variación de los niveles de luminosidad. La Uniformidad Longitudinal de luminancia (UL) se emplea con el propósito de mantener la consistencia en la iluminación a lo largo de la vía. Un bajo nivel de (UL) conduce al denominado efecto cebra, que se caracteriza por la alternancia entre zonas muy iluminadas con zonas oscuras, lo que puede causar fatiga visual en el conductor. La denominación de este efecto toma su nombre de la apariencia de una carretera con mala uniformidad, que se asemeja a la piel de una cebra (RETILAP, 2023).

Un sistema de alumbrado debe tomar en cuenta la iluminación de aceras y fachadas sin generar deslumbramiento y manteniendo la estética de la instalación. Para el diseño de alumbrado público se debe tener en cuenta la velocidad de circulación, frecuencia, naturaleza de los obstáculos y el tipo de usuarios de la vía (RETILAP, 2023).

#### **4.2.5 Relación de alrededores**

Al regular la iluminancia en los alrededores facilita al conductor la capacidad de percibir fácilmente el entorno y le ayuda a realizar de manera segura las maniobras que necesite. Conservar una proporción adecuada de (SR) ayuda a regular las condiciones adecuadas de contraste para los objetos ubicados en los márgenes de la vía. Asimismo, esta iluminación es beneficiosa para los peatones que transitan por los andenes laterales de la vía. (RETILAP, 2023).

#### **4.2.6 Evaluación económica y financiera**

En todo proyecto de alumbrado público se debe considerar el análisis económico y financiero para la toma de decisiones, donde se incluya los costos de operación y mantenimiento durante la vida útil del proyecto.

Un proyecto de inversión se describe como un conjunto específico de inversiones, recursos y acciones diseñadas con el objetivo de superar o mitigar diversas restricciones al progreso, con la meta de obtener uno o más resultados o beneficios relacionados con el incremento de la eficiencia y la mejora de la calidad de vida para un grupo específico de beneficiarios durante un periodo determinado. La concepción de un proyecto surge de la identificación y clasificación de necesidades particulares, las cuales serán abordadas de manera específica durante la planificación y formulación del proyecto. (Mokate, 2004).

#### **4.2.7 Condiciones ambientales de la localidad**

Un proyecto de iluminación exterior o de alumbrado público debe ser diseñado teniendo en cuenta las condiciones ambientales de la localidad, así como las condiciones específicas del medio, incluyendo factores como la presencia de sustancias corrosivas y las condiciones

del entorno, estas condiciones permiten determinar las facilidades de mantenimiento y las características de hermeticidad y protección contra corrosión o ensuciamiento que necesiten las luminarias, especialmente en lo que respecta a su sistema óptico, aspectos que se deben reflejar en el diseño (EERSSA, 2012).

#### 4.2.8 *Requerimientos de las normas de mobiliario urbano*

La normativa relacionada con el mobiliario urbano es de gran importancia en los proyectos de iluminación, por lo tanto, se debe considerar el estilo arquitectónico predominante en la zona de estudio, como plazas públicas, fachadas, vías con destinación histórica o turística definidas. Es esencial mantener el estilo, el color y la distribución concordantes, de igual manera es importante tener en cuenta el uso típico de la vía peatonal, ciclo-ruta o para vehículos automotores. Para cada escenario existen distribuciones y equipos que mejoran el impacto visual de la instalación (RETILAP, 2023).

#### 4.2.9 *Clases de iluminación según las características viales.*

El diseño de redes de alumbrado público comprende la determinación de los niveles de iluminación, las cuales deben cumplir con factores de uniformidad, selección de las luminarias, fuentes luminosas, esquemas de control, localización y disposición de elementos para su montaje.

#### 4.2.10 *Vías vehiculares*

Conforme lo establece la EERSSA (2012) , se debe asignar los criterios admitidos para la selección del tipo de vía, conforme lo establece la normativa de alumbrado público. En la **Tabla 7** se muestra las clases de iluminación para vías vehiculares, basado en los criterios de la publicación **CIE 115 -1995**.

**Tabla 7.** Clases de iluminación para vías vehiculares

| <b>Tipo de vía</b> | <b>Velocidad de circulación (km/h)</b> |               | <b>Tránsito de vehículos (vehículos/h)</b> |                  |
|--------------------|--|---------------|--|------------------|
| M1                 | Muy importante                         | $V > 80$      | Muy importante                             | $T > 1000$       |
| M2                 | Importante                             | $60 < V < 80$ | Importante                                 | $500 < T < 1000$ |
| M3                 | Media                                  | $30 < V < 80$ | Media                                      | $250 < T < 500$  |
| M4                 | Reducida                               | $V < 30$      | Reducida                                   | $100 < T < 250$  |
| M5                 | Muy reducida                           | Al paso       | Muy reducida                               | $T < 100$        |

**Fuente:** (EERSSA, 2012.)

**La Tabla 8** resume las recomendaciones de la publicación CIE 115-1995, clasificando cinco tipos de iluminación según la función de la vía, densidad de tráfico, complejidad y existencia de medios de control del tránsito.

**Tabla 8.** Variación de las clases de iluminación por el tipo de vía

| Descripción de vías   | Clases de Alumbrado |
|---|---------------------|
| Vías de alta velocidad con carriles separados, libres de cruces en proporción y con un completo control de acceso; autopistas, vías rápidas. Densidad de tráfico y diagramas de complejidad de vía: Alto (M1) - Medio (M2) - Bajo (M3)                                  | M1 - M2 - M3        |
| Vías de alta velocidad, vías de autopistas dobles. Control de tráfico y separación de diferentes tipos de usuarios de vías: Malo (M1) - Bueno (M2)  | M1 - M2             |
| Vías importantes de tráfico urbano, vías radiales y zona distribuidora de vías. Control de tráfico y la separación de diferentes tipos de usuarios de vías: Malo (M2) - Bueno (M3)  | M2 - M3             |
| Conectando vías menos importantes, distribuidores locales de vías residenciales de mayor acceso. Vías que proporcionan acceso directo a propiedades y vías de conexión. Control de tráfico y separación de diferentes tipos de usuarios de vías: Malo (M4) - Bueno (M5) | M4 - M5             |

Fuente: (EERSSA, 2012.)

#### 4.2.11 Vías para tráfico peatonal y ciclistas

La iluminación de estas zonas debe asegurar que los peatones y ciclistas puedan percibir claramente la textura y diseño del pavimento, la forma de bordillos, escalones, marcas, señales en el entorno y descripción del tipo de vía. Además, debe contribuir a la seguridad ayudando a prevenir accidentes al transitar por estas vías. En la **Tabla 9** se describe las características generales de iluminación de este tipo de zonas (RETILAP, 2023).

**Tabla 9.** Clases de iluminación en áreas peatonales y de ciclistas

| Descripción de vía  | Clases de Alumbrado |
|---|---------------------|
| Vías de alto prestigio.   | P1                  |
| Pesado en la noche, usado por ciclistas o peatones.   | P2                  |
| Moderado en la noche, usado por ciclistas o peatones.   | P3                  |
| Menor en la noche, usado por ciclistas o peatones solamente asociados con propiedades adyacentes.   | P4                  |
| Menor en la noche, usado por ciclistas o peatones solamente asociados con propiedades adyacentes. Importante para preservar el carácter arquitectónico del medio ambiente.    | P5                  |
| Muy leve en la noche, usado por ciclistas o peatones solamente asociados con propiedades adyacentes. Importante para preservar el carácter arquitectónico del medio ambiente. | P6                  |
| Vías donde solamente la guía visual es proporcionada por luz directa que las luminarias están proporcionando.   | P7                  |

Fuente: (EERSSA, 2012.)

#### 4.2.12 Clases de iluminación según el uso y tipo de vía

Las normas nacionales e internacionales han sido ajustadas a valores que satisfacen los requerimientos particulares del sistema eléctrico ecuatoriano, estos valores determinan el tipo de vías y áreas asociadas a criterios de diseño.

#### 4.2.13 Requisitos de iluminación mantenidos para vías vehiculares

Según las características viales y sus requerimientos visuales se asigna la clase de iluminación. En la **Tabla 10** se describe la clase de iluminación y los requisitos fotométricos mínimos que deben cumplir.

**Tabla 10.** Requerimientos basados en la luminancia sobre la superficie de la vía

| Clase de Alumbrado | Lav (cd/m <sup>2</sup> )<br>Mantenimiento |        | U <sub>o</sub><br>Mínimo | TI %<br>Máximo | U <sub>L</sub><br>Mínimo | SR<br>Mínimo |
|--------------------|---|--------|--------------------------|----------------|--------------------------|--------------|
|                    | Máxima                                    | Mínima |                          |                |                          |              |
| M1                 | 2,4                                       | 2,0    | 0,40                     | 10             | 0,70                     | 0,5          |
| M2                 | 1,8                                       | 1,5    | 0,40                     | 10             | 0,70                     | 0,5          |
| M3                 | 1,2                                       | 1,0    | 0,40                     | 15             | 0,60                     | 0,5          |
| M4                 | 1,0                                       | 0,75   | 0,40                     | 15             | 0,60                     | 0,5          |
| M5                 | 0,75                                      | 0,50   | 0,35                     | 15             | 0,40                     | 0,5          |
| M6                 | 0,50                                      | 0,30   | 0,35                     | 20             | 0,40                     | 0,5          |

Fuente: (ARCERNNR, 2023.)

- $L_{prom}$ : Luminancia promedio.
- $U_o$ : Factor de uniformidad.
- TI: Restricción del deslumbramiento.
- $U_L$ : Factor de uniformidad longitudinal de luminancia.
- SR: Relación de alrededores.
- $Lav$ : Luminancia promedio.

En la **Tabla 11** se muestran los valores promedios de iluminación según el tipo de superficie.

**Tabla 11.** Valores mínimos mantenidos de iluminancias promedio (lx) en vías motorizadas

| Clase de iluminación | Valor promedio (mínimo mantenido) de iluminancia según tipo de superficie de la vía [Luxes] |         |    | Uniformidad de la iluminancia<br>$E_{min}/E_{prom}$ (%) |
|----------------------|---|---------|----|---|
|                      | R1  | R2 y R3 | R4 |   |
| M3                   | 12  | 17      | 15 | 34  |
| M4                   | 8   | 12      | 10 | 25  |
| M5                   | 6   | 9       | 8  | 18  |

Fuente: (RETILAP, 2023.)

Es crucial tener en cuenta, al diseñar la iluminación, los factores que influyen en la disminución de la luminosidad, los cuales se combinan para obtener un único resultado final

denominado Factor de Mantenimiento (FM) (RETILAP, 2023).

#### 4.2.14 Requisitos de iluminación para vías peatonales y de ciclistas

En la **Tabla 12** se describen los valores de iluminancia que deben satisfacer los distintos tipos de vías peatonales.

**Tabla 12.** Requisitos mínimos de iluminación para tráfico peatonal

| Clase de Iluminación | Iluminancia (lx)               |                                |                       | Requisitos adicionales |                      |
|----------------------|--------------------------------|--------------------------------|-----------------------|------------------------|----------------------|
|                      | Promedio horizontal máximo (*) | Promedio horizontal mínima (*) | Horizontal mínimo (*) | Valor Vertical         | Valor semicilíndrica |
| P1                   | 18                             | 15                             | 3                     | 5,0                    | 3,0                  |
| P2                   | 12                             | 10                             | 2                     | 3,0                    | 2,0                  |
| P3                   | 9,0                            | 7,5                            | 1,5                   | 2,5                    | 1,5                  |
| P4                   | 7,5                            | 5,0                            | 1,0                   | 1,5                    | 1,0                  |
| P5                   | 5,0                            | 3,0                            | 0,6                   | 1,0                    | 0,6                  |
| P6                   | 3,0                            | 2,0                            | 0,4                   | 0,6                    | 0,4                  |

Fuente: (ARCERNNR, 2023.)

#### 4.2.15 Requisitos de iluminación para áreas críticas

Son zonas en las que las vías se ven afectadas por disminución o aumento de carriles, entradas o salidas de redondeles, son sectores donde se puede originar congestión vehicular, lo que resulta un aumento potencial de choques (EERSSA, 2012).

En estos sectores, el concepto de luminancia carece de aplicabilidad y en su lugar se emplea el criterio de iluminancia. Para el diseño de estas secciones de vía, se siguen las especificaciones establecidas por la norma CIE 115, en la **Tabla 13** se muestran los datos correspondientes.

**Tabla 13.** Requisitos fotométricos para áreas críticas

| Clase de Iluminación | Iluminación Horizontal E (lx) |        | U <sub>0</sub> Mínimo | Incremento de Umbral %    |                           |
|----------------------|-------------------------------|--------|-----------------------|---------------------------|---------------------------|
|                      | Máxima                        | Mínima |                       | Moderada y alta velocidad | Baja y muy baja velocidad |
| C0                   | 60                            | 50     | 0,40                  | 10                        | 15                        |
| C1                   | 36                            | 30     | 0,40                  | 10                        | 15                        |
| C2                   | 24                            | 20     | 0,40                  | 10                        | 15                        |
| C3                   | 20                            | 15     | 0,40                  | 15                        | 20                        |
| C4                   | 15                            | 10     | 0,40                  | 15                        | 20                        |
| C5                   | 10                            | 7,5    | 0,40                  | 15                        | 25                        |

Fuente: (ARCERNNR, 2023.)

En la **Tabla 14** se muestran los criterios y clases de iluminación para áreas críticas que pertenezcan a vías vehiculares.

**Tabla 14.** Clases de iluminación en áreas críticas de vías vehiculares

| <b>Área de conflicto</b>  | <b>Luminancia:<br/>Clases de<br/>iluminación</b> |
|---|--|
| Pasos deprimidos  | C (N) = M (N)                                    |
| Cruces, rampas, tejido de secciones, áreas con carriles anchos restringidos | C(N) = M (N-1)                                   |
| Cruces de ferrocarril:  |  |
| Simple  | C(N) = M (N)                                     |
| Complejo  | C (N) = M (N-1)                                  |
| Redondeles sin señales:   |  |
| Complejos o grandes   | C1   |
| Medianamente complejos  | C2   |
| Simples o pequeños  | C3   |
| Áreas de espera (fila – cola):  |  |
| Complejos o grandes   | C1   |
| Medianamente complejos  | C2   |
| Simples o pequeños  | C3   |

**Fuente:** (EERSSA, 2012.)

En esta tabla, la letra entre paréntesis representa el número de clase, ilustrado por ejemplo: si la vía principal en el área de conflicto es M3, entonces  $C(N) = M(N-1)$  se traduce en C2.

#### **4.2.16 Guías de visibilidad en vías de velocidades elevadas**

En carreteras de alta velocidad, por lo general con velocidades superiores a 60 km/h la prioridad de iluminación se centra en proporcionar una guía visual para la dirección de la vía, que en proporcionar una gran cantidad de luz sobre la calzada.

El uso de guías visuales adecuadas en la vía permite reducir los niveles de iluminación, sin comprometer la seguridad, lo que implica un uso eficiente de energía. Estas son particularmente útiles para delinear la vía, específicamente en carreteras periféricas, en áreas de alta contaminación atmosférica o con presencia permanente de neblina. El diseñador de sistemas de alumbrado público puede adquirir en la actualidad modelos de distribución en perspectiva (modelos 3D estandarizados), para garantizar que los conductores no se confundan en la vía, incluso en tramos con curvas pronunciadas del terreno (RETILAP, 2023).

#### **4.2.17 Localización de luminarias**

La localización de luminarias está directamente relacionada con su patrón de distribución de la vía, tomando en consideración los requerimientos lumínicos y altura de montaje.

La separación de los postes de alumbrado será la que resulte del estudio analítico de iluminación de la vía y primará sobre la distancia de ubicación de los elementos del mobiliario urbano (RETILAP, 2023).

- Seleccionar la luminaria más apropiada.

- Ajustar la configuración de la luminaria para mejorar su distribución de luz.
- Aumentar la inclinación de la luminaria (incrementando de 0° hasta 15°).
- Incrementar la extensión del brazo para aumentar la distancia que la luminaria avanza sobre la calzada.

#### 4.2.18 Configuraciones básicas de localización de puntos de iluminación

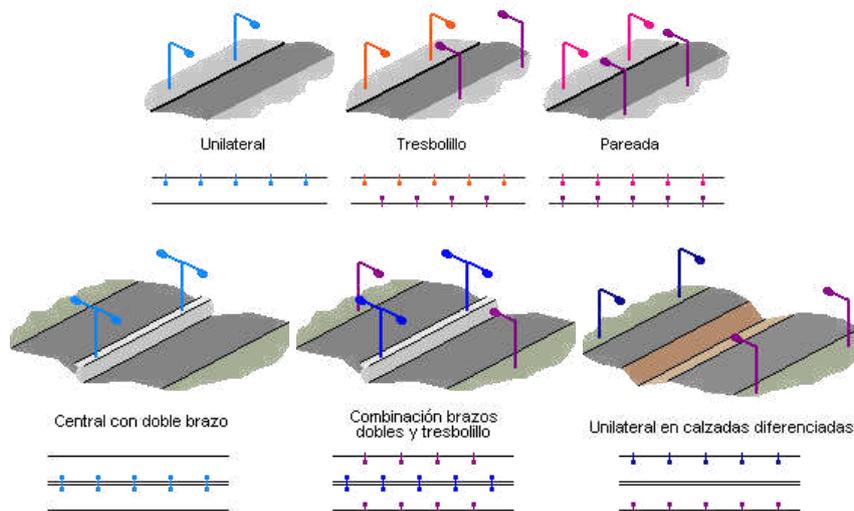
La configuración se aplica conociendo las características y propiedades fotométricas de las luminarias, en la **Tabla 15** se detalla la recomendación para disposición de luminarias conforme los requerimientos de la clase de iluminación.

**Tabla 15.** Recomendación para disposición de luminarias

| Clase de iluminación | Altura (m) | Relación (S/H) | Disposición de luminarias   |             |
|----------------------|------------|----------------|-----------------------------|-------------|
|                      |            |                | Criterio                    | Disposición |
| M1                   | 12 - 14    | 3,5 - 4        | Dos carriles de circulación | Unilateral  |
| M2                   | 10 - 12    | 3,5 - 4        | Dos carriles de circulación | Unilateral  |
| M3                   | 8,5 - 10   | 3,5 - 4        | Ancho de la calzada menor   | Unilateral  |
| M4                   | 7 - 9      | 3,5 - 4        | Unilateral                  |             |
| M5                   | 6          | 3,5 - 4        | A criterio del diseñador    |             |

**Fuente:** (RETILAP, 2023.)

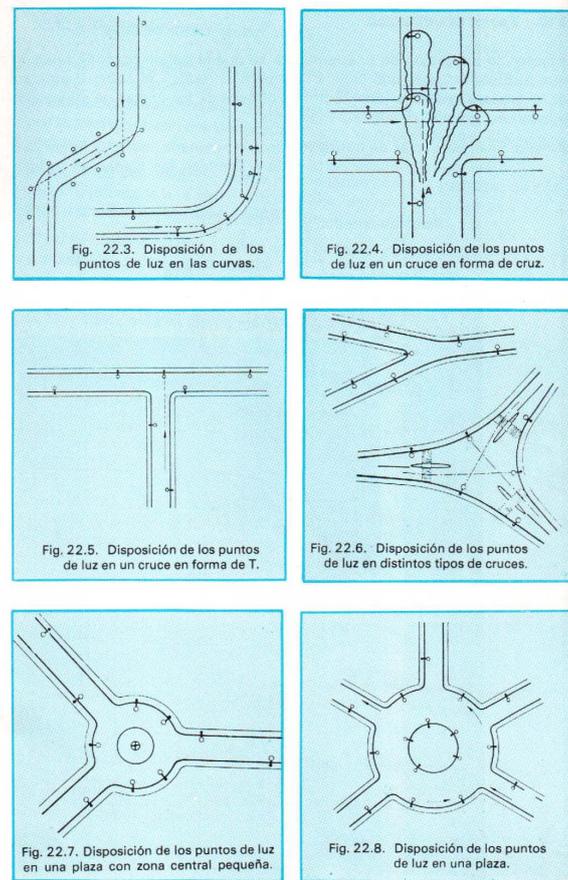
En la **Figura 2** se muestra la disposición de luminarias según la EERSSA.



**Figura 2.** Disposición de luminarias

**Fuente:**( EERSSA, 2012.)

Según el manual del (OSRAM), en la **Figura 3** se muestra la disposición de luminarias en áreas especiales.



**Figura 3.** Disposición de luminarias en áreas especiales

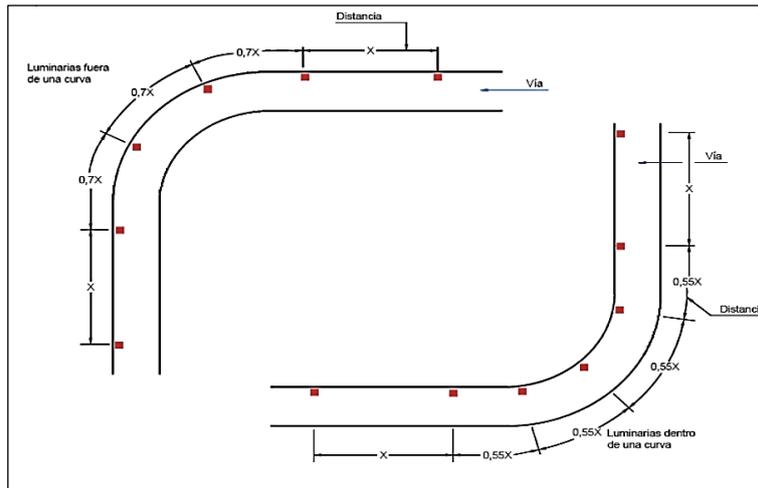
**Fuente:**( TABOADA y OSRAM, 1983.)

#### **4.2.19 Casos especiales de disposición de luminarias**

Los casos críticos están dados en sectores como bifurcaciones y cruces. Para estos sitios se debe cumplir con especificaciones fotométricas según el sitio, como también las condiciones de tránsito vehicular, obstáculos, señalización, etc.

##### **4.2.19.1 Disposición en curvas.**

Según el RETILAP (2023), en curvas pronunciadas (entre 30° y 90° y radio inferior a 300 m) la distancia disminuye hasta 0,70 S cuando las luminarias se encuentran instaladas en la acera exterior de la curva. Si se encuentran en la acera inferior, esta reducción va hasta 0,55 S. En la **Figura 4** se visualiza la disposición recomendada.

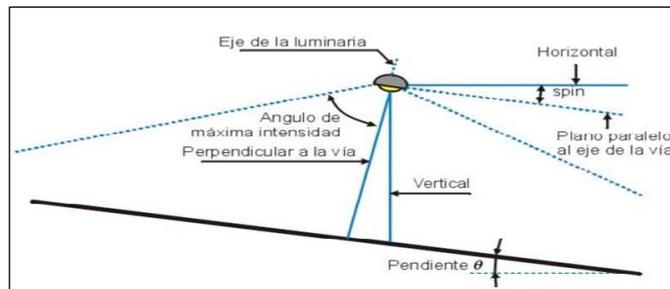


**Figura 4.** Disposición de luminarias en trayectos curvos

**Fuente:**( RETILAP, 2023.)

#### 4.2.19.2 Disposición en calzadas con pendiente.

Según el RETILAP (2023), recomienda orientarlas de forma en el que el rayo de luz sea perpendicular a la vía. El ángulo de giro formado entre el brazo y la luminaria, se denomina Spin y debe ser igual al ángulo de inclinación de la vía, asegurando máxima uniformidad en la distribución de la luz y deslumbramiento de una manera eficaz, tomando en consideración un trayecto plano menor a los  $3^\circ$ . En la **Figura 5** se muestra la disposición en calzada con pendiente.



**Figura 5.** Disposición de luminarias en calzada con pendiente

**Fuente:**( RETILAP, 2023.)

#### 4.2.20 Clasificación de las superficies de las calzadas (estado seco)

El coeficiente S1 determina la forma principal del cuerpo R, conforme a las indicaciones proporcionadas en la **Tabla 16**. Aunque la luminosidad sea constante, la cantidad de luz reflejada por una superficie variará dependiendo de este coeficiente.

**Tabla 16.** Clasificación de calzadas según el factor S1

| Clase | Variación             | S1   | S2   | Q <sub>o</sub> | Reflexión             |
|-------|-----------------------|------|------|----------------|-----------------------|
| R1    | $S1 < 0,42$           | 0,25 | 1,53 | 0,10           | Casi difusa           |
| R2    | $0,42 \leq S1 < 0,85$ | 0,58 | 1,80 | 0,07           | Difuso especular      |
| R3    | $0,85 \leq S1 < 1,35$ | 1,11 | 2,38 | 0,07           | Ligeramente especular |
| R4    | $S1 \geq 1,35$        | 1,55 | 3,03 | 0,08           | Especular             |

**Fuente:** (RETILAP, 2023.)

El tipo de superficie de calzada de la misma clase se caracterizará por un solo cuerpo o clase R, esto determina que las tablas (R) funcionen como patrón mediante la cual pueden llevarse a cabo los cálculos de luminancia.

En la **Tabla 17** se describen las características resumidas de las cuatro clases, de acuerdo con el patrón definido por la CIE.

**Tabla 17.** Clasificación de calzadas según el factor S1

| Clase | Características superficie   |
|-------|--|
| R1    | Superficies de asfalto con un mínimo del 15 % de materiales abrillantadores o materiales artificiales claros o al menos un 30 % de anortositas muy brillantes. Superficies que contienen gravas que cubren más del 80 % de la superficie de la calzada y las gravas constan de gran cantidad de material claro, o de abrilladores, están compuestas al 100 % de anortositas muy brillantes. Superficies de calzada de hormigón de concreto. Superficies con textura rugosa que contienen agregados normales. |
| R2    | Superficies con textura rugosa que contienen agregados normales. Superficies asfálticas que contienen el 10 % al 15 % de brilladores artificiales. Hormigón bituminoso, grueso y rugoso, con gravas más del 60 % de tamaños mayores a 10 mm. Asfalto mástico después de ser tratado, se conoce como asfalto mástico en estado nuevo.   |
| R3    | Revestimiento en Hormigón bituminoso (asfalto frío, asfalto cemento) con grava superior a 10 mm, con textura rugosa. Superficies tratadas con textura rugosa pero pulimentada.   |
| R4    | Asfalto mástico después de varios meses de uso. Superficies con textura bastante suave o pulimentada.  |

**Fuente:** (RETILAP, 2023.)

En situaciones donde no sea posible medir o determinar las características de reflexión S1 y Q<sub>o</sub>, se puede obtener una estimación aproximada basándose en el conocimiento o la experiencia previa. Esto se logra seleccionando un tipo de tabla R que se adecue al tipo de acabado de la calzada y a los materiales utilizados en su construcción. Por ejemplo, para el revestimiento asfáltico de la calzada, se recomienda usar la tabla R3 de la CIE con un valor de Q<sub>o</sub> = 0,07, que es comúnmente utilizado para este tipo de pavimento (RETILAP, 2023).

#### 4.2.21 *Uso racional de energía en alumbrado público*

El empleo racional de energía comprende la utilización de fuentes y luminarias de alta eficiencia, aprovechando su mayor potencial sin perjudicar su vida útil, logrando así niveles de iluminación eficientes.

#### 4.2.22 *Máxima densidad de potencia eléctrica para alumbrado de vías.*

Métodos de cálculo: La Densidad de Potencia Eléctrica para Alumbrado (DPEA) se determina mediante el cálculo de la carga total conectada para iluminación, junto con el área total que requiere iluminación, siguiendo la metodología establecida por el (RETILAP, 2023).

En la **Tabla 18** se proporciona los datos de densidad de potencia según el nivel de iluminancia promedio de vía.

$$DPEA = (\text{Carga total conectada para alumbrado}) / (\text{Área total Iluminada})$$

**Tabla 18.** Valores máximos de (DPEA) para vías vehiculares (W/m<sup>2</sup>)

| Nivel mantenido de iluminancia promedio | DENSIDAD DE POTENCIA (w/m <sup>2</sup> ) según ancho de la calzada (m) |       |          |           |           |
|---|--|-------|----------|-----------|-----------|
|   | < 6  | 6 a 8 | 8,1 a 10 | 10,1 a 12 | 12,1 a 14 |
| lux (lx)                                |  |       |          |           |           |
| 3                                       | 0,29   | 0,26  | 0,23     | 0,19      | 0,17      |
| 4                                       | 0,35   | 0,32  | 0,28     | 0,26      | 0,23      |
| 5                                       | 0,37   | 0,35  | 0,33     | 0,30      | 0,28      |
| 6                                       | 0,44   | 0,41  | 0,38     | 0,35      | 0,31      |
| 7                                       | 0,53   | 0,49  | 0,45     | 0,42      | 0,37      |
| 8                                       | 0,60   | 0,56  | 0,52     | 0,48      | 0,44      |
| 9                                       | 0,69   | 0,64  | 0,59     | 0,54      | 0,50      |
| 10                                      | 0,76   | 0,71  | 0,66     | 0,61      | 0,56      |
| 11                                      | 0,84   | 0,79  | 0,74     | 0,67      | 0,62      |
| 12                                      | 0,91   | 0,86  | 0,81     | 0,74      | 0,69      |
| 13                                      | 1,01   | 0,94  | 0,87     | 0,80      | 0,75      |
| 14                                      | 1,08   | 1,01  | 0,94     | 0,86      | 0,81      |
| 15                                      | 1,12   | 1,06  | 1,00     | 0,93      | 0,87      |
| 16                                      | 1,17   | 1,10  | 1,07     | 0,99      | 0,93      |
| 17                                      | 1,23   | 1,17  | 1,12     | 1,03      | 0,97      |
| 18                                      | 1,33   | 1,26  | 1,20     | 1,10      | 1,04      |
| 19                                      | 1,40   | 1,33  | 1,26     | 1,17      | 1,10      |
| 20                                      | 1,47   | 1,39  | 1,33     | 1,23      | 1,16      |
| 21                                      | 1,55   | 1,46  | 1,39     | 1,29      | 1,22      |
| 22                                      | 1,62   | 1,53  | 1,46     | 1,35      | 1,27      |
| 23                                      | 1,69   | 1,60  | 1,53     | 1,41      | 1,33      |
| 24                                      | 1,76   | 1,67  | 1,59     | 1,47      | 1,39      |
| 25                                      | 1,83   | 1,73  | 1,66     | 1,53      | 1,45      |
| 26                                      | 1,90   | 1,80  | 1,73     | 1,60      | 1,51      |

Fuente: (RETILAP, 2023.)

En carreteras diseñadas para velocidades superiores a 60 Km/h, conocidas por su criterio de luminancia, la densidad máxima de potencia puede ser reemplazada por el Energy Efficiency Ratio, mediante la **Ecuación (1)**.

$$\mathbf{EER} = \frac{P}{L * S} \quad (1)$$

$P$  : Potencia en W.

$L$  : Luminancia mantenida en (Cd/m<sup>2</sup>).

$S$  : Área en m<sup>2</sup>.

En esta condición, el máximo valor de EER aceptado es 0,8 (W/cd) adoptado de Green Light Label. En el diseño de sistemas de iluminación para carreteras, que se clasifican según las categorías de iluminación P1 a P6 y las clases C0 a C5, se requiere que la eficiencia mínima de las bombillas o fuentes de luz utilizadas sea de al menos 70 lúmenes por vatio (lm/W) (RETILAP, 2023).

#### **4.2.23 Fotometría**

Según la EERSSA (2012), las luminarias para instalar en el área de concesión deben tener la siguiente información fotométrica, la que debe ser acreditada por un laboratorio calificado por la Comisión Electrotécnica Internacional (IEC).

- Curva Isolux.
- Curva polar de intensidades luminosas.
- Matriz de intensidades.
- Coeficiente de utilización.

##### **4.2.23.1 Curva Isolux.**

Es el nivel de iluminación del flujo emitido por una fuente luminosa en un área, cuyos valores son medidos en lux. Son proyectados sobre un mismo plano y se acoplan por medio de una línea los de igual valor, dando lugar a las curvas Isolux (Esparza, 2015).

##### **4.2.23.2 Curva polar de intensidades luminosas.**

Las intensidades luminosas se definen en intervalos específicos de ángulos alrededor del eje de simetría, con una separación de 10°. Estos valores se representan en el gráfico desde el polo en la dirección de la medición, conectando los extremos de los radios vectores para trazar la curva correspondiente (Blanca Giménez et al., 2018).

##### **4.2.23.3 Matriz de intensidades.**

Establece todas las características fotométricas de todo tipo de luminaria y muestra la información más relevante de distribución de la intensidad lumínica de la fuente (RETILAP, 2023).

#### **4.2.24 Coeficiente de utilización**

Es el porcentaje de luz emitida por una luminaria que efectivamente ilumina una superficie específica. En el caso del alumbrado público, esta superficie sería la calzada, mientras que en el alumbrado interior, se trata del área de trabajo o cualquier otra superficie señalada en el diseño de iluminación (RETILAP, 2023).

#### **4.2.25 Sistema de iluminación en alumbrado público**

Según el Servicio Ecuatoriano de Normalización [INEN] (2015), tiene como función principal crear los requisitos que deben cumplir los equipos y elementos del sistema de alumbrado público, con el fin de garantizar los niveles y calidad de la energía lumínica requerida, seguridad en el abastecimiento energético y preservación del medio ambiente.

Se toma en consideración los principales elementos en el estudio, tales como:

- Luminaria simple nivel de potencia con lámpara de vapor de sodio de alta presión con carcasa de aluminio inyectado.
- Luminaria doble nivel de potencia con lámpara de vapor de sodio de alta presión con carcasa de polipropileno.
- Luminarias tipo LED.

##### **4.2.25.1 Luminaria simple nivel de potencia con lámpara de vapor de sodio de alta presión con carcasa de aluminio inyectado.**

De acuerdo con las especificaciones técnicas del MERNNR (2019), es necesario cumplir con la normativa vigente, establecida en las unidades de propiedad, las cuales deben ser del tipo de luminarias equipadas con lámparas de vapor de sodio de alta presión y con carcasa de aluminio inyectado.

##### **4.2.25.2 Luminaria doble nivel de potencia con lámpara de vapor de sodio de alta presión con carcasa de polipropileno.**

De acuerdo con las especificaciones técnicas proporcionadas por el MERNNR (2021), deben cumplir con la normativa vigente, establecidas en las unidades de propiedad, las cuales deben ser del tipo de luminarias de vapor de sodio de alta presión con carcasa de polipropileno.

##### **4.2.25.3 Luminarias tipo LED.**

Las luminarias LED destinadas al alumbrado público, conforme a las especificaciones técnicas del MERNNR (2022a), deben cumplir con la normativa actualmente en vigencia, la cual está establecida en las unidades de propiedad, específicamente en el apartado del tipo de luminarias LED.

#### **4.2.26 Condiciones ambientales según las características del lugar**

Los sistemas de iluminación, especialmente aquellos destinados al alumbrado público en un área específica, deben estar diseñados de acuerdo con las condiciones ambientales del sector donde se instalen. Los factores que se deben considerar para el diseñador, operador o encargado del mantenimiento son:

- Ambiente: Tropical, salino, corrosivo, otros.
- Temperaturas: Máxima, promedio, mínima (grados centígrados).
- Tipo de instalación: A la intemperie, aérea, ambiente peligroso y otros (RETILAP, 2023).

#### **4.2.27 Polución lumínica**

Desde el año 1879, en el que Thomas Edison creó la primera bombilla, el índice de polución lumínica ha ido en crecimiento ante la incursión de la luz en espacios y áreas en los que mayoritariamente ha predominado la oscuridad, mediante la evasión de luz de las zonas urbanas hacia el cielo, provocando un aumento en el brillo natural del cielo nocturno. De tal manera que se puede describir esta problemática como el uso inapropiado o excesivo de la luz artificial durante la noche. Esta problemática mundial se representa de tres formas, el resplandor luminoso, la intrusión lumínica y el deslumbramiento (Rueda Punina, 2022).

##### **4.2.27.1 Intrusión lumínica.**

Es la luz artificial procedente de las luminarias que ingresa por las ventanas invadiendo el interior de las viviendas, modificando el entorno doméstico y provocando trastornos en las actividades humanas (Rueda Punina, 2022).

##### **4.2.27.2 Difusión de luz hacia el cielo (SKY GLOW).**

Se produce por la difusión natural de la luz como de forma antropogénica. Esto produce que parte del haz sea desviado de su dirección original y acabe siendo dispersado en todas las direcciones, en particular hacia el cielo (Rueda Punina, 2022).

##### **4.2.27.3 Deslumbramiento.**

Se origina cuando las personas que transitan por la vía pública pierden la percepción visual por la proyección normal o directa de la luz artificial ocasionada por exceso o carencia de luz. Este efecto es especialmente peligroso para el tráfico vehicular, dado que puede producir accidentes (Rueda Punina, 2022).

### **4.3 Capítulo 3**

Para el presente apartado se proporciona información sobre el método de cálculo de alumbrado público y sobre el software de diseño de la red de alumbrado.

### 4.3.1 Método para el cálculo de iluminación en alumbrado público

Los cálculos para determinar la iluminación se basan en los criterios establecidos en las publicaciones **CIE 115 - 1995**, “Recomendaciones para el Alumbrado de Carreteras con Tráfico Motorizado y Peatonal” y (**CIE 140 – 2000**), “Métodos de cálculo para la iluminación de carreteras” (EERSSA, 2012).

El método analítico para el diseño del sistema de alumbrado público se basa en el manual de luminotecnica (OSRAM), esta norma cumple con los estándares mínimos exigidos por la comisión internacional de iluminación (CIE) (TABOADA & OSRAM, 1983). Tomando en consideración la normativa establecida por la EERSSA.

### 4.3.2 Cálculo de alumbrado público mediante el método del flujo luminoso necesario

#### 4.3.2.1 Datos requeridos para la aplicación del método del flujo luminoso necesario.

1. **Dimensiones:** Longitud de vía y anchura de calzada.
2. **Características:** En la **Tabla 7** se describe el tipo de vía y flujo vehicular, mientras que la **Tabla 10** proporciona la información sobre los requerimientos fotométricos mínimos de alumbrado según el tipo de vía determinado.
3. **Nivel medio de iluminación:** Según el área a iluminar y las características del tipo de vía, se fija el nivel de iluminación, el manual de luminotecnica (OSRAM) establece las especificaciones del nivel y factor de uniformidad de iluminación sobre calzada en servicio, tomando en consideración las características del tipo de vía, velocidad y tráfico vehicular, en la **Tabla 19** y **Tabla 20** se muestra dicha información.

**Tabla 19.** Nivel de iluminación y factor de uniformidad sobre la calzada en servicio

|                           |                         |         |          |           |             |
|---------------------------|-------------------------|---------|----------|-----------|-------------|
| <b>Iluminancia (lux)</b>  | 4                       | 7       | 25       | 22        | 30          |
| <b>Uniformidad</b>        | 0,15                    | 0,20    | 0,25     | 0,30      | 0,30        |
| <b>Velocidad</b>          | <b>(Vehículos/hora)</b> |         |          |           |             |
| <b>Inferior a 25 km/h</b> | 150-400                 | 400-800 | 800-1600 | 1600-1800 | Más de 3200 |
| <b>Superior 55 km/h</b>   | 150-200                 | 250-500 | 500-1000 | 1000-1800 | Más de 1800 |

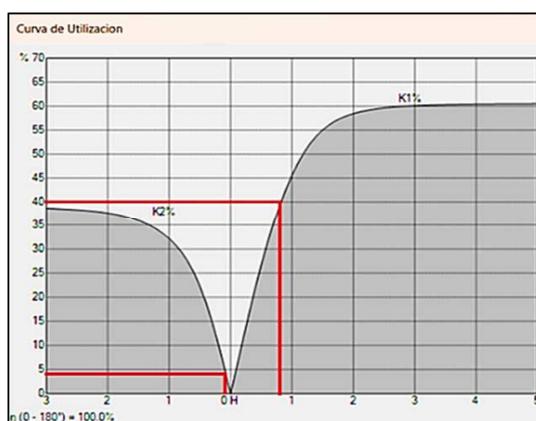
**Fuente:** (TABOADA y OSRAM, 1983.)

**Tabla 20.** Nivel y factor de uniformidad de iluminación sobre la calzada

| <b>Iluminancia (lux)</b>   | 4                       | 7          | 25          | 22           | 30             |
|--|-------------------------|------------|-------------|--------------|----------------|
| <b>Uniformidad</b>   | 0,15                    | 0,20       | 0,25        | 0,30         | 0,30           |
| <b>Tipo de vía</b>   | <b>(Vehículos/hora)</b> |            |             |              |                |
| Vía principal<br>Carretera de red básica<br>afuente a una de estas | -                       | 250<br>500 | 500<br>1000 | 1000<br>1800 | Más de<br>1800 |
| Vía principal, continuación de<br>carretera de red comercial       | -                       | 300<br>600 | 600<br>1200 | -            | -              |
| Vía principal, continuación de<br>carretera de red local o vecinal | -                       | 400<br>800 | -           | -            | -              |
| Vías urbanas   | 150<br>130              | 300<br>600 | 600<br>1200 | 1200<br>2400 | Más de<br>2400 |

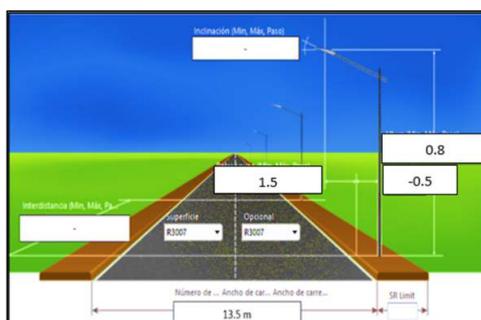
**Fuente:** (TABOADA y OSRAM, 1983.)

4. **Tipo de lámpara:** Selección del tipo de lámpara, tomando en cuenta potencia y flujo luminoso.
5. **Tipo de luminaria:** Por lo general, la selección de luminaria LED es de distribución asimétrica.
6. **Factor de utilización:** Este factor se obtiene de las curvas de utilización de las luminarias facilitadas por el fabricante, en la **Figura 6** se muestra un ejemplo sobre la gráfica de la curva de utilización de un tipo de luminaria, y en la **Figura 7** las características de la calle a iluminar.



**Figura 6.** Curva de utilización de una luminaria

**Fuente:**( Schröder, 2020.)



**Figura 7.** Característica de la calle a iluminar

**Fuente:**( Schröder, 2020.)

Las fórmulas que se detallan a continuación sirven para ilustrar el ejemplo y calcular el factor de utilización en relación con las características de la calle a iluminar, tal como se muestra en la **Figura 6**.

En la **Ecuación (2)** se establece la relación anterior; a partir de este resultado, se deriva la **Ecuación (3)** para obtener la relación posterior.

$$\mathbf{R\_Anterior} = \frac{13,5 - 1,5}{8} = 1,5 \quad (2)$$

$$\mathbf{R\_Posterior} = \frac{1,5}{8} = 0,19 \quad (3)$$

La **Ecuación (4)** se denomina factor de utilización y está dada por la suma de los puntos obtenidos en la gráfica de la curva de utilización.

$$\mathbf{Factor\_de\_utilización} = 0,55 + 0,05 = 0,6 \quad (4)$$

7. **Factor de conservación o mantenimiento:** En función del tipo de lámpara y luminaria, se debe utilizar la **Tabla 21** para determinar el factor de conservación del flujo luminoso. Este valor también se encuentra detallado en las fichas técnicas de las luminarias. La información sobre el factor de suciedad de ciertas lámparas y luminarias, se muestran en la **Tabla 22**. (TABOADA & OSRAM, 1983).

**Tabla 21.** Factor de conservación del flujo luminoso de algunas lámparas

| Tipo de lámpara         | Factor orientativo |
|-------------------------|--------------------|
| Incandescentes          | 0,80               |
| Luz mezcla              | 0,75               |
| Mercurio a alta presión | 0,80               |
| Sodio a alta presión    | 0,80               |
| Sodio a baja presión    | 0,80               |

**Fuente:** (TABOADA y OSRAM, 1983.)

**Tabla 22.** Factor de conservación por suciedad

| Tipo de luminaria | Factor recomendado |
|-------------------|--------------------|
| Hermética         | 0,87 – 0,80        |
| Ventilada         | 0,80 – 0,70        |
| Abierta           | 0,75 – 0,65        |

**Fuente:** (TABOADA y OSRAM, 1983.)

Aplicando la **Ecuación (5)** se determina el factor de mantenimiento:

$$f_m = f_{m1} * f_{m2} \quad (5)$$

#### 4.3.2.2 Pasos para determinar el flujo luminoso necesario

1. **Altura del punto de luz:** Mediante la **Tabla 15** y las características generales de la luminaria, seleccionar la altura óptima del punto de luz.
2. **Separación entre puntos de luz:** De la **Tabla 15** se deduce la relación de separación entre puntos de luz, según la iluminación media y clase de vía. Mediante la **Ecuación (6)** se determina la distancia entre puntos de iluminación.

$$D = R * h \quad (6)$$

donde:

$D$  : Distancia entre puntos de luz.

$R$  : Relación de separación, altura (S/H).

$h$  : Altura del punto de luz.

3. **Disposición de los puntos de luz:** Según la **Tabla 23** se establece la disposición de luminarias. En la **Figura 2** y **Figura 3** se visualiza la disposición de luminarias.

La siguiente relación lo establece el manual de luminotecnía TABOADA y OSRAM (1983), para determinar el tipo de disposición mediante la **Ecuación (7)**.

$$\text{relación} = \frac{h}{a} \quad (7)$$

donde:

$h$  : Anchura de calzada.

$a$  : Altura de luminaria.

**Tabla 23.** Relación de altura del punto de luz y anchura de la calzada

| Tipo de disposición      | relación= $\frac{\text{Altura del punto de luz}}{\text{Anchura de la calzada}}$ |                    |
|--------------------------|---|--------------------|
|                          | Valor mínimo  | Valor recomendable |
| Unilateral               | 0,85  | 1                  |
| Bilateral al tresbolillo | 1/2   | 2/3                |
| Bilateral pareadas       | 1/3   | 1/2                |
| M5                       | 6   | 3,5 - 4            |

**Fuente:** (TABOADA y OSRAM, 1983.)

**4. Flujo luminoso total necesario se obtiene mediante la Ecuación (8):**

$$\phi_T = \frac{E_{med} * A * D}{f_u * f_m} \quad (8)$$

Donde:

$A$  : Anchura de calzada.

$D$  : Distancia entre puntos de luz.

$E_{med}$  : Nivel medio de iluminación.

$f_u$  : Factor de utilización.

$f_m$  : Factor de mantenimiento.

**5. Número de unidades luminosas necesarias se obtiene mediante la Ecuación (9):**

$$N_L = \frac{L}{D} + 1 \quad (9)$$

**4.3.3 Cálculo de la demanda de diseño de los transformadores**

La demanda de diseño, según la EERSSA (2012) se debe determinar para un punto específico, y su cálculo involucra los siguientes escenarios:

- Demanda de diseño para edificaciones, centros comerciales, talleres y fábricas construidas en el área urbana.
- Demanda de diseño para urbanizaciones, lotizaciones y proyectos rurales.

**4.3.4 Demanda máxima proyectada para diversos tipos de edificaciones y establecimientos comerciales**

Se calcula según la carga instalada, sobre la que se aplique factores como el de simultaneidad y coincidencia. La EERSSA suministra electricidad a construcciones con una carga instalada de hasta 10 kW ubicadas dentro de la zona de servidumbre (a 200 metros del transformador más próximo) a través de sus redes de distribución secundaria (EERSSA, 2012).

Las construcciones que excedan una carga instalada de 10 kW deben contemplar la instalación de un transformador, ya sea en la red aérea o en una cabina de transformación dentro del edificio. Si una edificación está ubicada dentro del área de la red subterránea y su demanda máxima es inferior a 30 kVA, y si existe capacidad en la red de distribución de baja tensión (B.T). La EERSSA puede proporcionarle el servicio eléctrico desde su red de distribución secundaria, pero si la demanda máxima es superior a los 30 kVA o no existe disponibilidad en la red de (B.T), se considera la instalación de un transformador en una cabina de transformación ubicada en el interior del edificio (EERSSA, 2012).

#### 4.3.5 *Demanda máxima unitaria proyectada, urbanizaciones, lotizaciones y proyectos rurales*

La EERSSA (2012), establece las tablas de demanda máxima unitaria proyectada conforme el sector y tipo de usuario, en la **Tabla 24** se detalla la demanda para el sector urbano y en la **Tabla 25** para el sector rural.

**Tabla 24.** Demanda máxima proyectada (SECTOR URBANO)

| ÁREA PROMEDIO DE LOTES $m^2$ | TIPO DE USUARIO | DMUp [kVA] [10 años] |
|------------------------------|-----------------|----------------------|
| A > 400                      | A               | 4,48                 |
| 300 < A < 400                | B               | 2,35                 |
| 200 < A < 300                | C               | 1,33                 |
| 100 < A < 200                | D               | 0,82                 |
| A < 100                      | E               | 0,56                 |

Fuente: (EERSSA 2012.)

**Tabla 25.** Demanda máxima proyectada (SECTOR RURAL)

| TIPO DE SECTOR    | TIPO DE CLIENTE | DMUp [kVA] [10 años] |
|-------------------|-----------------|----------------------|
| Periferia Ciudad  | F               | 0,60                 |
| Centro Parroquial | G               | 0,50                 |
| Rural             | H               | 0,40                 |

Fuente: (EERSSA 2012.)

#### 4.3.6 *Demanda Máxima Proyectada, Urbanizaciones, Lotizaciones y proyectos rurales*

Mediante la **Ecuación** (10) se determina la demanda máxima proyectada:

$$DMP = DMU_p * N * FC \quad (10)$$

Donde:

$DMP$  : Demanda máxima proyectada en el punto dado [kVA].

$DMU_p$  : Demanda máxima unitaria proyectada [kVA].

$N$  : Número de usuarios.

$FC$  : Factor de coincidencia, dado por la **Ecuación** (11).

$$FC = N^{-0,0944} \quad (11)$$

Demanda máxima de diseño está dada por la **Ecuación** (12):

$$DMD = DMP * AP * C_e \quad (12)$$

Donde:

$DMD$  : Demanda Máxima de Diseño [kVA].

$AP$  : Carga de alumbrado público [kVA].

$C_e$  : Cargas Especiales (puntuales) [kVA].

#### 4.3.7 Transformadores para Proyectos de Urbanizaciones, Lotizaciones y proyectos rurales

La demanda máxima de diseño del transformador está dada por la **Ecuación** (13).

$$DMD_T = DMD * FS \quad (13)$$

Donde:

$DMD_T$  : Demanda Máxima de Diseño del Transformador [kVA].

$DMD$  : Demanda Máxima de Diseño [kVA].

$FS$  : Factor de Sobrecarga [p.u].

En la **Tabla 26** se establecen los factores de sobrecarga según su categoría.

**Tabla 26.** Factores de sobrecarga

| Categoría | FS  |
|-----------|-----|
| A         | 0,9 |
| A y C     | 0,8 |
| D... H    | 0,7 |

**Fuente:** (EERSSA 2012.)

En sistemas de distribución de líneas aéreas, se requiere el uso de transformadores monofásicos de tipo autoprotegido (CSP), a menos que existan circunstancias emergentes o temporales que permitan el uso de bancos de transformadores (EERSSA, 2012).

Los transformadores con una capacidad menor a los 75 kVA pueden ser instalados en estructuras de un solo poste, mientras que aquellos con capacidades entre 75 kVA y 200 kVA requieren estructuras compuestas por dos postes y para potencias superiores, es necesario instalar los transformadores en cabinas designadas para tal fin.

#### 4.3.8 Cálculos de caída de tensión

Según la EERSSA (2012), para el cálculo de la caída de tensión se aplica el método de momento de potencia aparente de cada conductor para la caída de tensión, para el cual se aplican los valores de ( $kVA * km$ ) para media tensión (22 y 13,8 [kV]), y para baja tensión ( $kVA * metro$ ), la **Tabla 27** proporciona los valores admisibles de caída de tensión. Los valores de los FDV necesarios para el cálculo de las caídas de tensión tanto para media como baja tensión, se encuentran establecidas en la normativa técnica de diseño para redes eléctricas de media y baja tensión de la Empresa Eléctrica Regional del Sur, en los **Anexos 9 al 11** se detallan los valores FDV.

**Tabla 27.** Caída de tensión admisible para redes primarias y secundarias

| Sector       | Red primaria | Red secundaria |
|--------------|--------------|----------------|
| Área Urbana: | 3,5 %        | 4,5 %          |
| Área Rural   | 7,0 %        | 5,5 %          |

**Fuente:** (EERSSA, 2012.)

#### 4.3.9 Caída de tensión admisible para alumbrado público

De acuerdo con la EERSSA (2012), al calcular la caída de tensión en cada punto es necesario considerar la potencia de las luminarias, incluyendo su factor de potencia, establecido en todos los casos como 0,85. La caída de tensión admisible se fija en un 2 %.

Para el cálculo de la red proyectada mediante iluminación tipo LED, el factor de potencia lo determina la ficha técnica de la luminaria.

#### 4.3.10 Software de diseño de sistemas de iluminación ULYSSE “3.5.9”

Es un software libre, diseñado por Schröder, principalmente para exteriores, utilizado para el diseño lumínico para vías y otros sistemas de iluminación, similar al software Dialux, pero este software es específicamente para alumbrado público, el cual cuenta con certificación de la metodología de cálculo CIE 140, siendo el software de diseño que cumple con las normas requeridas por la EERSSA (Calle Sumba & Ulloa Vargas, 2022).

Los recursos de Schröder perfeccionan las operaciones de iluminación energéticamente eficientes, los cuales disminuyen los costes de maniobra al mejorar la calidad de los medios de trabajo. Contribuyen a construir un futuro sostenible con tecnología de punta, que disminuye los costes (Schröder, 2023).

##### **Características:**

- Software optimizado para vías.
- Diseño en ambientes deportivos y parques.

- Generación de reportes.
- Certificados de normas estandarizadas:
  - CIE 140:2000.
  - CIE 115:2010.
  - EN 13201:2003 & 2015.
  - IES RP – 8 - 14.

#### **4.4 Capítulo 4**

Finalmente, este capítulo aporta información sobre la normativa y reglamentos vigentes en alumbrado público.

##### **4.4.1 *Reglamento ecuatoriano RTE INEN 069 “alumbrado público”***

El propósito del Reglamento Técnico Ecuatoriano es establecer los requisitos y medidas que deben cumplir los sistemas de iluminación pública. Su objetivo es garantizar niveles de calidad en la energía lumínica necesaria para la actividad visual, asegurar la seguridad en el suministro energético, proteger al consumidor y preservar el medio ambiente. Además, busca prevenir, minimizar o eliminar los riesgos derivados de la instalación y uso de sistemas de iluminación, incorporando criterios de eficiencia energética (INEN, 2015).

##### **4.4.2 *Resolución ARCERNNR 029/2020 y 020/023***

Según la resolución de la Agencia de Regulación y Control de Energía y Recursos Naturales no Renovables, ARCERNNR (2020) y ARCERNNR, (2023), denominada prestación del servicio de alumbrado público general, tiene como finalidad establecer normativas técnicas y comerciales que aseguren a las empresas eléctricas distribuidoras brindar este servicio de manera eficaz y de alta calidad.

##### **4.4.3 *Normas técnicas para el diseño de redes eléctricas, urbanas y rurales***

La Empresa Eléctrica Regional del Sur [EERSSA] (2012), es una empresa distribuidora de energía eléctrica, cuya área de concesión corresponde a las provincias de Loja y Zamora Chinchipe y el cantón Gualaquiza de Morona Santiago. En su función, la EERSSA está encargada de cumplir y hacer cumplir el marco legal establecido para el sector eléctrico, que incluye la Constitución, leyes, reglamentos y regulaciones pertinentes. Esto abarca el cumplimiento del Reglamento Sustitutivo del Reglamento de Suministro del Servicio de Electricidad”, la regulación de la Calidad del Servicio Eléctrico de Distribuciónz el documento sobre ”Homologación y Estandarización de las Unidades de Propiedad y Unidades Constructivas del Sistema de Distribución Eléctrica”. Estas normativas se aplican específicamente a proyectos eléctricos de media

y baja tensión, y son obligatorias en toda el área de concesión de la empresa.

#### **4.4.4 *Reglamento Técnico de iluminación y alumbrado público (RETILAP)***

El RETILAP (2023), es la regulación de iluminación que establece un conjunto de normas y directrices que deben cumplir los sistemas de iluminación, para garantizar niveles y cualidades energéticas necesarias en la actividad visual, calidad de alumbrado, seguridad de las instalaciones, eficiencia energética, protección del consumidor y preservación del medio ambiente.

## 5. Metodología

### 5.1 Área de estudio

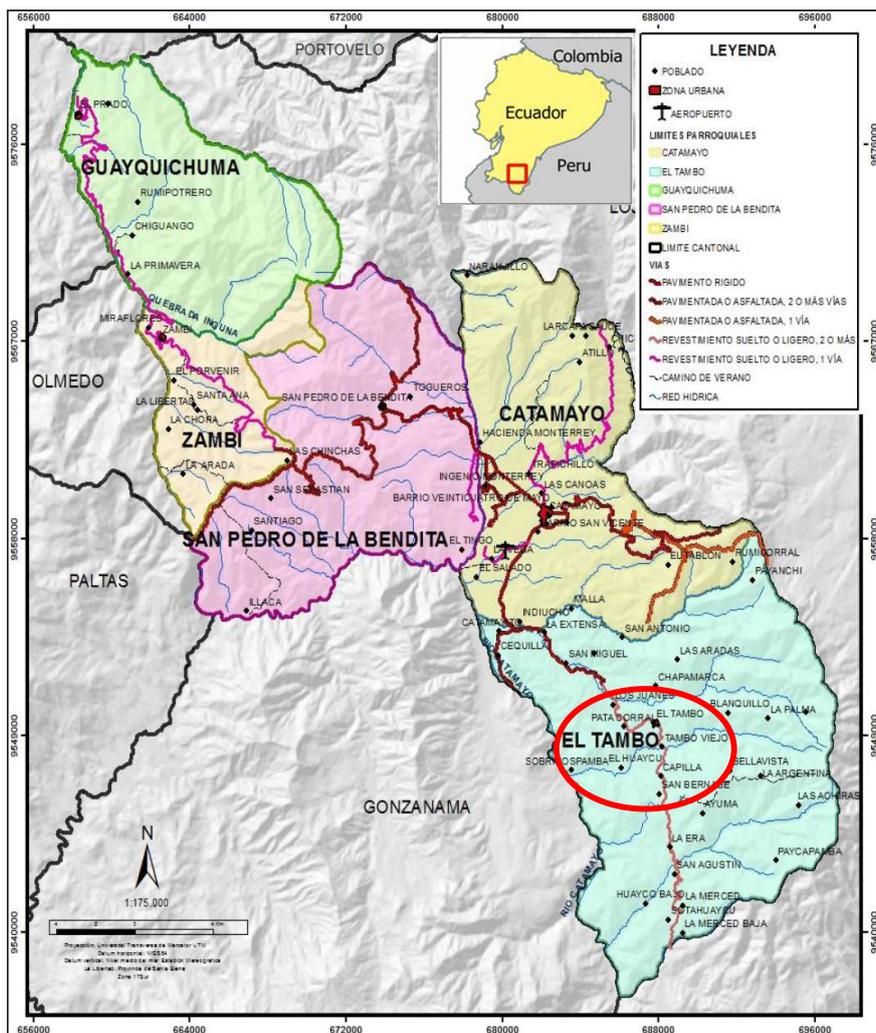
#### 5.1.1 Localización y características

La investigación se realiza en la parroquia El Tambo, ubicada en el cantón Catamayo de la provincia de Loja. En la **Tabla 28** se detalla las coordenadas UTM - WGS 84 de la zona 17 M, abarcando el tramo desde El Tambo hasta La Capilla.

**Tabla 28.** Coordenadas UTM - WGS 84 - ZONA 17 M

| Sector     | Latitud (N) | Longitud (E) | Altitud (msnm) |
|------------|-------------|--------------|----------------|
| El Tambo   | 9549191,871 | 687959,481   | 1550           |
| La Capilla | 9547761,207 | 687998,986   | 1660           |

El tramo de estudio que comprende la vía Intervalles EL Tambo – La Capilla se visualiza en la **Figura 8**.



**Figura 8.** Ubicación geográfica, vía Intervalles (El Tambo – La Capilla)

**Fuente:** ( Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal, s.f.)

Algunas de las características relevantes a tomar en consideración son:

- Ancho de la vía **9 m**, incluye cunetas y bordillos.
- Longitud de tramo **4.4 km**.
- La vía se clasifica como una vía de tercer orden (Villamagua Aguirre, 2021).

## **5.2 Equipos y materiales**

### **5.2.1 Equipos**

- Laptop:  
Marca: MSI.  
Procesador: 11th Gen Intel(R) Core(TM) i7-11800H @ 2.30 GHz 2.30 GHz.  
Memoria ram: 16,0 GB (15,7 GB utilizable).  
Capacidad de almacenamiento: 1.0 TB.  
Sistema operativo: Windows (Sistema operativo de 64 bits, procesador x64).
- Smartphone.
- Estación total.
- Receptor Stonex S900 GNSS.
- Calculadora científica.

### **5.2.2 Materiales**

- Cuaderno de apuntes.
- Softwares:  
Autocad 2023.  
ArcMap.  
Excel.  
Ulysse “3.5.9”
- Herramientas digitales.  
Geoportal EERSSA.  
Latex: Es una herramienta para elaborar documentos de aspecto profesional (Overleaf, s.f.).

## **5.3 Procedimiento**

El proceso metodológico empleado en el trabajo de titulación se presenta en el flujograma que se visualiza en la **Figura 9**.

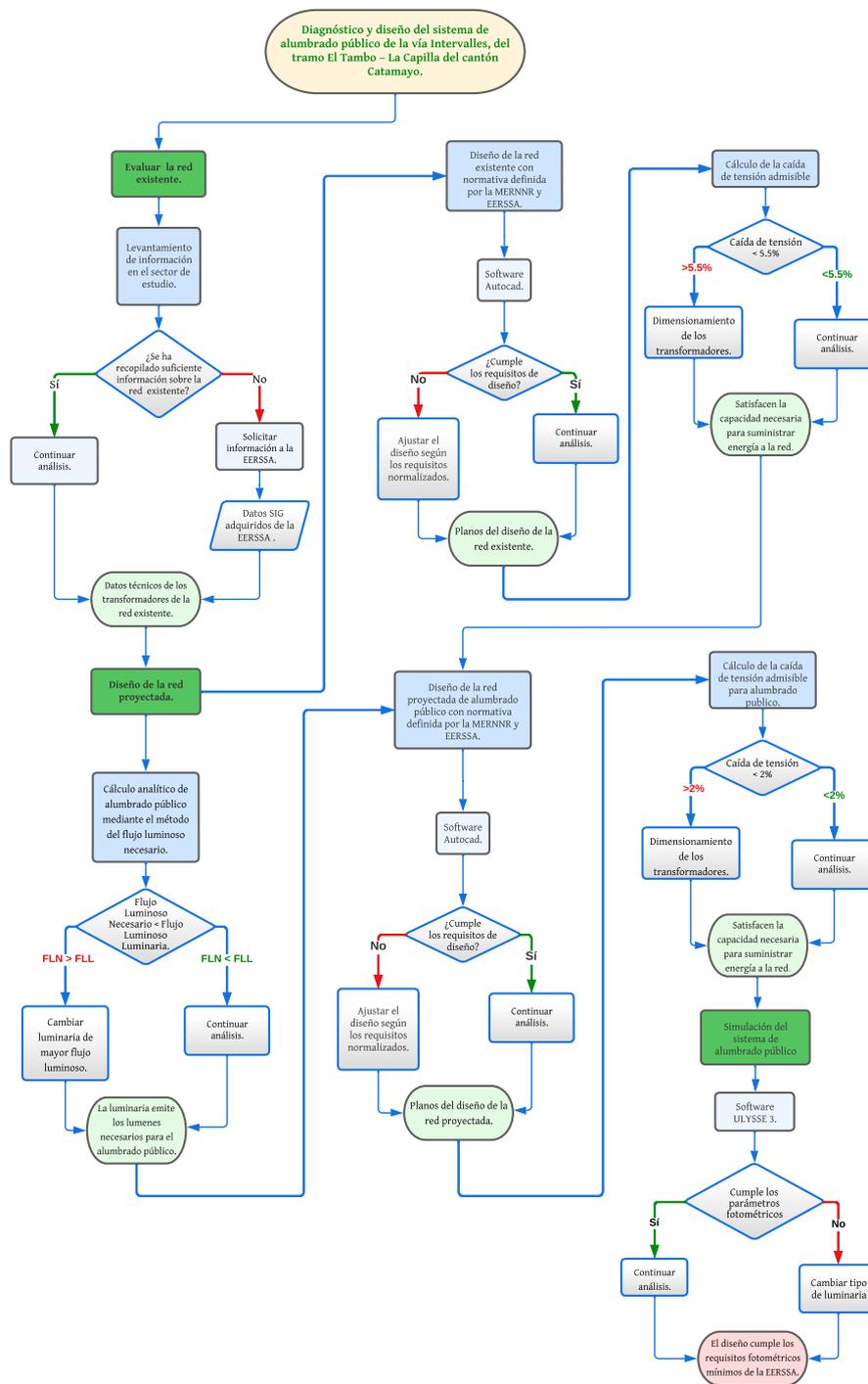


Figura 9. Flujograma desarrollado para el trabajo de titulación

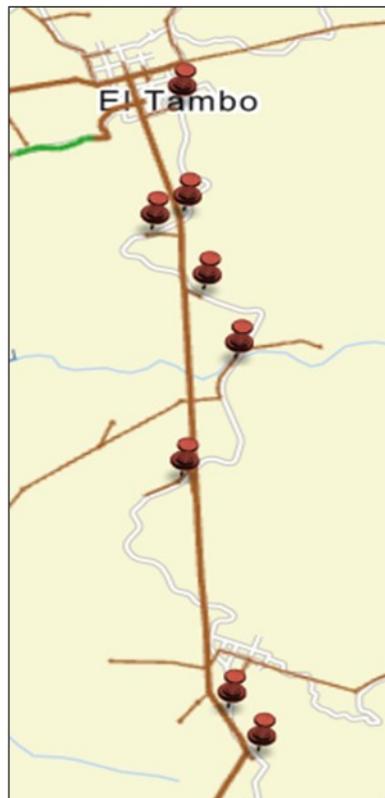
### 5.3.1 Primer objetivo: “Evaluar el estado actual de la red existente de alumbrado público”

Para llevar a cabo el proyecto, se sigue la metodología delineada en el flujograma que se describe en la **Figura 9**. En el primer objetivo, se emplea un enfoque tanto cualitativo como cuantitativo. Esto se debe a que se identifica las variables y valores de la información obtenida de la EERSSA, y se realiza un recorrido por el área de estudio para evaluar el estado actual de

la red existente.

En una primera etapa, se recopila la información esencial de los transformadores. Esto permite la evaluación de los sectores estratégicos y la posterior subdivisión del tramo de estudio en subtramos. El objetivo de esta subdivisión es optimizar la red y determinar si los transformadores en estos sectores tienen la capacidad de abastecer adecuadamente los subtramos correspondientes.

La **Figura 10** presenta los puntos de ubicación de los transformadores que suministrarán energía a los subtramos, siempre y cuando se cumpla con la caída de tensión admisible en la red proyectada. En caso de no cumplir con esta condición, se considera la opción de utilizar transformadores de mayor capacidad en el diseño.



**Figura 10.** Localización de los transformadores de distribución en la red existente

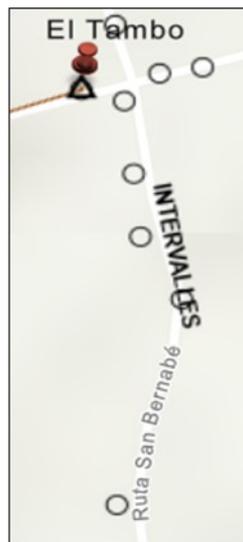
**Fuente:** (EERSSA, s.f.)

Se debe tener en cuenta que en las áreas donde no existan transformadores cercanos a la vía pública, será necesario realizar una extensión de la red como parte del diseño del subtramo.

**Segundo**, se procede a obtener información sobre el alumbrado público existente en el sector de estudio. Existen tres sectores que cuentan con alumbrado público, los cuales se detallan a continuación:

El primer sector que cuenta con alumbrado público es a la salida del centro parroquial,

el cual se visualiza en la **Figura 11**, correspondiente al primer transformador (TR-12750).



**Figura 11.** Localización del primer sector de alumbrado público existente

**Fuente:** (EERSSA, s.f.)

El segundo sector que cuenta con alumbrado público se detalla en la **Figura 12**, sector donde se encuentra ubicado el centro recreacional El Verdún. Correspondiente al quinto transformador (TR-25103).

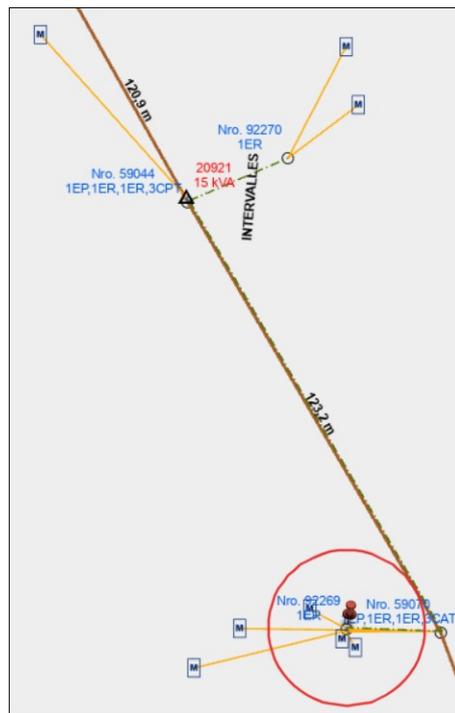


**Figura 12.** Localización del segundo sector de alumbrado público existente

**Fuente:** (EERSSA, s.f.)

El tercer sector que cuenta con alumbrado público se muestra en la **Figura 13**. Corres-

pendiente al séptimo transformador (TR-20921).



**Figura 13.** Localización del tercer sector con alumbrado público existente

**Fuente:** (EERSSA, s.f.)

Las luminarias se encuentran ubicadas a diferentes longitudes, lo que define, que para su instalación no se basaron en un cálculo fotométrico.

Finalmente, en el procesamiento de datos se detalla la información recopilada de transformadores y luminarias de alumbrado público, con el propósito de tener los datos, que permitan desarrollar el objetivo 2.

### **5.3.2 Segundo objetivo: “Diseñar el sistema de alumbrado público eficiente que cumpla con los estándares de iluminación vigentes en la vía Intervalles, del tramo El Tambo – La Capilla”**

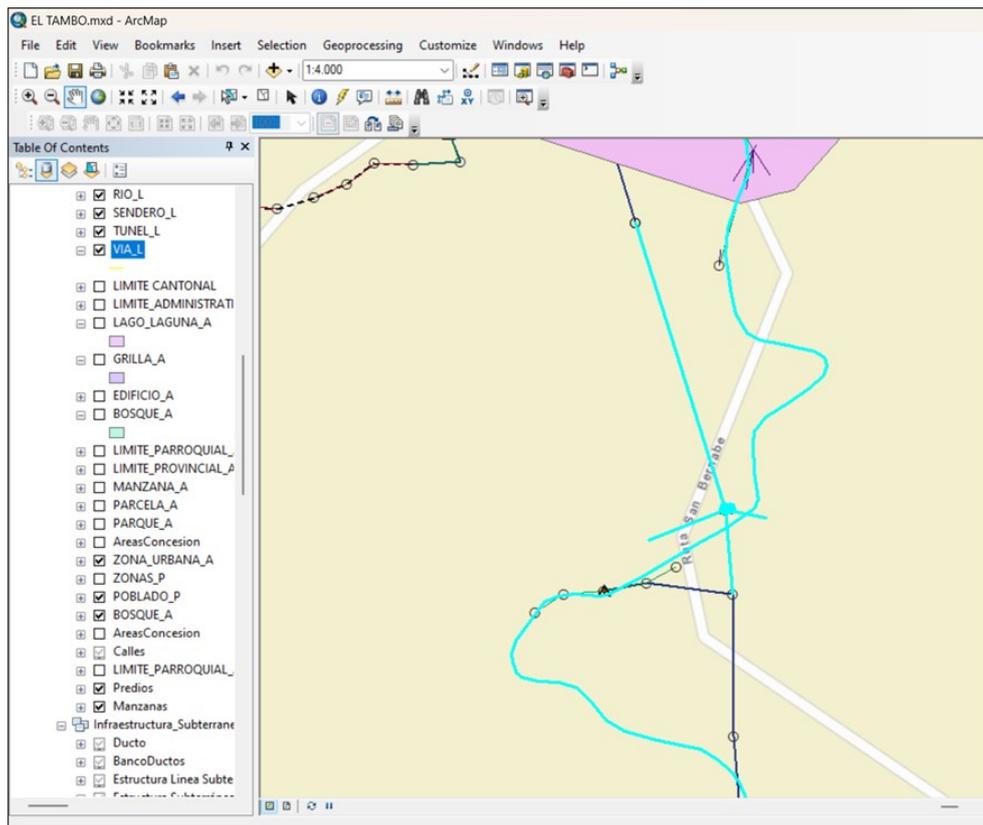
El segundo objetivo se lleva a cabo mediante un enfoque cuantitativo, utilizando los datos obtenidos del diagnóstico de la red existente en el primer objetivo. Para la selección de la muestra, se opta por un método no probabilístico por conveniencia, eligiendo los datos más pertinentes para el diseño de la red existente y posteriormente llevar a cabo cálculos que permiten determinar la caída de tensión admisible.

#### **5.3.2.1 Diseño de la red existente.**

En el proceso de diseño de la red existente, se ha tenido en cuenta la información proveniente de los transformadores previamente analizados. Este diseño se centra en la red con-

formada por los transformadores más cercanos a la vía pública, con el propósito de derivar la red de alumbrado público desde estos puntos, buscando así optimizar la estructura de la red proyectada.

El diseño de la red se lleva a cabo empleando el software AutoCAD, en este proceso, se integra la información geográfica de la vía pública y los datos de la red existente, los cuales son proporcionados por la EERSSA a través del software ArcGIS, tal como se muestra en la **Figura 14.**



**Figura 14.** Red eléctrica existente de la zona de estudio

**Fuente:** (Environmental Systems Research Institute, 2021.)

La información fue exportada desde el software ArcGIS a AutoCAD mediante planos georreferenciados. Esto se realiza con el objetivo de contar con una referencia clara del tramo de estudio, además de incorporar la información de la red en coordenadas UTM de manera precisa.

Es importante destacar que la información relacionada con la línea de referencia de la vía contiene errores. Por este motivo, se llevó a cabo una corrección mediante un levantamiento topográfico utilizando instrumentos de medición precisos, como la estación total y el receptor. Este procedimiento se implementó con el objetivo de obtener una línea de referencia precisa, minimizando al máximo los errores, con la finalidad de facilitar la determinación de los puntos

de iluminación en la red proyectada, evitando obstáculos como; desagües, alcantarillas y entre otras características que influyen en el diseño.

### **5.3.2.2 Cálculo de la caída de tensión en la red existente.**

Después de obtener los planos de la red existente, se procede a identificar todos los datos necesarios para llevar a cabo el cálculo de la caída de tensión admisible.

Estos datos incluyen:

- Distancia entre postes.
- Número de abonados.
- Número y potencia de luminarias.
- Configuración, calibre y factor de caída de tensión de los conductores.
- Proyección de la demanda máxima unitaria en la zona de estudio.

### **5.3.2.3 Cálculo analítico de alumbrado público mediante el método del flujo luminoso necesario.**

El procedimiento llevado a cabo se fundamentó en la metodología descrita por TABOADA y OSRAM (1983). Este enfoque implica la identificación de las variables fundamentales requeridas para llevar a cabo los cálculos. Dichas variables son:

- Longitud de vía y anchura de calzada.
- Clase de vía.
- Nivel medio de iluminación (lx).
- Flujo luminoso (lm) (luminaria).
- Tipo de luminaria.

Es importante recalcar que la información relativa a la clase de vía se obtuvo mediante consulta en un documento de la Prefectura de Loja (Villamagua Aguirre, 2021).

Los parámetros a determinar mediante el cálculo analítico se describen a continuación:

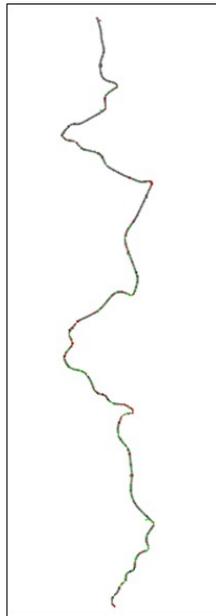
- Factor de utilización.
- Factor de conservación o mantenimiento.
- Altura del punto de luz.
- Separación entre puntos de luz.
- Disposición de los puntos de luz.
- Flujo luminoso total necesario.
- Número de unidades luminosas necesarias.

#### 5.3.2.4 Diseño de la red proyectada de alumbrado público con normativa definida por la MERNNR y EERSSA.

Empleando los datos obtenidos mediante el análisis analítico del sistema de alumbrado público, se desarrolla un procedimiento que nos permite establecer el diseño del sistema de alumbrado público en función de la disposición de los puntos de iluminación.

La distribución de los puntos de iluminación se llevó a cabo mediante un levantamiento topográfico de la vía, teniendo en cuenta diversas limitaciones que podrían ocasionar irregularidades en la distribución, como alcantarillas, construcciones y otros factores. Este proceso es realizado para abordar dichas consideraciones.

En la **Figura 15**, se observa la línea de referencia derivada del levantamiento topográfico, abarcando una longitud de 4.4 km. Gracias a esta referencia, es factible proyectar todos los puntos de iluminación sin requerir presencia física en la zona de estudio, dado que la vía pública ya se encuentra georreferenciada.



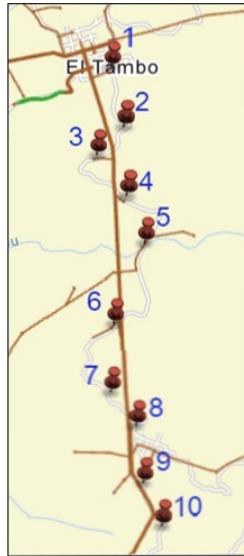
**Figura 15.** Levantamiento topográfico de la zona de estudio

Para el diseño se toma en cuenta los sectores estratégicos, denominados así a los sectores donde se tiene transformadores de distribución cercanos a la vía pública o en el perfil de la vía. En consecuencia, se elabora la distribución de estos puntos en la zona de estudio mediante el software AutoCAD.

El área dispone de ocho transformadores ubicados en las proximidades o en el perfil de la vía pública. Al implementar el diseño, se seleccionan aquellos transformadores que estén en condiciones de ser reutilizados y que cumplen con la caída de tensión admisible, según la

distribución planificada de los puntos de iluminación.

En la **Figura 16** se visualiza la localización de los transformadores de distribución en la red proyectada.



**Figura 16.** Disposición de los puntos de distribución (Transformadores)

**Fuente:** (EERSSA, s.f.)

El diseño comprende diez puntos de distribución en los cuales se han reutilizado selectivamente transformadores que cumplen con las condiciones necesarias. Además, se han incorporado transformadores proyectados. Cada punto de distribución se denomina como un subtramo con el objetivo de segmentar el diseño en secciones cortas, dada su extensa longitud, cuyos detalles se exponen a continuación.

1. Primer subtramo: Se mantiene el transformador (TR-12750).
2. Segundo subtramo: Se proyecta un transformador de 5 kVA.
3. Tercer subtramo: Se mantiene el transformador (TR-25616).
4. Cuarto subtramo: Se mantiene el transformador (TR-23686).
5. Quinto subtramo: Se mantiene el transformador (TR-25103).
6. Sexto subtramo: Se mantiene el transformador (TR-25102).
7. Séptimo subtramo: Se mantiene el transformador de 5 kVA.
8. Octavo subtramo: Se proyecta un transformador de 5 kVA.
9. Noveno subtramo: Se mantiene el transformador (TR-20921).
10. Décimo subtramo: Se proyecta un transformador de 5 kVA.

### 5.3.2.5 Cálculo de la caída de tensión en la red proyectada.

Una vez que se obtienen los planos de diseño de la red proyectada para alumbrado público, se procede a identificar todos los datos esenciales para realizar el cálculo de la caída de tensión admisible. Esto se hace teniendo en cuenta las caídas de tensión permitidas tanto para el alumbrado público como para los casos en los que hay abonados.

Estos datos incluyen:

- Distancia entre postes.
- Número de abonados.
- Número y potencia de luminarias.
- Configuración, calibre y factor de caída de tensión de los conductores.
- Proyección de la demanda máxima unitaria en la zona de estudio.

#### 5.3.2.5.1 Cálculo de la Demanda Máxima de Diseño de los Transformadores

Este cálculo posibilita la determinación de la capacidad necesaria para el transformador en cada subtramo, así como la verificación de los transformadores existentes, si cumplen con las condiciones para proporcionar servicio a la red proyectada.

Para calcular la carga del transformador a utilizar, se lleva a cabo el cálculo de la Demanda Máxima de Diseño del Transformador ( $DMD_T$ ), estableciendo los siguientes parámetros.

**Demanda Máxima Proyectada en el punto dado [kVA]:** Este es el resultado de aplicar la **Ecuación** (10), cuyos datos se define según la información del proyecto, los cuales son:

- **DMUp:** Demanda Máxima Unitaria proyectada [kVA].
- **N:** Número de usuarios.
- **FC:** Factor de coincidencia.

**Demanda Máxima de Diseño [kVA]:** Este es el resultado de aplicar la **Ecuación** (12), cuyos datos se define según los siguientes parámetros:

- **DMP:** Demanda Máxima Proyectada en el punto dado [kVA].
- **AP:** Carga de Alumbrado Público [kVA].
- **Ce:** Cargas especiales (puntuales) [kVA].

**Demanda Máxima de Diseño del Transformador [kVA]:** Finalmente, se define la capacidad del transformador mediante la **Ecuación** (13), cuyos datos se define según los siguientes parámetros:

- **DMD:** Demanda Máxima de Diseño [kVA].
- **FS:** Factor de Sobrecarga.

### 5.3.3 Tercer objetivo: “Simulación del diseño de alumbrado público mediante el software ULYSSE “3.5.9” que cumpla con los parámetros fotométricos”

Utilizando la información y datos proporcionados mediante los cálculos y diseño del sistema de alumbrado público, se establece los datos requeridos para realizar la simulación mediante el software de simulación Ulysse “3.5.9”.

Los datos requeridos para establecer en el software de simulación son:

- Tipo de luminaria, para este estudio como ya se lo ha mencionado es de tipo LED.
- Potencia de la luminaria.
- Factor de mantenimiento.
- Flujo luminoso de la luminaria.
- Distancia entre puntos de iluminación.
- Coeficiente luminancia media (grado de claridad de la superficie).
- Altura de montaje de las luminarias.
- Ancho de la vía.
- Distancia del bordillo de la vía al poste.
- Distancia desde de la luminaria al poste.
- Inclinación de la luminaria.
- Disposición de luminarias.

El software facilita la simulación del diseño de alumbrado público de acuerdo con las normativas de iluminación vigentes, basándose en las especificaciones configuradas en el programa, este determina si el diseño cumple con los estándares de iluminación recomendados por la norma CIE 140-2000.

Los sectores con curvas pronunciadas se denominan **áreas críticas**. Para evaluar si el diseño cumple con los niveles de iluminancia necesarios, se emplea el mismo software que considera la clase de iluminancia en estas áreas, tomando en cuenta que estos sectores cumplen con la disposición de los puntos de iluminación del RETILAP (2023).

Se realiza este procedimiento en las curvas más pronunciadas, de las cuales se seleccionaron cuatro para llevar a cabo la simulación. Los datos necesarios para la simulación corresponden a los previamente descritos.

## 5.4 Procesamiento y análisis de datos

Al igual que en la sección anterior, el procesamiento y análisis de datos se basa en la metodología del flujograma mostrado en la **Figura 9**.

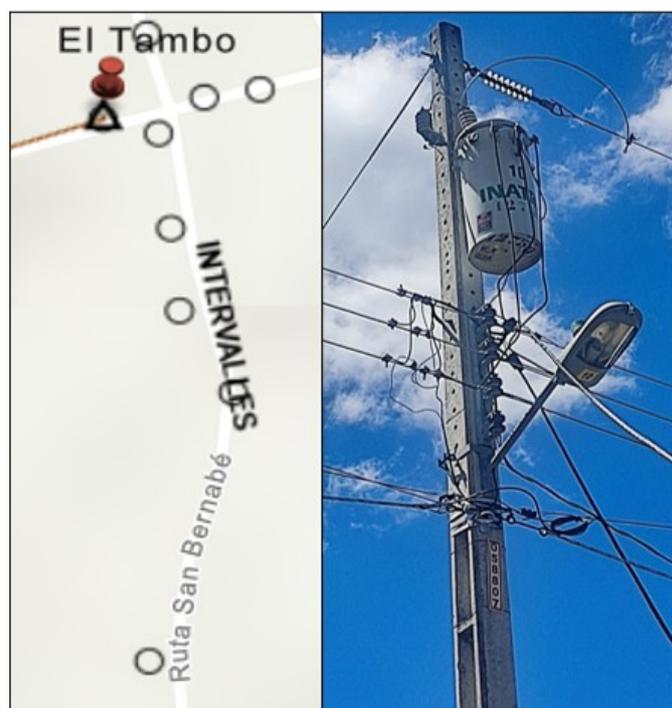
#### 5.4.1 Primer objetivo: “Evaluar el estado actual de la red existente de alumbrado público”

##### 5.4.1.1 Datos técnicos de los transformadores

Los datos técnicos de los transformadores se obtiene a partir de la información proporcionada por la EERSSA, así como del sistema SIG (Sistema de Información Geográfica) disponible en el geoportal técnico.

Existen un total de 8 sectores que cuentan con transformadores ubicados en las proximidades de la vía pública, y a continuación se describen individualmente junto con sus respectivas características.

En la **Figura 17** se muestra la ubicación del primer transformador.



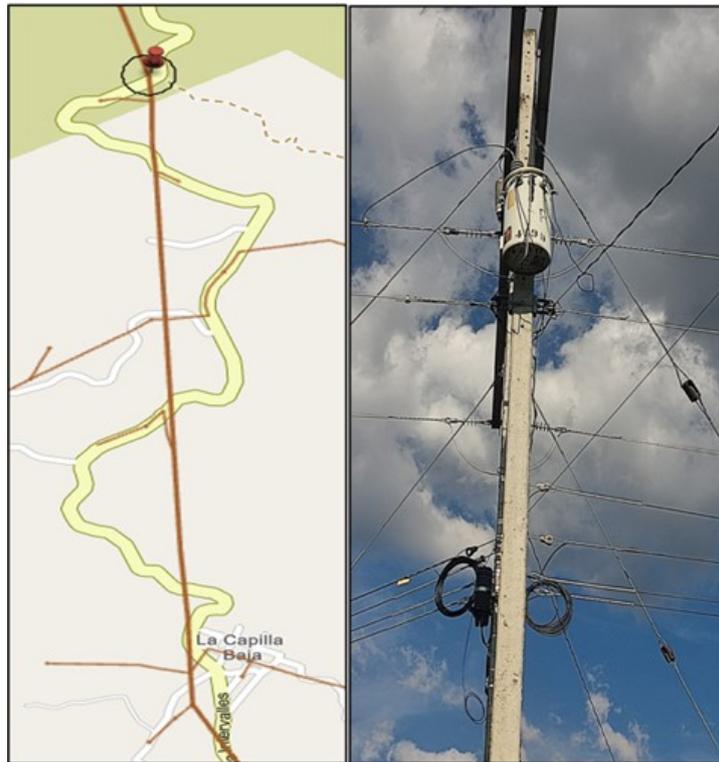
**Figura 17.** Localización del primer transformador

Características técnicas y descriptivas del primer transformador:

- Transformador monofásico en poste.
- Marca: Inatra.
- Modelo: 2006.
- Número de clientes: 26.
- Potencia: 10 kVA.
- Cargabilidad: 44 %.
- Voltaje: 7,62 kV.
- Número de transformador: 12750.

- Número de luminarias: 11.
- Se encuentra en buenas condiciones, de seguridad y servicio.
- Está ubicado a pocos metros de la vía principal.

En la **Figura 18** se muestra la ubicación del segundo transformador.



**Figura 18.** Localización del segundo transformador

Características técnicas y descriptivas del segundo transformador:

- Transformador monofásico en poste.
- Marca: Ecuatran.
- Modelo: 1990.
- Número de clientes: 3.
- Potencia: 5 kVA.
- Cargabilidad: 8,42 %.
- Voltaje: 7,62 kV.
- Número de transformador: 4190.
- No existen luminarias.
- Se encuentra en buenas condiciones, de seguridad y servicio.
- Está ubicado a pocos metros de la vía principal.
- La pérdida de voltaje es nula, dado que los medidores se derivan directamente desde el

punto inicial del transformador.

En la **Figura 19** se muestra la ubicación del tercer transformador.

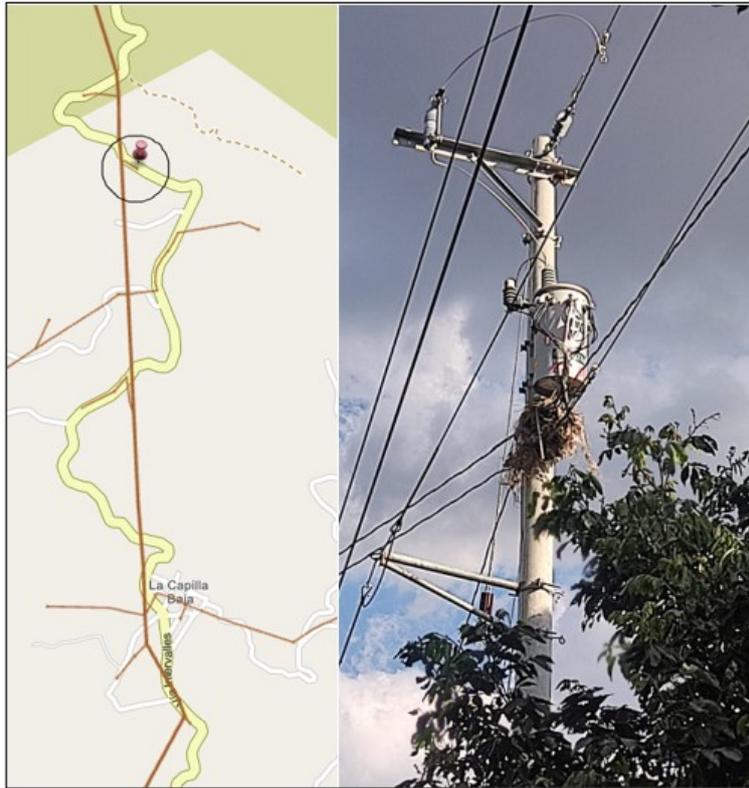


**Figura 19.** Localización del tercer transformador

Características técnicas y descriptivas del tercer transformador:

- Transformador monofásico en poste.
- Marca: Inatra.
- Modelo: 2023.
- Número de clientes: 4.
- Potencia: 25 kVA.
- Cargabilidad: 1,26 %.
- Voltaje: 7,97 kV.
- Número de transformador: 25616.
- No existen luminarias.
- Se encuentra en buenas condiciones, de seguridad y servicio.
- Está situado en el borde de la vía principal.

En la **Figura 20** se muestra la ubicación del cuarto transformador.

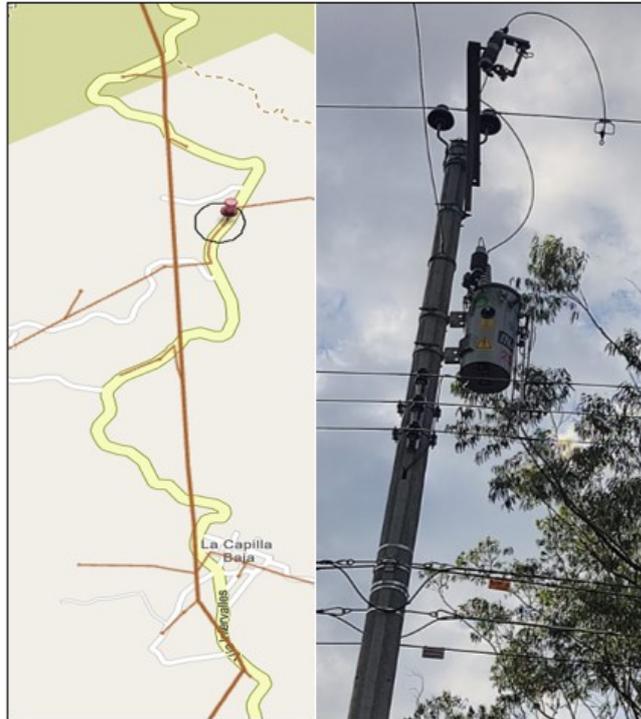


**Figura 20.** Localización del cuarto transformador

Características técnicas y descriptivas del cuarto transformador:

- Transformador monofásico en poste.
- Marca: Inatra.
- Modelo: 2022.
- Número de clientes: 4.
- Potencia: 10 kVA.
- Cargabilidad: 10,95 %.
- Voltaje: 7,97 kV.
- Número de transformador: 23686.
- No existen luminarias.
- El transformador presenta buenas condiciones de servicio y seguridad, aunque se observa una falta de mantenimiento evidenciada por la acumulación de restos de basura en la parte inferior del mismo.
- Está situado en el borde de la vía principal.
- La pérdida de voltaje es nula, dado que los medidores se derivan directamente desde el punto inicial del transformador.

En la **Figura 21** se muestra la ubicación del quinto transformador.



**Figura 21.** Localización del quinto transformador

Características técnicas y descriptivas del quinto transformador:

- Transformador monofásico en poste.
- Marca: Intra.
- Modelo: 2022.
- Número de clientes: 5.
- Número de luminarias: 5.
- Potencia: 10 kVA.
- Cargabilidad: 17,47 %.
- Voltaje: 7,97 kV.
- Número de transformador: 25103.
- El transformador presenta buenas condiciones de servicio y seguridad.
- Está situado en el borde de la vía principal.

En la **Figura 22** se muestra la ubicación del sexto transformador.

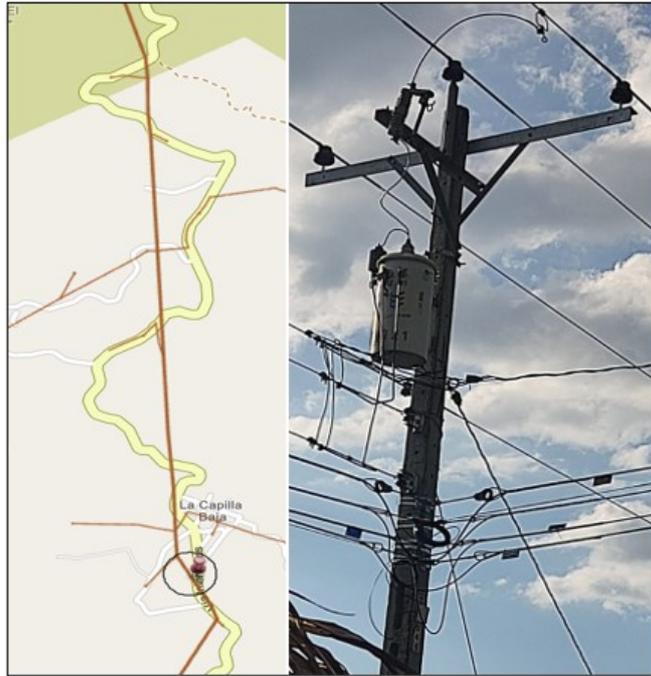


**Figura 22.** Localización del sexto transformador

Características técnicas y descriptivas del sexto transformador:

- Transformador monofásico en poste.
- Marca: Inatra.
- Modelo: 2022.
- Número de clientes: 3.
- Potencia: 10 kVA.
- Cargabilidad: 2,63 %.
- Voltaje: 7,97 kV.
- Número de transformador: 25102.
- No existen luminarias.
- El transformador presenta buenas condiciones de servicio y seguridad.
- Está situado en el borde de la vía principal.

En la **Figura 23** se muestra la ubicación del séptimo transformador.

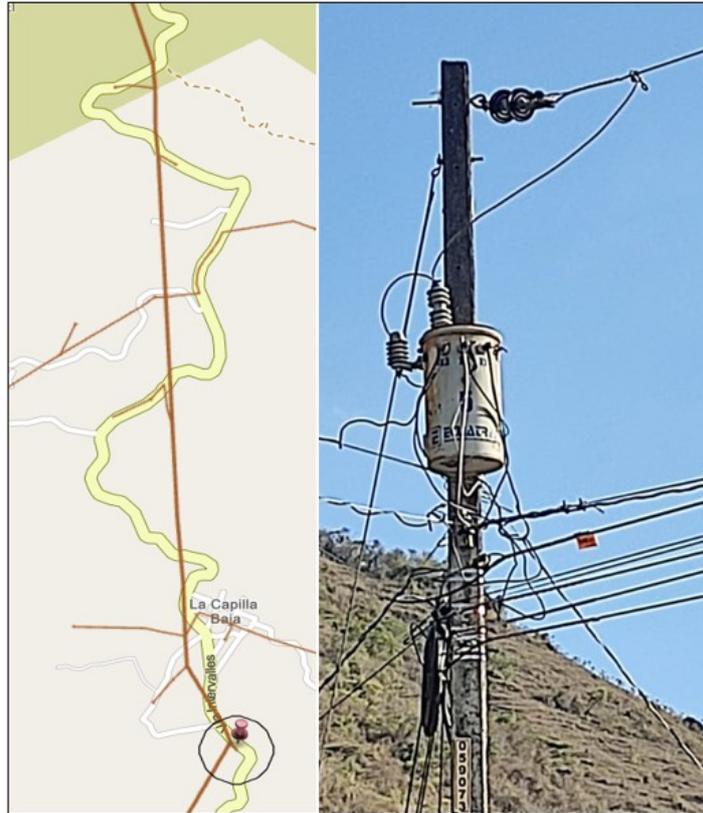


**Figura 23.** Localización del séptimo transformador

Características técnicas y descriptivas del séptimo transformador:

- Transformador monofásico en poste.
- Marca: Ecuatran.
- Modelo: 2017.
- Número de clientes: 8.
- Número de luminarias: 1.
- Potencia 15 kVA.
- Cargabilidad: 8,56 %.
- Voltaje: 7,97 kV.
- Número de transformador: 20921.
- El transformador presenta buenas condiciones de servicio y seguridad.
- Está ubicado a pocos metros de la vía principal

En la **Figura 24** se muestra la ubicación del octavo transformador.



**Figura 24.** Localización del octavo transformador

Características técnicas y descriptivas del octavo transformador:

- Transformador monofásico en poste.
- Modelo: 2003.
- Número de clientes: 6.
- Marca: Ecuatran.
- Potencia: 5 kVA.
- Cargabilidad: 9,26 %.
- Voltaje: 7,62 kV.
- Número de transformador: 11486.
- No existen luminarias.
- Está ubicado a pocos metros de la vía principal.
- El transformador se encuentra en funcionamiento, pero su condición no es óptima, ya que muestra signos de deterioro.
- La pérdida de voltaje es nula, dado que los medidores se derivan directamente desde el punto inicial del transformador.

#### **5.4.1.2 Datos técnicos del tipo de luminarias en la red existente**

Las características generales del tipo de luminarias del **primer** transformador (TR-12750) se describen a continuación:

- Tipo de luminarias: Sodio cerrada.
- Potencia: 100 W, autocontrolada (nivel de potencia constante).
- Marca: Schröder.
- Número de luminarias: 11.

Las características generales del tipo de luminarias del **quinto** transformador (TR-25103) se describen a continuación:

- Tipo de luminarias: Sodio cerrada.
- Potencia: 150 y 100 W, autocontrolada (doble nivel de potencia).
- Marca: GLP (GENERAL LIGHTING PUBLIC).
- Número de luminarias: 5.

Las características generales del tipo de luminarias del **séptimo** transformador (TR-20921) se describen a continuación:

- Tipo de luminarias: Sodio cerrada.
- Potencia: 100 W, autocontrolada (potencia constante).
- Marca: GLP (GENERAL LIGHTING PUBLIC).
- Número de luminarias: 1.

#### **5.4.2 Segundo objetivo: “Diseñar el sistema de alumbrado público eficiente que cumpla con los estándares de iluminación vigentes en la vía Intervalles, del tramo El Tambo – La Capilla”**

En el proceso de diseñar la red proyectada, se parte inicialmente de la red existente, utilizando como referencia para determinar los puntos de distribución desde los cuales se deriva la red de alumbrado público. Se lleva a cabo el cálculo de la caída de tensión en estos puntos, estableciendo así una base sólida para el diseño posterior de la red proyectada. El análisis analítico del alumbrado público proporciona parámetros cruciales para el diseño, como la distancia entre puntos de iluminación, entre otros aspectos.

##### **5.4.2.1 Diseño de la red existente.**

El diseño de la red existente se lleva a cabo utilizando el software AutoCAD. Cabe recalcar que para el diseño se toma en consideración la simbología propuesta por la MERNNR y la EERSSA, con el propósito de realizar el diseño conforme lo establece la normativa vigente.

El levantamiento topográfico de la vía se realiza con dispositivos de alta precisión, con la finalidad de corregir errores, los cuales se detallan a continuación:

- Estación total marca LEICA.
- Modelo TS15 de un segundo de precisión.
- Receptor Stonex S900 GNSS.

En la **Figura 25** se muestra el dispositivo.



**Figura 25.** Receptor Stonex S900 GNSS

#### **5.4.2.2 Cálculo de la caída de tensión admisible en la red existente.**

El cálculo de la caída de tensión admisible se lleva a cabo considerando la información presente en los planos de la red existente, los cuales sirven como la base fundamental para la ejecución de los mismos.

A continuación, se proporciona información detallada sobre el cálculo de la caída de tensión en los transformadores estudiados. Es importante destacar que la caída de tensión se produce en los transformadores que distribuyen mediante baja tensión, por lo tanto, solo cinco de los transformadores estudiados presentan caída de tensión.

En la **Figura 26** se detalla la información sobre el cálculo del primer transformador (TR-12750):

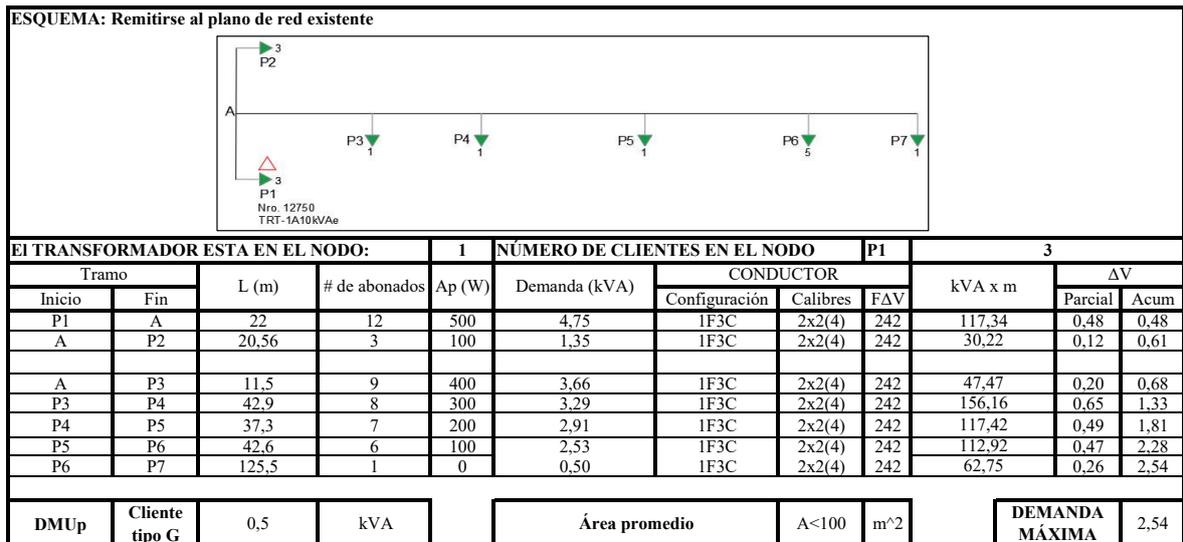


Figura 26. Cálculo de caída de tensión existente (TR-12750)

En la **Figura 27** se detalla la información sobre el cálculo del tercer transformador (TR-25616):

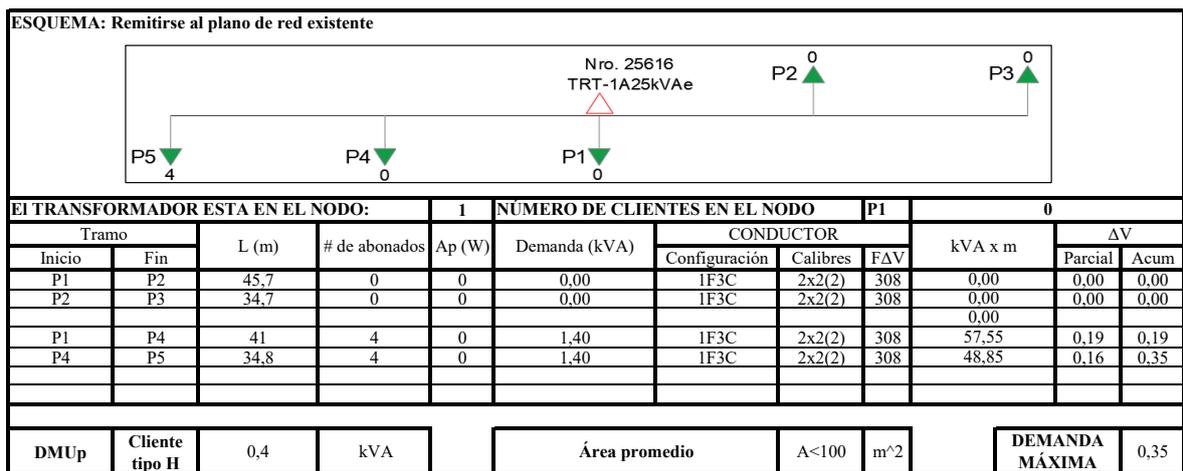


Figura 27. Cálculo de caída de tensión existente (TR-25616)

En la **Figura 28** se visualiza la información sobre el cálculo del quinto transformador (TR-25103):

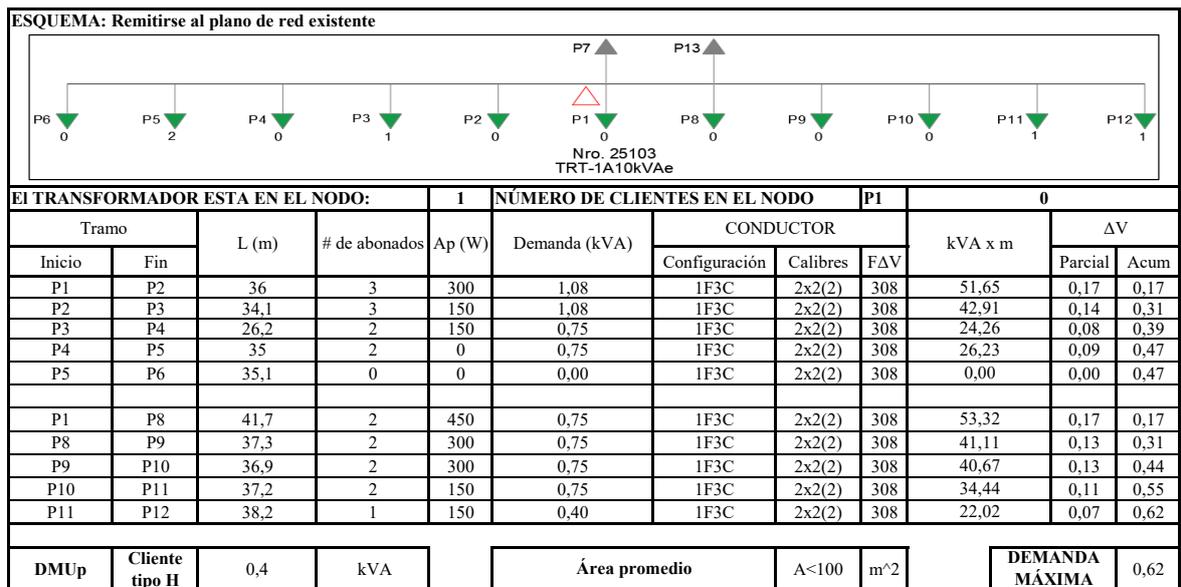


Figura 28. Cálculo de caída de tensión existente (TR-25103)

En la **Figura 29** se especifica la información sobre el cálculo del sexto transformador (TR-25102):

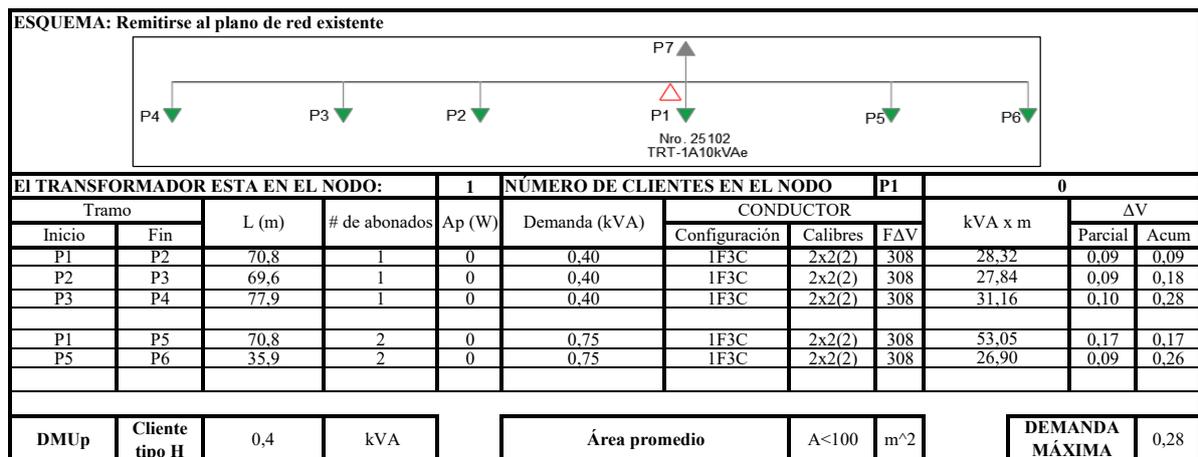


Figura 29. Cálculo de caída de tensión existente (TR-25102)

En la **Figura 30** se desglosa la información sobre el cálculo del séptimo transformador (TR-20921):

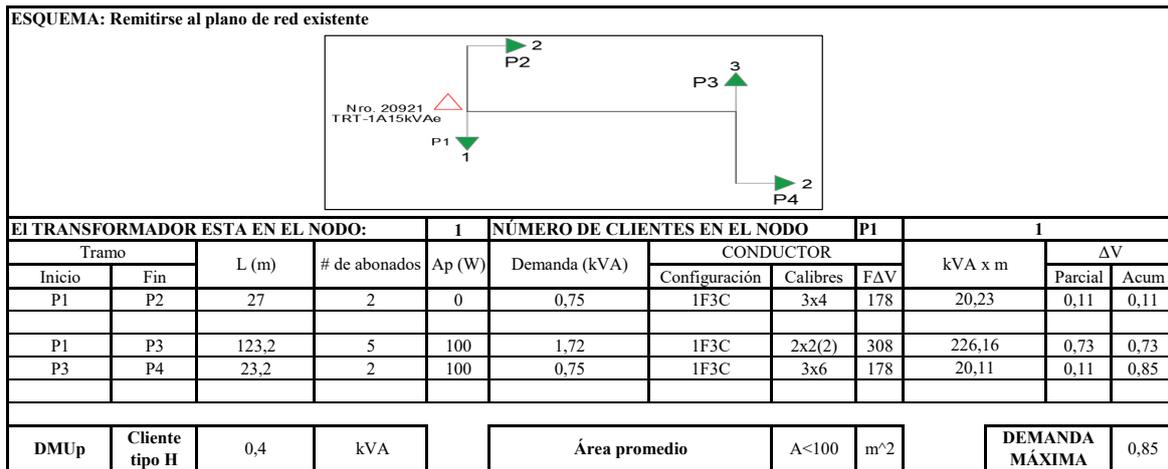


Figura 30. Cálculo de caída de tensión existente (TR-20921)

Por último, los datos obtenidos de la caída de tensión máxima admisible se utilizan para verificar la idoneidad de la conexión a la red de alumbrado público.

#### 5.4.2.3 Cálculo analítico de alumbrado público mediante el método del flujo luminoso necesario.

Se define los datos necesarios para llevar a cabo el cálculo analítico del flujo luminoso requerido. La información sobre la luminaria seleccionada, denominada **LED SYL-STREET 70-100W NW 7P CII P29510**, se extrajo de manera específica de su ficha técnica, información que se adjunta en el **Anexo 12**. Tomar en consideración que el nivel medio de iluminación se fija según el área a iluminar y las características del tipo de vía, datos proporcionados en la **Tabla 19**.

La luminaria satisface todas las especificaciones técnicas establecidas para luminarias de tipo LED por el Ministerio de Energía y Recursos Naturales No Renovables, según la revisión 5.

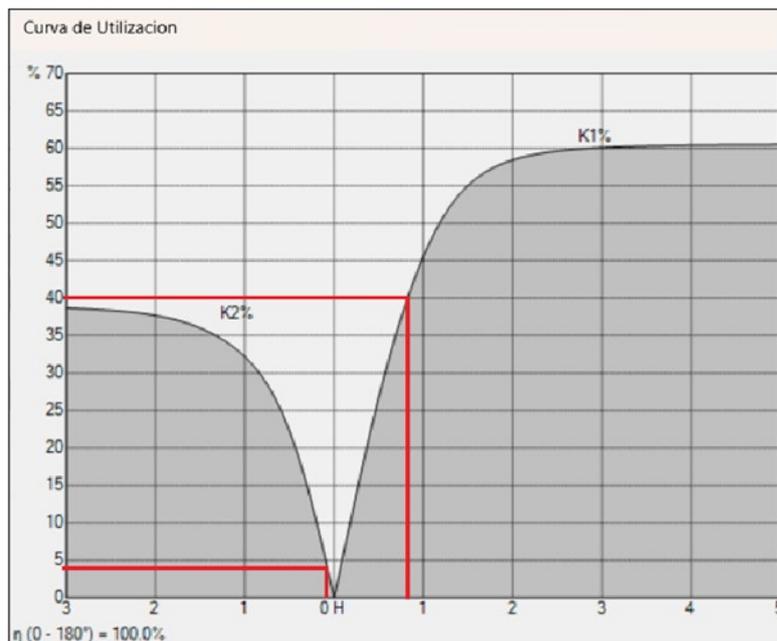
En el **Anexo 13**, se detalla el documento que respalda la certificación de los requisitos técnicos obligatorios. En la **Tabla 29** se muestra la información recopilada para determinar el método del flujo luminoso necesario.

**Tabla 29.** Datos recopilados para el cálculo analítico

| <b>Datos para determinar el flujo luminoso necesario</b> |                         |
|--|-------------------------|
| Longitud de vía (m)                                      | 4400                    |
| Anchura de calzada (m)                                   | 9                       |
| Clase de vía   | $M_3$                   |
| Nivel medio de iluminación (lx)                          | 7                       |
| Flujo luminoso luminaria (lm)                            | 15425                   |
| Tipo de luminaria  | Hermética               |
|  | Distribución asimétrica |

El proceso para definir los parámetros se explica a continuación:

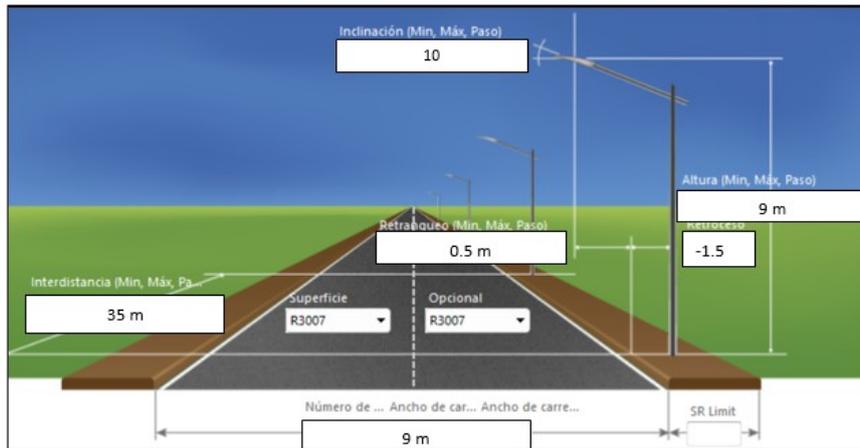
- Factor de utilización:** El factor de utilización se determina mediante los datos proporcionados en la ficha técnica. En la **Figura 31**, se presenta la curva que facilita la obtención de la información necesaria para aplicar las fórmulas para la obtención del factor de utilización.



**Figura 31.** Curva de utilización

**Fuente:**( Schröder, 2020.)

Las **Ecuaciones** (2), (3) y (4) se emplean para calcular el factor de utilización, considerando las particularidades de la calle a iluminar, como se ilustra en la **Figura 32**.



**Figura 32.** Características de la calle a iluminar

**Fuente:**( Schröder, 2020.)

Tomar en consideración que la **longitud del brazo para las luminarias** se establece en 1,8 m (MERNNR, 2022b).

- **Factor de conservación o mantenimiento:** Para determinar el factor de mantenimiento, se utiliza la **Ecuación (5)**, la cual se compone del producto de dos factores, el factor de conservación del flujo luminoso, establecido por la ficha técnica de la luminaria, y el factor de conservación por suciedad, específico para cada tipo de luminaria y detallado en la **Tabla 22**.

A continuación se presentan en detalle los datos proporcionados:

$$f_{m1} = 0,7$$

$$f_{m2} = 0,87 \text{ (hermética)}$$

- **Altura del punto de luz:** El dato se obtiene de la **Tabla 15**, donde, al clasificar la vía como perteneciente a la clase **M3**, se estableció la altura del punto de luz en:

$$h = 9 \text{ m}$$

- **Separación entre puntos de luz:** Aplicando la **Ecuación (6)**, la cual consiste en el producto de la relación (Separación/Altura), por la altura del punto de luz (H). La relación (Separación/Altura) se lo define mediante la información proporcionada por la **Tabla 15**, considerando que este valor lo establece la clase de vía.

$$R = 3,8 \text{ m (relación, separación, altura [S/H]).}$$

- **Disposición de los puntos de luz:** De acuerdo a la **Tabla 23** se selecciona el tipo de disposición, ya que la relación de la **Ecuación (7)**, da como resultado un valor de 1, dato recomendable para la disposición unilateral.
- **Flujo luminoso total necesario:** Mediante la **Ecuación (8)** se determina el flujo total

necesario, el resultado de este permite realizar la comparación con el nivel medio de iluminación establecido para el tipo de vía.

- **Número de unidades luminosas necesarias:** La **Ecuación (9)** proporciona el número total de luminarias que se implementa en el diseño de la red proyectada.

El cálculo se lleva a cabo utilizando el software Excel, y los detalles se exponen en la sección de resultados.

#### **5.4.2.4 Diseño de la red proyectada de alumbrado público con normativa definida por la MERNNR y EERSSA**

Descrito el procedimiento para el diseño de la red de alumbrado público con iluminación LED, se presenta un desglose por subtramos de la red proyectada, este enfoque se adopta debido a la considerable longitud del tramo.

Para establecer la disposición de los puntos de iluminación, se emplea una longitud de 35 metros, basada en el método analítico de alumbrado público descrito por TABOADA y OSRAM (1983). En el caso de curvas, se toma en cuenta la orientación proporcionada por el RETILAP (2023) para la ubicación de los puntos de iluminación.

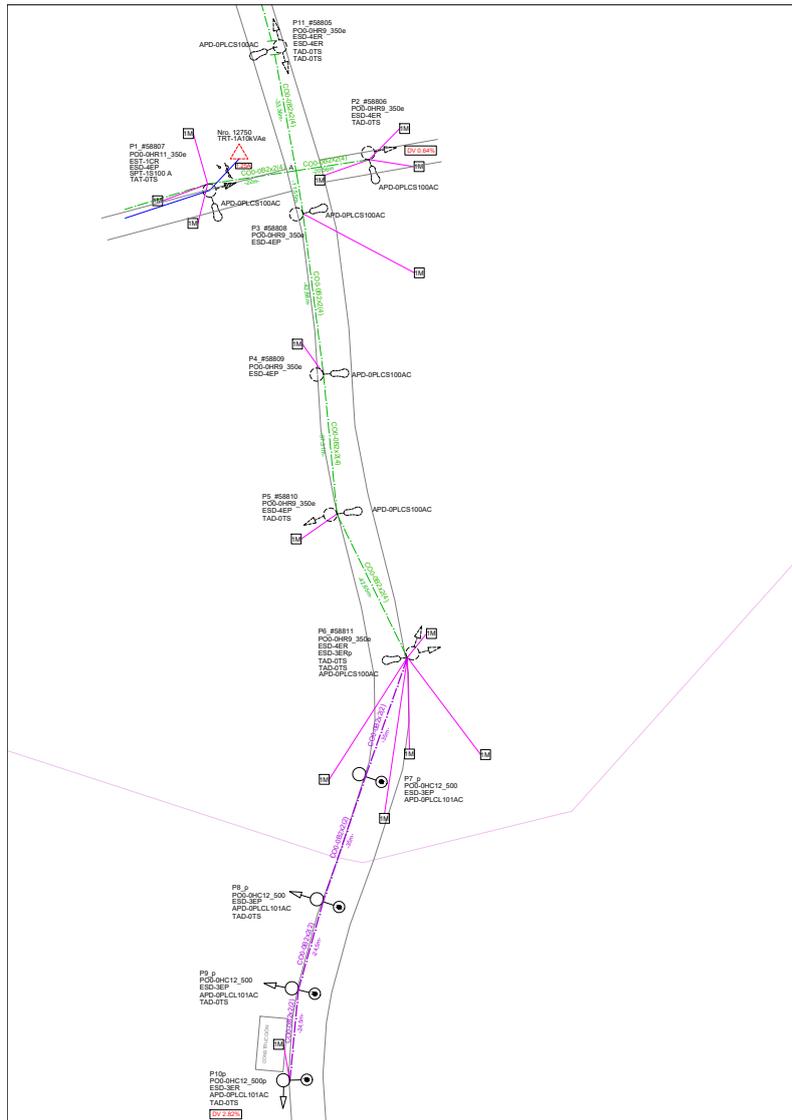
**En el diseño de la red proyectada**, se identifica la red de baja tensión con conductor ACSR mediante el color morado y la de media tensión con el color azul. La red de alumbrado proyectada, utilizando conductor dúplex, se representa en color rojo. Por otro lado, la red existente de baja tensión se distingue con el color verde, mientras que la de media tensión se presenta en color azul.

A continuación, se detalla la información de cada subtramo..

##### **Primer subtramo correspondiente al transformador existente (TR-12750).**

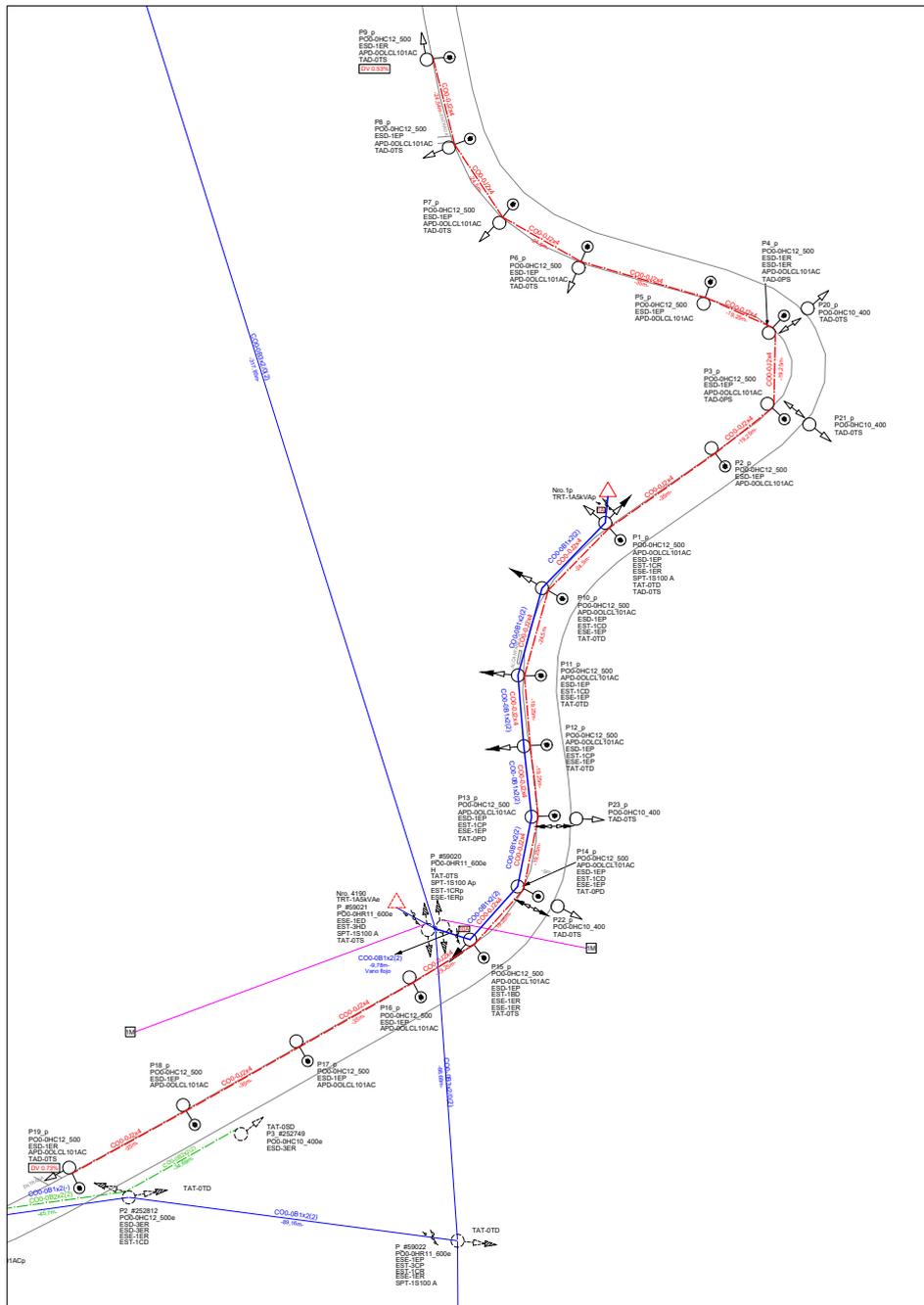
- Este subtramo comprende la salida de la parroquia, por lo cual se considera solo la red existente en la vía principal.
- Para el diseño de la red se considera solo un pequeño tramo que no cuenta con alumbrado a la salida del poblado.
- En este subtramo, únicamente se lleva a cabo el diseño de la red proyectada en la sección final. La extensión de la red se explica por la presencia de un abonado en el poste final, específicamente, entre el penúltimo poste y el último existe un tramo de 125,5 metros donde se encuentra ubicado un abonado. Por esta razón, se considera la expansión proyectada de la red destinada tanto a abonados como para alumbrado público en este punto. En consecuencia, se ha procedido a implementar la red proyectada en este tramo, siguien-

do las especificaciones correspondientes para la distribución de los postes de iluminación, tal como se muestra en la **Figura 33**.



**Figura 33.** Red de alumbrado público subtramo 1

- La red proyectada se deriva desde el poste existente 58811.
  - Segundo subtramo correspondiente al transformador proyectado de 5 kVA.**
- Este subtramo se alimenta mediante un transformador proyectado, ya que el transformador existente más cercano al inicio está considerablemente distante. Por esta razón, se ha optado por proyectar un nuevo transformador con el objetivo de garantizar que la caída de tensión se ajuste a los parámetros recomendados.
- En la **Figura 34** se muestra la red proyectada de alumbrado público.



**Figura 34. Red de alumbrado público subtramo 2**

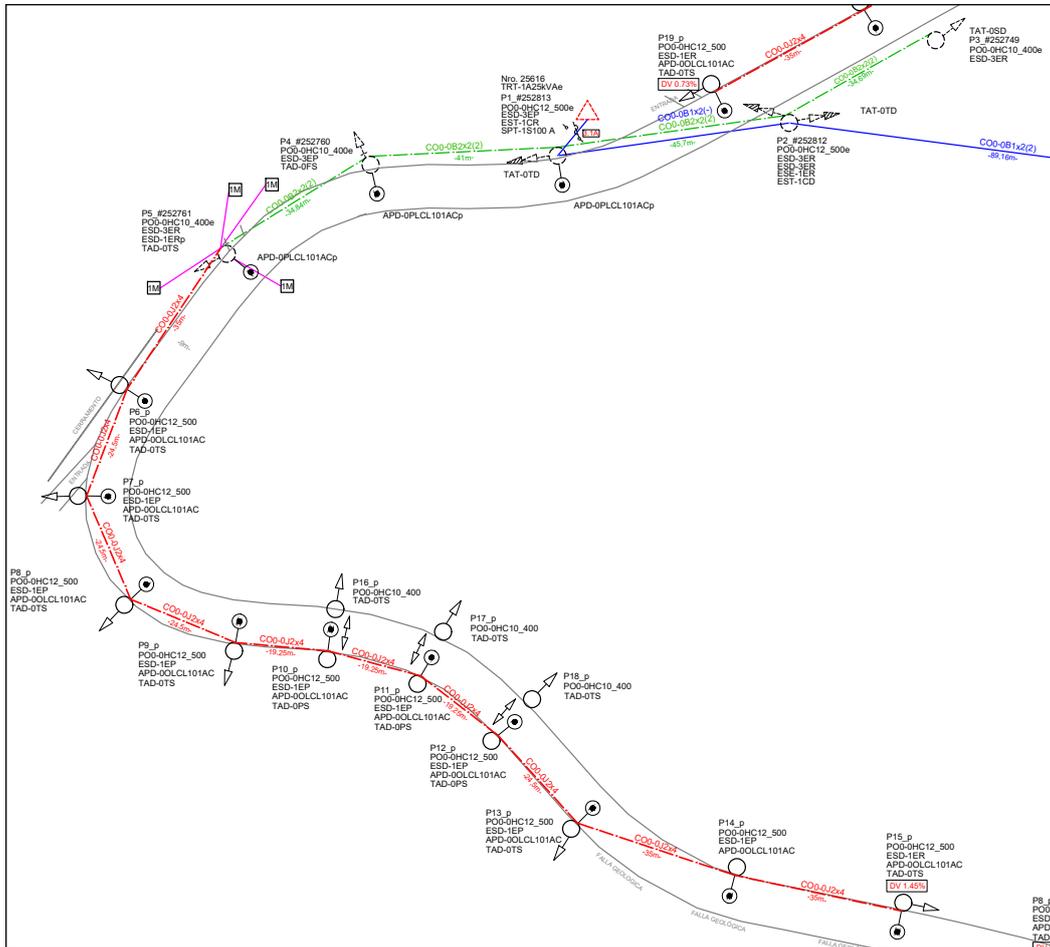
- Para llevar a cabo la proyección de este transformador, se efectúa un análisis de la red de media tensión con el propósito de suministrar energía al transformador proyectado, ya que en la ubicación designada no existe una red de media tensión disponible.
- La derivación de la red proyectada de media tensión se lleva a cabo a partir del poste 59020.

**Tercer subtramo correspondiente al transformador existente (TR-25616).**

- Este subtramo se abastece a través de un transformador existente, seleccionado por su

ubicación adecuada, de manera que se ajuste a los requisitos de la caída de tensión admisible.

- En la **Figura 35** se muestra la red proyectada de alumbrado público.

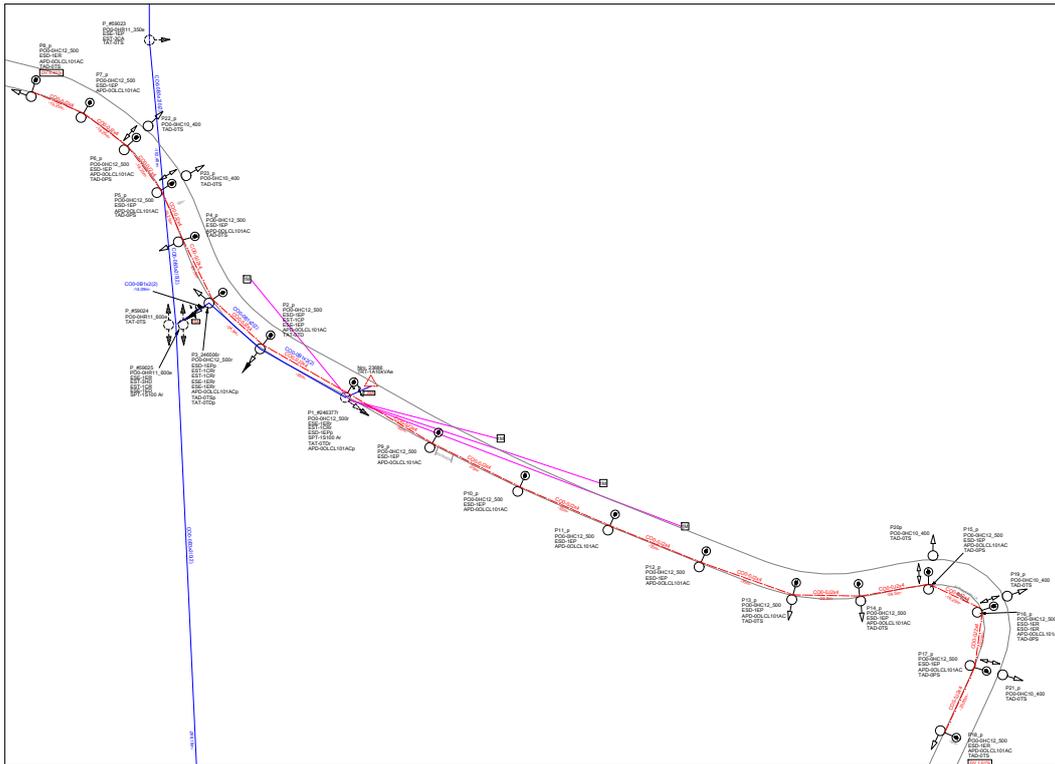


**Figura 35.** Red de alumbrado público subtramo 3

- El subtramo de la red proyectada ha sido diseñado con el objetivo de asegurar que la caída de tensión se ajuste a los parámetros recomendados.
- La derivación de la red proyectada de alumbrado público se lo realiza a partir del poste 252761.

**Cuarto subtramo correspondiente al transformador existente (TR-23686).**

- Este subtramo se alimenta mediante un transformador existente, elegido por su ubicación estratégica para cumplir con los requisitos de la caída de tensión permitida.
- En la **Figura 36** se muestra la red proyectada de alumbrado público.

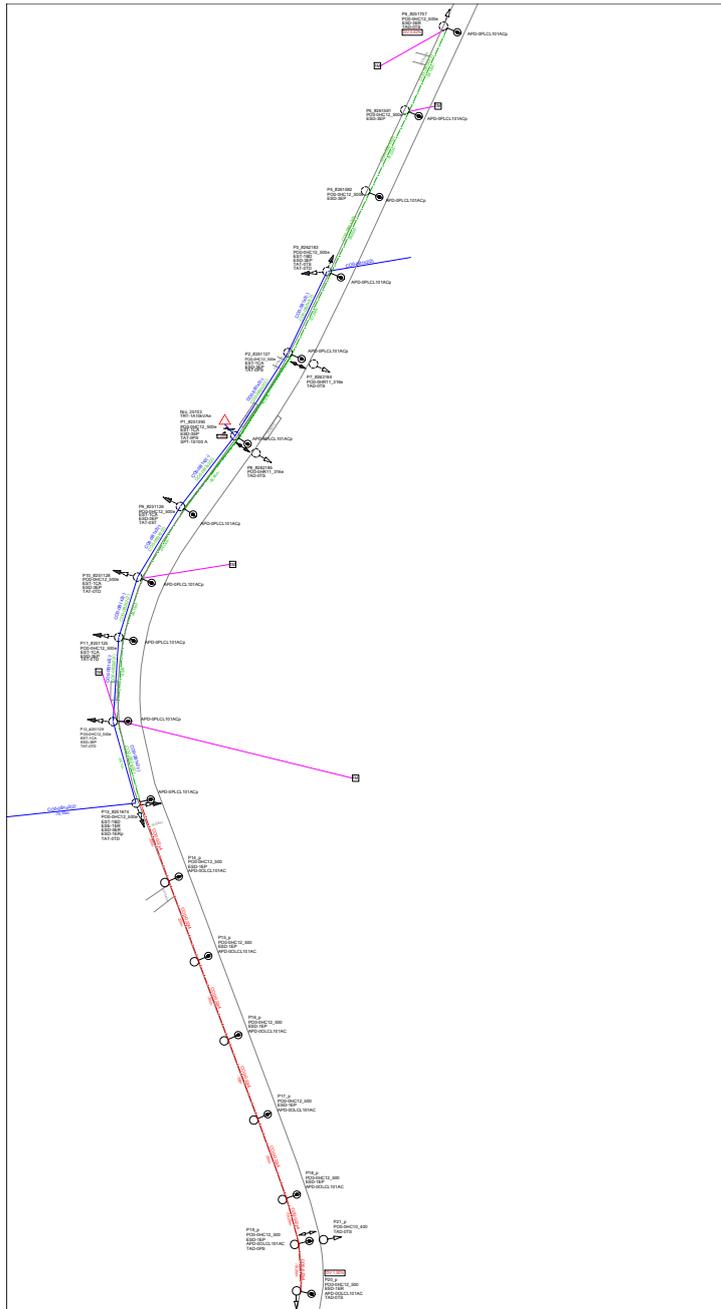


**Figura 36.** Red de alumbrado público subtramo 4

- El subtramo de la red proyectada ha sido diseñado con la finalidad de garantizar que la caída de tensión se ajuste a los parámetros recomendados.
- En este subtramo, se lleva a cabo la reubicación de la red de media tensión existente hacia los postes proyectados. Con el propósito de transferir la red de media tensión en el perfil de la vía, se realiza la reubicación específica del poste 246506 en la red proyectada.
- La derivación de la red proyectada de alumbrado público se lo realiza a partir del poste 246377.

**Quinto subtramo correspondiente al transformador existente (TR-25103).**

- Este subtramo se abastece a través de un transformador existente, seleccionado tanto por su ubicación estratégica como por la continuidad de su red de alumbrado público. Es importante señalar que este subtramo no presenta distancias uniformes entre los puntos de iluminación. Por esta razón, se procede a cambiar el tipo de iluminación en todos los postes existentes en el perfil de la vía, con el propósito de cumplir con las normativas actuales de iluminación.
- En la **Figura 37** se muestra la red proyectada de alumbrado público.



**Figura 37. Red de alumbrado público subtramo 5**

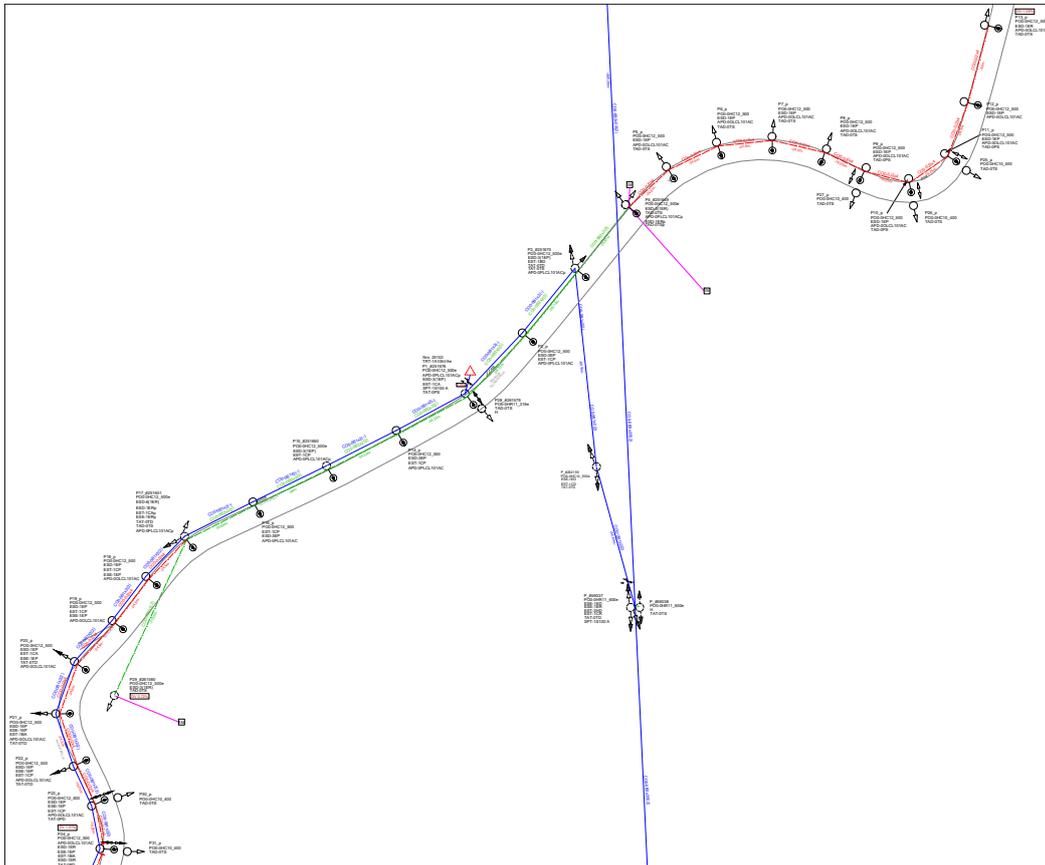
- En este subtramo, se evalúa la red existente teniendo en cuenta el número de abonados a los que distribuye, además se lleva a cabo la proyección de la red de alumbrado público.
- El diseño de la red garantiza que la caída de tensión se ajuste a los parámetros recomendados.
- La derivación de la red proyectada de alumbrado público se lo realiza a partir del poste 251674.

**Sexto subtramo correspondiente al transformador existente (TR-25102).**

- Este subtramo es alimentado por un transformador existente, que es idóneo para sumi-

nistrar energía a la red proyectada. La red existente, abastecida por este transformador, atiende a un número específico de abonados. Los postes de distribución de la red existente están ubicados en el perfil de la vía, ya que se contempla mantenerlos en la red proyectada.

- En la **Figura 38** se muestra la red proyectada de alumbrado público.



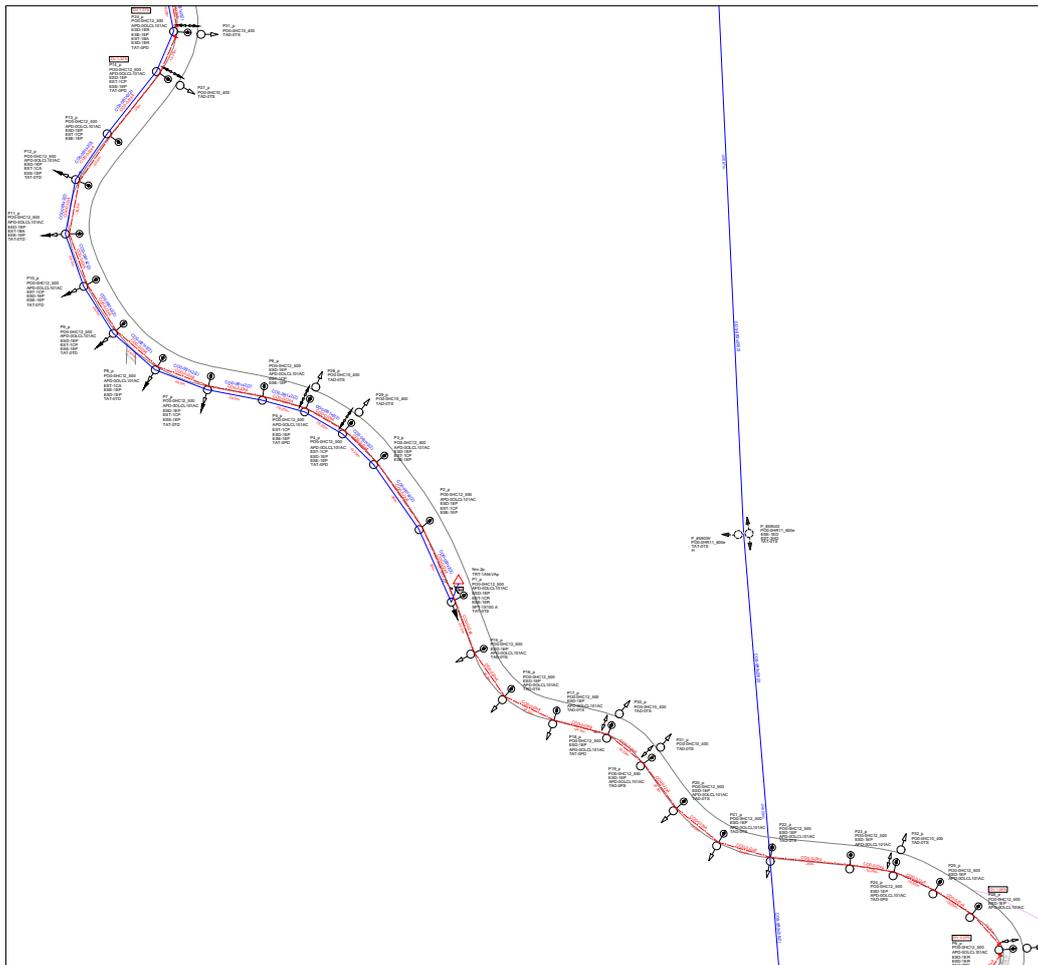
**Figura 38.** Red de alumbrado público subtramo 6

- En este subtramo se evalúa la red existente, teniendo en cuenta el número de abonados a los que distribuye. Adicionalmente, se lleva a cabo la proyección de la red de alumbrado público.
- En la red existente, los postes presentan variadas longitudes. Para mejorar la uniformidad en este sector, se propone la instalación de postes proyectados entre ellos, con dimensiones similares a las utilizadas en el diseño en curso. El sistema proyectado para la red que contiene abonados utiliza conductores ACSR. En contraste, la red destinada exclusivamente para el alumbrado público se diseña con conductores dúplex.
- La derivación de la red proyectada de alumbrado público se lo realiza a partir del poste 251649 y del poste 251651.

- El diseño de la red garantiza que la caída de tensión cumpla con los parámetros recomendados.

**Séptimo subtramo correspondiente al transformador proyectado de 5 kVA.**

- Este subtramo se alimenta mediante un transformador proyectado, ya que el transformador existente, más cercano, está considerablemente distante. Por esta razón, se ha optado por proyectar un nuevo transformador con el objetivo de garantizar que la caída de tensión se ajuste a los parámetros recomendados.
- En la **Figura 39** se muestra la red proyectada de alumbrado público.



**Figura 39.** Red de alumbrado público subtramo 7

- En la proyección de este transformador, se realiza un análisis de la red de media tensión con el objetivo de abastecer de energía al transformador proyectado, esto se debe a que en la ubicación designada no hay una red de media tensión disponible.
- La derivación de la red proyectada de media tensión se lleva a cabo a partir del poste 251651.

**Octavo subtramo correspondiente al transformador proyectado de 5 kVA.**





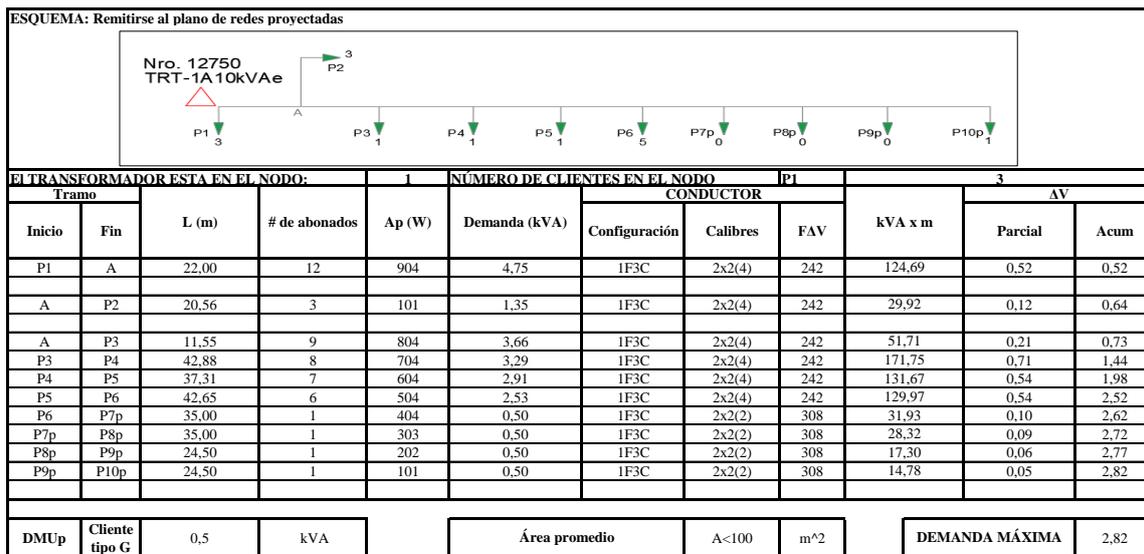


### 5.4.2.5 Cálculo de la caída de tensión admisible de la red proyectada.

Se realiza el cálculo de la caída de tensión admisible teniendo en cuenta la información recopilada de los planos de la red proyectada. Utilizando los datos recopilados para cada subtramo, se efectúa el cálculo con el objetivo de cumplir con la caída de tensión admisible, considerando tanto el escenario de alumbrado público como la presencia de abonados en la red proyectada.

Este cálculo se realiza simultáneamente con el diseño de la red proyectada, con el propósito de ajustar los cálculos y garantizar el cumplimiento de los requisitos establecidos para la caída de tensión admisible. Como también, se evalúan los transformadores existentes para determinar su idoneidad en la alimentación de la red proyectada.

**Primer subtramo:** En la **Figura 43** se detalla la información sobre el cálculo de la caída de tensión del primer transformador existente (TR-12750) con red proyectada de alumbrado público.



**Figura 43.** Cálculo de caída de tensión admisible del primer subtramo

- Se lleva a cabo el cálculo de la caída de tensión específicamente para el tramo de la vía pública donde se extendió la red proyectada de alumbrado público con abonados.
- La caída de tensión admisible para alumbrado público con abonados cumple con los requisitos normalizados por la EERSSA (zona rural).

**Segundo subtramo:** En la **Figura 44** se detalla la información sobre el cálculo de la caída de tensión admisible del segundo transformador con red proyectada de alumbrado público.

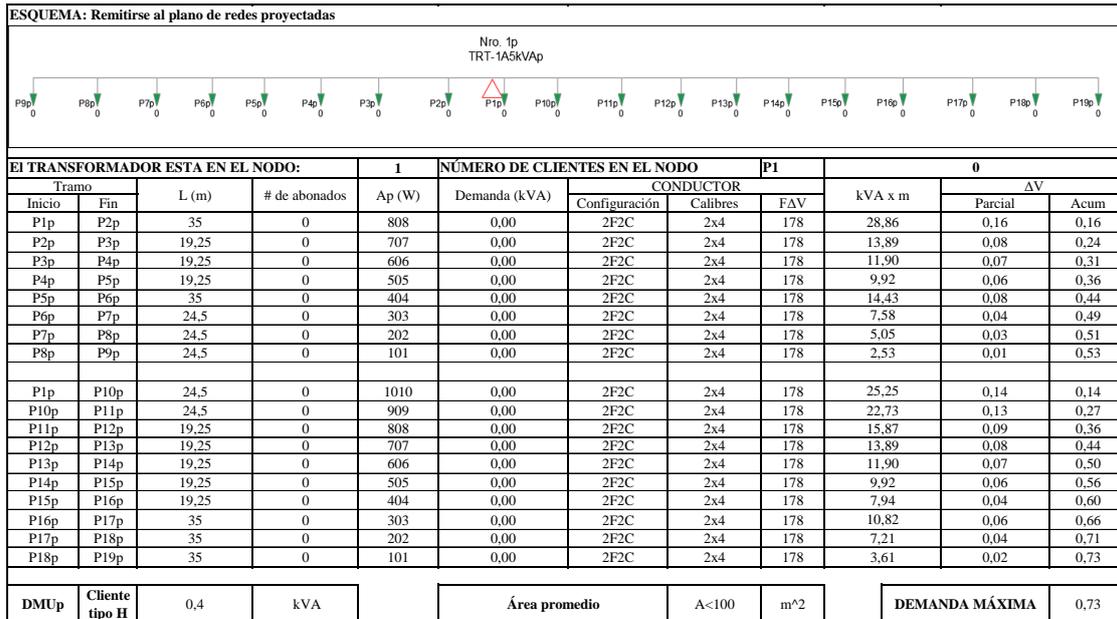


Figura 44. Cálculo de caída de tensión admisible del segundo subtramo

- La caída de tensión admisible para alumbrado público cumple con los requisitos normalizados por la EERSSA (zona rural).

**Tercer subtramo:** En la **Figura 45** se detalla la información sobre el cálculo de la caída de tensión admisible del tercer transformador existente (TR-25616) con red de alumbrado pública proyectada.

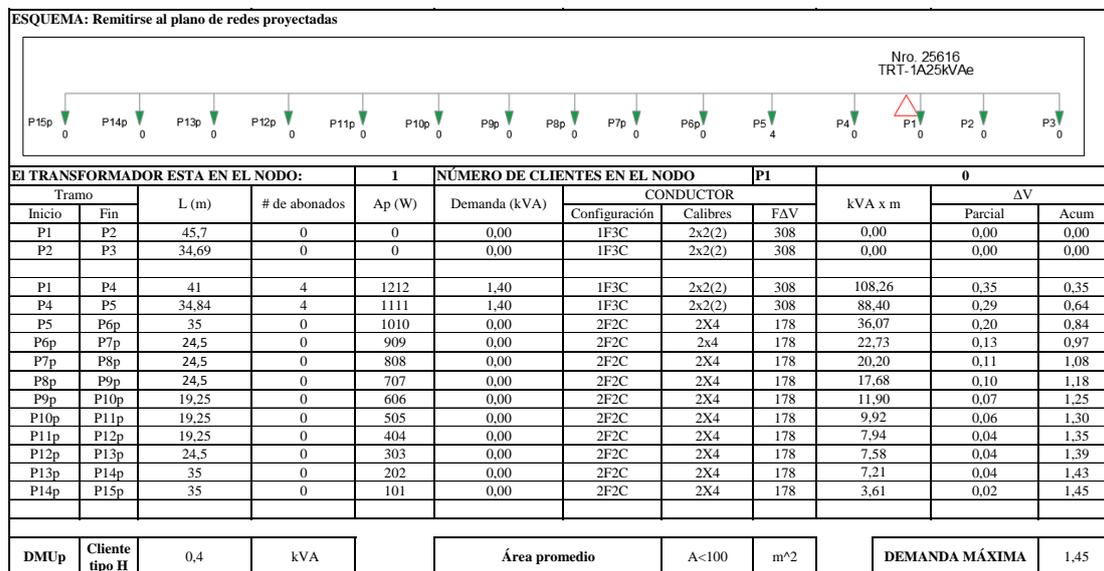


Figura 45. Cálculo de caída de tensión admisible del tercer subtramo

- La caída de tensión admisible para alumbrado público con abonados cumple con los requisitos normalizados por la EERSSA (zona rural).

**Cuarto subtramo:** En la **Figura 46** se detalla la información sobre el cálculo de la

caída de tensión admisible del cuarto transformador existente (TR-23686) con red proyectada de alumbrado público.

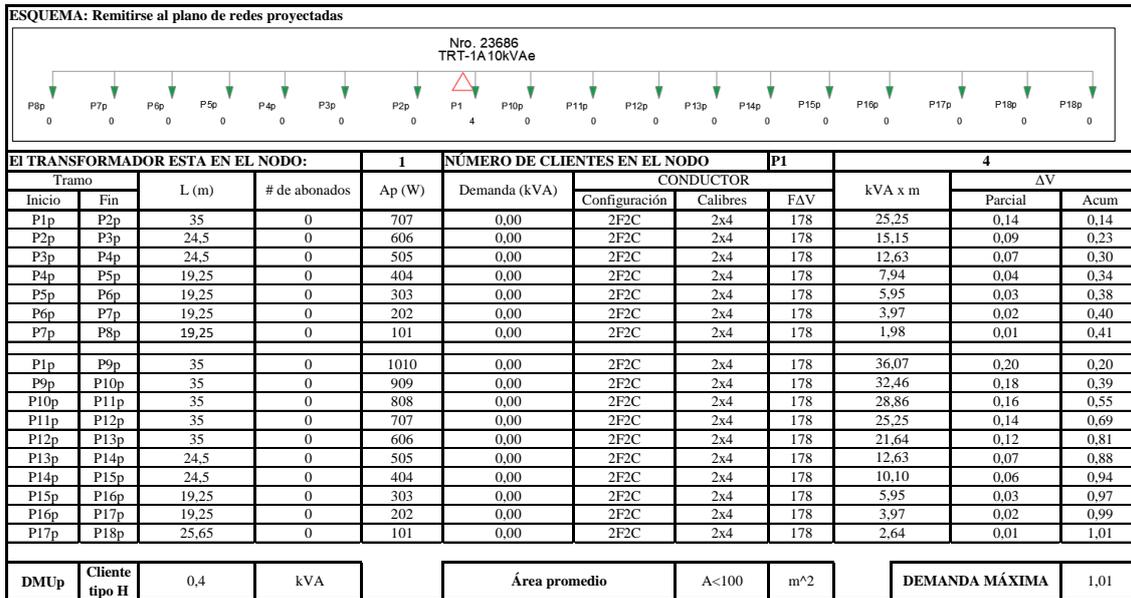


Figura 46. Cálculo de caída de tensión admisible del cuarto subtramo

- La caída de tensión admisible para alumbrado público cumple con los requisitos normalizados por la EERSSA (zona rural).

**Quinto subtramo:** En la Figura 47 se detalla la información sobre el cálculo de la caída de tensión admisible del quinto transformador existente (TR-25103) con red proyectada de alumbrado público.

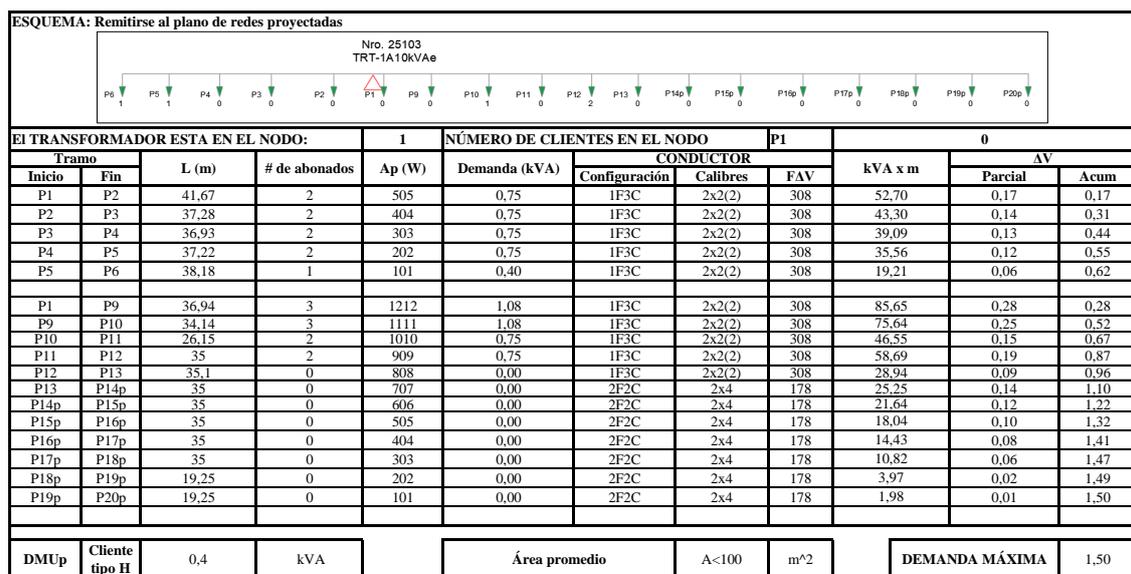
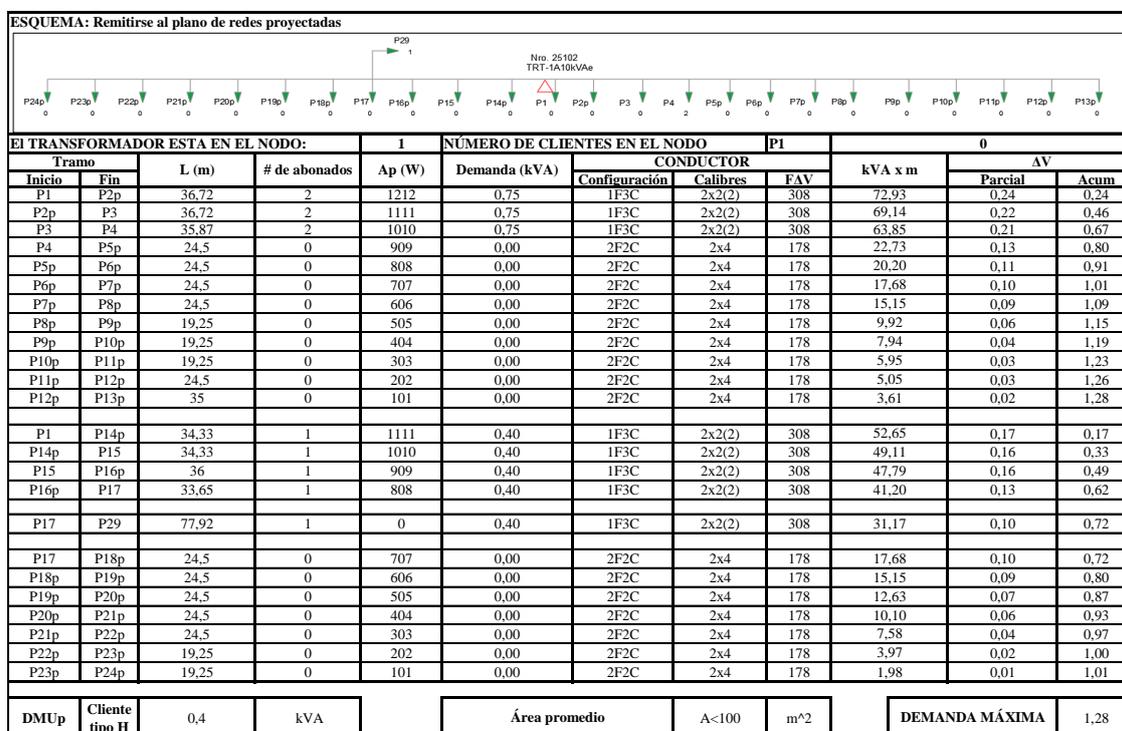


Figura 47. Cálculo de caída de tensión admisible del quinto subtramo

- La caída de tensión admisible para alumbrado público con abonados cumple con los re-

quisitos normalizados por la EERSSA (zona rural).

**Sexto subtramo:** En la **Figura 48** se detalla la información sobre el cálculo de la caída de tensión admisible del sexto transformador existente (TR-25102) con red proyectada de alumbrado público.



**Figura 48.** Cálculo de caída de tensión admisible del sexto subtramo

- La caída de tensión admisible para alumbrado público con abonados cumple con los requisitos normalizados por la EERSSA (zona rural).

**Séptimo subtramo:** En la **Figura 49** se detalla la información sobre el cálculo de la caída de tensión admisible del séptimo transformador con red proyectada de alumbrado público.

ESQUEMA: Remitirse al plano de redes proyectadas

| EL TRANSFORMADOR ESTA EN EL NODO: |                |       |               | NÚMERO DE CLIENTES EN EL NODO |               |               |                |                | P1      |         | 0    |  |
|-----------------------------------|----------------|-------|---------------|-------------------------------|---------------|---------------|----------------|----------------|---------|---------|------|--|
| Tramo                             |                | L (m) | # de abonados | Ap (W)                        | Demanda (kVA) | CONDUCTOR     |                |                | kVA x m | AV      |      |  |
| Inicio                            | Fin            |       |               |                               |               | Configuración | Calibres       | FAV            |         | Parcial | Acum |  |
| P1p                               | P2p            | 35    | 0             | 1313                          | 0,00          | 2F2C          | 2x4            | 178            | 46,89   | 0,26    | 0,26 |  |
| P2p                               | P3p            | 35    | 0             | 1212                          | 0,00          | 2F2C          | 2x4            | 178            | 43,29   | 0,24    | 0,51 |  |
| P3p                               | P4p            | 19,25 | 0             | 1111                          | 0,00          | 2F2C          | 2x4            | 178            | 21,82   | 0,12    | 0,63 |  |
| P4p                               | P5p            | 19,25 | 0             | 1010                          | 0,00          | 2F2C          | 2x4            | 178            | 19,84   | 0,11    | 0,74 |  |
| P5p                               | P6p            | 19,25 | 0             | 909                           | 0,00          | 2F2C          | 2x4            | 178            | 17,86   | 0,10    | 0,84 |  |
| P6p                               | P7p            | 24,5  | 0             | 808                           | 0,00          | 2F2C          | 2x4            | 178            | 20,20   | 0,11    | 0,95 |  |
| P7p                               | P8p            | 24,5  | 0             | 707                           | 0,00          | 2F2C          | 2x4            | 178            | 17,68   | 0,10    | 1,05 |  |
| P8p                               | P9p            | 24,5  | 0             | 606                           | 0,00          | 2F2C          | 2x4            | 178            | 15,15   | 0,09    | 1,14 |  |
| P9p                               | P10p           | 24,5  | 0             | 505                           | 0,00          | 2F2C          | 2x4            | 178            | 12,63   | 0,07    | 1,21 |  |
| P10p                              | P11p           | 24,5  | 0             | 404                           | 0,00          | 2F2C          | 2x4            | 178            | 10,10   | 0,06    | 1,27 |  |
| P11p                              | P12p           | 24,5  | 0             | 303                           | 0,00          | 2F2C          | 2x4            | 178            | 7,58    | 0,04    | 1,25 |  |
| P12p                              | P13p           | 24,5  | 0             | 202                           | 0,00          | 2F2C          | 2x4            | 178            | 5,05    | 0,03    | 1,29 |  |
| P13p                              | P14p           | 35    | 0             | 101                           | 0,00          | 2F2C          | 2x4            | 178            | 3,61    | 0,02    | 1,32 |  |
| P1p                               | P15p           | 24,5  | 0             | 1212                          | 0,00          | 2F2C          | 2x4            | 178            | 30,30   | 0,17    | 0,17 |  |
| P15p                              | P16p           | 24,5  | 0             | 1111                          | 0,00          | 2F2C          | 2x4            | 178            | 27,78   | 0,16    | 0,33 |  |
| P16p                              | P17p           | 24,5  | 0             | 1010                          | 0,00          | 2F2C          | 2x4            | 178            | 25,25   | 0,14    | 0,47 |  |
| P17p                              | P18p           | 24,5  | 0             | 909                           | 0,00          | 2F2C          | 2x4            | 178            | 22,73   | 0,13    | 0,60 |  |
| P18p                              | P19p           | 19,25 | 0             | 808                           | 0,00          | 2F2C          | 2x4            | 178            | 15,87   | 0,09    | 0,68 |  |
| P19p                              | P20p           | 24,5  | 0             | 707                           | 0,00          | 2F2C          | 2x4            | 178            | 17,68   | 0,10    | 0,78 |  |
| P20p                              | P21p           | 24,5  | 0             | 606                           | 0,00          | 2F2C          | 2x4            | 178            | 15,15   | 0,09    | 0,87 |  |
| P21p                              | P22p           | 24,5  | 0             | 505                           | 0,00          | 2F2C          | 2x4            | 178            | 12,63   | 0,07    | 0,94 |  |
| P22p                              | P23p           | 35    | 0             | 404                           | 0,00          | 2F2C          | 2x4            | 178            | 14,43   | 0,08    | 1,02 |  |
| P23p                              | P24p           | 19,25 | 0             | 303                           | 0,00          | 2F2C          | 2x4            | 178            | 5,95    | 0,03    | 1,05 |  |
| P24p                              | P25p           | 19,25 | 0             | 202                           | 0,00          | 2F2C          | 2x4            | 178            | 3,97    | 0,02    | 1,08 |  |
| P25p                              | P26p           | 19,25 | 0             | 101                           | 0,00          | 2F2C          | 2x4            | 178            | 1,98    | 0,01    | 1,09 |  |
| DMUp                              | Cliente tipo H | 0,4   | kVA           | Área promedio                 |               | A<100         | m <sup>2</sup> | DEMANDA MÁXIMA |         | 1,32    |      |  |

Figura 49. Cálculo de caída de tensión admisible del séptimo subtramo

- La caída de tensión admisible para alumbrado público cumple con los requisitos normalizados por la EERSSA (zona rural).

**Octavo subtramo:** En la Figura 50 se detalla la información sobre el cálculo de la caída de tensión admisible del octavo transformador con red proyectada de alumbrado público.

ESQUEMA: Remitirse al plano de redes proyectadas

| EL TRANSFORMADOR ESTA EN EL NODO: |                |       |               | NÚMERO DE CLIENTES EN EL NODO |               |               |                |                | P1      |         | 0    |  |
|-----------------------------------|----------------|-------|---------------|-------------------------------|---------------|---------------|----------------|----------------|---------|---------|------|--|
| Tramo                             |                | L (m) | # de abonados | Ap (W)                        | Demanda (kVA) | CONDUCTOR     |                |                | kVA x m | AV      |      |  |
| Inicio                            | Fin            |       |               |                               |               | Configuración | Calibres       | FAV            |         | Parcial | Acum |  |
| P1p                               | P2p            | 35    | 0             | 505                           | 0,00          | 2F2C          | 2x4            | 178            | 18,04   | 0,10    | 0,10 |  |
| P2p                               | P3p            | 24,5  | 0             | 404                           | 0,00          | 2F2C          | 2x4            | 178            | 10,10   | 0,06    | 0,16 |  |
| P3p                               | P4p            | 24,5  | 0             | 303                           | 0,00          | 2F2C          | 2x4            | 178            | 7,58    | 0,04    | 0,20 |  |
| P4p                               | P5p            | 19,25 | 0             | 202                           | 0,00          | 2F2C          | 2x4            | 178            | 3,97    | 0,02    | 0,22 |  |
| P5p                               | P6p            | 19,25 | 0             | 101                           | 0,00          | 2F2C          | 2x4            | 178            | 1,98    | 0,01    | 0,23 |  |
| P1p                               | P7p            | 24,5  | 0             | 1212                          | 0,00          | 2F2C          | 2x4            | 178            | 30,30   | 0,17    | 0,17 |  |
| P7p                               | P8p            | 24,5  | 0             | 1111                          | 0,00          | 2F2C          | 2x4            | 178            | 27,78   | 0,16    | 0,33 |  |
| P8p                               | P9p            | 24,5  | 0             | 1010                          | 0,00          | 2F2C          | 2x4            | 178            | 25,25   | 0,14    | 0,47 |  |
| P9p                               | P10p           | 24,5  | 0             | 909                           | 0,00          | 2F2C          | 2x4            | 178            | 22,73   | 0,13    | 0,60 |  |
| P10p                              | P11p           | 35    | 0             | 808                           | 0,00          | 2F2C          | 2x4            | 178            | 28,86   | 0,16    | 0,76 |  |
| P11p                              | P12p           | 34    | 0             | 707                           | 0,00          | 2F2C          | 2x4            | 178            | 24,53   | 0,14    | 0,90 |  |
| P12p                              | P13p           | 19,25 | 0             | 606                           | 0,00          | 2F2C          | 2x4            | 178            | 11,90   | 0,07    | 0,96 |  |
| P13p                              | P14p           | 19,25 | 0             | 505                           | 0,00          | 2F2C          | 2x4            | 178            | 9,92    | 0,06    | 1,02 |  |
| P14p                              | P15p           | 35    | 0             | 404                           | 0,00          | 2F2C          | 2x4            | 178            | 14,43   | 0,08    | 1,10 |  |
| P15p                              | P16p           | 35    | 0             | 303                           | 0,00          | 2F2C          | 2x4            | 178            | 10,82   | 0,06    | 1,16 |  |
| P16p                              | P17p           | 35    | 0             | 202                           | 0,00          | 2F2C          | 2x4            | 178            | 7,21    | 0,04    | 1,20 |  |
| P17p                              | P18p           | 19,25 | 0             | 101                           | 0,00          | 2F2C          | 2x4            | 178            | 1,98    | 0,01    | 1,21 |  |
| DMUp                              | Cliente tipo H | 0,4   | kVA           | Área promedio                 |               | A<100         | m <sup>2</sup> | DEMANDA MÁXIMA |         | 1,21    |      |  |

Figura 50. Cálculo de caída de tensión admisible del octavo subtramo

- La caída de tensión admisible para alumbrado público cumple con los requisitos normalizados por la EERSSA (zona rural).

**Noveno subtramo:** En la Figura 51 se detalla la información sobre el cálculo de la

caída de tensión admisible del noveno transformador existente (TR-20921) con red proyectada de alumbrado público.

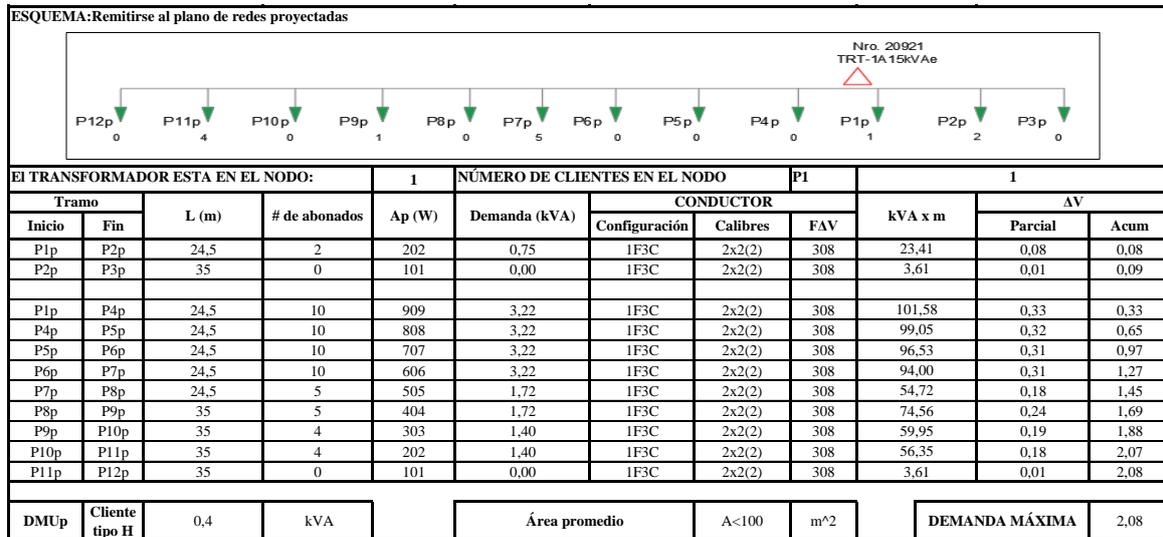


Figura 51. Cálculo de caída de tensión admisible del noveno subtramo

- La caída de tensión admisible para alumbrado público con abonados cumple con los requisitos normalizados por la EERSSA (zona rural).

**Décimo subtramo:** En la Figura 52 se detalla la información sobre el cálculo de la caída de tensión admisible del décimo transformador con red proyectada de alumbrado público.

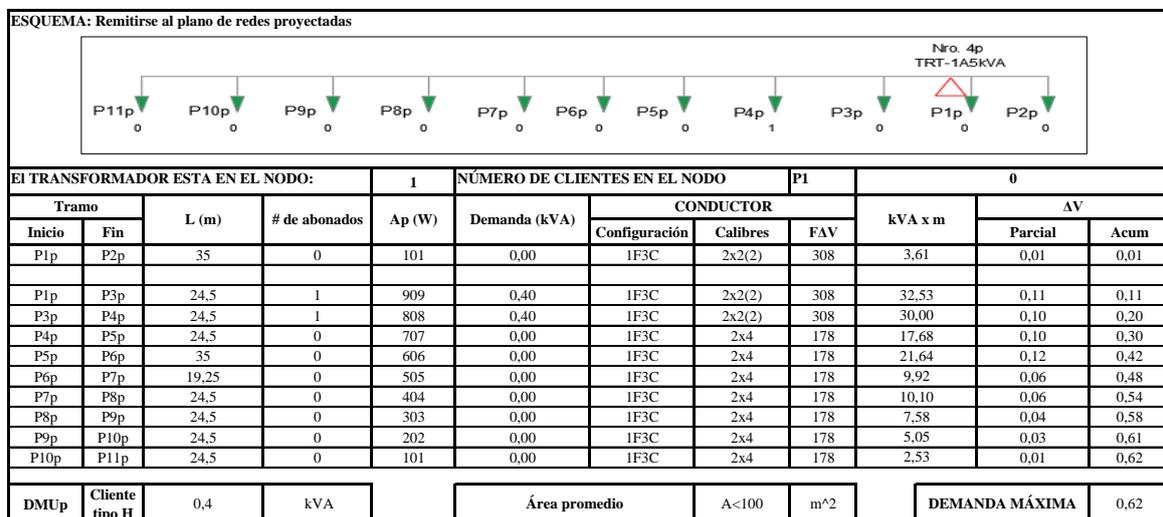


Figura 52. Cálculo de caída de tensión admisible del décimo subtramo

- La caída de tensión admisible para alumbrado público con abonados cumple con los requisitos normalizados por la EERSSA (zona rural).

### 5.4.2.6 Cálculo de la Demanda Máxima de Diseño de los Transformadores

Descrito el procedimiento y parámetros para el cálculo de la demanda máxima de diseño de los Transformadores, se detalla los cálculos por subtramos.

1. **Primer subtramo:** Demanda máxima de diseño del primer transformador y los cálculos se muestran en la **Tabla 30**.

**Tabla 30.** Demanda máxima de diseño del transformador (TRe - 15750)

| <b>Demanda Máxima de Diseño del Transformador (DMD<sub>T</sub>)</b> |        |
|---|--------|
| <b>Datos</b>  |        |
| DMU_p (kVA)   | G: 0,5 |
| N   | 26     |
| FS  | 0,7    |
| Ce (kVA)  | 0      |
| AP (kVA)  | 1,71   |
| <b>Resultados</b>   |        |
| DMP (kVA)   | 9,56   |
| DMD_T (kVA)   | 7,89   |

La demanda de diseño se encuentra dentro de la capacidad del transformador existente (10 kVA), por lo que se confirma su idoneidad para suministrar energía a la red proyectada.

2. **Segundo subtramo:** Demanda máxima de diseño del segundo transformador y los cálculos se muestran en la **Tabla 31**.

**Tabla 31.** Demanda máxima de diseño del transformador proyectado

| <b>Demanda Máxima de Diseño del Transformador (DMD<sub>T</sub>)</b> |        |
|---|--------|
| <b>Datos</b>  |        |
| DMU_p (kVA)   | H: 0,4 |
| N   | 0      |
| FS  | 0,7    |
| Ce (kVA)  | 0      |
| AP (kVA)  | 1,96   |
| <b>Resultados</b>   |        |
| DMP (kVA)   | 0      |
| DMD_T (kVA)   | 1,37   |

La demanda de diseño se encuentra dentro de la capacidad del transformador proyectado (5 kVA), por lo que se confirma su idoneidad para suministrar energía a la red proyectada.

3. **Tercer subtramo:** Demanda máxima de diseño del tercer transformador y los cálculos se muestran en la **Tabla 32**.

**Tabla 32.** Demanda máxima de diseño del transformador (TRe - 25616)

| <b>Demanda Máxima de Diseño del Transformador (DMD<sub>T</sub>)</b> |        |
|---|--------|
| <b>Datos</b>  |        |
| DMU_p (kVA)   | H: 0,4 |
| N   | 4      |
| FS  | 0,7    |
| Ce (kVA)  | 0      |
| AP (kVA)  | 1,34   |
| <b>Resultados</b>   |        |
| DMP (kVA)   | 1,4    |
| DMD_T (kVA)   | 1,92   |

La demanda de diseño se encuentra dentro de la capacidad del transformador existente (25 kVA), por lo que se confirma su idoneidad para suministrar energía a la red proyectada.

4. **Cuarto subtramo:** Demanda máxima de diseño del cuarto transformador y los cálculos se muestran en la **Tabla 33**.

**Tabla 33.** Demanda máxima de diseño del transformador (TRe - 23686)

| <b>Demanda Máxima de Diseño del Transformador (DMD<sub>T</sub>)</b> |        |
|---|--------|
| <b>Datos</b>  |        |
| DMU_p (kVA)   | H: 0,4 |
| N   | 4      |
| FS  | 0,7    |
| Ce (kVA)  | 0      |
| AP (kVA)  | 1,86   |
| <b>Resultados</b>   |        |
| DMP (kVA)   | 1,4    |
| DMD_T (kVA)   | 2,28   |

La demanda de diseño se encuentra dentro de la capacidad del transformador existente (10 kVA), por lo que se confirma su idoneidad para suministrar energía a la red proyectada.

5. **Quinto subtramo:** Demanda máxima de diseño del quinto transformador y los cálculos se muestran en la **Tabla 34**.

**Tabla 34.** Demanda máxima de diseño del transformador (TRe - 25103)

| <b>Demanda Máxima de Diseño del Transformador (DMD<sub>T</sub>)</b> |        |
|---|--------|
| <b>Datos</b>  |        |
| DMU_p (kVA)   | H: 0,4 |
| N   | 5      |
| FS  | 0,7    |
| Ce (kVA)  | 0      |
| AP (kVA)  | 1,86   |
| <b>Resultados</b>   |        |
| DMP (kVA)   | 1,72   |

| <b>Demanda Máxima de Diseño del Transformador (<math>DMD_T</math>)</b> |      |
|--|------|
| DMD.T (kVA)  | 2,50 |

La demanda de diseño se encuentra dentro de la capacidad del transformador existente (10 kVA), por lo que se confirma su idoneidad para suministrar energía a la red proyectada.

6. **Sexto subtramo:** Demanda máxima de diseño del sexto transformador y los cálculos se muestran en la **Tabla 35**.

**Tabla 35.** Demanda máxima de diseño del transformador (TRe - 25102)

| <b>Demanda Máxima de Diseño del Transformador (<math>DMD_T</math>)</b> |        |
|--|--------|
| <b>Datos</b>   |        |
| DMU.p (kVA)  | H: 0,4 |
| N  | 3      |
| FS   | 0,7    |
| Ce (kVA)   | 0      |
| AP (kVA)   | 2,47   |
| <b>Resultados</b>  |        |
| DMP (kVA)  | 1,08   |
| DMD.T (kVA)  | 2,49   |

La demanda de diseño se encuentra dentro de la capacidad del transformador existente (10 kVA), por lo que se confirma su idoneidad para suministrar energía a la red proyectada.

7. **Séptimo subtramo:** Demanda máxima de diseño del séptimo transformador y los cálculos se muestran en la **Tabla 36**.

**Tabla 36.** Demanda máxima de diseño del transformador proyectado

| <b>Demanda Máxima de Diseño del Transformador (<math>DMD_T</math>)</b> |        |
|--|--------|
| <b>Datos</b>   |        |
| DMU.p (kVA)  | H: 0,4 |
| N  | 0      |
| FS   | 0,7    |
| Ce (kVA)   | 0      |
| AP (kVA)   | 2,68   |
| <b>Resultados</b>  |        |
| DMP (kVA)  | 0      |
| DMD.T (kVA)  | 1,88   |

La demanda de diseño se encuentra dentro de la capacidad del transformador proyectado (5 kVA), por lo que se confirma su idoneidad para suministrar energía a la red proyectada.

8. **Octavo subtramo:** Demanda máxima de diseño del octavo transformador y los cálculos se muestran en la **Tabla 37**.

**Tabla 37.** Demanda máxima de diseño del transformador proyectado

| <b>Demanda Máxima de Diseño del Transformador (<math>DMD_T</math>)</b> |        |
|--|--------|
| <b>Datos</b>   |        |
| DMU_p (kVA)  | H: 0,4 |
| N  | 0      |
| FS   | 0,7    |
| Ce (kVA)   | 0      |
| AP (kVA)   | 1,86   |
| <b>Resultados</b>  |        |
| DMP (kVA)  | 0      |
| DMD_T (kVA)  | 1,30   |

La demanda de diseño se encuentra dentro de la capacidad del transformador proyectado (5 kVA), por lo que se confirma su idoneidad para suministrar energía a la red proyectada.

9. **Noveno subtramo:** Demanda máxima de diseño del noveno transformador y los cálculos se muestran en la **Tabla 38**.

**Tabla 38.** Demanda máxima de diseño del transformador (TRr - 20921)

| <b>Demanda Máxima de Diseño del Transformador (<math>DMD_T</math>)</b> |        |
|--|--------|
| <b>Datos</b>   |        |
| DMU_p (kVA)  | H: 0,4 |
| N  | 13     |
| FS   | 0,7    |
| Ce (kVA)   | 0      |
| AP (kVA)   | 1,24   |
| <b>Resultados</b>  |        |
| DMP (kVA)  | 4,08   |
| DMD_T (kVA)  | 3,72   |

La demanda de diseño se encuentra dentro de la capacidad del transformador existente (15 kVA), por lo que se confirma su idoneidad para suministrar energía a la red proyectada.

10. **Décimo subtramo:** Demanda máxima de diseño del décimo transformador y los cálculos se muestran en la **Tabla 39**.

**Tabla 39.** Demanda máxima de diseño del transformador proyectado

| <b>Demanda Máxima de Diseño del Transformador (<math>DMD_T</math>)</b> |        |
|--|--------|
| <b>Datos</b>   |        |
| DMU_p (kVA)  | H: 0,4 |
| N  | 1      |
| FS   | 0,7    |
| Ce (kVA)   | 0      |
| AP (kVA)   | 1,13   |
| <b>Resultados</b>  |        |
| DMP (kVA)  | 0,4    |

| <b>Demanda Máxima de Diseño del Transformador (<math>DMD_T</math>)</b> |      |
|--|------|
| DMD.T (kVA)  | 1,07 |

La demanda de diseño se encuentra dentro de la capacidad del transformador proyectado (5 kVA), por lo que se confirma su idoneidad para suministrar energía a la red proyectada.

### 5.4.3 Tercer objetivo: “*Simular el diseño de alumbrado público mediante el software ULYSSE “3.5.9” que cumpla con los parámetros fotométricos*”

Recopilados los datos esenciales para ingresar al software, se procede a configurar todos los parámetros con el objetivo de ejecutar el software y analizar si la luminaria cumple con los requisitos fotométricos establecidos por las normativas vigentes. En **Tabla 40** se describe cada uno de los datos para los respectivos parámetros.

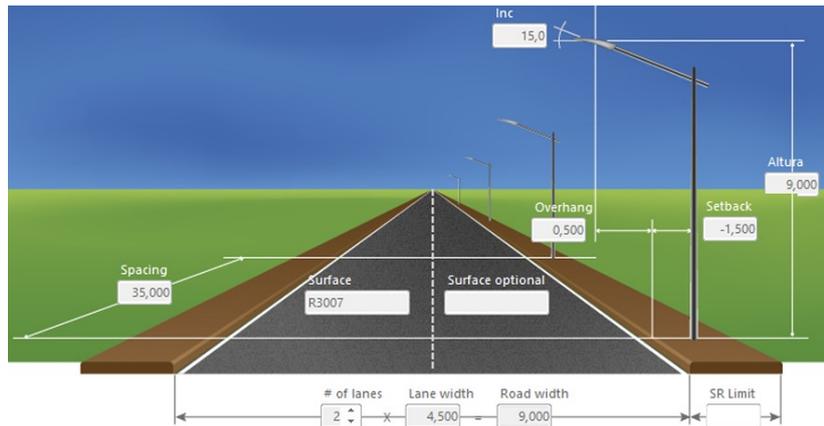
**Tabla 40.** Datos para la simulación del diseño de iluminación

| <b>Datos</b>                               |                    |
|--|--------------------|
| Tipo de luminaria.                         | LED                |
| Potencia de la luminaria.                  | 101 W              |
| Flujo luminoso de la luminaria.            | 15425 lm           |
| Altura de montaje de las luminarias.       | 9 m                |
| Ancho de la vía.                           | 9 m                |
| Distancia del bordillo de la vía al poste. | 1,5 m              |
| Distancia desde de la luminaria al poste.  | 2 m                |
| Disposición de luminarias.                 | Unilateral derecha |
| Inclinación de la luminaria.               | 15°                |

De acuerdo con el Manual del MERNNR (2022a), se definen los datos recomendados basados en las especificaciones técnicas de materiales y equipos para el sistema de distribución.

- Factor de mantenimiento para simulación: 0,85 (Contaminación alta).
- En todos los tipos de iluminación, se debe tener en cuenta que las clases M1, M2, M3, C0, C1 y C2 requieren una distancia mínima entre postes de 35 metros, mientras que para las clases M4, M5, C3, C4 y C5 esta distancia mínima es de 30 metros.
- El coeficiente de luminancia media (Reflectancia CIE 066,  $Q_o$  de 0,07) y tipo de pavimento R3.
- Para los diseños se deberá usar el flujo de la luminaria.

En la **Figura 53** se muestra la configuración en el software.



**Figura 53.** Parámetros de configuración en software

**Fuente:**( Schröder, 2020.)

Configurados todos los parámetros de diseño, se lleva a cabo la simulación con el propósito de evaluar si la luminaria cumple con los requisitos fotométricos establecidos por las normativas correspondientes.

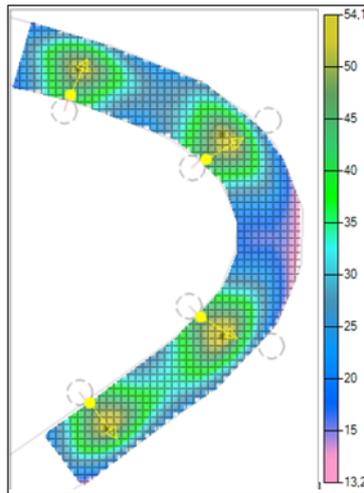
Para los **sectores críticos** se desarrolla la simulación, con la finalidad de verificar que se cumpla con el nivel de iluminancia adecuado. Según la información propuesta por las normativas definidas en este estudio, se procede a verificar la clase de iluminancia para el área crítica. Mediante las fórmulas descritas en la **Tabla 14** se determina la clase de iluminancia según el área crítica, para la clase de vía (M3) se emplea la **Ecuación (14)**.

$$C(N) = M(N - 1) \quad (14)$$

$$C(N) = M(3 - 1) = C2 \quad (15)$$

Ya que la iluminancia para los sectores críticos se clasifica como C2, se procede a llevar a cabo la simulación y verificar que los resultados cumplan con los parámetros mínimos para esta categoría. A continuación, se describen en detalle los resultados de los cuatro casos especiales.

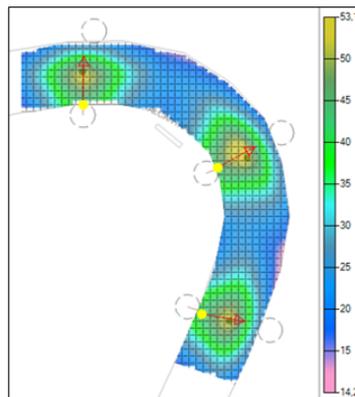
- **El primer caso** se visualiza en la **Figura 54**, en la cual se verifica el nivel de iluminancia requerido.



**Figura 54.** Primer caso especial

**Fuente:**( Schröder, 2020.)

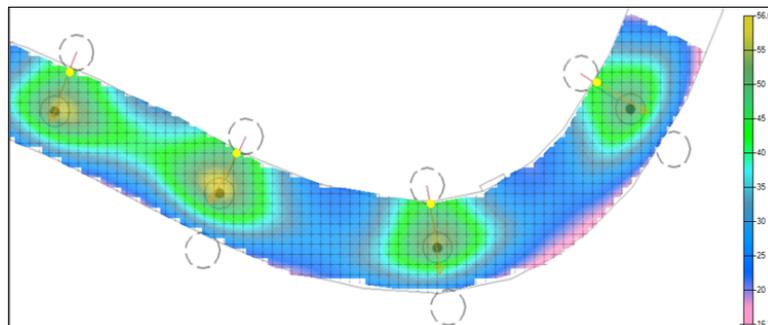
- **El segundo caso** se visualiza en la **Figura 55**, en la cual se verifica el nivel de iluminancia requerido.



**Figura 55.** Segundo caso especial

**Fuente:**( Schröder, 2020.)

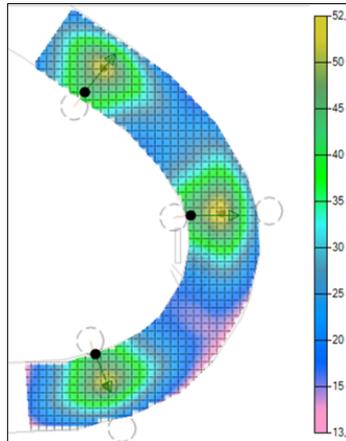
- **El tercer caso** se visualiza en la **Figura 56**, en la cual se verifica el nivel de iluminancia requerido.



**Figura 56.** Tercer caso especial

**Fuente:**( Schröder, 2020.)

- **El cuarto caso** se visualiza en la **Figura 57**, en la cual se verifica el nivel de iluminancia requerido.



**Figura 57.** Cuarto caso especial

**Fuente:**( Schröder, 2020.)

Después de completar las simulaciones pertinentes, se confirma que en todos los casos particulares los resultados cumplen con los niveles de iluminancia requeridos para el área crítica C2.

## 6. Resultados

### 6.1 Primer objetivo: “Evaluar el estado actual de la red existente de alumbrado público”

Una vez completado el levantamiento de información acerca de la red existente, su estado actual y los detalles técnicos de los transformadores y luminarias, se ha adjunta toda la información relevante que cumple con los requisitos necesarios para llevar a cabo el análisis subsiguiente de la red de alumbrado público. En la **Tabla 41** se resumen las características técnicas de los **transformadores (TR) monofásicos en poste**.

**Tabla 41.** Especificaciones técnicas de los transformadores

| TR Nro. | Poste Nro. | Voltaje (kV) | Potencia (kVA) | Cargabilidad (%) | Marca    | Clientes Nro. | Luminarias Nro. |
|---------|------------|--------------|----------------|------------------|----------|---------------|-----------------|
| 12750   | 58807      | 7,62         | 10             | 44               | Inatra   | 26            | 11              |
| 4190    | 59021      | 7,62         | 5              | 8,42             | Ecuatran | 3             | -               |
| 25616   | 252813     | 7,97         | 25             | 1,26             | Inatra   | 4             | -               |
| 23686   | 246377     | 7,97         | 10             | 10,95            | Inatra   | 4             | -               |
| 25103   | 251390     | 7,97         | 10             | 17,47            | Inatra   | 5             | 5               |
| 25102   | 251676     | 7,97         | 10             | 2,63             | Inatra   | 3             | -               |
| 20921   | 59044      | 7,97         | 15             | 8,56             | Ecuatran | 8             | -               |
| 11486   | 59073      | 7,62         | 5              | 9,26             | Ecuatran | 6             | 1               |

En la **Tabla 42** se detallan las especificaciones técnicas de las luminarias de la red existente.

**Tabla 42.** Especificaciones técnicas de las luminarias

| Tipo de Luminarias       | Marca                   | Potencia (W) | Voltaje (V) | Luminarias Nro. | Control         | Nivel de potencia |
|--------------------------|-------------------------|--------------|-------------|-----------------|-----------------|-------------------|
| Sodio cerrada (TR-12750) | Schereder               | 100          | 240         | 11              | Autocontroladas | Constante         |
| Sodio cerrada (TR-25103) | GENERAL LIGHTING PUBLIC | 150<br>100   | 240         | 5               | Autocontroladas | Doble             |
| Sodio cerrada (TR-20921) | GENERAL LIGHTING PUBLIC | 100          | 240         | 1               | Autocontroladas | Constante         |

Estas luminarias incorporan un sistema de control automático para gestionar el encendido y apagado de manera autónoma.

### 6.2 Segundo Objetivo: “Diseñar el sistema de alumbrado público eficiente que cumpla con los estándares de iluminación vigentes en la vía Intervalles, del tramo El Tambo – La Capilla”

Tras recopilar datos mediante el levantamiento de información acerca de la red existente, se llevaron a cabo las siguientes actividades con el fin de cumplir con el objetivo establecido.

### 6.2.1 Diseño de la red existente

Los planos de la red existente se pueden consultar en el **Anexo 20**. Es importante destacar que estos planos se subdividieron por tramos para facilitar su visualización, dado que el diseño abarca una extensa longitud. Este enfoque se realizó tomando en consideración los sectores estratégicos seleccionados, que coinciden con la ubicación de los transformadores de distribución.

### 6.2.2 Cálculo de la caída de tensión admisible en la red existente

La **Tabla 43** presenta la información sobre las caídas de tensión en los puntos de distribución, objeto de estudio.

**Tabla 43.** Caída de tensión admisible

| Nro. Transformador | Potencia (kVA) | Caída de tensión (%) |
|--------------------|----------------|----------------------|
| 12750              | 10             | 2,54                 |
| 25616              | 25             | 0,35                 |
| 25103              | 10             | 0,62                 |
| 25102              | 10             | 0,28                 |
| 20921              | 15             | 0,85                 |

Conforme a los resultados obtenidos en la evaluación de la caída de tensión, se confirma que los transformadores cumplen con las normativas establecidas y, por lo tanto, son aptos para su utilización. No obstante, se prevé realizar un nuevo cálculo de la caída de tensión durante la fase de diseño de la red proyectada, con el propósito de verificar su capacidad para abastecer dicha red.

Las tablas de los cálculos realizados en Excel se visualizan en el **Anexo 14**.

### 6.2.3 Cálculo analítico de alumbrado público mediante el método del flujo luminoso necesario

En la **Tabla 44**, se presentan los resultados correspondientes al factor de mantenimiento y al factor de utilización, es importante destacar que las hojas de cálculo realizadas en Excel se adjunta en el **Anexo 15**.

**Tabla 44.** Factor de mantenimiento y factor de utilización

| Factor de mantenimiento                |            |
|--|------------|
| Factor de conservación flujo luminoso: | 0,7        |
| Factor de conservación por suciedad:   | 0,87       |
| $f_m =$                                | 0,609      |
| Factor de utilización                  |            |
| Relación Anterior:                     | 0,833 0,4  |
| Relación posterior:                    | 0,093 0,04 |
| $f_u =$                                | 0,44       |

En la **Tabla 45** se especifican los resultados del cálculo del flujo luminoso necesario, información de gran relevancia para el siguiente paso, el diseño de la red proyectada.

**Tabla 45.** Resultados del cálculo del flujo luminoso necesario

| <b>Cálculo analítico</b>                 | <b>Resultados</b> |            |
|--|-------------------|------------|
| Altura del punto de luz (m):             | 9                 |            |
| Relación separación/altura:              | 3,8               |            |
| Distancia entre puntos de luz (m):       | 34,2              | 35         |
| Disposición de los puntos de luz:        | 1                 | Unilateral |
| Flujo luminoso total necesario (lm):     | 8228,840          |            |
| Número de unidades luminosas necesarias: | 126,714           |            |

El resultado del flujo luminoso necesario es satisfactorio, dado que la luminaria emite, 15425 lúmenes, superando la cantidad requerida. Por lo tanto, se puede considerar como una solución válida.

#### **6.2.4** *Diseño de la red proyectada de alumbrado público con normativa definida por la MERNNR y EERSSA*

Los planos correspondientes al diseño de la red proyectada de alumbrado público se incluyen en el **Anexo 21**. Es importante destacar que estos planos contienen información completa sobre el diseño realizado. A continuación, se presentan los resultados generales referentes a la red proyectada, tales como, transformadores, postes y luminarias por subtramo. Las estructuras y materiales utilizados en el diseño están especificados por subtramos, los cuales se detallan en el **Anexo 16**.

##### **Primer subtramo correspondiente al transformador existente (TR-12750).**

- Transformador existente: 10 kVA.
- Número de postes proyectados de 12 m: 4.
- Número de postes proyectados de 10 m: 0.
- Número de luminarias proyectadas: 4.

##### **Segundo subtramo correspondiente al transformador proyectado de 5 kVA.**

- Transformador proyectado.
- Número de postes proyectados de 12 m: 19.
- Número de postes proyectados de 10 m: 4.
- Número de luminarias proyectadas: 19.

##### **Tercer subtramo correspondiente al transformador existente (TR-25616).**

- Transformador existente: 25 kVA.
- Número de postes proyectados de 12 m: 10.

- Número de postes proyectados de 10 m: 3.
- Número de luminarias proyectadas: 13.

**Cuarto subtramo correspondiente al transformador existente (TR-23686).**

- Transformador existente: 10 kVA.
- Número de postes proyectados de 12 m: 17.
- Número de postes proyectados de 10 m: 5.
- Número de luminarias proyectadas: 18.

**Quinto subtramo correspondiente al transformador existente (TR-25103).**

- Transformador existente: 10 kVA.
- Número de postes proyectados de 12 m: 7.
- Número de postes proyectados de 10 m: 1.
- Número de luminarias proyectadas: 18.

**Sexto subtramo correspondiente al transformador existente (TR-25102).**

- Transformador existente: 10 kVA.
- Número de postes proyectados de 12 m: 19.
- Número de postes proyectados de 10 m: 5.
- Número de luminarias proyectadas: 24.

**Séptimo subtramo correspondiente al transformador proyectado de 5 kVA.**

- Transformador proyectado.
- Número de postes proyectados de 12 m: 26.
- Número de postes proyectados de 10 m: 6.
- Número de luminarias proyectadas: 26.

**Octavo subtramo correspondiente al transformador proyectado de 5 kVA.**

- Transformador proyectado.
- Número de postes proyectados de 12 m: 18.
- Número de postes proyectados de 10 m: 3.
- Número de luminarias proyectadas: 18.

**Noveno subtramo correspondiente al transformador existente (TR-20921).**

- Transformador existente: 15 kVA.
- Número de postes proyectados de 12 m: 12.
- Número de postes proyectados de 10 m: 1.
- Número de luminarias proyectadas: 12.

### **Décimo subtramo correspondiente al transformador proyectado de 5 kVA.**

- Transformador proyectado.
- Número de postes proyectados de 12 m: 11.
- Número de postes proyectados de 10 m: 3.
- Número de luminarias proyectadas: 11.

#### **6.2.5 Cálculo de la caída de tensión admisible de la red proyectada**

La **Tabla 46** presenta los resultados de las caídas de tensión admisibles por subtramos. Estas caídas de tensión fueron calculadas conforme a la normativa establecida por la EERSSA, tanto para redes de baja tensión con abonados, como para la red de alumbrado público.

**Tabla 46.** Caída de tensión admisible en red proyectada por subtramos

| <b>Cálculo de las caídas de tensión admisible</b> |                       |                           |
|---|-----------------------|---------------------------|
| <b>Nro. Transformador</b>                         | <b>Potencia (kVA)</b> | <b>Caída de tensión %</b> |
| TR_1e_12750                                       | 10                    | 2,82                      |
| TR_2p_proyectado                                  | 5                     | 0,73                      |
| TR_3e_25616                                       | 25                    | 1,45                      |
| TR_4e_23686                                       | 10                    | 1,01                      |
| TR_5e_25103                                       | 10                    | 1,50                      |
| TR_6e_25102                                       | 10                    | 1,28                      |
| TR_7p_proyectado                                  | 5                     | 1,32                      |
| TR_8p_proyectado                                  | 5                     | 1,21                      |
| TR_9r_20921                                       | 15                    | 2,08                      |
| TR_10p_proyectado                                 | 5                     | 0,62                      |

Los resultados de la caída de tensión por subtramos cumplen con las normativas establecidas por la EERSSA. Es crucial resaltar que las caídas de tensión se evaluaron tanto para el alumbrado público como para el caso en el que existen abonados, asegurando así el cumplimiento de los parámetros definidos por la EERSSA. Las tablas de cálculo realizadas en Excel se muestran en el **Anexo 17**.

#### **6.2.5.1 Cálculo de la Demanda Máxima de Diseño de los Transformadores.**

La **Tabla 47** presenta los resultados de la demanda máxima de diseño de los transformadores, los cuales cumplen con la carga admisible para suministrar energía.

**Tabla 47.** Demanda máxima de diseño de los transformadores

| <b>DEMANDA MÁXIMA DE DISEÑO DEL TRANSFORMADOR</b> |                              |
|---|------------------------------|
| <b>Subtramos</b>                                  | <b>DMD<sub>T</sub> (kVA)</b> |
| Primer transformador (TRe - 12750)                | 7,89                         |
| Segundo transformador (TRp - proyectado)          | 1,37                         |
| Tercer transformador (TRe - 25616)                | 1,92                         |
| Cuarto transformador (TRe - 23686)                | 2,28                         |
| Quinto transformador (TRe - 25103)                | 2,50                         |
| Sexto transformador (TRe - 25102)                 | 2,49                         |
| Séptimo transformador (TRp - proyectado)          | 1,88                         |
| Octavo transformador (TRp - proyectado)           | 1,30                         |
| Noveno transformador (TRr - 20921)                | 3,72                         |
| Décimo transformador (TRp - proyectado)           | 1,07                         |

En el **Anexo 18** se presentan las tablas de los cálculos realizados en Excel.

### 6.3 Tercer objetivo: “Simular el diseño de alumbrado público mediante el software ULYSSE “3.5.9” que cumpla con los parámetros fotométricos”

Con base en los datos técnicos antes obtenidos, se analizó y simuló en el software de diseño de iluminación vial Ulysse “3.5.9” y se verificó que cumpla con los parámetros fotométricos establecidos por las normas de iluminación. En la **Figura 58** se muestran los resultados obtenidos.

| <b>3.2. Resultados</b>          |                        |     |                        |
|---------------------------------|------------------------|-----|------------------------|
| <b>Potencia por Km 2,885 kW</b> |                        |     |                        |
| <i>Carretera (LU)</i>           |                        |     |                        |
| <b>Luminance</b>                |                        |     |                        |
| <b>UI 1</b>                     | 74 %                   | ✓   | 60,00 %                |
| <b>UI 2</b>                     | 73 %                   | ✓   | 60,00 %                |
| <b>Luminancia</b>               |                        |     |                        |
| <b>Med</b>                      | 1,10 cd/m <sup>2</sup> | ✓   | 1,00 cd/m <sup>2</sup> |
| <b>Min</b>                      | 0,66 cd/m <sup>2</sup> | N/A |                        |
| <b>Uo</b>                       | 60 %                   | ✓   | 40,00 %                |
| <i>Valores</i>                  |                        |     |                        |
| <b>SR</b>                       | 0,7                    | ✓   | 0,5                    |
| <b>TI</b>                       | 8,7                    | ✓   | 15,0                   |

**Figura 58.** Resultados fotométricos

**Fuente:**( Schröder, 2020.)

Los resultados obtenidos cumplen con las normas fotométricas según la clase de vía (M3) a la que pertenece el diseño, cuya información se encuentra en la **Tabla 10**. En el **Anexo 19** se adjunta el documento de los resultados de la simulación fotométrica.

En la **Figura 59** se presentan los resultados fotométricos correspondientes a cada uno de los casos críticos, los cuales satisfacen los niveles de iluminancia requeridos para el tipo de área crítica C2.

| <i>Malla Curva 1</i>  |  | C2 (IL : Ave = 20,00 lux Uo = 40 % TI : 10 %) |                |                |          |          |
|-----------------------|--|---|----------------|----------------|----------|----------|
| 1. Normal             |  | Med (A)<br>(lx)                               | Min/Med<br>(%) | Min/Max<br>(%) | Min (lx) | Max (lx) |
| Dynamic cross section |  | 32,7  | 40             | 24             | 13,2     | 54,1     |
| ✔                     |  |   |                |                |          |          |
| <i>Malla curva 2</i>  |  | C2 (IL : Ave = 20,00 lux Uo = 40 % TI : 10 %) |                |                |          |          |
| 1. Normal             |  | Med (A)<br>(lx)                               | Min/Med<br>(%) | Min/Max<br>(%) | Min (lx) | Max (lx) |
| Dynamic cross section |  | 31,1  | 46             | 27             | 14,2     | 53,1     |
| ✔                     |  |   |                |                |          |          |
| <i>Malla curva 3</i>  |  | C2 (IL : Ave = 20,00 lux Uo = 40 % TI : 10 %) |                |                |          |          |
| 1. Normal             |  | Med (A)<br>(lx)                               | Min/Med<br>(%) | Min/Max<br>(%) | Min (lx) | Max (lx) |
| Dynamic cross section |  | 35,2  | 46             | 29             | 16,3     | 56,6     |
| ✔                     |  |   |                |                |          |          |
| <i>Malla curva 4</i>  |  | C2 (IL : Ave = 20,00 lux Uo = 40 % TI : 10 %) |                |                |          |          |
| 1. Normal             |  | Med (A)<br>(lx)                               | Min/Med<br>(%) | Min/Max<br>(%) | Min (lx) | Max (lx) |
| Dynamic cross section |  | 29,8  | 46             | 26             | 13,7     | 52,1     |
| ✔                     |  |   |                |                |          |          |

**Figura 59.** Resultados fotométricos de los sectores críticos

**Fuente:**( Schröder, 2020.)

La **Figura 59** presenta los resultados de los cálculos de iluminancia promedio y la uniformidad general para cada caso analizado. Al examinar estos datos y tener en cuenta las normativas establecidas en la investigación, se observa que la EERSSA recomienda una iluminancia de 20 lux en sectores críticos (C2), cumpliendo con el límite de iluminancia y uniformidad. Además, es necesario considerar las pautas del RETILAP para la disposición de luminarias en situaciones especiales, como las curvas bien pronunciadas abordadas en este estudio. Sin embargo, tanto las normativas de la ARCERNNR como las de la EERSSA definen rangos específicos que incluyen estos valores, especialmente en sectores críticos. Por lo tanto, se concluye que los resultados se encuentran en concordancia con las normativas aplicables, lo que se considera favorable.

## 7. Discusión

La presente investigación está orientada al diagnóstico de la red existente, así como diseño y simulación de la red proyectada de alumbrado público. La metodología llevada a cabo permite evaluar la red y determinar posibles falencias dentro del sistema existente, como también las caídas de tensión admisibles para cada subtramo, corroborando que todos los transformadores existentes cumplen con la normativa definida por la EERSSA. Cabe recalcar que ciertos transformadores presentan signos de deterioro, por lo que no se los consideró para el diseño de la red proyectada. La información recopilada durante el diagnóstico de la red existente es crucial para identificar puntos de distribución y segmentar la red proyectada en subtramos, obteniendo información sobre la caída de tensión admisible de cada transformador existente, los cuales cumplen con la normativa.

Este enfoque facilita la ejecución del diseño detallado de planos para la red de alumbrado público, según Villamagua Aguirre (2021) el tipo de vía para este sector corresponde a la clase M3, con esta información, se desarrolla el diseño de la red de alumbrado público proyectada considerando la normativa de diseño establecido por el MERNNR (2022a), la cual determina interdistancias mínimas de postes de iluminación de 35 metros para la clase de vía M3. Asimismo, se toma en cuenta la normativa establecida por el RETILAP (2023), la cual detalla la disposición de luminarias en casos especiales, como aquellas correspondientes a curvas con ángulos entre  $30^\circ$  y  $90^\circ$  y un radio inferior a 300 m.

Para la elección del tipo de luminarias, se opta por luminarias LED para aprovechar sus ventajas técnicas frente a otros tipos de luminarias, específicamente el modelo (LED SYL-STREET 70-100W NW 7P CII P29510), teniendo en cuenta las normativas del MERNNR, EERSSA y ARCERNNR. Estas luminarias cumplen con las características necesarias tanto en el diseño como en la simulación para la categoría de vía a la que pertenecen (M3). Un ejemplo de esto es el estudio realizado por Calle Sumba y Ulloa Vargas (2022), que llevó a cabo una comparativa entre luminarias de sodio y LED. El análisis concluyó que las tecnologías emergentes de luminarias LED generan un impacto significativo en diversos ámbitos. Estas luminarias ofrecen prestaciones que aseguran una iluminación mejorada y logran un ahorro considerable. En referencia a estudios realizados por López Cárdenas y Ortega Ulloa (2022) se centra en evaluar un sistema de iluminación mejorado mediante la implementación de tecnología LED. A partir de sus estudios, se concluye que la elección de iluminación LED se fundamenta en su eficiencia y capacidad para generar ahorro energético.

La validación técnica realizada a través del cálculo analítico propuesto por TABOADA y OSRAM (1983), confirma que las luminarias (LED SYL-STREET 70-100W NW 7P CII P29510) cumplen con los niveles de iluminancia requeridos. Se verifica la caída de tensión admisible, considerando tanto la red de alumbrado con abonados (5,5 %) como la destinada exclusivamente al alumbrado público (2 %), datos definidos por las normas técnicas de la EERSSA (2012). Cabe destacar que algunos subtramos que cuentan con abonados en el perfil de la vía pública, fueron trasladados a la red proyectada de alumbrado público, este ajuste se realiza para garantizar el cumplimiento de los estándares establecidos.

Con base a la información propuesta en la investigación, se obtuvieron los planos de la red proyectada, con las normativas vigentes.

La simulación de la red de alumbrado público se comprueba mediante el software Ulysse “3.5.9” el cual se basa en la norma CIE 140. Se verifica que el sistema cumple con los parámetros fotométricos establecidos por la EERSSA (2012) y el ARCERNNR (2023) para la clase de vía M3.

Al no contar con un diagnóstico de la red existente, se realiza la recopilación de datos en la zona intervenida, en lo que respecta a la red existente y alumbrado público general, este estudio proporciona información clave para el análisis más exhaustivo de la red existente y sus posibles falencias.

Para garantizar un diseño eficiente y de alta calidad, se establecen normas específicas que nos permiten verificar resultados precisos en el proceso de diseño. Se emplea el cálculo analítico del manual de luminotecnia OSRAM, que posibilita evaluar si la luminaria cumple con el flujo luminoso necesario para la clase de vía. En este caso, la luminaria supera el cálculo requerido, cumpliendo así con la normativa establecida para dicha clase de vía. Adicionalmente, se considera diversos parámetros que contribuyen al diseño de la red proyectada.

Se incorpora la normativa del MERNNR para respaldar la determinación de la interdistancia entre puntos de iluminación. En áreas críticas, se justifica la interdistancia de los puntos de iluminación mediante las pautas del RETILAP, especialmente en casos especiales como curvas pronunciadas. En estas circunstancias, la interdistancia se reduce a  $(0,70S)$  si las luminarias se instalan en la acera exterior de la curva, y a  $(0,55S)$  si se ubican en la acera inferior, siendo  $S$  la distancia entre puntos de iluminación. Para justificar el diseño de los planos eléctricos se emplea el método de la caída de tensión admisible con la finalidad de respaldar el diseño de la red proyectada, el conductor que se emplea para la red de alumbrado público es dúplex y

para el caso de la red con abonados se emplea el conductor de aluminio desnudo ACSR. Para el caso de la red existente, el propósito es verificar si los transformadores cumplen con la caída de tensión. Dado que todos los transformadores existentes demuestran cumplir con los criterios de caída de tensión admisible. De estos, se opta por mantener en la red proyectada seis transformadores, ya que cumplen con las recomendaciones y se ajustan al perfil de la vía. En cuanto a los transformadores proyectados, que suman cuatro, se ubican según la configuración planificada, asegurando que también cumplen con los requisitos de caída de tensión admisible.

Se realiza un cálculo adicional para asegurar que los transformadores existentes en la red proyectada cumplan los estándares de caída de tensión establecidos. Los resultados de este análisis cumplen rigurosamente con la normativa aplicable. Este procedimiento no solo verifica la conformidad con los estándares, sino que también facilita la determinación de la capacidad de los transformadores proyectados, establecida en 5 kVA. Estos procesos combinados garantizan un diseño robusto en el desarrollo de la red proyectada.

La comparación entre las luminarias existentes y las proyectadas evidencian una diferencia significativa en potencia, siendo las luminarias de sodio de 150 W superiores a las luminarias LED proyectadas de 101 W. Esto implica una variación en el rendimiento energético atribuida a la diferencia de potencia. Cabe destacar que no se han realizado cálculos detallados para esta comparación, ya que la mayor parte del sistema proyectado aún no dispone de iluminación instalada.

Dado que no se cuenta con un estudio fotométrico previo del sistema de iluminación, se procede a realizar una validación utilizando el software Ulysse “3.5.9”. Esta herramienta permite verificar que el diseño cumple con los parámetros fotométricos específicos definidos para la categoría de la vía en cuestión. Es importante tener en consideración la siguiente información sobre la simulación, el MERNNR establece un factor de mantenimiento de 0,85 para simulaciones fotométricas, el coeficiente de luminancia media (Reflectancia CIE 066,  $Q_o$  de 0,07) y el tipo de pavimento R3.

Para los casos especiales, referidas a curvas más pronunciadas con ángulos entre 30° y 90° y un radio inferior a 300 m, se aplica la normativa del RETILAP para definir la interdistancia entre puntos de iluminación. Con el propósito de comprobar que estos sectores críticos cumplen con los niveles recomendados de iluminación, se seleccionaron las curvas más pronunciadas, eligiendo cuatro para realizar el análisis correspondiente. Los resultados mediante simulación cumplen con los parámetros mínimos exigidos según normativa para la clase de

alumbrado C2, cumpliendo así con los niveles de iluminancia y uniformidad recomendados, según la información detallada en el ARCERNNR y EERSSA.

Finalmente, se comprueba que el diseño y simulación cumple con la normativa vigente, mediante la implementación de luminarias LED, con el propósito de aprovechar las ventajas técnicas, económicas en cuanto al ahorro de consumo de energía y medioambientales ofrecidas por este tipo de luminarias LED.

## 8. Conclusiones

- Tras el análisis de la red existente, se observa que el tramo de estudio cuenta con iluminación únicamente en tres áreas específicas. La primera se encuentra a la salida del centro parroquial (TR - 12750), la segunda en el centro recreacional El Verdún (TR - 25103), mientras que la tercera está en el sector La Capilla (TR - 20921), sin embargo, todas las áreas no cumplen con las normativas vigentes en cuanto a diseño e iluminación. Por lo tanto, la iluminación en el tramo de estudio es insuficiente, siendo crucial desarrollar un diseño que abarque toda la zona de estudio, garantizando que se cumpla con las normativas vigentes de diseño e iluminación. Durante el análisis, se evalúan las características técnicas y físicas de los materiales y equipos existentes en la red. Se identifican ocho transformadores en total, y sus ramales de baja tensión cumplen con la caída de tensión admisible. No obstante, algunos de estos transformadores presentan signos de deterioro debido a su antigüedad. Por tanto, se han considerado únicamente seis transformadores ubicados en el perfil de la vía y en buenas condiciones de servicio.
- En la red existente se ha identificado la red de media tensión que atraviesa propiedades privadas, por lo que se sugiere ubicar los puntos de distribución del servicio de medio y bajo voltaje en el límite de la propiedad o en la vía pública, según las normativas de la distribuidora, con el fin de evitar inconvenientes en caso de incidentes con los postes y dificultades durante el mantenimiento, esto implica diseñar la red de media tensión junto con la red de alumbrado público, enfocándose en los tramos cercanos a la vía pública. Este estudio proporciona información clave para mejorar la eficiencia y sostenibilidad de la red proyectada de alumbrado público.
- Con base en el análisis de la red existente, se obtiene información sobre los puntos de distribución eléctrica a considerar en el diseño, y a través del levantamiento topográfico realizado en el tramo de estudio, se obtiene los puntos de referencia necesarios para una adecuada ubicación de la red proyectada. El diseño es elaborado con meticulosidad mediante el software AutoCAD, asegurando pleno cumplimiento de las normativas establecidas por diversas regulaciones, tales como: EERSSA, MERNNR, RETILAP y el Manual de luminotecnia OSRAM.
- Se cumple con el flujo luminoso requerido utilizando iluminación LED (LED SYL-STREET 70-100W NW 7P CII P29510), según la metodología del manual de luminotecnia OSRAM. Se considera la normativa del MERNNR para la distancia entre puntos

de iluminación según la clase vía (M3), como también las normas de simbología y materiales para el diseño de la red proyectada, garantizando el cumplimiento de la caída de tensión admisible y dimensionamiento de los transformadores para cada subtramo, tanto en la red de alumbrado público con abonados, con una caída de tensión admisible de 5,5 % en el área rural, compuesta por conductores ACSR, como en la red exclusiva de alumbrado público con conductor dúplex que debe mantener una caída de tensión admisible del 2 %. Asimismo, al tener en cuenta las directrices establecidas por el RETILAP, se logra desarrollar de manera exitosa los planos de diseño de la red de alumbrado público proyectada, garantizando un sistema moderno de iluminación LED.

- De acuerdo con la red proyectada, se realiza la simulación del sistema propuesto de alumbrado público mediante el software Ulysse “3.5.9”, los resultados fotométricos cumplen con los parámetros recomendados por la normativa vigente de la ARCERNNR (2023) y EERSSA (2012), datos que se mantiene en las presentes regulaciones, por ende la luminaria LED definida en la investigación cumple con los requisitos establecidos por el MERNNR (2022a), garantizando una proyección uniforme de la luz, reduciendo el costo de consumo de energía y de mantenimiento.
- Finalmente, la implementación de tecnologías LED ha transformado radicalmente el campo de la iluminación al ofrecer una alternativa versátil y respetuosa con el medio ambiente, contribuyendo a la eficiencia energética, cumpliendo con las normativas vigentes y garantizando una vida útil prolongada de las luminarias. La proyección de este proyecto, brindaría una iluminación adecuada, no solo resolvería problemas locales en la comunidad, sino que también reduciría la inseguridad tanto para los residentes como para los turistas, ya que un entorno bien iluminado mejora la seguridad pública, facilitando una mayor movilidad y accesibilidad, en consecuencia, se fomenta un desarrollo comunitario.

## 9. Recomendaciones

- Se sugiere examinar la estructura actual del sistema SIG de la EERSSA para validar la información de campo, ya que podría haber casos en los que el SIG no esté actualizado. Esto se debe a la posibilidad de que haya estructuras en el terreno que no estén en uso o que se haya instalado una nueva red, con el objetivo de que el estudio tenga en cuenta toda la información disponible.
- Realizar una evaluación minuciosa de la infraestructura de alumbrado público actual, que abarque postes, luminarias, transformadores, entre otros elementos, con el fin de determinar si es necesario mantener, retirar o reubicar la infraestructura existente. Buscando integrarla de manera eficiente con el nuevo proyecto para evitar redundancias en la infraestructura de alumbrado público.
- Se propone ubicar las luminarias de manera preferencial en el andén exterior de las curvas, priorizando así una guía visual más uniforme.
- Se recomienda utilizar distribuciones de luminarias, ya sea unilateral o bilateral opuesta, con el fin de asegurar un efecto visual coherente. Por el contrario, se aconseja evitar la distribución bilateral alternada, ya que podría causar confusión en la percepción de la forma de la vía.
- Se aconseja utilizar las versiones más recientes del software Ulysse, dicho software está especialmente diseñado para llevar a cabo estudios fotométricos en el campo del alumbrado público.

## 10. Bibliografía

- Agencia de Regulación y Control de Energía y Recursos Naturales No Renovables. (2020, diciembre). *RESOLUCIÓN Nro. ARCERNNR – 029/2020 REGULACIÓN Nro. ARCERNNR 006/20. Marco normativo para la prestación del servicio de alumbrado público general*. [https://www.controlrecursosyenergia.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2021/01/Resolucion\\_ARCERNNR\\_029\\_20.pdf](https://www.controlrecursosyenergia.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2021/01/Resolucion_ARCERNNR_029_20.pdf)
- Agencia de Regulación y Control de Energía y Recursos Naturales No Renovables. (2023, junio). *RESOLUCIÓN NRO. ARCERNNR-020/2023-REGULACIÓN NRO. ARCERNNR 007/23. Marco normativo para la prestación del servicio de alumbrado público general*. [https://www.controlrecursosyenergia.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2023/07/27.-Regulacion-Nro.-ARCERNNR-007\\_23.pdf](https://www.controlrecursosyenergia.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2023/07/27.-Regulacion-Nro.-ARCERNNR-007_23.pdf)
- Blanca Giménez, V., Martínez Antón, A., Castilla Cabanes, N., Gurrea Ysasi, G., & Tormo Clemente, M. I. (2018). Representación gráfica de curvas fotométricas. <http://hdl.handle.net/10251/103661>
- Calle Sumba, O. G., & Ulloa Vargas, Á. P. (2022). *Metodología para la evaluación de los niveles de iluminación pública en áreas urbanas aplicando información geográfica* [B.S. thesis]. <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/21794>
- Empresa Eléctrica Regional del Sur S.A. (s.f.). *Geoportal Técnico* [Recuperado el 20 de noviembre de 2023]. <https://n9.cl/qfex5>
- Empresa Eléctrica Regional del Sur S.A. (2012, enero). *Normas Técnicas Para el Diseño de Redes Eléctricas Urbanas y Rurales*. EMPRESA ELÉCTRICA REGIONAL DEL SUR S.A. [http://www.eerssa.gob.ec/eerssa/lotaip/2019/octubre/archivos/a3/Normas\\_tecnicas\\_diseno\\_redes\\_electricas\\_urbanas\\_rurales.pdf](http://www.eerssa.gob.ec/eerssa/lotaip/2019/octubre/archivos/a3/Normas_tecnicas_diseno_redes_electricas_urbanas_rurales.pdf)
- Environmental Systems Research Institute. (2021). ArcGIS. <https://desktop.arcgis.com/es/quick-start-guides/10.7/arcgis-desktop-quick-start-guide.htm>
- Esparza, G. R. (2015). *MANUAL DE ILUMINACIÓN VIAL*. 2ª, ed. [https://prahalighting.com/assets/manual\\_de\\_iluminacion\\_vial\\_2015.pdf](https://prahalighting.com/assets/manual_de_iluminacion_vial_2015.pdf)
- Fireflifer, L. (2019, diciembre). *Fireflifer Lighting*. <https://industrialesled.com/iluminacion-asimetrica-y-simetrica/>
- Flores Flores, J. E. (2021). *Diseño del sistema de alumbrado público y ornamental en base a la norma CIE dentro de un campus universitario* [B.S. thesis]. <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/21344>

- García Anaya, S. A. (2016). Diseño lumínico La fotometría. *Bitácora Arquitectura*, (29), 66-75.  
<https://doi.org/10.22201/fa.14058901p.2015.29.56258>
- Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal, C. (s.f.). *Mapa político del cantón Catamayo*.  
<https://catamayo.gob.ec/catamayo-2/>
- López Cárdenas, B. F., & Ortega Ulloa, E. F. (2022). *Planificación integral a largo plazo para la iluminación ornamental de fachada, parque y caminera ubicados en el Centro Histórico de la ciudad de Cuenca, caso de estudio, parque San Sebastián, plaza del Otorongo con corredor peatonal y caminera Pasaje 3 de Noviembre* [B.S. thesis]. <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/23003>
- Ministerio de Energía y Recursos Naturales No Renovables. (2011, junio). REVISIÓN: 03. *MARCO TEÓRICO PARA LA HOMOLOGACIÓN DE LAS UNIDADES DE PROPIEDAD Y UNIDADES DE CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA*. <https://www.unidadespropiedad.com/>
- Ministerio de Energía y Recursos Naturales No Renovables. (2019, julio). REVISIÓN: 10 (NOTA 1). *LUMINARIA SIMPLE NIVEL DE POTENCIA CON LÁMPARA DE VAPOR DE SODIO DE ALTA PRESIÓN CON CARCASA DE ALUMINIO INYECTADO*. [https://www.unidadespropiedad.com/index.php?option=com\\_wrapper&view=wrapper&Itemid=900](https://www.unidadespropiedad.com/index.php?option=com_wrapper&view=wrapper&Itemid=900)
- Ministerio de Energía y Recursos Naturales No Renovables. (2021, abril). REVISIÓN: 10 (NOTA 1). *LUMINARIA SIMPLE NIVEL DE POTENCIA CON LÁMPARA DE VAPOR DE SODIO DE ALTA PRESIÓN CON CARCASA DE POLIPROPILENO*. [https://www.unidadespropiedad.com/index.php?option=com\\_wrapper&view=wrapper&Itemid=901](https://www.unidadespropiedad.com/index.php?option=com_wrapper&view=wrapper&Itemid=901)
- Ministerio de Energía y Recursos Naturales No Renovables. (2022a, abril). REVISIÓN: 05 (NOTA 1 y 2). *LUMINARIAS TIPO LED*. [https://www.unidadespropiedad.com/index.php?option=com\\_wrapper&view=wrapper&Itemid=963](https://www.unidadespropiedad.com/index.php?option=com_wrapper&view=wrapper&Itemid=963)
- Ministerio de Energía y Recursos Naturales No Renovables. (2022b, septiembre). REVISIÓN: 01. *BRAZO DE ACERO GALVANIZADO, PARA LUMINARIA*. [https://www.unidadespropiedad.com/index.php?option=com\\_wrapper&view=wrapper&Itemid=902](https://www.unidadespropiedad.com/index.php?option=com_wrapper&view=wrapper&Itemid=902)
- Mokate, K. (2004). *Evaluación financiera de proyectos de inversión*. Alpha Editorial. <https://books.google.com.ec/books?id=PTx4EAAAQBAJ>
- Overleaf. (s.f.). *Aprende LaTeX en 30 minutos* [Recuperado el 04 de noviembre de 2023]. [https://es.overleaf.com/learn/latex/Learn\\_LaTeX\\_in\\_30\\_minutes](https://es.overleaf.com/learn/latex/Learn_LaTeX_in_30_minutes)

- Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público. (2023, febrero). *RESOLUCIÓN NÚMERO 40176. Ministerio de minas y energía*. <https://normativame.minenergia.gov.co/normatividad/6542/norma/>
- Rueda Punina, V. J. (2022). La problemática ambiental de la contaminación lumínica: una revisión. *FIGEMPA: Investigación y Desarrollo*, 14, 111-123. <https://doi.org/10.29166/revfig.v14i2.3733>
- Sanz, M. P. G. (2011). Iluminación en el Puesto de Trabajo. Criterios para su evaluación y acondicionamiento. *Línea*. Available: <https://www.academia.edu/download/50461802/IluminacionPuestosTrabajoN.pdf> [Último acceso: Octubre 2014].
- Schröder. (2020). *Ulysse 3 Iluminación 64 bits (Ulysse 3.5.2 Iluminación) [Software de computador]* [Empresa Schreder]. <https://za.schreder.com/en/ulyse-352>
- Schröder. (2023). *Gama de productos para la industria*. <https://library.schreder.com/view/689047372/>
- Servicio Ecuatoriano de Normalización. (2015). PRTE INEN 278 “MODULOS LED, LUMINARIAS Y LAMPARAS LED”. *REGLAMENTO TÉCNICO ECUATORIANO*. <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/reglamentos/PRTE-278.pdf>
- TABOADA, J. A., & OSRAM, S. A. (1983). *MANUAL DE LUMINOTECNIA*. DOSSAT, S.A.
- Villamagua Aguirre, F. E. (2021). Resolución Nro. GG-128-2021. *Prefectura de Loja*. <https://vialsurep.gob.ec/wp-content/uploads/2021/12/ANUNCIO-DE-PROYECTO-INTERVALLES.pdf>

## 11. Anexos

### Anexo 1. Transformadores en redes aéreas de distribución

| TRANSFORMADORES EN REDES DE DISTRIBUCIÓN |  |   |   |                                   |
|--|--|---|---|-----------------------------------|
| Primer campo                             | Segundo Campo  | Tercer campo  | Cuarto campo  | Quinto Campo                      |
| TR                                       | <p><b>S</b> 6,3 kV (Seis mil).</p> <p><b>T</b> 13,8 kV GRDy / 7,96 kV – 13,2 kV GRDy / 7,62 kV (Trece mil).</p> <p><b>V</b> 22 kV GRDy / 12,7 kV - 22,8 kV GRDy / 13,2 kV (Veinte mil).</p> <p><b>R</b> 34,5 kV GRDy / 19,92 kV (TREinta mil).</p> | <p>1 = Una fase.</p> <p>2 = Dos fases.</p> <p>3 = Tres fases.</p> | <p><b>C</b> Convencional para insatación exterior (en poste).</p> <p><b>O</b> cOnvencional para instalación interior (cabina o cámara).</p> <p><b>A</b> Auntoprotegido para instalación exterior (en poste).</p> <p><b>U</b> aUtoprotegido para instalación interior (cabina o cámara)</p> <p><b>B</b> Banco 2 transf. tipo convencional, conexión Y abierta, D para instalación exterior en poste.</p> <p><b>N</b> BaNco de 3 transf. Tipo convencional, conexión D-Y, para instalación exterior (en poste).</p> <p><b>V</b> Banco de 2 transf. Tipo conVencional, conexión Y abierta, D, para instalación interior (cabina o cámara).</p> <p><b>I</b> Banco de 3 transf. Tipo convencional, conexión D-Y, para instalación interior (cabina o cámara).</p> <p><b>P</b> Preensamblado.</p> <p><b>E</b> pEdestal o padmounted tipo autoprotegido para instalación exterior o interior.</p> <p><b>S</b> Sumergible para instalación interior (cabina o cámara)</p> | Capacidad del transformador (KVA) |

## Anexo 2. Seccionamiento y protección de redes aéreas de distribución

| SECCIONAMIENTO Y PROTECCIÓN DE REDES AÉREAS DE DISTRIBUCIÓN |  |                 |   |   |   |  |
|---|--|-----------------|---|---|---|--|
| Primer campo  | Segundo Campo  | Tercer campo    | Cuarto campo  | Quinto Campo  | Campo adicional 1   | Campo adicional 2  |
| SP  | C 120 V – 121 V – 127 V (Cien).                                | 1 = Una fase.   | S Seccionador fusible unipolar tipo abierto.  | Seccionador fusible unipolar abierto.   |   |  |
|   | E 0 V (Cero)   | 2 = Dos fases.  | S Seccionador fusible unipolar tipo abierto con dispositivo rompearco.                            | Capacidad de corriente nominal.   | Nivel básico de aislamiento BIL<br>(Separado del campo anterior con un guía bajo)       | R = Conexión de entrada y salida a la Red de distribución.                         |
|   | D 240/120 V – 220/127 V (Doscientos).                          | 3 = Tres fases. | C Seccionador de cuchilla o de barra unipolar.  |   |   | E = Conexión de entrada a la red y salida a Equipo montado en poste.               |
|   | U 440/256 V – 480/227 V (Cuatrocientos).                       |                 | O Seccionador de cuchilla o de barra unipolar con dispositivo rompearco.                          |   |   | Q = Conexión de entrada a la red y salida a Equipo montado en dos postes.          |
|   | S 6,3 kV (Seis mil).   |                 | A Seccionador tripolar para operación con carga u operad en grupo.                                |   |   |  |
|   | T 13,8 kV GRDy / 7,96 kV – 13,2 kV GRDy / 7,62 kV (Trece mil). |                 | N Seccionador tripolar para operación con carga u operado en grupo cn dispositivo rompearco.      | Seccionador de cuchilla o barra unipolar.   |   |  |
|   | V 22 kV GRDy / 12,7 kV - 22,8 kV GRDy / 13,2 kV (Veinte mil).  |                 | D Seccionador fusible unipolar cerrado.   | Capacidad de corriente nominal.   | Conexión del seccionador:<br>R = Conexión de entrada y salida a la Red de distribución. |  |
|   | R 34,5 kV GRDy / 19,92 kV (Treinta mil).                       |                 | G Seccionamiento con Grapa de derivación en caliente.   |   | red y salida a Equipo contado en poste.   |  |
|   | O No aplica.   |                 | U Seccionamiento con conector para red desnuda.   |   |   |  |
|   |  |                 | L Seccionamiento con conector para red aislada.   | Descargadores o pararrayos.   |   |  |
|   |  |                 | F Seccionamiento con Fusibles.  | Voltaje máximo de servicio continuo.  | Nivel básico de aislamiento BIL<br>(Separado del campo anterior con un guía bajo)       | Protección:<br>R = Protección de Red de distribución.<br>E = Protección de Equipo. |
|   |  |                 | P Descargador o Pararrayos.   |   |   |  |
|   |  |                 | I Interruptor de apertura con carga.  |   |   |  |
|   |  |                 | R Reconector.   | Reconectores e interruptores.   |   |  |
|   |  |                 |   | Medio de extinción del arco:<br>V = Vacío, control Hidráulico.<br>A = vacío, control Electrónico.<br>S = SF6, control Hidráulico.<br>F = SF6 control Electrónico.       | nominal.  | Nivel básico de aislamiento BIL.   |
|   |  |                 |   | Grapas de derivación para línea en  |   |  |
|   |  |                 |   | Rango de conexión:<br>A = Entrada: 8 a 2/0 AAC - ACSR. Salida: 8 a 2/0 AAC, 8 a 1/0 ACSR.<br>B = Entrada: 6 a 400 MCM AAC - 8 - 397.5 ACSR. Salida: 6 a 4/0 AAC - ACSR. |   |  |
|   |  |                 |   | Conectores para red desnuda.  |   |  |
|   |  |                 |   | Rango de conexión de entrada y salida:  | Tipo de equipo a seccionar:   |  |
|   |  |                 |   | A = Entrada: 1 a 2/0 ASC - 3 a 1/0 ACSR. Salida: 6 a 1 ASC - 6 a 2 ACSR.  | A = Transformador Autoprotegido instalado en poste.                                     |  |
|   |  |                 |   | B = Entrada/Salida: 3/0 a 4/0 ASC - ACSR.   | C = Transformador Convencional instalado en un poste.                                   |  |
|   |  |                 |   | C = Entrada/Salida: 4/0 a 500 ASC - 4/0 a 477 ACSR.   | O = Transformador Convencional instalado en dos postes.                                 |  |
|   |  |                 |   | Conectores para red aislada.  |   |  |
|   |  |                 | Rango de conexión de entrada y salida:  | Tipo de equipo a seccionar:   |   |  |
|   |  |                 | A = Simple. Entrada: 10-95 mm <sup>2</sup> (7-4/0 AWG). Salida: 1.5-10mm <sup>2</sup> (16-7 AWG). | A = Transformador Autoprotegido instalado en poste.   |   |  |
|   |  |                 | B = Doble. Entrada: 16-95 mm <sup>2</sup> (5-4/0 AWG). Salida: 4-35 mm <sup>2</sup> (12-2 AWG).   | C = Transformador Convencional instalado en un poste.   |   |  |
|   |  |                 | C = Doble. Entrada/Salida: 25-95 mm <sup>2</sup> (3-4/0 AWG).                                     | O = Transformador Convencional instalado en dos postes.   |   |  |
|   |  |                 | D = Doble Entrada/Salida: 35-150 mm <sup>2</sup> (2-300 MCM).                                     |   |   |  |
|   |  |                 | E = Doble Entrada: 35-150 mm <sup>2</sup> (2-300 MCM). Salida: 4-35 mm <sup>2</sup> (12-2 AWG).   |   |   |  |
|   |  |                 | Seccionamiento y protección con fusibles:   |   |   |  |
|   |  |                 | Para fusibles H y K:<br>2H, 3H, 5H, 6K, 8K, 10K, etc.   |   |   |  |
|   |  |                 | Para fusibles NH:<br>Capacidad de corriente nominal.  | Tamaño: 0, 00, 1, 2, 3.   |   |  |

### Anexo 3. Conductores de redes aéreas de distribución

| CONDUCTORES EN REDES DE DISTRIBUCIÓN |                |                |   |  |
|--------------------------------------|----------------|----------------|---|--|
| Primer campo                         | Segundo Campo  | Tercer campo   | Cuarto campo  | Quinto Campo                           |
| CO                                   | No aplica (0). | No aplica (0). | <ul style="list-style-type: none"> <li>A ASC o AAC</li> <li>B ACSR</li> <li>C AAAC 5005</li> <li>D AAAC 6201</li> <li>G CU Desnudo</li> <li>I TW Aluminio</li> <li>J Multiplex Aluminio</li> <li>N Multiconductor</li> <li>O Tw Cobre</li> <li>P TTU Cobre</li> <li>Q THHN Cobre</li> <li>T Preensamblado portante AAAC</li> <li>U Preensamblado portante ACSR</li> <li>V Conductores aislados de MT Cu, Clase 15Kv.</li> <li>Y Conductores aislados de MT Cu, Clase 25 Kv.</li> <li>Z Conductores aislados de MT Al, Clase 15 Kv.</li> <li>E Conductores aislados de MT Al, Clase 25 Kv.</li> <li>X Concéntrico Al.</li> </ul> | Configuración y calibre de conductores |

## Anexo 4. Estructuras en redes aéreas de distribución

| ESTRUCTURAS EN REDES AÉREAS DE DISTRIBUCIÓN                    |  |  |  |                                       |
|--|--|--|--|---------------------------------------|
| Primer campo   | Segundo Campo                            | Tercer campo                           | Cuarto campo   | Quinto Campo                          |
| ES   | C 120 V – 121 V – 127 V (Cien).          | <b>Para redes de Medio Voltaje:</b>    | C Centrada.  | <b>Para redes de Medio Voltaje:</b>   |
|  | E 0 V (CEro)                             | 1 = Una fase.                          | S Semicentrada.  | P = Pasante o tangente.               |
|  | D 240/120 V – 220/127 V (Doscientos).    | 2 = Dos fases.                         | V En Volado.   | A = Angular.                          |
|  | U 440/256 V – 480/227 V (CUatrocientos). | 3 = Tres fases.                        | L Line post.   | R = Retención o terminal.             |
|  | S 6,3 kV (Seis mil).                     | <b>Para redes de Bajo Voltaje:</b>     | H H en dos postes.   | D = Doble retención o doble terminal. |
| T 13,8 kV GRDy / 7,96 kV – 13,2 kV GRDy / 7,62 kV (Trece mil). | 1 = Una vía.                             | T Tres postes.                         | <b>Para redes de Bajo Voltaje:</b>   |                                       |
| V 22 kV GRDy / 12,7 kV - 22,8 kV GRDy / 13,2 kV (Veinte mil).  | 2 = Dos vías.                            | N Neutro alineado en cruceta centrada. | P = Pasante, tangente o angular.   |                                       |
| R 34,5 kV GRDy / 19,92 kV (TREinta mil).                       | 3 = Tres vías.                           | B Bandera.                             | R = Retención o terminal.  |                                       |
| O No aplica.   | 4 = Cuatro vías.                         | P Preensablado.                        | D = Doble retención o doble terminal.  |                                       |
|  | 5 = Cinco vías.                          | E VERTICAL.                            | <b>Cable preensablado (BT) se adiciona carácter numérico de conductores (1Φ o 3Φ) y uso de hilo piloto</b> |                                       |
|  |  | O Vertical en VOLADO                   | 3 = Con 3 conductores.   |                                       |
|  |  |  | 4 = Con 4 conductores.   |                                       |
|  |  |  | 5 = Con 5 conductores.   |                                       |

## Anexo 5. Postes en redes aéreas de distribución

| POSTES EN REDES DE DISTRIBUCIÓN |                |                |   |  |                   |  |
|---------------------------------|----------------|----------------|---|--|-------------------|--|
| Primer campo                    | Segundo campo  | Tercer campo   | Cuarto campo  | Quinto Campo   | Campo adicional 1 | Campo adicional 2  |
| <b>PO</b>                       | No aplica (0). | No aplica (0). | <b>H</b> Hormigón armado.<br><b>P</b> Plástico reforzado con fibra de vidrio.<br><b>M</b> Madera<br><b>E</b> mEtálico | <b>C</b> Circular<br><b>R</b> Rectangular<br><b>H</b> Forma H<br><b>T</b> Torre<br><b>O</b> Ornamental | Altura del poste  | Tensión de rotura del poste (separado del campo adicional 1 por un guión bajo) |

## Anexo 6. Alumbrado público vial en redes aéreas de distribución

| ALUMBRADO PÚBLICO VIAL EN REDES DE DISTRIBUCIÓN |   |                |  |  |  |  |   |  |  |
|---|---|----------------|--|--|--|--|---|--|--|
| Primer campo                                    | Segundo Campo   | Tercer campo   | Cuarto campo   | Quinto Campo                           | Campo adicional 1  | Campo adicional 2  | Campo adicional 3   | Campo adicional 4  | Campo adicional 5  |
| AP  | <b>C</b> 120 V – 121 V – 127 V (Cien).<br><b>E</b> 0 V (CEro)<br><b>D</b> 240/120 V – 220/127 V (Doscientos).<br><b>U</b> 440/256 V – 480/227 V (CUatrocientos).<br><b>S</b> 6,3 kV (Seis mil). | No aplica (0). | <b>P</b> En Poste con red aérea desnuda.<br><b>O</b> En pOste con red aérea preensamblada.<br><b>S</b> En poSte con red subterránea.<br><b>F</b> En Fachada con red aérea preensamblada.<br><b>A</b> En fAchada con red subterránea. | <b>L</b> Luminaria.                    | <b>Forma de acabado:</b>   | <b>Tipo de fuente de luz:</b>  | <b>Potencia.</b>  | <b>Control:</b>  | <b>Nivel de potencia:</b>  |
|   |   |                |  |  | <b>C</b> = Cerrada.<br><b>A</b> = Abierta.                                   | <b>M</b> = Mercurio.<br><b>S</b> = Sodio de alta presión.<br><b>L</b> = Led. |   | <b>A</b> = Autocontrolada.<br><b>P</b> = Sistema con hilo Piloto.              | <b>C</b> = Nivel de Potencia constante.<br><b>D</b> = Doble Nivel de Potencia. |
|   |   |                |  | <b>P</b> Proyector.                    | <b>Tipo de fuente de luz:</b>  | <b>Potencia.</b>   | <b>Control:</b>   | <b>Nivel de potencia:</b>  |  |
|   |   |                |  |  | <b>M</b> = Mercurio.<br><b>S</b> = Sodio de alta presión.<br><b>L</b> = Led. |  | <b>A</b> = Autocontrolada.<br><b>P</b> = Sistema con hilo Piloto. | <b>C</b> = Nivel de Potencia constante.<br><b>D</b> = Doble Nivel de Potencia. |  |
|   |   |                |  | <b>C</b> Caja de elementos de control. | <b>Tipo de control:</b>  |  |   |  |  |
|   | <b>C</b> = Caja de control para sistemas con hilo piloto.<br><b>T</b> = Tablero de control con reloj temporizador.  |                |  |  |  |  |   |  |  |

## Anexo 7. Tensores y anclajes en redes aéreas de distribución

| TENSORES Y ANCLAJES EN REDES DE DISTRIBUCIÓN |   |                |   |  |
|--|---|----------------|---|--|
| Primer campo                                 | Segundo Campo   | Tercer campo   | Cuarto campo  | Quinto Campo   |
| TA   | <p>C 120 V – 121 V – 127 V (Cien).</p> <p>E 0 V (CEro)</p> <p>D 240/120 V – 220/127 V (Doscientos).</p> <p>U 440/256 V – 480/227 V (CUatrocientos).</p> <p>S 6,3 kV (Seis mil).</p> <p>T 13,8 kV GRDy / 7,96 kV – 13,2 kV GRDy / 7,62 kV (Trece mil).</p> <p>V 22 kV GRDy / 12,7 kV - 22,8 kV GRDy / 13,2 kV (Veinte mil).</p> <p>o No aplica</p> | No aplica (0). | <p>A Tensor en A o con poste de apoyo.</p> <p>E Tensor de Empuje (tornapunta)</p> <p>F Tensor Farol</p> <p>P Tensor Poste a poste.</p> <p>S Tensor poSte a poste en V.</p> <p>T Tensor a Tierra.</p> <p>V Tensor en V a tierra.</p> | <p>S Simple: un cable ligado a un cable para tensar y regular una red MT o BT.</p> <p>D Doble: dos cables ligados a un anclaje para tensar y regular una red de MT y BT.</p> |

## Anexo 8. Puesta a tierra en redes aéreas de distribución

| PUESTA A TIERRA EN REDES DE DISTRIBUCIÓN |                |                |  |  |                      |  |
|--|----------------|----------------|--|--|----------------------|--|
| Primer campo                             | Segundo Campo  | Tercer campo   | Cuarto campo   | Quinto Campo   | Campo adicional 1    | Campo adicional 1  |
| PT                                       | No aplica (0). | No aplica (0). | <b>A</b> En Acometida.<br><b>D</b> En red Desnuda.<br><b>P</b> En red Preensamblada. | <b>C</b> Conductor de Cobre.<br><b>A</b> Cable Alumoweld de 7 hilos. | Calibre de conductor | Cantidad de varillas (separado del campo anterior con un guión bajo) |

**Anexo 9. Factor de caída de tensión (FDV) – Redes de distribución aéreas, baja tensión  
(conductor desnudo [kVA - m])**



**FACTOR DE CAIDA DE TENSION [FDV]  
REDES DE DISTRIBUCION AEREAS PARA BAJA TENSION  
CON CONDUCTOR DESNUDO [KVA-M]**

| Calibre Conductor<br>Fase / Neutro | 220 - 127 V |         |         |         |         |         |         |         |         |
|------------------------------------|-------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
|                                    | ACSR        |         |         | 6,201   |         |         | ASC     |         |         |
|                                    | 1F - 2C     | 2F - 3C | 3F - 4C | 1F - 2C | 2F - 3C | 3F - 4C | 1F - 2C | 2F - 3C | 3F - 4C |
| 4 ( 4 )                            | 56          | 223     | 334     | 55      | 218     | 327     | 54      | 218     | 326     |
| 2 ( 4 )                            | 68          | 272     | 406     | 66      | 266     | 398     | 66      | 265     | 396     |
| 2 ( 2 )                            | 86          | 346     | 516     | 85      | 338     | 506     | 84      | 337     | 504     |
| 1/0 ( 2 )                          | 105         | 418     | 625     | 103     | 410     | 612     | 102     | 408     | 610     |
| 2/0 ( 2 )                          | 113         | 452     | 675     | 111     | 443     | 662     | 110     | 441     | 659     |
| 2/0 ( 1/0 )                        | 145         | 582     | 868     | 143     | 571     | 851     | 142     | 568     | 847     |
| 3/0 ( 1/0 )                        | 157         | 627     | 934     | 155     | 622     | 927     | 155     | 619     | 923     |
| 3/0 ( 2/0 )                        | 176         | 702     | 1,046   | 175     | 699     | 1,040   | 174     | 696     | 1,037   |
| 4/0 ( 1/0 )                        | 171         | 683     | 1,017   | 167     | 670     | 997     | 167     | 667     | 993     |
| 4/0 ( 2/0 )                        | 193         | 774     | 1,151   | 190     | 759     | 1,130   | 189     | 757     | 1,126   |

| Calibre Conductor<br>Fase / Neutro | ACSR        |         |         | 6,201       |         |         | ASC         |         |         |
|------------------------------------|-------------|---------|---------|-------------|---------|---------|-------------|---------|---------|
|                                    | 240 - 120 V |         | 208 V   | 240 - 120 V |         | 208 V   | 240 - 120 V |         | 208 V   |
|                                    | 1F - 2C     | 2F - 3C | 3F - 4C | 1F - 2C     | 2F - 3C | 3F - 4C | 1F - 2C     | 2F - 3C | 3F - 4C |
| 4 ( 4 )                            | 50          | 199     | 299     | 49          | 195     | 292     | 49          | 194     | 291     |
| 2 ( 4 )                            | 61          | 242     | 363     | 59          | 237     | 355     | 59          | 236     | 354     |
| 2 ( 2 )                            | 77          | 308     | 462     | 76          | 302     | 452     | 75          | 301     | 450     |
| 1/0 ( 2 )                          | 93          | 373     | 559     | 92          | 366     | 547     | 91          | 364     | 545     |
| 2/0 ( 2 )                          | 101         | 403     | 603     | 99          | 396     | 591     | 98          | 394     | 589     |
| 2/0 ( 1/0 )                        | 130         | 519     | 776     | 127         | 510     | 761     | 127         | 507     | 757     |
| 3/0 ( 1/0 )                        | 140         | 559     | 835     | 139         | 555     | 828     | 138         | 553     | 825     |
| 3/0 ( 2/0 )                        | 157         | 627     | 935     | 156         | 624     | 930     | 155         | 622     | 927     |
| 4/0 ( 1/0 )                        | 152         | 609     | 909     | 149         | 598     | 892     | 149         | 595     | 888     |
| 4/0 ( 2/0 )                        | 173         | 691     | 1,029   | 169         | 678     | 1,010   | 169         | 675     | 1,007   |

| Calibre Conductor<br>Fase / Neutro | 240 - 120 V |         | 220 - 127 V |
|------------------------------------|-------------|---------|-------------|
|                                    | 1F - 2C     | 2F - 3C | 3F - 4C     |
| Dx 6                               | 30          |         |             |
| Dx 4                               | 50          |         |             |
| Tx 6                               |             | 120     |             |
| Tx 4                               |             | 180     |             |
| Cx 6                               |             |         | 195         |
| Cx 4                               |             |         | 305         |

**Anexo 10. Factor de caída de tensión (FDV) – Redes de distribución aéreas, baja tensión  
(conductor preensamblado [kVA - m])**



**FACTOR DE CAIDA DE TENSION [FDV]  
REDES DE DISTRIBUCION AEREAS PARA BAJA TENSION  
CON CONDUCTOR PREENSAMBLADO [KVA-M]**

| Calibre<br>Conductor<br>Fase / Neutro | 220 - 127 V |         |         |         |         |         |         |         |         |
|---------------------------------------|-------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
|                                       | ACSR        |         |         | 6,201   |         |         | ASC     |         |         |
|                                       | 1F - 2C     | 2F - 3C | 3F - 4C | 1F - 2C | 2F - 3C | 3F - 4C | 1F - 2C | 2F - 3C | 3F - 4C |
| 4 ( 4 )                               | 51          | 204     | 306     | 50      | 200     | 299     | 50      | 199     | 298     |
| 2 ( 4 )                               | 63          | 250     | 375     | 61      | 245     | 367     | 61      | 244     | 366     |
| 2 ( 2 )                               | 80          | 322     | 482     | 79      | 315     | 472     | 78      | 313     | 470     |
| 1/0 ( 2 )                             | 98          | 393     | 590     | 96      | 385     | 578     | 96      | 383     | 575     |
| 1/0 ( 1/0 )                           | 126         | 504     | 755     | 123     | 493     | 740     | 123     | 490     | 736     |
| 2/0 ( 1/0 )                           | 140         | 560     | 840     | 137     | 548     | 822     | 136     | 546     | 818     |
| 2/0 ( 2/0 )                           | 157         | 628     | 942     | 154     | 615     | 923     | 153     | 613     | 919     |
| 2/0 ( 2/0 )                           | 157         | 628     | 942     | 154     | 615     | 923     | 153     | 613     | 919     |
| 3/0 ( 2/0 )                           | 174         | 697     | 1045    | 171     | 682     | 1023    | 170     | 680     | 1020    |
| 3/0 ( 3/0 )                           | 195         | 779     | 1168    | 191     | 762     | 1144    | 190     | 760     | 1140    |

| Calibre<br>Conductor<br>Fase / Neutro | 208 - 120 V |         |         |         |         |         |         |         |         |
|---------------------------------------|-------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
|                                       | ACSR        |         |         | 6201    |         |         | ASC     |         |         |
|                                       | 1F - 2C     | 2F - 3C | 3F - 4C | 1F - 2C | 2F - 3C | 3F - 4C | 1F - 2C | 2F - 3C | 3F - 4C |
| 4 ( 4 )                               | 46          | 183     | 274     | 45      | 178     | 268     | 44      | 178     | 267     |
| 2 ( 4 )                               | 56          | 224     | 335     | 55      | 219     | 328     | 54      | 218     | 327     |
| 2 ( 2 )                               | 72          | 287     | 431     | 70      | 281     | 422     | 70      | 280     | 420     |
| 1/0 ( 2 )                             | 88          | 352     | 527     | 86      | 344     | 516     | 86      | 343     | 514     |
| 1/0 ( 1/0 )                           | 113         | 450     | 675     | 110     | 441     | 661     | 110     | 438     | 658     |
| 2/0 ( 1/0 )                           | 125         | 500     | 751     | 123     | 490     | 735     | 122     | 488     | 732     |
| 2/0 ( 2/0 )                           | 140         | 561     | 842     | 138     | 550     | 825     | 137     | 548     | 822     |
| 2/0 ( 2/0 )                           | 140         | 561     | 842     | 138     | 550     | 825     | 137     | 548     | 822     |
| 3/0 ( 2/0 )                           | 156         | 623     | 934     | 152     | 610     | 915     | 152     | 608     | 911     |
| 3/0 ( 3/0 )                           | 174         | 696     | 1044    | 170     | 682     | 1022    | 170     | 680     | 1019    |

**Anexo 11. Factor de caída de tensión (FDV) – Redes de distribución aéreas, baja tensión  
(conductor aislado [kVA - m])**



**FACTOR DE CAIDA DE TENSION [FDV]**

**REDES DE DISTRIBUCION PARA BAJA TENSION  
CON CONDUCTOR AISLADO [KVA-M]**

| Calibre<br>Conductor<br>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     |
| 4 ( 6 )                               | 63          | 254     | 380     | 57          | 227     | 340     | 57          | 226     |
| 4 ( 4 )                               | 81          | 325     | 488     | 73          | 291     | 436     | 73          | 290     |
| 2 ( 4 )                               | 99          | 397     | 595     | 89          | 355     | 532     | 89          | 354     |
| 2 ( 2 )                               | 127         | 507     | 760     | 113         | 453     | 680     | 113         | 452     |
| 1/0 ( 2 )                             | 154         | 617     | 926     | 138         | 552     | 828     | 138         | 551     |
| 1/0 ( 1/0 )                           | 196         | 783     | 1,174   | 175         | 700     | 1,050   | 175         | 699     |
| 2/0 ( 2 )                             | 165         | 662     | 993     | 148         | 592     | 888     | 148         | 591     |
| 2/0 ( 1/0 )                           | 214         | 856     | 1284    | 191         | 765     | 1147    | 191         | 764     |
| 2/0 ( 2/0 )                           | 235         | 941     | 1411    | 210         | 841     | 1261    | 210         | 840     |
| 3/0 ( 1/0 )                           | 237         | 946     | 1420    | 211         | 846     | 1269    | 211         | 845     |
| 3/0 ( 2/0 )                           | 263         | 1051    | 1577    | 235         | 940     | 1410    | 235         | 938     |
| 3/0 ( 3/0 )                           | 297         | 1187    | 1780    | 265         | 1061    | 1591    | 265         | 1059    |
| 4/0 ( 1/0 )                           | 255         | 1021    | 1532    | 228         | 913     | 1369    | 228         | 911     |
| 4/0 ( 2/0 )                           | 286         | 1144    | 1717    | 256         | 1023    | 1535    | 255         | 1022    |
| 4/0 ( 4/0 )                           | 362         | 1446    | 2169    | 323         | 1293    | 1939    | 323         | 1291    |
| 250 ( 2/0 )                           | 302         | 1210    | 1815    | 270         | 1081    | 1622    | 270         | 1080    |
| 250 ( 4/0 )                           | 388         | 1552    | 2328    | 347         | 1387    | 2081    | 346         | 1385    |
| 250 ( 250 )                           | 414         | 1657    | 2485    | 370         | 1481    | 2222    | 370         | 1479    |
| 300 ( 2/0 )                           | 319         | 1277    | 1915    | 285         | 1141    | 1712    | 285         | 1140    |
| 300 ( 4/0 )                           | 416         | 1664    | 2496    | 372         | 1488    | 2231    | 371         | 1485    |
| 300 ( 300 )                           | 481         | 1926    | 2888    | 430         | 1721    | 2582    | 430         | 1719    |
| 350 ( 2/0 )                           | 331         | 1326    | 1989    | 296         | 1185    | 1778    | 296         | 1183    |
| 350 ( 4/0 )                           | 437         | 1748    | 2622    | 391         | 1563    | 2344    | 390         | 1560    |
| 350 ( 350 )                           | 539         | 2155    | 3232    | 482         | 1926    | 2889    | 481         | 1923    |

## Anexo 12. Ficha técnica de la luminaria LED SYL-STREET 70-100W NW 7P CII P29510

# SYLVANIA

LED Syl-Street

LED SYL-STREET 70-100W NW 7P CII  
P29510



Luminaria LED para iluminación vial y exterior, con diseño moderno y robusto de un cuerpo en aluminio inyectado y compartimento independientes para el conjunto óptico y eléctrico. Montaje en tubo de soporte para poste horizontal o en punta. Proyección uniforme de la luz, reduce los costos de consumo de energía y de mantenimiento.

### CARACTERÍSTICAS

- Diseño moderno con fuente LED SMD y lentes en PMMA
- Chasis robusto en aluminio inyectado, liviano con disipador de calor integrado
- Compartimentos para el conjunto eléctrico y óptico
- Vidrio plano de protección
- Driver atenuable 1-10VDC y programable.
- Base para fotocelda 7 pines compatible con sistemas para telegestión
- Soporte con ángulo ajustable para fácil instalación

### APLICACIONES

- Alumbrado público en calles, avenidas y autopistas
- Iluminación general en exteriores
- Parques, plazuelas y parqueaderos



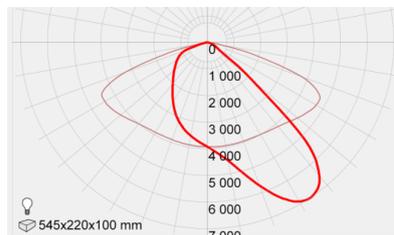
Ultra Resistente



### DATOS ÓPTICOS

|                                    |                                    |
|------------------------------------|------------------------------------|
| Temperatura de color               | 4000K                              |
| Flujo luminoso nominal máximo      | 15410lm                            |
| Atenuable                          | SI                                 |
| Tipo de distribución               | Tipo II S                          |
| Vida útil estimada                 | 100000h L70 *                      |
| Eficacia                           | >152lm/W                           |
| Reproducción de color (IRC)        | >70                                |
| Consistencia de color              | SDCM ≤ 5                           |
| Tipo chip LED                      | TYF 5050                           |
| Número de chip LED                 | 60pcs                              |
| Corriente Máxima de entrada Módulo | 1950mA                             |
| Tipo de Lente                      | PMMA                               |
| Transmitancia Lente                | 0.92                               |
| Lentes con distribución única      | SI                                 |
| Difusor                            | Vidrio plano de alta transmitancia |
| Ángulo de inclinación              | -10° a 20°                         |

### DISTRIBUCIÓN FOTOMÉTRICA



### CARACTERÍSTICAS ADICIONALES

- Acometida 2x14AWG con prensaestopa para asegurar hermeticidad
- Soporte para instalación en brazo horizontal o punta de poste
- Sistema de apertura fácil. No requiere herramienta especializada.
- Conductores tipo cable con conectores en todas las conexiones.

### CONFIGURACIÓN DE CORRIENTE DE OPERACIÓN

| Corriente Módulo | Flujo Luminoso | Potencia |
|------------------|----------------|----------|
| 1950mA           | 16100lm        | 100 W    |
| 1671mA           | 13796 lm       | 86 W     |
| 1393mA           | 11501 lm       | 71 W     |
| 1283mA           | 10593 lm       | 66 W     |

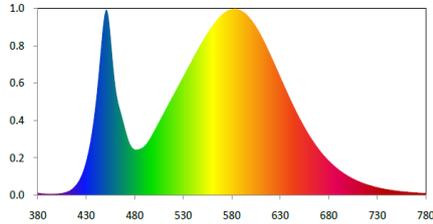
A Feilo Sylvania Company

Información sujeta a cambio sin previo aviso según la evolución de la tecnología LED.11/22 Producto Ecológico: Permite ahorrar energía comparado con productos tradicionales. Libre de mercurio.

Light your world

LED SYL-STREET 70-100W NW 7P CII  
P29510

### DISTRIBUCIÓN ESPECTRAL



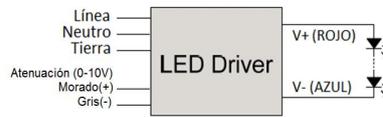
### MANTENIMIENTO DE FLUJO LUMINOSO



### DATOS ELÉCTRICOS

|   |                     |
|---|---------------------|
| Potencia de entrada max.                  | 100 W               |
| Tensión de entrada                        | 110-277 V 50/60 Hz  |
| Corriente de entrada máx                  | 0.51A @220V         |
| Factor de potencia                        | >0.98               |
| Distorsión armónica (THD)                 | <5% @220V           |
| Tipo de driver                            | Corriente Constante |
| Atenuable / Telegestionable               | Señal 1-10V         |
| Eficiencia driver                         | >96%                |
| Protección integrada driver               | 10KV línea-tierra   |
| Tensión de salida DC                      | 17-54 Vdc           |
| Corriente de salida DC                    | 1750-2800 mA        |
| Protecciones Corto Circuito / Temperatura | SI                  |
| Clase aislamiento                         | Clase II            |
| Protección Transitorios                   | DPS 10kV/10kA       |
| Base fotocelda                            | NEMA 7 pin          |

### DIAGRAMA DE CONEXIÓN



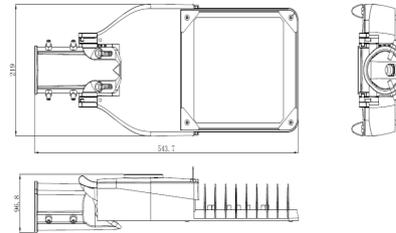
La señal de control para la atenuación debe cumplir con el estándar IEC 60929 Anexo E, que define el driver o balasto como fuente de corriente.

Driver ensamblado en bandeja portaequipo anclada sobre la estructura interna de la luminaria, de fácil mantenimiento. El Driver LED incluye la protección de sobrecarga interna. La protección de sobre-corriente del Driver desconecta la carga ante un corto circuito y reconecta automáticamente.

### DATOS FÍSICOS

|   |                    |
|---|--------------------|
| Acabado   | Gris RAL7004       |
| Grado de protección conjunto óptico / eléctrico     | IP66 / IP66        |
| Grado de protección contra impactos conj. óptico    | IK08               |
| Grado de protección contra impactos conj. eléctrico | IK08               |
| Dimensiones (LxWxH)                                 | 545x219x97 mm      |
| Chasis  | Aluminio inyectado |
| Tipo de montaje                                     | Brazo horizontal   |
| Diametro máx. brazo                                 | 36-62 mm           |
| Masa  | 4.8 kg             |
| Temperatura de operación Ta                         | -40°C ~ +45°C      |

### ESQUEMA PRODUCTO



## Anexo 13. Autorización para instalación de la luminaria de alumbrado público modelo SYL-STREET LED de 100-150 W



Dirección, Av. Max Uñile y Pumapungo  
Teléfono. 07 4135 136  
Centro de Contacto. 136  
Fax. 07 286 33 16  
Casilla. 01-01-016  
centrosur@centrosur.gob.ec  
www.centrosur.gob.ec

Oficio Nro. CENTROSUR-DIDIS-2023-0999-OF

Cuenca, 28 de abril de 2023

**Asunto:** Autorización para la instalación de la luminaria de alumbrado público modelo SYL-Street LED de 100W-150W.

Señor Ingeniero Eléctrico  
Wilmer Andres Gomez Pauta  
**INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA ELECTROAZUAY**  
En su Despacho

De mi consideración:

En ejercicio de las facultades delegadas al suscrito por parte del Presidente Ejecutivo mediante Resolución DELG-0171-2023, en mi calidad de Director de Distribución; doy contestación a su atento Oficio No. ELAZ-2023-010 del 11 de abril de 2023 (Nuestro ingreso CENTROSUR-PREEJE-2023-2633-IN del 11 de abril de 2023), referente a la solicitud de autorización para la instalación de luminarias marca Sylvania, modelo SYL-Street LED de 100 W y 150 W para las obras:

1. "Extensión de red para la propiedad de la Sra. Nelly Carolina León Ortiz. Carpeta P6372".
2. "Construcción de la red de distribución eléctrica y estación de transformación tipo autoprotegido para la Lotización representada por la Sra. María Cristina Galindo Ochoa. Carpeta L-8039".
3. "Construcción de diseño eléctrico, Lotización del Sr. Jorge Crespo Pelchora. Carpeta L8047".

Se autoriza la instalación de las mismas por cumplir con las especificaciones técnicas homologadas para las luminarias Tipo LED por el Ministerio de Energía y Minas, Revisión 5 en las obras antes indicadas.

La CENTROSUR es responsable del servicio de alumbrado público vial y de los elementos que la conforman en su área de concesión, por lo que es nuestra responsabilidad verificar que toda luminaria que se vaya a instalar en el sistema de distribución eléctrica, cumpla con los requisitos técnicos exigidos, garantizando de esta manera la continuidad y la calidad del servicio.

Cualquier información adicional por favor comunicarse con el Ing. Hugo Arévalo P., funcionario de la Empresa, al teléfono: 074135136 ext. 2080 o al correo electrónico: hugo.arevalo@centrosur.gob.ec.

Con sentimientos de distinguida consideración.

Escaneado con CamScanner

## Anexo 14. Cálculos de la caída de tensión admisible (Red Existente)

| TRANSFORMADOR existente Nro. 12750                    |                |                              |               |                 |                     |                               |          |                |         |               |      |   |  |
|---|----------------|------------------------------|---------------|-----------------|---------------------|-------------------------------|----------|----------------|---------|---------------|------|---|--|
| EMPRESA ELÉCTRICA REGIONAL DEL SUR- EERSSA            |                |                              |               |                 |                     |                               |          |                |         |               |      |   |  |
| CÁLCULO DE CAÍDA DE TENSIÓN - SIN COCINA DE INDUCCIÓN |                |                              |               |                 |                     |                               |          |                |         |               |      |   |  |
| REDES SECUNDARIAS:                                    |                | PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN: |               |                 |                     |                               |          | ANEXO:         |         |               |      |   |  |
|   |                | COMPUTO DE CAÍDA DE VOLTAJE: |               |                 |                     |                               |          | HOJA:          |         |               |      |   |  |
| PROVINCIA: Loja                                       |                | CANTÓN: Catamayo             |               |                 | PARROQUIA: El Tambo |                               | BARRIO:  |                | FECHA:  |               |      |   |  |
| C. TRANSFORMACIÓN No: 12750                           |                | CATEGORÍA ABONADO: G         |               |                 |                     | NÚMERO DE ABONADOS: 26        |          |                |         |               |      |   |  |
| DATOS DEL TRANSFORMADOR:                              |                | -                            |               | POTENCIA:       |                     | 10 kVA                        |          | PROYECTISTA:   |         | Carlos Merino |      |   |  |
| REFERENCIA:   |                |                              |               | V. NOMINAL M.T: |                     | 7,62 kV                       |          | RESPONSABLE:   |         | Carlos Merino |      |   |  |
| NÚMERO DE FASES:                                      |                | 1                            |               | V. NOMINAL B.T: |                     | 240 V                         |          | REVISO:        |         |               |      |   |  |
| ESQUEMA: Remitirse al plano de red existente          |                |                              |               |                 |                     |                               |          |                |         |               |      |   |  |
|   |                |                              |               |                 |                     |                               |          |                |         |               |      |   |  |
| EI TRANSFORMADOR ESTA EN EL NODO:                     |                |                              |               | 1               |                     | NÚMERO DE CLIENTES EN EL NODO |          |                |         | P1            |      | 3 |  |
| Tramo   |                | L (m)                        | # de abonados | Ap (W)          | Demanda (kVA)       | CONDUCTOR                     |          |                | kVA x m | ΔV            |      |   |  |
| Inicio  | Fin            |                              |               |                 |                     | Configuración                 | Calibres | FAV            |         | Parcial       | Acum |   |  |
| P1  | A              | 22                           | 12            | 500             | 4,75                | 1F3C                          | 2x2(4)   | 242            | 117,34  | 0,48          | 0,48 |   |  |
| A   | P2             | 20,56                        | 3             | 100             | 1,35                | 1F3C                          | 2x2(4)   | 242            | 30,22   | 0,12          | 0,61 |   |  |
| A   | P3             | 11,5                         | 9             | 400             | 3,66                | 1F3C                          | 2x2(4)   | 242            | 47,47   | 0,20          | 0,68 |   |  |
| P3  | P4             | 42,9                         | 8             | 300             | 3,29                | 1F3C                          | 2x2(4)   | 242            | 156,16  | 0,65          | 1,33 |   |  |
| P4  | P5             | 37,3                         | 7             | 200             | 2,91                | 1F3C                          | 2x2(4)   | 242            | 117,42  | 0,49          | 1,81 |   |  |
| P5  | P6             | 42,6                         | 6             | 100             | 2,53                | 1F3C                          | 2x2(4)   | 242            | 112,92  | 0,47          | 2,28 |   |  |
| P6  | P7             | 125,5                        | 1             | 0               | 0,50                | 1F3C                          | 2x2(4)   | 242            | 62,75   | 0,26          | 2,54 |   |  |
| DMUp  | Cliente tipo G | 0,5                          | kVA           | Área promedio   |                     | A<100                         | m²       | DEMANDA MÁXIMA |         | 2,54          |      |   |  |

| TRANSFORMADOR existente Nro. 25616                    |                |                              |               |                 |                     |                               |          |                |         |               |      |   |  |
|---|----------------|------------------------------|---------------|-----------------|---------------------|-------------------------------|----------|----------------|---------|---------------|------|---|--|
| EMPRESA ELÉCTRICA REGIONAL DEL SUR- EERSSA            |                |                              |               |                 |                     |                               |          |                |         |               |      |   |  |
| CÁLCULO DE CAÍDA DE TENSIÓN - SIN COCINA DE INDUCCIÓN |                |                              |               |                 |                     |                               |          |                |         |               |      |   |  |
| REDES SECUNDARIAS:                                    |                | PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN: |               |                 |                     |                               |          | ANEXO:         |         |               |      |   |  |
|   |                | COMPUTO DE CAÍDA DE VOLTAJE: |               |                 |                     |                               |          | HOJA:          |         |               |      |   |  |
| PROVINCIA: Loja                                       |                | CANTÓN: Catamayo             |               |                 | PARROQUIA: El Tambo |                               | BARRIO:  |                | FECHA:  |               |      |   |  |
| C. TRANSFORMACIÓN No: 25616                           |                | CATEGORÍA ABONADO: H         |               |                 |                     | NÚMERO DE ABONADOS: 4         |          |                |         |               |      |   |  |
| DATOS DEL TRANSFORMADOR:                              |                | -                            |               | POTENCIA:       |                     | 25 kVA                        |          | PROYECTISTA:   |         | Carlos Merino |      |   |  |
| REFERENCIA:   |                |                              |               | V. NOMINAL M.T: |                     | 7,97 kV                       |          | RESPONSABLE:   |         | Carlos Merino |      |   |  |
| NÚMERO DE FASES:                                      |                | 1                            |               | V. NOMINAL B.T: |                     | 240 V                         |          | REVISO:        |         |               |      |   |  |
| ESQUEMA: Remitirse al plano de red existente          |                |                              |               |                 |                     |                               |          |                |         |               |      |   |  |
|   |                |                              |               |                 |                     |                               |          |                |         |               |      |   |  |
| EI TRANSFORMADOR ESTA EN EL NODO:                     |                |                              |               | 1               |                     | NÚMERO DE CLIENTES EN EL NODO |          |                |         | P1            |      | 0 |  |
| Tramo   |                | L (m)                        | # de abonados | Ap (W)          | Demanda (kVA)       | CONDUCTOR                     |          |                | kVA x m | ΔV            |      |   |  |
| Inicio  | Fin            |                              |               |                 |                     | Configuración                 | Calibres | FAV            |         | Parcial       | Acum |   |  |
| P1  | P2             | 45,7                         | 0             | 0               | 0,00                | 1F3C                          | 2x2(2)   | 308            | 0,00    | 0,00          | 0,00 |   |  |
| P2  | P3             | 34,7                         | 0             | 0               | 0,00                | 1F3C                          | 2x2(2)   | 308            | 0,00    | 0,00          | 0,00 |   |  |
| P1  | P4             | 41                           | 4             | 0               | 1,40                | 1F3C                          | 2x2(2)   | 308            | 57,55   | 0,19          | 0,19 |   |  |
| P4  | P5             | 34,8                         | 4             | 0               | 1,40                | 1F3C                          | 2x2(2)   | 308            | 48,85   | 0,16          | 0,35 |   |  |
| DMUp  | Cliente tipo H | 0,4                          | kVA           | Área promedio   |                     | A<100                         | m²       | DEMANDA MÁXIMA |         | 0,35          |      |   |  |

| TRANSFORMADOR existente Nro. 25103                                     |                |                              |               |                       |               |                            |                |                |         |         |      |
|--|----------------|------------------------------|---------------|-----------------------|---------------|----------------------------|----------------|----------------|---------|---------|------|
| EMPRESA ELÉCTRICA REGIONAL DEL SUR- EERSSA                             |                |                              |               |                       |               |                            |                |                |         |         |      |
| CÁLCULO DE CAÍDA DE TENSIÓN - SIN COCINA DE INDUCCIÓN                  |                |                              |               |                       |               |                            |                |                |         |         |      |
| REDES SECUNDARIAS:   |                | PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN: |               |                       |               | ANEXO:                     |                |                |         |         |      |
|  |                | COMPUTO DE CAÍDA DE VOLTAJE: |               |                       |               | HOJA:                      |                |                |         |         |      |
| PROVINCIA: Loja  |                | CANTÓN: Catamayo             |               | PARROQUIA: El Tambo   |               | BARRIO:                    |                | FECHA:         |         |         |      |
| C. TRANSFORMACIÓN No: 25103  |                | CATEGORÍA ABONADO: H         |               | NÚMERO DE ABONADOS: 5 |               |                            |                |                |         |         |      |
| DATOS DEL TRANSFORMADOR:   |                | POTENCIA:                    |               | 10 kVA                |               | PROYECTISTA: Carlos Merino |                |                |         |         |      |
| REFERENCIA:  |                | V. NOMINAL M.T:              |               | 7,97 kV               |               | RESPONSABLE: Carlos Merino |                |                |         |         |      |
| NÚMERO DE FASES:   |                | 1                            |               | V. NOMINAL B.T:       |               | 240 V                      |                | REVISO:        |         |         |      |
| ESQUEMA: Remitirse al plano de red existente                           |                |                              |               |                       |               |                            |                |                |         |         |      |
|  |                |                              |               |                       |               |                            |                |                |         |         |      |
| EI TRANSFORMADOR ESTA EN EL NODO: 1 NÚMERO DE CLIENTES EN EL NODO P1 0 |                |                              |               |                       |               |                            |                |                |         |         |      |
| Tramo  |                | L (m)                        | # de abonados | Ap (W)                | Demanda (kVA) | CONDUCTOR                  |                |                | kVA x m | ΔV      |      |
| Inicio   | Fin            |                              |               |                       |               | Configuración              | Calibres       | FΔV            |         | Parcial | Acum |
| P1   | P2             | 36                           | 3             | 300                   | 1,08          | 1F3C                       | 2x2(2)         | 308            | 51,65   | 0,17    | 0,17 |
| P2   | P3             | 34,1                         | 3             | 150                   | 1,08          | 1F3C                       | 2x2(2)         | 308            | 42,91   | 0,14    | 0,31 |
| P3   | P4             | 26,2                         | 2             | 150                   | 0,75          | 1F3C                       | 2x2(2)         | 308            | 24,26   | 0,08    | 0,39 |
| P4   | P5             | 35                           | 2             | 0                     | 0,75          | 1F3C                       | 2x2(2)         | 308            | 26,23   | 0,09    | 0,47 |
| P5   | P6             | 35,1                         | 0             | 0                     | 0,00          | 1F3C                       | 2x2(2)         | 308            | 0,00    | 0,00    | 0,47 |
| P1   | P8             | 41,7                         | 2             | 450                   | 0,75          | 1F3C                       | 2x2(2)         | 308            | 53,32   | 0,17    | 0,17 |
| P8   | P9             | 37,3                         | 2             | 300                   | 0,75          | 1F3C                       | 2x2(2)         | 308            | 41,11   | 0,13    | 0,31 |
| P9   | P10            | 36,9                         | 2             | 300                   | 0,75          | 1F3C                       | 2x2(2)         | 308            | 40,67   | 0,13    | 0,44 |
| P10  | P11            | 37,2                         | 2             | 150                   | 0,75          | 1F3C                       | 2x2(2)         | 308            | 34,44   | 0,11    | 0,55 |
| P11  | P12            | 38,2                         | 1             | 150                   | 0,40          | 1F3C                       | 2x2(2)         | 308            | 22,02   | 0,07    | 0,62 |
| DMUp   | Cliente tipo H | 0,4                          | kVA           | Área promedio         |               | A<100                      | m <sup>2</sup> | DEMANDA MÁXIMA | 0,62    |         |      |

| TRANSFORMADOR existente Nro. 25102                                     |                |                              |               |                       |               |                            |                |                |         |         |      |
|--|----------------|------------------------------|---------------|-----------------------|---------------|----------------------------|----------------|----------------|---------|---------|------|
| EMPRESA ELÉCTRICA REGIONAL DEL SUR- EERSSA                             |                |                              |               |                       |               |                            |                |                |         |         |      |
| CÁLCULO DE CAÍDA DE TENSIÓN - SIN COCINA DE INDUCCIÓN                  |                |                              |               |                       |               |                            |                |                |         |         |      |
| REDES SECUNDARIAS:   |                | PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN: |               |                       |               | ANEXO:                     |                |                |         |         |      |
|  |                | COMPUTO DE CAÍDA DE VOLTAJE: |               |                       |               | HOJA:                      |                |                |         |         |      |
| PROVINCIA: Loja  |                | CANTÓN: Catamayo             |               | PARROQUIA: El Tambo   |               | BARRIO: La Capilla         |                | FECHA:         |         |         |      |
| C. TRANSFORMACIÓN No: 25102  |                | CATEGORÍA ABONADO: H         |               | NÚMERO DE ABONADOS: 3 |               |                            |                |                |         |         |      |
| DATOS DEL TRANSFORMADOR:   |                | POTENCIA:                    |               | 10 kVA                |               | PROYECTISTA: Carlos Merino |                |                |         |         |      |
| REFERENCIA:  |                | V. NOMINAL M.T:              |               | 7,97 kV               |               | RESPONSABLE: Carlos Merino |                |                |         |         |      |
| NÚMERO DE FASES:   |                | 1                            |               | V. NOMINAL B.T:       |               | 240 V                      |                | REVISO:        |         |         |      |
| ESQUEMA: Remitirse al plano de red existente                           |                |                              |               |                       |               |                            |                |                |         |         |      |
|  |                |                              |               |                       |               |                            |                |                |         |         |      |
| EI TRANSFORMADOR ESTA EN EL NODO: 1 NÚMERO DE CLIENTES EN EL NODO P1 0 |                |                              |               |                       |               |                            |                |                |         |         |      |
| Tramo  |                | L (m)                        | # de abonados | Ap (W)                | Demanda (kVA) | CONDUCTOR                  |                |                | kVA x m | ΔV      |      |
| Inicio   | Fin            |                              |               |                       |               | Configuración              | Calibres       | FΔV            |         | Parcial | Acum |
| P1   | P2             | 70,8                         | 1             | 0                     | 0,40          | 1F3C                       | 2x2(2)         | 308            | 28,32   | 0,09    | 0,09 |
| P2   | P3             | 69,6                         | 1             | 0                     | 0,40          | 1F3C                       | 2x2(2)         | 308            | 27,84   | 0,09    | 0,18 |
| P3   | P4             | 77,9                         | 1             | 0                     | 0,40          | 1F3C                       | 2x2(2)         | 308            | 31,16   | 0,10    | 0,28 |
| P1   | P5             | 70,8                         | 2             | 0                     | 0,75          | 1F3C                       | 2x2(2)         | 308            | 53,05   | 0,17    | 0,17 |
| P5   | P6             | 35,9                         | 2             | 0                     | 0,75          | 1F3C                       | 2x2(2)         | 308            | 26,90   | 0,09    | 0,26 |
| DMUp   | Cliente tipo H | 0,4                          | kVA           | Área promedio         |               | A<100                      | m <sup>2</sup> | DEMANDA MÁXIMA | 0,28    |         |      |

| TRANSFORMADOR existente Nro. 20921                    |                |       |                              |               |               |                       |          |                               |                |                            |      |    |  |  |  |
|---|----------------|-------|------------------------------|---------------|---------------|-----------------------|----------|-------------------------------|----------------|----------------------------|------|----|--|--|--|
| EMPRESA ELÉCTRICA REGIONAL DEL SUR- EERSSA            |                |       |                              |               |               |                       |          |                               |                |                            |      |    |  |  |  |
| CÁLCULO DE CAÍDA DE TENSIÓN - SIN COCINA DE INDUCCIÓN |                |       |                              |               |               |                       |          |                               |                |                            |      |    |  |  |  |
| REDES SECUNDARIAS:                                    |                |       | PROYECTO DE ELECTRIFICACION: |               |               |                       |          |                               | ANEXO:         |                            |      |    |  |  |  |
|   |                |       | COMPUTO DE CAÍDA DE VOLTAJE: |               |               |                       |          |                               | HOJA:          |                            |      |    |  |  |  |
| PROVINCIA: Loja                                       |                |       | CANTÓN: Catamayo             |               |               | PARROQUIA: El Tambo   |          | BARRIO: La Capilla            |                | FECHA:                     |      |    |  |  |  |
| C. TRANSFORMACIÓN No: 20921                           |                |       | CATEGORIA ABONADO: H         |               |               | NÚMERO DE ABONADOS: 8 |          |                               |                |                            |      |    |  |  |  |
| DATOS DEL TRANSFORMADOR:                              |                |       | -                            |               |               | POTENCIA:             |          | 15 kVA                        |                | PROYECTISTA: Carlos Merino |      |    |  |  |  |
| REFERENCIA:   |                |       |                              |               |               | V. NOMINAL M.T:       |          | 13,8 kV                       |                | RESPONSABLE: Carlos Merino |      |    |  |  |  |
| NÚMERO DE FASES:                                      |                |       | 1                            |               |               | V. NOMINAL B.T:       |          | 240 V                         |                | REVISO:                    |      |    |  |  |  |
| ESQUEMA: Remitirse al plano de red existente          |                |       |                              |               |               |                       |          |                               |                |                            |      |    |  |  |  |
|   |                |       |                              |               |               |                       |          |                               |                |                            |      |    |  |  |  |
| EI TRANSFORMADOR ESTA EN EL NODO:                     |                |       |                              | 1             |               |                       |          | NÚMERO DE CLIENTES EN EL NODO |                |                            |      | P1 |  |  |  |
| Tramo   |                | L (m) | # de abonados                | Ap (W)        | Demanda (kVA) | CONDUCTOR             |          |                               | kVA x m        | ΔV                         |      |    |  |  |  |
| Inicio  | Fin            |       |                              |               |               | Configuración         | Calibres | FAV                           |                | Parcial                    | Acum |    |  |  |  |
| P1  | P2             | 27    | 2                            | 0             | 0,75          | 1F3C                  | 3x4      | 178                           | 20,23          | 0,11                       | 0,11 |    |  |  |  |
| P1  | P3             | 123,2 | 5                            | 100           | 1,72          | 1F3C                  | 2x2(2)   | 308                           | 226,16         | 0,73                       | 0,73 |    |  |  |  |
| P3  | P4             | 23,2  | 2                            | 100           | 0,75          | 1F3C                  | 3x6      | 178                           | 20,11          | 0,11                       | 0,85 |    |  |  |  |
| DMUp  | Cliente tipo H | 0,4   | kVA                          | Área promedio |               |                       | A<100    | m <sup>2</sup>                | DEMANDA MÁXIMA | 0,85                       |      |    |  |  |  |

## Anexo 15. Cálculo analítico de alumbrado público mediante el método del flujo luminoso necesario

|  |  |  |
|--|--|--|
|   |  | UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA<br>FACULTAD DE LA ENERGÍA, LAS INDUSTRIAS Y<br>LOS RECURSOS NATURALES NO RENOVABLES<br>CARRERA ELECTROMECAÁNICA   |
| <b>Cálculo de alumbrado público mediante el método del flujo luminoso necesario (Manual de luminotecnía OSRAM)</b>   |  |  |
| <b>Descripción de la vía :</b>   |  |  |
| Vía formada por calzada, cunetas y bordillos   |  | <b>Fuente:</b> <a href="https://vialsurep.gob.ec/wp-content/uploads/2021/12/ANUNCIO-DE-PROYECTO-INTERVALLES.pdf">https://vialsurep.gob.ec/wp-content/uploads/2021/12/ANUNCIO-DE-PROYECTO-INTERVALLES.pdf</a> |
| Ancho de calzada incluyendo cunetas y bordillos (m):   | 9  |  |
| Clase de vía   | M3   |  |
| <b>Datos:</b>  |  |  |
| Longitud total de la vía (m):  | 4400   |  |
| Ancho de la vía (m):   | 9  |  |
| Clase de vía   | M3   |  |
| Nivel de iluminacion según la clase de vía (lx)  | $E_{med}$  | 7  |
| Nombre de Luminaria:   | P29510-36 - 48C-LED SYL-STREET 100W _IESNA2002           |  |
| Cantidad de lumenes (lm):  | 15425  |  |
| Tipo de luminaria:   | asimétrica   |  |
| Potencia luminaria (W):  | 101  |  |
| <b>Factor de mantenimiento:</b>  |  |  |
| Factor de conservación flujo luminoso:   | 0,7  |  |
| Factor de conservación por suciedad:   | 0,87   |  |
|  | 0,609  |  |
| <b>Coefficiente de utilización</b>   |  |  |
| <b>Relacion Anterior:</b>  | 0,833  | 0,4  |
| <b>Relacion posterior:</b>   | 0,093  | 0,04   |
| <b>Factor de utilización</b>   | 0,44   |  |
| <b>Cálculos:</b>   |  |  |
| Altura del punto de luz (m):   | 9  |  |
| Relación separación/altura:  | 3,8  |  |
| Distancia entre puntos de luz (m):   | $D = R \times h$   | 34,2   |
|  | Valor recomendado  | 35   |
| Disposición de los puntos de luz:  | $\frac{h}{A}$  | 1 Unilateral   |
| Flujo luminoso total necesario (lm):   | $\Phi_T = \frac{E_{med} \cdot A \cdot D}{f_u \cdot f_c}$ | 8228,84  |
| Número de unidades luminosas necesarias:   | $N_L = \frac{L}{D} + 1$                                  | 126,71   |

## Anexo 16. Materiales de la red proyectada

| Total de materiales nuevos y reutilizados |    |    |    |    |  |  | Nuevo | Reutilizado |
|---|----|----|----|----|--|--|-------|-------------|
| 02  | 44 | 04 | 11 | U. | Poste circular de HA de 10m x 400 Kg.            |  | 31    |             |
| 02  | 44 | 06 | 15 | U. | Poste circular de HA de 12m x 500 Kg.            |  | 143   | 21          |
| 02  | 20 | 01 | 01 | U. | Abrazad simple di. 130-160mm                     |  | 53    |             |
| 02  | 20 | 01 | 11 | U. | Abrazad simple di. 160-190 mm                    |  | 238   |             |
| 02  | 05 | 90 | 03 | U. | Bastidor galv. 3 vias.                           |  | 25    |             |
| 02  | 05 | 90 | 01 | U. | Bastidor galv. 1 via.                            |  | 166   |             |
| 02  | 01 | 60 | 04 | U. | Aislador rollo ANSI 53-2                         |  | 241   |             |
| 02  | 01 | 29 | 11 | U. | Aislador PIN, ANSI 56-1                          |  | 5     |             |
| 02  | 01 | 06 | xx | U. | Aislador polimero siliconado 15 KV               |  | 32    |             |
| 02  | 01 | 30 | 05 | U. | Aislador PIN, ANSI 55-5                          |  | 48    |             |
| 02  | 25 | 75 | 03 | U. | Tuerca de ojo galvz di. 16mm.                    |  | 55    |             |
| 02  | 21 | 31 | 01 | U. | Eslabón U pasador de di. 16mm.                   |  | 32    |             |
| 02  | 15 | 99 | 02 | M. | Cinta de armar, 1.27x7.62mm.                     |  | 459   |             |
| 02  | 10 | 02 | 01 | U. | Grapa de retenc conduc Al 2/0                    |  | 1     |             |
| 01  | 04 | 17 | 14 | M. | Cable de acero galv. 9.51mm.                     |  | 2238  |             |
| 02  | 10 | 95 | 16 | U. | Retención p' acero di. 9.51mm.                   |  | 236   |             |
| 02  | 15 | 98 | 06 | U. | Guardac galv. cable acero di. 10mm.              |  | 168   |             |
| 02  | 48 | 01 | 01 | U. | Bloque de anclaje                                |  | 107   |             |
| 02  | 01 | 50 | 03 | U. | Aislador de retenida ANSI 54-3                   |  | 34    |             |
| 02  | 30 | 06 | 13 | U. | Varilla de anclaje 16x2000mm.                    |  | 107   |             |
| 02  | 10 | 68 | 03 | U. | Retención pref. para alum. 2                     |  | 115   |             |
| 01  | 06 | 01 | 18 | M. | Conductor Cu. aislado tipo TW 14                 |  | 1062  |             |
| 02  | 10 | 24 | 02 | U. | Grapa suspens para conduc Al 1/0                 |  | 6     |             |
| 02  | 61 | 18 | 40 | U. | Seccionad fusib. tipo ab, 15 KV,                 |  | 8     |             |
| 01  | 04 | 01 | 42 | M. | Conduc de Cu desn. cableado 2.                   |  | 65    |             |
| 02  | 41 | 26 | 07 | U. | Conector ran. parale. Cu/Al 2 pemos 2-2/0        |  | 85    |             |
| 02  | 35 | 30 | 26 | U. | Varilla copperw con conect. 16x2400mm.           |  | 5     |             |
| 02  | 75 | 18 | 11 | U. | Suelda exotérmica 115                            |  | 5     |             |
| 02  | 62 | 12 | 01 | U. | Tiraf. tipo H, con cabz rosc de 1 A.             |  | 4     |             |
| 02  | 62 | 10 | 13 | U. | Tiraf. tipo K, con cabz rosc de 10 A.            |  | 4     |             |
| 02  | 50 | 14 | 03 | U. | Cruceta metálica galvaz de 1,2m en L             |  | 8     |             |
| 0   | 0  | 0  | 0  | U. | Cruceta acero galv. P.L. 76x76x6x2400 mm         |  | 12    |             |
| 0   | 0  | 0  | 0  | U. | Pie amg. acero galv. P.L. 38x38x6x1800mm.        |  | 6     |             |
| 0   | 0  | 0  | 0  | U. | Pie amg. acero galv. P.L. 38x38x6x700mm.         |  | 20    |             |
| 0   | 0  | 0  | 0  | U. | Perno U acero galva, accesorios, 16x152 mm       |  | 13    |             |
| 02  | 25 | 11 | 03 | U. | Perno galv. rosca corrida 16x306 mm              |  | 4     |             |
| 02  | 25 | 19 | 04 | U. | Perno ojo tuerca y aran. 16x254mm.               |  | 8     |             |
| 03  | 03 | 53 | 3  | U. | Trafo 1F. autopr. 10 KVA; 7960 V                 |  |       | 3           |
| 03  | 01 | 53 | 25 | U. | Trafo 1F. autopr. 25 KVA; 7960 V                 |  |       | 1           |
| 03  | 01 | 53 | 15 | U. | Trafo 1F. autopr. 15 KVA; 7960 V                 |  |       | 1           |
|   |    |    |    | U. | Trafo 1F. autopr. 10 KVA; 7.62 KV                |  |       | 1           |
| 03  | 01 | 53 | 05 | 0  | Trafo 1F. autopr. 5 KVA; 7960 V                  |  | 4     |             |
| 01  | 08 | 01 | 42 | M. | Conductor Cu. aislado tipo TW 2.                 |  | 14    | 7           |
| 0   | 0  | 0  | 0  | M. | Conduc de Cu desn. cableado 4.                   |  | 21    |             |
| 2   | 40 | 25 | 43 | U. | Conector dent. Estanco 10 a 95 mm2               |  | 254   |             |
|   |    |    |    | M. | Alambre Al, desnudo sólido, atadura 4AWG         |  | 490   |             |
| 2   | 25 | 35 | 30 | U. | Perno máquina 16 x 38 mm                         |  | 26    |             |
|   |    |    |    |    | Perno pin ace. galv, rosca 50mm, 19x305mm        |  | 20    |             |
|   |    |    |    |    | U. Grapa alea. Al, terminal apemado t. pistola   |  | 26    |             |
|   |    |    |    |    | U. Perno pin punta, p. simple, acce, 19x457mm    |  | 28    |             |
|   |    |    |    |    | M. Estribo aleación CU, derivación               |  | 8     |             |
|   |    |    |    |    | U. Horquilla de acero galvan, anclaje (5/8 x 3") |  | 32    |             |
|   |    |    |    |    | U. Poste Rectangular de HA de 11 m x 600 Kg.     |  |       | 4           |
|   |    |    |    |    | U. Poste Rectangular de HA de 9 m x 350 Kg.      |  |       | 1           |
|   |    |    |    |    | U. Lumin. LED 101 W. Brazo y accesorios          |  | 163   |             |
|   |    |    |    |    | U. Grapa alea. Al, deriv línea caliente          |  | 8     |             |

| RESUMEN GENERAL DE CONDUCTOR         |        |                       |
|--------------------------------------|--------|-----------------------|
|                                      |        | Total conductor nuevo |
| Conductor de <b>cobre 8 AWG</b>      |        | -                     |
| Conductor de Aluminio <b>6 AWG</b>   | 5005   |                       |
| Conductor de Aluminio <b>4 AWG</b>   | DÚPLEX | 3052                  |
| Conductor de Aluminio <b>2 AWG</b>   | ACSR   | 3298                  |
|                                      | 5005   |                       |
| Conductor de Aluminio <b>1/0 AWG</b> | ACSR   |                       |
|                                      | 5005   |                       |
| Conductor de Aluminio <b>2/0 AWG</b> | ACSR   | 598                   |
|                                      | 5005   |                       |
| Conductor de Aluminio <b>3/0 AWG</b> | ACSR   |                       |
|                                      | 5005   |                       |

## Anexo 17. Cálculos de la caída de tensión admisible (Red Proyectada)

| PRIMER SUBTRAMO_TRANSFORMADOR EXISTENTE_Nro. 12750 - RED (AP) PROYECTADO |                |       |                              |               |               |                               |          |         |                |         |      |
|--|----------------|-------|------------------------------|---------------|---------------|-------------------------------|----------|---------|----------------|---------|------|
| EMPRESA ELÉCTRICA REGIONAL DEL SUR- EERSSA                               |                |       |                              |               |               |                               |          |         |                |         |      |
| CÁLCULO DE CAÍDA DE TENSIÓN - SIN COCINA DE INDUCCIÓN - RED PROYECTADA   |                |       |                              |               |               |                               |          |         |                |         |      |
| REDES SECUNDARIAS:   |                |       | PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN: |               |               |                               |          |         | ANEXO:         |         |      |
| COMPUTO DE CAÍDA DE VOLTAJE:   |                |       | FECHA:                       |               |               |                               |          |         |                |         |      |
| PROVINCIA: Loja  |                |       | CANTÓN: Catamayo             |               |               | PARROQUIA: El Tambo           |          | BARRIO: |                | FECHA:  |      |
| C. TRANSFORMACIÓN No: 12750  |                |       | CATEGORÍA ABONADO: G         |               |               | NÚMERO DE ABONADOS: 26        |          |         |                |         |      |
| DATOS DEL TRANSFORMADOR:   |                |       | POTENCIA:                    |               |               | PROYECTISTA: Carlos Merino    |          |         |                |         |      |
| REFERENCIA:  |                |       | V. NOMINAL M.T:              |               |               | RESPONSABLE: Carlos Merino    |          |         |                |         |      |
| NÚMERO DE FASES:   |                |       | V. NOMINAL B.T:              |               |               | REVISOR:                      |          |         |                |         |      |
| ESQUEMA: Remítirse al plano de redes proyectadas                         |                |       |                              |               |               |                               |          |         |                |         |      |
|  |                |       |                              |               |               |                               |          |         |                |         |      |
| EI TRANSFORMADOR ESTA EN EL NODO:  |                |       | 1                            |               |               | NÚMERO DE CLIENTES EN EL NODO |          |         | P1             |         |      |
| Tramo  |                |       |                              |               |               | CONDUCTOR                     |          |         | AV             |         |      |
| Inicio   | Fin            | L (m) | # de abonados                | Ap (W)        | Demanda (kVA) | Configuración                 | Calibres | FAV     | kVA x m        | Parcial | Acum |
| P1   | A              | 22,00 | 12                           | 904           | 4,75          | 1F3C                          | 2x2(4)   | 242     | 124,69         | 0,52    | 0,52 |
| A  | P2             | 20,56 | 3                            | 101           | 1,35          | 1F3C                          | 2x2(4)   | 242     | 29,92          | 0,12    | 0,64 |
| A  | P3             | 11,55 | 9                            | 804           | 3,66          | 1F3C                          | 2x2(4)   | 242     | 51,71          | 0,21    | 0,73 |
| P3   | P4             | 42,88 | 8                            | 704           | 3,29          | 1F3C                          | 2x2(4)   | 242     | 171,75         | 0,71    | 1,44 |
| P4   | P5             | 37,31 | 7                            | 604           | 2,91          | 1F3C                          | 2x2(4)   | 242     | 131,67         | 0,54    | 1,98 |
| P5   | P6             | 42,65 | 6                            | 504           | 2,53          | 1F3C                          | 2x2(4)   | 242     | 129,97         | 0,54    | 2,52 |
| P6   | P7p            | 35,00 | 1                            | 404           | 0,50          | 1F3C                          | 2x2(2)   | 308     | 31,95          | 0,10    | 2,62 |
| P7p  | P8p            | 35,00 | 1                            | 303           | 0,50          | 1F3C                          | 2x2(2)   | 308     | 28,32          | 0,09    | 2,72 |
| P8p  | P9p            | 24,50 | 1                            | 202           | 0,50          | 1F3C                          | 2x2(2)   | 308     | 17,30          | 0,06    | 2,77 |
| P9p  | P10p           | 24,50 | 1                            | 101           | 0,50          | 1F3C                          | 2x2(2)   | 308     | 14,78          | 0,05    | 2,82 |
| DMUp   | Cliente tipo G | 0,5   | kVA                          | Área promedio |               |                               | A<100    | m²      | DEMANDA MÁXIMA | 2,82    |      |

| SEGUNDO SUBTRAMO_TRANSFORMADOR 1p - RED (AP) PROYECTADO                |                |       |                              |               |               |                               |          |         |                |         |      |
|--|----------------|-------|------------------------------|---------------|---------------|-------------------------------|----------|---------|----------------|---------|------|
| EMPRESA ELÉCTRICA REGIONAL DEL SUR- EERSSA                             |                |       |                              |               |               |                               |          |         |                |         |      |
| CÁLCULO DE CAÍDA DE TENSIÓN - SIN COCINA DE INDUCCIÓN - RED PROYECTADA |                |       |                              |               |               |                               |          |         |                |         |      |
| REDES SECUNDARIAS:   |                |       | PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN: |               |               |                               |          |         | ANEXO:         |         |      |
| COMPUTO DE CAÍDA DE VOLTAJE:   |                |       | FECHA:                       |               |               |                               |          |         |                |         |      |
| PROVINCIA: Loja  |                |       | CANTÓN: Catamayo             |               |               | PARROQUIA: El Tambo           |          | BARRIO: |                | FECHA:  |      |
| C. TRANSFORMACIÓN No: #1p  |                |       | CATEGORÍA ABONADO: H         |               |               | NÚMERO DE ABONADOS: 0         |          |         |                |         |      |
| DATOS DEL TRANSFORMADOR:   |                |       | POTENCIA:                    |               |               | PROYECTISTA: Carlos Merino    |          |         |                |         |      |
| REFERENCIA:  |                |       | V. NOMINAL M.T:              |               |               | RESPONSABLE: Carlos Merino    |          |         |                |         |      |
| NÚMERO DE FASES:   |                |       | V. NOMINAL B.T:              |               |               | REVISOR:                      |          |         |                |         |      |
| ESQUEMA: Remítirse al plano de redes proyectadas                       |                |       |                              |               |               |                               |          |         |                |         |      |
|  |                |       |                              |               |               |                               |          |         |                |         |      |
| EI TRANSFORMADOR ESTA EN EL NODO:                                      |                |       | 1                            |               |               | NÚMERO DE CLIENTES EN EL NODO |          |         | P1             |         |      |
| Tramo  |                |       |                              |               |               | CONDUCTOR                     |          |         | AV             |         |      |
| Inicio   | Fin            | L (m) | # de abonados                | Ap (W)        | Demanda (kVA) | Configuración                 | Calibres | FAV     | kVA x m        | Parcial | Acum |
| P1p  | P2p            | 35    | 0                            | 808           | 0,00          | 2F2C                          | 2x4      | 178     | 28,86          | 0,16    | 0,16 |
| P2p  | P3p            | 19,25 | 0                            | 707           | 0,00          | 2F2C                          | 2x4      | 178     | 13,89          | 0,08    | 0,24 |
| P3p  | P4p            | 19,25 | 0                            | 606           | 0,00          | 2F2C                          | 2x4      | 178     | 11,90          | 0,07    | 0,31 |
| P4p  | P5p            | 19,25 | 0                            | 505           | 0,00          | 2F2C                          | 2x4      | 178     | 9,92           | 0,06    | 0,36 |
| P5p  | P6p            | 35    | 0                            | 404           | 0,00          | 2F2C                          | 2x4      | 178     | 14,43          | 0,08    | 0,44 |
| P6p  | P7p            | 24,5  | 0                            | 303           | 0,00          | 2F2C                          | 2x4      | 178     | 7,58           | 0,04    | 0,49 |
| P7p  | P8p            | 24,5  | 0                            | 202           | 0,00          | 2F2C                          | 2x4      | 178     | 5,05           | 0,03    | 0,51 |
| P8p  | P9p            | 24,5  | 0                            | 101           | 0,00          | 2F2C                          | 2x4      | 178     | 2,53           | 0,01    | 0,53 |
| P1p  | P10p           | 24,5  | 0                            | 1010          | 0,00          | 2F2C                          | 2x4      | 178     | 25,25          | 0,14    | 0,14 |
| P10p   | P11p           | 24,5  | 0                            | 909           | 0,00          | 2F2C                          | 2x4      | 178     | 22,73          | 0,13    | 0,27 |
| P11p   | P12p           | 19,25 | 0                            | 808           | 0,00          | 2F2C                          | 2x4      | 178     | 15,87          | 0,09    | 0,36 |
| P12p   | P13p           | 19,25 | 0                            | 707           | 0,00          | 2F2C                          | 2x4      | 178     | 13,89          | 0,08    | 0,44 |
| P13p   | P14p           | 19,25 | 0                            | 606           | 0,00          | 2F2C                          | 2x4      | 178     | 11,90          | 0,07    | 0,50 |
| P14p   | P15p           | 19,25 | 0                            | 505           | 0,00          | 2F2C                          | 2x4      | 178     | 9,92           | 0,06    | 0,56 |
| P15p   | P16p           | 19,25 | 0                            | 404           | 0,00          | 2F2C                          | 2x4      | 178     | 7,94           | 0,04    | 0,60 |
| P16p   | P17p           | 35    | 0                            | 303           | 0,00          | 2F2C                          | 2x4      | 178     | 10,82          | 0,06    | 0,66 |
| P17p   | P18p           | 35    | 0                            | 202           | 0,00          | 2F2C                          | 2x4      | 178     | 7,21           | 0,04    | 0,71 |
| P18p   | P19p           | 35    | 0                            | 101           | 0,00          | 2F2C                          | 2x4      | 178     | 3,61           | 0,02    | 0,73 |
| DMUp   | Cliente tipo H | 0,4   | kVA                          | Área promedio |               |                               | A<100    | m²      | DEMANDA MÁXIMA | 0,73    |      |

| TERCER SUBTRAMO TRANSFORMADOR EXISTENTE_Nro. 25616 - RED (AP) PROYECTADO |  |                              |  |                      |                     |         |         |                       |         |                                  |  |
|--|--|------------------------------|--|----------------------|---------------------|---------|---------|-----------------------|---------|----------------------------------|--|
| EMPRESA ELÉCTRICA REGIONAL DEL SUR- EERSSA                               |  |                              |  |                      |                     |         |         |                       |         |                                  |  |
| CÁLCULO DE CAÍDA DE TENSIÓN - SIN COCINA DE INDUCCIÓN - RED PROYECTADA   |  |                              |  |                      |                     |         |         |                       |         |                                  |  |
| REDES SECUNDARIAS:   |  | PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN: |  |                      |                     |         |         |                       | ANEXO:  |                                  |  |
|  |  | COMPUTO DE CAÍDA DE VOLTAJE: |  |                      |                     |         |         |                       | HOJA: 1 |                                  |  |
| PROVINCIA: Loja  |  | CANTÓN: Catamayo             |  |                      | PARROQUIA: El Tambo |         | BARRIO: |                       | FECHA:  |                                  |  |
| C. TRANSFORMACIÓN No: 25616  |  |                              |  | CATEGORÍA ABONADO: H |                     |         |         | NÚMERO DE ABONADOS: 4 |         |                                  |  |
| DATOS DEL TRANSFORMADOR:   |  | -                            |  | POTENCIA:            |                     | 25 kVA  |         | PROYECTISTA:          |         | Carlos Merino                    |  |
| REFERENCIA:  |  | -                            |  | V. NOMINAL M.T.:     |                     | 7.97 kV |         | RESPONSABLE:          |         | Carlos Merino                    |  |
| NÚMERO DE FASES:   |  | 1                            |  | V. NOMINAL B.T.:     |                     | 240 V   |         | REVISOR:              |         |                                  |  |
| ESQUEMA: Remitirse al plano de redes proyectadas                         |  |                              |  |                      |                     |         |         |                       |         |                                  |  |
|  |  |                              |  |                      |                     |         |         |                       |         |                                  |  |
| EI TRANSFORMADOR ESTA EN EL NODO:  |  |                              |  |                      |                     |         |         |                       |         |                                  |  |
| Tramo  |  | L (m)                        |  | # de abonados        |                     | Ap (W)  |         | Demanda (kVA)         |         | CONDUCTOR                        |  |
| Inicio Fin   |  |                              |  |                      |                     |         |         |                       |         | kVA x m                          |  |
|  |  |                              |  |                      |                     |         |         |                       |         | ΔV                               |  |
|  |  |                              |  |                      |                     |         |         |                       |         | Parcial Acum                     |  |
| P1 P2  |  | 45,7                         |  | 0                    |                     | 0       |         | 0,00                  |         | 1F3C 2x2(2) 308 0,00 0,00 0,00   |  |
| P2 P3  |  | 34,69                        |  | 0                    |                     | 0       |         | 0,00                  |         | 1F3C 2x2(2) 308 0,00 0,00 0,00   |  |
| P1 P4  |  | 41                           |  | 4                    |                     | 1212    |         | 1,40                  |         | 1F3C 2x2(2) 308 108,26 0,35 0,35 |  |
| P4 P5  |  | 34,84                        |  | 4                    |                     | 1111    |         | 1,40                  |         | 1F3C 2x2(2) 308 88,40 0,29 0,64  |  |
| P5 P6p   |  | 35                           |  | 0                    |                     | 1010    |         | 0,00                  |         | 2F2C 2X4 178 36,07 0,20 0,84     |  |
| P6p P7p  |  | 24,5                         |  | 0                    |                     | 909     |         | 0,00                  |         | 2F2C 2x4 178 22,73 0,13 0,97     |  |
| P7p P8p  |  | 24,5                         |  | 0                    |                     | 808     |         | 0,00                  |         | 2F2C 2X4 178 20,20 0,11 1,08     |  |
| P8p P9p  |  | 24,5                         |  | 0                    |                     | 707     |         | 0,00                  |         | 2F2C 2X4 178 17,68 0,10 1,18     |  |
| P9p P10p   |  | 19,25                        |  | 0                    |                     | 606     |         | 0,00                  |         | 2F2C 2X4 178 11,90 0,07 1,25     |  |
| P10p P11p  |  | 19,25                        |  | 0                    |                     | 505     |         | 0,00                  |         | 2F2C 2X4 178 9,92 0,06 1,30      |  |
| P11p P12p  |  | 19,25                        |  | 0                    |                     | 404     |         | 0,00                  |         | 2F2C 2X4 178 7,94 0,04 1,35      |  |
| P12p P13p  |  | 24,5                         |  | 0                    |                     | 303     |         | 0,00                  |         | 2F2C 2X4 178 7,58 0,04 1,39      |  |
| P13p P14p  |  | 35                           |  | 0                    |                     | 202     |         | 0,00                  |         | 2F2C 2X4 178 7,21 0,04 1,43      |  |
| P14p P15p  |  | 35                           |  | 0                    |                     | 101     |         | 0,00                  |         | 2F2C 2X4 178 3,61 0,02 1,45      |  |
| DMUp Cliente tipo H 0,4 kVA Área promedio A<100 m^2 DEMANDA MÁXIMA 1,45  |  |                              |  |                      |                     |         |         |                       |         |                                  |  |

| CUARTO SUBTRAMO TRANSFORMADOR EXISTENTE_Nro. 23686 - RED (AP) PROYECTADO |  |                              |  |                      |                     |         |         |                       |        |                              |  |
|--|--|------------------------------|--|----------------------|---------------------|---------|---------|-----------------------|--------|------------------------------|--|
| EMPRESA ELÉCTRICA REGIONAL DEL SUR- EERSSA                               |  |                              |  |                      |                     |         |         |                       |        |                              |  |
| CÁLCULO DE CAÍDA DE TENSIÓN - SIN COCINA DE INDUCCIÓN - RED PROYECTADA   |  |                              |  |                      |                     |         |         |                       |        |                              |  |
| REDES SECUNDARIAS:   |  | PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN: |  |                      |                     |         |         |                       | ANEXO: |                              |  |
|  |  | COMPUTO DE CAÍDA DE VOLTAJE: |  |                      |                     |         |         |                       | HOJA:  |                              |  |
| PROVINCIA: Loja  |  | CANTÓN: Catamayo             |  |                      | PARROQUIA: El Tambo |         | BARRIO: |                       | FECHA: |                              |  |
| C. TRANSFORMACIÓN No: 23686  |  |                              |  | CATEGORÍA ABONADO: H |                     |         |         | NÚMERO DE ABONADOS: 4 |        |                              |  |
| DATOS DEL TRANSFORMADOR:   |  | -                            |  | POTENCIA:            |                     | 10 kVA  |         | PROYECTISTA:          |        | Carlos Merino                |  |
| REFERENCIA:  |  | -                            |  | V. NOMINAL M.T.:     |                     | 7.97 kV |         | RESPONSABLE:          |        | Carlos Merino                |  |
| NÚMERO DE FASES:   |  | 1                            |  | V. NOMINAL B.T.:     |                     | 240 V   |         | REVISOR:              |        |                              |  |
| ESQUEMA: Remitirse al plano de redes proyectadas                         |  |                              |  |                      |                     |         |         |                       |        |                              |  |
|  |  |                              |  |                      |                     |         |         |                       |        |                              |  |
| EI TRANSFORMADOR ESTA EN EL NODO:  |  |                              |  |                      |                     |         |         |                       |        |                              |  |
| Tramo  |  | L (m)                        |  | # de abonados        |                     | Ap (W)  |         | Demanda (kVA)         |        | CONDUCTOR                    |  |
| Inicio Fin   |  |                              |  |                      |                     |         |         |                       |        | kVA x m                      |  |
|  |  |                              |  |                      |                     |         |         |                       |        | ΔV                           |  |
|  |  |                              |  |                      |                     |         |         |                       |        | Parcial Acum                 |  |
| P1p P2p  |  | 35                           |  | 0                    |                     | 707     |         | 0,00                  |        | 2F2C 2x4 178 25,25 0,14 0,14 |  |
| P2p P3p  |  | 24,5                         |  | 0                    |                     | 606     |         | 0,00                  |        | 2F2C 2x4 178 15,15 0,09 0,23 |  |
| P3p P4p  |  | 24,5                         |  | 0                    |                     | 505     |         | 0,00                  |        | 2F2C 2x4 178 12,63 0,07 0,30 |  |
| P4p P5p  |  | 19,25                        |  | 0                    |                     | 404     |         | 0,00                  |        | 2F2C 2x4 178 7,94 0,04 0,34  |  |
| P5p P6p  |  | 19,25                        |  | 0                    |                     | 303     |         | 0,00                  |        | 2F2C 2x4 178 5,95 0,03 0,38  |  |
| P6p P7p  |  | 19,25                        |  | 0                    |                     | 202     |         | 0,00                  |        | 2F2C 2x4 178 3,97 0,02 0,40  |  |
| P7p P8p  |  | 19,25                        |  | 0                    |                     | 101     |         | 0,00                  |        | 2F2C 2x4 178 1,98 0,01 0,41  |  |
| P1p P9p  |  | 35                           |  | 0                    |                     | 1010    |         | 0,00                  |        | 2F2C 2x4 178 36,07 0,20 0,20 |  |
| P9p P10p   |  | 35                           |  | 0                    |                     | 909     |         | 0,00                  |        | 2F2C 2x4 178 32,46 0,18 0,39 |  |
| P10p P11p  |  | 35                           |  | 0                    |                     | 808     |         | 0,00                  |        | 2F2C 2x4 178 28,86 0,16 0,55 |  |
| P11p P12p  |  | 35                           |  | 0                    |                     | 707     |         | 0,00                  |        | 2F2C 2x4 178 25,25 0,14 0,69 |  |
| P12p P13p  |  | 35                           |  | 0                    |                     | 606     |         | 0,00                  |        | 2F2C 2x4 178 21,64 0,12 0,81 |  |
| P13p P14p  |  | 24,5                         |  | 0                    |                     | 505     |         | 0,00                  |        | 2F2C 2x4 178 12,63 0,07 0,88 |  |
| P14p P15p  |  | 24,5                         |  | 0                    |                     | 404     |         | 0,00                  |        | 2F2C 2x4 178 10,10 0,06 0,94 |  |
| P15p P16p  |  | 19,25                        |  | 0                    |                     | 303     |         | 0,00                  |        | 2F2C 2x4 178 5,95 0,03 0,97  |  |
| P16p P17p  |  | 19,25                        |  | 0                    |                     | 202     |         | 0,00                  |        | 2F2C 2x4 178 3,97 0,02 0,99  |  |
| P17p P18p  |  | 25,65                        |  | 0                    |                     | 101     |         | 0,00                  |        | 2F2C 2x4 178 2,64 0,01 1,01  |  |
| DMUp Cliente tipo H 0,4 kVA Área promedio A<100 m^2 DEMANDA MÁXIMA 1,01  |  |                              |  |                      |                     |         |         |                       |        |                              |  |

| QUINTO SUBTRAMO_TRANSFORMADOR EXISTENTE_Nro. 25103 - RED (AP) PROYECTADO |                |                              |     |                               |                       |                            |         |                |        |           |      |
|--|----------------|------------------------------|-----|-------------------------------|-----------------------|----------------------------|---------|----------------|--------|-----------|------|
| EMPRESA ELÉCTRICA REGIONAL DEL SUR- EERSSA                               |                |                              |     |                               |                       |                            |         |                |        |           |      |
| CÁLCULO DE CAÍDA DE TENSIÓN - SIN COCINA DE INDUCCIÓN                    |                |                              |     |                               |                       |                            |         |                |        |           |      |
| REDES SECUNDARIAS:   |                | PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN: |     |                               |                       |                            |         | ANEXO:         |        |           |      |
|  |                | COMPUTO DE CAÍDA DE VOLTAJE: |     |                               |                       |                            |         | HOJA: 2        |        |           |      |
| PROVINCIA: Loja  |                | CANTÓN: Catamayo             |     |                               | PARROQUIA: El Tambo   |                            | BARRIO: |                | FECHA: |           |      |
| C. TRANSFORMACIÓN No: 25103  |                | CATEGORÍA ABONADO: H         |     |                               | NÚMERO DE ABONADOS: 5 |                            |         |                |        |           |      |
| DATOS DEL TRANSFORMADOR:   |                | POTENCIA:                    |     | 10 kVA                        |                       | PROYECTISTA: Carlos Merino |         |                |        |           |      |
| REFERENCIA:  |                | V. NOMINAL M.T.:             |     | 7,97 kV                       |                       | RESPONSABLE: Carlos Merino |         |                |        |           |      |
| NÚMERO DE FASES:   |                | 1                            |     | V. NOMINAL B.T.:              |                       | 240 V                      |         | REVISO:        |        |           |      |
| ESQUEMA: Remitirse al plano de redes proyectadas                         |                |                              |     |                               |                       |                            |         |                |        |           |      |
|  |                |                              |     |                               |                       |                            |         |                |        |           |      |
| EI TRANSFORMADOR ESTA EN EL NODO:  |                | 1                            |     | NÚMERO DE CLIENTES EN EL NODO |                       |                            | P1      |                | 0      |           |      |
| Tramo  |                | L (m)                        |     | # de abonados                 |                       | Ap (W)                     |         | Demanda (kVA)  |        | CONDUCTOR |      |
| Inicio   | Fin            |                              |     |                               |                       |                            |         | Configuración  |        | Calibres  | FAV  |
| P1   | P2             | 41,67                        | 2   | 505                           | 0,75                  | 1F3C                       | 2x2(2)  | 308            | 52,70  | 0,17      | 0,17 |
| P2   | P3             | 37,28                        | 2   | 404                           | 0,75                  | 1F3C                       | 2x2(2)  | 308            | 43,30  | 0,14      | 0,31 |
| P3   | P4             | 36,93                        | 2   | 303                           | 0,75                  | 1F3C                       | 2x2(2)  | 308            | 39,09  | 0,13      | 0,44 |
| P4   | P5             | 37,22                        | 2   | 202                           | 0,75                  | 1F3C                       | 2x2(2)  | 308            | 35,56  | 0,12      | 0,55 |
| P5   | P6             | 38,18                        | 1   | 101                           | 0,40                  | 1F3C                       | 2x2(2)  | 308            | 19,21  | 0,06      | 0,62 |
| P1   | P9             | 36,94                        | 3   | 1212                          | 1,08                  | 1F3C                       | 2x2(2)  | 308            | 85,65  | 0,28      | 0,28 |
| P9   | P10            | 34,14                        | 3   | 1111                          | 1,08                  | 1F3C                       | 2x2(2)  | 308            | 75,64  | 0,25      | 0,52 |
| P10  | P11            | 26,15                        | 2   | 1010                          | 0,75                  | 1F3C                       | 2x2(2)  | 308            | 46,55  | 0,15      | 0,67 |
| P11  | P12            | 35                           | 2   | 909                           | 0,75                  | 1F3C                       | 2x2(2)  | 308            | 58,69  | 0,19      | 0,87 |
| P12  | P13            | 35,1                         | 0   | 808                           | 0,00                  | 1F3C                       | 2x2(2)  | 308            | 28,94  | 0,09      | 0,96 |
| P13  | P14p           | 35                           | 0   | 707                           | 0,00                  | 2F2C                       | 2x4     | 178            | 25,25  | 0,14      | 1,10 |
| P14p   | P15p           | 35                           | 0   | 606                           | 0,00                  | 2F2C                       | 2x4     | 178            | 21,64  | 0,12      | 1,22 |
| P15p   | P16p           | 35                           | 0   | 505                           | 0,00                  | 2F2C                       | 2x4     | 178            | 18,04  | 0,10      | 1,32 |
| P16p   | P17p           | 35                           | 0   | 404                           | 0,00                  | 2F2C                       | 2x4     | 178            | 14,43  | 0,08      | 1,41 |
| P17p   | P18p           | 35                           | 0   | 303                           | 0,00                  | 2F2C                       | 2x4     | 178            | 10,82  | 0,06      | 1,47 |
| P18p   | P19p           | 19,25                        | 0   | 202                           | 0,00                  | 2F2C                       | 2x4     | 178            | 3,97   | 0,02      | 1,49 |
| P19p   | P20p           | 19,25                        | 0   | 101                           | 0,00                  | 2F2C                       | 2x4     | 178            | 1,98   | 0,01      | 1,50 |
| DMUp   | Cliente tipo H | 0,4                          | kVA | Área promedio                 |                       | A<100                      | m²      | DEMANDA MÁXIMA |        | 1,50      |      |

| SEXTO SUBTRAMO_TRANSFORMADOR EXISTENTE_Nro. 25102 - RED (AP) PROYECTADO |                |                              |     |                               |                       |                            |                    |                |        |           |      |
|---|----------------|------------------------------|-----|-------------------------------|-----------------------|----------------------------|--------------------|----------------|--------|-----------|------|
| EMPRESA ELÉCTRICA REGIONAL DEL SUR- EERSSA                              |                |                              |     |                               |                       |                            |                    |                |        |           |      |
| CÁLCULO DE CAÍDA DE TENSIÓN - SIN COCINA DE INDUCCIÓN                   |                |                              |     |                               |                       |                            |                    |                |        |           |      |
| REDES SECUNDARIAS:  |                | PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN: |     |                               |                       |                            |                    | ANEXO:         |        |           |      |
|   |                | COMPUTO DE CAÍDA DE VOLTAJE: |     |                               |                       |                            |                    | HOJA: 3        |        |           |      |
| PROVINCIA: Loja   |                | CANTÓN: Catamayo             |     |                               | PARROQUIA: El Tambo   |                            | BARRIO: La Capilla |                | FECHA: |           |      |
| C. TRANSFORMACIÓN No: 25102   |                | CATEGORÍA ABONADO: H         |     |                               | NÚMERO DE ABONADOS: 3 |                            |                    |                |        |           |      |
| DATOS DEL TRANSFORMADOR:  |                | POTENCIA:                    |     | 10 kVA                        |                       | PROYECTISTA: Carlos Merino |                    |                |        |           |      |
| REFERENCIA:   |                | V. NOMINAL M.T.:             |     | 7,97 kV                       |                       | RESPONSABLE: Carlos Merino |                    |                |        |           |      |
| NÚMERO DE FASES:  |                | 1                            |     | V. NOMINAL B.T.:              |                       | 240 V                      |                    | REVISO:        |        |           |      |
| ESQUEMA: Remitirse al plano de redes proyectadas                        |                |                              |     |                               |                       |                            |                    |                |        |           |      |
|   |                |                              |     |                               |                       |                            |                    |                |        |           |      |
| EI TRANSFORMADOR ESTA EN EL NODO:                                       |                | 1                            |     | NÚMERO DE CLIENTES EN EL NODO |                       |                            | P1                 |                | 0      |           |      |
| Tramo   |                | L (m)                        |     | # de abonados                 |                       | Ap (W)                     |                    | Demanda (kVA)  |        | CONDUCTOR |      |
| Inicio  | Fin            |                              |     |                               |                       |                            |                    | Configuración  |        | Calibres  | FAV  |
| P1  | P2p            | 36,72                        | 2   | 1212                          | 0,75                  | 1F3C                       | 2x2(2)             | 308            | 72,93  | 0,24      | 0,24 |
| P2p   | P3             | 36,72                        | 2   | 1111                          | 0,75                  | 1F3C                       | 2x2(2)             | 308            | 69,14  | 0,22      | 0,46 |
| P3  | P4             | 35,87                        | 2   | 1010                          | 0,75                  | 1F3C                       | 2x2(2)             | 308            | 63,85  | 0,21      | 0,67 |
| P4  | P5p            | 24,5                         | 0   | 909                           | 0,00                  | 2F2C                       | 2x4                | 178            | 22,73  | 0,13      | 0,80 |
| P5p   | P6p            | 24,5                         | 0   | 808                           | 0,00                  | 2F2C                       | 2x4                | 178            | 20,20  | 0,11      | 0,91 |
| P6p   | P7p            | 24,5                         | 0   | 707                           | 0,00                  | 2F2C                       | 2x4                | 178            | 17,68  | 0,10      | 1,01 |
| P7p   | P8p            | 24,5                         | 0   | 606                           | 0,00                  | 2F2C                       | 2x4                | 178            | 15,15  | 0,09      | 1,09 |
| P8p   | P9p            | 19,25                        | 0   | 505                           | 0,00                  | 2F2C                       | 2x4                | 178            | 9,92   | 0,06      | 1,15 |
| P9p   | P10p           | 19,25                        | 0   | 404                           | 0,00                  | 2F2C                       | 2x4                | 178            | 7,94   | 0,04      | 1,19 |
| P10p  | P11p           | 19,25                        | 0   | 303                           | 0,00                  | 2F2C                       | 2x4                | 178            | 5,95   | 0,03      | 1,23 |
| P11p  | P12p           | 24,5                         | 0   | 202                           | 0,00                  | 2F2C                       | 2x4                | 178            | 5,05   | 0,03      | 1,26 |
| P12p  | P13p           | 35                           | 0   | 101                           | 0,00                  | 2F2C                       | 2x4                | 178            | 3,61   | 0,02      | 1,28 |
| P1  | P14p           | 34,33                        | 1   | 1111                          | 0,40                  | 1F3C                       | 2x2(2)             | 308            | 52,65  | 0,17      | 0,17 |
| P14p  | P15            | 34,33                        | 1   | 1010                          | 0,40                  | 1F3C                       | 2x2(2)             | 308            | 49,11  | 0,16      | 0,33 |
| P15   | P16p           | 36                           | 1   | 909                           | 0,40                  | 1F3C                       | 2x2(2)             | 308            | 47,79  | 0,16      | 0,49 |
| P16p  | P17            | 33,65                        | 1   | 808                           | 0,40                  | 1F3C                       | 2x2(2)             | 308            | 41,20  | 0,13      | 0,62 |
| P17   | P29            | 77,92                        | 1   | 0                             | 0,40                  | 1F3C                       | 2x2(2)             | 308            | 31,17  | 0,10      | 0,72 |
| P17   | P18p           | 24,5                         | 0   | 707                           | 0,00                  | 2F2C                       | 2x4                | 178            | 17,68  | 0,10      | 0,72 |
| P18p  | P19p           | 24,5                         | 0   | 606                           | 0,00                  | 2F2C                       | 2x4                | 178            | 15,15  | 0,09      | 0,80 |
| P19p  | P20p           | 24,5                         | 0   | 505                           | 0,00                  | 2F2C                       | 2x4                | 178            | 12,63  | 0,07      | 0,87 |
| P20p  | P21p           | 24,5                         | 0   | 404                           | 0,00                  | 2F2C                       | 2x4                | 178            | 10,10  | 0,06      | 0,93 |
| P21p  | P22p           | 24,5                         | 0   | 303                           | 0,00                  | 2F2C                       | 2x4                | 178            | 7,58   | 0,04      | 0,97 |
| P22p  | P23p           | 19,25                        | 0   | 202                           | 0,00                  | 2F2C                       | 2x4                | 178            | 3,97   | 0,02      | 1,00 |
| P23p  | P24p           | 19,25                        | 0   | 101                           | 0,00                  | 2F2C                       | 2x4                | 178            | 1,98   | 0,01      | 1,01 |
| DMUp  | Cliente tipo H | 0,4                          | kVA | Área promedio                 |                       | A<100                      | m²                 | DEMANDA MÁXIMA |        | 1,28      |      |

| SÉPTIMO SUBTRAMO TRANSFORMADOR 2p - RED (AP) PROYECTADO |      |                              |               |                      |               |                    |                       |                            |                |         |      |
|---|------|------------------------------|---------------|----------------------|---------------|--------------------|-----------------------|----------------------------|----------------|---------|------|
| EMPRESA ELÉCTRICA REGIONAL DEL SUR- EERSSA              |      |                              |               |                      |               |                    |                       |                            |                |         |      |
| CÁLCULO DE CAÍDA DE TENSIÓN - SIN COCINA DE INDUCCIÓN   |      |                              |               |                      |               |                    |                       |                            |                |         |      |
| REDES SECUNDARIAS:                                      |      | PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN: |               |                      |               |                    | ANEXO:                |                            |                |         |      |
|   |      | COMPUTO DE CAÍDA DE VOLTAJE: |               |                      |               |                    | HOJA: 3               |                            |                |         |      |
| PROVINCIA: Loja   |      | CANTÓN: Catamayo             |               | PARROQUIA: El Tambo  |               | BARRIO: La Capilla |                       | FECHA:                     |                |         |      |
| C. TRANSFORMACIÓN No: PROYECTADO                        |      |                              |               | CATEGORÍA ABONADO: H |               |                    | NÚMERO DE ABONADOS: 0 |                            |                |         |      |
| DATOS DEL TRANSFORMADOR:                                |      |                              |               | POTENCIA:            |               | 5 kVA              |                       | PROYECTISTA: Carlos Merino |                |         |      |
| REFERENCIA:   |      |                              |               | V. NOMINAL M.T.:     |               | 7.97 kV            |                       | RESPONSABLE: Carlos Merino |                |         |      |
| NÚMERO DE FASES:  |      |                              |               | 1                    |               | V. NOMINAL B.T.:   |                       | 240 V                      |                |         |      |
| REVISOR:  |      |                              |               |                      |               |                    |                       |                            |                |         |      |
| ESQUEMA: Remítirse al plano de redes proyectadas        |      |                              |               |                      |               |                    |                       |                            |                |         |      |
|   |      |                              |               |                      |               |                    |                       |                            |                |         |      |
| EI TRANSFORMADOR ESTA EN EL NODO:                       |      |                              |               |                      |               |                    |                       |                            |                |         |      |
| Tramo   |      | L (m)                        | # de abonados | Ap (W)               | Demanda (kVA) | CONDUCTOR          |                       |                            | AV             |         |      |
| Inicio  | Fin  |                              |               |                      |               | Configuración      | Calibres              | FAV                        | kVA x m        | Parcial | Acum |
| P1p   | P2p  | 35                           | 0             | 1313                 | 0.00          | 2F2C               | 2x4                   | 178                        | 46,89          | 0.26    | 0.26 |
| P2p   | P3p  | 35                           | 0             | 1212                 | 0.00          | 2F2C               | 2x4                   | 178                        | 43,29          | 0.24    | 0.51 |
| P3p   | P4p  | 19,25                        | 0             | 1111                 | 0.00          | 2F2C               | 2x4                   | 178                        | 21,82          | 0.12    | 0.63 |
| P4p   | P5p  | 19,25                        | 0             | 1010                 | 0.00          | 2F2C               | 2x4                   | 178                        | 19,84          | 0.11    | 0.74 |
| P5p   | P6p  | 19,25                        | 0             | 909                  | 0.00          | 2F2C               | 2x4                   | 178                        | 17,86          | 0.10    | 0.84 |
| P6p   | P7p  | 24,5                         | 0             | 808                  | 0.00          | 2F2C               | 2x4                   | 178                        | 20,20          | 0.11    | 0.95 |
| P7p   | P8p  | 24,5                         | 0             | 707                  | 0.00          | 2F2C               | 2x4                   | 178                        | 17,68          | 0.10    | 1.05 |
| P8p   | P9p  | 24,5                         | 0             | 606                  | 0.00          | 2F2C               | 2x4                   | 178                        | 15,15          | 0.09    | 1.14 |
| P9p   | P10p | 24,5                         | 0             | 505                  | 0.00          | 2F2C               | 2x4                   | 178                        | 12,63          | 0.07    | 1.21 |
| P10p  | P11p | 24,5                         | 0             | 404                  | 0.00          | 2F2C               | 2x4                   | 178                        | 10,10          | 0.06    | 1.27 |
| P11p  | P12p | 24,5                         | 0             | 303                  | 0.00          | 2F2C               | 2x4                   | 178                        | 7,58           | 0.04    | 1.25 |
| P12p  | P13p | 24,5                         | 0             | 202                  | 0.00          | 2F2C               | 2x4                   | 178                        | 5,05           | 0.03    | 1.29 |
| P13p  | P14p | 35                           | 0             | 101                  | 0.00          | 2F2C               | 2x4                   | 178                        | 3,61           | 0.02    | 1.32 |
| P1p   | P15p | 24,5                         | 0             | 1212                 | 0.00          | 2F2C               | 2x4                   | 178                        | 30,30          | 0.17    | 0.17 |
| P15p  | P16p | 24,5                         | 0             | 1111                 | 0.00          | 2F2C               | 2x4                   | 178                        | 27,78          | 0.16    | 0.33 |
| P16p  | P17p | 24,5                         | 0             | 1010                 | 0.00          | 2F2C               | 2x4                   | 178                        | 25,25          | 0.14    | 0.47 |
| P17p  | P18p | 24,5                         | 0             | 909                  | 0.00          | 2F2C               | 2x4                   | 178                        | 22,73          | 0.13    | 0.60 |
| P18p  | P19p | 19,25                        | 0             | 808                  | 0.00          | 2F2C               | 2x4                   | 178                        | 15,87          | 0.09    | 0.68 |
| P19p  | P20p | 24,5                         | 0             | 707                  | 0.00          | 2F2C               | 2x4                   | 178                        | 17,68          | 0.10    | 0.78 |
| P20p  | P21p | 24,5                         | 0             | 606                  | 0.00          | 2F2C               | 2x4                   | 178                        | 15,15          | 0.09    | 0.87 |
| P21p  | P22p | 24,5                         | 0             | 505                  | 0.00          | 2F2C               | 2x4                   | 178                        | 12,63          | 0.07    | 0.94 |
| P22p  | P23p | 35                           | 0             | 404                  | 0.00          | 2F2C               | 2x4                   | 178                        | 14,43          | 0.08    | 1.02 |
| P23p  | P24p | 19,25                        | 0             | 303                  | 0.00          | 2F2C               | 2x4                   | 178                        | 5,95           | 0.03    | 1.05 |
| P24p  | P25p | 19,25                        | 0             | 202                  | 0.00          | 2F2C               | 2x4                   | 178                        | 3,97           | 0.02    | 1.08 |
| P25p  | P26p | 19,25                        | 0             | 101                  | 0.00          | 2F2C               | 2x4                   | 178                        | 1,98           | 0.01    | 1.09 |
| DMUp  |      | Cliente tipo H               | 0,4           | kVA                  | Área promedio |                    | A<100                 | m²                         | DEMANDA MÁXIMA |         | 1,32 |

| OCTAVO SUBTRAMO TRANSFORMADOR 3p - RED (AP) PROYECTADO |      |                              |               |                      |               |                    |                       |                            |                |         |      |
|--|------|------------------------------|---------------|----------------------|---------------|--------------------|-----------------------|----------------------------|----------------|---------|------|
| EMPRESA ELÉCTRICA REGIONAL DEL SUR- EERSSA             |      |                              |               |                      |               |                    |                       |                            |                |         |      |
| CÁLCULO DE CAÍDA DE TENSIÓN - SIN COCINA DE INDUCCIÓN  |      |                              |               |                      |               |                    |                       |                            |                |         |      |
| REDES SECUNDARIAS:                                     |      | PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN: |               |                      |               |                    | ANEXO:                |                            |                |         |      |
|  |      | COMPUTO DE CAÍDA DE VOLTAJE: |               |                      |               |                    | HOJA: 3               |                            |                |         |      |
| PROVINCIA: Loja  |      | CANTÓN: Catamayo             |               | PARROQUIA: El Tambo  |               | BARRIO: La Capilla |                       | FECHA:                     |                |         |      |
| C. TRANSFORMACIÓN No: PROYECTADO                       |      |                              |               | CATEGORÍA ABONADO: H |               |                    | NÚMERO DE ABONADOS: 0 |                            |                |         |      |
| DATOS DEL TRANSFORMADOR:                               |      |                              |               | POTENCIA:            |               | 5 kVA              |                       | PROYECTISTA: Carlos Merino |                |         |      |
| REFERENCIA:  |      |                              |               | V. NOMINAL M.T.:     |               | 7.97 kV            |                       | RESPONSABLE: Carlos Merino |                |         |      |
| NÚMERO DE FASES:                                       |      |                              |               | 1                    |               | V. NOMINAL B.T.:   |                       | 240 V                      |                |         |      |
| REVISOR:   |      |                              |               |                      |               |                    |                       |                            |                |         |      |
| ESQUEMA: Remítirse al plano de redes proyectadas       |      |                              |               |                      |               |                    |                       |                            |                |         |      |
|  |      |                              |               |                      |               |                    |                       |                            |                |         |      |
| EI TRANSFORMADOR ESTA EN EL NODO:                      |      |                              |               |                      |               |                    |                       |                            |                |         |      |
| Tramo  |      | L (m)                        | # de abonados | Ap (W)               | Demanda (kVA) | CONDUCTOR          |                       |                            | AV             |         |      |
| Inicio   | Fin  |                              |               |                      |               | Configuración      | Calibres              | FAV                        | kVA x m        | Parcial | Acum |
| P1p  | P2p  | 35                           | 0             | 505                  | 0.00          | 2F2C               | 2x4                   | 178                        | 18,04          | 0.10    | 0.10 |
| P2p  | P3p  | 24,5                         | 0             | 404                  | 0.00          | 2F2C               | 2x4                   | 178                        | 10,10          | 0.06    | 0.16 |
| P3p  | P4p  | 24,5                         | 0             | 303                  | 0.00          | 2F2C               | 2x4                   | 178                        | 7,58           | 0.04    | 0.20 |
| P4p  | P5p  | 19,25                        | 0             | 202                  | 0.00          | 2F2C               | 2x4                   | 178                        | 3,97           | 0.02    | 0.22 |
| P5p  | P6p  | 19,25                        | 0             | 101                  | 0.00          | 2F2C               | 2x4                   | 178                        | 1,98           | 0.01    | 0.23 |
| P1p  | P7p  | 24,5                         | 0             | 1212                 | 0.00          | 2F2C               | 2x4                   | 178                        | 30,30          | 0.17    | 0.17 |
| P7p  | P8p  | 24,5                         | 0             | 1111                 | 0.00          | 2F2C               | 2x4                   | 178                        | 27,78          | 0.16    | 0.33 |
| P8p  | P9p  | 24,5                         | 0             | 1010                 | 0.00          | 2F2C               | 2x4                   | 178                        | 25,25          | 0.14    | 0.47 |
| P9p  | P10p | 24,5                         | 0             | 909                  | 0.00          | 2F2C               | 2x4                   | 178                        | 22,73          | 0.13    | 0.60 |
| P10p   | P11p | 35                           | 0             | 808                  | 0.00          | 2F2C               | 2x4                   | 178                        | 28,86          | 0.16    | 0.76 |
| P11p   | P12p | 34                           | 0             | 707                  | 0.00          | 2F2C               | 2x4                   | 178                        | 24,53          | 0.14    | 0.90 |
| P12p   | P13p | 19,25                        | 0             | 606                  | 0.00          | 2F2C               | 2x4                   | 178                        | 11,90          | 0.07    | 0.96 |
| P13p   | P14p | 19,25                        | 0             | 505                  | 0.00          | 2F2C               | 2x4                   | 178                        | 9,92           | 0.06    | 1.02 |
| P14p   | P15p | 35                           | 0             | 404                  | 0.00          | 2F2C               | 2x4                   | 178                        | 14,43          | 0.08    | 1.10 |
| P15p   | P16p | 35                           | 0             | 303                  | 0.00          | 2F2C               | 2x4                   | 178                        | 10,82          | 0.06    | 1.16 |
| P16p   | P17p | 35                           | 0             | 202                  | 0.00          | 2F2C               | 2x4                   | 178                        | 7,21           | 0.04    | 1.20 |
| P17p   | P18p | 19,25                        | 0             | 101                  | 0.00          | 2F2C               | 2x4                   | 178                        | 1,98           | 0.01    | 1.21 |
| DMUp   |      | Cliente tipo H               | 0,4           | kVA                  | Área promedio |                    | A<100                 | m²                         | DEMANDA MÁXIMA |         | 1,21 |

| NOVENO SUBTRAMO_TRANSFORMADOR_EXISTENTE_Nro. 20921 - RED (AP) PROYECTADO                            |                  |                              |               |                               |                    |               |                |                |         |         |      |
|---|------------------|------------------------------|---------------|-------------------------------|--------------------|---------------|----------------|----------------|---------|---------|------|
| EMPRESA ELÉCTRICA REGIONAL DEL SUR- EERSSA<br>CÁLCULO DE CAÍDA DE TENSIÓN - SIN COCINA DE INDUCCIÓN |                  |                              |               |                               |                    |               |                |                |         |         |      |
| REDES SECUNDARIAS:  |                  | PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN: |               |                               |                    |               |                |                | ANEXO:  |         |      |
|   |                  | COMPUTO DE CAÍDA DE VOLTAJE: |               |                               |                    |               |                |                | HOJA:   |         |      |
| PROVINCIA: Loja   | CANTÓN: Catamayo |                              |               | PARROQUIA: El Tambo           | BARRIO: La Capilla | FECHA:        |                |                |         |         |      |
| C. TRANSFORMACIÓN Nro: 20921  |                  | CATEGORÍA ABONADO: H         |               |                               |                    |               |                |                |         |         |      |
| DATOS DEL TRANSFORMADOR:  |                  | -                            |               | POTENCIA:                     | 15 kVA             |               | PROYECTISTA:   | Carlos Merino  |         |         |      |
| REFERENCIA:   |                  | 1                            |               | V. NOMINAL M.T.:              | 13,8 kV            |               | RESPONSABLE:   | Carlos Merino  |         |         |      |
|   |                  |                              |               | V. NOMINAL B.T.:              | 240 V              |               | REVISO:        |                |         |         |      |
| ESQUEMA: Remítirse al plano de redes proyectadas  |                  |                              |               |                               |                    |               |                |                |         |         |      |
|   |                  |                              |               |                               |                    |               |                |                |         |         |      |
| EI TRANSFORMADOR ESTA EN EL NODO:   |                  | 1                            |               | NÚMERO DE CLIENTES EN EL NODO |                    |               |                | P1             |         | 1       |      |
| Tramo   |                  | L (m)                        | # de abonados | Ap (W)                        | Demanda (kVA)      | CONDUCTOR     |                |                | kVA x m | AV      |      |
| Inicio  | Fin              |                              |               |                               |                    | Configuración | Calibres       | FAV            |         | Parcial | Acum |
| P1p   | P2p              | 24,5                         | 2             | 202                           | 0,75               | 1F3C          | 2x2(2)         | 308            | 23,41   | 0,08    | 0,08 |
| P2p   | P3p              | 35                           | 0             | 101                           | 0,00               | 1F3C          | 2x2(2)         | 308            | 3,61    | 0,01    | 0,09 |
| P1p   | P4p              | 24,5                         | 10            | 909                           | 3,22               | 1F3C          | 2x2(2)         | 308            | 101,58  | 0,33    | 0,33 |
| P4p   | P5p              | 24,5                         | 10            | 808                           | 3,22               | 1F3C          | 2x2(2)         | 308            | 99,05   | 0,32    | 0,65 |
| P5p   | P6p              | 24,5                         | 10            | 707                           | 3,22               | 1F3C          | 2x2(2)         | 308            | 96,53   | 0,31    | 0,97 |
| P6p   | P7p              | 24,5                         | 10            | 606                           | 3,22               | 1F3C          | 2x2(2)         | 308            | 94,00   | 0,31    | 1,27 |
| P7p   | P8p              | 24,5                         | 5             | 505                           | 1,72               | 1F3C          | 2x2(2)         | 308            | 54,72   | 0,18    | 1,45 |
| P8p   | P9p              | 35                           | 5             | 404                           | 1,72               | 1F3C          | 2x2(2)         | 308            | 74,56   | 0,24    | 1,69 |
| P9p   | P10p             | 35                           | 4             | 303                           | 1,40               | 1F3C          | 2x2(2)         | 308            | 59,95   | 0,19    | 1,88 |
| P10p  | P11p             | 35                           | 4             | 202                           | 1,40               | 1F3C          | 2x2(2)         | 308            | 56,35   | 0,18    | 2,07 |
| P11p  | P12p             | 35                           | 0             | 101                           | 0,00               | 1F3C          | 2x2(2)         | 308            | 3,61    | 0,01    | 2,08 |
| DMUp  | Cliente tipo H   | 0,4                          | kVA           | Área promedio                 |                    | A<100         | m <sup>2</sup> | DEMANDA MÁXIMA |         | 2,08    |      |

| DÉCIMO SUBTRAMO_TRANSFORMADOR_4p - RED (AP) PROYECTADO  |                  |                              |               |                               |                    |               |                     |                |         |         |      |
|---|------------------|------------------------------|---------------|-------------------------------|--------------------|---------------|---------------------|----------------|---------|---------|------|
| EMPRESA ELÉCTRICA REGIONAL DEL SUR- EERSSA<br>CÁLCULO DE CAÍDA DE TENSIÓN - SIN COCINA DE INDUCCIÓN |                  |                              |               |                               |                    |               |                     |                |         |         |      |
| REDES SECUNDARIAS:  |                  | PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN: |               |                               |                    |               |                     |                | ANEXO:  |         |      |
|   |                  | COMPUTO DE CAÍDA DE VOLTAJE: |               |                               |                    |               |                     |                | HOJA:   |         |      |
| PROVINCIA: Loja   | CANTÓN: Catamayo |                              |               | PARROQUIA: El Tambo           | BARRIO: La Capilla | FECHA:        |                     |                |         |         |      |
| C. TRANSFORMACIÓN Nro: PROYECTADO   |                  | CATEGORÍA ABONADO: H         |               |                               |                    |               | NÚMERO DE ABONADOS: |                |         |         |      |
| DATOS DEL TRANSFORMADOR:  |                  | -                            |               | POTENCIA:                     | 5 kVA              |               | PROYECTISTA:        | Carlos Merino  |         |         |      |
| REFERENCIA:   |                  | 1                            |               | V. NOMINAL M.T.:              | 7,97 kV            |               | RESPONSABLE:        | Carlos Merino  |         |         |      |
| NÚMERO DE FASES:  |                  | 1                            |               | V. NOMINAL B.T.:              | 240 V              |               | REVISO:             |                |         |         |      |
| ESQUEMA: Remítirse al plano de redes proyectadas  |                  |                              |               |                               |                    |               |                     |                |         |         |      |
|   |                  |                              |               |                               |                    |               |                     |                |         |         |      |
| EI TRANSFORMADOR ESTA EN EL NODO:   |                  | 1                            |               | NÚMERO DE CLIENTES EN EL NODO |                    |               |                     | P1             |         | 0       |      |
| Tramo   |                  | L (m)                        | # de abonados | Ap (W)                        | Demanda (kVA)      | CONDUCTOR     |                     |                | kVA x m | AV      |      |
| Inicio  | Fin              |                              |               |                               |                    | Configuración | Calibres            | FAV            |         | Parcial | Acum |
| P1p   | P2p              | 35                           | 0             | 101                           | 0,00               | 1F3C          | 2x2(2)              | 308            | 3,61    | 0,01    | 0,01 |
| P1p   | P3p              | 24,5                         | 1             | 909                           | 0,40               | 1F3C          | 2x2(2)              | 308            | 32,53   | 0,11    | 0,11 |
| P3p   | P4p              | 24,5                         | 1             | 808                           | 0,40               | 1F3C          | 2x2(2)              | 308            | 30,00   | 0,10    | 0,20 |
| P4p   | P5p              | 24,5                         | 0             | 707                           | 0,00               | 1F3C          | 2x4                 | 178            | 17,68   | 0,10    | 0,30 |
| P5p   | P6p              | 35                           | 0             | 606                           | 0,00               | 1F3C          | 2x4                 | 178            | 21,64   | 0,12    | 0,42 |
| P6p   | P7p              | 19,25                        | 0             | 505                           | 0,00               | 1F3C          | 2x4                 | 178            | 9,92    | 0,06    | 0,48 |
| P7p   | P8p              | 24,5                         | 0             | 404                           | 0,00               | 1F3C          | 2x4                 | 178            | 10,10   | 0,06    | 0,54 |
| P8p   | P9p              | 24,5                         | 0             | 303                           | 0,00               | 1F3C          | 2x4                 | 178            | 7,58    | 0,04    | 0,58 |
| P9p   | P10p             | 24,5                         | 0             | 202                           | 0,00               | 1F3C          | 2x4                 | 178            | 5,05    | 0,03    | 0,61 |
| P10p  | P11p             | 24,5                         | 0             | 101                           | 0,00               | 1F3C          | 2x4                 | 178            | 2,53    | 0,01    | 0,62 |
| DMUp  | Cliente tipo H   | 0,4                          | kVA           | Área promedio                 |                    | A<100         | m <sup>2</sup>      | DEMANDA MÁXIMA |         | 0,62    |      |

## Anexo 18. Cálculos en Excel sobre la demanda máxima de diseño de los transformadores

| PRIMER SUBTRAMO: DEMANDA MÁXIMA DE DISEÑO DEL TRANSFORMADOR EXISTENTE - 12750 - RED (AP) PROYECTADA |         |                     |      |               |     |   |              |  |  |
|---|---------|---------------------|------|---------------|-----|---|--------------|--|--|
| EMPRESA ELÉCTRICA REGIONAL DEL SUR- EERSSA  |         |                     |      |               |     |   |              |  |  |
| DEMANDA MÁXIMA DE DISEÑO DEL TRANSFORMADOR-PROYECTADO   |         |                     |      |               |     |   |              |  |  |
| TIPO DE USUARIO:  | G       | NÚMERO DE USUARIOS: | 26   |               |     | POTENCIA _ALUMBRADO PÚBLICO (kVA):                | AP (W): 1,71 |  |  |
| DMPu:   | 0,5     | Sodio_AP_cos_fi:    | 0,85 |               |     | FACTOR DE COINCIDENCIA                            | Fc: 0,74     |  |  |
|   |         | LED_AP_cos_fi:      | 0,98 |               |     |   |              |  |  |
| FACTOR DE SOBRE CARGA   | Fs: 0,7 | # LUMINARIAS_LED    | 4    | POTENCIA (W): | 101 | DEMANDA MÁXIMA PROYECTADA (kVA)                   | DMP: 9,56    |  |  |
| CARGAS ESPECIALES (kVA):  | 0       | # LUMINARIAS_SODIO  | 11   | POTENCIA (W): | 100 | DEMANDA MÁXIMA PROYECTADA DEL TRANSFORMADOR (kVA) | DMD_T 7,89   |  |  |
| SEGUNDO SUBTRAMO: DEMANDA MÁXIMA DE DISEÑO DEL TRANSFORMADOR Ip - RED (AP) PROYECTADO               |         |                     |      |               |     |   |              |  |  |
| EMPRESA ELÉCTRICA REGIONAL DEL SUR- EERSSA  |         |                     |      |               |     |   |              |  |  |
| DEMANDA MÁXIMA DE DISEÑO DEL TRANSFORMADOR-PROYECTADO   |         |                     |      |               |     |   |              |  |  |
| TIPO DE USUARIO:  | H       | NÚMERO DE USUARIOS: | 0    |               |     | POTENCIA _ALUMBRADO PÚBLICO (kVA):                | AP (W): 1,96 |  |  |
| DMPu:   | 0,4     | AP_cos_fi:          | 0,98 |               |     | FACTOR DE COINCIDENCIA                            | Fc: 0        |  |  |
| FACTOR DE SOBRE CARGA   | Fs: 0,7 | # LUMINARIAS_LED    | 19   | POTENCIA (W): | 101 | DEMANDA MÁXIMA PROYECTADA (kVA)                   | DMP: 0       |  |  |
| CARGAS ESPECIALES (kVA):  | 0       | # LUMINARIAS_SODIO  | 0    | POTENCIA (W): | 0   | DEMANDA MÁXIMA PROYECTADA DEL TRANSFORMADOR (kVA) | DMD_T 1,37   |  |  |
| TERCER SUBTRAMO: DEMANDA MÁXIMA DE DISEÑO DEL TRANSFORMADOR EXISTENTE - 25616 - RED (AP) PROYECTADA |         |                     |      |               |     |   |              |  |  |
| EMPRESA ELÉCTRICA REGIONAL DEL SUR- EERSSA  |         |                     |      |               |     |   |              |  |  |
| DEMANDA MÁXIMA DE DISEÑO DEL TRANSFORMADOR-PROYECTADO   |         |                     |      |               |     |   |              |  |  |
| TIPO DE USUARIO:  | H       | NÚMERO DE USUARIOS: | 4    |               |     | POTENCIA _ALUMBRADO PÚBLICO (kVA):                | AP (W): 1,34 |  |  |
| DMPu:   | 0,4     | AP_cos_fi:          | 0,98 |               |     | FACTOR DE COINCIDENCIA                            | Fc: 0,88     |  |  |
| FACTOR DE SOBRE CARGA   | Fs: 0,7 | # LUMINARIAS_LED    | 13   | POTENCIA (W): | 101 | DEMANDA MÁXIMA PROYECTADA (kVA)                   | DMP: 1,40    |  |  |
| CARGAS ESPECIALES (kVA):  | 0       | # LUMINARIAS_SODIO  | 0    | POTENCIA (W): | 100 | DEMANDA MÁXIMA PROYECTADA DEL TRANSFORMADOR (kVA) | DMD_T 1,92   |  |  |
| CUARTO SUBTRAMO: DEMANDA MÁXIMA DE DISEÑO DEL TRANSFORMADOR EXISTENTE - 23686 - RED (AP) PROYECTADA |         |                     |      |               |     |   |              |  |  |
| EMPRESA ELÉCTRICA REGIONAL DEL SUR- EERSSA  |         |                     |      |               |     |   |              |  |  |
| DEMANDA MÁXIMA DE DISEÑO DEL TRANSFORMADOR-PROYECTADO   |         |                     |      |               |     |   |              |  |  |
| TIPO DE USUARIO:  | H       | NÚMERO DE USUARIOS: | 4    |               |     | POTENCIA _ALUMBRADO PÚBLICO (kVA):                | AP (W): 1,86 |  |  |
| DMPu:   | 0,4     | AP_cos_fi:          | 0,98 |               |     | FACTOR DE COINCIDENCIA                            | Fc: 0,88     |  |  |
| FACTOR DE SOBRE CARGA   | Fs: 0,7 | # LUMINARIAS_LED    | 18   | POTENCIA (W): | 101 | DEMANDA MÁXIMA PROYECTADA (kVA)                   | DMP: 1,40    |  |  |
| CARGAS ESPECIALES (kVA):  | 0       | # LUMINARIAS_SODIO  | 0    | POTENCIA (W): | 100 | DEMANDA MÁXIMA PROYECTADA DEL TRANSFORMADOR (kVA) | DMD_T 2,28   |  |  |
| QUINTO SUBTRAMO: DEMANDA MÁXIMA DE DISEÑO DEL TRANSFORMADOR EXISTENTE - 25103 - RED (AP) PROYECTADA |         |                     |      |               |     |   |              |  |  |
| EMPRESA ELÉCTRICA REGIONAL DEL SUR- EERSSA  |         |                     |      |               |     |   |              |  |  |
| DEMANDA MÁXIMA DE DISEÑO DEL TRANSFORMADOR-PROYECTADO   |         |                     |      |               |     |   |              |  |  |
| TIPO DE USUARIO:  | H       | NÚMERO DE USUARIOS: | 5    |               |     | POTENCIA _ALUMBRADO PÚBLICO (kVA):                | AP (W): 1,86 |  |  |
| DMPu:   | 0,4     | AP_cos_fi:          | 0,98 |               |     | FACTOR DE COINCIDENCIA                            | Fc: 0,86     |  |  |
| FACTOR DE SOBRE CARGA   | Fs: 0,7 | # LUMINARIAS_LED    | 18   | POTENCIA (W): | 101 | DEMANDA MÁXIMA PROYECTADA (kVA)                   | DMP: 1,72    |  |  |
| CARGAS ESPECIALES (kVA):  | 0       | # LUMINARIAS_SODIO  | 0    | POTENCIA (W): | 150 | DEMANDA MÁXIMA PROYECTADA DEL TRANSFORMADOR (kVA) | DMD_T 2,50   |  |  |

| SEXTO SUBTRAMO: DEMANDA MÁXIMA DE DISEÑO DEL TRANSFORMADOR EXISTENTE - 25102 - RED (AP) PROYECTADA |         |                     |      |               |     |   |              |
|--|---------|---------------------|------|---------------|-----|---|--------------|
| EMPRESA ELÉCTRICA REGIONAL DEL SUR- EERSSA   |         |                     |      |               |     |   |              |
| DEMANDA MÁXIMA DE DISEÑO DEL TRANSFORMADOR-PROYECTADO  |         |                     |      |               |     |   |              |
| TIPO DE USUARIO:   | H       | NÚMERO DE USUARIOS: | 3    |               |     | POTENCIA _ALUMBRADO PÚBLICO (kVA):                | AP (W): 2,47 |
| DMPu:  | 0,4     | AP_cos_fi:          | 0,98 |               |     | FACTOR DE COINCIDENCIA                            | Fc: 0,90     |
| FACTOR DE SOBRE CARGA  | Fs: 0,7 | # LUMINARIAS_LED    | 24   | POTENCIA (W): | 101 | DEMANDA MÁXIMA PROYECTADA (kVA)                   | DMP: 1,08    |
| CARGAS ESPECIALES (kVA):   | 0       | # LUMINARIAS_SODIO  | 0    | POTENCIA (W): | 150 | DEMANDA MÁXIMA PROYECTADA DEL TRANSFORMADOR (kVA) | DMD_T 2,49   |

| SÉPTIMO SUBTRAMO: DEMANDA MÁXIMA DE DISEÑO DEL TRANSFORMADOR 2p - RED (AP) PROYECTADO |         |                     |      |               |     |   |              |
|---|---------|---------------------|------|---------------|-----|---|--------------|
| EMPRESA ELÉCTRICA REGIONAL DEL SUR- EERSSA  |         |                     |      |               |     |   |              |
| DEMANDA MÁXIMA DE DISEÑO DEL TRANSFORMADOR-PROYECTADO                                 |         |                     |      |               |     |   |              |
| TIPO DE USUARIO:  | H       | NÚMERO DE USUARIOS: | 0    |               |     | POTENCIA _ALUMBRADO PÚBLICO (kVA):                | AP (W): 2,68 |
| DMPu:   | 0,4     | AP_cos_fi:          | 0,98 |               |     | FACTOR DE COINCIDENCIA                            | Fc: 0        |
| FACTOR DE SOBRE CARGA   | Fs: 0,7 | # LUMINARIAS_LED    | 26   | POTENCIA (W): | 101 | DEMANDA MÁXIMA PROYECTADA (kVA)                   | DMP: 0       |
| CARGAS ESPECIALES (kVA):  | 0       | # LUMINARIAS_SODIO  | 0    | POTENCIA (W): | 0   | DEMANDA MÁXIMA PROYECTADA DEL TRANSFORMADOR (kVA) | DMD_T 1,88   |

| OCTAVO SUBTRAMO: DEMANDA MÁXIMA DE DISEÑO DEL TRANSFORMADOR 3p - RED (AP) PROYECTADO |         |                     |      |               |     |   |              |
|--|---------|---------------------|------|---------------|-----|---|--------------|
| EMPRESA ELÉCTRICA REGIONAL DEL SUR- EERSSA   |         |                     |      |               |     |   |              |
| DEMANDA MÁXIMA DE DISEÑO DEL TRANSFORMADOR-PROYECTADO                                |         |                     |      |               |     |   |              |
| TIPO DE USUARIO:   | H       | NÚMERO DE USUARIOS: | 0    |               |     | POTENCIA _ALUMBRADO PÚBLICO (kVA):                | AP (W): 1,86 |
| DMPu:  | 0,4     | AP_cos_fi:          | 0,98 |               |     | FACTOR DE COINCIDENCIA                            | Fc: 0        |
| FACTOR DE SOBRE CARGA  | Fs: 0,7 | # LUMINARIAS_LED    | 18   | POTENCIA (W): | 101 | DEMANDA MÁXIMA PROYECTADA (kVA)                   | DMP: 0       |
| CARGAS ESPECIALES (kVA):   | 0       | # LUMINARIAS_SODIO  | 0    | POTENCIA (W): | 0   | DEMANDA MÁXIMA PROYECTADA DEL TRANSFORMADOR (kVA) | DMD_T 1,30   |

| NOVENO SUBTRAMO: DEMANDA MÁXIMA DE DISEÑO DEL TRANSFORMADOR EXISTENTE - 20921 - RED (AP) PROYECTADA |         |                     |      |               |     |   |              |
|---|---------|---------------------|------|---------------|-----|---|--------------|
| EMPRESA ELÉCTRICA REGIONAL DEL SUR- EERSSA  |         |                     |      |               |     |   |              |
| DEMANDA MÁXIMA DE DISEÑO DEL TRANSFORMADOR-PROYECTADO   |         |                     |      |               |     |   |              |
| TIPO DE USUARIO:  | H       | NÚMERO DE USUARIOS: | 13   |               |     | POTENCIA _ALUMBRADO PÚBLICO (kVA):                | AP (W): 1,24 |
| DMPu:   | 0,4     | AP_cos_fi:          | 0,98 |               |     | FACTOR DE COINCIDENCIA                            | Fc: 0,78     |
| FACTOR DE SOBRE CARGA   | Fs: 0,7 | # LUMINARIAS_LED    | 12   | POTENCIA (W): | 101 | DEMANDA MÁXIMA PROYECTADA (kVA)                   | DMP: 4,08    |
| CARGAS ESPECIALES (kVA):  | 0       | # LUMINARIAS_SODIO  | 0    | POTENCIA (W): | 100 | DEMANDA MÁXIMA PROYECTADA DEL TRANSFORMADOR (kVA) | DMD_T 3,72   |

| DÉCIMO SUBTRAMO: DEMANDA MÁXIMA DE DISEÑO DEL TRANSFORMADOR 4p - RED (AP) PROYECTADO |         |                     |      |               |     |   |              |
|--|---------|---------------------|------|---------------|-----|---|--------------|
| EMPRESA ELÉCTRICA REGIONAL DEL SUR- EERSSA   |         |                     |      |               |     |   |              |
| DEMANDA MÁXIMA DE DISEÑO DEL TRANSFORMADOR-PROYECTADO                                |         |                     |      |               |     |   |              |
| TIPO DE USUARIO:   | H       | NÚMERO DE USUARIOS: | 1    |               |     | POTENCIA _ALUMBRADO PÚBLICO (kVA):                | AP (W): 1,13 |
| DMPu:  | 0,4     | AP_cos_fi:          | 0,98 |               |     | FACTOR DE COINCIDENCIA                            | Fc: 1,00     |
| FACTOR DE SOBRE CARGA  | Fs: 0,7 | # LUMINARIAS_LED    | 11   | POTENCIA (W): | 101 | DEMANDA MÁXIMA PROYECTADA (kVA)                   | DMP: 0,40    |
| CARGAS ESPECIALES (kVA):   | 0       | # LUMINARIAS_SODIO  | 0    | POTENCIA (W): | 100 | DEMANDA MÁXIMA PROYECTADA DEL TRANSFORMADOR (kVA) | DMD_T 1,07   |

## Anexo 19. Resultados de la simulación mediante software Ulysse “3.5.9”

**Schröder**

### ILUMINACIÓN DE LA VÍA INTERVALLES TRAMO EL TAMBO - LA CAPILLA DEL CANTÓN CATAMAYO

---

**Standard** CIE 140

**Diseñador** usuario

**Fecha** 14/2/2024

**Application** Ulysse 3.5.9

**Description** Provincia: Loja

Cantón: Catamayo

Parroquia: El Tambo

Sector: El Tambo - La Capilla - Vía Intervalles

Interdistancia: 35m

## Tabla de contenidos

|  |    |
|--|----|
| 1. Aparatos .....  | 3  |
| 1.1. P29510-36 - 48C-LED SYL-STREET 100W_IESNA2002 ..... | 3  |
| 2. Documentos fotométricos.....                          | 4  |
| 2.1. P29510-36 - 48C-LED SYL-STREET 100W_IESNA2002 ..... | 4  |
| 3. Estandar .....  | 5  |
| 3.1. Reporte estandar .....                              | 5  |
| 3.2. Resultados .....                                    | 5  |
| 4. Configuración .....                                   | 6  |
| 4.1. Descripción de la matriz .....                      | 6  |
| 4.2. Posiciones de luminarias.....                       | 6  |
| 4.3. Grupos de luminarias.....                           | 6  |
| 4.4. Luminancia - Carretera (LU) - R3007.....            | 7  |
| 4.5. Carretera (TI) - TI - Malla.....                    | 9  |
| 5. Mallas .....  | 10 |
| 5.1. Carretera (LU) .....                                | 10 |

## 1. Aparatos

### 1.1. P29510-36 - 48C-LED SYL-STREET 100W\_IESNA2002

Tipo SYL-STREET LED 100W 4000K Class II

Fuente SYL-STREET LED 100W Class II

Flujo de lámpara 1,000 klm

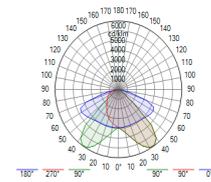
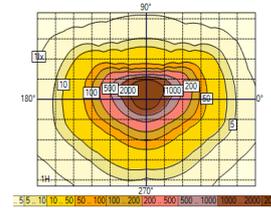
Potencia 101,0 W

FM 0,85

Matriz P29510-36 - 48C-LED SYL-STREET 100W\_IESNA2002

Flujo luminaria 15,425 klm

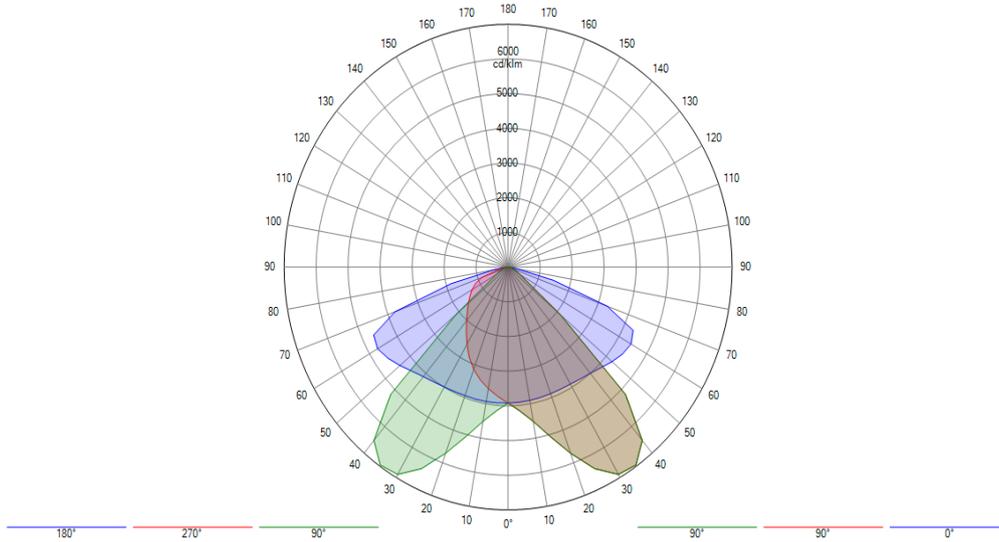
Eficiencia 153 lm/W



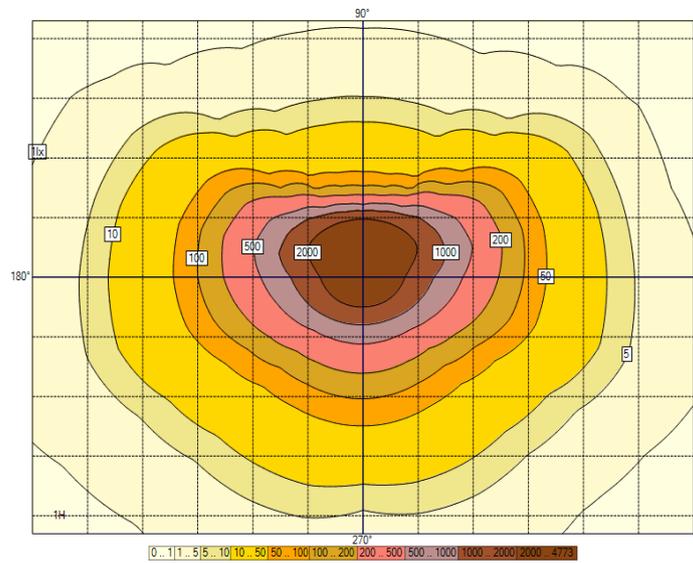
## 2. Documentos fotometricos

### 2.1. P29510-36 - 48C-LED SYL-STREET 100W\_IESNA2002

Diagrama Polar/Cartesiano



Isolux

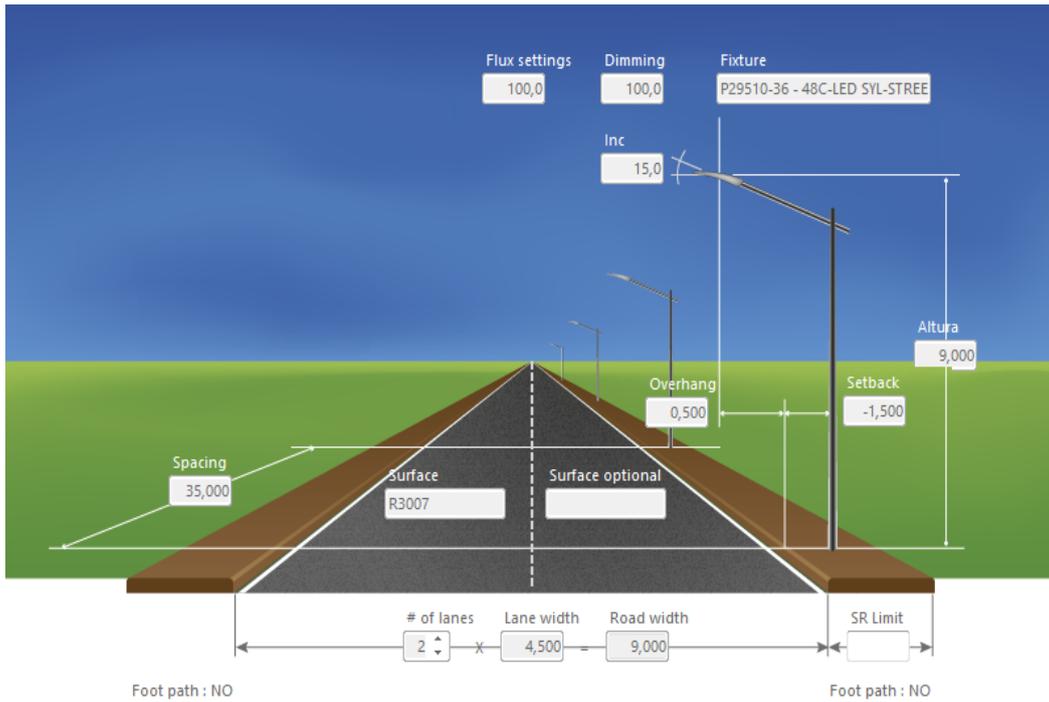


### 3. Estandar

#### 3.1. Reporte estandar

Calculations according to CIE 140

**Selected lighting class** Carretera : M3 (Normativa) - LU : Ave = 1,00 cd/m<sup>2</sup> AveMax = 1,20 cd/m<sup>2</sup> Uo = 40 % UI = 60 % UoW = 15 % TI : 15 % SR : 0,50



#### 3.2. Resultados

**Potencia por Km** 2,885 kW

Carretera (LU)

##### Luminance

UI 1 74 % ✔ 60,00 %  
 UI 2 73 % ✔ 60,00 %

##### Luminancia

Med 1,10 cd/m<sup>2</sup> ✔ 1,00 cd/m<sup>2</sup>  
 Min 0,66 cd/m<sup>2</sup> N/A  
 Uo 60 % ✔ 40,00 %

Valores

SR 0,7 ✔ 0,5  
 TI 8,7 ✔ 15,0

## 4. Configuración

### 4.1. Descripción de la matriz

| Ph. color | Descripción                                   | Current [mA] | Flujo de lámpara [klm] | Flujo luminaria [klm] | Potencia [W] | Eficiencia [lm/W] | FM    | Altura [m] | Aparato |
|-----------|---|--------------|------------------------|-----------------------|--------------|-------------------|-------|------------|---------|
| ■         | P29510-36 - 48C-LED SYL-STREET 100W_IESNA2002 |              | 1,000                  | 15,425                | 101,0        | 153               | 0,850 | 6 x 9,00   |         |

### 4.2. Posiciones de luminarias

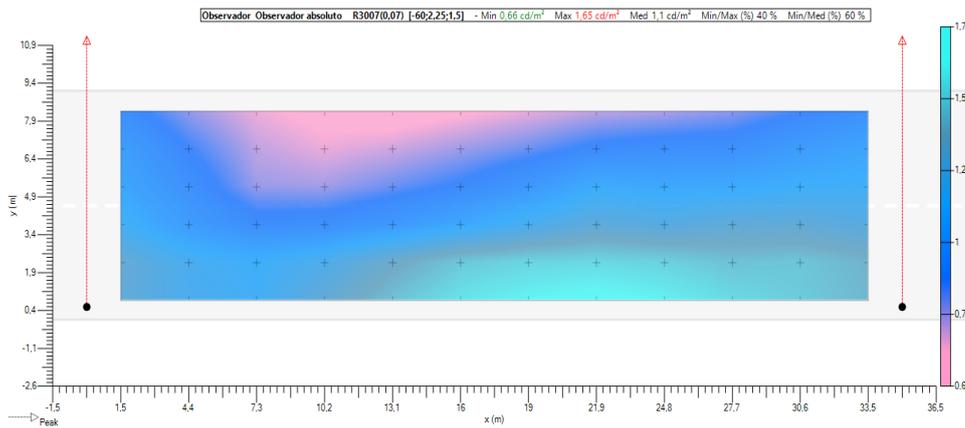
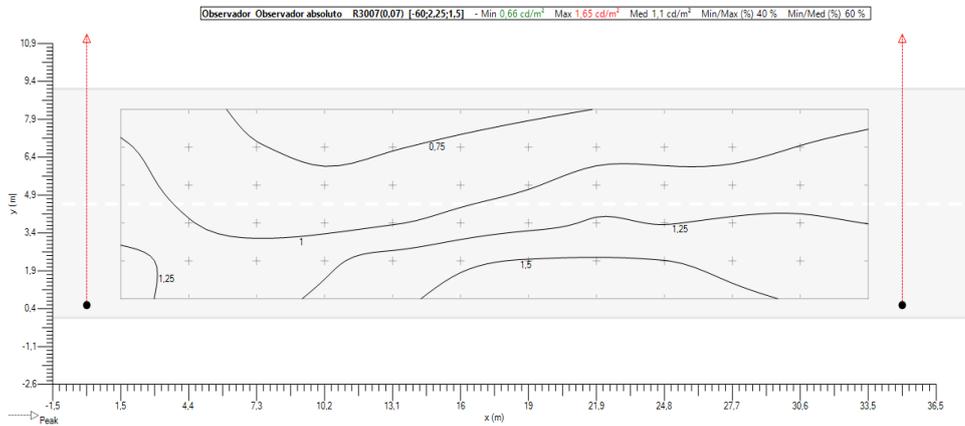
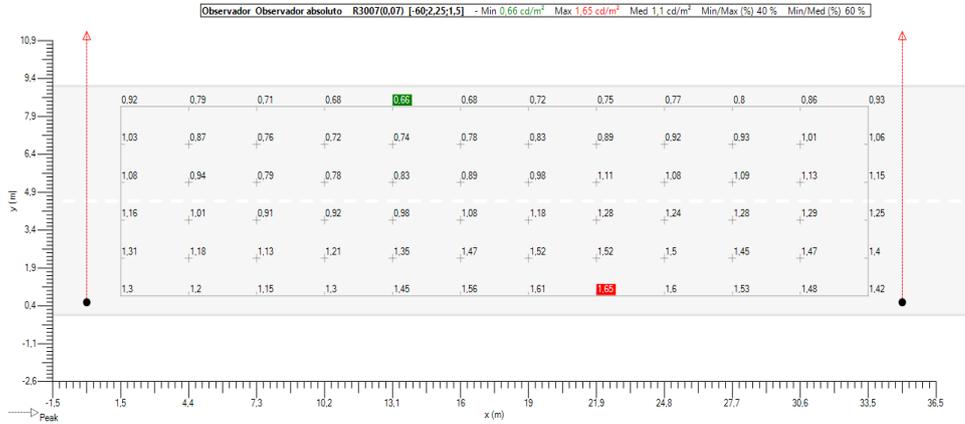
|                                     | Color | Nº | Posición |       |       | Luminaria                                     |              |        |         |                 |         |             |       | Objetivo |       |       |
|-------------------------------------|-------|----|----------|-------|-------|---|--------------|--------|---------|-----------------|---------|-------------|-------|----------|-------|-------|
|                                     |       |    | X [m]    | Y [m] | Z [m] | Nombre  | Current [mA] | Az [°] | Inc [°] | Incl (Imax) [°] | Rot [°] | Flujo [klm] | FM    | X [m]    | Y [m] | Z [m] |
| <input checked="" type="checkbox"/> | ■     | 1  | -35,00   | 0,50  | 9,00  | P29510-36 - 48C-LED SYL-STREET 100W_IESNA2002 | -            | 0,0    | 15,0    | 50,0            | 0,0     | 1,000       | 0,850 | -35,00   | 2,91  | 0,00  |
| <input checked="" type="checkbox"/> | ■     | 2  | 0,00     | 0,50  | 9,00  | P29510-36 - 48C-LED SYL-STREET 100W_IESNA2002 | -            | 0,0    | 15,0    | 50,0            | 0,0     | 1,000       | 0,850 | 0,00     | 2,91  | 0,00  |
| <input checked="" type="checkbox"/> | ■     | 3  | 35,00    | 0,50  | 9,00  | P29510-36 - 48C-LED SYL-STREET 100W_IESNA2002 | -            | 0,0    | 15,0    | 50,0            | 0,0     | 1,000       | 0,850 | 35,00    | 2,91  | 0,00  |
| <input checked="" type="checkbox"/> | ■     | 4  | 70,00    | 0,50  | 9,00  | P29510-36 - 48C-LED SYL-STREET 100W_IESNA2002 | -            | 0,0    | 15,0    | 50,0            | 0,0     | 1,000       | 0,850 | 70,00    | 2,91  | 0,00  |
| <input checked="" type="checkbox"/> | ■     | 5  | 105,00   | 0,50  | 9,00  | P29510-36 - 48C-LED SYL-STREET 100W_IESNA2002 | -            | 0,0    | 15,0    | 50,0            | 0,0     | 1,000       | 0,850 | 105,00   | 2,91  | 0,00  |
| <input checked="" type="checkbox"/> | ■     | 6  | 140,00   | 0,50  | 9,00  | P29510-36 - 48C-LED SYL-STREET 100W_IESNA2002 | -            | 0,0    | 15,0    | 50,0            | 0,0     | 1,000       | 0,850 | 140,00   | 2,91  | 0,00  |

### 4.3. Grupos de luminarias

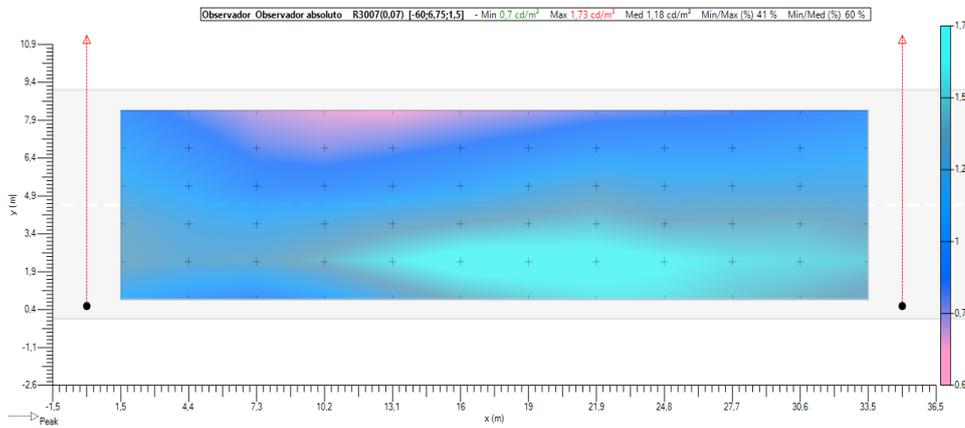
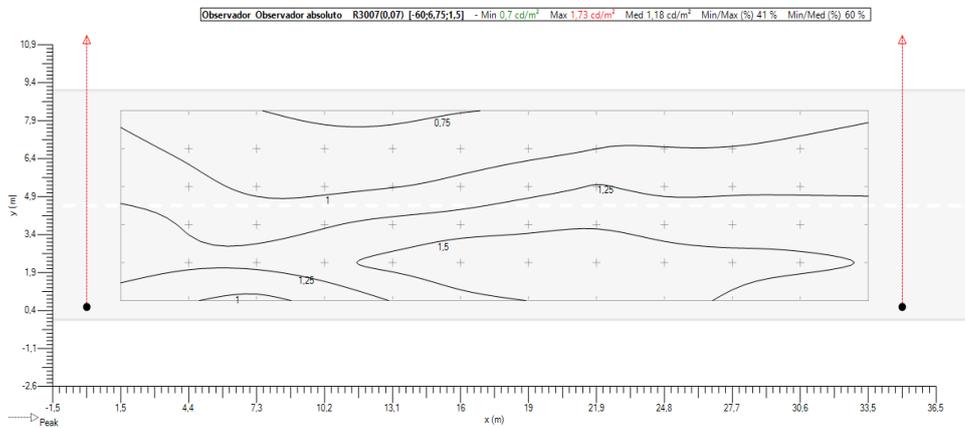
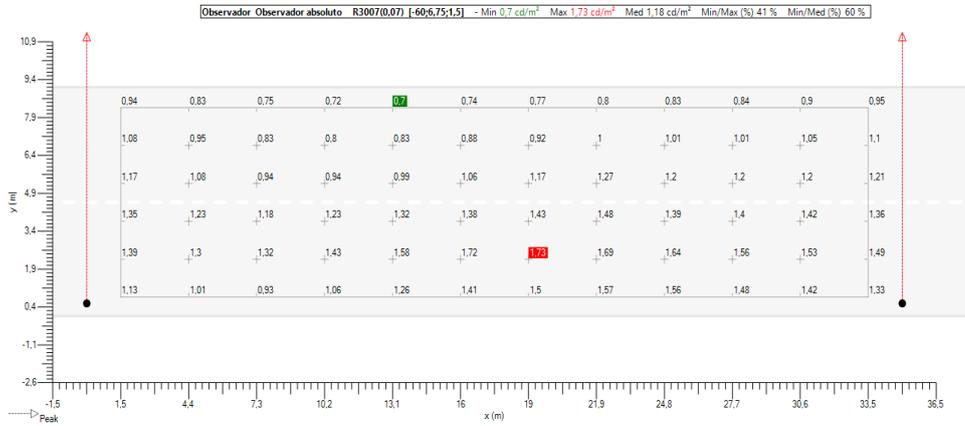
| Lineal                              |       |    |          |       |       |           |        |         |         |         |                      |                    |            |          |       |       |
|-------------------------------------|-------|----|----------|-------|-------|-----------|--------|---------|---------|---------|----------------------|--------------------|------------|----------|-------|-------|
|                                     | Color | Nº | Posición |       |       | Luminaria |        |         |         |         | Dimensión            |                    |            | Rotación |       |       |
|                                     |       |    | X [m]    | Y [m] | Z [m] | Nombre    | Az [°] | Inc [°] | Rot [°] | Dim [%] | Numero de luminarias | Interdistancia [m] | Tamaño [m] | X [°]    | Y [°] | Z [°] |
| <input checked="" type="checkbox"/> | ■     | 1  | -35,00   | 0,50  | 9,00  | Derecha   | 0,0    | 15,0    | 0,0     | 100     | 6                    | 35,00              | 175,00     | 0,0      | 0,0   | 0,0   |

### 4.4. Luminancia - Carretera (LU) - R3007

#### Carretera (LU) - Absoluto 1

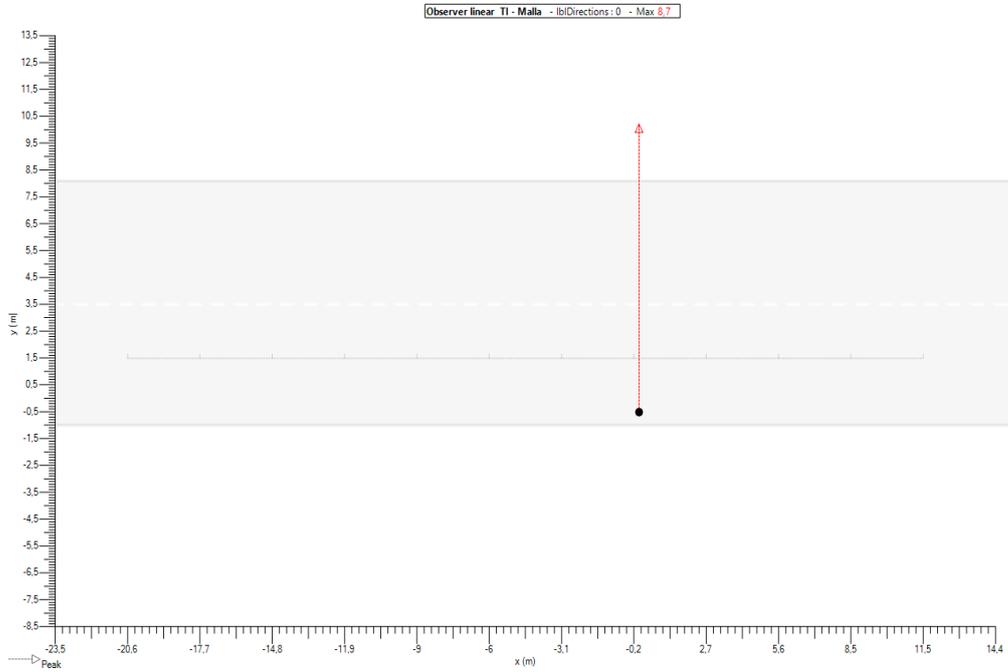


Carretera (LU) - Absoluto 2

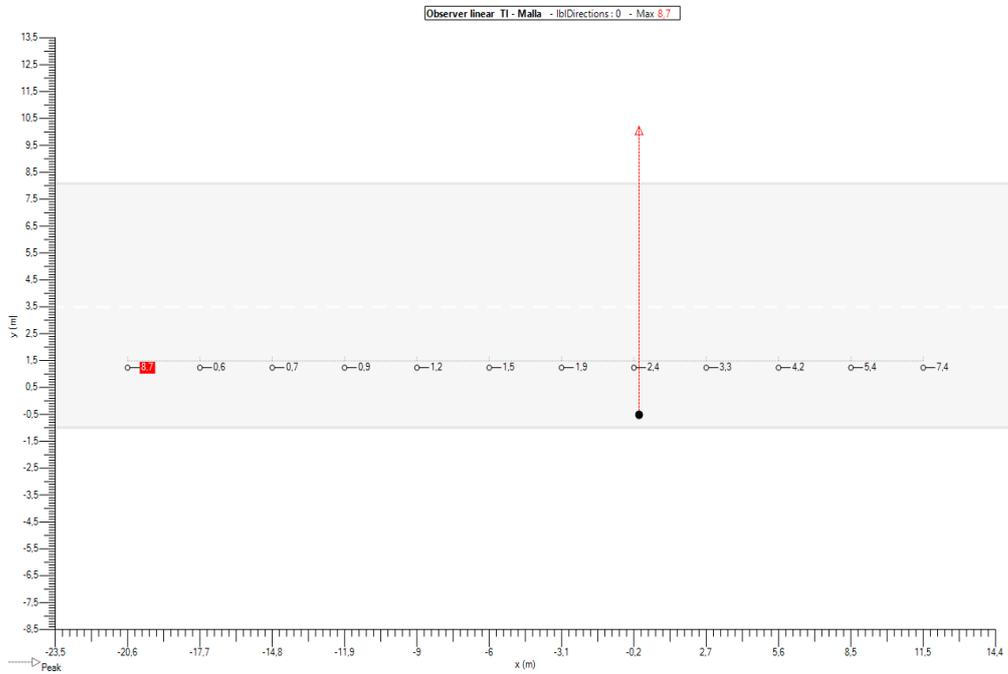


### 4.5. Carretera (TI) - TI - Malla

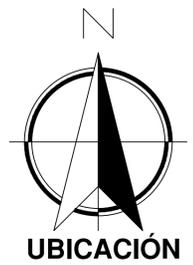
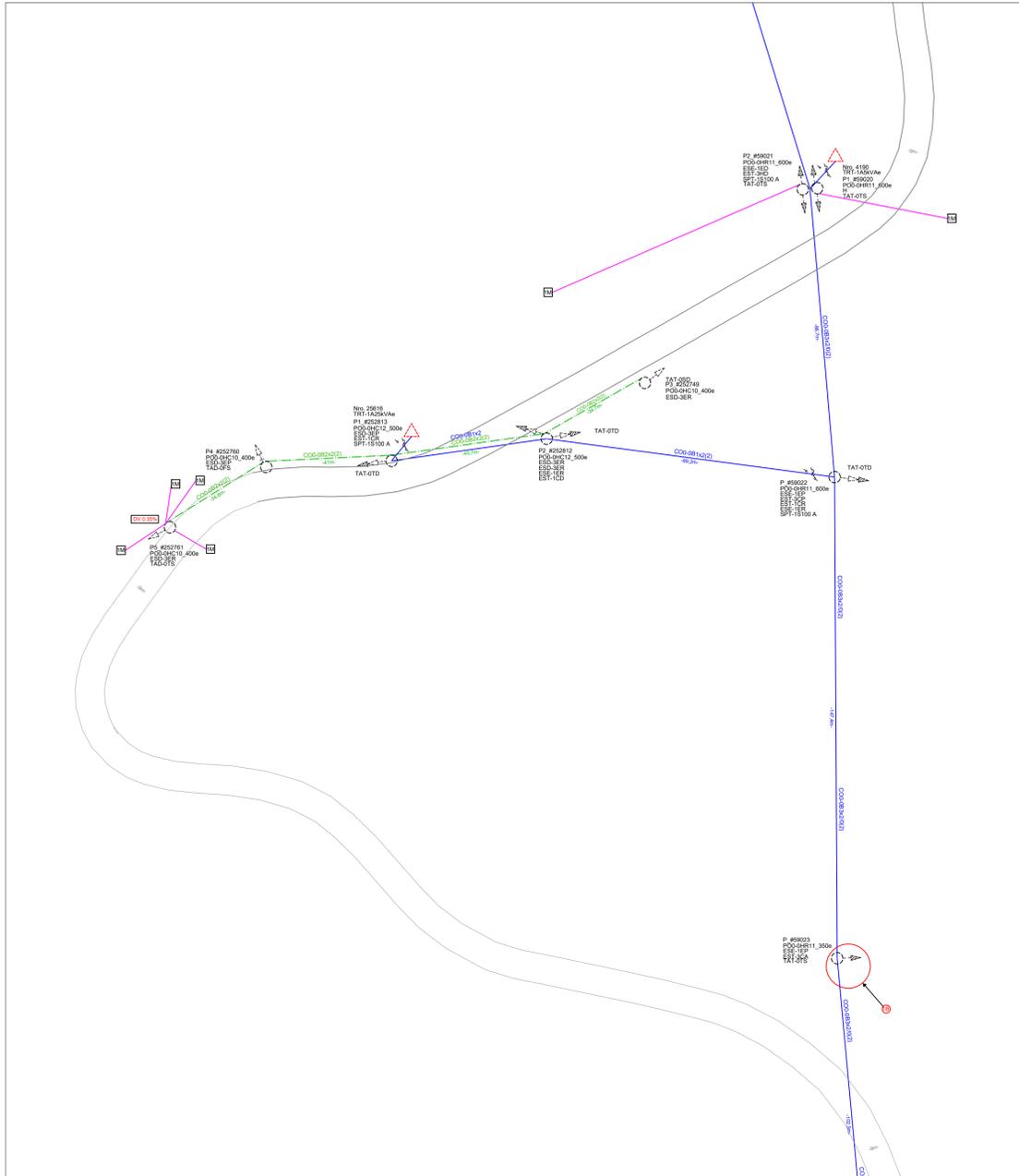
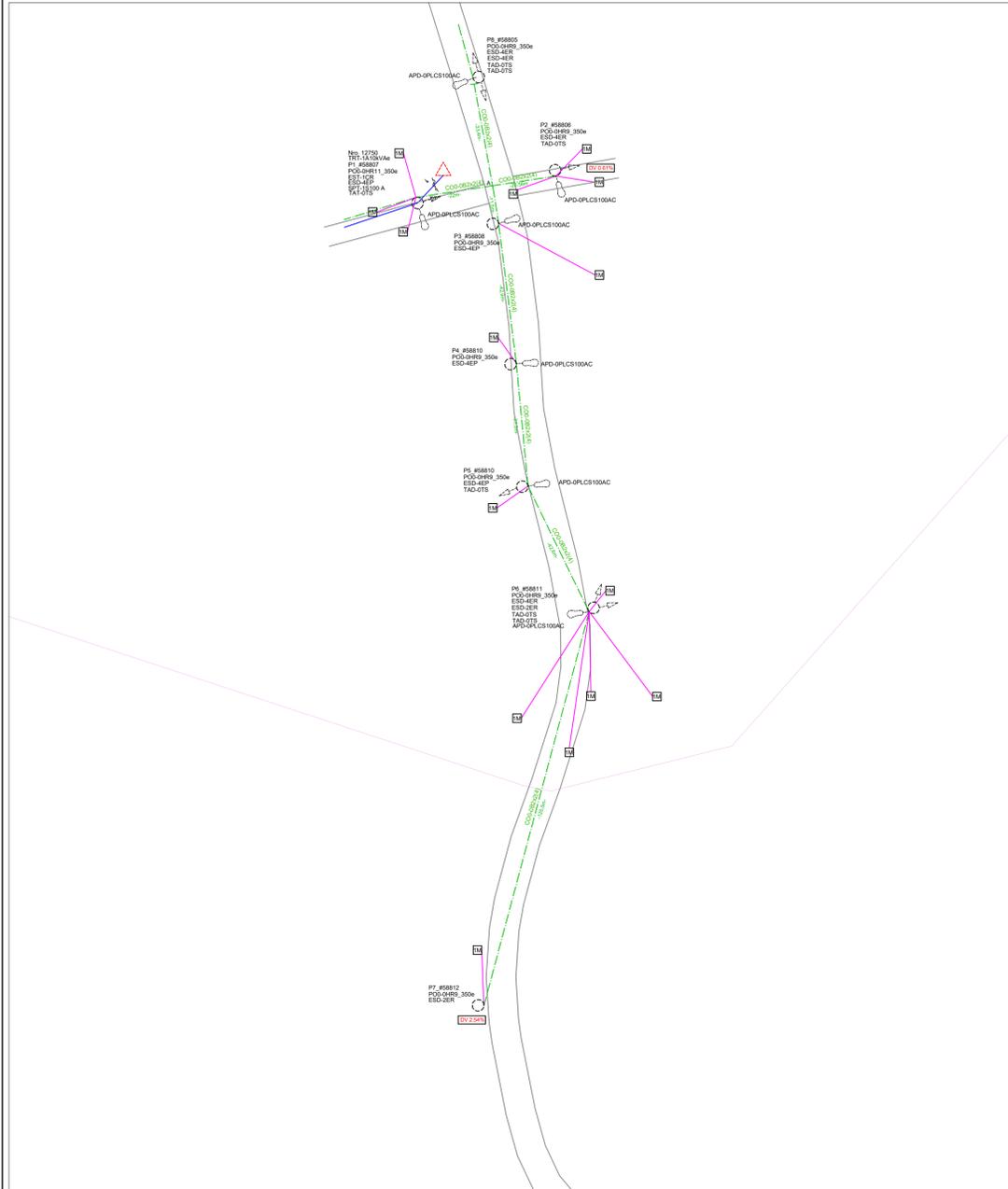
#### Implantation



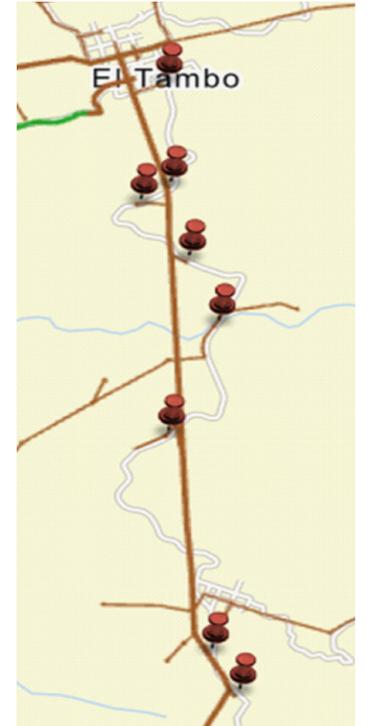
#### Valores



## **Anexo 20. Planos red existente**



UBICACIÓN

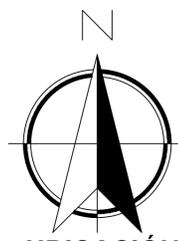
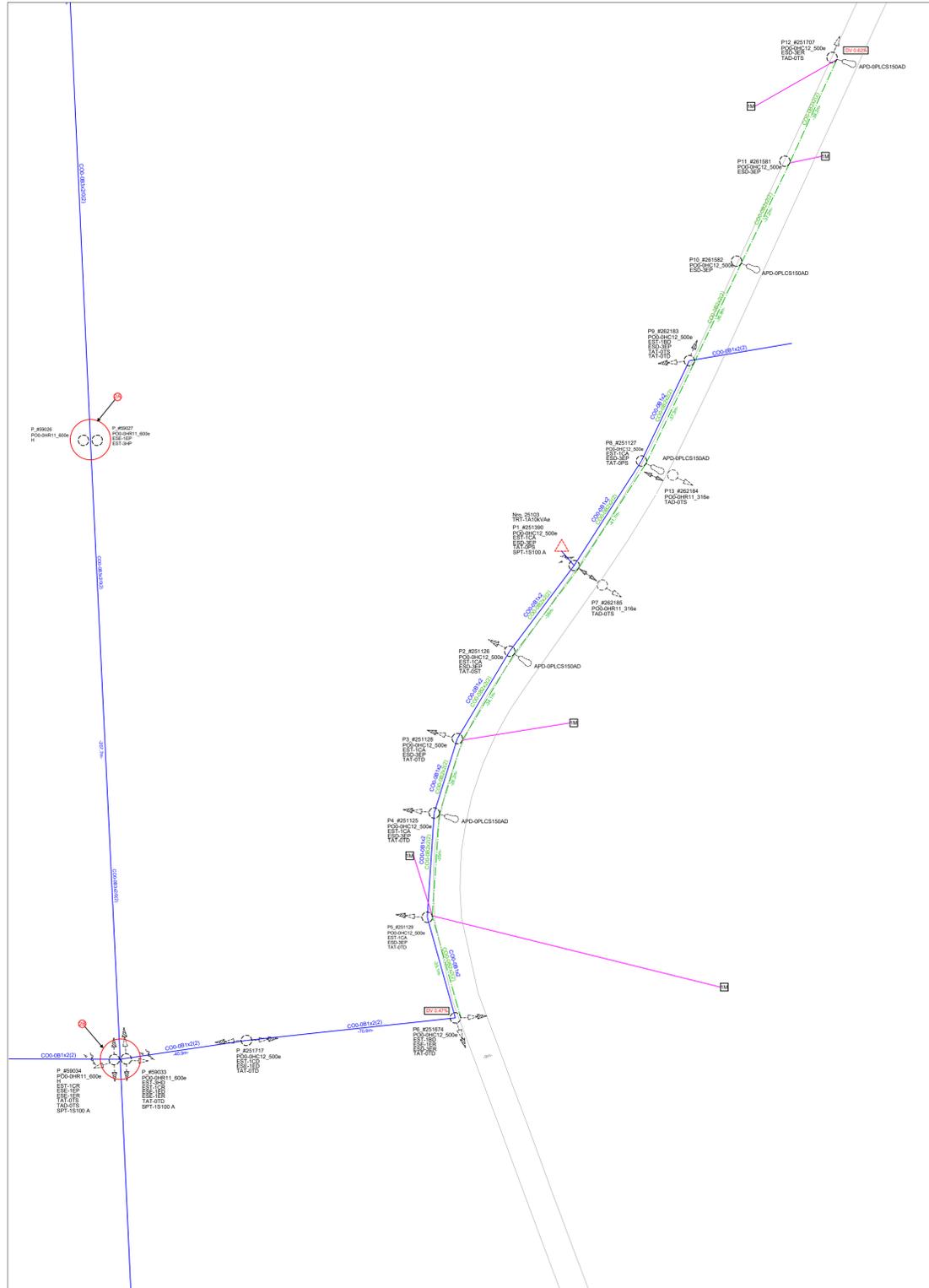
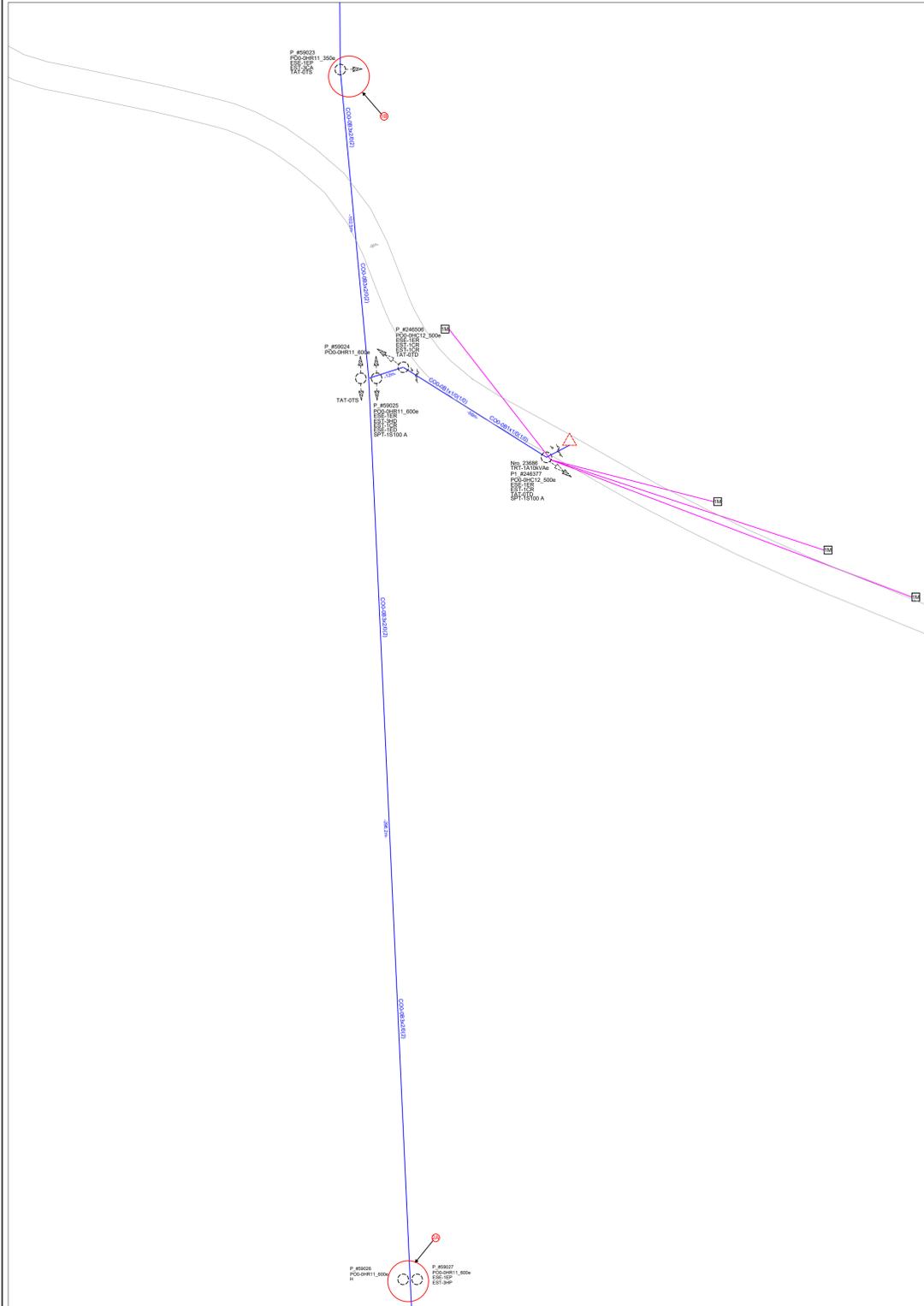


**SIMBOLOGÍA**

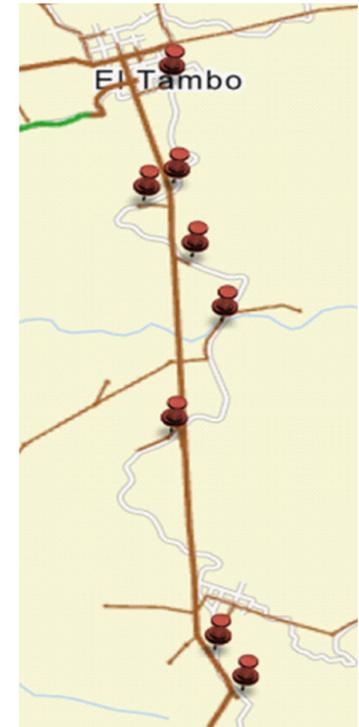
| EXISTENTE   | PROYECTADO   |
|---|--|
| C12 POSTE CIRC H.A. 12m EXISTENTE                                 | C12 POSTE CIRC H.A. 12m PROYECTADO   |
| C11 POSTE CIRC H.A. 11m EXISTENTE                                 | C11 POSTE CIRC H.A. 11m  |
| C10 POSTE CIRC H.A. 10m EXISTENTE                                 | C10 POSTE CIRC H.A. 10m PROYECTADO   |
| C9 POSTE CIRC H.A. 9m EXISTENTE                                   | C9 POSTE CIRC H.A. 9m  |
| C12 POSTE CIRC DE FIBRA 12m EXISTENTE                             | C12 POSTE CIRC DE FIBRA 12m PROYECTADO   |
| C9 POSTE CIRC MADERA 9m EXISTENTE                                 | C9 POSTE CIRC MADERA 9m  |
| TENSOR DE TT EXISTENTE  | TENSOR DE TT BT PROYECTADA   |
| TENSOR DOBLE A TIERRA EXISTENTE                                   | TENSOR DOBLE A TIERRA PROYECTADA   |
| TENSOR FAROL DE TT BT EXISTENTE                                   | TENSOR FAROL DE TT BT PROYECTADO   |
| TENSOR FAROL DE TT MT EXISTENTE                                   | TENSOR FAROL DE TT MT PROYECTADO   |
| TENSOR POSTE DE BT EXISTENTE                                      | TENSOR POSTE DE BT PROYECTADO  |
| TENSOR POSTE DE MT EXISTENTE                                      | TENSOR POSTE DE MT PROYECTADO  |
| TENSOR POSTE DOBLE EXISTENTE                                      | TENSOR POSTE DOBLE PROYECTADO  |
| LUMINARIA CERRADA SODIO nW AUTOCONTROLADA DOBLE NIVEL DE POTENCIA | LUMINARIA CERRADA SODIO nW AUTOCONTROLADA DOBLE NIVEL DE POTENCIA PROYECTADA       |
| LUMINARIA LED EXISTENTE DE nW                                     | LUMINARIA LED PROYECTADA DE nW   |
| nM VIVIENDA-ABONADO - n MEDIDORES                                 | nM VIVIENDA-ABONADO - n MEDIDORES  |
| TRANSFORMADOR TRIFÁSICO CONVENCIONAL EXISTENTE                    | TRANSFORMADOR TRIFÁSICO CONVENCIONAL PROYECTADO                                    |
| TRANSFORMADOR MONOFÁSICO CONVENCIONAL EXISTENTE                   | TRANSFORMADOR MONOFÁSICO CONVENCIONAL PROYECTADO                                   |
| TRANSFORMADOR 1F PADMOUNTED AUTOPROTEGIDO EXISTENTE               | TRANSFORMADOR 1F PADMOUNTED AUTOPROTEGIDO PROYECTADO                               |
| SECCIONADOR FUSIBLE ABIERTO EXISTENTE                             | SECCIONADOR FUSIBLE ABIERTO PROYECTADO TIPO B PARA MV-BV (L=0,90; A=0,90; P=0,90m) |
| SECCIONADOR CUCHILLA CAM. APAG. CHISPAS EXISTENTE                 | SECCIONADOR CUCHILLA CAM. APAG. CHISPAS PROYECTADO                                 |
| RED DE MT EXISTENTE   | RED DE MT PROYECTADA   |
| RED DE BT EXISTENTE   | RED DE BT PROYECTADA   |
| RED SUBTERRÁNEA MT EXISTENTE                                      | RED SUBTERRÁNEA MT PROYECTADA  |
| RED SUBTERRÁNEA BT EXISTENTE                                      | RED SUBTERRÁNEA BT PROYECTADA  |
| e EXISTENTE   | RED DE BT PROYECTADA   |
| r REUTILIZADO   | RED DE MT PROYECTADA   |
| u REUBICADO   | RED DE BT PROYECTADA   |
| a CONDUCTOR DE CU-TTU 6 AWG-2F3C                                  | RED SUBTERRÁNEA MT PROYECTADA  |
| b CONDUCTOR DE CU-TTU 6 AWG-3F4C                                  | A CONDUCTOR DE ALUMINIO ASC  |
| c CONDUCTOR DE CU-TTU 6 AWG-2F2C                                  | B CONDUCTOR DE ALUMINIO ACSR   |
|   | G CONDUCTOR DE COBRE DESNUDO   |

NOTA: LA SIMBOLOGÍA ESTA DE ACUERDO A LA HOMOLOGACIÓN DE LAS UP

|                   |  |                  |                            |         |
|-------------------|--|------------------|----------------------------|---------|
|                   | <b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA</b>  |                  |                            |         |
|                   | F.E.I.R.N.N.R  |                  | INGENIERÍA ELECTROMECÁNICA |         |
|                   | PROYECTO: Diagnóstico y diseño del sistema de alumbrado público de la vía Intervalles, del tramo El Tambo - La Capilla del cantón Catamayo |                  |                            |         |
|                   | PROVINCIA: Loja  | CANTÓN: Catamayo | PARROQUIA: El Tambo        | Barrio: |
|                   | TESISTA: Carlos Merino   |                  | TUTOR: ING. Iván Coronel   |         |
| FECHA: 27/11/2023 | LÁMINA: Lámina 1   | ESCALA: 1/1000   |                            |         |



UBICACIÓN

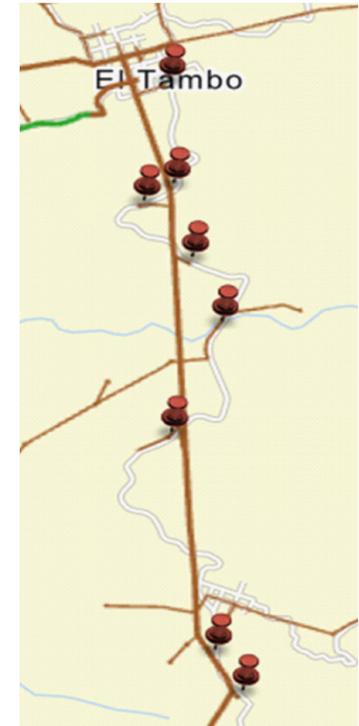
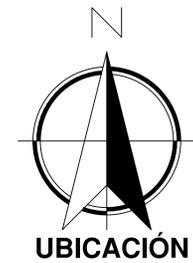
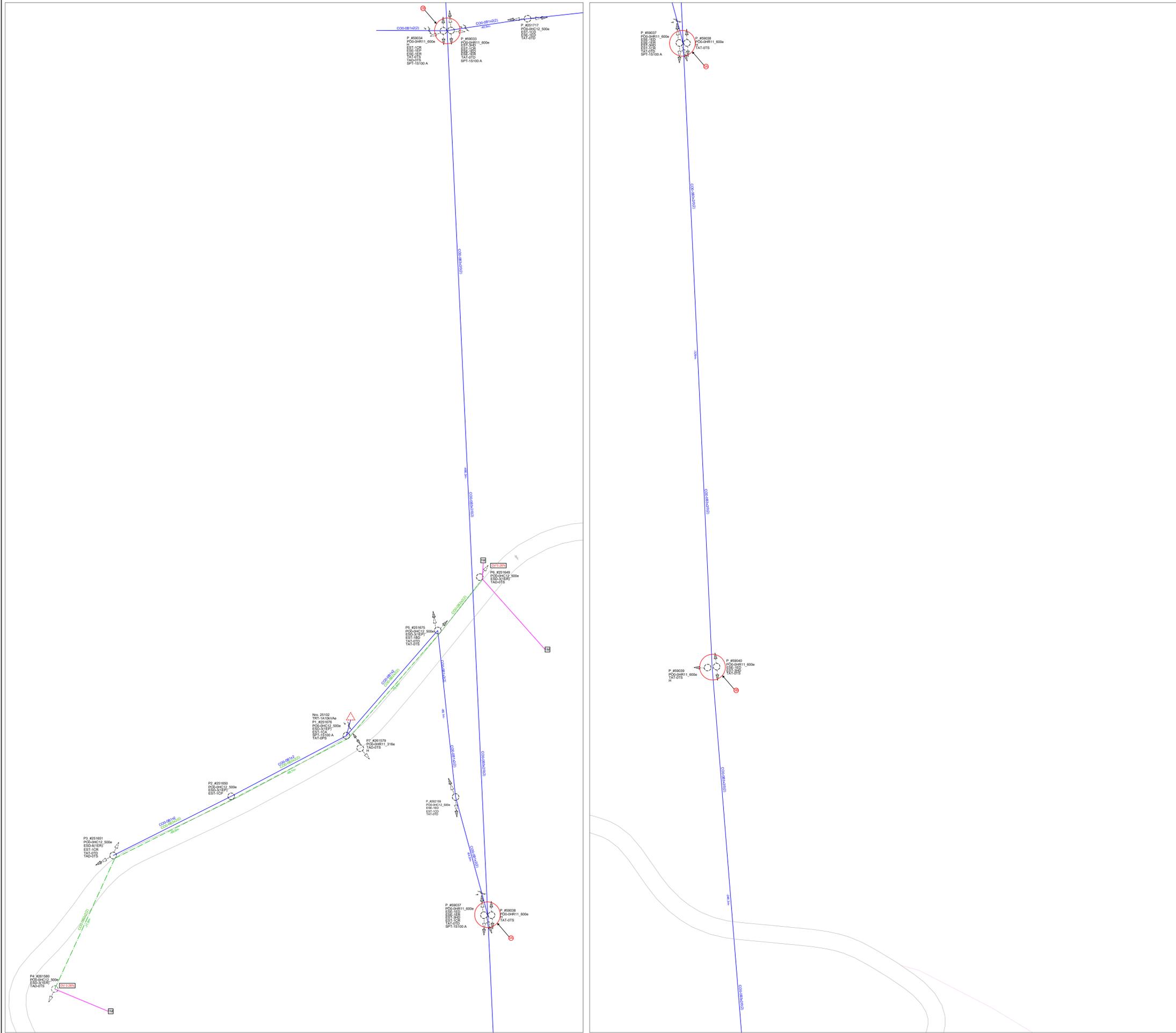


SIMBOLOGÍA

| EXISTENTE   | PROYECTADO   |
|---|--|
| C12 POSTE CIRC H.A. 12m EXISTENTE                   | C12 POSTE CIRC H.A. 12m PROYECTADO   |
| C11 POSTE CIRC H.A. 11m EXISTENTE                   | C11 POSTE CIRC H.A. 11m PROYECTADO   |
| C10 POSTE CIRC H.A. 10m EXISTENTE                   | C10 POSTE CIRC H.A. 10m PROYECTADO   |
| C9 POSTE CIRC H.A. 9m EXISTENTE                     | C9 POSTE CIRC H.A. 9m PROYECTADO   |
| C12 POSTE CIRC DE FIBRA 12m EXISTENTE               | C12 POSTE CIRC DE FIBRA 12m PROYECTADO   |
| C9 POSTE CIRC MADERA 9m EXISTENTE                   | C9 POSTE CIRC MADERA 9m PROYECTADO   |
| TENSOR DE TT BT EXISTENTE                           | TENSOR DE TT BT PROYECTADO   |
| TENSOR DE TT MT EXISTENTE                           | TENSOR DE TT MT PROYECTADO   |
| TENSOR DOBLE A TIERRA EXISTENTE                     | TENSOR DOBLE A TIERRA PROYECTADO   |
| TENSOR FAROL DE TT BT EXISTENTE                     | TENSOR FAROL DE TT BT PROYECTADO   |
| TENSOR FAROL DE TT MT EXISTENTE                     | TENSOR FAROL DE TT MT PROYECTADO   |
| TENSOR POSTE DE BT EXISTENTE                        | TENSOR POSTE DE BT PROYECTADO  |
| TENSOR POSTE DE MT EXISTENTE                        | TENSOR POSTE DE MT PROYECTADO  |
| TENSOR POSTE DOBLE EXISTENTE                        | TENSOR POSTE DOBLE PROYECTADO  |
| LUMINARIA CERRADA SODIO nW EXISTENTE                | LUMINARIA CERRADA SODIO nW PROYECTADO  |
| LUMINARIA LED EXISTENTE DE nW EXISTENTE             | LUMINARIA LED EXISTENTE DE nW PROYECTADO   |
| LUMINARIA LED EXISTENTE DE nW EXISTENTE             | LUMINARIA LED EXISTENTE DE nW PROYECTADO   |
| TRANSFORMADOR TRIFÁSICO CONVENCIONAL EXISTENTE      | TRANSFORMADOR TRIFÁSICO CONVENCIONAL PROYECTADO                                    |
| TRANSFORMADOR MONOFÁSICO CONVENCIONAL EXISTENTE     | TRANSFORMADOR MONOFÁSICO CONVENCIONAL PROYECTADO                                   |
| TRANSFORMADOR 1F PADMOUNTED AUTOPROTEGIDO EXISTENTE | TRANSFORMADOR 1F PADMOUNTED AUTOPROTEGIDO PROYECTADO                               |
| SECCIONADOR FUSIBLE ABIERTO EXISTENTE               | SECCIONADOR FUSIBLE ABIERTO PROYECTADO TIPO B PARA MV-BV (L=0,90; A=0,90; P=0,90m) |
| SECCIONADOR CUCHILLA CAM. APAG. CHISPAS EXISTENTE   | SECCIONADOR FUSIBLE ABIERTO PROYECTADO TIPO B PARA MV-BV (L=0,90; A=0,90; P=0,90m) |
| RED DE MT EXISTENTE                                 | RED DE MT PROYECTADA   |
| RED DE BT EXISTENTE                                 | RED DE BT PROYECTADA   |
| RED SUBTERRÁNEA MT EXISTENTE                        | RED SUBTERRÁNEA MT PROYECTADA  |
| RED SUBTERRÁNEA BT EXISTENTE                        | RED SUBTERRÁNEA BT PROYECTADA  |
| CONDUCTOR DE CU-TTU 6 AWG-2F3C EXISTENTE            | CONDUCTOR DE CU-TTU 6 AWG-2F3C PROYECTADO  |
| CONDUCTOR DE CU-TTU 6 AWG-3F4C EXISTENTE            | CONDUCTOR DE CU-TTU 6 AWG-3F4C PROYECTADO  |
| CONDUCTOR DE CU-TTU 6 AWG-2F2C EXISTENTE            | CONDUCTOR DE CU-TTU 6 AWG-2F2C PROYECTADO  |
| CONDUCTOR DE ALUMINIO ASC EXISTENTE                 | CONDUCTOR DE ALUMINIO ASC PROYECTADO   |
| CONDUCTOR DE ALUMINIO ACSR EXISTENTE                | CONDUCTOR DE ALUMINIO ACSR PROYECTADO  |
| CONDUCTOR DE COBRE DESNUDO EXISTENTE                | CONDUCTOR DE COBRE DESNUDO PROYECTADO  |

NOTA: LA SIMBOLOGÍA ESTÁ DE ACUERDO A LA HOMOLOGACIÓN DE LAS UP

|                   |  |                  |                            |         |
|-------------------|--|------------------|----------------------------|---------|
|                   | <b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA</b>  |                  |                            |         |
|                   | F.E.I.R.N.N.R  |                  | INGENIERÍA ELECTROMECÁNICA |         |
|                   | PROYECTO: Diagnóstico y diseño del sistema de alumbrado público de la vía Intervalles, del tramo El Tambo - La Capilla del cantón Catamayo |                  |                            |         |
|                   | PROVINCIA: Loja  | CANTÓN: Catamayo | PARROQUIA: El Tambo        | Barrio: |
|                   | TESISTA: Carlos Merino   |                  | TUTOR: ING. Iván Coronel   |         |
| FECHA: 27/11/2023 | LÁMINA: Lámina 1   | ESCALA: 1/1000   |                            |         |

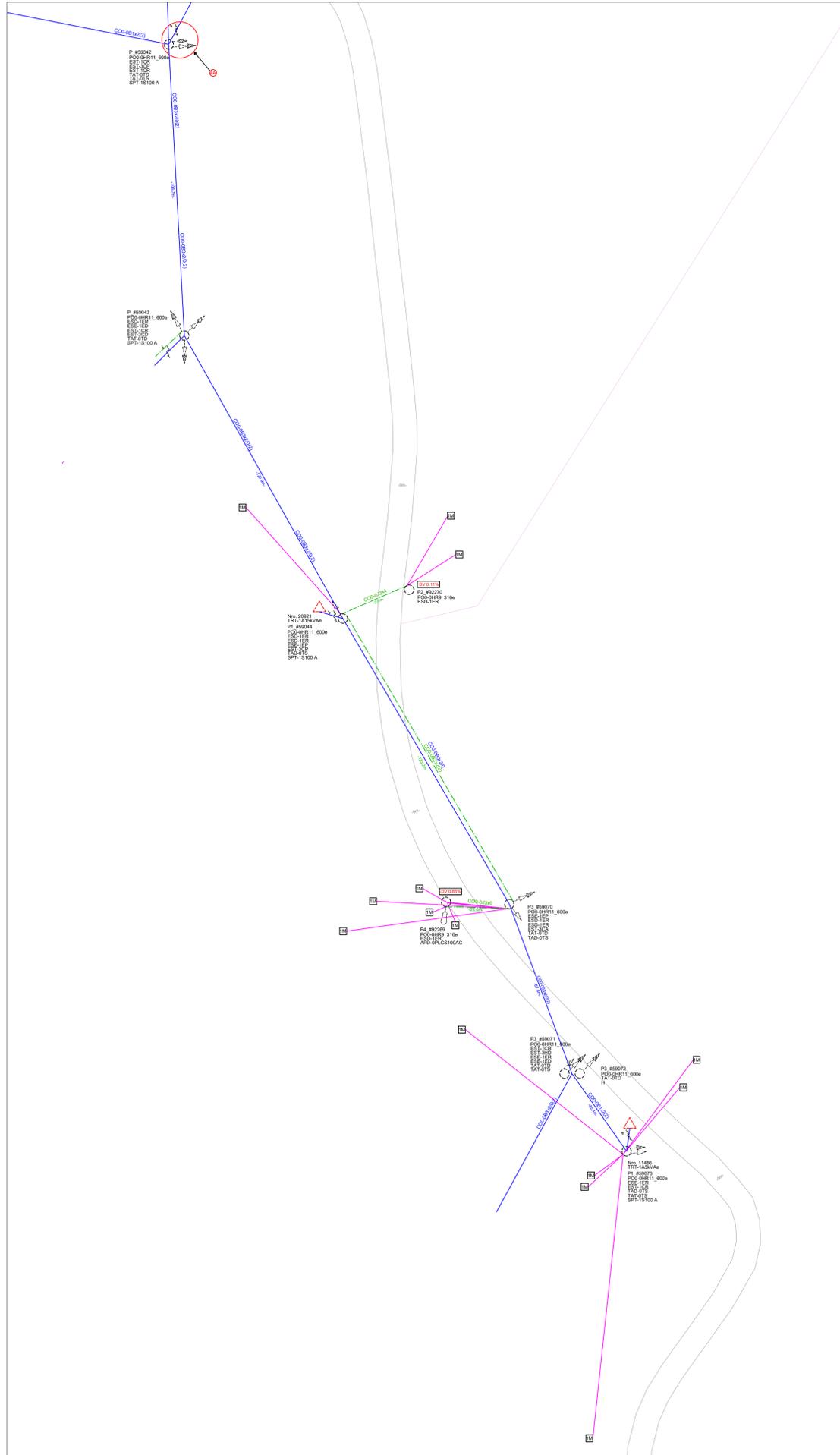
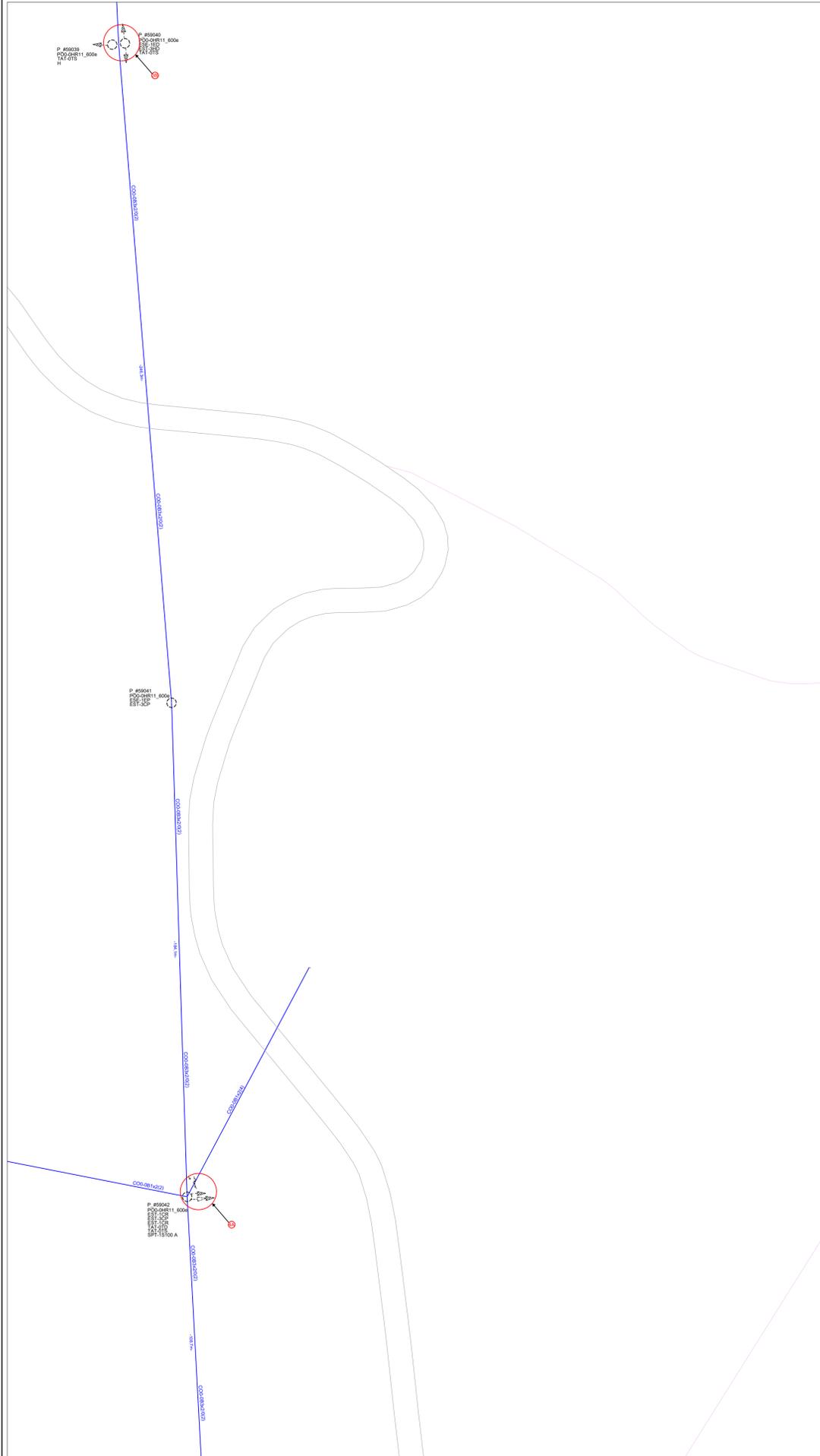


**SIMBOLOGÍA**

| EXISTENTE   | PROYECTADO   |
|---|--|
| C12 POSTE CIRC H.A. 12m EXISTENTE                                 | C12 POSTE CIRC H.A. 12m PROYECTADO   |
| C11 POSTE CIRC H.A. 11m EXISTENTE                                 | C11 POSTE CIRC H.A. 11m  |
| C10 POSTE CIRC H.A. 10m EXISTENTE                                 | C10 POSTE CIRC H.A. 10m PROYECTADO   |
| C9 POSTE CIRC H.A. 9m EXISTENTE                                   | C9 POSTE CIRC H.A. 9m  |
| C12 POSTE CIRC DE FIBRA 12m EXISTENTE                             | C12 POSTE CIRC DE FIBRA 12m PROYECTADO   |
| C9 POSTE CIRC MADERA 9m EXISTENTE                                 | C9 POSTE CIRC MADERA 9m  |
| TENSOR DE TT BT EXISTENTE   | TENSOR DE TT BT PROYECTADA   |
| TENSOR DE TT MT EXISTENTE   | TENSOR DE TT MT PROYECTADA   |
| TENSOR DOBLE A TIERRA EXISTENTE                                   | TENSOR DOBLE A TIERRA PROYECTADA   |
| TENSOR FAROL DE TT BT EXISTENTE                                   | TENSOR FAROL DE TT BT PROYECTADO   |
| TENSOR FAROL DE TT MT EXISTENTE                                   | TENSOR FAROL DE TT MT PROYECTADO   |
| TENSOR POSTE DE BT EXISTENTE                                      | TENSOR POSTE DE BT PROYECTADO  |
| TENSOR POSTE DE MT EXISTENTE                                      | TENSOR POSTE DE MT PROYECTADO  |
| TENSOR POSTE DOBLE EXISTENTE                                      | TENSOR POSTE DOBLE PROYECTADO  |
| LUMINARIA CERRADA SODIO nW AUTOCONTROLADA DOBLE NIVEL DE POTENCIA | LUMINARIA CERRADA SODIO nW AUTOCONTROLADA DOBLE NIVEL DE POTENCIA PROYECTADA       |
| LUMINARIA LED EXISTENTE DE nW                                     | LUMINARIA LED PROYECTADA DE nW   |
| nM VIVIENDA-ABONADO - n MEDIDORES                                 | nM VIVIENDA-ABONADO - n MEDIDORES  |
| TRANSFORMADOR TRIFÁSICO CONVENCIONAL EXISTENTE                    | TRANSFORMADOR TRIFÁSICO CONVENCIONAL PROYECTADO                                    |
| TRANSFORMADOR MONOFÁSICO CONVENCIONAL EXISTENTE                   | TRANSFORMADOR MONOFÁSICO CONVENCIONAL PROYECTADO                                   |
| TRANSFORMADOR 1F PADMOUNTED AUTOPROTEGIDO EXISTENTE               | TRANSFORMADOR 1F PADMOUNTED AUTOPROTEGIDO PROYECTADO                               |
| SECCIONADOR FUSIBLE ABIERTO EXISTENTE                             | SECCIONADOR FUSIBLE ABIERTO PROYECTADO TIPO B PARA MV-BV (L=0,90; A=0,90; P=0,90m) |
| SECCIONADOR CUCHILLA CAM. APAG. CHISPAS EXISTENTE                 | SECCIONADOR CUCHILLA CAM. APAG. CHISPAS PROYECTADO                                 |
| RED DE MT EXISTENTE   | RED DE MT PROYECTADA   |
| RED DE BT EXISTENTE   | RED DE BT PROYECTADA   |
| RED SUBTERRÁNEA MT EXISTENTE                                      | RED SUBTERRÁNEA MT PROYECTADA  |
| RED SUBTERRÁNEA BT EXISTENTE                                      | RED SUBTERRÁNEA BT PROYECTADA  |
| e EXISTENTE   | e PROYECTADA   |
| r REUTILIZADO   | r PROYECTADA   |
| u REUBICADO   | u PROYECTADA   |
| a CONDUCTOR DE CU-TTU 6 AWG-2F3C                                  | A CONDUCTOR DE ALUMINIO ASC  |
| b CONDUCTOR DE CU-TTU 6 AWG-2F2C                                  | B CONDUCTOR DE ALUMINIO ACSR   |
| c CONDUCTOR DE CU-TTU 6 AWG-2F2C                                  | G CONDUCTOR DE COBRE DESNUDO   |

NOTA: LA SIMBOLOGÍA ESTÁ DE ACUERDO A LA HOMOLOGACIÓN DE LAS UP

|                   |  |                  |                            |         |
|-------------------|--|------------------|----------------------------|---------|
|                   | <b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA</b>  |                  |                            |         |
|                   | F.E.I.R.N.N.R  |                  | INGENIERÍA ELECTROMECÁNICA |         |
|                   | PROYECTO: Diagnóstico y diseño del sistema de alumbrado público de la vía Intervalles, del tramo El Tambo - La Capilla del cantón Catamayo |                  |                            |         |
|                   | PROVINCIA: Loja  | CANTÓN: Catamayo | PARROQUIA: El Tambo        | Barrio: |
|                   | TESISTA: Carlos Merino   |                  | TUTOR: ING. Iván Coronel   |         |
| FECHA: 27/11/2023 | LÁMINA: Lámina 2   | ESCALA: 1/1000   |                            |         |



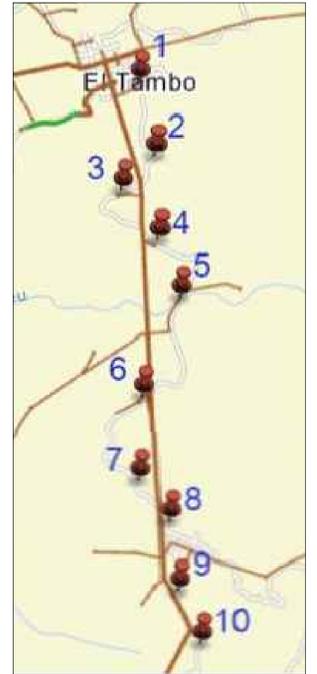
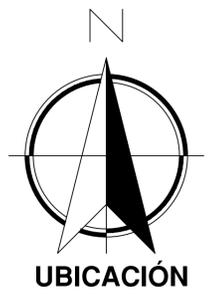
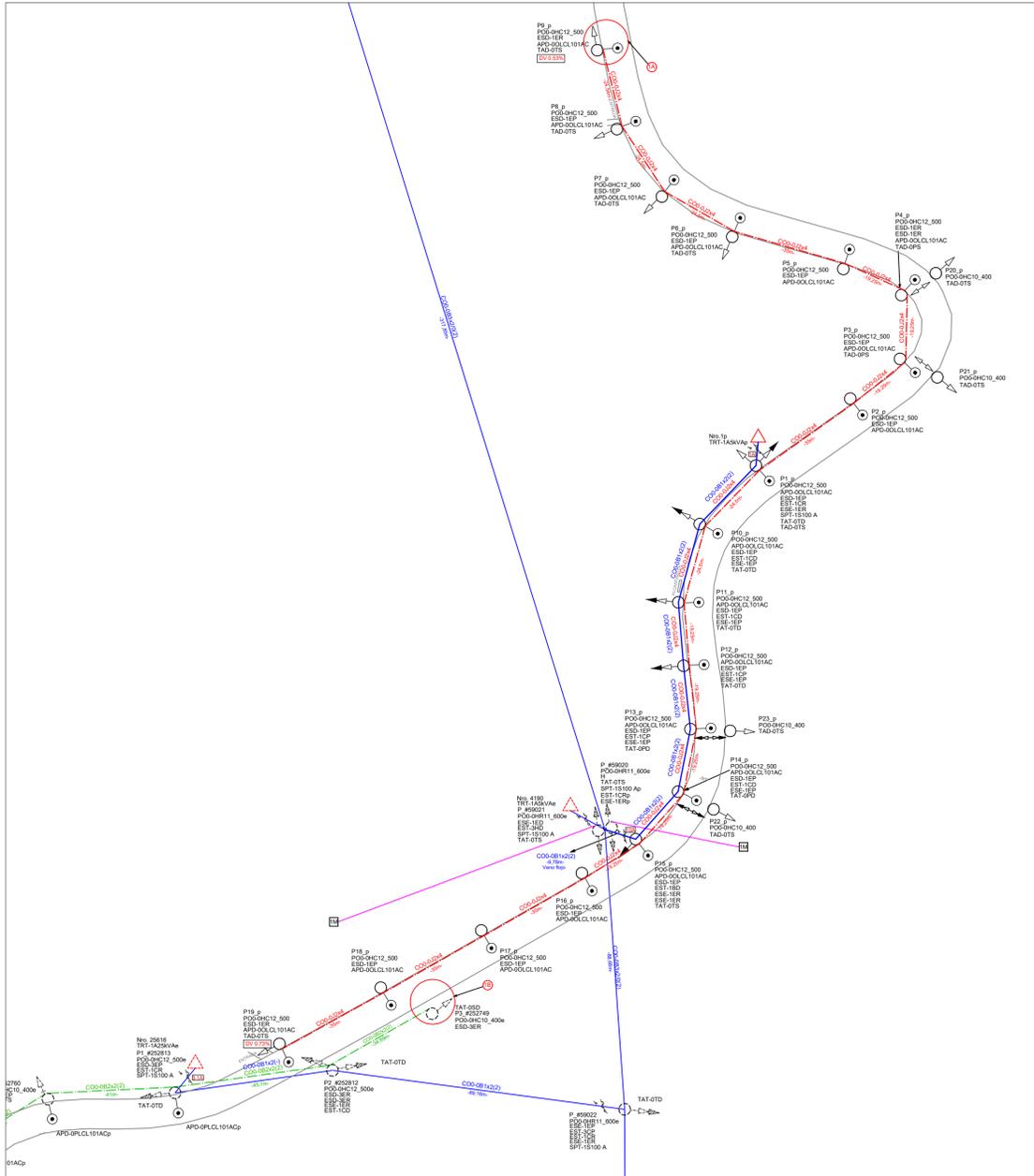
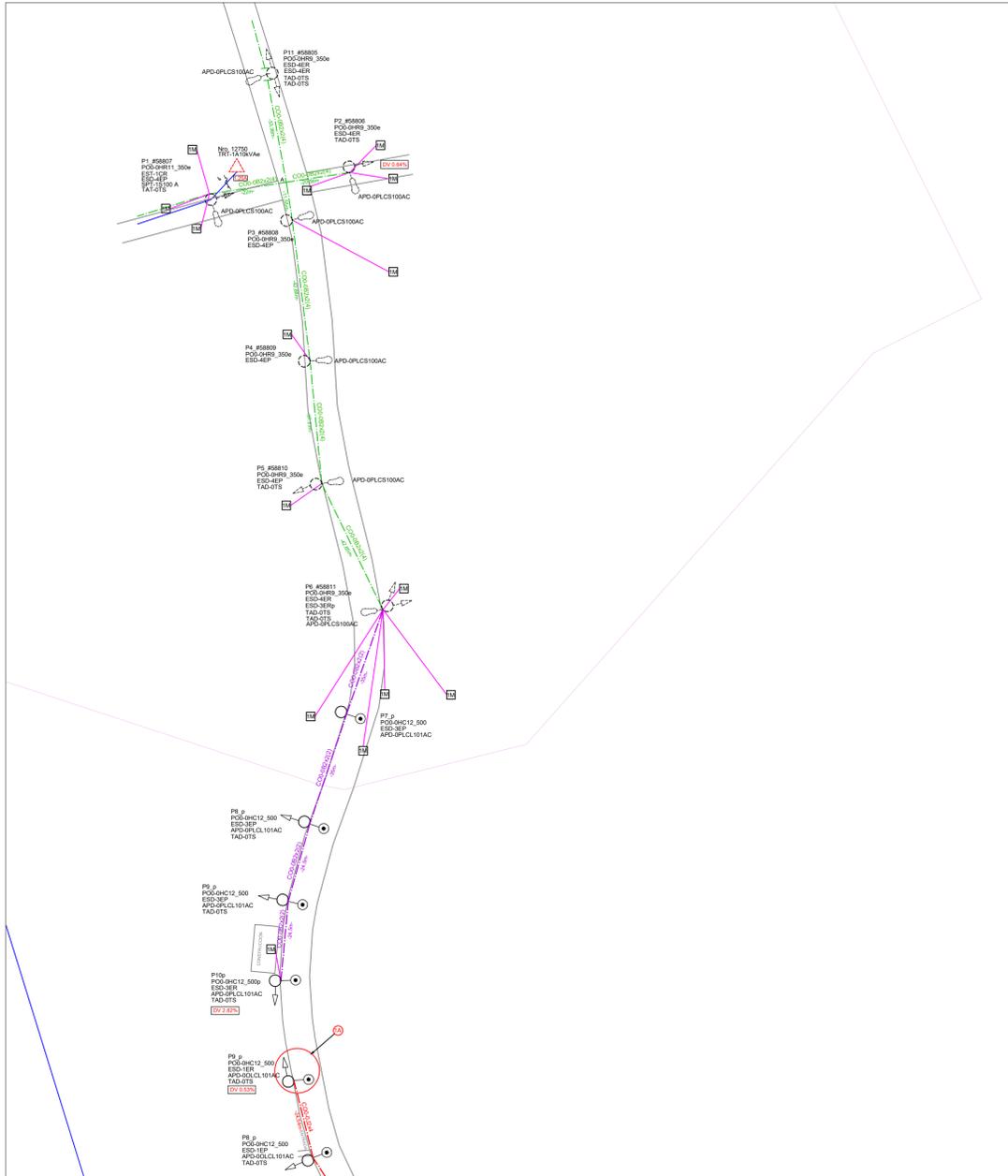
**SIMBOLOGÍA**

| EXISTENTE   | PROYECTADO   |
|---|--|
| C12 POSTE CIRC H.A. 12m EXISTENTE                                 | C12 POSTE CIRC H.A. 12m PROYECTADO   |
| C11 POSTE CIRC H.A. 11m EXISTENTE                                 | C11 POSTE CIRC H.A. 11m  |
| C10 POSTE CIRC H.A. 10m EXISTENTE                                 | C10 POSTE CIRC H.A. 10m PROYECTADO   |
| C9 POSTE CIRC H.A. 9m EXISTENTE                                   | C9 POSTE CIRC H.A. 9m  |
| C12 POSTE CIRC DE FIBRA 12m EXISTENTE                             | C12 POSTE CIRC DE FIBRA 12m PROYECTADO   |
| C9 POSTE CIRC MADERA 9m EXISTENTE                                 | C9 POSTE CIRC MADERA 9m  |
| TENSOR DE TT BT EXISTENTE   | TENSOR DE TT BT PROYECTADA   |
| TENSOR DE TT MT EXISTENTE   | TENSOR DE TT MT PROYECTADA   |
| TENSOR DOBLE A TIERRA EXISTENTE                                   | TENSOR DOBLE A TIERRA PROYECTADA   |
| TENSOR FAROL DE TT BT EXISTENTE                                   | TENSOR FAROL DE TT BT PROYECTADO   |
| TENSOR FAROL DE TT MT EXISTENTE                                   | TENSOR FAROL DE TT MT PROYECTADO   |
| TENSOR POSTE DE BT EXISTENTE                                      | TENSOR POSTE DE BT PROYECTADO  |
| TENSOR POSTE DE MT EXISTENTE                                      | TENSOR POSTE DE MT PROYECTADO  |
| TENSOR POSTE DOBLE EXISTENTE                                      | TENSOR POSTE DOBLE PROYECTADO  |
| LUMINARIA CERRADA SODIO nW AUTOCONTROLADA DOBLE NIVEL DE POTENCIA | LUMINARIA CERRADA SODIO nW AUTOCONTROLADA DOBLE NIVEL DE POTENCIA PROYECTADA       |
| LUMINARIA LED EXISTENTE DE nW                                     | LUMINARIA LED PROYECTADA DE nW   |
| nM VIVIENDA-ABONADO - n MEDIDORES                                 | nM VIVIENDA-ABONADO - n MEDIDORES  |
| TRANSFORMADOR TRIFÁSICO CONVENCIONAL EXISTENTE                    | TRANSFORMADOR TRIFÁSICO CONVENCIONAL PROYECTADO                                    |
| TRANSFORMADOR MONOFÁSICO CONVENCIONAL EXISTENTE                   | TRANSFORMADOR MONOFÁSICO CONVENCIONAL PROYECTADO                                   |
| TRANSFORMADOR 1F PADMOUNTED AUTOPROTEGIDO EXISTENTE               | TRANSFORMADOR 1F PADMOUNTED AUTOPROTEGIDO PROYECTADO                               |
| SECCIONADOR FUSIBLE ABIERTO EXISTENTE                             | SECCIONADOR FUSIBLE ABIERTO PROYECTADO TIPO B PARA MV-BV (L=0,90; A=0,90; P=0,90m) |
| SECCIONADOR CUCHILLA CAM. APAG. CHISPAS EXISTENTE                 | SECCIONADOR CUCHILLA CAM. APAG. CHISPAS EXISTENTE                                  |
| RED DE MT EXISTENTE   | RED DE MT PROYECTADA   |
| RED DE BT EXISTENTE   | RED DE BT PROYECTADA   |
| RED SUBTERRÁNEA MT EXISTENTE                                      | RED SUBTERRÁNEA MT PROYECTADA  |
| RED SUBTERRÁNEA BT EXISTENTE                                      | RED SUBTERRÁNEA BT PROYECTADA  |
| e EXISTENTE   | p PROYECTADA   |
| r REUTILIZADO   | RED DE BT PROYECTADA   |
| u REUBICADO   | RED DE MT PROYECTADA   |
| a CONDUCTOR DE CU-TTU 6 AWG-2F3C                                  | RED DE BT PROYECTADA   |
| b CONDUCTOR DE CU-TTU 6 AWG-3F4C                                  | RED SUBTERRÁNEA MT PROYECTADA  |
| c CONDUCTOR DE CU-TTU 6 AWG-2F2C                                  | A CONDUCTOR DE ALUMINIO ASC  |
|   | B CONDUCTOR DE ALUMINIO ACSR   |
|   | G CONDUCTOR DE COBRE DESNUDO   |

NOTA: LA SIMBOLOGÍA ESTA DE ACUERDO A LA HOMOLOGACIÓN DE LAS UP

|                   |  |                  |                            |         |
|-------------------|--|------------------|----------------------------|---------|
|                   | <b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA</b>  |                  |                            |         |
|                   | F.E.I.R.N.N.R  |                  | INGENIERÍA ELECTROMECÁNICA |         |
|                   | PROYECTO: Diagnóstico y diseño del sistema de alumbrado público de la vía Intervalles, del tramo El Tambo - La Capilla del cantón Catamayo |                  |                            |         |
|                   | PROVINCIA: Loja  | CANTÓN: Catamayo | PARROQUIA: El Tambo        | Barrio: |
|                   | TESISTA: Carlos Merino   |                  | TUTOR: ING. Iván Coronel   |         |
| FECHA: 27/11/2023 | LÁMINA: Lámina 3   | ESCALA: 1/1000   |                            |         |

## **Anexo 21. Planos red proyectada**

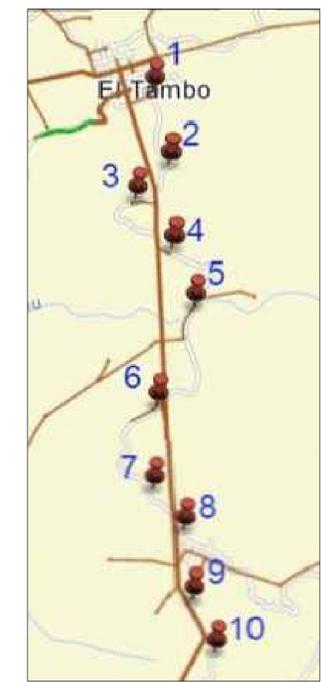
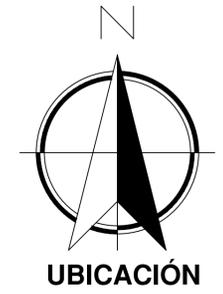
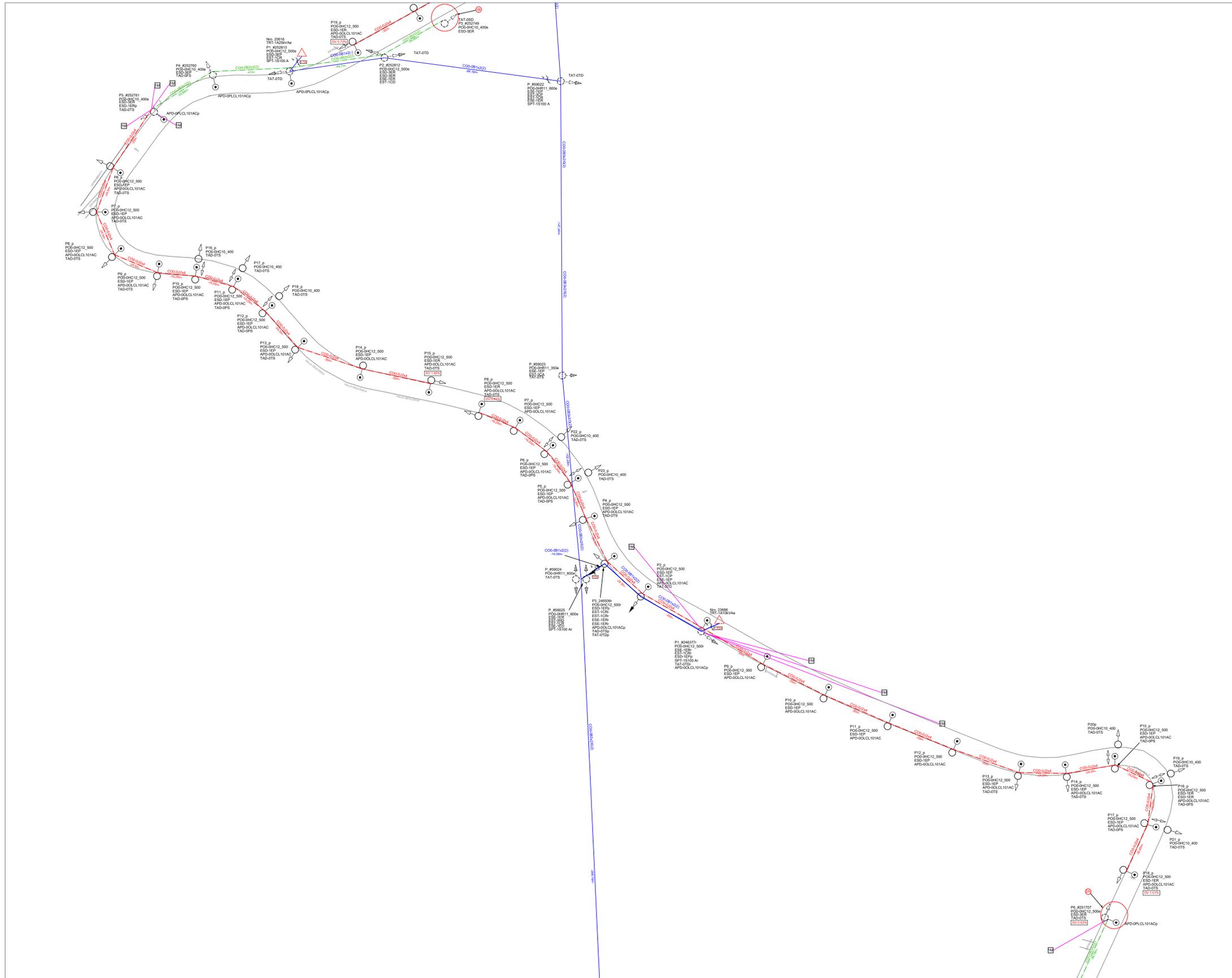


**SIMBOLOGÍA**

| EXISTENTE   | PROYECTADO   |
|---|--|
| C12 POSTE CIRC H.A. 12m EXISTENTE                                 | C12 POSTE CIRC H.A. 12m PROYECTADO   |
| C11 POSTE CIRC H.A. 11m EXISTENTE                                 | C11 POSTE CIRC H.A. 11m PROYECTADO   |
| C10 POSTE CIRC H.A. 10m EXISTENTE                                 | C10 POSTE CIRC H.A. 10m PROYECTADO   |
| C9 POSTE CIRC H.A. 9m EXISTENTE                                   | C9 POSTE CIRC H.A. 9m PROYECTADO   |
| C12 POSTE CIRC DE FIBRA 12m EXISTENTE                             | C12 POSTE CIRC DE FIBRA 12m PROYECTADO                                       |
| C9 POSTE CIRC MADERA 9m EXISTENTE                                 | C9 POSTE CIRC MADERA 9m PROYECTADO   |
| TENSOR DE TT BT EXISTENTE   | TENSOR DE TT BT PROYECTADA   |
| TENSOR DOBLE A TIERRA EXISTENTE                                   | TENSOR DOBLE A TIERRA PROYECTADA   |
| TENSOR FAROL DE TT BT EXISTENTE                                   | TENSOR FAROL DE TT BT PROYECTADO   |
| TENSOR POSTE DE BT EXISTENTE                                      | TENSOR POSTE DE BT PROYECTADO  |
| TENSOR POSTE DE MT EXISTENTE                                      | TENSOR POSTE DE MT PROYECTADO  |
| TENSOR POSTE DOBLE EXISTENTE                                      | TENSOR POSTE DOBLE PROYECTADO  |
| LUMINARIA CERRADA SODIO nW AUTOCONTROLADA DOBLE NIVEL DE POTENCIA | LUMINARIA CERRADA SODIO nW AUTOCONTROLADA DOBLE NIVEL DE POTENCIA PROYECTADA |
| LUMINARIA LED EXISTENTE DE nW                                     | LUMINARIA LED PROYECTADA DE nW   |
| nM VIVIENDA-ABONADO - n MEDIDORES                                 | nM VIVIENDA-ABONADO - n MEDIDORES  |
| TRANSFORMADOR TRIFÁSICO CONVENCIONAL EXISTENTE                    | TRANSFORMADOR TRIFÁSICO CONVENCIONAL PROYECTADO                              |
| TRANSFORMADOR MONOFÁSICO CONVENCIONAL EXISTENTE                   | TRANSFORMADOR MONOFÁSICO CONVENCIONAL PROYECTADO                             |
| TRANSFORMADOR 1F PADMOUNTED AUTOPROTEGIDO EXISTENTE               | TRANSFORMADOR 1F PADMOUNTED AUTOPROTEGIDO PROYECTADO                         |
| SECCIONADOR FUSIBLE ABIERTO EXISTENTE                             | SECCIONADOR FUSIBLE ABIERTO PROYECTADO                                       |
| SECCIONADOR CUCHILLA CAM. APAG. CHISPAS EXISTENTE                 | SECCIONADOR CUCHILLA CAM. APAG. CHISPAS EXISTENTE                            |
| RED DE MT EXISTENTE   | RED DE MT PROYECTADA   |
| RED DE BT EXISTENTE   | RED DE BT PROYECTADA   |
| RED SUBTERRÁNEA MT EXISTENTE                                      | RED SUBTERRÁNEA MT PROYECTADA  |
| RED SUBTERRÁNEA BT EXISTENTE                                      | RED SUBTERRÁNEA BT PROYECTADA  |
| e EXISTENTE   | e EXISTENTE  |
| r REUTILIZADO   | r REUTILIZADO  |
| u REUBICADO   | u REUBICADO  |
| a CONDUCTOR DE CU-TTU 6 AWG-2F3C                                  | a CONDUCTOR DE CU-TTU 6 AWG-2F3C   |
| b CONDUCTOR DE CU-TTU 6 AWG-3F4C                                  | b CONDUCTOR DE CU-TTU 6 AWG-3F4C   |
| c CONDUCTOR DE CU-TTU 6 AWG-2F2C                                  | c CONDUCTOR DE CU-TTU 6 AWG-2F2C   |
| p PUESTA A TIERRA EXISTENTE                                       | p PUESTA A TIERRA PROYECTADA   |
| BANCO DE DUCTO CONFIG: 1X3B, (L<=0,80m; A=0,47m; P<=0,87m)        | BANCO DE DUCTO CONFIG: 1X3B, (L<=0,80m; A=0,47m; P<=0,87m)                   |

NOTA: LA SIMBOLOGÍA ESTÁ DE ACUERDO A LA HOMOLOGACIÓN DE LAS UP

|                   |  |                  |                            |         |
|-------------------|--|------------------|----------------------------|---------|
|                   | <b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA</b>  |                  |                            |         |
|                   | F.E.I.R.N.N.R  |                  | INGENIERÍA ELECTROMECÁNICA |         |
|                   | PROYECTO: Diagnóstico y diseño del sistema de alumbrado público de la vía Intervalles, del tramo El Tambo - La Capilla del cantón Catamayo |                  |                            |         |
|                   | PROVINCIA: Loja  | CANTÓN: Catamayo | PARROQUIA: El Tambo        | Barrio: |
|                   | TESISTA: Carlos Merino   |                  | TUTOR: ING. Iván Coronel   |         |
| FECHA: 25/01/2024 | LÁMINA: Lámina 1   | ESCALA: 1/1000   |                            |         |



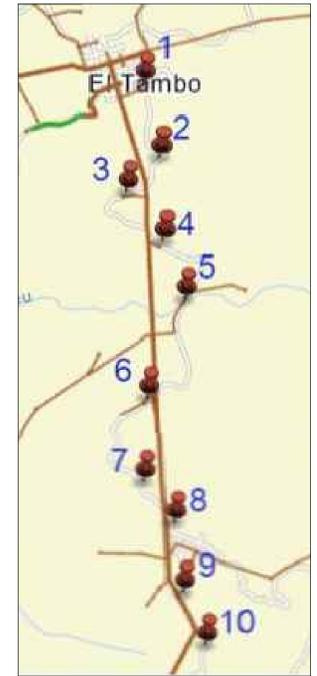
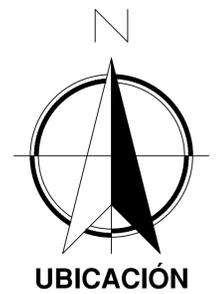
**SIMBOLOGÍA**

| EXISTENTE   | PROYECTADO   |
|---|--|
| C12 POSTE CIRC H.A. 12m EXISTENTE   | C12 POSTE CIRC H.A. 12m PROYECTADO   |
| C11 POSTE CIRC H.A. 11m EXISTENTE   | C11 POSTE CIRC H.A. 11m PROYECTADO   |
| C10 POSTE CIRC H.A. 10m EXISTENTE   | C10 POSTE CIRC H.A. 10m PROYECTADO   |
| C9 POSTE CIRC H.A. 9m EXISTENTE   | C9 POSTE CIRC H.A. 9m PROYECTADO   |
| C12 POSTE CIRC DE FIBRA 12m EXISTENTE                                       | C12 POSTE CIRC DE FIBRA 12m PROYECTADO                                       |
| C9 POSTE CIRC MADERA 9m EXISTENTE   | C9 POSTE CIRC MADERA 9m PROYECTADO   |
| TENSOR DE TT BT EXISTENTE   | TENSOR DE TT BT PROYECTADO   |
| TENSOR DOBLE A TIERRA EXISTENTE   | TENSOR DOBLE A TIERRA PROYECTADO   |
| TENSOR FAROL DE TT BT EXISTENTE   | TENSOR FAROL DE TT BT PROYECTADO   |
| TENSOR POSTE DE MT EXISTENTE  | TENSOR POSTE DE MT PROYECTADO  |
| TENSOR POSTE DOBLE EXISTENTE  | TENSOR POSTE DOBLE PROYECTADO  |
| LUMINARIA CERRADA SODIO nW AUTOCONTROLADA DOBLE NIVEL DE POTENCIA EXISTENTE | LUMINARIA CERRADA SODIO nW AUTOCONTROLADA DOBLE NIVEL DE POTENCIA PROYECTADO |
| LUMINARIA LED EXISTENTE DE nW   | LUMINARIA LED PROYECTADA DE nW   |
| VIVIENDA-ABONADO - n MEDIDORES  | VIVIENDA-ABONADO - n MEDIDORES   |
| TRANSFORMADOR TRIFÁSICO CONVENCIONAL EXISTENTE                              | TRANSFORMADOR TRIFÁSICO CONVENCIONAL PROYECTADO                              |
| TRANSFORMADOR MONOFÁSICO CONVENCIONAL EXISTENTE                             | TRANSFORMADOR MONOFÁSICO CONVENCIONAL PROYECTADO                             |
| TRANSFORMADOR 1F PADMOUNTED AUTOPROTEGIDO EXISTENTE                         | TRANSFORMADOR 1F PADMOUNTED AUTOPROTEGIDO PROYECTADO                         |
| SECCIONADOR FUSIBLE ABIERTO EXISTENTE                                       | SECCIONADOR FUSIBLE ABIERTO PROYECTADO                                       |
| SECCIONADOR CUCHILLA CAM. APAG. CHISPAS EXISTENTE                           | SECCIONADOR FUSIBLE ABIERTO PROYECTADO                                       |
| RED DE MT EXISTENTE   | BANCO DE DUCTO CONFIG: 1X3B; (L<=0.80m; A=0.47m; P<=0.87m)                   |
| RED DE BT EXISTENTE   | PUESTA A TIERRA  |
| RED SUBTERRÁNEA MT EXISTENTE  | RED DE BT PROYECTADA   |
| RED SUBTERRÁNEA BT EXISTENTE  | RED DE MT PROYECTADA   |
| EXISTENTE   | RED DE BT PROYECTADA   |
| REUTILIZADO   | RED DE MT PROYECTADA   |
| REUBICADO   | RED DE BT PROYECTADA   |
| CONDUCTOR DE CU-TTU 6 AWG-2F3C  | RED SUBTERRÁNEA MT PROYECTADA  |
| CONDUCTOR DE CU-TTU 6 AWG-3F4C  | A CONDUCTOR DE ALUMINIO ASC  |
| CONDUCTOR DE CU-TTU 6 AWG-2F2C  | B CONDUCTOR DE ALUMINIO ACSR   |
|   | G CONDUCTOR DE COBRE DESNUDO   |

NOTA: LA SIMBOLOGÍA ESTÁ DE ACUERDO A LA HOMOLOGACIÓN DE LAS UP

|                   |  |                  |                            |         |
|-------------------|--|------------------|----------------------------|---------|
|                   | <b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA</b>  |                  |                            |         |
|                   | F.E.I.R.N.N.R  |                  | INGENIERÍA ELECTROMECÁNICA |         |
|                   | PROYECTO: Diagnóstico y diseño del sistema de alumbrado público de la vía Intervalles, del tramo El Tambo - La Capilla del cantón Catamayo |                  |                            |         |
|                   | PROVINCIA: Loja  | CANTÓN: Catamayo | PARROQUIA: El Tambo        | Barrio: |
|                   | TESISTA: Carlos Merino   |                  | TUTOR: ING. Iván Coronel   |         |
| FECHA: 25/01/2024 | LÁMINA: Lámina 2   | ESCALA: 1/1000   |                            |         |





**SIMBOLOGÍA**

| EXISTENTE  | PROYECTADO  |
|--|---|
| C12 POSTE CIRC H.A. 12m EXISTENTE                                    | C12 POSTE CIRC H.A. 12m PROYECTADO                                    |
| C11 POSTE CIRC H.A. 11m EXISTENTE                                    | C11 POSTE CIRC H.A. 11m PROYECTADO                                    |
| C10 POSTE CIRC H.A. 10m EXISTENTE                                    | C10 POSTE CIRC H.A. 10m PROYECTADO                                    |
| C9 POSTE CIRC H.A. 9m EXISTENTE                                      | C9 POSTE CIRC H.A. 9m PROYECTADO                                      |
| C12 POSTE CIRC DE FIBRA 12m EXISTENTE                                | C12 POSTE CIRC DE FIBRA 12m PROYECTADO                                |
| C9 POSTE CIRC MADERA 9m EXISTENTE                                    | C9 POSTE CIRC MADERA 9m PROYECTADO                                    |
| TENSOR DE TT MT EXISTENTE  | TENSOR DE TT MT PROYECTADA  |
| TENSOR DOBLE A TIERRA EXISTENTE                                      | TENSOR DOBLE A TIERRA PROYECTADA                                      |
| TENSOR FAROL DE TT MT EXISTENTE                                      | TENSOR FAROL DE TT MT PROYECTADO                                      |
| TENSOR FAROL DE BT EXISTENTE   | TENSOR FAROL DE BT PROYECTADO   |
| TENSOR POSTE DE MT EXISTENTE   | TENSOR POSTE DE MT PROYECTADO   |
| TENSOR POSTE DOBLE EXISTENTE   | TENSOR POSTE DOBLE PROYECTADO   |
| LUMINARIA CERRADA SODIO nW EXISTENTE                                 | LUMINARIA CERRADA SODIO nW PROYECTADA                                 |
| LUMINARIA LED EXISTENTE DE nW EXISTENTE                              | LUMINARIA LED PROYECTADA DE nW PROYECTADA                             |
| VIVIENDA-ABONADO - n MEDIDORES EXISTENTE                             | VIVIENDA-ABONADO - n MEDIDORES PROYECTADO                             |
| TRANSFORMADOR TRIFÁSICO CONVENCIONAL EXISTENTE                       | TRANSFORMADOR TRIFÁSICO CONVENCIONAL PROYECTADO                       |
| TRANSFORMADOR MONOFÁSICO CONVENCIONAL EXISTENTE                      | TRANSFORMADOR MONOFÁSICO CONVENCIONAL PROYECTADO                      |
| TRANSFORMADOR 1F PADMOUNTED AUTOPROTEGIDO EXISTENTE                  | TRANSFORMADOR 1F PADMOUNTED AUTOPROTEGIDO PROYECTADO                  |
| SECCIONADOR FUSIBLE ABIERTO EXISTENTE                                | SECCIONADOR FUSIBLE ABIERTO PROYECTADO                                |
| SECCIONADOR CUCHILLA CAM. APAG. EXISTENTE                            | SECCIONADOR CUCHILLA CAM. APAG. PROYECTADO                            |
| BANCO DE DUCTO CONFIG: 1X3B. (L<=0.80m; A=0.47m; P<=0.87m) EXISTENTE | BANCO DE DUCTO CONFIG: 1X3B. (L<=0.80m; A=0.47m; P<=0.87m) PROYECTADO |
| PUESTA A TIERRA EXISTENTE  | PUESTA A TIERRA PROYECTADA  |
| RED DE BT EXISTENTE  | RED DE BT PROYECTADA  |
| RED DE MT EXISTENTE  | RED DE MT PROYECTADA  |
| RED SUBTERRÁNEA BT EXISTENTE   | RED SUBTERRÁNEA BT PROYECTADA   |
| RED SUBTERRÁNEA MT EXISTENTE   | RED SUBTERRÁNEA MT PROYECTADA   |
| CONDUCTOR DE CU-TTU 6 AWG-2F3C EXISTENTE                             | CONDUCTOR DE CU-TTU 6 AWG-2F3C PROYECTADO                             |
| CONDUCTOR DE CU-TTU 6 AWG-3F4C EXISTENTE                             | CONDUCTOR DE CU-TTU 6 AWG-3F4C PROYECTADO                             |
| CONDUCTOR DE CU-TTU 6 AWG-2F2C EXISTENTE                             | CONDUCTOR DE CU-TTU 6 AWG-2F2C PROYECTADO                             |
| CONDUCTOR DE ALUMINIO ASC EXISTENTE                                  | CONDUCTOR DE ALUMINIO ASC PROYECTADO                                  |
| CONDUCTOR DE ALUMINIO ACSR EXISTENTE                                 | CONDUCTOR DE ALUMINIO ACSR PROYECTADO                                 |
| CONDUCTOR DE COBRE DESNUDO EXISTENTE                                 | CONDUCTOR DE COBRE DESNUDO PROYECTADO                                 |

NOTA: LA SIMBOLOGÍA ESTÁ DE ACUERDO A LA HOMOLOGACIÓN DE LAS UP

|                   |  |                  |                            |         |
|-------------------|--|------------------|----------------------------|---------|
|                   | <b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA</b>  |                  |                            |         |
|                   | F.E.I.R.N.N.R  |                  | INGENIERÍA ELECTROMECÁNICA |         |
|                   | PROYECTO: Diagnóstico y diseño del sistema de alumbrado público de la vía Intervalles, del tramo El Tambo - La Capilla del cantón Catamayo |                  |                            |         |
|                   | PROVINCIA: Loja  | CANTÓN: Catamayo | PARROQUIA: El Tambo        | Barrio: |
|                   | TESISTA: Carlos Merino   |                  | TUTOR: ING. Iván Coronel   |         |
| FECHA: 25/01/2024 | LÁMINA: Lámina 4   | ESCALA: 1/1000   |                            |         |





## Anexo 22. Certificado de traducción

Lic. Andrea Sthefanía Carrión Mgs

0984079037

[andrea.s.carrion@unl.edu.ec](mailto:andrea.s.carrion@unl.edu.ec)

Loja-Ecuador

Loja, 3 de junio del 2024

La suscrita, Andrea Sthefanía Carrión Fernández, Mgs, **DOCENTE EDUCACIÓN SUPERIOR** (registro de la SENESCYT número: 1008-12-1124463), **ÁREA DE INGLÉS-UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA**, a petición de la parte interesada y en forma legal.

**CERTIFICA:**

Que la traducción del resumen del documento adjunto, solicitado por el señor: **Carlos Alberto Merino González** con cédula de ciudadanía **No. 1105754624**, cuyo tema de investigación se titula: **“Diagnóstico y diseño del sistema de alumbrado público de la vía Intervalles, del tramo El Tambo – La Capilla del cantón Catamayo.”** ha sido realizado y aprobado por mi persona, Andrea Sthefanía Carrión Fernández, Mgs. en Pedagogía.

El apartado del Abstract es una traducción textual del Resumen aprobado en español.

Particular que comunico en honor a la verdad para los fines académicos pertinentes, facultando al portador del presente documento, hacer el uso legal pertinente.

ANDREA STHEFANIA  
CARRION  
FERNANDEZ

Firmado digitalmente por  
ANDREA STHEFANIA  
CARRION FERNANDEZ  
Fecha: 2024.06.03 09:41:21  
-06'00'

**Andrea Sthefanía Carrión Fernández. Mgs.**

**English Professor**