

# **ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL**

## **ESCUELA DE FORMACIÓN DE TECNÓLOGOS**

### **DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA PARA DEL BARRIO CALLUMA DE PIFO (ZONA 2).**

#### **TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE TECNÓLOGO EN ELECTROMECAÁNICA**

**Edgar Augusto Raura Díaz**

edgar.raura@epn.edu.ec

**DIRECTOR: ING. CATALINA ELIZABETH ARMAS FREIRE, MSC.**

elizabeth.armas@epn.edu.ec

**CODIRECTOR: ING. CARLOS ORLANDO ROMO HERRERA, MSC.**

carlos.romo@epn.edu.ec

**Quito, junio 2021**

# CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo fue desarrollado por el Sr Raura Díaz Edgar Augusto como requerimiento parcial a la obtención del título de TECNÓLOGO EN ELECTROMECAÁNICA, bajo nuestra supervisión:



---

**Ing. Catalina Elizabeth Armas  
Freire, MSC.**

DIRECTORA DEL  
PROYECTO

---

**Ing. Carlos Orlando Romo Herrera,  
MSC.**

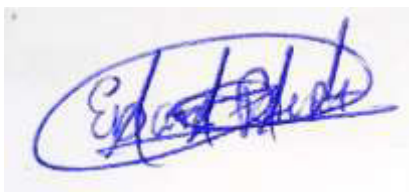
CODIRECTOR DEL PROYECTO

## DECLARACIÓN

Yo Raura Díaz Edgar Augusto con CI: 1718493164 declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

Sin perjuicio de los derechos reconocidos en el primer párrafo del artículo 144 del Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación – COESC-, soy titular de la obra en mención y otorgo una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva de uso con fines académicos a la Escuela Politécnica Nacional.

Entrego toda la información técnica pertinente, en caso de que hubiese una explotación comercial de la obra por parte de la EPN, se negociará los porcentajes de los beneficios conforme lo establece la normativa nacional vigente.



---

**Edgar Augusto Raura Díaz**

CI: 1718493164

Teléfono: 0995784051

Correo: edgar.raura@epn.edu.ec

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo primero a Dios, a mi familia y de una manera especial a los estudiantes y profesionales que ven en este una guía para su vida profesional y laboral, con la esperanza que este trabajo sea la luz que refresque las ideas a nuevos profesionales.

# **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios por la oportunidad que me dió de realizar mis estudios en la Escuela de Formación Tecnológica de la Escuela Politécnica Nacional.

A mis padres que me acompañaron en este camino siendo mi fuerza y el soporte necesarios, y familiares que me brindaban palabras de aliento.

A mi esposa e hija que son la inspiración de mi vida.

A la Ing. Elizabeth Armas por su colaboración en la realización de este trabajo.

A los profesores y profesionales de esta prestigiosa institución, por sus enseñanzas que me ayudaron para cumplir esta meta.

# ÍNDICE DE CONTENIDOS

1	Introducción .....	1
1.1	Objetivo general .....	1
1.2	Objetivos específicos.....	1
1.3	Fundamentos.....	2
	Sistemas de distribución .....	2
	Definiciones .....	4
2	Metodología.....	9
2.1	Descripción de la metodología usada .....	9
3	Resultados y Discusión.....	10
3.1	Levantamiento de información.....	10
3.2	Estudio de la demanda eléctrica del Sistema de Distribución .....	12
	Estudio de la demanda eléctrica.....	12
	Términos de referencia.....	13
	Cálculo de la Demanda de Diseño (DD).....	14
	Capacidad del Transformador.....	17
3.3	Diseño de la redes primaria y secundaria del Sistema de Distribución .....	19
	Red Primaria.....	19
	Red Secundaria.....	22
	Seccionamiento y Protecciones.....	23
	Estructuras de soporte.....	26
3.4	Diseño del alumbrado público.....	30
3.5	Materiales y costos del proyecto.....	30
	Costo de Materiales.....	30
4	Conclusiones y Recomendaciones .....	32
4.1	Conclusiones .....	32
4.2	Recomendaciones.....	33
5	Referencias Bibliográficas .....	34

ANEXOS.....	36
Anexo 1: Planos de implementación de media tensión. ....	ii
Anexo 2: Planos de implementación de baja tensión. ....	iv
Anexo 3: Planos de implementación del alumbrado público.....	vi
Anexo 4: Tablas usadas para el cálculo de la red de baja tensión. ....	viii
Anexo 5: Tabla según unidad de propiedad para la selección de la barra de puesta a tierra. ....	xvi
Anexo 6: Diagramas unifilares. ....	xvii
Anexo 7: Unidades de propiedad en estructuras y soportes. ....	xxi
Anexo 8: Tablas usadas en diseño de alumbrado público. ....	xxiv
Anexo 9: Presupuesto estimativo de equipos y materiales. ....	xxv

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.1</b> Etapas de producción.....	2
<b>Figura 1.2</b> Demanda Promedio y Máxima. ....	5
<b>Figura 1.3</b> Demanda Máxima. ....	5
<b>Figura 3.1</b> Ubicación de la Zona 2.....	10
<b>Figura 3.2</b> Ubicación de postes de alumbrado público a lo largo del Pasaje San Javier 2. ....	11
<b>Figura 3.3</b> Circuitos de alimentación existentes. ....	11
<b>Figura 3.4</b> Lotización de la Zona 2 - etapa A, etapa B, etapa C. ....	14
<b>Figura 3.5</b> Ubicación de Postes para alimentar la Zona 2. ....	19
<b>Figura 3.6</b> Distribución radial con disposición monofásica.....	20
<b>Figura 3.7</b> Línea de alimentación Fase A. ....	21
<b>Figura 3.8</b> Línea de alimentación Fase C.....	21
<b>Figura 3.9</b> QR de la memoria técnica. ....	31
<b>Figura 3.10</b> Sociabilización del proyecto. ....	31



## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 3.1</b> Tipos de uso de suelo.....	12
<b>Tabla 3.2</b> Estratos de Consumo. ....	12
<b>Tabla 3.3</b> Valores de referencia de la Demanda Máxima y de la Carga Instalada de un usuario residencial tipo. ....	13
<b>Tabla 3.4</b> Demanda máxima diversificada considerando la utilización de equipos eléctricos para uso general, cocción y calentamiento de agua. (kW). ....	15
<b>Tabla 3.5</b> Porcentaje de acuerdo al tipo de usuario. ....	17
<b>Tabla 3.6</b> Demanda total requerida. ....	17
<b>Tabla 3.7</b> Potencia nominal de los transformadores tipo convencional. ....	18
<b>Tabla 3.8</b> Demanda requerida total vs transformador convencional. ....	18
<b>Tabla 3.9</b> Máximos y mínimos calibres de conductores de AAC o ACSR para instalación aérea. ....	20
<b>Tabla 3.10</b> Fases de alimentación de las etapas del proyecto. ....	22
<b>Tabla 3.11</b> Material conductor: aluminio desnudo ASC. ....	22
<b>Tabla 3.12</b> Caída máxima de voltaje en la red secundaria.....	22
<b>Tabla 3.13</b> Conductores establecidos según los cálculos para los circuitos de la Zona 2. ....	23
<b>Tabla 3.14</b> Seccionamiento y Protecciones. ....	23
<b>Tabla 3.15</b> Tablas de selección de fusibles para transformadores convencionales de distribución. ....	25
<b>Tabla 3.16</b> Datos de los postes según la tabulación del apéndice A-14-A de la norma. ....	27

## RESUMEN

El presente trabajo es una guía para la creación de un documento tipo memoria técnica que cumpla los requerimientos que la Empresa Eléctrica Quito S.A. (E.E.Q.S.A) exige, para el diseño de los sistemas de distribución eléctrica dentro de su área de concesión; y en lo específico para este trabajo, en el barrio de Calluma en la parroquia de Pifo.

Este trabajo en su primera sección, enuncia el objetivo general y los específicos, además de conceptos fundamentales para la comprensión del desarrollo del mismo.

Para la segunda sección se presenta la metodología que se adoptó para la creación del diseño del sistema de distribución eléctrica.

En la tercera sección que es el alma de este trabajo, se presentan los cálculos e interpretaciones de la norma para la selección de los elementos y materiales requeridos para el diseño del sistema de distribución eléctrica y que se plasmarán también en forma gráfica como planos de implementación.

Para la cuarta y última sección entre las más relevantes de este trabajo se presentan las conclusiones y recomendaciones que son el reflejo de las interpretaciones y consecuencias que la normativa indica y se usaron en este escrito.

**PALABRAS CLAVE:** Diseño, Distribución, Demanda, Media, Tensión, Protecciones.

## **ABSTRACT**

This work is a guide for the creation of a technical report type document that meets the requirements that the company Eléctrica Quito S.A. (E.E.Q.S.A) requires, for the design of electrical distribution systems within its concession area; and specifically for this work, in the Calluma neighborhood in the Pifo parish.

This work, in its first section, states the general and specific objectives, as well as fundamental concepts for understanding its development.

For the second section, the methodology that was adopted for the creation of the design of the electrical distribution system is presented.

In the third section, which is the soul of this work, the calculations and interpretations of the standard are presented for the selection of the elements and materials required for the design of the electrical distribution system and which will also be reflected in graphic form as implementation plans.

For the fourth and last section among the most relevant of this work, the conclusions and recommendations are presented that are a reflection of the interpretations and consequences that the regulations indicate and were used in this writing.

**KEYWORDS:** Design, Distribution, Demand, Medium, Voltage, Protections

# 1 INTRODUCCIÓN

El crecimiento de un barrio es parte del progreso urbanístico e implica la demanda de servicios básicos; siendo el suministro de energía el servicio más importante. Las instituciones designadas por el Estado para que provean un servicio eléctrico de calidad, parametricen y vigilen el cumplimiento de las normas, son el Ministerio de Electricidad y Energías Renovables y no Renovables (M.E.R.N.N.R.), a nivel nacional; y la Empresa Eléctrica Quito S.A. (E.E.Q. S.A.), a nivel local.

La E.E.Q. S.A., se encarga de garantizar la disponibilidad del suministro eléctrico en las etapas de transmisión, distribución, utilización y facturación. Además, proporciona las normas técnicas que regulan el diseño y construcción de los sistemas de distribución eléctrica

El barrio Calluma ubicado en la parroquia rural de Pifo, se encuentra planificando su extensión, a través de planes urbanísticos sociales, por tal motivo requieren entre otros, del servicio de energía eléctrica. El gestionar este servicio ha generado preocupación a las autoridades de turno y a los moradores del barrio, ya que sin el diseño del sistema de distribución eléctrica del sector, resulta imposible iniciar dicha gestión.

El no contar con un servicio eléctrico seguro y de calidad impide el desarrollo de actividades de comercio y turismo; asimismo, se suma la inseguridad al transitar por las calles del barrio Calluma en la noche, no solo por la delincuencia [1], sino también por el tránsito vehicular que puede provocar accidentes por lo poca visibilidad [2].

En este proyecto se realiza el diseño de la red de distribución eléctrica para el barrio Calluma en base a los requerimientos, parámetros y normativas que el M.E.R.N.N.R., y la E.E.Q. S.A. demandan, con el fin de que los moradores inicien el trámite en la entidad competente y accedan a este servicio básico de forma segura y ordenada.

## 1.1 Objetivo general

Diseñar la Red de Distribución Eléctrica para del barrio Calluma de Pifo (Zona 2).

## 1.2 Objetivos específicos

- a) Realizar el levantamiento de información en campo.
- b) Calcular la demanda y carga eléctrica.
- c) Diseñar las redes primaria y secundaria.

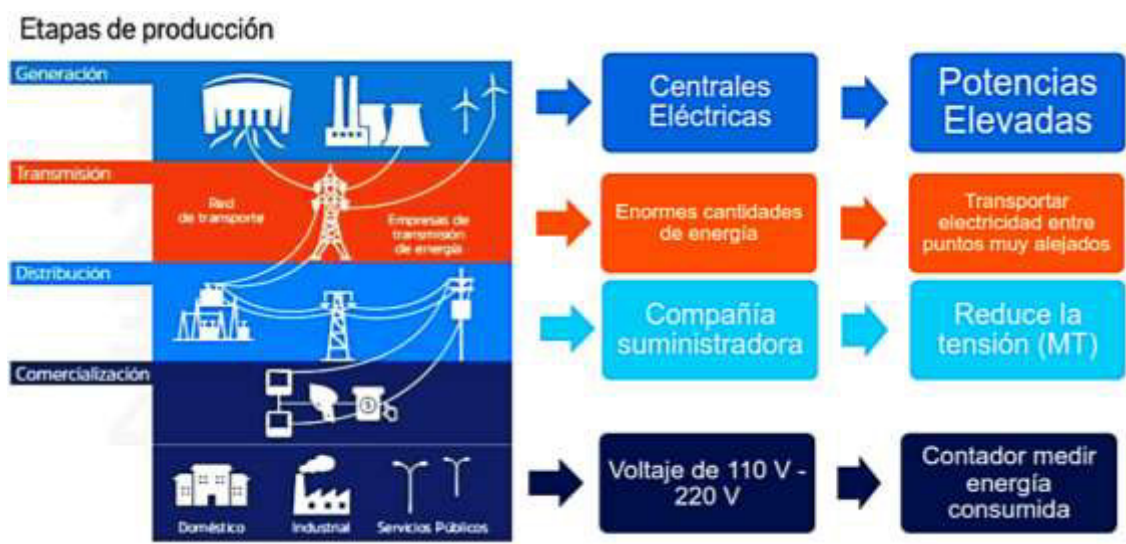
- d) Diseñar el sistema de alumbrado público.
- e) Realizar el estudio económico estimado del proyecto.

### 1.3 Fundamentos

La distribución de energía eléctrica es parte de un proceso que está constantemente evolucionando, esto se refleja en: la metodología de diseño, las operaciones, el tipo de equipos y herramientas, los tipos de estructuras, los materiales con los que se implementan las redes de distribución; y, en los métodos de trabajo de los grupos de construcción y mantenimiento [3].

#### Sistemas de distribución

La industria eléctrica está representada por el sistema eléctrico de potencia, y se divide en las siguientes etapas:



**Figura 1.1** Etapas de producción [4].

Generación: es la etapa en la que se genera la energía eléctrica.

Transmisión: es la etapa donde la energía generada es transportada por medio de cables conductores a puntos alejados del sistema eléctrico.

Distribución: en esta etapa llega a las compañías suministradoras esta materia prima (energía eléctrica), para la reducción de los niveles de voltaje para su distribución y comercialización.

Comercialización: en esta etapa final se comercializa la energía eléctrica que llega a los consumidores (residencial, industria y servicios públicos) a través de los contadores de energía.

De esta manera los sistemas eléctricos de potencia cumplen con transportar la energía desde los centros de generación hasta los centros de consumo, y por último conceder electricidad al usuario en forma segura con los valores de voltaje y calidad exigidos [5].

Requisitos que debe cumplir el sistema [3]:

- Uso de normas nacionales y/o internacionales.
- Seguridad para el recurso humano y equipos.
- Simplicidad en el montaje y operación (celeridad en las maniobras).
- De fácil conexión a los alimentadores desde el sistema de potencia.
- Optimización de costos (economía).
- Mantenimiento y políticas de adquisición de repuestos.
- Posibilidad de ampliación y flexibilidad.
- Resistencia mecánica.
- Entrenamiento del personal.
- Confiabilidad de los componentes. Continuidad del servicio
- Información relacionada con la zona del proyecto (ubicación, altitud, vías de acceso, etc.).
- Regulación de tensión (niveles máximos admisibles).
- Pérdidas de energía (niveles máximos admisibles).
- Control de frecuencia.

El diseño del sistema debe incluir [3]:

- La localización de la alimentación para el sistema.
- El conocimiento de las cargas.
- El conocimiento de las tasas de crecimiento de las cargas.
- Selección de la tensión de alimentación.
- Selección de las estructuras de media tensión y baja tensión.
- Localización óptima de subestaciones de distribución (transformadores de distribución).

- Diseño del sistema de tierra.
- Análisis de corrientes de cortocircuito.
- Diseño de las protecciones de sobrecorriente.
- Diseño de protección contra sobretensiones.

La selección de equipos incluye [3]:

- La selección de las subestaciones de distribución incluidos los interruptores, transformadores y gabinetes.
- Selección de los conductores (cables aislados y/o desnudos).
- Optimización del calibre de los conductores (calibre económico).
- Selección en caso necesario de equipos para supervisión de la carga y automatización del sistema, para la operación bajo condiciones normales y anormales.

## Definiciones

### **Carga instalada ( $C_i$ ).**

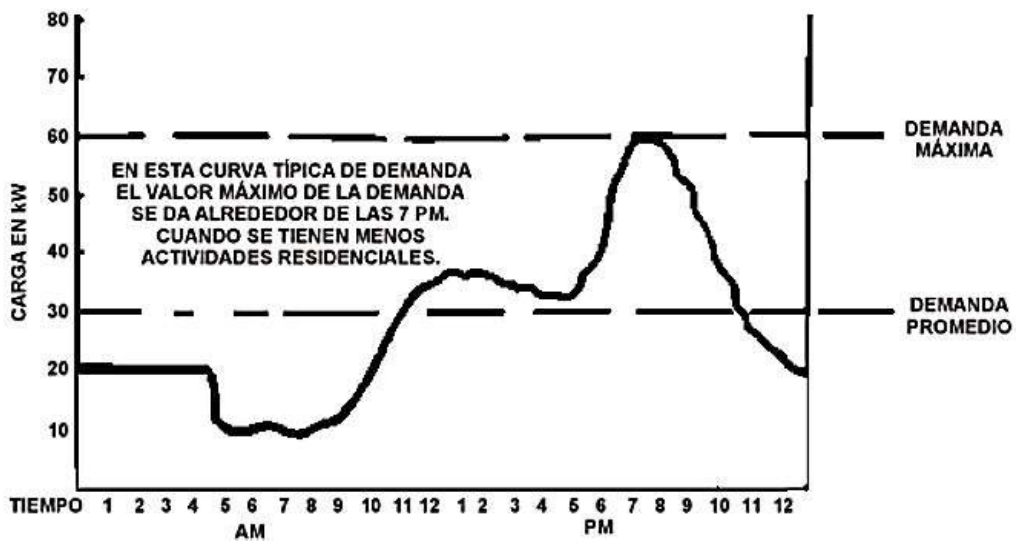
Es la sumatoria de las potencias nominales de los servicios conectados en una zona determinada, se expresa por lo general en (kVA), (kW), (MVA) o (MW) [6].

$$C_i = \sum kW$$

**Ecuación 1.1** Carga instalada [6].

### **Demanda(D) .**

La demanda en una instalación eléctrica, es la carga que se conectará en las terminales de baja tensión en el transformador; tomada como un valor medio o promedio en un lapso de tiempo determinado (intervalo de demanda). Puede estar expresada en (kW), (kVA)[6].



m

Figura 1.2 Demanda Promedio y Máxima [7].

**Demanda Máxima ( $D_{max}$ ).**

Se denomina como demanda máxima de una carga, a la demanda instantánea pico que muestra una carga en un periodo de tiempo determinado, por ejemplo 24 horas [6].

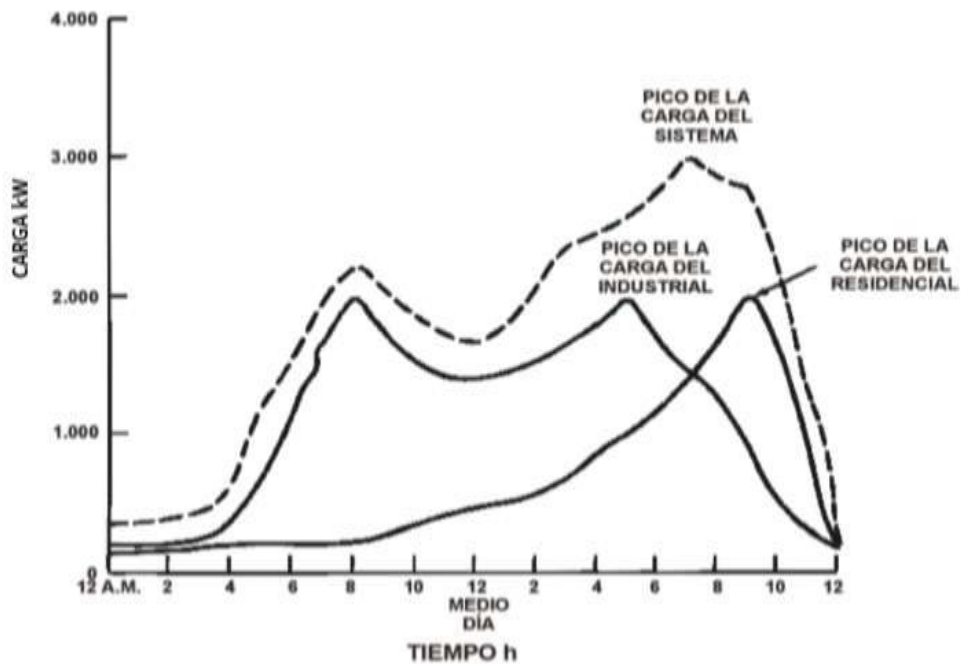


Figura 1.3 Demanda Máxima [7].



### **Factor de Demanda ( $F_D$ ).**

El factor de demanda dentro de un intervalo de tiempo (t) de una carga, es la correlación entre la demanda máxima y la carga instalada. El factor de demanda en general es menor que uno [6].

$$F_D = \frac{D_{\max}(t)}{C_i}$$

**Ecuación 1.2** Factor de demanda [6].

### **Factor de Utilización ( $F_U$ ).**

El factor de utilización que forma parte de un sistema eléctrico en un intervalo de tiempo (t), es la relación entre la demanda promedio y la capacidad nominal del sistema.

El factor de demanda, expresa el porcentaje de la carga instalada que se está manteniendo, en cambio el factor de utilización indica la porción de la capacidad del sistema que se está utilizando durante el pico de la carga en el intervalo de tiempo estimado [6].

$$F_U = \frac{D_M(t)}{\text{Capacidad instalada}}$$

**Ecuación 1.3** Factor de Utilización[6].

### **Factor de Carga ( $F_c$ ).**

Se precisa el factor de carga como la razón entre la demanda promedio en un intervalo de tiempo dado y la demanda máxima observada en el mismo lapso de tiempo [6].

$$F_c = \frac{D_m}{D_{\max}}$$

**Ecuación 1.4** Factor de carga [6].

La tasación de Dmax es instantánea.

### **Factor de Diversidad ( $F_d$ ).**

Cuando se proyecta un alimentador para un consumidor, hay que tomar siempre en cuenta la demanda máxima, puesto que ésta impondrá al cable condiciones más exigentes de carga y de caída de tensión; por el contrario, cuando se mantiene más de un consumidor por un mismo alimentador, se debe considerar el concepto de diversidad de cargas, debido a que sus demandas no coinciden en el tiempo.

Esta multiplicidad entre las demandas máximas del mismo grupo, se forma por medio del factor de diversidad, que se define como la relación entre la sumatoria de las demandas máximas individuales y la demanda máxima del conjunto, por lo tanto el factor de diversidad se puede expresar como [6]:

$$F_d = \frac{\sum_{i=1}^n D_{\max_i}}{D_{\max}}; F_d \geq 1$$

### **Ecuación 1.5 Factor de Diversidad [8].**

Este factor se puede emplear a distintos niveles del sistema, es decir, entre usuarios conectados a un mismo alimentador, o también transformadores del mismo alimentador o entre alimentadores que vienen de una misma fuente o subestación de distribución, o en otro caso, entre subestaciones eléctricas del mismo sistema de distribución, por lo que resulta significativo establecer el nivel en el que se quiere operar o emplear el factor de distribución [6].

### **Factor de Coincidencia ( $F_{CO}$ ).**

Se define este factor como el inverso del factor de diversidad.

$$F_{CO} = \frac{1}{F_d}$$

### **Ecuación 1.6 Factor de Coincidencia [6].**

### **Factor de Pérdidas.**

Para los márgenes de evaluación del comportamiento de una red de distribución en la fase de planeación, se deben considerar dos factores importantes:

El factor de carga, que se ha definido como el cociente de la demanda promedio en KW o KVA entre la demanda pico, expresada en las mismas unidades. También debe existir una relación entre el factor de carga de un sistema y las pérdidas en el alimentador, o bien la red asociada. Estas pérdidas son más difíciles de calcular, debido a que son la suma de las pérdidas  $RI^2$  obtenidas con la corriente pico, pero debido a que esta corriente o valor de corriente varia con el tiempo, se pueden obtener multiplicando las pérdidas en el pico por un factor conocido como “Factor de Pérdida”, que se define como [6]:

$$\text{Factor de pérdidas} = \frac{\text{pérdidas o potencia promedio en un tiempo}}{\text{máximas perdidas en el mismo tiempo}}$$

**Ecuación 1.7** Factor de Perdidas [6].

## **2 METODOLOGÍA**

### **2.1 Descripción de la metodología usada**

Se visitó el barrio de Calluma en la parroquia de Pifo para determinar: la ubicación de los postes, la medida de las calles, el número de lotes y el número de viviendas. Además, se identificaron los posibles circuitos de alimentación más cercanos.

Con la información que se obtuvo del levantamiento de campo y aplicando la parte A de la norma de la E.E.Q. S.A., se determinaron: el estrato de consumo eléctrico, las demandas de los usuarios y la carga instalada. Parámetros que permitieron dimensionar y especificar los centros de transformación.

Se investigó acerca de la disposición de energía eléctrica en la parroquia Pifo, específicamente en el Barrio Calluma. Se seleccionaron a través de los datos obtenidos los transformadores, protecciones eléctricas, tanto para la red primaria, como para la red secundaria; y los conductores de las líneas de alto voltaje; asimismo, las de bajo voltaje. Se realizaron los diagramas unifilares y planos del sistema de distribución eléctrica utilizando el software AutoCAD.

Se especificaron: el tipo de luminarias, el tipo de control, las protecciones y las estructuras de soporte que requiere la red de alumbrado, de acuerdo a los criterios para el diseño de alumbrado público, que se indican en la parte A de la norma de la Empresa Eléctrica Quito (E.E.Q. S.A.), en las secciones A-11.10 y A-11.11. Además, se dibujaron en el software AutoCAD los planos de alumbrado correspondientes.

Se especificaron los equipos y elementos de la red de distribución de acuerdo a los códigos de unidad de propiedad [9]. Además, se cuantificó un valor estimado de los materiales requeridos para la implementación de la red eléctrica.

### 3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En esta sección se muestran los cálculos y consideraciones que la norma de sistemas de distribución señala para el diseño. Además, se presenta una memoria técnica que refleja los resultados obtenidos y el procedimiento aplicado.

#### 3.1 Levantamiento de información

El barrio Calluma (ZONA 2), ubicado en la calle Pasaje San Javier 2, parroquia rural Pifo del cantón Quito, se muestra en la Figura 3.1.



**Figura 3.1** Ubicación de la Zona 2.

En la visita de campo se determinó lo siguiente:

- En la Figura 3.2 se muestran los 12 postes existentes ubicados a lo largo de la calle Pasaje San Javier 2,



**Figura 3.2** Ubicación de postes de alumbrado público a lo largo del Pasaje San Javier 2.

- La medida de las calles es de 10 (m), tanto en la calle Pasaje San Javier 2, como en las transversales que corresponden a la lotización, indicadas en los planos de implementación Anexo 1.
- Existen 57 lotes, sin construcción de viviendas.
- En la Figura 3.3 se muestran los dos circuitos de alimentación existentes (cercanos), denominados Nuevo Aeropuerto 33D – Alimentador 1 de Fase de conexión C y Nuevo Aeropuerto 33D – Alimentador 1 de Fase de conexión A.



**Figura 3.3** Circuitos de alimentación existentes.

## 3.2 Estudio de la demanda eléctrica del Sistema de Distribución

### Estudio de la demanda eléctrica.

Se estableció a los usuarios de este proyecto como tipo “C”, debido a que el sector es rural y el área útil de los lotes según los planos están entre  $400 \text{ (m}^2\text{)} < \text{lotes} < 600 \text{ (m}^2\text{)}$ , con este dato se hace referencia a la Tabla 3.1 de la norma parte A.

**Tabla 3.1** Tipos de uso de suelo [10].

Uso	Tipología	Símbolo	Actividades / Establecimientos	Ocupación del suelo	Área del lote (m <sup>2</sup> ) Coeficiente de ocupación del suelo [COS] (%)
Residencial	Residencial 1	R1	Viviendas con otros usos de barrio	Baja densidad	$600 < \text{Lotes} < 1\ 000 \text{ m}^2$ COS < 50%
	<b>Residencial 2</b>	<b>R2</b>	<b>Viviendas con usos sectoriales predominantes</b>	<b>Mediana Densidad</b>	<b><math>400 &lt; \text{Lotes} &lt; 600 \text{ m}^2</math></b> <b><math>50\% &lt; \text{COS} &lt; 80\%</math></b>
	Residencial 3	R3	Viviendas con usos zonales condicionados	Alta Densidad	Lotes < $400 \text{ m}^2$ COS > 80%
Múltiple	Múltiple	M1	Usos diversos de carácter zonal y de ciudad compatibles	-	-

Una vez que se ha especificado que la tipología residencial es R2 (viviendas con usos sectoriales predominantes), se establece que su uso es para vivienda con un consumo que no sobrepasa los 250 (kWh/mes/cliente), como se muestra en la Tabla 3.2.

**Tabla 3.2** Estratos de Consumo [10].

Categoría de Estrato de Consumo. (Nota 1)	Escalas (kWh/mes/cliente)
E	0 – 100
D	101 – 150
<b><u>C</u></b>	<b><u>151 – 250</u></b>
B	251 – 350
A	351 – 500

Categoría de Estrato de Consumo. (Nota 1)	Escalas (kWh/mes/cliente)
A1	501 – 900
<p>Nota:</p> <p>1. En los estratos A, B, C, D y E, los rangos están definidos considerando el valor de consumo que registran los equipos eléctricos para uso general y calentamiento de agua; mientras que para el estrato A1 el rango está definido considerando el valor de consumo que registran los equipos eléctricos para uso general, cocción y calentamiento de agua.</p>	

Considerando a los usuarios como tipo “C” y empleando la Tabla 3.3, se determina que por lote existe una carga instalada ( $C_i$ ) igual a 8.89 (kW) y una demanda máxima unitaria (DMU) igual a 3.71 (kVA).

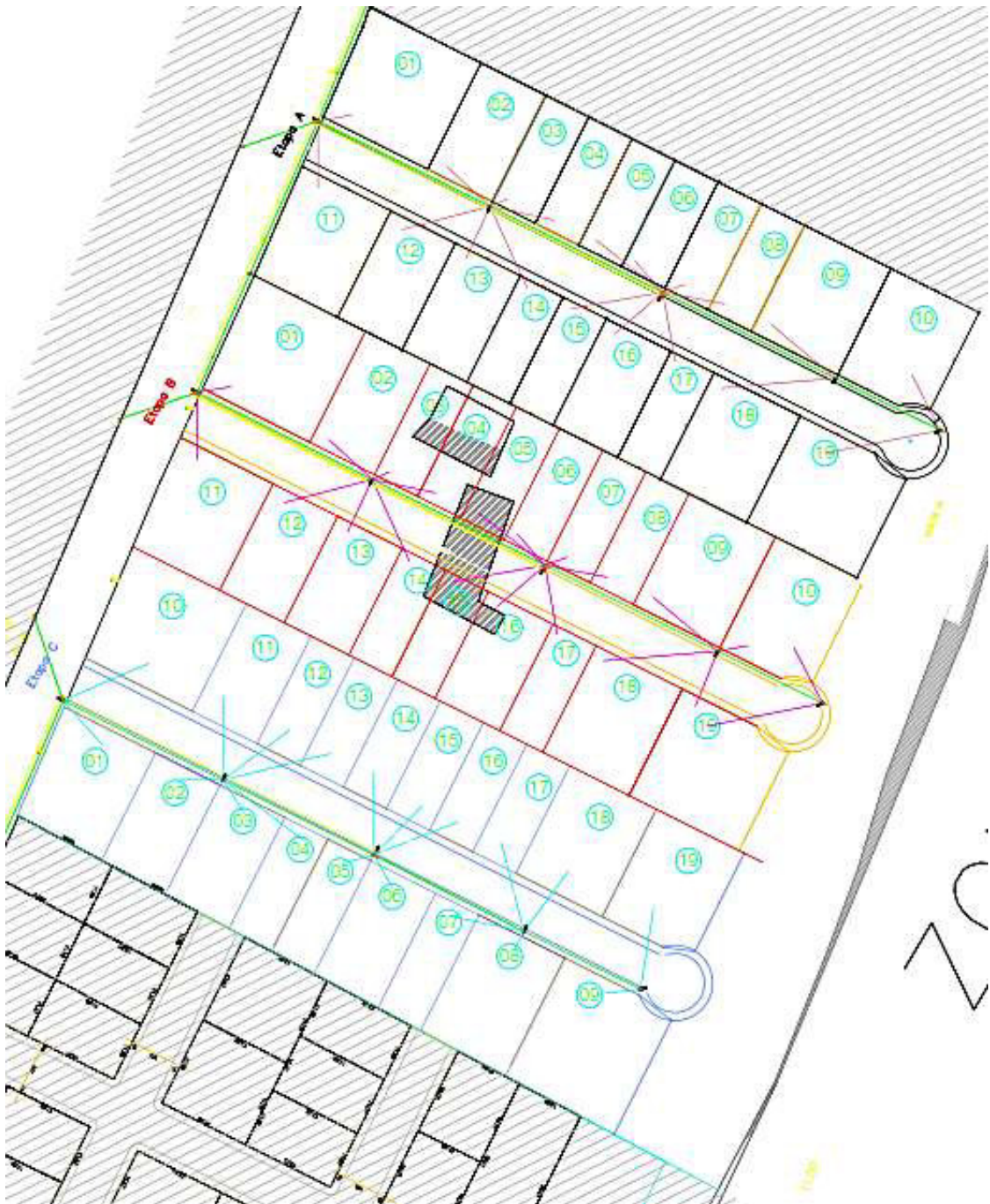
**Tabla 3.3** Valores de referencia de la Demanda Máxima y de la Carga Instalada de un usuario residencial tipo [10].

USUARIO RESIDENCIAL TIPO	DMU (kW)	DMU (kVA)	$C_i$ (kW)	$C_i$ (kVA)
E	2.31	2.43	3.86	4.06
D	2.73	2.87	5.49	5.77
<b>C</b>	3.53	<b>3.71</b>	<b>8.89</b>	9.36
B	4.30	5.65	15.46	16.27
A	5.43	6.84	21.84	22.99
A1	6.86	7.46	25.93	27.29

### **Términos de referencia.**

Se debe mencionar que la Zona 2 tiene 57 lotes en total, los cuales se los ha considerado en conjuntos de 19 lotes, dispuestos según se indican la Figura 3.4, tomadas del plano de implementación Anexo 1, y están nombrados de la siguiente manera: Zona 2 - etapa A, Zona 2 - etapa B y Zona 2 - etapa C, respectivamente; y son considerados para vivienda según lo previsto en las características constructivas del proyecto.





**Figura 3.4** Lotización de la Zona 2 - etapa A, etapa B, etapa C.

### **Cálculo de la Demanda de Diseño (DD).**

Usando la Ecuación 3.1, se obtiene la Demanda de Diseño;

$$DD = \frac{DMD + D_{AP} + D_{PT}}{FP}$$

**Ecuación 3.1** Demanda de Diseño [10].

Donde :

DD : Demanda de diseño en los bornes secundarios del transformador (kVA).

DMD : 35.26 (kW) Demanda Máxima Diversificada, según la Tabla 3.4 y el número de usuarios que están representados por el conjunto de lotes, considerados en este caso 19.

D<sub>AP</sub> : 0.50 (kW) Demanda de alumbrado público (kW). Según la distribución de luminarias mostrada en los planos de implementación del diseño que se encuentran en el Anexo 3.

D<sub>PT</sub> : 1.27 (kW) Demanda de pérdidas técnicas resistivas (en la red secundaria, en acometidas, en contadores de energía). La demanda de pérdidas técnicas resistivas se calcula multiplicando la DMD por el porcentaje de pérdidas técnicas del 3.6 %.

FP : 0.95 Factor de potencia.

Por la tanto la DD es igual:

$$DD = 38.98 \text{ (kVA)}$$

**Tabla 3.4** Demanda máxima diversificada considerando la utilización de equipos eléctricos para uso general, cocción y calentamiento de agua. (kW) [10].

# usuarios	A1	A	B	C	D	E
1	6.86	5.43	4.3	3.53	2.73	2.31
2	10.97	8.68	6.88	5.65	4.37	3.7
3	15.08	11.93	9.46	7.76	6	5.09
4	19.2	15.19	12.04	9.88	7.64	6.48
5	23.15	18.31	14.51	11.91	9.21	7.81
6	26.34	20.56	16.26	13.36	10.26	8.66
7	29.51	23.07	18.37	15.07	11.57	9.77
8	32.93	25.87	20.57	16.87	12.97	10.97
9	36.1	28.46	22.56	18.56	14.36	12.16
10	39.27	30.93	24.63	20.23	15.63	13.23
11	42.44	33.5	26.7	21.9	16.9	14.4

# usuarios	A1	A	B	C	D	E
12	45.61	36.07	28.77	23.67	18.27	15.47
13	49.02	38.73	30.83	25.43	19.63	16.63
14	52.19	41.28	32.88	27.08	20.88	17.68
15	55.36	43.82	34.92	28.72	22.22	18.82
16	58.53	46.36	36.96	30.36	23.46	19.96
17	61.7	48.9	38.9	32	24.8	21
18	64.87	51.43	40.93	33.73	26.03	22.13
<b>19</b>	67.8	53.76	42.86	<b>35.26</b>	27.26	23.16
20	71.22	56.39	44.99	36.99	28.59	24.29
21	74.14	58.81	46.81	38.51	29.81	25.31
22	77.31	61.33	48.83	40.23	31.13	26.33
23	80	63.54	50.64	41.64	32.24	27.34
24	82.68	65.75	52.35	43.15	33.35	28.35
25	85.12	67.76	54.06	44.56	34.46	29.26
26	87.8	69.97	55.87	45.97	35.67	30.27
27	90.73	72.27	57.67	47.57	36.87	31.27
28	94.87	75.37	60.07	49.47	38.27	32.47
29	96.34	76.87	61.37	50.57	39.17	33.27
30	99.26	79.17	63.17	52.07	40.37	34.37
31	102.19	81.56	65.06	53.56	41.56	35.36
32	105.12	83.85	66.95	55.15	42.75	36.35
33	108.04	86.14	68.74	56.64	43.94	37.34
34	110.73	88.33	70.53	58.13	45.13	38.33
35	113.65	90.72	72.42	59.62	46.32	39.32
36	116.34	92.90	74.10	61.10	47.40	40.30
37	119.26	95.18	75.98	62.58	48.58	41.28
38	121.94	97.36	77.76	64.06	49.76	42.26
39	124.99	99.74	79.64	65.64	50.94	43.24
40	127.55	101.82	81.32	67.02	52.02	44.22
41	130.30	104.02	83.04	68.46	54.13	45.19
42	132.92	106.17	84.77	69.87	54.27	46.17
43	135.11	108.04	86.34	71.14	55.24	47.04

### Capacidad del Transformador.

La capacidad del transformador, se calcula con la Ecuación 3.2 que se indica a continuación:

$$kVA = DD \times (\%) + DMD_{CE}$$

#### Ecuación 3.2 Capacidad del transformador [10].

Siendo :

DD : 38.98 (kVA) demanda de diseño.

(%) : 0.80 o 80 (%) el porcentaje de acuerdo al tipo de usuario según indica la Tabla 3.5.

DMD<sub>CE</sub> : 0 (kVA) demanda máxima diversificada correspondiente a cargas especiales.

kVA : Capacidad del Transformador

Por lo tanto:

$$kVA = 31.18 \text{ (kVA)}$$

**Tabla 3.5** Porcentaje de acuerdo al tipo de usuario [10].

USUARIO TIPO	PORCENTAJE (%)
A1, A y B	90
<b>C, D y E</b>	<b>80</b>
Comerciales e Industriales	80

En la Tabla 3.6 se especifica la demanda total requerida

**Tabla 3.6** Demanda total requerida.

DEPENDENCIA	DMU(KVA)	USUARIOS	DD (kVA)	%Us	Demanda (kVA)
Viviendas	3.71	19	38.98	80%	31.18
Servicios Generales	0	0	0.00	100%	0.00
<b>Total</b>					<b>31.18</b>

Para el diseño no se considera a los servicios generales, ya que no existen casa comunal ni parques, es decir todos los lotes son para viviendas. Por lo tanto, para la demanda total requerida de 31.18 (kVA), la selección está determinada por el valor más cercano de la potencia nominal del transformador monofásico, según se muestra en la Tabla 3.7, y es igual a 37.5 (kVA).

**Tabla 3.7** Potencia nominal de los transformadores tipo convencional [10].

Transformadores monofásicos			
VOLTAJE NOMINAL		N.º DE FASES	POTENCIA NOMINAL (kVA)
MV (kV <sub>AC</sub> )	BV (V <sub>AC</sub> )		
6.0	240 / 120	2	5; 10; 15; 25; 37.5; 50; 75
13.2 GrdY/7.62	240 / 120	1	5; 10; 15; 25; 37.5; 50; 75
<b><u>22.86 GrdY / 13.2</u></b>	<b><u>240 / 120</u></b>	<b><u>1</u></b>	5; 10; 15; 25; <b><u>37.5</u></b> ; 50; 75
Transformadores trifásicos			
6.0	220 / 127	3	15; 30; 45; 50; 60; 75; 100; 112.5; 125; 150; 160; 200, 225, 250, 300, 350
13.2	220 / 127	3	15; 30; 45; 50; 60; 75; 100; 112.5;125; 150;160; 200, 225, 250, 300, 350
22.8	220 / 127	3	15;30; 45; 50; 60; 75; 100; 112.5; 125; 150; 160; 200, 225, 250, 300, 350

Por lo tanto, se determina que la demanda total requerida será cubierta mediante la instalación de un transformador monofásico, como indica la Tabla 3.8.

**Tabla 3.8** Demanda requerida total vs transformador convencional.

Demanda	Valor
Demanda total requerida (kVA)	31.18
Transformador (kVA)	37.5

Es importante mencionar que la Zona 2 - etapa A, la Zona 2 - etapa B y la Zona 2 - etapa C poseen similares datos y parámetros para el diseño, y por lo tanto se consideran los mismos valores de cálculo.

### 3.3 Diseño de la redes primaria y secundaria del Sistema de Distribución

#### Red Primaria.

En la calle Principal San Javier existe una red aérea monofásica de medio voltaje (MV) de 13.2 (kV<sub>AC</sub>) de Fase Conexión C, Alimentador 1, Nuevo Aeropuerto 33D, que alimenta la Zona 2 – etapa C, mientras que en el pasaje de nomenclatura E4D existe también una red monofásica de medio voltaje a 13.2 (kV<sub>AC</sub>) de Fase Conexión A, Alimentador 1, Nuevo Aeropuerto 33D que alimenta la Zona 2 – etapa A y la Zona 2 – etapa B; información que fue confirmada en la página de ArcGIS – SECTOR ELECTRICO ECUATORIANO [11], estos puntos de alimentación fueron considerados por su cercanía a las etapas, como se muestra en la Figura 3.5.



**Figura 3.5** Ubicación de Postes para alimentar la Zona 2 [11].

En la Figura 3.6 se observa la configuración radial con disposición monofásica, como se indica en la página de ArcGIS – SECTOR ELECTRICO ECUATORIANO [11].



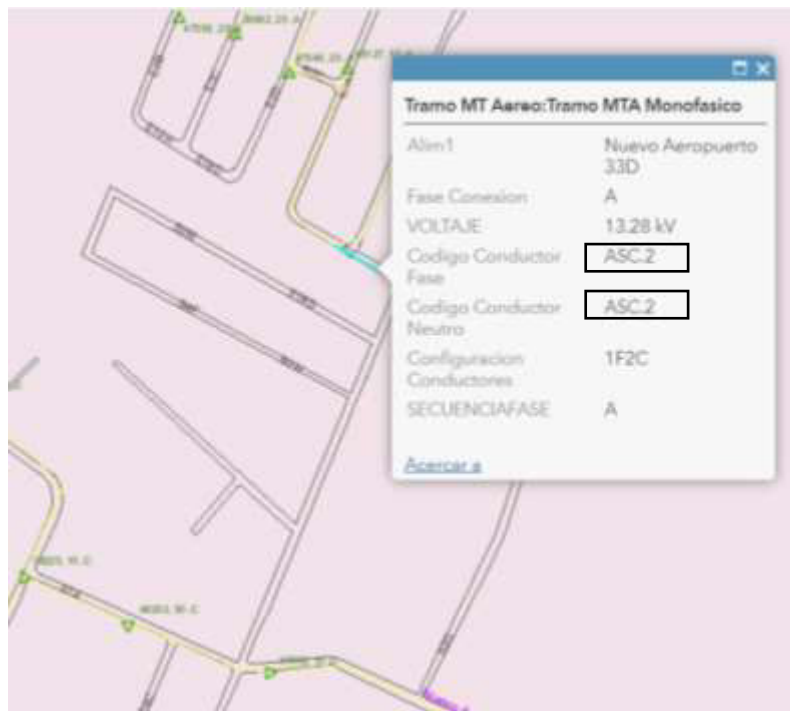
**Figura 3.6** Distribución radial con disposición monofásica [11].

Se contempla el tendido de la red de media tensión en las tres etapas, mediante cable AAC 33.61 ( $\text{mm}^2$ )  $\approx$  2 (AWG) para la fase, recomendado según la Tabla 3.9.

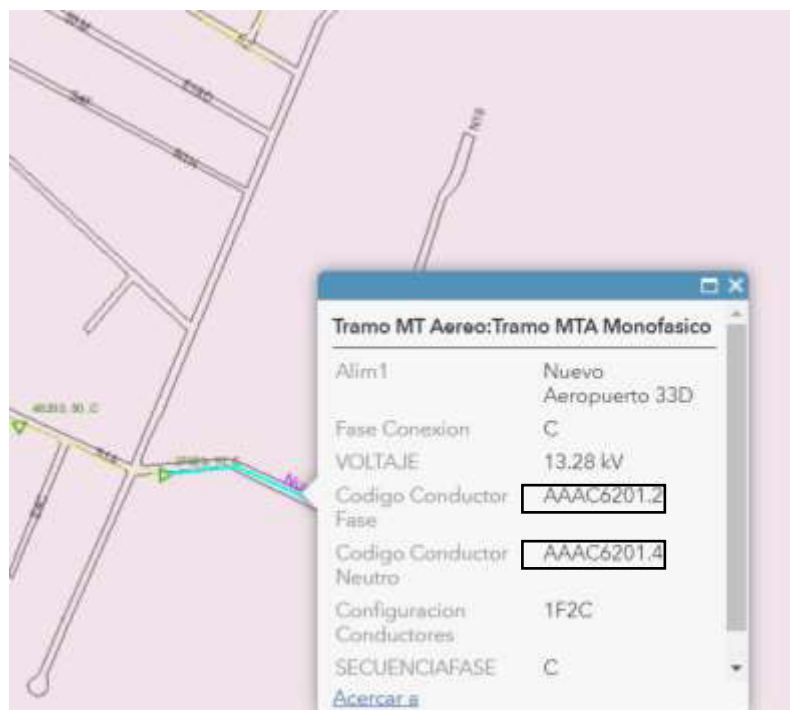
**Tabla 3.9** Máximos y mínimos calibres de conductores de AAC o ACSR para instalación aérea [10].

		AAC		ACSR		Multi-conductor
		$\text{mm}^2$	AWG o MCM	$\text{mm}^2$	AWG o MCM	AWG
22.8 y <b>13.2 kV</b>	Máximo	177.35	350	198.3	336.4	---
	<b>Mínima</b>	<b>33.61</b>	<b>2</b>	39.22	2	---
6.3 kV	Máximo	177.35	350	198.3	336.4	---
	Mínima	33.61	2	39.22	2	---
Red Secundaria	Máximo	107.22	4 / 0	---	---	---
	Mínimo	53.49	1 / 0	---	---	---
Alumbrado Público		21.16	4	---	---	---
Acometida	Mínimo	---	---	---	---	6

Para el neutro se utiliza un conductor de igual sección que en la fase, como indican las Figura 3.7 y Figura 3.8, tomadas del ArcGIS [11].



**Figura 3.7** Línea de alimentación Fase A [11].



**Figura 3.8** Línea de alimentación Fase C [11].



En la Tabla 3.10 se muestran la tensión primaria del transformador y los circuitos que alimenta.

**Tabla 3.10** Fases de alimentación de las etapas del proyecto [10].

Alimentador	Circuitos	Voltaje ( $V_{AC}$ )	Conductor
Fase A	Etapa A	13280	Conductor tipo ASC 1 X # 2 AWG (# 2 AWG)
	Etapa B		Conductor tipo ASC 1 X # 2 AWG (# 2 AWG)
Fase C	Etapa C	13280	Conductor tipo ASC 1 X # 2 AWG (# 2 AWG)

### Red Secundaria.

El dimensionamiento de los cables conductores (calibre y tipo de material del conductor) se realizó teniendo en cuenta el cómputo de la caída de voltaje en los circuitos secundarios que se realizó de acuerdo al apéndice A - 12 – B [10] y se adjunta en este documento en el Anexo 4. En la Tabla 3.11 se muestra el calibre del conductor seleccionado para el circuito.

**Tabla 3.11** Material conductor: aluminio desnudo ASC [10].

CONDUCTOR		kVA – m		CONDUCTOR		kVA – m	
SECCIÓN mm <sup>2</sup>	CALIBRE AWG	3 f	1 f	SECCIÓN mm <sup>2</sup>	CALIBRE AWG	3 f	1 f
<b>34</b>	<b>2</b>	429	<b>283</b>	85	3/0	925	604
54	1/0	655	431	107	4/0	1094	731
68	2/0	766	502				

El máximo porcentaje de la caída de tensión permisible en el punto más alejado es igual a 3.5%, de acuerdo a la Tabla 3.12 [10].

**Tabla 3.12** Caída máxima de voltaje en la red secundaria [10].

Componentes del Sistema de Distribución	Alimentador	
	Urbano	Rural
	Caída de Voltaje	Caída de Voltaje
Secundario	3.0%	<b>3.5%</b>

De acuerdo a lo anterior se proyectaron seis circuitos secundarios. En la Tabla 3.13 se muestran los conductores utilizados.

**Tabla 3.13** Conductores establecidos según los cálculos para los circuitos de la Zona 2.

Etapa	Circuito	Voltaje ( $V_{AC}$ )	Conductor
A	C-1	240/120	Conductor tipo ASC 2 X # 2 AWG (# 2 AWG)
	C-2		Conductor tipo ASC 2 X # 2 AWG (# 2 AWG)
B	C-3	240/120	Conductor tipo ASC 2 X # 2 AWG (# 2 AWG)
	C-4		Conductor tipo ASC 2 X # 2 AWG (# 2 AWG)
C	C-5	240/120	Conductor tipo ASC 2 X # 2 AWG (# 2 AWG)
	C-6		Conductor tipo ASC 2 X # 2 AWG (# 2 AWG)

### Seccionamiento y Protecciones.

Para la selección de los tipos de equipos de seccionamiento y protección requeridas en el sistema; teniendo una DMD igual a 37.12 (kVA), un voltaje nominal de media tensión igual a 13.2 ( $V_{AC}$ ); y, de acuerdo a la Tabla 3.14 [10]; al ser inferior a 400 (kVA), se usa principalmente “Seccionadores – Fusibles”.

**Tabla 3.14** Seccionamiento y Protecciones [10].

TIPO DE INSTALACIÓN	VOLTAJE NOMINAL ( $kV_{AC}$ )	DEMANDA MÁXIMA DIVERSIFICADA (kVA)	TIPO DE EQUIPO DE PROTECCIÓN Y SECCIONAMIENTO
Aérea	6.3	Sobre 800	Reconectador automático
	22.8	Sobre 1000	seccionalizador
	6.3	300-800	Seccionador tripolar para operación bajo carga
	22.8	400-1000	
	6.3	Inferior a 300	<b>Seccionadores – Fusibles</b>
	<b>22.8</b>	<b>Inferior a 400</b>	

Para protección contra cortocircuitos se instaló en el transformador CT-01 del circuito C1-C2 ubicado en el poste P0, los siguientes elementos:

- En el lado primario: 1 seccionador-fusible unipolar (porta fusible) clase 27/15 (kV<sub>AC</sub>), voltaje de prueba a impulso (BIL) de 150/95 (kV<sub>AC</sub>), previstos con fusible tipo 6k para 6 (A).
- En el lado secundario: 2 fusibles NH tipo 3NA1 para 125 (A).

Los elementos anteriores se especificaron de acuerdo a la Tabla 3.15 [10].

Adicionalmente, para la protección de descargas de origen atmosférico se instaló en el transformador CT-01 del circuito C1-C2 ubicado en el poste P0, el siguiente elemento:

- 1 pararrayos tipo óxido de zinc, cuerpo polimérico, clase distribución, con disparador de acuerdo a la norma [10]. La selección del pararrayos se basó en el voltaje primario que es igual a 13.2 (kV<sub>AC</sub>), con eso se especifica:

Voltaje nominal de 10 (kV<sub>AC</sub>),

Voltaje máximo de descarga de 5 (kA) de 59 (kV<sub>AC</sub>),

Voltaje máximo de descarga de 10 (kA) de 66 (kV<sub>AC</sub>).

Para la referencia a tierra del neutro por cada centro de transformación, se instaló un conductor de cobre desnudo calibre # 2 AWG que se conecta a una varilla copperwell de 1.8 (m) y 5/8" (16 mm) de diámetro, de acuerdo a la norma [12] Anexo 5.

En el Anexo 6, se presentan los diagramas unifilares de los circuitos del proyecto.

**Tabla 3.15** Tablas de selección de fusibles para transformadores convencionales de distribución [10].

Transformadores Monofásicos Convencionales - Red de BV Con Conductor AAC o Cable Preensamblado												
TRANSFORMADOR	VOLTAJE PRIMARIO									VOLTAJE SECUNDARIO		
	22.8 GrdY / 13.2 (kV <sub>AC</sub> )			13.2 GrdY / 7.6 (kV <sub>AC</sub> )			6.3 (kV <sub>AC</sub> )			240/120 (V <sub>AC</sub> )		
	In	FUSIBLE	CÓDIGO	In	FUSIBLE	CÓDIGO	In	FUSIBLE	CÓDIGO	In	FUSIBLE	CÓDIGO
5	0.38	1H	02624101	0.66	2H	02624102	0.79	2H	02624102	20.83	25	02620162
10	0.76	2H	02624102	1.32	2H	02624102	1.59	3H	02624103	41.66	35	02621102
15	1.14	2H	02624102	1.97	3H	02624103	2.38	5H	02624105	62.50	63	02621106
25	1.89	5H	02624105	3.29	5H	02624105	3.97	8K	02624208	104.17	100	02621110
<b><u>37.5</u></b>	<b><u>2.84</u></b>	<b><u>6K</u></b>	<b><u>02624206</u></b>	4.93	10K	02624210	5.95	12K	02624212	<b><u>156.25</u></b>	<b><u>125</u></b>	<b><u>02621112</u></b>
50	3.79	10K	02624210	6.58	12K	02624212	7.94	15K	02624215	208.33	160	02621116

## **Estructuras de soporte.**

Este diseño consta de 22 postes en total, con soporte para las líneas de bajo voltaje y medio voltaje; y ubicados según el plano de implementación Anexo 3. Los postes son de hormigón armado de sección circular, cruceta metálica y fijación con abrazaderas normalizados de 10 (m) 400 (kg) y 11.5 (m), 500 (kg); de acuerdo al catálogo digital del M.E.R.N.N.R. [9]. En la Tabla 3.16 se muestra la distribución de postes que se realizó de acuerdo al apéndice A-14-A [10]. El significado de las siglas utilizadas se encuentra descritas en el Anexo 7.

**Tabla 3.16** Datos de los postes según la tabulación del apéndice A-14-A de la norma [10].

Postes		Estructuras Tipo		Montaje Tipo				Observación
N °	Descripción	M.T	B.T.-A.P.	A.P.	EQUIPO	TENSOR	TIERRA	
P0	Hormigón de 500 [kg]	LV4/RV4 1CR	RB1-4 4EP	A1 0OPLCS100AC	MVT3 1C37.5T	G4 OPS	T1 ODC2_1	CT-01 CIRCUITO CI-C2
P1	Hormigón de 400[ kg]	X	RB1-4 4EP	A1 0OPLCS100AC	X	X	X	
P2	Hormigón de 400[ kg]	X	RB1-4 4ER	A1 0OPLCS100AC	X	G3 OFS	X	
P3	Hormigón de 500 [kg]	LV1/RV1	RB1-4 4EP	A1 0OPLCS100AC	X	X	X	
P4	Hormigón de 500 [kg]	1BD	RB1-4 4EP	A1 0OPLCS100AC	X	G4 OPS	X	
P0	Hormigón de 500 [kg]	LV4/RV4 1CR	RB1-4 4EP	A1 0OPLCS100AC	MVT3 1C37.5T	G4 OPS	T1 ODC2_1	CT-02 CIRCUITO CI-C2
P1	Hormigón de 400[ kg]	X	RB1-4 4EP	A1 0OPLCS100AC	X	X	X	
P2	Hormigón de 400[ kg]	X	RB1-4 4ER	A1 0OPLCS100AC	X	G3 OFS	X	

Postes		Estructuras Tipo		Montaje Tipo				Observación
P3	Hormigón de 500 [kg]	LV1/RV1	RB1-4 4EP	A1 0OPLCS100AC	X	X	X	
P4	Hormigón de 500 [kg]	1BD	RB1-4 4EP	A1 0OPLCS100AC	X	G4 OPS	X	
P5	Hormigón de 500 [kg]	LV1/RV1	RB1-4 4EP	A1 0OPLCS100AC	X	X	X	CT-01 CIRCUITO CI-C2 CT-02 CIRCUITO CI-C2
P6	Hormigón de 500 [kg]	1BD	X	A1 0OPLCS100AC	X	G3 OFS	X	CT-01 CIRCUITO CI-C2 CT-02 CIRCUITO CI-C2
P0	Hormigón de 500 [kg]	LV4/RV4 1CR	RB1-4 4EP	A1 0OPLCS100AC	MVT3 1C37.5T	G4 OPS	T1 ODC2_1	CT-03 CIRCUITO CI-C2
P1	Hormigón de 400[ kg]	X	RB1-4 4EP	A1 0OPLCS100AC	X	X	X	
P2	Hormigón de 400[ kg]	X	RB1-4 4ER	A1 0OPLCS100AC	X	G3 OFS	X	
P3	Hormigón de 500 [kg]	LV1/RV1	RB1-4 4EP	A1 0OPLCS100AC	X	X	X	
P4	Hormigón de 500 [kg]	1BD	RB1-4 4EP	A1 0OPLCS100AC	X	G4 OPS	X	
P5	Hormigón de 500 [kg]	LV1/RV1	RB1-4 4EP	A1 0OPLCS100AC	X	X	X	

Postes		Estructuras Tipo		Montaje Tipo				Observación
P6	Hormigón de 500 [kg]	LV1/RV1	RB1-4 4EP	A1 0OPLCS100AC	X	X	X	
P7	Hormigón de 500 [kg]	LV1/RV1	RB1-4 4EP	A1 0OPLCS100AC	X	X	X	
P8	Hormigón de 500 [kg]	1BD	RB1-4 4EP	A1 0OPLCS100AC	X	G3 OFS	X	
PT1	Hormigón de 400[ kg]	X	X	X	X	G4 OPS	X	CT-01 CIRCUITO CI-C2
PT2	Hormigón de 400[ kg]	X	X	X	X	G4 OPS	X	CT-02 CIRCUITO CI-C2
PT3	Hormigón de 400[ kg]	X	X	X	X	G4 OPS	X	CT-03 CIRCUITO CI-C2



### **3.4 Diseño del alumbrado público**

En el plano de implementación (Anexo 3), se señala la ubicación de los postes y luminarias de alumbrado público.

Debido al ancho total de la vía que es igual a 10 (m), que muestran los planos entregados por los dirigentes del barrio y de acuerdo a la norma [10] (Anexo 8), se tipifica a las vías del proyecto como: "Local G".

Se utilizaron luminarias de 100 (W) a 240 ( $V_{AC}$ ); con las siguientes disposiciones en el diseño:

- a.- Disposición unilateral en la vía.
- b.- Separación de poste a poste entre 35 a 40 (m).

En toda el área de concesión de la E.E.Q. S.A. se acepta la utilización de lámparas de descarga en vapor de sodio de alta presión, de acuerdo a la norma [10].

Se utilizó el control individual mediante un interruptor accionado por una célula fotoeléctrica, incorporado al artefacto como parte integral, de acuerdo a la norma [10].

La sección del conductor de aleación de aluminio para el hilo piloto, es un conductor # 4 AWG de acuerdo a la norma [10].

### **3.5 Materiales y costos del proyecto**

En el Anexo 9 se enlistan las especificaciones de equipos y materiales, con el costo de cada uno, de conformidad con lo que establecen las normas de la E.E.Q. S.A.

#### **Costo de Materiales.**

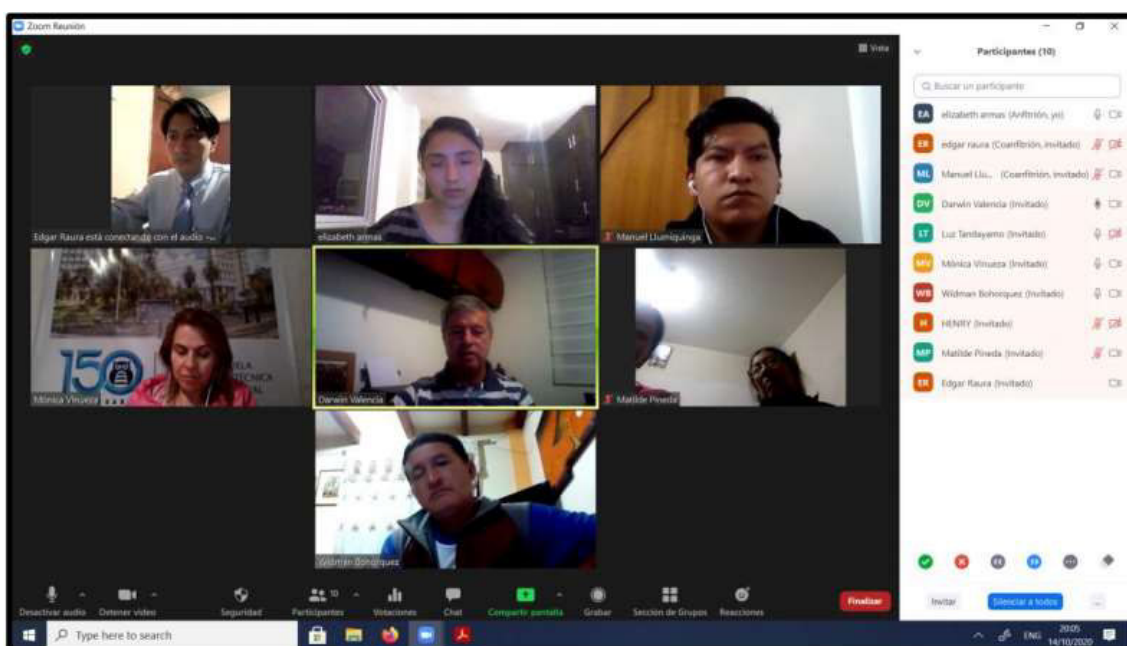
Esta parte del proyecto consta específicamente del precio total de los materiales para la implementación de la red; los materiales descritos parten principalmente de los análisis previamente realizados en este documento, obteniéndose un valor de USD. 26560.82 como total para la elaboración de la Zona 2, además debe considerarse que este valor no toma en cuenta impuestos y descuentos que rigen en el intercambio de valores del Ecuador.

En la Figura 3.9, se muestra un código QR que permite redirigirse a la Memoria Técnica del proyecto, que contiene de forma detallada las cantidades y el valor unitario de cada

uno de los materiales. La Memoria Técnica es un documento que fue sociabilizado y entregado a los dirigentes del barrio Calluma, la respectiva evidencia se muestra en la Figura 1.12.



**Figura 3.9** QR de la memoria técnica.



**Figura 3.10** Sociabilización del proyecto.

## 4 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 4.1 Conclusiones

- De acuerdo con el levantamiento de la información y con los planos entregados por los dirigentes del barrio Calluma, se determinó que la Zona 2 está conformada por 57 lotes; así mismo, se verificó que las calles miden 10 (m) siendo este último un dato importante para la selección de las luminarias.
- Dentro del análisis, se determinó a los usuarios de consumo tipo “C” y de este modo se estableció que existe una carga instalada total por cada lote igual a 8.89 (kW) y una demanda máxima unitaria igual a 3.71 (kVA).
- La investigación realizada en la página del ArcGIS – SECTOR ELECTRICO ECUATORIANO, indicó que existen dos fuentes de suministro, la primera en la calle principal San Javier, existe una red aérea monofásica de medio voltaje (MV) de 13.2 (kV<sub>AC</sub>) de Fase Conexión C, Alimentador 1, Nuevo Aeropuerto 33D, que sirve para alimentar la Zona 2 – etapa C; y, la segunda en el pasaje de nomenclatura E4D existe una red monofásica de medio voltaje a 13.2 (kV<sub>AC</sub>) de Fase Conexión A, Alimentador 1, Nuevo Aeropuerto 33D que alimenta la Zona 2 – etapa A y la Zona 2 – etapa B.
- De este modo, se pudo seleccionar un transformador monofásico de 37.5 (kVA) de 13.6 (kV<sub>AC</sub>)/ 240 – 120 (V<sub>AC</sub>) a tres hilos, con cables conductores AAC # 2 (AWG) en lado de alta y baja tensión.
- Puesto que los transformadores son los elementos críticos del sistema y en virtud de lo analizado, su protección está definida en el lado de alta tensión por 1 seccionador-fusible unipolar clase 27/15 (kV<sub>AC</sub>), con BIL de 150/95 (kV<sub>AC</sub>), previstos con fusible tipo 6k y en el lado de baja tensión 2 fusibles NH tipo 3NA1 para 125 (A); además, se usa un pararrayos de 10 (kV<sub>AC</sub>) tipo óxido de zinc, cuerpo polimérico, clase distribución, con disparador y para la referencia a tierra del neutro un conductor de cobre desnudo calibre # 2 AWG que se conecta a una varilla copperwell de 1.8 (m) y 5/8” (16 mm) de diámetro.
- En concordancia con lo que la norma menciona, para el sistema de alumbrado público, se emplearon luminarias de 100 (W) de potencia a 240 (V<sub>AC</sub>) con lámparas de descarga en vapor de sodio de alta presión, el tipo de control individual mediante un interruptor accionado por una célula fotoeléctrica.

- De todo lo anterior, el diseño consto del uso de 22 postes de hormigón armado de sección circular, cruceta metálica y fijación con abrazaderas normalizados de 10 (m), 400 (kg) y 11.5 (m), 500 (kg).
- En conclusión, el costo en materiales es de USD. 26560.82 (sin incluir IVA) para la implementación del sistema en la Zona 2.
- La memoria técnica de la Zona 2 constituye un aporte a la comunidad del barrio Calluma, ya que con ésta los dirigentes del barrio podrán iniciar los trámites necesarios para su respectiva implementación.

## **4.2 Recomendaciones**

- Se recomienda un estudio previo de las normas de la E.E.Q. S.A. con el objetivo de identificar requerimientos básicos.
- Se mantendrá los valores estandarizados de la norma, puesto que facilitan su aplicación tanto por parte de proyectistas y constructores, así como por parte del personal de la E.E.Q. S.A. que intervienen en la fiscalización y recepción de las obras.
- Es indispensable también el uso de la página del ArcGIS que la E.E.Q.S.A. presenta de forma abierta, ya que la información presente ayuda a la verificación de posibles puntos de alimentación cercanos a los del proyecto o verificar las instalaciones cercanas.
- Previo a la implementación del sistema de distribución se debe realizar una verificación en campo de la información suministrada en este documento.
- Para la selección del estrato de consumo, se consideran la localización de las instalaciones y las características básicas del desarrollo urbanístico existente o planificado.
- Confirmar los niveles de voltaje del sector donde se realizarán los estudios para el sistema de distribución eléctrica; como dato relevante ayuda al cálculo del dimensionamiento y selección de los centros de transformación al igual que sus respectivas protecciones eléctricas.
- Realizar los estudios de caída de tensión tomando en cuenta la demanda máxima unitaria y el tipo de usuario, para seleccionar los conductores que se usarán tanto en bajo voltaje.

## 5 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] A. M. Carbajal, “Falta de luz en parques intimida a vecinos en Quito | El Comercio,” *El Comercio*, Jan. 09, 2020. <https://www.elcomercio.com/actualidad/luz-parques-inseguridad-vecinos-quito.html> (accessed Apr. 19, 2021).
- [2] EL MUNDO FINANCIERO, “Consecuencias de la falta de un adecuado alumbrado en las calles | EL MUNDO FINANCIERO,” *EL MUNDO FINANCIERO*, May 05, 2018. <https://www.elmundofinanciero.com/noticia/75241/empresas/consecuencias-de-la-falta-de-un-adecuado-alumbrado-en-las-calles.html> (accessed Apr. 19, 2021).
- [3] S. Ramírez, *Redes de distribución de energía*. 2009.
- [4] A. D. Cuenca, “ALTERNATIVAS,” 2020.
- [5] J. E. Soto Correa, “ANÁLISIS DE REDES DE DISTRIBUCIÓN Y COORDINACIÓN DE PROTECCIONES.,” 2016.
- [6] G. Enríquez Harper, *Sistemas de Transmisión y distribución de potencia eléctrica*. 2005.
- [7] Viakon, “Manual electrico,” *Viakon.Com*, 2011, [Online]. Available: <http://www.viakon.com/manuales/Manual Electrico Viakon - Capitulo 4.pdf>.
- [8] M. A. Quelite Cruz and L. A. Gutierrez Osorio, *PROPUESTA DE REDISEÑO DE ALIMENTADORES GENERALES EN LA TORRE DE RECTORIA, UNAM.*, vol. 151. 2015, pp. 10–17.
- [9] M. de E. y R. N. N. R. M.E.R.N.N.R., “Marco Teórico,” *Catálogo Digital-Redes de Distribución de Energía Eléctrica*, Jun. 03, 2011. [http://www.unidadespropiedad.com/index.php?option=com\\_content&view=article&id=10&Itemid=935](http://www.unidadespropiedad.com/index.php?option=com_content&view=article&id=10&Itemid=935) (accessed Apr. 25, 2021).
- [10] E.E.Q.S.A., “NORMAS PARA SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN – PARTE ‘A’ GUÍA PARA DISEÑO DE REDES DE DISTRIBUCIÓN,” Mar. 2015. Accessed: Apr. 26, 2021. [Online]. Available: <http://www.eeq.com.ec:8080/documentacion-y-otros/documentacion>.
- [11] SIGELEC, “ArcGIS - Mi mapa,” *ArcGIS*, 2019.

<https://www.arcgis.com/home/webmap/viewer.html?url=https%3A%2F%2Fgeoportal.eeq.com.ec%2Farcgis%2Frest%2Fservices%2FWEBGIS%2FWebgisElectrico%2FMapServer&source=sd> (accessed Apr. 26, 2021).

- [12] E.E.Q.S.A., “NORMAS PARA SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN – PARTE ‘B’ UNIDADES DE PROPIEDAD Y DE CONSTRUCCIÓN,” Mar. 2015. Accessed: Apr. 26, 2021. [Online]. Available: <http://www.eeq.com.ec:8080/documentacion-y-otros/documentacion>.

## **ANEXOS**

## **ANEXO 1: Planos de implementación de media tensión.**



LEYENDA ELÉCTRICA	
SIMBOLOGÍA	DESCRIPCIÓN
●	Poste de Hormigón armado (proyectado)
○	Poste de Hormigón armado (instalado)
+▷	Tensor farol simple en bajo voltaje.
↔	Tensor poste a poste simple en medio voltaje.
⊥	Puesta a Tierra
△	Transformador monofásico instalado en poste.
—	Red aérea de medio voltaje.
—	Cable tensor de poste.



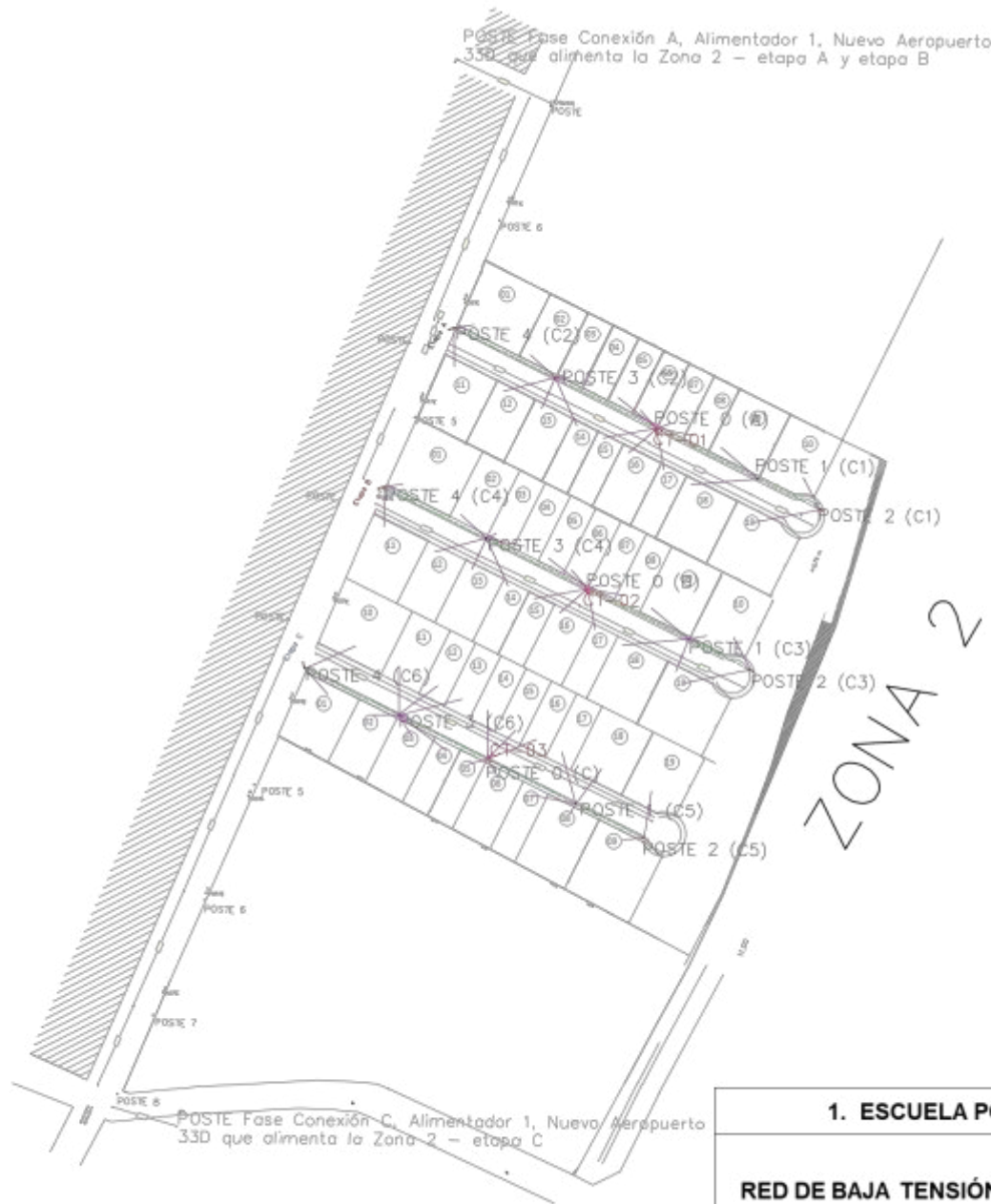
### 1. ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL - ESFOT

#### RED DE MEDIA TENSIÓN.

TRATAMIENTO TÉRMICO:	N/A	MATERIAL:	Eléctrico
ESCALA:	N/A	FORMATO:	A3
DISEÑADO POR: EDGAR AUGUSTO RAURA DIAZ	FECHA: 19/05/2021	LÁMINA:	1/3

## **ANEXO 2: Planos de implementación de baja tensión.**

LEYENDA ELÉCTRICA	
SIMBOLOGÍA	DESCRIPCIÓN
●	Poste de Hormigón armado (proyectado).
○	Poste de Hormigón armado (instalado).
⊕	Tensor farol simple en bajo voltaje.
↔	Tensor poste a poste simple en medio voltaje.
⊥	Puesta a Tierra
△	Transformador monofásico instalado en poste
—	Acometidas de bajo voltaje
—	Red aérea de bajo voltaje



### 1. ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL - ESFO

#### RED DE BAJA TENSIÓN.

TRATAMIENTO TÉRMICO:	N/A	MATERIAL:	Eléctrico
ESCALA:	N/A	FORMATO:	A3
DISEÑADO POR: EDGAR AUGUSTO RAURA DIAZ	FECHA: 19/05/2021	LÁMINA:	2/3

**ANEXO 3: Planos de implementación del alumbrado público.**

LEYENDA ELÉCTRICA	
SIMBOLOGÍA	DESCRIPCIÓN
●	Poste de Hormigón
○	Poste de Hormigón
⊥	Lámpara de sodio con
⊕	Tensor farol simple en
↔	Tensor poste a poste
⊥	Simbol con medio voltaje Puesta a Tierra
△	Transformador monofásico


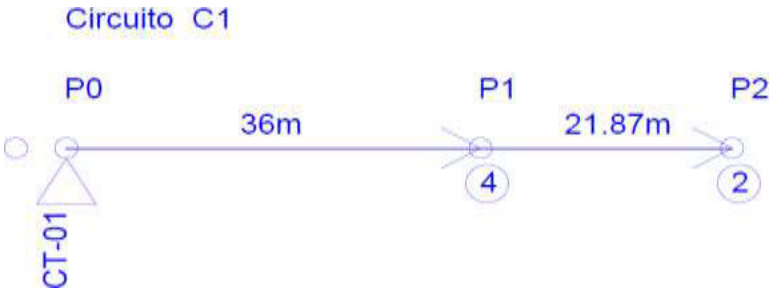


vii

1. ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL - ESFOT		
<b>ALUMBRADO PÚBLICO.</b>	TRATAMIENTO TÉRMICO: N/A	MATERIAL: Eléctrico
	ESCALA: N/A	FORMATO: A3
DISEÑADO POR: EDGAR AUGUSTO RAURA DIAZ	FECHA: 19/05/2021	LÁMINA: 3/3

## ANEXO 4: Tablas usadas para el cálculo de la red de baja tensión.

Hoja de cálculo de la caída de tensión del secundario según apéndice A-12-B.

		NORMAS PARA SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN - PARTE A - GUÍA DE DISEÑO DE SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD							
CÓDIGO: DI-EP-P001-D001									
APÉNDICE A-12-B		FORMATO TIPO PARA CÓMPUTO DE CAÍDA DE VOLTAJE CIRCUITOS SECUNDARIOS					A-12-B REVISIÓN: 05 14/5/2021		
NOMBRE DEL PROYECTO:				CENTRO DE TRANSFORMACIÓN N° 37,5 kVA					
TIPO DE INSTALACIÓN: AEREA			USUARIO TIPO C						
VOLTAJE: 240/120 V N° FASES 2			D M U 3.71 kVA						
LÍMITE DE CAÍDA DE TENSIÓN 3.5 %			CIRCUITO N° C1						
MATERIAL DEL CONDUCTOR ASC									
ESQUEMA									
									
ESQUEMAS			DEMANDA	CONDUCTOR			CÓMPUTO		
TRAMO		NÚMERO DE USUARIOS	kVA (d)	CALIBRE	kVA (LT)	kVA - m	kVA - m	$\Delta V$ %	
DESIGNACIÓN	LONG. (M)							PARCIAL	TOTAL
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0-1	36	4	10,40	2 AWG	28,3	374	1,32	1,32	1,32
1-2	21,87	2	5,95	2 AWG	28,3	130	0,46	1,78	1,78
2-3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3-4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4-5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
REFERENCIAS:									



NORMAS PARA SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN - PARTE A - GUÍA DE DISEÑO DE SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD

CÓDIGO: DI-EP-P001-D001

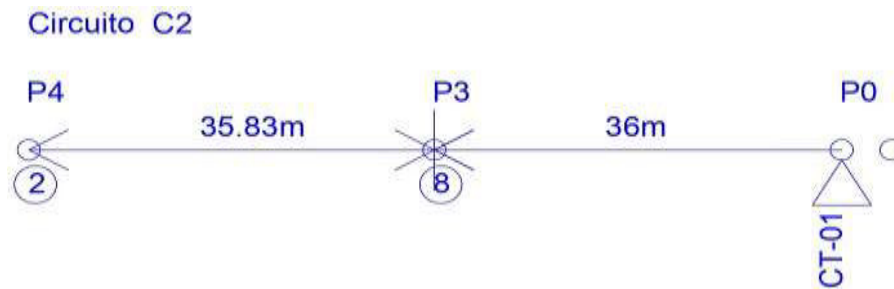
APÉNDICE A-12-B

FORMATO TIPO PARA CÁLCULO DE CAÍDA DE VOLTAJE CIRCUITOS SECUNDARIOS

A-12-B  
REVISIÓN: 05  
14/5/2021

NOMBRE DEL PROYECTO:		CENTRO DE TRANSFORMACIÓN N° <u>37.5</u>	
TIPO DE INSTALACIÓN: <u>AEREA</u>		kVA USUARIO TIPO <u>C</u>	
VOLTAJE: <u>240/120</u> V N° FASES <u>2</u>		D M U _____	
LÍMITE DE CAÍDA DE TENSIÓN <u>3.5</u> %		<u>3.71</u> kVA	
		CIRCUITO N° <u>C2</u>	
		MATERIAL DEL CONDUCTOR <u>ASC</u>	

ESQUEMA



ESQUEMAS		NÚMERO DE USUARIOS	DEMANDA kVA (d)	CONDUCTOR			CÓMPUTO		
TRAMO				CALIBRE	kVA (LT)	kVA - m	kVA - m	ΔV %	
DESIGNACIÓN	LONG. (M)	PARCIAL	TOTAL						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0-3	36,00	8	17,76	2 AWG		283	639	2,26	2,26
3-4	35,83	2	5,95	3 AWG		283	213	0,75	3,01

REFERENCIAS:



NORMAS PARA SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN - PARTE A - GUÍA DE DISEÑO DE SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD

CÓDIGO: DI-EP-P001-D001

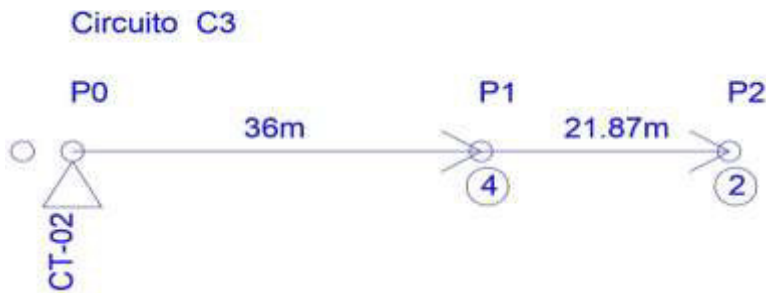
APÉNDICE A-12-B

FORMATO TIPO PARA CÓMPUTO DE CAÍDA DE VOLTAJE CIRCUITOS SECUNDARIOS

A-12-B  
REVISIÓN: 05  
14/5/2021

NOMBRE DEL PROYECTO:		CENTRO DE TRANSFORMACIÓN N° <u>37.5</u>	
TIPO DE INSTALACIÓN: <u>AEREA</u>		kVA USUARIO TIPO <u>C</u>	
VOLTAJE: <u>240/120</u> V N° FASES <u>2</u>		D M U _____	
LÍMITE DE CAÍDA DE TENSIÓN <u>3.5</u> %		<u>3.71</u> kVA	
		CIRCUITO N° <u>C3</u>	
		MATERIAL DEL CONDUCTOR <u>ASC</u>	

ESQUEMA



ESQUEMAS		DEMANDA	CONDUCTOR			CÓMPUTO			
TRAMO			kVA (d)	CALIBRE	kVA (LT)	kVA - m	ΔV %		
DESIGNACIÓN	LONG. (M)	NÚMERO DE USUARIOS							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0-1	36,00	4	10,40	2 AWG		283	374	1,32	1,32
1-2	21,87	2	5,95	3 AWG		283	130	0,46	1,78
0-3	31,47	7	15,86	2		283	499	1,76	1,76
3-4	24,47	2	5,95	2		283	146	0,51	2,28

REFERENCIAS:





NORMAS PARA SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN - PARTE A - GUÍA DE DISEÑO DE SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD

CÓDIGO: DI-EP-P001-D001

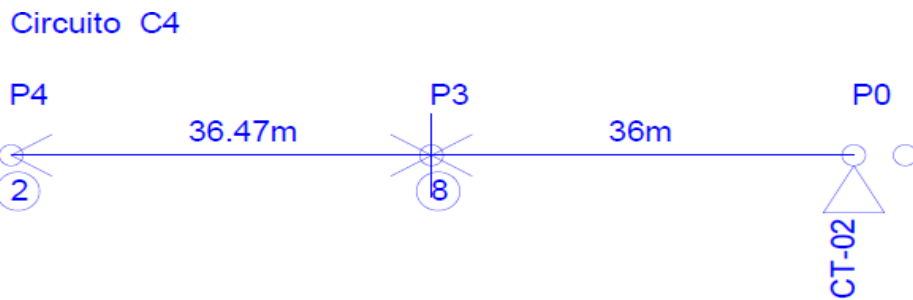
APÉNDICE A-12-B

FORMATO TIPO PARA CÁLCULO DE CAÍDA DE VOLTAJE CIRCUITOS SECUNDARIOS

A-12-B  
REVISIÓN: 05  
14/5/2021

NOMBRE DEL PROYECTO:	CENTRO DE TRANSFORMACIÓN N°	37.5
TIPO DE INSTALACIÓN: <u>AEREA</u>	kVA USUARIO TIPO	C
VOLTAJE: <u>240/120</u> V N° FASES <u>2</u>	D M U	
LÍMITE DE CAÍDA DE TENSIÓN <u>3.5</u> %	3.71	kVA
	CIRCUITO N°	C4
	MATERIAL DEL CONDUCTOR	ASC

ESQUEMA



ESQUEMAS		DEMANDA	CONDUCTOR			CÓMPUTO			
TRAMO		NÚMERO DE USUARIOS	kVA (d)	CALIBRE	kVA (LT)	kVA - m	kVA - m	ΔV %	
DESIGNACIÓN	LONG. (M)							PARCIAL	TOTAL
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0-3	36,00	8	17,76	2	283	639	2,26	2,26	
3-4	36,47	2	5,95	2	283	217	0,77	3,03	

REFERENCIAS:



NORMAS PARA SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN - PARTE A - GUÍA DE DISEÑO DE SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD

CÓDIGO: DI-EP-P001-D001

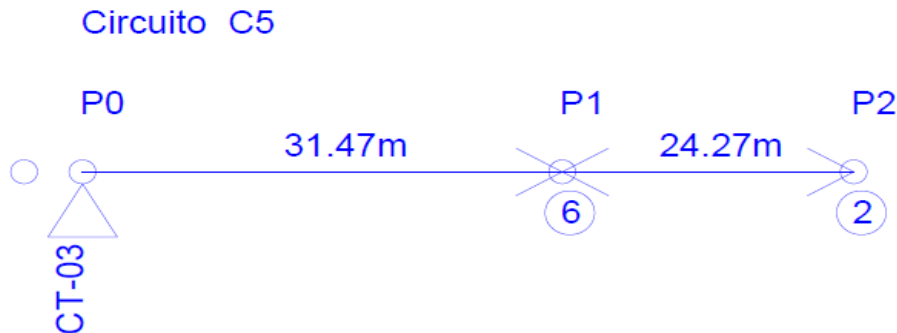
APÉNDICE A-12-B

FORMATO TIPO PARA CÁLCULO DE CAÍDA DE VOLTAJE CIRCUITOS SECUNDARIOS

A-12-B  
REVISIÓN: 05  
14/5/2021

NOMBRE DEL PROYECTO:	CENTRO DE TRANSFORMACIÓN N°	37.5
TIPO DE INSTALACIÓN: AEREA	kVA USUARIO TIPO	C
VOLTAJE: 240/120 V N° FASES 2	D M U	
LÍMITE DE CAÍDA DE TENSIÓN 3.5 %	3.71	kVA
	CIRCUITO N°	C5
	MATERIAL DEL CONDUCTOR	ASC

ESQUEMA



ESQUEMAS			DEMANDA	CONDUCTOR			CÓMPUTO		
TRAMO		NÚMERO DE USUARIOS	kVA (d)	CALIBRE	kVA (LT)	kVA - m	kVA - m	Δ V %	
DESIGNACIÓN	LONG. (M)							PARCIAL	TOTAL
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0-1	31.47	6	14.06	2		283	443	1.56	1.56
1-2	24.27	2	5.95	2		283	144	0.51	2.07

REFERENCIAS:



NORMAS PARA SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN - PARTE A - GUÍA DE DISEÑO DE SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD

CÓDIGO: DI-EP-P001-D001

APÉNDICE A-12-B

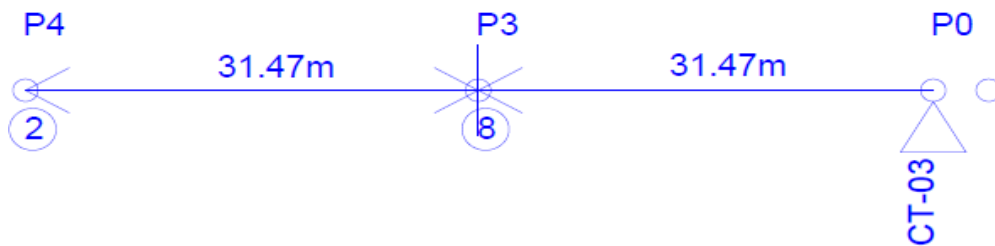
FORMATO TIPO PARA CÓMPUTO DE CAÍDA DE VOLTAJE CIRCUITOS SECUNDARIOS

A-12-B  
REVISIÓN: 05  
14/5/2021

NOMBRE DEL PROYECTO:	CENTRO DE TRANSFORMACIÓN N°	37.5
TIPO DE INSTALACIÓN: <u>AEREA</u>	kVA USUARIO TIPO	<u>C</u>
VOLTAJE: <u>240/120</u> V N° FASES <u>2</u>	D M U	
LÍMITE DE CAÍDA DE TENSIÓN <u>3.5</u> %		3.71 kVA
	CIRCUITO N°	<u>C6</u>
	MATERIAL DEL CONDUCTOR	<u>ASC</u>

ESQUEMA

Circuito C6



ESQUEMAS		DEMANDA	CONDUCTOR				CÓMPUTO		
TRAMO		NÚMERO DE USUARIOS	kVA (d)	CALIBRE	kVA (LT)	kVA - m	kVA - m	Δ V %	
DESIGNACIÓN	LONG. (M)							PARCIAL	TOTAL
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0-3	31,47	8	17,76	2		283	559	1,97	1,97
3-4	31,47	2	5,95	2		283	187	0,66	2,64

REFERENCIAS:


 EMPRESA ELÉCTRICA QUITO S.A.	<b>NORMAS PARA SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN - PARTE A</b> <b>GUÍA PARA DISEÑO DE REDES DE DISTRIBUCIÓN</b>	
	SISTEMAS DE GESTIÓN DE CALIDAD Código: DI-EP-P001-D001	
SECCIÓN: A-12	DIMENSIONAMIENTO Y TRAZADO	A-12 REVISIÓN: 06 FECHA: 2015-03-31

#### A-12.07.- Cómputo de la Caída de Voltaje en los Circuitos Secundarios:

Dado que de los circuitos secundarios se derivan las acometidas a los usuarios a intervalos y con magnitudes de potencia variables, el proceso de cómputo a seguir para establecer la caída máxima de voltaje consiste en la determinación del valor de la misma para cada uno de los tramos de circuito y por adición, el valor total que debe ser inferior al límite establecido.

En el Apéndice A-12-B, se presenta el formato tipo para el cómputo, cuya aplicación se describe a continuación:

- a. Anotar los datos generales del proyecto e identificar el centro de transformación y el número del circuito considerado, en los espacios correspondientes dispuestos en la parte superior del formato.
- b. Representar esquemáticamente el circuito, de acuerdo a la configuración del proyecto, con la localización de los postes o puntos de derivación a los abonados y la separación entre los mismos, expresada en metros y además, con la indicación de los siguientes datos sobre el esquema:
  - Numeración de los postes o puntos de derivación, consecutiva a partir del transformador.
  - El número de abonados alimentados desde cada uno de los postes o puntos de derivación.
  - El número de abonados total que incide sobre cada uno de los tramos, considerado como la suma de los mismos vistos desde la fuente hacia el extremo del circuito en la sección correspondiente.
- c. Anotar en la columna 1 la designación del tramo del circuito comprendido entre dos postes o puntos de derivación, por la numeración que corresponde a sus extremos y partiendo desde el transformador; además, anotar la longitud del tramo en la columna 2.
- d. Anotar en la columna 3 el número total de abonados correspondiente al tramo considerado.
- e. Con el número de abonados por tramo (N) se determina la demanda de diseño (DD) ó la demanda de diseño más la demanda máxima diversificada correspondiente a cargas especiales, cuyo valor se anota en la columna 4.
- f. Anotar los datos característicos del conductor seleccionado para cada uno de los tramos: en la columna 5, la sección transversal o calibre del conductor de fase; en la columna 6, que debe ser utilizada solamente para redes subterráneas, la potencia máxima admisible por límite térmico obtenida de la tabla del Apéndice A-12-C; en la columna 7 el momento kVA x m para cada caída de voltaje del 1% obtenida de la tabla del mismo apéndice.

 EMPRESA ELÉCTRICA QUITO S.A.	<b>NORMAS PARA SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN - PARTE A</b> <b>GUÍA PARA DISEÑO DE REDES DE DISTRIBUCIÓN</b>	
SISTEMAS DE GESTIÓN DE CALIDAD		
Código: DI-EP-P001-D001		
SECCIÓN: A-12	DIMENSIONAMIENTO Y TRAZADO	A-12 REVISIÓN: 06 FECHA: 2015-03-31

- g. Con los datos registrados en las columnas 1 a 7, efectuar los cálculos y anotarlos en la siguiente forma:
- En la columna 8 el producto de la demanda en kVA (columna 4) por la longitud del tramo (columna 2).
  - En la columna 9 el cociente del momento computado para el tramo (columna 8) por el momento característico del conductor (columna 7), que corresponde a la caída de voltaje parcial en el tramo expresado en porcentaje del valor nominal.
  - En la columna 10, el valor de la caída de voltaje total, considerada como la sumatoria de las caídas parciales, desde el transformador hacia el extremo del circuito, siguiendo el camino más desfavorable.

En el caso de redes subterráneas, debe verificarse que el valor de la potencia transferida en cada tramo (columna 4), no supere el límite térmico anotado en la columna 6.

En el Apéndice A-12-B, hoja 2, se incluye un ejemplo para ilustrar la utilización del formato.

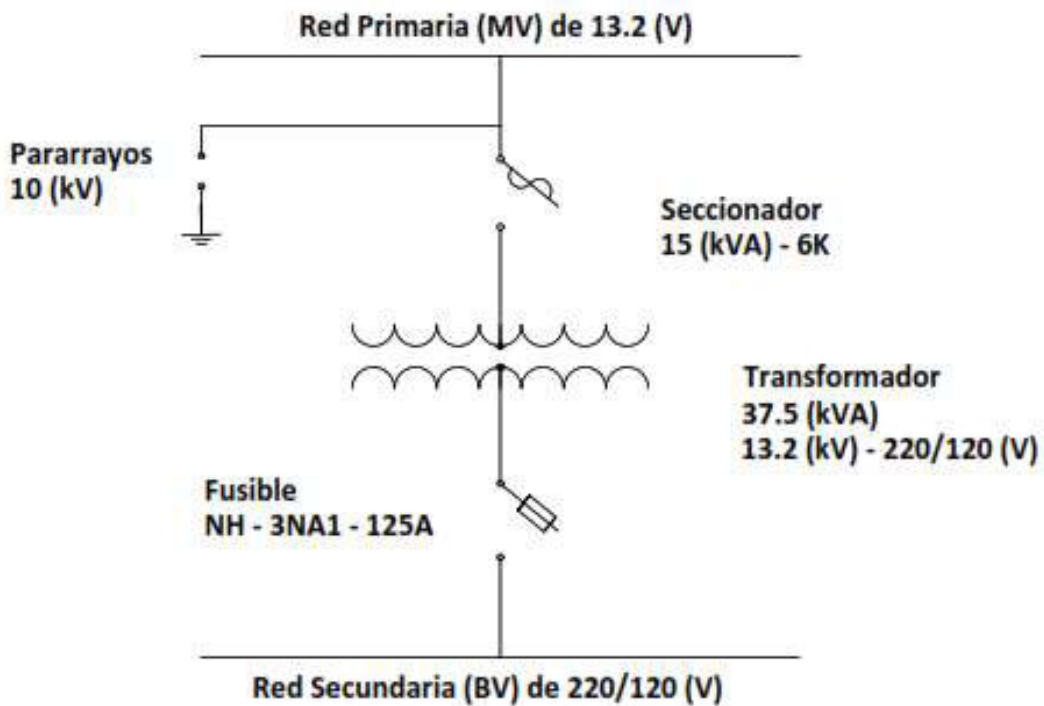
## ANEXO 5: Tabla según unidad de propiedad para la selección de la barra de puesta a tierra.

Parte B, SECCION B50 tabla B-50-01, hoja 1.

 EMPRESA ELÉCTRICA QUITO S.A.		NORMAS PARA SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN - PARTE B - UNIDADES DE PROPIEDAD Y DE CONSTRUCCIÓN SISTEMAS DE GESTIÓN DE CALIDAD			
REVISIÓN: 05		CÓDIGO: DF-EP-P001-0002			
SECCIÓN: B50		CONEXIONES A TIERRA			
B50-01 HOJA 1 DE 3		REDES DE DISTRIBUCIÓN - DISPOSICIÓN TIPO	T1-	B50-01 REVISIÓN: 05 FECHA: 2009-03-31	
LISTA DE MATERIALES					CANTIDAD
REF	CÓDIGO	UNID	DESCRIPCIÓN	(M)	
T1-1-2 y T1-1-1/0 (1 VARILLA)					
	02351618	c/v	Varilla copperweld de puesta a tierra, 5/8" (16mm) de diámetro, 1,80m de longitud	1	
2		c/v	Molde para suelda exotérmica tipo R de varilla de 5/8" a conductor No. 2 AWG o a cable No. 1/0 AWG	1	(1)
3		c/v	Suelda exotérmica para molde tipo R de varilla copperweld de 5/8" de diámetro a conductor No. 2 AWG o 1/0 AWG	1	
4		m	Conductor desnudo, cableado, de Cu suave Nº 2 AWG o 1/0 AWG, 7 hilos	9	
5	02052202	c/v	Conector ranuras paralelas aleación Cu. No. 2 - 2/0 AWG y 6 - 2/0 AWG, 2 pernos laterales de diferentes longitudes y separador	1	
T1-2-2 y T1-2-1/0 (2 VARILLAS)					
1	02351618	c/v	Varilla copperweld de puesta a tierra, 5/8" (16mm) de diámetro, 1,80m de longitud	2	
2		c/v	Molde para suelda exotérmica tipo T de varilla de 5/8" a conductor No. 2 AWG o 1/0 AWG	1	(1)
3		c/v	Suelda exotérmica para molde tipo T de varilla copperweld de 5/8" de diámetro a conductor No. 2 AWG y 1/0 AWG	1	
4		m	Conductor desnudo, cableado, de Cu suave Nº 2 AWG o 1/0 AWG, 7 hilos Contrapeso	3	
4		c/v	Molde para suelda exotérmica tipo R de varilla de 5/8" a conductor No. 2 AWG o a cable No. 1/0 AWG	1	(1)
5		c/v	Suelda exotérmica para molde tipo R de varilla copperweld de 5/8" de diámetro a conductor No. 2 AWG o 1/0 AWG	1	
6		m	Conductor desnudo, cableado, de Cu suave Nº 2 AWG o 1/0 AWG, 7 hilos	9	
7	02052202	c/v	Conector ranuras paralelas aleación Cu. No. 2 - 2/0 AWG y 6 - 2/0 AWG, 2 pernos laterales de diferentes longitudes y separador	1	
T1-3-2 y T1-3-1/0 (3 VARILLAS)					
1	02351618	c/v	Varilla copperweld de puesta a tierra, 5/8" (16mm) de diámetro, 1,80m de longitud	3	
2		c/v	Molde para suelda exotérmica tipo R de varilla de 5/8" a conductor No. 2 AWG o a cable No. 1/0 AWG	1	(1)
3		c/v	Suelda exotérmica para molde tipo R de varilla copperweld de 5/8" de diámetro a conductor No. 2 AWG o 1/0 AWG	3	
4	01011139	m	Conductor desnudo, cableado, de Cu suave Nº 2 AWG o 1/0 AWG, 7 hilos Contrapeso	8	
5		c/v	Molde para suelda exotérmica tipo T de varilla de 5/8" a conductor No. 2 AWG o 1/0 AWG	1	(1)
6		c/v	Suelda exotérmica para molde tipo T de varilla copperweld de 5/8" de diámetro a conductor No. 2 AWG y 1/0 AWG	1	
7		m	Conductor desnudo, cableado, de Cu suave Nº 2 AWG o 1/0 AWG, 7 hilos	9	
8	02052202	c/v	Conector ranuras paralelas aleación Cu. No. 2 - 2/0 AWG y 6 - 2/0 AWG, 2 pernos laterales de diferentes longitudes y separador	1	
a) Disposición básica en poste de homión NOTA: (1): Cada molde sirve para 50 conexiones con suelda exotérmica					

## **ANEXO 6: Diagramas unifilares.**

**Diagrama unifilar del circuito C1 - C2 del transformador CT - 01 etapa A**



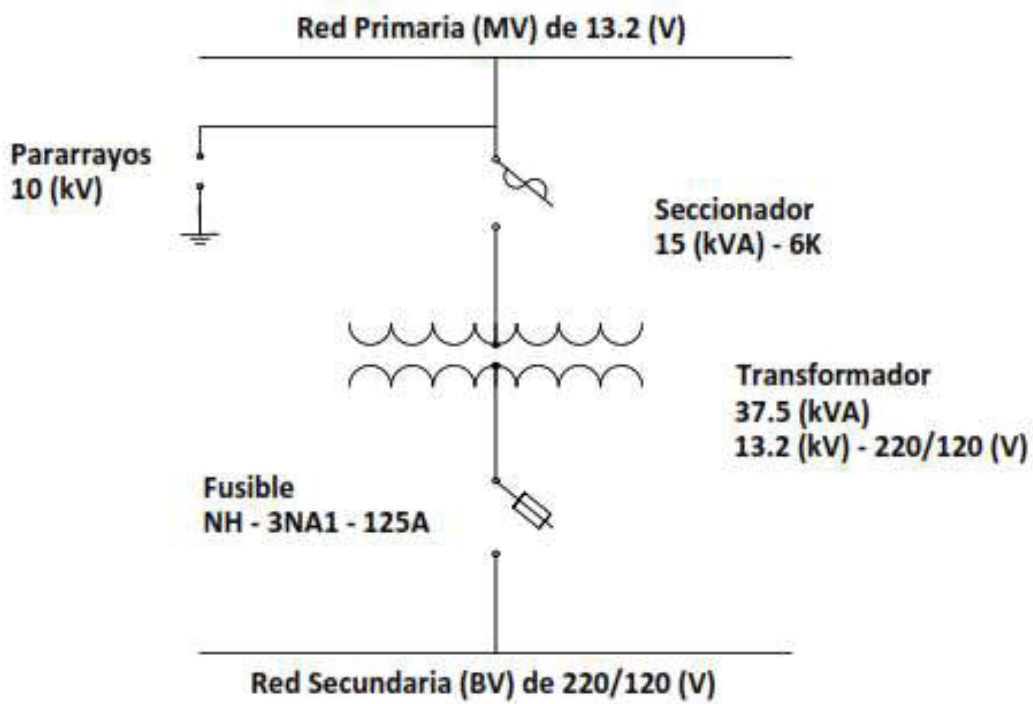
LEYENDA ELÉCTRICA	
SIMBOLOGÍA	DESCRIPCIÓN
	Seccionador 15 (kVA) - 6K
	Fusible NH - 3NA1 - 125A
	Pararrayos 10 (kV)
	Transformador 37.5 (kVA) 13.2 (kV) - 220/120 (V)
	Puesta a Tierra

**ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL - ESFOT**

<b>Diagrama unifilar de la etapa A</b>	TRATAMIENTO TÉRMICO: N/A	MATERIAL: Eléctrico
	ESCALA: N/A	FORMATO: A4
DISEÑADO POR: EDGAR AUGUSTO RAURA DIAZ	FECHA: 19/05/2021	LÁMINA: 1/3



**Diagrama unifilar del circuito C1 - C2 del transformador CT - 01 etapa B**

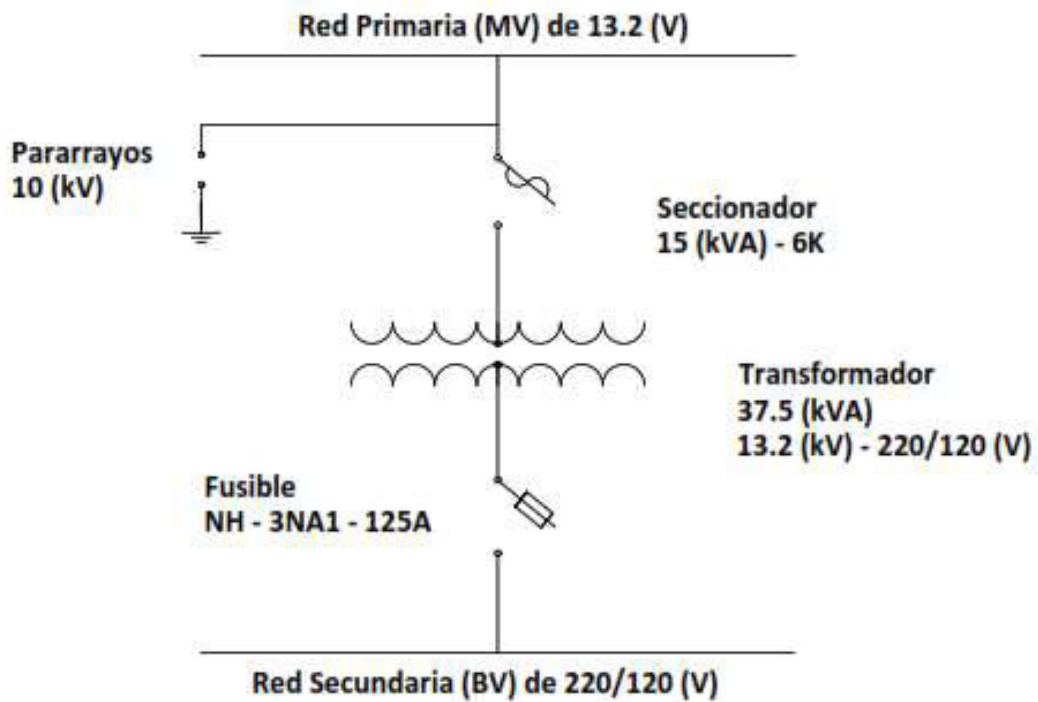


LEYENDA ELÉCTRICA	
SIMBOLOGÍA	DESCRIPCIÓN
	Seccionador 15 (kVA) - 6K
	Fusible NH - 3NA1 - 125A
	Pararrayos 10 (kV)
	Transformador 37.5 (kVA) 13.2 (kV) - 220/120 (V)
	Puesta a Tierra

**ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL - ESFOT**

<b>Diagrama unifilar de la etapa B</b>	TRATAMIENTO TÉRMICO:	N/A	MATERIAL:	Eléctrico
	ESCALA:	N/A	FORMATO:	A4
DISEÑADO POR: EDGAR AUGUSTO RAURA DIAZ	FECHA:	19/05/2021	LÁMINA:	2/3

**Diagrama unifilar del circuito C1 - C2 del transformador CT - 01 etapa C**



LEYENDA ELÉCTRICA	
SIMBOLOGÍA	DESCRIPCIÓN
	Seccionador 15 (kVA) - 6K
	Fusible NH - 3NA1 - 125A
	Pararrayos 10 (kV)
	Transformador 37.5 (kVA) 13.2 (kV) - 220/120 (V)
	Puesta a Tierra

**ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL - ESFOT**

<b>Diagrama unifilar de la etapa C</b>	TRATAMIENTO TÉRMICO:	N/A	MATERIAL:	Eléctrico
	ESCALA:	N/A	FORMATO:	A4
DISEÑADO POR: EDGAR AUGUSTO RAURA DÍAZ	FECHA:	19/05/2021	LÁMINA:	3/3

## ANEXO 7: Unidades de propiedad en estructuras y soportes.

		<b>Ministerio de Electricidad y Energía Renovable</b>	Av. Dey-Alarcón No. 20-40 y 9-60 Quito Edificio Correo (32) Ecuador 200100 P.O.B. 920-9-030000 TEL: 593-2-2399333 ext. 1188 FAX: 593-2-2662227 www.mser.gov.ec Quito - Ecuador		INSTITUTO NACIONAL PARA LA GESTIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA
<b>SECCIÓN 5: CÓDIGO DE LAS UNIDADES DE PROPIEDAD PARA LOS SISTEMAS</b>				<b>REVISIÓN: 01</b> <b>FECHA: 2011 - 06 - 02</b>	

### 1. OBJETIVO Y ALCANCE

Definir los códigos e identificadores para las Unidades de Propiedad (UP) y de Construcción (UC) del sistema de distribución, para su aplicación en los Sistemas de Gestión, y en la base de datos del SIG de las Empresas de Distribución Eléctrica (EDs).

Para la elaboración del documento, se tomó como referencia el Marco Teórico para la Homologación de las Unidades de Propiedad (UP) y de Construcción (UC) (Sección 1).

### 2. CONCEPTOS BÁSICOS

- Código: Es un conjunto con un mismo número de caracteres alfanuméricos que permiten interoperar los sistemas de cada una de las EDs.
- Identificador (Id.): Es un conjunto de caracteres alfanuméricos de cualquier tamaño que sirve para representar las Unidades de Propiedad y de Construcción (UC) siguiendo los lineamientos establecidos en la Sección 1.

### 3. CÓDIGO DE LAS UNIDADES DE PROPIEDAD PARA LOS SISTEMAS

#### 3.1 Estructura del Código

Es una combinación de siete caracteres, definido por tres campos, de la siguiente manera:

- Primer Campo. Compuesto de dos caracteres alfabéticos, que representan el grupo de la Unidad de Propiedad.
- Segundo Campo. Representado por un carácter alfabético, que indica el nivel de voltaje.
- Tercer Campo. Conformado por cuatro caracteres numéricos, del tipo secuencial.

Ejemplo:

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN COMPLETA
TRV0001	Transformadores en redes de distribución 22 kV GRDy/12,7 kV – 22,8 kV GRDy/13,2 kV, 1F, convencional para instalación en poste de 3 kVA

	 <b>Ministerio de Electricidad y Energía Renovable</b> <small>Av. City West No. 20-60 y O-40 Ciudad de las Ciencias (C) Ciudad de las Ciencias P.O. Box 10000 194, 195 y O-40 Ciudad de las Ciencias, 11600, CUBA www.miree.cu Cuba - Ciudad</small>	 <small>PROGRAMA NACIONAL DE CAMBIO DE TIPO DE LA DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA</small>
<b>SECCIÓN 5: CÓDIGO DE LAS UNIDADES DE PROPIEDAD PARA LOS SISTEMAS</b>		<b>REVISIÓN: 01</b> <b>FECHA: 2011 – 06 – 02</b>

### 3.2 Identificador Nemotécnico de las Unidades de Propiedad y de Construcción (Id. UP-UC)

Se refiere al identificador definido en la Sección 1: Marco Teórico para la Homologación de las Unidades de Propiedad y de Construcción.

Ejemplo:

CÓDIGO	ID. UP-UC	DESCRIPCIÓN COMPLETA
TRV0001	<b>TRV-1C3</b>	Transformadores en redes de distribución 22 kV GRDy/12,7 kV – 22,8 kV GRDy/13,2 kV, 1F, convencional para instalación en poste de 3 kVA

### 3.3 Identificador Nemotécnico abreviado de las Unidades de Propiedad y de Construcción (Id. UP-UCa)

Es el identificador nemotécnico definido en forma simplificada, para implementar su uso en los sistemas de información geográfica.

Ejemplo:

CÓDIGO	ID. UP-UC	ID. UP-UCa	DESCRIPCIÓN COMPLETA
TRV0001	TRV-1C3	<b>1C3V</b>	Transformadores en redes de distribución 22 kV GRDy/12,7 kV – 22,8 kV GRDy/13,2 kV, 1F, convencional para instalación en poste de 3 kVA

### 3.4 Descripción abreviada de las Unidades de Propiedad y de Construcción

Es una descripción de las Unidades de Propiedad y de Construcción definida por un máximo de setenta caracteres.

Ejemplo:

CÓDIGO	ID. UP-UC	ID. UP-UCa	DESCRIPCIÓN ABREVIADA
TRV0001	TRV-1C3	1C3V	<b>Transformador 22 kV 1F conv. 3 kVA en poste</b>

❖ Los Códigos e Identificadores de las Unidades de Propiedad y de Construcción se encuentran en los documentos anexos.

Tabla con los códigos unidades de propiedad de la Memoria técnica.

CODIGO	Estructuras MV
LV4/RV4 1CR	Est. 22 kV 1F Centrada Retención
LV1/RV1 1CP	Est. 22 kV 1F Centrada Pasante
1BD	Est. 22 kV 1F Bandera Doble retención
	Estructuras BV
RB1 4EP	Est. 240V 4 vías Vertical Pasante
RB4 4ER	Est. 240V 4 vías Vertical Retención
	Alumbrado Público
A1 00PLCS100AC	Lum. 240 V Na 100 W en poste con red aérea Autocontrolada pot. cte. C
	transformador
MVT3 1C37.5T	Transformador 13 kV 1F conv. 37.5 kVA en poste
	Tensores
G4 OPS	Tensor Poste a poste Simple en redes de dist. 22 kV
G3 OFS	Tensor Farol Simple en redes de dist. 22 kV
	TIERRA
T1 ODC2_1	P. a Tierra en Red Secun. Preen. Cond. de Cu Calibre 2 AWG 1 Var.

## ANEXO 8: Tablas usadas en diseño de alumbrado público.

Tabla 16B especificaciones de vías, para el tipo de vía según su ancho total.

TIPO DE VÍA(1)	TRANSITO	ESPECIFICACIONES MÍNIMAS DE VÍAS					
		No. Carriles por sentido	Ancho Vía	Ancho Acera	Parterre [m]	Ancho Carril Estacionamiento	Ancho Total
Expresa	Vehicular	3	21,90	---	6,00	---	36,50
Arterial Principal	Vehicular	3	21,90	4,00	6,00	---	35,90
Arterial Secundaria	Vehicular	2	14,60	4,00	4,00	2,20	31,00
Colectora A	Vehicular	2	14,00	2,50	3,00	2,00	26,00
Colectora B	Vehicular	2	14,60	2,50	3,00	---	22,60
Colectora C	Vehicular	2	14,60	2,50	---	---	19,60
Colectora D	Vehicular	1	7,00	2,00	---	2,00	18,00
Local A	Vehicular	2	12,00	2,00	---	---	16,00
Local B	Vehicular	1	7,00	3,00	---	2,00	15,00
Local C	Vehicular	1	7,00	3,00	---	2,00	14,00
Local D	Vehicular	1	7,00	2,00	---	2,00	13,00
Local E	Vehicular	1	6,00	2,00	---	2,00	12,00
Local F	Vehicular	1	7,00	2,00	---	---	11,00
Local G	Vehicular	1	6,00	2,00	---	---	10,00
Local H	Vehicular	1	6,00	1,50	---	---	9,00
Local I	Vehicular	1	5,60	1,20	---	---	8,00
Local J	Vehicular	---	---	---	---	---	6,00
A (2)	Peatonal	---	---	---	---	---	6,00
B (2)	Peatonal	---	---	---	---	---	3,00
Escalinata	Peatonal	---	---	---	---	---	2,40

Tabla 17B página 17, SECCION A-11.11, PARÁMETROS DE DISEÑO

Tipo de vía	Parámetros Fotométricos					Altura Recomendada Montaje [m]	Potencia Luminaria
	Lp Mínimo [cd/m <sup>2</sup> ]	Uo Mínimo	T.I. Máximo [K]	UL Mínimo	SR Mínimo		
Colectora Arterial Principal Arterial Secundaria Expresa	2,0	0,4	10	0,7	0,5	11 a 12	400 W (1)(3) (6)
Local A	2,0	0,4	10	0,7	0,5	11 a 12	400 W (1)(3) (6)
Local B	2,0	0,4	10	0,7	0,5	11 a 12	400 W (1)(3) (6)
Local C	1,5	0,4	10	0,7	0,5	11 a 12	250 W (1)(3) (6)
Local D a F	1,00	0,4	15	N.R. (4)	0,5	8 a 8,5 m	150 W (2)
Local G a J	0,75	0,4	15	N.R. (4)	0,5	8 a 8,5 m	100 W (2)
Peatonal A, B y Escalinatas	0,75	0,4	15	N.R. (4)	0,5	8 a 8,5 m	100 W (2)

**NOTAS:**

- (1): Disposición bilateral **pareada**.
- (2): Disposición unilaterial
- (3): Las luminarias de 250 W y 400 W son de doble nivel de potencia.
- (4): N.R.: No requiere.
- (5): Cuando se usen luminarias de 400 W se recomienda tener vanos  $\geq 40m$ .
- (6): Cuando se usen luminarias de 250W, 150W y 100W se recomienda tener vanos entre 35 a 40m.

+

## ANEXO 9: Presupuesto estimativo de equipos y materiales.

EMPRESA ELECTRICA QUITO					
DIRECCION DE DISTRIBUCIÓN ZONA CENTRO					
PRESUPUESTO ESTIMATIVO DE EQUIPOS Y MATERIALES					
NOMBRE DEL PROYECTO:					
PROYECTO N °:			PARTIDA PRESUPUESTARIA No:		
TIPO DE INSTALACIÓN:					
CODI MATE	CANTIDAD	Unidad	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL	DESCRIPCION
<b>PARTIDA A: TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN</b>					
3057012	3	u	2450	7350	Transformador monofásico autoprotegido, 22 860 GRDy / 13 200 V - 240 / 120 V, 37, 5 kVA
<b>PARTIDA B: EQUIPOS DE PROTECCIÓN Y SECCIONAMIENTO.</b>					
2635240	6	u	9.44	56.64	Base porta-fusible tipo NH, 500 V, 400 A, DIN 2
2621112	6	u	2.8	16.8	Cartucho fusible tipo NH, DIN 1, 500 V, 125 A
2516122	3	u	201.25	603.75	Seccionador fusible unipolar, tipo abierto, clase 27 kV, 12 kA, BIL = 150 kV, 100 A
2624206	3	u	1.84	5.52	Fusible o Tirafusible, cabeza removible, tipo K, 6 A.
2601006	3	u	40.25	120.75	Pararrayos clase distribución polimérico, óxido metálico, 10 kV, con desconectador
2543140	19	u	2.43	46.17	Interruptor termomagnético unipolar riel DIN, 120/240 V, Icc 10 kA, 40 A
<b>PARTIDA C: EQUIPOS DE ALUMBRADO PÚBLICO</b>					
2785867	22	u	115	2530	Luminaria para alumbrado público, Na, alta presión, 100 W
<b>PARTIDA D: AISLADORES</b>					
2010152	12	u	13.8	165.6	Aislador de suspensión de caucho siliconado tipo polímero para red de 25 kV, ANSI DS-28
2010311	8	u	8.64	69.12	Aislador de porcelana tipo espiga (pin), radio-interferencia clase ANSI 56-1 25 kV
2010502	66	u	0.9	59.4	Aislador tipo rollo, clase ANSI 53-2, 0,25 kV
2010703	13	u	2.7	35.1	Aislador de retenida, de porcelana, clase ANSI 54-3
<b>PARTIDA E: CONDUCTORES DESNUDOS</b>					
1013139	800	m	0.6	480	Conductor de Al, desnudo, cableado, AAC, 2 AWG, 7 hilos

1013339	2418 m	0.51	1233.18	Conductor de Al-acero desnudo, cableado, ACSR, 2 AWG, 7 (6/1) hilos (circuito secundario, chicotes de primario y pararrayos)
1011139	39 m	7.85	306.15	Conductor de Cu, desnudo, cableado, suave, 2 AWG, 7 hilos (tierra)
<b>PARTIDA F: CONDUCTORES AISLADOS</b>				
1021639	18 m	6.56	118.08	Conductor de Cu, aislamiento tipo TTU, 600 V, 19 hilos (Chicotes del secundario)
1020127	154 m	0.28	43.12	Conductor de Cu aislado PVC, 600 V TW N. 14 AWG, sólido (chicotes de la lampara)
1101233	1200 m	3.48	4176	Cable de Cu, concéntrico, cableado, 600 V, ST, 2 x 8 AWG, 7 hilos (acometidas)
1021139	15 m	4.25	63.75	Cable de Cu, cableado, 600 V, TW, 2 AWG, 7 hilos (conexiones de la caja de distribución)
<b>PARTIDA G: ACCESORIOS PARA CONDUCTORES</b>				
2112042	6 u	8.4	50.4	Grapa de aleación de Al, para derivación de línea en caliente, principal 6 AWG - 400 MCM, derivado 6 - 4/0
2060102	18 u	11.61	208.98	Conector de aleación de Al, ranuras paralelas, un perno centrado, rango 8 - 2/0 AWG
2110114	16 u	5.6	89.6	Grapa terminal apernada tipo pistola, de aleación de Al, No. 6 al 4/0 AWG AAC ACSR
1012301	106.5 m	0.52	55.38	Cinta de armar de aleación de Al, 1, 27 x 7, 62 mm (3/64 x 5/16")
2056201	53 u	1.77	93.81	Conector de aleación de Al, de compresión tipo "C", principal 2 - 3/0 AWG, derivado 14 - 8 AWG
2871001	6 u	1.53	9.18	Fleje de acero inoxidable, 19, 05 mm (3/4") x 0,76 mm (2/67")
1991019	6 u	0.47	2.82	Hebilla de acero inoxidable, para fleje, de 19, 05 mm (3/4")
1012137	222 m	0.52	115.44	Alambre de Al, desnudo sólido, para atadura, 4 AWG
2282003	39 u	5.13	200.07	Retención terminal preformada, para cable de acero galvanizado de 9,53 mm (3/8")
<b>PARTIDA H: MATERIAL DE PUESTA A TIERRA</b>				
2351618	1 u	9.2	9.2	Varilla de acero recubierta de Cu, para puesta a tierra, 16 x 1 800 mm (5/8 x 71").
11890109	1 u	4.1	4.1	Suelda exotérmica de 90 gramos
<b>PARTIDA I: POSTES</b>				
2420410	9 u	198	1782	Poste de hormigón armado, circular, CRH 400 kg, 10 m



2420512	16 u	275	4400	Poste de hormigón armado, circular, CRH 500 kg, 12 m
<b>PARTIDA J: HERRAJES GALVANIZADOS</b>				
2862301	3 u	16.84	50.52	Caja de hierro tol de 1,27 mm (1/20") de espesor para soporte y protección de 2 o 3 bases portafusibles de BT, para montaje en poste
2820161	12 u	8.77	105.24	Abrazadera de platina de 50x6 mm, 3 pernos, montaje de transformador monofásico
2901620	3 u	0.84	2.52	Perno máquina 5/8" x 2", con tuerca, arandela plana y de presión
2801211	3 u	19.44	58.32	Cruceta (/universal) centrada de perfil "L" 70 x 70 x 6 mm, 1,20 m de longitud, con apoyo
2851630	3 u	3.27	9.81	Perno "U" de 5/8" de diámetro, longitud de la parte recta de 140 mm, ancho dentro de la U de 160 mm, con 2 tuercas hexagonales, 2 arandelas planas y 2 de presión
2820108	3 juego	69.9	209.7	Abrazadera de platina de 30x6 mm, escalones de revisión, (8 unidades)
2820151	3 u	9.68	29.04	Abrazadera de platina, 50x6 mm, 2 pernos, extensión simple (collarín simple)
2810102	3 u	5.6	16.8	Horquilla de anclaje, largo 75 mm, D= 16 mm, 7 000 kg
2815104	8 u	16.82	134.56	Perno espiga tope de poste simple (tacho simple) de 3/4" de diámetro y altura total de 450 mm para 22,8 GRDy/13,2 kV
2817103	22 u	13.4	294.8	Bastidor (rack) para secundario, 3 vías, 38 x 4 mm
2820101	44 u	4.78	210.32	Abrazadera de platina de 38x4 mm, 2 pernos, sujeción rack simple
2901676	44 u	1.92	84.48	Perno máquina, longitud= 254mm, D= 15 mm, con tuerca, arandela plana y de presión
2831607	3 u	19	57	Pie amigo de acero galvanizado, perfil "L" 38 x 38 x 6 mm (1 1/2 x 1 1/2 x 1/4") y 700 mm
2988216	9 u	2.24	20.16	Tuerca de ojo ovalado de acero galvanizado, perno de 16 mm (5/8")
2371009	13 u	0.46	5.98	Guardacabo de acero galvanizado, para cable acero 9, 51 mm (3/8")
2852618	7 u	9.22	64.54	Varilla de anclaje de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. y 1800 mm (71") de long., con tuerca y arandela

2885915	7 u	24.83	173.81	Brazo de acero galvanizado, tubular, para tensor farol, 51 mm (2") de diám. x 1500 mm (59") de long., con accesorios de fijación
<b>PARTIDA L: MISCELANEOS</b>				
1015206	218 m	0.91	198.38	Cable de acero galvanizado, grado Siemens Martin, 7 hilos, 9,51 mm (3/8") de diám.
7070430	7 u	4.1	28.7	Bloque cónico de hormigón armado, base inferior 400 mm de diám., base superior 150 mm de diám., 200 mm de altura total, orificio 20 mm de diám.
2862210	3 u	45.9	137.7	Tablero de distribución para 8 acometidas monofásicas 240/120 V de material polimérico
2056201	9 u	2.55	22.95	Conector doble dentado 4-3/0 AWG a 14 -2 AWG
4750930	18 u	0.11	1.98	Precinto plástico
11752319	9 m	16	144	Cinta auto- fundente
11751219	9 m	10	90	Cinta eléctrica vinilo PVC
	1 u	75	75	Molde para suelda exotérmica tipo R de varilla de 5/8" a conductor No. 2 AWG o a cable No. 1/0 AWG
<b>TOTAL</b>			<b>26560.82</b>	