

**CÁLCULO Y DISEÑO ELÉCTRICO PARA LA REMODELACIÓN DE LAS
REDES DE MEDIA, BAJA TENSIÓN Y ALUMBRADO PÚBLICO DEL BARRIO
SAN PEDRO CLAVER- BUCARAMANGA (SANTANDER)**

**HUGO CARLOS PINEDA SANTOS
NYDIA CAROLINA BÁEZ GAYÓN
MARIO ALEJANDRO BOADA LÓPEZ**



**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍAS ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y DE
TELECOMUNICACIONES
BUCARAMANGA**

2012

**CÁLCULO Y DISEÑO ELÉCTRICO PARA LA REMODELACIÓN DE LAS
REDES DE MEDIA, BAJA TENSIÓN Y ALUMBRADO PÚBLICO DEL BARRIO
SAN PEDRO CLAVER- BUCARAMANGA (SANTANDER)**

**HUGO CARLOS PINEDA SANTOS
NYDIA CAROLINA BÁEZ GAYÓN
MARIO ALEJANDRO BOADA LÓPEZ**

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

Director

**CIRO JURADO JEREZ
Ingeniero Electricista**

Codirector

**WILLIAM RENÉ ESTEPA
Ingeniero Civil y Electricista**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍAS ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y DE
TELECOMUNICACIONES
BUCARAMANGA**

2012

AGRADECIMIENTOS

Los autores del presente proyecto presentan sus más sinceros agradecimientos a:

Dios, por sus bendiciones permitiendo la realización de este proyecto superando cada una de las dificultades presentadas.

El Ingeniero Ciro Jurado Jerez, ingeniero electricista director del proyecto, Por su dedicación asesoría y sus aportes.

El Ingeniero William René Estepa Romero, Ingeniero Electricista y Civil, Codirector del proyecto, por su paciencia, dedicación, aporte y asesorías que fueron indispensables para la realización del proyecto.

Doña Rocío Moreno de Duarte, Veedora del barrio San Pedro Claver, Por su colaboración y atención presentadas en las respectivas visitas al barrio.

Y a todos aquellos que de una u otra forma colaboraron para que este proyecto se llevara a cabo.

DEDICATORIA

*A Dios por brindarme la sabiduría, la salud y la fuerza necesaria
para salir adelante*

*A mis padres que con su cariño, paciencia, consejos y su apoyo
incondicional han contribuido con todos mis logros.*

A mi hermano que siempre me ha aconsejado y brindado su apoyo,

*A mi novia que ha estado conmigo en los buenos y malos momentos,
motivándome para salir adelante y para hacerle frente a todos los
inconvenientes que se me han presentado a lo largo de esta etapa de
mi vida.*

Mario Alejandro Boada

DEDICATORIA

A Dios por sus bendiciones y sabiduría y darme la fuerza necesaria para afrontar todas las dificultades y obstáculos presentado en este proyecto

A mis Padres Gustavo Bautista y Julia Marina, por su comprensión, su educación y apoyo incondicional que me han dado en el recorrido de este camino

A mis hermanos Javier Gustavo, Juan Salvador, Jesús Miguel, por su apoyo y colaboración ayuda que me han brindado para obtener este importante logro

A mi novia Carito, por brindarme su apoyo incondicional y compartir gratos momentos

A mis amigos y compañeros de PUNTUAL EVENTOS, por su apoyo incondicional

A mis amigos, compañeros y colegas que de una u otra forma colaboraron para la realización de este proyecto

Hugo Pineda Santos

DEDICATORIA

*Mis padres, quien con su esfuerzo
me han dado la
posibilidad de tener un mejor futuro.*

*Mis hermanos y demás familiares
quienes siempre me apoyaron y me dieron fuerza para
seguir adelante.*

*A mis amigos y compañeros por
su amistad y apoyo incondicional.*

NYDIA CAROLINA BÁEZ GAYÓN

TABLA CONTENIDO

| | |
|--|----|
| INTRODUCCIÓN | 22 |
| 1 ESPECIFICACIONES GENERALES DEL PROYECTO | 23 |
| 1.1 JUSTIFICACIÓN..... | 23 |
| 1.2 OBJETIVOS..... | 23 |
| 1.2.1 Objetivo general | 23 |
| 1.2.2 Objetivos específicos | 23 |
| 2 MARCO TEÓRICO | 24 |
| 2.1 DEFINICIONES RELACIONADAS | 24 |
| 2.1 LO QUE DICE LA NORMATIVA COLOMBIANA ACTUAL (RETIE ACTUALIZACIÓN MARZO 2009)..... | 35 |
| 2.1.1 Puestas a tierra de sistemas de distribución | 36 |
| 2.1.2 Estructuras de apoyo y herrajes en redes de distribución..... | 36 |
| 2.1.2.1 Estructura de soporte | 36 |
| 2.1.2.2 Herrajes..... | 37 |
| 2.1.3 Aislamiento..... | 38 |
| 2.1.3.1 Distancias de seguridad en redes de distribución..... | 38 |
| 2.1.4 Aisladores | 40 |
| 2.1.5 Conductores..... | 40 |
| 2.1.5.1 Conductores aéreos..... | 40 |
| 2.2 PARÁMETROS DE DISEÑO SEGÚN LA NORMA PARA CÁLCULO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN (REVISIÓN 3-2005) | 41 |
| 2.2.1 Características del diseño | 41 |
| 2.2.1.1 Demandas máximas por niveles de tensión | 41 |
| 2.4.1.1 Niveles de tensión de diseño..... | 42 |
| 2.4.1.2 Factores de seguridad..... | 43 |
| 2.4.1.3 Porcentaje de Regulación | 43 |
| 2.4.1.4 Pérdidas máximas de energía y potencia | 44 |

| | | |
|---------|---|----|
| 3. | LEVANTAMIENTO E INVENTARIO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EXISTENTE | 45 |
| 3.1 | INTRODUCCIÓN..... | 45 |
| 3.2 | RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN | 45 |
| 3.2.1 | Planos | 45 |
| 3.2.2 | Red existente | 45 |
| 3.3 | LOCALIZACIÓN Y DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO | 46 |
| 3.3.1 | Aspecto Geográfico y Físico. | 46 |
| 3.3.2 | Aspecto Económico..... | 46 |
| 3.3.3 | Aspecto Educativo..... | 46 |
| 3.3.4 | Aspecto Social | 46 |
| 3.4 | INVENTARIO DE LA RED DE MEDIA TENSIÓN..... | 48 |
| 3.4.1 | Red de media tensión | 48 |
| 3.4.2 | Subestaciones..... | 48 |
| 3.5 | INVENTARIO DE REDES DE BAJA TENSIÓN..... | 48 |
| 3.5.1 | Redes de baja tensión..... | 48 |
| 3.5.2 | Subestaciones..... | 48 |
| 3.5.3 | Acometidas domiciliarias..... | 48 |
| 3.6 | USO Y DESCRIPCIÓN DE LAS PLANILLAS DEL INVENTARIO ELÉCTRICO | 48 |
| 3.6.1 | Convenciones | 48 |
| 3.6.2 | Planilla de inventario | 49 |
| 3.6.3 | Planilla de inventario redes de baja tensión | 49 |
| 4 | DETERMINACIÓN DE LA CARGA DE DISEÑO | 51 |
| 4.1 | CRITERIOS Y DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA MÁXIMA..... | 51 |
| 4.1.1 | Determinación de la carga para el rediseño..... | 51 |
| 4.1.1.1 | Carga Tipo A..... | 51 |
| 4.1.1.2 | Carga Tipo B..... | 53 |
| 4.1.1.3 | Carga Tipo C..... | 54 |
| 4.1.1.4 | Carga Tipo D..... | 55 |

| | | |
|---------|---|-----|
| 4.1.1.5 | Carga Tipo E | 56 |
| 5. | CÁLCULO DE LOS TRANSFORMADORES | 62 |
| 5.1 | TRANSFORMADOR 75kVA –A..... | 62 |
| 5.2 | TRANSFORMADOR 75 kVA -B:..... | 64 |
| 6. | SELECCIÓN DE PROTECCIONES CONTRA SOBRECORRIENTE Y SOBRETENSIONES..... | 66 |
| 6.1 | SELECCIÓN DEL FUSIBLE | 66 |
| 6.2 | CÁLCULO DE PROTECCIÓN CONTRA SOBRE TENSIONES (DPS) | 68 |
| 6.3 | CÁLCULO PUESTA A TIERRA PARA EL NEUTRO..... | 69 |
| 6.4 | CÁLCULO PUESTA A TIERRA PARA EL DPS..... | 70 |
| 6.5 | CÁLCULO AISLADORES PARA RED MEDIA TENSIÓN..... | 71 |
| 7. | MATRICES DE CÁLCULO | 73 |
| 8. | PROTECCIONES PARA BAJA TENSIÓN..... | 81 |
| 8.1 | CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS DE LOS CONDUCTORES DE BAJA TENSIÓN | 81 |
| 9. | CÁLCULOS MECÁNICOS PARA BAJA TENSIÓN | 82 |
| 9.1 | CONDUCTORES..... | 82 |
| 9.2 | DISTANCIA MÍNIMA DE SEGURIDAD..... | 84 |
| 9.2.1 | Distancia vertical u oblicua entre conductores | 84 |
| 9.2.2 | Distancia de conductores a tierra | 84 |
| 9.3 | HIPÓTESIS DE DISEÑO MECÁNICO..... | 84 |
| 9.4 | CÁLCULO DE LA TENSIÓN EN EL VÉRTICE DE LA CATENARIA PARA EL CONDUCTOR TRENZADO | 86 |
| 9.5 | CÁLCULO DE LA PRESIÓN DEL VIENTO | 87 |
| 9.6 | CÁLCULO DEL FACTOR DE SOBRECARGA..... | 87 |
| 10. | CÁLCULOS MECÁNICOS PARA MEDIA TENSIÓN | 102 |
| 10.2 | CÁLCULO DE LAS FLECHAS MÁXIMAS..... | 106 |
| 12. | CONCLUSIONES | 114 |
| 13. | OBSERVACIONES..... | 115 |
| 14. | BIBLIOGRAFIA | 116 |

Lista de Tablas

| | |
|--|-----|
| Tabla 1. Distancias mínimas de seguridad en zonas con construcciones | 39 |
| Tabla 2. Demandas máximas por niveles de tensión..... | 42 |
| Tabla 3. Niveles de tensión de diseño | 42 |
| Tabla 4. Factores de seguridad | 43 |
| Tabla 5. Porcentaje Regulación | 43 |
| Tabla 6. Pérdidas máximas de potencia y energía | 44 |
| Tabla 7. Cuadro de carga instalada viviendas tipo A, B, C, D | 59 |
| Tabla 8. Cuadro de carga instalada viviendas tipo E | 59 |
| Tabla 9. Cuadro de carga instalada viviendas tipo E | 60 |
| Tabla 10. Cuadro de carga instalada viviendas tipo E | 60 |
| Tabla 11. Cuadro de carga instalada viviendas tipo E | 61 |
| Tabla 12. Valores <i>Curms</i> y <i>CuAVE</i> | 77 |
| Tabla 13. Matriz de cálculo para el transformador A..... | 79 |
| Tabla 14. Matriz de cálculo para el transformador B..... | 80 |
| Tabla 15. Características Eléctricas Conductores | 81 |
| Tabla 16. Protecciones para cada circuito | 81 |
| Tabla 17. Características mecánicas del conductor CPX 4/0 AWG XLPE..... | 82 |
| Tabla 18. Características mecánicas del conductor CPX 2/0 AWG XLPE..... | 83 |
| Tabla 19. Características mecánicas del conductor CPX N°2 AWG XLPE..... | 83 |
| Tabla 20. Características mecánicas del conductor TPX N°4 AWG XLPE | 83 |
| Tabla 21. Hipótesis de Diseño Mecánico | 85 |
| Tabla 22. Hipótesis A..... | 85 |
| Tabla 23. Hipótesis C..... | 86 |
| Tabla 24. Hipótesis D..... | 86 |
| Tabla 25. Características del conductor N° 4 AWG ACSR | 102 |
| Tabla 26. Vanos línea principal Transformador A..... | 125 |
| Tabla 27. Vanos de los ramales transformador A | 126 |
| Tabla 28. Vanos Línea principal Transformador B..... | 127 |
| Tabla 29. Vanos de ramales Transformador B | 128 |
| Tabla 30. Red abierta con Transformador de 150 kVA..... | 130 |
| Tabla 31. Red trenzada con transformador de 150 kVA | 131 |
| Tabla 32. Red abierta Transformador A de 75 kVA | 132 |
| Tabla 33. Red abierta Transformador B de 75 kVA | 133 |

| | |
|--|-----|
| Tabla 34. Levantamiento de la red de baja Tensión Circuito 1 | 151 |
| Tabla 35. Levantamiento De La Red De Baja Tensión Circuito 2 | 153 |
| Tabla 36. Convenciones Levantamiento | 154 |
| Tabla 37. Descripción del Transformador | 154 |

Lista de figuras

| | |
|---|-----|
| Figura 1. Distancias de seguridad en zonas con construcciones..... | 39 |
| Figura 2. Localización | 47 |
| Figura 3. Estructura cambio de dirección..... | 96 |
| Figura 4. Estructura de paso..... | 97 |
| Figura 5. Curvas de tendido para el conductor CPX 4/0 AWG XLPE con neutro en ACSR..... | 98 |
| Figura 6. Curvas de tendido para el conductor CPX 2/0 AWG XLPE con neutro en ACSR..... | 99 |
| Figura 7. Curvas de tendido para el conductor CPX N°2 AWG XLPE con neutro en ACSR | 100 |
| Figura 8. Curvas de tendido para el conductor TPX N°4 AWG XLPE con neutro en ACSR..... | 101 |
| Figura 9. Curvas de tendido para el conductor N°4 AWG ACSR..... | 109 |
| Figura 10. Montaje en Poste de Transformador..... | 134 |
| Figura 11. Estructura De Paso Poste 510 Kg | 137 |
| Figura 12. Estructura De Retención (Final De Circuito) | 139 |
| Figura 13. Estructura De Paso Con Derivación | 141 |
| Figura 14. Estructura Con Cambio De Ángulo | 143 |
| Figura 15. Instalación acometida aérea urbana..... | 145 |

Lista de Anexos

| | |
|---|-----|
| Anexo 1. DIAGNÓSTICO DE LA RED EXISTENTE | 118 |
| Anexo 2. TABLAS VANOS | 125 |
| Anexo 3. MATRICES DE CÁLCULO | 129 |
| Anexo 4. ESTRUCTURAS | 134 |
| Anexo 5. DIAGRAMAS TOPOLÒGICOS | 147 |
| Anexo 6. INVENTARIO Y LEVANTAMIENTO DE LA RED EXISTENTE | 151 |
| Anexo 7. ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS (APU) | 155 |
| Anexo 8. PLANO DE CONSTRUCCION | 132 |

RESUMEN

TITULO: CÁLCULO Y DISEÑO ELÉCTRICO PARA LA REMODELACIÓN DE LAS REDES DE MEDIA, BAJA TENSIÓN Y ALUMBRADO PÚBLICO DEL BARRIO SAN PEDRO CLAVER-BUCARAMANGA (SANTANDER) *

AUTORES:

MARIO ALEJANDRO BOADA LOPEZ

HUGO CARLOS PINEDA SANTOS

NIDYA CAROINA BÁEZ GAYÓN **

PALABRAS CLAVES: Redes eléctricas baja y media tensión, levantamiento, rediseño, Conductor trenzado.

La finalidad de este proyecto es mejorar la calidad del servicio de energía eléctrica del barrio san Pedro Claver, ubicado en el sector sur de la ciudad de Bucaramanga.

Como primera etapa del proyecto se hizo una inspección visual y se verificó el estado actual del sistema eléctrico del sector, dando un diagnóstico y obteniendo un resultado poco favorable y con base en este se vio la necesidad urgente de realizar un rediseño a todo el sistema eléctrico.

Posteriormente se cálculo la potencia demandada, verificando la sobrecarga que tiene el transformador instalado y se hicieron los respectivos cálculos de regulación y pérdidas de potencia obteniendo valores fuera del rango permitido por el RETIE.

Como primera posible solución se implemento un cambio de red abierta por un conductor trenzando utilizando el máximo calibre permitido, aunque los valores de regulación mejoraron, siguieron sobrepasando los permitidos, por lo que se vio la necesidad de dividir la red utilizando dos transformadores y empleando conductor trenzado, como única solución posible teniendo en cuenta la norma de la ESSA ESP.

Como última etapa del proyecto se realizaron los planos correspondientes de construcción detallando aquellos elementos que se necesitan ser remplazados, además de esto se hizo el análisis de precios unitarios que acordan con las especificaciones técnicas requeridas con los respectivos impuestos que implicaría su ejecución por parte de la Alcaldía Municipal , cotizados a la fecha de hoy.

*Proyecto de grado

**Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas. Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones. Director Ing. Ciro Jurado Jerez. Codirector Ing. William René Estepa

ABSTRACT

TITLE: CALCULATION AND ELECTRICAL DESIGN FOR THE REMODELING OF THE NETWORKS OF AVERAGE, LOW TENSION AND PUBLIC SYSTEM OF ILLUMINATION OF THE NEIGHBORHOOD SAN PEDRO CLAVER - BUCARAMANGA (SANTANDER)*

AUTHORS:

MARIO ALEJANDRO BOADA LOPEZ

HUGO CARLOS PINEDA SANTOS

NIDYA CAROINA BÁEZ GAYÓN **

PALABRAS CLAVES: Electrical networks it lowers and a half tension, Raising, Redesign, plated conductor

The main goal of this Project is improve the electric energy quality service in San Pedro Claver neighborhood.

The first stage of this project was a visual inspection and verified the actual electric system state obtaining a preliminary diagnostic, the results of this activity were negative , for this reason was necessary to do a completely re-design of the electric system.

In the next stage, the power demand was calculated, verifying the incapacity of the electric transformer installed to supply the electric energy to the neighborhood in consequence the regulation calculus was made obtaining some values out of the range allowed by RETIE.

Such as first possible solution a change in the open net through a plated conductor was implemented, using the upper value of the wire gauge allowed. With this procedure the regulation values was improved however remains up to limit allowed then a subsequent procedure was needed, It consist in to the split out of the electric net and use two transformers with the possibility to continue with the open electric net, however the obtained values were not in the allowed range, in consequence the plated conductors were used according with the ESSA ESP policy.

Since last stage of the project there were realized the corresponding planes of construction and single-wire graphs, besides this there was done the analysis of unitary prices quoted at the date of today.

*Degree Project

**Faculty of Physic-Mechanical Engineering. Electrical, Electronics and Telecommunications Engineering School. Director Ing. Ciro Jurado Jerez. Codirector Ing. William René Estepa

INTRODUCCIÓN

La Universidad Industrial de Santander en sus políticas de proyecto de grado, brindan a sus estudiantes la oportunidad de realizar estudios teórico-prácticos con posible realización que beneficie directamente a una comunidad para suplir determinada necesidad.

En un sector, factores climáticos, el crecimiento acelerado de población pueden afectar el buen funcionamiento del sistema eléctrico en la zona, por esto la gran importancia de hacer un análisis de todas estas causas para realizar un óptimo diseño teniendo en cuenta las necesidades y seguridad de los habitantes.

San Pedro Claver es un pequeño barrio de estrato dos, ubicado en la zona sur de la ciudad de Bucaramanga con un deficiente servicio de energía eléctrica, que tiene como consecuencias continuas interrupciones y daños en los electrodomésticos de los habitantes del sector.

Con este proyecto se pretende dar soluciones a los inconvenientes que ha tenido la red eléctrica del barrio, llevando a los usuarios de esta comunidad un servicio confiable, eficiente y continuo que les permita mejorar la calidad de vida.

Para ello se planteará una posible solución haciendo un rediseño de la red basado en las normas técnicas colombianas pertinentes como la NTC 2050 Primera actualización 1998-11-25, y la NORMA PARA EL CÁLCULO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN REVISIÓN 3-2005, cumpliendo con lo estipulado en el reglamento técnico de instalaciones eléctricas RETIE ACTUALIZACIÓN 2009; asegurando de esta forma proporcionar un diseño de las redes eléctricas con altos niveles de seguridad para la vida animal, vegetal y de las infraestructuras.

1 ESPECIFICACIONES GENERALES DEL PROYECTO

1.1 JUSTIFICACIÓN

El planteamiento fundamental para la realización de este Trabajo de Grado, referente al cálculo y diseño eléctrico de las redes de media, baja tensión y alumbrado público del barrio San Pedro Claver, se originó por una petición que los habitantes de este barrio le hicieron a la Universidad industrial Santander, donde manifiestan un mal servicio de energía eléctrica con interrupciones constantes y daños continuos en electrodomésticos.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo general

Estudiar y plantear soluciones alternativas para mejorar el servicio de energía eléctrica en el sector.

1.2.2 Objetivos específicos

- Conocer el sistema eléctrico de la zona al cual pertenece el sector estudiado.
- Elaborar el levantamiento e inventario del sistema eléctrico existente con el objeto de llevar a cabo una evaluación del estado actual de las redes eléctricas existentes.
- Realizar un diagnóstico general del estado actual de las redes eléctricas existentes.
- Realizar el cálculo, prediseño y diseño de las redes eléctricas y alumbrado público del sector.
- Obtener las cantidades de obras y elaborar el presupuesto acorde con las especificaciones técnicas.
- Elaborar los planos de diseños y construcción.
- Realizar los precios unitarios propuestos.

2 MARCO TEÓRICO

2.1 DEFINICIONES RELACIONADAS

Acometida: es una derivación de la red de distribución que provee energía eléctrica a un inmueble (incluye conductores y accesorios), que va desde el empalme o punto de unión, hasta los bornes de salida del dispositivo de corte localizado inmediatamente después del medidor.

Aislador: elemento de mínima conductividad eléctrica, diseñado de tal forma que permita dar soporte rígido o flexible a conductores o a equipos eléctricos y aislarlos eléctricamente de otros conductores o de tierra.

Aislante: material que impide la propagación de algún fenómeno o agente físico. El aislante eléctrico es un material de tan baja conductividad eléctrica, que puede ser utilizado como no conductor.

Aislante eléctrico: material de baja conductividad eléctrica que puede ser tomado como no conductor o aislador.

Alambre: hilo o filamento de metal, trefilado o laminado, para conducir corriente eléctrica.

Apoyo: nombre genérico dado al dispositivo de soporte de conductores y aisladores de las líneas o redes aéreas. Pueden ser postes, torres u otro tipo de estructura.

Bombilla: dispositivo eléctrico que suministra el flujo luminoso, por transformación de energía eléctrica. Puede ser incandescente si emite luz por calentamiento, luminiscente si hay paso de corriente a través de un gas.

Cable: conjunto de alambres sin aislamiento entre sí y entorchado por medio de capas concéntricas.

Cable apantallado: cable con una envoltura conductora que permite controlar fenómenos electromagnéticos inducidos. Es lo mismo que cable blindado.

Calidad: la totalidad de las características de un ente que le confiere la aptitud para satisfacer necesidades explícitas e implícitas. Es un conjunto de cualidades o atributos, como disponibilidad, precio, confiabilidad, durabilidad, seguridad, continuidad, consistencia, respaldo y percepción.

Calidad de energía eléctrica: grado de conformidad de las señales electromagnéticas, en un tiempo dado y en un nodo o punto definido, para cumplir con las necesidades de los usuarios, dentro del marco regulatorio del país.

Capacidad nominal: conjunto de características eléctricas y mecánicas asignadas por el diseñador a un equipo eléctrico, para definir su funcionamiento bajo unas condiciones específicas.

Carga: potencia eléctrica requerida para el funcionamiento de uno o varios equipos eléctricos o la potencia que transporta un circuito.

Cargabilidad: límite térmico dado en capacidad de corriente, para líneas de transporte de energía, transformadores, etc.

Capacidad de corriente: corriente máxima que puede transportar continuamente un conductor en las condiciones de uso, sin superar la temperatura nominal de servicio.

Capacidad o potencia instalada: es la sumatoria de las cargas en kVA continuas y no continuas, diversificadas, previstas para una instalación de uso final. Igualmente, es la potencia nominal de una central de generación, subestación, línea de transmisión o circuito de la red de distribución.

Capacidad o potencia instalable: se considera como capacidad instalable, la capacidad en kVA que puede soportar la acometida a tensión nominal de la red, sin que se eleve la temperatura por encima de 60°C en cualquier punto, o la carga máxima que soporta la protección de sobrecorriente de la acometida, cuando exista.

Capacidad nominal: el conjunto de características eléctricas y mecánicas asignadas a un equipo o sistema eléctrico por el diseñador, para definir su funcionamiento bajo unas condiciones específicas.

Circuito eléctrico: lazo cerrado formado por un conjunto de elementos, dispositivos y equipos eléctricos, alimentados por la misma fuente de energía y con las mismas protecciones contra sobretensiones y sobrecorrientes. No se toman los cableados internos de equipos como circuitos.

Conductor activo: aquellas partes destinadas, en su condición de operación normal, a la transmisión de electricidad y por tanto sometidas a una tensión en servicio normal.

Conductor energizado: todo elemento de una instalación eléctrica que no esté conectado a tierra.

Conector: dispositivo que une dos o más conductores con el objeto de suministrar un camino eléctrico continuo.

Confiabilidad: capacidad de un dispositivo, equipo o sistema para cumplir una función requerida, en unas condiciones y tiempos dados. Es fiabilidad.

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

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

Contador de conexión semidirecta: contador de energía que se conecta a la red a través de transformadores de corriente.

Contacto directo: contacto de personas o animales con conductores activos de una instalación eléctrica.

Contacto eléctrico: acción de unión de dos elementos con el fin de cerrar un circuito. Puede ser de frotamiento, de rodillo, líquido o de presión.

Contacto indirecto: contacto de personas o animales con elementos puestos accidentalmente bajo tensión o el contacto con cualquier parte activa a través de un medio conductor.

Corrosión: ataque a una materia y destrucción progresiva de la misma, mediante una acción química, electroquímica o bacteriana.

Cortocircuito: fenómeno eléctrico ocasionado por una unión accidental o intencional de muy baja resistencia entre dos o más puntos de diferente potencial de un mismo circuito.

Degradación: desviación indeseable en las características de funcionalidad, de algún dispositivo, equipo o sistema respecto a sus características consideradas como normales.

Demanda: carga en los terminales de recepción, promediada normalmente durante 15 minutos.

Demanda máxima: la mayor de todas las demandas ocurridas durante un período determinado.

Demanda promedio: valor medio de las demandas tomadas en un periodo determinado.

Distancia al suelo: distancia mínima, bajo condiciones ya especificadas, entre el conductor bajo tensión y el terreno.

Distancia de seguridad: distancia mínima alrededor de un equipo eléctrico o de conductores energizados, necesaria para garantizar que no habrá accidente por

acercamiento de personas, animales, estructuras, edificaciones o de otros equipos.

Distribución de energía eléctrica: transferencia de energía eléctrica a los consumidores, dentro de un área específica.

Dispositivo: elemento de un sistema eléctrico, destinado a transportar la energía eléctrica, pero no a utilizarla.

Electricidad: forma de energía llamada energía eléctrica o el conjunto de disciplinas que estudian los fenómenos eléctricos. Es el producto de la potencia eléctrica consumida por el tiempo de servicio. El suministro de electricidad al usuario debe entenderse como un servicio de transporte de energía con uso intensivo de bienes.

Electrizar: producir electricidad en un cuerpo.

Electrocución: paso de corriente eléctrica a través del cuerpo humano.

Estrato socioeconómico: clasificación que se hace de los suscriptores de servicio residencial teniendo en cuenta los siguientes aspectos:

- Ubicación geográfica
- Servicios públicos
- Vías de acceso y transporte
- Niveles de educación
- Áreas de ocupación y empleo
- Ingreso de la población
- Calidad de la vivienda
- Ocupación de la vivienda
- Posesión de bienes muebles, electrodomésticos, y artículos para su comodidad
- Consumo de servicios públicos

Equipo: término general que incluye los materiales, accesorios, dispositivos, artefactos, utensilios, herrajes y similares, utilizados como parte de una instalación eléctrica, excepto alambre y cables.

Factor de carga: razón de la demanda promedio en un cierto periodo a la demanda máxima durante ese periodo.

Factor de demanda: razón de la demanda máxima de un sistema a la carga instalada del mismo.

Factor de diversidad: razón de la suma de las demandas máximas individuales de las varias subdivisiones de un sistema, a la demanda máxima de todo el sistema.

Factor de pérdidas o factor de carga de las pérdidas: razón de las pérdidas promedio de potencia a las pérdidas máximas de potencia del sistema, en un periodo determinado.

Factor de potencia: Razón entre la potencia activa (kW) y la potencia de dimensionamiento (kVA).

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

Falla: degradación de un conductor, un grupo de conductores, un terminal, un devanado o cualquier otro elemento de un sistema polifásico que va a estar energizado durante el servicio normal.

Fase: designación de un conductor, un grupo de conductores, un terminal, un devanado o cualquier otro elemento de un sistema polifásico que va a estar energizado durante el servicio normal.

Flecha: distancia vertical máxima en un vano, entre el conductor y la línea recta horizontal que una los dos puntos de sujeción.

Fuente de energía: todo equipo o sistema que suministre energía eléctrica.

Instalación eléctrica: conjunto de aparatos eléctricos y de circuitos asociados, previstos para un fin particular: generación, transmisión, transformación, rectificación, conversión, distribución o utilización de la energía eléctrica.

Línea de transmisión: un sistema de conductores y sus accesorios, para el transporte de energía eléctrica, desde una planta de generación o una subestación a otra subestación. Un circuito teórico equivalente que representa una línea de energía o de comunicaciones.

Línea eléctrica: conjunto compuesto por conductores, aisladores, estructuras y accesorios destinados al transporte de energía eléctrica.

Luminaria: componente mecánico principal de un sistema de alumbrado, que proyecta, filtra y distribuye los rayos luminosos, además de alojar y proteger los elementos requeridos para la iluminación.

Mantenimiento: conjunto de acciones o procedimientos tendientes a preservar o restablecer un bien, a un estado tal que le permita garantizar la máxima confiabilidad.

Masa: conjunto de partes metálicas de un equipo, que en condiciones normales, están aisladas de las partes activas y se toma como referencia para las señales y tensiones de un circuito electrónico. Las masas pueden estar o no conectadas a tierra.

Método: procedimiento ordenado o técnica para realizar un análisis, un estudio o una actividad. Modo de decir o hacer con orden una cosa.

Modelo: esquema conceptual susceptible de un procedimiento matemático que permite simular la evolución de variables y propiedades de un sistema, durante el desarrollo de un fenómeno físico o químico. Réplica a pequeña escala de un sistema.

Momento eléctrico: Producto de la longitud de un tramo de red por la potencia que circula por la misma.

Neutro: conector activo conectado al punto neutro.

Nivel de riesgo: valoración conjunta de la probabilidad de la ocurrencia de los accidentes, de la gravedad de sus efectos y de la vulnerabilidad del medio.

Nodo: parte de un circuito en el cual dos o más elementos tienen una conexión común.

Nominal: término aplicado a una característica de operación, indica los límites de diseño de esa característica para los cuales presenta las mejores condiciones de operación. Los límites siempre están asociados a una norma técnica.

Plano eléctrico: representación gráfica de las características de diseño y las especificaciones para construcción o montaje de equipos y obras eléctricas.

Puesta a neutro o sistema TN-C: sistema de protección contra contactos eléctricos indirectos, que consiste en unir las carcadas de los equipos al neutro, de tal forma que los defectos de aislamiento, se transformen en cortocircuitos entre fase y neutro. Ya no se utiliza.

Puesta a tierra (PT): grupo de elementos conductores equipotenciales, en contacto eléctrico con el suelo o una masa metálica de referencia común, que distribuye las corrientes eléctricas de falla en el suelo o en la masa. Comprende electrodos, conexiones y cables enterrados.

Receptor: todo equipo o máquina que utiliza la electricidad para un fin particular.

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

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

Regulación: Razón en porcentaje (%) entre la diferencia de magnitudes de la tensión en el receptor en vacío y a plena carga, con respecto a la magnitud de la tensión en el receptor a plena carga.

RETIE: Acrónimo del Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas adoptado por Colombia.

Riesgo: condición ambiental o humana cuya presencia o modificación puede producir un accidente o una enfermedad ocupacional. Posibilidad de consecuencias nocivas, vinculadas a exposiciones reales o potenciales a una forma de energía.

Riesgo de electrocución: posibilidad de circulación de una corriente eléctrica a través de un ser vivo.

Seguridad: estado o condición de riesgo aceptable. Actitud mental de las personas.

Sistema: conjunto de componentes interrelacionados e interactuantes para llevar a cabo una misión conjunta. Admite ciertos elementos de entrada y produce ciertos elementos de salida de un proceso organizado.

Telecomunicación: toda transmisión, emisión o recepción de signos, señales, escritos, imágenes, sonidos o informaciones de cualquier naturaleza por hilo, radioelectricidad, medios ópticos u otros sistemas electromagnéticos.

Tensión: diferencia de potencial eléctrico entre dos conductores que hace que fluyan electrones por una resistencia. Tensión es una magnitud, cuya unidad es un voltio. En castellano no es correcto hablar de “voltaje” y en inglés está siendo remplazado por el término “potential difference” (como aparece en el NEC-2005).

Tensión a tierra: para circuitos puestos a tierra, la tensión entre un conductor dado y el conductor del circuito puesto a tierra o a la puesta a tierra. Para circuitos no puestos a tierra, la mayor tensión entre un circuito conductor dado y algún otro conductor del circuito.

Tensión en modo diferencial: diferencia de potencial entre dos puntos específicos de dos conductores activos.

Tensión nominal: valor convencional de la tensión con el cual se designa un sistema, instalación o equipo para el que ha sido previsto su funcionamiento y aislamiento. Para sistemas trifásicos, se considera como tal la tensión entre fases.

Topología: Diagrama sin escala de una red, que indica la configuración gráfica del sistema.

Tramo: Parte de una red comprendida entre dos puntos de derivación de carga.

Tramo de tendido: Parte de una línea o red, comprendida entre dos apoyos de retención.

Transformador de aislamiento: se aplica a los transformadores empleados para interrumpir la continuidad galvánica en el circuito de una señal.

Unidad: muestra de tamaño arbitrario que se toma como referencia de comparación, para darle sentido al valor numérico resultante de una medida.

Usuario: persona natural o jurídica que se beneficia con la prestación de un servicio público, bien como propietario del inmueble en donde éste se presta, o

como receptor directo del servicio. A este último usuario se denomina también consumidor.

Vano: distancia horizontal entre dos apoyos adyacentes de una línea o red.

Vano crítico: Vano teórico en el cual los esfuerzos por mínima temperatura son iguales a los de máxima velocidad del viento. Es el vano máximo en que domina la hipótesis de mínima temperatura. Para vanos mayores domina la hipótesis de máxima velocidad del viento.

Vano máximo: Mayor vano que se puede construir en terreno llano, limitado por la altura del apoyo.

Vano máximo por penduleo: Mayor vano permitido para una determinada distancia horizontal entre conductores, dado por la longitud de la cruceta.

Vano peso: Distancia horizontal entre los puntos más bajos del conductor en dos vanos adyacentes.

Vano regulador: Vano teórico de regulación que simula las variaciones de esfuerzos por cambio de temperatura y velocidad del viento y como lo hace el conjunto de vanos entre dos estructuras de retención consecutivas.

Vano viento: Distancia horizontal sobre la cual se supone que actúa la fuerza del viento sobre los conductores en un apoyo. Se toma como la semisuma de los vanos adyacentes de una estructura.

Vida útil: tiempo durante el cual un bien cumple la función para la que fue concebido.

Zona de servidumbre: es una franja de terreno que se deja sin obstáculos a lo largo de una línea de transporte de energía eléctrica, como margen de seguridad para la construcción, operación y mantenimiento de dicha línea, así como para tener una interrelación segura con el entorno.

2.1 LO QUE DICE LA NORMATIVA COLOMBIANA ACTUAL (RETIE ACTUALIZACIÓN MARZO 2009)

[La normatividad colombiana establece entre otras cosas que se calificara como instalación eléctrica de distribución todo conjunto de aparatos y de circuitos asociados para transporte y transformación de la energía eléctrica, cuyas tensiones nominales sean iguales o superiores a 110V y menores a 57.5 kV.

Los alcances del sistema de distribución:

- a. Subestaciones de distribución, que deben cumplir los requisitos que apliquen.
- b. Circuitos primarios o “alimentadores”, que suelen operar en el rango de 7.6 kV a 44 kV y que alimentan a la carga en una zona geográfica bien definida.
- c. Transformadores de distribución, en las capacidades nominales superiores a 3 kVA los cuales pueden instalarse en postes, sobre emplazamientos a nivel del suelo o en bóvedas, en la cercanía de los consumidores y que llevan la media tensión hasta el consumidor.
- d. Celdas de maniobra, medida y protección para los transformadores de distribución secundaria en el caso de subestaciones de potencia.
- e. Circuitos de baja tensión, que llevan la energía desde el transformador de distribución, a lo largo de las vías, espacios públicos o terrenos de particulares.

- f. Ramales de acometida que entregan la energía al equipo de entrada de servicio del usuario.

2.1.1 Puestas a tierra de sistemas de distribución

- a. En los sistemas de puesta a tierra se debe cumplir los criterios establecidos en el capítulo II, Artículo 15.
- b. El operador de red debe entregar a los diseñadores de un proyecto, el valor de la máxima corriente de falla a tierra esperada en el nodo respectivo.
- c. Los trabajadores deben considerar todas las partes metálicas no puestas a tierra, como energizadas con tensión más alta a la cual están expuestos, a menos que se verifique mediante pruebas que estas partes están sin dicha tensión.

2.1.2 Estructuras de apoyo y herrajes en redes de distribución

2.1.2.1 Estructura de soporte

Las redes de distribución se soportaran sobre estructuras tales como torres, torrecillas, postes de concreto en cualquiera de sus técnicas de construcción; postes de hierro, postes de madera, acrílicos u otros materiales; siempre que cumplan los siguientes requisitos:

- a. Los postes, torres o torrecillas usados como soportes de redes de distribución deberán tener una tensión de rotura de al menos 2.5 veces la suma de las tensiones mecánicas resultantes de la interacción de los diferentes esfuerzos a que este sometida la estructura, para lo cual se deben tener los esfuerzos de los cables de la red eléctrica y los demás cables y elementos que actúen sobre la estructura.
- b. Deben utilizarse postes o estructuras con dimensiones y tensiones de rotura estandarizadas.

- c. Los postes de madera y todos los elementos de madera usados en las redes de distribución deberán estar debidamente tratados para la protección contra hongos y demás agentes que aceleran su deterioro.
- d. Las torrecillas o postes metálicos deberán estar protegidas contra corrosión, para soportar una vida útil no menos a 25 años y los soportes de redes de media tensión deben estar sólidamente puestos a tierra.
- e. Los postes que presenten fisuras u otros deterioros que comprometan las condiciones mecánicas y la seguridad de la estructura, deberán ser cambiados.
- f. Los postes, torrecillas o en general las estructuras de soporte de redes de distribución deberán demostrar el cumplimiento del RETIE mediante certificado de producto acreditado por la SIC.

2.1.2.2 Herrajes

Se consideran bajo esta denominación todos los elementos utilizados para la fijación de los aisladores a la estructura, los de fijación de conductores a los aisladores, los de fijación de cable de tierra a la estructura, los elementos de protección eléctrica de los aisladores y los accesorios del conductor, como, conectores, empalmes, separadores y amortiguadores, deberán cumplir los siguientes requisitos:

- a. Los herrajes empleados en los circuitos de media tensión serán de diseño adecuado a su función mecánica y eléctrica y deben resistir la acción corrosiva durante su vida útil, para estos efectos se tendrán en cuenta las características predominantes del ambiente en la zona donde se requieran instalar.
- b. Los herrajes sometidos a tensión mecánica por los conductores y cables de guarda o por los aisladores, deben tener un coeficiente de seguridad mecánica ni inferior a tres respecto a su carga de trabajo. Cuando la carga

mínima de rotura se compruebe mediante ensayos, el coeficiente de seguridad podrá reducirse a 2.5.

- c. Las grapas de retención del conductor deben soportar un esfuerzo mecánico en el cable del 80% de la carga de rotura del mismo, sin que se produzca deslizamiento.
- d. El espesor efectivo de los recubrimientos exigidos en la tabla 2 (RETIE ACTUALIZACIÓN MARZO 2009), en ningún punto debe ser inferior a los valores indicados.
- e. Los herrajes, usados en distribución deberán demostrar la conformidad en el presente Reglamento mediante certificado de producto, expedido por un organismo de certificación acreditado.

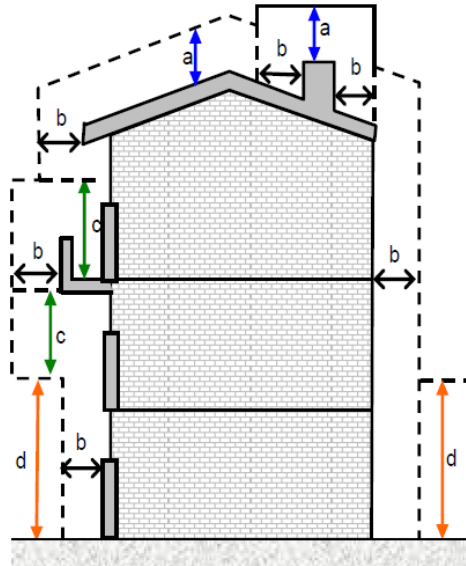
2.1.3 Aislamiento

Las redes de distribución deben cumplir los requerimientos de aislamiento a las partes energizadas, para evitar contactos tanto por deficiencia en las distancias de seguridad cuando el aislamiento es aire o contactos indirectos por deficiencias o insuficiencias de los materiales de los aisladores.

2.1.3.1 Distancias de seguridad en redes de distribución

Las distancias mínimas de seguridad que deben guardar las partes energizadas respecto a las de las construcciones, serán las establecidas en la Tabla 1 y para su interpretación se debe tener en cuenta la Figura 1.

Figura 1. Distancias de seguridad en zonas con construcciones



FUENTE: RETIE Actualización Marzo de 2009

Tabla 1. Distancias mínimas de seguridad en zonas con construcciones

| DISTANCIAS MÍNIMAS DE SEGURIDAD EN ZONAS CON CONSTRUCCIONES | | |
|---|----------------------------------|---------------|
| Descripción | Tensión nominal entre fases (kV) | Distancia (m) |
| Distancia vertical "a" sobre techos y proyecciones, aplicable solamente a zonas de muy difícil acceso a personas y siempre que el propietario o tenedor de la instalación eléctrica tenga absoluto control tanto de la instalación como de la edificación (Figura 5). | 44/34,5/33 | 3,8 |
| | 13,8/13,2/11,4/7,6 | 3,8 |
| | <1 | 0,45 |
| Distancia horizontal "b" a muros, proyecciones, ventanas y diferentes áreas independientemente de la facilidad de accesibilidad de personas. (Figura 5) | 115/110 | 2,8 |
| | 66/57,5 | 2,5 |
| | 44/34,5/33 | 2,3 |
| | 13,8/13,2/11,4/7,6 | 2,3 |
| | <1 | 1,7 |
| Distancia vertical "c" sobre o debajo de balcones o techos de fácil acceso a personas, y sobre techos accesibles a vehículos de máximo 2,45 m de altura. (Figura 5) | 44/34,5/33 | 4,1 |
| | 13,8/13,2/11,4/7,6 | 4,1 |
| | <1 | 3,5 |
| Distancia vertical "d" a carreteras, calles, callejones, zonas peatonales, áreas sujetas a tráfico vehicular. (Figura 5) | 500 | 8,6 |
| | 230/220 | 6,8 |
| | 115/110 | 6,1 |
| | 66/57,5 | 5,8 |
| | 44/34,5/33 | 5,6 |
| | 13,8/13,2/11,4/7,6 | 5,6 |
| | <1 | 5 |

FUENTE: RETIE Actualización Marzo de 2009

2.1.4 Aisladores

Deben cumplir los siguientes requisitos:

- a. Los aisladores usados en redes de distribución deberán tener como mínimo las siguientes cargas de rotura:
 - Los de suspensión tipo disco, por lo menos el 80% de la tensión de rotura del conductor utilizado.
 - Tipo carrete mínima equivalente al 50% de la carga de rotura del conductor utilizado.
 - Tipo espigo (o los equivalentes a line post) mínima equivalente al 10% de la carga de rotura del conductor utilizado.
 - Tipo tensor deberá verificarse que la carga de rotura sea superior a los esfuerzos mecánicos a que será sometido por parte de la estructura y del templete en las condiciones ambientales más desfavorables.
- b. Los aisladores deben someterse a mantenimiento. El criterio para determinar la pérdida de su función, será la rotura o pérdida de sus cualidades aislantes, al ser sometidos simultáneamente a tensión eléctrica y esfuerzo mecánico del tipo al que se vaya a encontrarse sometido.
- c. Los aisladores, usados en distribución deberán demostrar la conformidad del presente Reglamento mediante certificado de producto, expedido por un organismo de certificación acreditado por la SIC.

2.1.5 Conductores

Los conductores usados en redes de distribución deben cumplir los requerimientos eléctricos y mecánicos para las condiciones donde sean instalados.

2.1.5.1 Conductores aéreos

- a. En ningún momento los conductores deben ser sometidos a tensiones mecánicas por encima de las especificadas como de rotura y el tendido en redes aéreas no debe pasar el 25% de la tensión de rotura.

- b. Deben instalarse con herrajes apropiados al tipo y propiedades de material y calibre del conductor.
- c. En el diseño debe tenerse en cuenta el criterio de pérdidas técnicas en la sección del conductor económico.
- d. En áreas donde no se puedan garantizar las distancias de seguridad, deberán utilizarse conductores aislados o semiaislados con las restricciones establecidas.
- e. Los empalmes de conductores aéreos deben garantizar operar por lo menos al 90% de la tensión de rotura sin que el conductor se deslice.
- f. Los conectores o uniones con otros conductores deberán ser de materiales apropiados que no produzcan par galvánicos, que pongan en riesgo de rotura el conductor.
- g. Cuando se observe deterioro del conductor por la pérdida de hilos, afectaciones por arcos o cortocircuitos que disminuyan la disminución de su tensión de rotura, deberán cambiarse o tomarse las acciones correctivas.]¹

2.2 PARÁMETROS DE DISEÑO SEGÚN LA NORMA PARA CÁLCULO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN (REVISIÓN 3-2005)

2.2.1 Características del diseño

2.2.1.1 Demandas máximas por niveles de tensión

El nivel de tensión para la alimentación se seleccionará con base en la demanda máxima diversificada proyectada del suscriptor según la tabla 2.

[1.] RETIE ACTUALIZACIÓN MARZO 2009.

Tabla 2. Demandas máximas por niveles de tensión

| Tensión [kV] | Demanda máxima [kVA] |
|---------------------|-----------------------------|
| Baja | Hasta... 30 |
| Media (13.2) | Hasta... 500 |
| Media (34.5) | Hasta... 5000 |

FUENTE: Norma ESSA ESP

2.4.1.1 Niveles de tensión de diseño.

Los niveles de tensión son aplicables a sistemas de distribución y a la utilización de energía de corriente alterna, con frecuencia a 60Hz y tensión nominal superior a 100V.

La clasificación, denominación y valores de la tensión nominal se establecen en la tabla 3.

Tabla 3. Niveles de tensión de diseño

| Clasificación (Nivel) | Nivel de tensión | Tensión nominal (V) | | Tensión máxima (% de la nominal) | Tensión mínima (% de la nominal) |
|---------------------------|------------------------------|---|--|---|---|
| | | Sistemas trifásicos de 3 o 4 conductores | Sistemas monofásicos de 2 o 3 conductores | | |
| Baja tensión (nivel 1) | Menor o igual a: 1000V | - | 120 | +5 | -10 |
| | | 120/208 | - | | |
| | | - | 120/240 | | |
| | | 127/220 | - | | |
| | | 220 | - | | |
| | | 254/440 | - | | |

FUENTE: Norma ESSA ESP

2.4.1.2 Factores de seguridad.

Se conoce la razón que debe existir entre el esfuerzo máximo permisible y el esfuerzo de trabajo de un componente.

Tabla 4. Factores de seguridad

| Descripción | Factor(*) |
|------------------------|-----------|
| Postería de concreto | 2.0 |
| Estructura metálica | 1.5 |
| Cargas verticales | 1.1 |
| Cargas horizontales | 1.7 |
| Cargas de ángulo | 1.5 |
| Cable para templetos | 2.0 |
| Anclaje para templetos | 2.5 |
| Herrajes | 1.5 |
| Flexión para espigos | 1.5 |

FUENTE: Norma ESSA ESP

* Los anteriores factores se aplican para la condición normal. En caso de condición anormal, el factor de sobre carga para los diferentes tipos de carga es de 1.25.

2.4.1.3 Porcentaje de Regulación

Dado que la carga es de tipo residencial los porcentajes de regulación que se aplicaran a cada una de las redes del sistema son las mostradas en la tabla 5.

Tabla 5. Porcentaje Regulación

| | |
|-----------------------|----|
| Red Primaria (13.2kV) | 3% |
| Alumbrado Público | 4% |
| Red Baja Tensión | 5% |

FUENTE: Norma ESSA ESP

2.4.1.4 Pérdidas máximas de energía y potencia

Según la tabla 6, las pérdidas que se pueden presentar en los sistemas de distribución y que se deben tener en cuenta son las siguientes:

Tabla 6. Pérdidas máximas de potencia y energía

| COMPONENTE | ENERGÍA | POTENCIA |
|---------------------------------|---------|----------|
| Línea de distribución (34.5 kV) | 1.5 | 2.7 |
| Alimentadores Primarios | 0.5 | 0.8 |
| Transformadores | 2.2 | * |
| Redes de Baja Tensión | 2.7 | 5.5 |

FUENTE: Norma ESSA ESP

3. LEVANTAMIENTO E INVENTARIO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EXISTENTE

3.1 INTRODUCCIÓN

Esta actividad tiene como objeto localizar sobre los planos topográficos del sector las instalaciones eléctricas existentes, con el fin de establecer el estado, su grado de utilización y tenerla presente para los cálculos inherentes a reformas futuras o extensión en dicho sistema.

Los trabajos realizados son muy importantes para el posterior diseño de las redes eléctricas. Se debe hacer un análisis detallado en aquellos eventos anormales que de una u otra forma están violando las normas que rigen la utilización de sistema eléctrico en Colombia.

3.2 RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN

3.2.1 Planos: El inventario se realizó en base al plano del sector adquirido en el instituto Geográfico Agustín Codazzi; el cual según las normas debe estar a escala 1:2000 con el fin de facilitar la labor de localización de las estructuras, el levantamiento de la red existente y el diseño para la remodelación de las redes.

3.2.2 Red existente: Estos datos fueron recopilados en la Electrificadora de Santander ESSA ESP a nivel de media y baja tensión, se encontraron informaciones desactualizadas, también se hizo un registro fotográfico donde se puede apreciar el estado real de las redes. Ver ANEXO 1.

3.3 LOCALIZACIÓN Y DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO

3.3.1 Aspecto Geográfico y Físico.

El barrio San Pedro Claver se encuentra ubicado en el sector sur de la ciudad de Bucaramanga ubicado a 7° 05' 56.29" de latitud norte y 73° 06' 39.13" de longitud W. De Greenwich, con altura de 960 m.s.n.m, con temperatura media de 26°. Cuenta aproximadamente con 300 familias ubicadas en 30520.92 m².

Sus límites son, por el Norte: Viaducto La Flora Navidad, al Sur: Viaducto García Cadena, al Este: barrio San Miguel y Barrio San Martín, al Oeste: barrio Antonia Santos y el barrio La Victoria.

3.3.2 Aspecto Económico

Este sector se encuentra clasificado como estrato dos, identificado con poco desarrollo económico. Los habitantes del barrio San Pedro Claver se caracterizan por ser gente sencilla y trabajadora, humilde con espíritu de colaboración y cooperación con el propio y el extraño.

3.3.3 Aspecto Educativo

El sector cuenta con una institución educativa que ofrece a sus habitantes educación básica primaria, secundaria y media vocacional. Además se cuenta con centro de salud e iglesia católica.

3.3.4 Aspecto Social

Dentro de la población existen organizaciones sociales como la junta de acción comunal que se encarga de velar por las necesidades tanto económicas como sociales.

Figura 2. Localización



3.4 INVENTARIO DE LA RED DE MEDIA TENSIÓN

3.4.1 Red de media tensión

Se presenta un cruce de red de media tensión a lo largo de la carrera 73 A desde la carrera 30A hasta la carrera 29.

3.4.2 Subestaciones

A lo largo del tramo no se encuentran subestaciones.

3.5 INVENTARIO DE REDES DE BAJA TENSIÓN

3.5.1 Redes de baja tensión

Dentro de este tramo se encuentra que todas las redes son aéreas y se presentan ubicadas alrededor de toda la calle 73, con ramificaciones en los lados.

3.5.2 Subestaciones

A lo largo del tramo se encuentra una subestación aérea (tipo poste), ubicada en. Estas distribuyen a una variedad de viviendas unifamiliares, multifamiliares y pequeños locales.

3.5.3 Acometidas domiciliarias

Se presentan acometidas de las siguientes formas: acometidas monofásicas bifilares, bifásicas trifilares, donde todas son aéreas ubicadas adyacentes al poste más cercano a la instalación servida.

3.6 USO Y DESCRIPCIÓN DE LAS PLANILLAS DEL INVENTARIO ELÉCTRICO

3.6.1 Convenciones: Las convenciones para las anotaciones en los planos y plantillas de los levantamientos son definidos por las Normas para el cálculo y diseño de sistemas de distribución.

3.6.2 Planilla de inventario: Estas permitirán efectuar el inventario físico de las redes de energía existentes, con una evaluación del estado y de su grado de utilización. Lo anterior conlleva a que estas deben llenarse de una forma clara y de fácil apreciación para tener presente en los cálculos inherentes al proyecto o reformas futuras o expansión que se hagan al sistema.

3.6.3 Planilla de inventario redes de baja tensión

Esta planilla aparece en el Anexo 6, la cual comprende los siguientes aspectos:

- La Tabla 37 (Descripción del Transformador) permite establecer la localización, tipo, capacidad, usuarios y el estado de transformador en estudio.
- La primera y segunda columna describen a cada tramo, la longitud de este en metros, calibres, clases de aislante, y material de los conductores tanto de las fases del neutro como del alumbrado público.
- La tercera columna, número de acometidas; permitirá identificar en el poste inicial del tramo la cantidad usuarios monofásicos, bifásicos que alimenta el transformador.
- La cuarta columna, soportes; describe la cantidad y el número de puestos de los dispositivos que soportan a los conductores de baja tensión; como son las perchas, palomillas u otro elementos que cumplen esta misma función.
- La quinta columna, aisladores; permite identificar la cantidad, el tipo y el estado de los elementos que aíslan a los conductores de la red con respecto a la estructura que lo soporta.
- En la sexta columna se identifica el tipo y el número de luminarias usadas para el alumbrado público, al igual que la tensión nominal de alimentación de estas.

- En la séptima columna se tendrá para la estructura terminal de tramo las siguientes características: Tipo de apoyo, material, altura promedio y estado en que se encuentra.
- En la octava columna se anotará el tipo, la existencia de aislador tensor, el material y el estado del templete que balancea las cargas en el extremo de la estructura que soporta los conductores en baja tensión.
- La tabla 36 (Convenciones Levantamiento) posee las convenciones con que deben ser llenadas las diferentes columnas de la plantilla para una mayor facilidad y entendimiento.

4 DETERMINACIÓN DE LA CARGA DE DISEÑO

4.1 CRITERIOS Y DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA MÁXIMA

4.1.1 Determinación de la carga para el rediseño

Debido a la dificultad para realizar una medida exacta de la carga existente que está alimentando el transformador, se hizo un muestreo de las cargas tipo para poder obtener la demanda máxima, de igual forma se asume que habrá un porcentaje de error en los valores obtenidos.

De acuerdo con el estudio socioeconómico, la infraestructura de las viviendas y al censo realizado a los usuarios del barrio SAN PEDRO CLAVER SUR-BUCARAMANGA; definimos cuatro tipos de carga residencial y un tipo de carga comercial; para la vivienda tipo A y B se tomó un área promedio, para la tipo C y D, se tomó la menor área debido a que ésta en su totalidad no está construida, y la tipo E que hace referencia a las viviendas de actividad comercial. Los tipos de carga se definen como:

4.1.1.1 Carga Tipo A.

Este tipo de carga abarca los usuarios cuyas viviendas están entre un rango de área de [40-80 m²]. Para este tipo de cargas se asumirá 60,23 m² que es aproximadamente el promedio del área construida de las viviendas.

Cálculo de demanda para equipos de alumbrado general:

Según la norma técnica colombiana NTC 2050 Primera Actualización 1998 (Art 220-3-b), se estima un valor de 32VA/m² para equipos de alumbrado y artefactos menores, como demanda mínima en viviendas:

$$\text{alumbrado} = 32 \frac{\text{VA}}{\text{m}^2} * \text{Area} [\text{m}^2]$$

Cálculo de la demanda individual, por vivienda tipo:

$$\text{Cargas de alumbrado y equipos menores} = 32 \frac{\text{VA}}{\text{m}^2} * 60,23[\text{m}^2] = 1927,36 \text{ VA}$$

Cargas equipos de lavado y/o plancha: 1500 VA (1 circuito)

Cargas pequeños artefactos cocina: 1500 VA (1 circuito)

Carga total demandada: 4927,36 VA

- Para el cálculo de la demanda máxima individual, se hará uso de la metodología expuesta por la Normas para cálculo y diseño de sistemas de distribución ESSA ESP, descrita en el numeral 2.3.3, donde se contempla el estrato y un factor de ponderación según el tipo de carga:

| | |
|------------------------------------|------------|
| Carga total demandada | 4927,36 VA |
| Artefacto de mayor carga instalado | 1200 VA |

Para estratos 1 y 2 tenemos que:

| | |
|-------------------------|--------|
| Carga de mayor potencia | 100% |
| Carga restante | Al 50% |

Aplicando dichos factores para nuestra vivienda tipo se tiene que:

$$\text{Carga de mayor potencia: } 1200 \text{ al } 100\% = 1200 \text{ VA}$$

$$\text{Carga restante} = (4927,36 - 1200) * 0.5 = 1863,68 \text{ VA}$$

Demanda máxima por vivienda: 3063,68 VA

Número de usuarios = 77

Demanda máxima total tipo A: 235903,36 VA

4.1.1.2 Carga Tipo B.

En este tipo de carga se consideran aquellos usuarios en los cuales sus viviendas están en un rango entre [80-110 m²].

Cálculo de la demanda individual, por vivienda tipo:

*Cargas de alumbrado y equipos menores = $32 \frac{VA}{m^2} * 91,384[m^2] = 2924,288 VA$*

Cargas equipos de lavado y/o plancha: 1500 VA (1 circuito)

Cargas pequeños artefactos cocina: 1500 VA (1 circuito)

Carga total demandada: 5924,288 VA

| | |
|------------------------------------|-------------|
| Carga total demandada | 5924.288 VA |
| Artefacto de mayor carga instalado | 1200 VA |

Para estratos 1 y 2 tenemos que:

| | |
|-------------------------|--------|
| Carga de mayor potencia | 100% |
| Carga restante | Al 50% |

Aplicando dichos factores para nuestra vivienda tipo se tiene que:

Carga de mayor potencia = 1200 al 100% = 1200 VA

*Carga restante: $(5924,288 - 1200) * 0.5 = 2362,14 VA$*

Demanda máxima por vivienda = 3562,144 VA

Número de usuarios = 50

Demanda máxima total tipo B = 178707,2 VA

4.1.1.3 Carga Tipo C.

En este tipo de carga se consideran las viviendas que poseen un área entre el rango [110-150m²].

Cálculo de la demanda individual, por vivienda tipo:

*Cargas de alumbrado y equipos menores = $32 \frac{VA}{m^2} * 113,53[m^2] = 3632,96 VA$*

Cargas equipos de lavado y/o plancha: 1500 VA (1 circuito)

Cargas pequeños artefactos cocina: 1500 VA (1 circuito)

Carga total demandada: 6632,96 VA

| | |
|------------------------------------|------------|
| Carga total demandada | 6632.96 VA |
| Artefacto de mayor carga instalado | 1200 VA |

Para estratos 1 y 2 tenemos que:

| | |
|-------------------------|--------|
| Carga de mayor potencia | 100% |
| Carga restante | al 50% |

Aplicando dichos factores para nuestra vivienda tipo se tiene que:

Carga de mayor potencia := 1200 al 100% = 1200 VA

*Carga restante: $(6632,96 - 1200) * 0.5 = 2716,48 VA$*

Demanda máxima por vivienda: 3916,48 VA

Número de usuarios = 27

Demanda máxima total tipo C = 105744,96 VA

4.1.1.4 Carga Tipo D

En este tipo de carga se consideran aquellos usuarios en los cuales sus viviendas tienen un área > 150 m².

Cálculo de la demanda individual, por vivienda tipo:

*Cargas de alumbrado y equipos menores = $32 \frac{VA}{m^2} * 150,67[m^2] = 4821,44 VA$*

Cargas equipos de lavado y/o plancha: 1500 VA (1 circuito)

Cargas pequeños artefactos cocina: 1500 VA (1 circuito)

Carga total demandada: 7821,44 VA

| | |
|------------------------------------|------------|
| Carga total demandada | 7821.44 VA |
| Artefacto de mayor carga instalado | 1200 VA |

Para estratos 1 y 2 tenemos que:

| | |
|-------------------------|--------|
| Carga de mayor potencia | 100% |
| Carga restante | al 50% |

Aplicando dichos factores para nuestra vivienda tipo se tiene que:

Carga de mayor potencia = 1200 al 100% = 1200 VA

*Carga restante: $(7821,44 - 1200) * 0.5 = 3310,72 VA$*

Demanda máxima por vivienda: 4510,72 VA

Número de usuarios = 14

Demanda máxima total tipo D = 63150,6 VA

4.1.1.5 Carga Tipo E

Para este tipo se consideran las viviendas que poseen cargas especiales.

Cálculo de la demanda individual, por vivienda tipo:

*Cargas de alumbrado y equipos menores = $32 \frac{VA}{m^2} * 102,66[m^2] = 3285,12 VA$*

Cargas equipos de lavado y/o plancha: 1500 VA (1 circuito)

Cargas pequeños artefactos cocina: 1500 VA (1 circuito)

Carga total demandada: 6285,12 VA

| | |
|------------------------------------|------------|
| Carga total demandada | 6285.12 VA |
| Artefacto de mayor carga instalado | 2286 VA |

Para estratos 1 y 2 tenemos que:

| | |
|-------------------------|--------|
| Carga de mayor potencia | 100% |
| Carga restante | al 50% |

Aplicando dichos factores para nuestra vivienda tipo se tiene que:

Carga de mayor potencia = 2286 al 100% = 2286 VA

Carga restante: $(6285,12 - 1200) = 5085,12 \text{ VA al } 50\% = 3310,72 \text{ VA}$

Demanda máxima por vivienda: 4828,56 VA

Número de usuarios = 1

Demanda máxima total tipo E = 4828,56 VA

Para los otros tres usuarios comerciales se tiene la siguiente demanda máxima que dependiendo del área, será asignada la demanda máxima tipo anteriormente calculada.

Sala de internet 1:

Para esta vivienda tipo comercial se tuvo en cuenta la vivienda tipo A debido a la infraestructura de la casa y a la carga que posee.

Demanda máxima = 3562,144 VA

Sala de internet 2:

Para este usuario se tuvo en cuenta la vivienda tipo B.

Demanda máxima = 3063,68 VA

Micro mercado:

Para este usuario se tomó la vivienda tipo A.

Demanda máxima = 3562,144 VA

Factor de Diversidad:

Para un sector residencial de estrato 2 tenemos un factor de diversidad de:

$$F_{div_res} = \frac{1}{0,2 + 0,8 * e^{\left(\frac{1-N}{6}\right)}}$$

Factor de diversidad para viviendas tipo residencial:

$N =$ número de usuarios para la carga tipo residencial = 168

$$F_{div_res} = \frac{1}{0,2 + 0,8 * e^{\left(\frac{1-168}{6}\right)}} = 5$$

$N =$ número de usuarios para la carga tipo E = 4

$$F_{div_com} = \frac{1}{0,2 + 0,8 * e^{\left(\frac{1-N}{4,5}\right)}}$$

$$F_{div_com} = \frac{1}{0,2 + 0,8 * e^{\left(\frac{1-4}{4,5}\right)}} = 1,637$$

Demanda máxima total de las viviendas:

$$D_{max} = \frac{D_{maxA} + D_{maxB} + D_{maxC} + D_{maxD}}{F_{div_res}} + \frac{D_{maxE}}{F_{div_com}} + AP$$

$$D_{max} = \frac{235903,36 + 178707,2 + 105744,96 + 63150,6}{5} + \frac{3562,44 + 3063,68 + 3562,144 + 5596,72}{1,637} + 10173$$

$$D_{max} = 135,926 \text{ kVA}$$

Con base a la inspección de la vivienda tipo se presenta a continuación el siguiente cuadro de cargas (cargas instaladas)

Tabla 7. Cuadro de carga instalada viviendas tipo A, B, C, D

| SALIDA | CARGA [VA] | CANTIDAD | SUBTOTAL |
|-------------------|------------|----------|----------|
| Lavadora | 1200 | 1 | 1200 |
| Plancha | 1200 | 1 | 1200 |
| Pequeños aparatos | 1200 | - | 1200 |
| TOTAL | - | - | 3600 |

CARGA TIPO E.

Sala de internet 1:

Tabla 8. Cuadro de carga instalada viviendas tipo E

| SALIDA | CARGA [VA] | CANTIDAD | SUBTOTAL |
|-------------------|------------|----------|----------|
| Alumbrado y tomas | 3032,96 | - | 3032,96 |
| Lavadora | 1200 | 1 | 1200 |
| Plancha | 1200 | 1 | 1200 |
| Computadores | 300 | 6 | 1800 |
| Pequeños aparatos | 1200 | - | 1200 |
| TOTAL | | | 8432,96 |

Sala de *internet 2*:

Tabla 9. Cuadro de carga instalada viviendas tipo E

| SALIDA | CARGA [VA] | CANTIDAD | SUBTOTAL |
|-------------------|------------|----------|----------|
| Alumbrado y tomas | 4830,96 | - | 4830,96 |
| Lavadora | 1200 | 1 | 1200 |
| Horno Microondas | 1200 | 1 | 1200 |
| Plancha | 1200 | 2 | 2400 |
| Computadores | 300 | 8 | 2400 |
| Pequeños aparatos | 1200 | - | 1200 |
| TOTAL | | | 12030,96 |

Micro mercado:

Tabla 10. Cuadro de carga instalada viviendas tipo E

| SALIDA | CARGA [VA] | CANTIDAD | SUBTOTAL |
|-------------------|------------|----------|----------|
| Alumbrado y tomas | 6556,62 | - | 6556,62 |
| Lavadora | 1200 | 2 | 2400 |
| Horno Microondas | 1200 | 1 | 1200 |
| Plancha | 1200 | 2 | 2400 |
| Congeladores | 1200 | 1 | 1200 |
| Refrigeradores | 400 | 2 | 800 |
| Pequeños aparatos | 1200 | - | 1200 |
| TOTAL | | | 15756,62 |

Taller de soldadura:

Tabla 11. Cuadro de carga instalada viviendas tipo E

| SALIDA | CARGA [VA] | CANTIDAD | SUBTOTAL |
|-------------------|------------|----------|----------|
| Alumbrado y tomas | 3346,24 | - | 3346,24 |
| Lavadora | 1200 | 1 | 1200 |
| Horno Microondas | 1200 | 1 | 1200 |
| Plancha | 1200 | 1 | 1200 |
| Soldador | 2286 | 1 | 2286 |
| Pequeños aparatos | 1200 | - | 1200 |
| TOTAL | | | 10432,24 |

NÚMERO TOTAL DE USUARIOS: 172

Alumbrado Público = 10,173 kVA

Para nuestro diseño se utilizarán dos transformadores de 75 KVA a lado y lado del barrio con el fin de corregir los problemas de regulación, debidos a la topología del barrio, además de reducir las pérdidas de potencia en los conductores de baja de tensión.

5. CÁLCULO DE LOS TRANSFORMADORES

5.1 TRANSFORMADOR 75kVA –A

Para el cálculo de la demanda máxima de este transformador se utiliza la metodología anteriormente descrita; por consiguiente tenemos:

Para un área entre [40-80 m²] se tiene una demanda máxima por vivienda de:

$$\text{Demanda máxima por vivienda} = 3063,68 \text{ VA}$$

$$\text{Número de usuarios} = 54$$

$$\text{Demanda máxima total tipo A} = 165438,72 \text{ VA}$$

Para un área entre [80-110 m²] se tiene una demanda máxima por vivienda de:

$$\text{Demanda máxima por vivienda: } 3562,144 \text{ VA}$$

$$\text{Número de usuarios} = 9$$

$$\text{Demanda máxima total tipo B: } 32059,296 \text{ VA}$$

Para un área entre [110-150 m²] se tiene una demanda máxima por vivienda de:

$$\text{Demanda máxima por vivienda: } 3916,48 \text{ VA}$$

$$\text{Número de usuarios} = 15$$

$$\text{Demanda máxima total tipo C: } 58747,2 \text{ VA}$$

Para un área [>150 m²] se tiene una demanda máxima por vivienda de:

$$\text{Demanda máxima por vivienda: } 4510,72 \text{ VA}$$

$$\text{Número de usuarios} = 8$$

$$\text{Demanda máxima total tipo D: } 36085,76 \text{ VA}$$

Para las cargas comerciales tenemos la demanda máxima así:

Taller de soldadura:

Demanda máxima: 4828,56 VA

Para los otros tres usuarios comerciales la demanda máxima será la siguiente:

Sala de internet 1:

Para esta vivienda tipo comercial se tuvo en cuenta la vivienda tipo B debido a la infraestructura de la casa y a la carga que posee.

Demanda máxima = 3562,144 VA

Sala de internet 2:

Para este usuario se tuvo en cuenta la vivienda tipo A.

Demanda máxima = 3063,68 VA

Micro mercado:

Para este usuario se tomó la vivienda tipo B.

Demanda máxima = 3562,144 VA

N= número de usuarios para la carga tipo E= 4

Alumbrado público: 5,866 kVA

Total Usuarios = 90

DEMANDA MÁXIMA TOTAL.

$$D_{max} = \frac{165438,72 + 32059,296 + 58747,2 + 36085,76}{5} + \frac{3562,44 + 3063,68 + 3562,144 + 4828,56}{1,637} + 5,866$$

$$D_{max} = 73,505 \text{ VA}$$

5.2 TRANSFORMADOR 75 kVA -B:

Para el cálculo de la demanda máxima de este transformador se utiliza la metodología anteriormente descrita; por consiguiente tenemos:

Para un área entre [40-80 m²] se tiene una demanda máxima por vivienda de:

Demanda máxima por vivienda: 3063,68 VA

Número de usuarios = 23

Demanda máxima total tipo A = 70464,64 VA

Para un área entre [80-110 m²] se tiene una demanda máxima por vivienda de:

Demanda máxima por vivienda: 3562,144 VA

Número de usuarios = 41

Demanda máxima total tipo B = 146047,904 VA

Para un área entre [110-150 m²] se tiene una demanda máxima por vivienda de:

Demanda máxima por vivienda: 3916,48 VA

Número de usuarios = 12

Demanda máxima total tipo C: 46997,76 VA

Para un área [$>150 \text{ m}^2$] se tiene una demanda máxima por vivienda de:

Demanda máxima por vivienda: 4510,72 VA

Número de usuarios = 6

Demanda máxima total tipo D = 27064,32 VA

Alumbrado público: 4,8713 kVA

Total Usuarios = 82

DEMANDA MÁXIMA TOTAL TRANSFORMADOR B.

$$D_{max} = \frac{D_{maxA} + D_{maxB} + D_{maxC} + D_{maxD}}{F_{div_res}} + AP$$

$$F_{div_res} = \frac{1}{0,2 + 0,8 * e^{\left(\frac{1-N}{6}\right)}}$$

$$F_{div_res} = \frac{1}{0,2 + 0,8 * e^{\left(\frac{1-82}{6}\right)}}$$

$$F_{div_res} = 5$$

$$D_{max} = \frac{70464,64 + 146047,904 + 46997,76 + 27064,32}{5} + 4871,3$$

$$D_{max} = 62,987 \text{ kVA}$$

Según este valor calculado se debe elegir un transformador cuyo valor debe ser mayor a la demanda máxima, por ello se eligió dos transformadores de 75 kVA.

6. SELECCIÓN DE PROTECCIONES CONTRA SOBRECORRIENTE Y SOBRETENSIONES

6.1 SELECCIÓN DEL FUSIBLE

Protecciones primarias Transformador A:

Corrientes nominales:

- Primario

$$I_{nP} = \frac{S}{\sqrt{3} * V_L}$$

$$I_{nP} = \frac{75}{\sqrt{3} * 13,2} = 3.2804 [A]$$

- Secundario

$$I_{nS} = \frac{S}{\sqrt{3} * V_L}$$

$$I_{nS} = \frac{75000}{\sqrt{3} * 220} = 196.824 [A]$$

Corrientes de carga Transformador A:

- Primario

$$I_{nP} = \frac{S_{real}}{\sqrt{3} * V_L}$$

$$I_{nP} = \frac{73.505}{\sqrt{3} * 13.2} = 3.215 [A]$$

$$I_{protección} = 4 [A] \text{ Tipo K}$$

Se seleccionó Corta circuitos con cámaras apaga chispas TIPO K de 100[A], 15 kV con fusible de 4 A para operar bajo carga.

➤ Secundario

$$I_{nS} = \frac{S_{real}}{\sqrt{3} * V_L(1 - U_z\%)}$$

$$I_{nS} = \frac{73505}{\sqrt{3} * 220(1 - 0.03)} = 198.867[A]$$

Protecciones primarias Transformador B:

Corrientes nominales:

➤ Primario

$$I_{nP} = \frac{S}{\sqrt{3} * V_L}$$

$$I_{nP} = \frac{75}{\sqrt{3} * 13,2} = 3.2804 [A]$$

➤ Secundario

$$I_{nS} = \frac{S}{\sqrt{3} * V_L}$$

$$I_{nS} = \frac{75000}{\sqrt{3} * 220} = 196.824 [A]$$

Corrientes de carga Transformador B:

➤ Primario

$$I_{nP} = \frac{S_{real}}{\sqrt{3} * V_L}$$

$$I_{nP} = \frac{62.987}{\sqrt{3} * 13.2} = 2.7549 [A]$$

$$I_{protección} = 4 [A] \text{ Tipo K}$$

Se seleccionó Corta circuitos con cámaras apaga chispas TIPO K de 100[A], 15 kV con fusible de 4 A para operar bajo carga.

➤ Secundario

$$I_{nS} = \frac{S_{real}}{\sqrt{3} * V_L (1 - U_z \%)}$$

$$I_{nS} = \frac{62987}{\sqrt{3} * 220 (1 - 0.03)} = 170.4103 [A]$$

6.2 CÁLCULO DE PROTECCIÓN CONTRA SOBRE TENSIONES (DPS)

Para determinar el pararrayos se necesita el factor de puesta a tierra (F_{tp}) que depende del tipo de red y el valor de la tensión máxima.

RED TIPO B:

Es la que se utiliza en Bucaramanga para sistemas de distribución. Esta red tiene un factor de puesta a tierra igual a:

$$F_{tp} = 0.8$$

$$VL_{m\acute{a}x} = 13200 * 1.1 = 14520 \cong 14500[V]$$

$$VL_{m\acute{a}x} = 14500[V]$$

$$V_p = F_{tp} * VL_{m\acute{a}x}$$

$$V_p = 0.8 * 14500 = 11.6[kV]$$

Para éste caso tenemos que elegir un pararrayos de 12[kV] con una capacidad de corriente de descarga de 10[kA].

6.3 CÁLCULO PUESTA A TIERRA PARA EL NEUTRO

Se va a utilizar una configuración de electrodos en línea recta.

$$R = \frac{\rho}{n} \left(0.404 + \frac{0.16}{S} \ln(0.655n) \right)$$

Dónde:

S = separación de los electrodos

n = Número electrodos

ρ = resistividad del terreno

La puesta a tierra tendrá las siguientes dimensiones:

$$S = 2 * 2.4[m] = 4.8[m]$$

$$n = 2$$

$$\rho = 70[\Omega * m]$$

$$R = \frac{70}{2} \left(0.404 + \frac{0.16}{4.8} \ln(0.655 * 2) \right) = 14.46[\Omega]$$

Bajantes de puesta a tierra. De acuerdo con la norma de la ESSA ESP REVISIÓN 3-2005 sección 6.2.4, para subestaciones aéreas los bajantes se harán en conductor de cobre y cuyo calibre se seleccionara de acuerdo con la corriente nominal secundaria del transformador. De esto se obtiene que para una corriente de 196,82 A se debe seleccionar un bajante en cobre de calibre # 1 AWG, y aterrizado sólidamente a tierra; debido a que éste conductor no es comercial, el bajante de puesta a tierra quedará de la siguiente manera.

Bajante de PTA: 1/0 AWG Cu.

Ducto: (3/4)" galvanizado.

Electrodo de PTA: 2x varilla cooperwell 2,4m

6.4 CÁLCULO PUESTA A TIERRA PARA EL DPS

Se va a utilizar una configuración de la malla con electrodo en cada esquina. Para esta configuración tenemos que:

$$R = \frac{\rho}{n} \left(0.404 + \frac{0.16}{S} \ln(0.655n) \right)$$

Dónde:

$S = \text{separación de los electrodos}$

$n = \text{Número electrodos}$

$\rho = \text{resistividad del terreno}$

La puesta a tierra tendrá las siguientes dimensiones:

$$S = 2 * 2.4[m] = 4.8[m]$$

$$n = 3$$

$$\rho = 70[\Omega * m]$$

$$R = \frac{70}{3} (0.404 + \frac{0.16}{4.8} \text{Ln}(0.655 * 3)) = 9.95[\Omega]$$

Bajantes de puesta a tierra:

Bajante de PTA: N° 4 AWG Cu.

Ducto: (1/2)" galvanizado.

Electrodo de PTA: 3 x varilla cooperwell 2,4m.

6.5 CÁLCULO AISLADORES PARA RED MEDIA TENSIÓN

El número de aisladores de las cadenas se calcula de la siguiente manera:

$$V_{FH} = \frac{K}{p} * (2.42V_L + 20)$$

$V_{FH} = \text{Tensión de flameo bajo lluvia de la cadena de aisladores [kV]}$

$K = 1.0 \text{ cadenas de suspensión}$

$K = 1.2 \text{ cadenas de retención}$

$p =$ factor de corrección del aire

$$p = \frac{3.926 * h}{273 + T}$$

$T =$ Temperatura ambiente (°C)

$h =$ Presión atmosférica (cm de Hg)

$$\log h = \log 76 - \left(\frac{y}{18336}\right)$$

$y =$ Altitud sobre el nivel del mar

Los datos para los cálculos son:

$$y = 959 [m]$$

$$T = 24^{\circ}\text{C}$$

$$V_L = 13.2[kV]$$

$$\log h = \log 76 - \frac{959}{18336}$$

$$h = 67.38[cm de Hg]$$

$$p = 3.956 * \frac{67.38}{273 + 24} = 0.904$$

$$V_{FH} = \frac{1.2}{0.904} * ((2.42 * 13.2) + 20)$$

$$V_{FH} = 68.95[kV]$$

Con base al resultado anterior y las características de los aisladores se necesitan tres aisladores de 6" ó dos aisladores de 10", por facilidad o mayor cubrimiento de aislamiento se escogen dos aisladores tipo disco de 10" ANSI 52-3.

7. MATRICES DE CÁLCULO

Con el fin de realizar los cálculos eléctricos para cada transformador se realizó una matriz de cálculo en Excel, ver Tablas 13 y 14, se calcularon los parámetros y valores necesarios para realizar el análisis de la red para cada transformador. A continuación se muestra un cálculo tipo.

Cálculos para el circuito 1A del transformador A:

- Factor de diversidad

$$F_{div} = \frac{1}{0,2 + 0,8 * e^{\left(\frac{1-N}{6}\right)}}$$

Se calcula el factor de diversidad en cada tramo, teniendo en cuenta el número de usuarios por tramo.

$$F_{div\ 0-8} = \frac{1}{0,2 + 0,8 * e^{\left(\frac{1-23}{6}\right)}} = 4.5361$$

$$F_{div\ 8-10} = 4.5361$$

$$F_{div\ 10-15} = 2.8481$$

$$F_{div\ 15-16} = 2.0230$$

- Demanda por tramo:

Para hallar la demanda por tramo se procedió de la siguiente manera, ya que las cargas en las viviendas eran diferentes.

$$Dmx_{0-8} = \frac{\text{carga acumulada}}{F_{div\ 0-8}} + A.P$$

$$Dmx_{0-8} = 26,509 \text{ kVA}$$

$$Dmx_{8-10} = 26,043 \text{ kVA}$$

$$Dmx_{10-15} = 23,535 \text{ kVA}$$

$$Dmx_{15-16} = 14,294 \text{ kVA}$$

- Corriente por tramo:

Ahora, se puede obtener la corriente que fluye por los tramos en función de la demanda máxima total y la tensión de línea, siempre que estén presentes las tres fases en el tramo.

$$I_{0-8} = \frac{Dmx_{0-8}}{\sqrt{3} * 208 \text{ V}} = \frac{26.5097 * 10^3}{\sqrt{3} * 208} = 73.5836 \text{ A}$$

$$I_{8-10} = 72.2882 \text{ A}$$

$$I_{10-15} = 65.3278 \text{ A}$$

$$I_{15-16} = 39.6776 \text{ A}$$

- Momento eléctrico:

El momento en cada tramo depende de la demanda máxima del mismo y su longitud.

Dmx = demanda máxima por tramo.

l = longitud del tramo.

$$M_{0-8} = Dmx * l = 26.5097 * 19.9 = 527.5836 \text{ kVA.m}$$

$$M_{8-10} = 989.6362 \text{ kVA.m}$$

$$M_{10-15} = 750.7807 \text{ kVA.m}$$

$$M_{15-16} = 384.9518 \text{ kVA.m}$$

- Calculo de regulación ($\delta\%$):

Fc = Factor de corrección por subestación

K = constante de regulación.

K_g = constante de regulación generalizada.

M = es el momento correspondiente a cada tramo.

$$\delta\%_{0-0} = \frac{F_c * k_g * M}{V_L^2} = 0.1990$$

$$\delta\%_{0-8} = F_c * k * M = 1 * 0,000998094 * 527.5435 = 0.5265$$

$$\delta\%_{8-10} = 0,987\%$$

$$\delta\%_{10-15} = 0.749\%$$

$$\delta\%_{15-16} = 0,3842\%$$

- Regulación acumulada ($\delta_{Acum}\%$):

Es la suma de las regulaciones parciales en un circuito desde el primero hasta el último tramo.

$$\delta_{Acum}\% = \sum \delta\%$$

$$\delta\%_{0-8} = 0.1990 + 0.5265 = 0.7256\%$$

$$\delta\%_{8-10} = 0.7256 + 0.9877 = 1.7133\%$$

$$\delta\%_{10-15} = 1.7133 + 0.7493 = 2.4626\%$$

$$\delta\%_{15-16} = 2.4626 + 0.3842 = 2.8469\%$$

Con la regulación total acumulada, se puede observar que el conductor seleccionado anteriormente cumple con la regulación admitida que es del 3%.

- Pérdidas de potencia ($P_p\%$):

$$P_p\% = \frac{3 * 10^{-4} * r * L * I^2}{D_{Total} * F_p}$$

Dónde:

r [Ω/km] Resistencia del conductor de las fases por unidad de longitud para cada tramo.

L [m] Longitud del tramo.

$D_{Total}[kVA]$ = Es la demanda total del primer tramo.

F_p = Factor de potencia = 0.95

$$P_p\%_{0-0} = \frac{3 * 10^{-4} * 0.53 * 2 * (191,79)^2}{69,096 * 0.95} = \mathbf{0.178\%}$$

$$P_p\%_{0-8} = \frac{3 * 10^{-4} * 0.426 * 19.9 * (73.5836)^2}{26.5097 * 0.95} = \mathbf{0.5468\%}$$

$$P_p\%_{8-10} = \frac{3 * 10^{-4} * 0.426 * 38 * (72,28)^2}{26.043 * 0.95} = \mathbf{1,02573\%}$$

$$P_p\%_{10-15} = \frac{3 * 10^{-4} * 0.426 * 31.9 * (65,237)^2}{23,535 * 0.95} = \mathbf{0.778\%}$$

$$P_p\%_{15-16} = \frac{3 * 10^{-4} * 0.426 * 26,93 * (39,677)^2}{14,294 * 0.95} = \mathbf{0.3989\%}$$

Con las pérdidas de potencia totales acumuladas se sabe que el conductor seleccionado cumple con las pérdidas de potencia admitidas, según la norma de la ESSA ESP REVISIÓN 3-2005 que son máximo del 5,5%.

- Pérdidas de energía ($P_w\%$):

$$P_w\% = \frac{P_p\% * CU_{rms}^2}{CU_{ave}}$$

Donde los valores de CU_{rms} y CU_{ave} se toman de las curvas de demanda diaria por sectores de la Norma de la ESSA (figuras A.5).

Tabla 12. Valores CU_{rms} y CU_{AVE}

| Sectores | CU_ave | CU_rms |
|--------------|----------|----------|
| Estrato 1--2 | 0,513478 | 0,547844 |

FUENTE: Los autores

$$P_{w0-0}\% = \frac{0.1782 * 0,547844^2}{0,513478} = 0,10416\%$$

$$P_{w0-8}\% = \frac{0.5468 * 0,547844^2}{0,513478} = 0,3196\%$$

$$P_{w8-10}\% = \frac{1,02573 * 0,547844^2}{0,513478} = 0,599\%$$

$$P_{w10-15}\% = \frac{0.778 * 0,547844^2}{0,513478} = 0,454\%$$

$$P_{w15-16}\% = \frac{0.3989 * 0,547844^2}{0,513478} = 0,2332\%$$

Siendo las pérdidas de energía el último parámetro de diseño, se puede observar que el conductor seleccionado cumple con lo establecido en la Norma de la ESSA ESP REVISIÓN 3-2005, ya que las pérdidas de energía máximas admitidas son del 2,7% para redes de baja tensión.

Los cálculos para los demás tramos se pueden observar en las tablas 13 y 14.

Tabla 13. Matriz de cálculo para el transformador A

| TRANSFORMADOR A | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------|--------------|----------------|---------------------|---------------|-------------------|--------------------------|-----------------------|-------------------|------------------------|-----------------|----------|---------|----------|------|----------------------|--------------------|---------------|---------------|-------------|---------------|
| CIRCUITO 1A | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tramo | Longitud [m] | N° de usuarios | Usuarios acumulados | Factor de div | Carga_Poste [kVA] | Potencia Luminarias[kVA] | Carga Acumulada [kVA] | Demanda por tramo | Corriente por tramo[A] | Momento [Kva*m] | Calibre | r[Ω/Km] | K | Fcs | δ% parcial por tramo | δ% Total Acumulada | Pp. Parcial % | Pp Acumulada% | Pw parcial% | Pw Acumulada% |
| 0-8 | 19,9 | 0 | 23 | 4,5361919 | 0 | 0,3111111111 | 97,87465014 | 26,50972426 | 73,58363671 | 527,54351 | 2/0 AWG | 0,426 | 9,98E-04 | 1 | 0,526538 | 0,7255983 | 0,546786 | 0,72498698 | 0,319602 | 0,423762172 |
| 8-10 | 38 | 7 | 23 | 4,5361919 | 21,44576 | 0,7 | 97,87465014 | 26,04305759 | 72,28829957 | 989,63619 | 2/0 AWG | 0,426 | 9,98E-04 | 1 | 0,9877499 | 1,7133482 | 1,025734 | 1,750721312 | 0,599552 | 1,023314191 |
| 10-15 | 31,9 | 4 | 11 | 2,8481875 | 29,94825014 | 2,822222222 | 58,55209014 | 23,53544487 | 65,32786264 | 750,78069 | 2/0 AWG | 0,426 | 9,98E-04 | 1 | 0,7493497 | 2,4626979 | 0,778166 | 2,528887612 | 0,454846 | 1,478160209 |
| 15-16 | 26,93 | 7 | 7 | 2,0230484 | 28,60384 | 0,155555556 | 28,60384 | 14,2945353 | 39,6776625 | 384,95184 | 2/0 AWG | 0,426 | 9,98E-04 | 1 | 0,3842181 | 2,846916 | 0,398993 | 2,927881018 | 0,233216 | 1,711375862 |
| 8-9 | 11,35 | 0 | 0 | - | 0 | 0,155555556 | 0 | 0,155555556 | 0,648148148 | 1,7655556 | N°4 AWG | 1,36 | 3,22E-04 | 2,25 | 0,0012776 | 0,7268758 | 0,013164 | 0,73815121 | 0,007695 | 0,431456796 |
| 10-11 | 23,6 | 5 | 5 | 1,6373749 | 17,8768 | 0,155555556 | 17,8768 | 11,07351968 | 46,13966533 | 261,33506 | N°4 AWG | 1,36 | 3,22E-04 | 2,25 | 0,1891021 | 1,9024503 | 1,948551 | 3,699272231 | 1,138948 | 2,162261774 |
| 11-12 | 11,12 | 0 | 0 | - | 0 | 0,277777778 | 0 | 0,277777778 | 1,157407407 | 3,0888889 | N°4 AWG | 1,36 | 3,22E-04 | 2,25 | 0,0022351 | 1,9046854 | 0,023031 | 3,72230342 | 0,013462 | 2,175723736 |
| 12-13 | 12,72 | 0 | 0 | - | 0 | 0,277777778 | 0 | 0,277777778 | 1,157407407 | 3,5333333 | N°4 AWG | 1,36 | 3,22E-04 | 2,25 | 0,0025567 | 1,9072421 | 0,026345 | 3,748648449 | 0,015399 | 2,19112267 |
| 13-14 | 15,37 | 0 | 0 | - | 0 | 0,077777778 | 0 | 0,077777778 | 0,324074074 | 1,1954444 | N°4 AWG | 1,36 | 3,22E-04 | 2,25 | 0,000865 | 1,9081071 | 0,008913 | 3,757561851 | 0,00521 | 2,196332643 |
| CIRCUITO 2A | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tramo | Longitud [m] | N° de usuarios | Usuarios acumulados | Factor de div | Carga_Poste [kVA] | Potencia Luminarias[kVA] | Carga Acumulada [kVA] | Demanda por tramo | Corriente por tramo[A] | Momento [Kva*m] | Calibre | r[Ω/Km] | K | Fcs | δ% parcial por tramo | δ% Total Acumulada | Pp. Parcial % | Pp Acumulada% | Pw parcial% | Pw Acumulada% |
| 0-1 | 17,4 | 9 | 47 | 4,990654 | 27,69508128 | 0,155555556 | 179,0401181 | 36,65285919 | 101,738164 | 637,75975 | 2/0 AWG | 0,426 | 9,98E-04 | 1 | 0,6365442 | 0,8356044 | 0,661023 | 0,998250757 | 0,386374 | 0,490534556 |
| 1-3 | 32,3 | 15 | 30 | 4,8457136 | 49,88150896 | 0,077777778 | 116,0578256 | 24,49506058 | 67,99148952 | 791,19046 | 2/0 AWG | 0,426 | 9,98E-04 | 1 | 0,7896824 | 1,6252869 | 0,82005 | 1,818300815 | 0,479327 | 0,969862052 |
| 3-4 | 25,9 | 8 | 15 | 3,6025965 | 31,44289183 | 0,155555556 | 66,17631662 | 18,83572811 | 52,28275334 | 487,84536 | 2/0 AWG | 0,426 | 9,98E-04 | 1 | 0,4869155 | 2,1122024 | 0,50564 | 2,323940906 | 0,295552 | 1,265413763 |
| 4-7 | 20,2 | 7 | 7 | 2,0230484 | 34,73342479 | 0,077777778 | 34,73342479 | 17,24663306 | 47,87186653 | 348,38199 | 2/0 AWG | 0,426 | 9,98E-04 | 1 | 0,347718 | 2,4599204 | 0,36109 | 2,685030537 | 0,211061 | 1,476474279 |
| 1-2 | 29,84 | 8 | 8 | 2,2265636 | 35,28721121 | 0,077777778 | 35,28721121 | 15,84828331 | 43,99043575 | 472,91277 | N° 2 AWG | 1,36 | 1,91E-03 | 1 | 0,9021899 | 1,7377943 | 1,564839 | 2,563089817 | 0,914664 | 1,405198704 |
| 4-5 | 20,12 | 0 | 0 | - | 0 | 0,155555556 | 0 | 0,155555556 | 0,648148148 | 3,1297778 | N°4 AWG | 1,36 | 3,22E-04 | 2,25 | 0,0022647 | 2,1144671 | 0,023336 | 2,347276969 | 0,01364 | 1,279053926 |
| 5-6 | 21,5 | 0 | 0 | - | 0 | 0,077777778 | 0 | 0,077777778 | 0,324074074 | 1,6722222 | N°4 AWG | 1,36 | 3,22E-04 | 2,25 | 0,00121 | 2,1156771 | 0,012468 | 2,359745292 | 0,007288 | 1,286341878 |
| 0-0 | 2 | 8 | 78 | 4,9999466 | 39,22924058 | 0,155555556 | 316,1440 | 69,09614377 | 191,7917173 | 138,19229 | 2/0 AWG | 0,53 | 62,32 | 1 | 0,1990603 | 0,1990603 | 0,178201 | 0,178200698 | 0,10416 | 0,104160098 |

Tabla 14. Matriz de cálculo para el transformador B

| TRANSFORMADOR B RED TRENZADA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------------------------|--------------|----------------|---------------------|---------------|-------------------|--------------------------|-----------------------|-------------------|------------------------|-----------------|---------|---------|----------|------|----------------------|--------------------|---------------|---------------|-------------|---------------|
| CIRCUITO 1B | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tramo | Longitud [m] | N° de usuarios | Usuarios acumulados | Factor de div | Carga_Poste [kVA] | Potencia Luminarias[kVA] | Carga Acumulada [kVA] | Demanda por tramo | Corriente por tramo[A] | Momento [Kva*m] | Calibre | r[Ω/Km] | K | Fcs | δ% parcial por tramo | δ% Total Acumulada | Pp. Parcial % | Pp Acumulada% | Pw parcial% | Pw Acumulada% |
| 0-1 | 34,53 | 10 | 47 | 4,990654 | 54,41118909 | 0,138888889 | 204,3355226 | 42,07141426 | 116,778569 | 1452,7259 | 4/0 AWG | 0,2680 | 6,59E-04 | 1 | 0,9570849 | 1,1599566 | 0,947258 | 1,134923968 | 0,553682 | 0,663374458 |
| 1-2 | 35,96 | 8 | 38 | 4,9583849 | 31,12512116 | 0,138888889 | 149,9243335 | 31,22541479 | 86,67308479 | 1122,8659 | 4/0 AWG | 0,2680 | 6,59E-04 | 1 | 0,7397665 | 1,8997231 | 0,732171 | 1,867094791 | 0,427961 | 1,091335658 |
| 2-5 | 24,35 | 6 | 14 | 3,4288017 | 28,5011731 | 0,138888889 | 62,80183637 | 19,1659719 | 53,19941843 | 466,69142 | 4/0 AWG | 0,2680 | 6,59E-04 | 1 | 0,3074656 | 2,2071887 | 0,304309 | 2,171403464 | 0,177871 | 1,269207134 |
| 5-6 | 25,87 | 1 | 8 | 2,2265636 | 3,06368 | 0,277777778 | 34,30066327 | 16,03853569 | 44,51852354 | 414,91692 | 4/0 AWG | 0,2680 | 6,59E-04 | 1 | 0,2733556 | 2,4805443 | 0,270549 | 2,441952296 | 0,158139 | 1,427345644 |
| 6-7 | 27,62 | 7 | 7 | 2,0230484 | 31,23698327 | 0,216666667 | 31,23698327 | 15,79610737 | 43,84560981 | 436,28849 | 2/0 AWG | 0,4260 | 9,98E-04 | 1 | 0,4354569 | 2,9160012 | 0,452203 | 2,894154917 | 0,264317 | 1,691662618 |
| 7-8 | 6,56 | 0 | 0 | - | 0 | 0,138888889 | 0 | 0,138888889 | 0,385517007 | 0,91111111 | N°4 AWG | 1,3600 | 3,22E-04 | 2,25 | 0,0006593 | 2,9166605 | 0,003015 | 2,897169727 | 0,001762 | 1,693424804 |
| 2-3 | 12,37 | 8 | 16 | 3,7640966 | 27,500224 | 0 | 55,997376 | 14,87671083 | 41,29362019 | 184,02491 | N°2 AWG | 0,8540 | 1,91E-03 | 1 | 0,3510698 | 2,2507929 | 0,38237 | 2,249465148 | 0,223499 | 1,314834972 |
| 3-4 | 14,4 | 8 | 8 | 2,2265636 | 28,497152 | 0 | 28,497152 | 12,7987144 | 35,52567888 | 184,30149 | N°2 AWG | 0,8540 | 1,91E-03 | 1 | 0,3515975 | 2,6023904 | 0,382945 | 2,632410176 | 0,223835 | 1,538670188 |
| 5-9 | 11,9 | 0 | 0 | 0,8732951 | 0 | 0,077777778 | 0 | 0,077777778 | 0,324074074 | 0,9255556 | N°4 AWG | 1,3600 | 3,22E-04 | 2,25 | 0,0006697 | 2,2078585 | 0,006901 | 2,178304537 | 0,004034 | 1,27324088 |
| CIRCUITO 2B | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0-16 | 23,2 | 7 | 7 | 2,0230484 | 23,06311328 | 0,138888889 | 23,06311328 | 11,53906772 | 48,07944885 | 267,70637 | N°4 AWG | 1,3600 | 1,91E-03 | 2,25 | 1,1491008 | 1,3519725 | 1,996056 | 2,183722404 | 1,166715 | 1,276407678 |
| CIRCUITO 3B | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0-15 | 7,8 | 0 | 0 | - | 0 | 0,077777778 | 0 | 0,077777778 | 0,324074074 | 0,6066667 | N°4 AWG | 1,3600 | 3,22E-04 | 2,25 | 0,000439 | 0,2033107 | 0,004523 | 0,19218952 | 0,002644 | 0,112336704 |
| CIRCUITO 4B | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tramo | Longitud [m] | N° de usuarios | Usuarios acumulados | Factor de div | Carga_Poste [kVA] | Potencia Luminarias[kVA] | Carga Acumulada [kVA] | Demanda por tramo | Corriente por tramo[A] | Momento [Kva*m] | Calibre | r[Ω/Km] | K | Fcs | δ% parcial por tramo | δ% Total Acumulada | Pp. Parcial % | Pp Acumulada% | Pw parcial% | Pw Acumulada% |
| 0-10 | 24,87 | 3 | 5 | 1,6373749 | 18,49510988 | 0,216666667 | 33,00744806 | 22,26387183 | 61,79832882 | 553,70249 | N°2AWG | 0,8540 | 1,91E-03 | 1 | 1,0563149 | 1,2591865 | 1,150493 | 1,338159375 | 0,672475 | 0,782167595 |
| 10-11 | 22,37 | 0 | 2 | 1,1400099 | 0 | 1,344 | 14,51233818 | 14,61845532 | 40,57677459 | 327,01485 | N°2AWG | 0,8540 | 1,91E-03 | 1 | 0,623856 | 1,8830426 | 0,679477 | 2,01763685 | 0,397161 | 1,179329004 |
| 11-12 | 40,1 | 2 | 2 | 1,1400099 | 14,51233818 | 0 | 14,51233818 | 12,73001088 | 35,33497696 | 510,47344 | N°2AWG | 0,8540 | 1,91E-03 | 1 | 0,9738455 | 2,8568881 | 1,060671 | 3,078307967 | 0,619973 | 1,799301925 |
| 11-13 | 10,89 | 0 | 0 | - | 0 | 0,466666667 | 0 | 0,466666667 | 1,944444444 | 5,082 | N°2AWG | 0,8540 | 1,91E-03 | 1 | 0,0096951 | 1,8927376 | 0,023794 | 2,041430863 | 0,013908 | 1,193236844 |
| 13-14 | 20,86 | 0 | 0 | - | 0 | 0,077777778 | 0 | 0,077777778 | 0,324074074 | 1,6224444 | N°2AWG | 0,8540 | 1,91E-03 | 1 | 0,0030952 | 1,8958328 | 0,007596 | 2,049027177 | 0,00444 | 1,197676965 |
| 0-0 | 2 | 3 | 62 | 4,9992315 | 10,0438 | 1,4218 | 270,4499 | 58,96963288 | 163,6833337 | 117,93927 | 1/0 AWG | 0,654 | 74,42 | 1 | 0,2028717 | 0,2028717 | 0,187666 | 0,187666128 | 0,109693 | 0,109692737 |

8. PROTECCIONES PARA BAJA TENSIÓN

8.1 CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS DE LOS CONDUCTORES DE BAJA TENSIÓN

Tabla 15. Características Eléctricas Conductores

| CARACTERISTICAS ELECTRICAS | | | |
|-------------------------------|----------|---------|-------|
| Calibre | k | r[Ω/Km] | I [A] |
| TPX 2x N°4 AWG + N°4 AWG ACSR | 3,22E-04 | 1,36 | 115 |
| CPX 3x N°2 AWG + N°2 AWG ACSR | 1,91E-03 | 0,854 | 135 |
| CPX 3x2/0 AWG + 2/0 AWG ACSR | 9,98E-04 | 0,426 | 205 |
| CPX 3x4/0 AWG + 4/0 AWG ACSR | 6,59E-04 | 0,268 | 275 |

Para la protección de los circuitos de baja tensión de los transformadores A y B se determinarán de acuerdo a la demanda máxima de cada circuito y se seleccionará un interruptor de igual o menor capacidad de corriente que la del conductor, la protección se hará mediante interruptores automáticos en aire protegidos por cajas herméticas tipo intemperie IP65

Tabla 16. Protecciones para cada circuito

| Transformador N° | Circuito N° | Calibre | Inom (A) | Icond (A) | I_Interruptor (A) |
|------------------|-------------|-------------------------------|----------|-----------|-------------------|
| Transformador A | 1A | CPX 3x2/0 AWG + 2/0 AWG ACSR | 73,58 | 205 | 3x 100A |
| | 2A | CPX 3x2/0 AWG + 2/0 AWG ACSR | 101,91 | 205 | 3x 125 A |
| Transformador B | 1B | CPX 3x4/0 AWG + 4/0 AWG ACSR | 112,57 | 275 | 3x 125 A |
| | 2B | TPX 2x N°4 AWG + N°4 AWG ACSR | 48,07 | 115 | 3x 60 A |
| | 3B | TPX 2x N°4 AWG + N°4 AWG ACSR | 0,077 | 115 | 3x 10 A |
| | 4B | CPX 3x N°2 AWG + N°2 AWG ACSR | 61,798 | 135 | 3x 75 A |

9. CÁLCULOS MECÁNICOS PARA BAJA TENSIÓN

9.1 CONDUCTORES

Para el desarrollo de este proyecto se seleccionó conductor aluminio trenzado con neutro en ACSR. En los cálculos eléctricos se determinó para las redes de baja tensión los siguientes conductores.

- CPX 3x4/0 AWG + 4/0 AWG ACSR
- CPX 3x2/0 AWG + 2/0 AWG ACSR
- CPX 3x N°2 AWG + N°2 AWG ACSR
- TPX 2x N°4 AWG + N°4 AWG ACSR

Tabla 17. Características mecánicas del conductor CPX 4/0 AWG XLPE

| CONDUCTOR CPX 4/0 AWG XLPE CON NEUTRO EN ACSR | | | |
|--|----------------|--------------------|----------|
| MÓDULO DE ELASTICIDAD | E | Kg/mm ² | 6300 |
| COEFICIENTE DE DILATACIÓN LINEAL | α | °C ⁻¹ | 2,40E-05 |
| DIÁMETRO CIRCUNSCRITO DEL CABLE | Φ_c | m | 0,0437 |
| ÁREA SECCIÓN TRANSVERSAL ACSR | Sc | mm ² | 107,2 |
| CARGA DE ROTURA | T _r | Kg | 3784 |
| PESO POR UNIDAD DE LONGITUD | p | Kg/m | 1,563 |

Tabla 18. Características mecánicas del conductor CPX 2/0 AWG XLPE

| CONDUCTOR CPX 2/0 AWG XLPE CON NEUTRO EN ACSR | | | |
|--|----------------|-------------------------|----------|
| MÓDULO DE ELASTICIDAD | E | Kg/mm ² | 6300 |
| COEFICIENTE DE DILATACIÓN LINEAL | α | $^{\circ}\text{C}^{-1}$ | 2,40E-05 |
| DIÁMETRO CIRCUNSCRITO DEL CABLE | Φ_c | m | 0,0362 |
| ÁREA DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL ACSR | Sc | mm ² | 67,44 |
| CARGA DE ROTURA | T _r | Kg | 2403 |
| PESO POR UNIDAD DE LONGITUD | ρ | Kg/m | 1,021 |

Tabla 19. Características mecánicas del conductor CPX N°2 AWG XLPE

| CONDUCTOR CPX N°2 AWG XLPE CON NEUTRO EN ACSR | | | |
|--|----------------|-------------------------|----------|
| MÓDULO DE ELASTICIDAD | E | Kg/mm ² | 6300 |
| COEFICIENTE DE DILATACIÓN LINEAL | α | $^{\circ}\text{C}^{-1}$ | 2,40E-05 |
| DIÁMETRO CIRCUNSCRITO DEL CABLE | Φ_c | m | 0,0198 |
| ÁREA DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL ACSR | Sc | mm ² | 33,62 |
| CARGA DE RUPTURA | T _r | Kg | 1294 |
| PESO POR UNIDAD DE LONGITUD | ρ | Kg/m | 0,523 |

Tabla 20. Características mecánicas del conductor TPX N°4 AWG XLPE

| CONDUCTOR TPX N°4 AWG XLPE CON NEUTRO EN ACSR | | | |
|--|----------------|-------------------------|----------|
| MÓDULO DE ELASTICIDAD | E | Kg/mm ² | 6300 |
| COEFICIENTE DE DILATACIÓN LINEAL | α | $^{\circ}\text{C}^{-1}$ | 2,40E-05 |
| DIAMETRO CIRCUNSCRITO DEL CABLE | Φ_c | m | 0,0166 |
| ÁREA DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL | Sc | mm ² | 21,14 |
| CARGA DE ROTURA | T _r | Kg | 845 |
| PESO POR UNIDAD DE LONGITUD | ρ | Kg/m | 0,259 |

9.2 DISTANCIA MÍNIMA DE SEGURIDAD

En el diseño de una línea eléctrica se deben considerar ciertas distancias de seguridad, que garantice un nivel de aislamiento tal que no exista un riesgo de corto circuito entre: fase-fase y fase-estructura.

9.2.1 Distancia vertical u oblicua entre conductores

Para el desarrollo de este proyecto no se tendrá en cuenta debido a que se utilizó conductor trenzado.

9.2.2 Distancia de conductores a tierra

Depende principalmente del nivel de tensión que se esté manejando, para baja tensión se tiene un nivel de 0,208 [kV]; determinando la distancia de la siguiente manera:

$$D_{mt} = 5,3 + \frac{V_L}{150} \Rightarrow D_{mt} = 5,3 + \frac{0,208}{150} = 5,3014 \approx 5,3[m]$$

FLECHA MÁXIMA VERTICAL:

Según la Norma de la ESSA ESP REVISIÓN 3-2005 para baja tensión se seleccionan postes de 8 [m].

$$L_{LP} = 0,9 * L_P - 0,6 \Rightarrow L_{LP} = 0,9 * 8 - 0,6 = 6,6[m]$$

Según la Norma de la ESSA ESP REVISIÓN 3-2005 la longitud de enterramiento debe ser de mínimo 1.5m.

$$f_{mv} = L_{LP} - 0,3 - D_{mt} \Rightarrow f_{mv} = 6,5 - 0,3 - 5,3 = 0,9[m]$$

9.3 HIPÓTESIS DE DISEÑO MECÁNICO

Para el análisis y selección de la postera, se tendrá como base la ecuación de estado para hallar la tensión de ruptura más desfavorable y trabajar en base a ella. Para el análisis de la ecuación de estado se tendrán en cuenta las hipótesis

planteadas por la Norma ESSA REVISIÓN 3-2005 en el capítulo 2.1.9, descritas en la siguiente tabla.

Tabla 21. Hipótesis de Diseño Mecánico

| | Velocidad del viento | Temperatura del conductor | Tensión mecánica |
|--|-----------------------------|--|--|
| Condición normal o diaria | 0 | Temperatura ambiente | *Máximo 20% de tensión de ruptura del conductor ASCR *Máximo 25% de tensión de ruptura de cobre |
| Condición extrema de trabajo mecánico | 80 [Km/h] | Temperatura ambiente mínima de la zona donde se instala el conductor | *Máximo 50% de tensión de ruptura |
| Condición extrema de la flecha | 0 | Temperatura máxima del conductor | |

FUENTE: Norma ESSA

Con esto se pueden plantear las siguientes hipótesis:

Tabla 22. Hipótesis A

| Hipótesis de Máxima Velocidad del Viento A | | |
|--|----|------|
| Velocidad del viento [Vv] | 80 | Km/h |
| Temperatura Ambiente [Θ_a] | 20 | °C |
| Incremento de temperatura (Efecto Joule)[$\Delta\Theta$] | 15 | °C |

Tabla 23. Hipótesis C

| Hipótesis de condición de operación diaria C | | |
|--|----|------|
| Velocidad del viento [Vv] | 0 | Km/h |
| Temperatura Ambiente [θ_c] | 25 | °C |
| Incremento de temperatura (Efecto Joule)[$\Delta\theta$] | 15 | °C |

Tabla 24. Hipótesis D

| Hipótesis de Máxima Temperatura D | | |
|--|----|------|
| Velocidad del viento [Vv] | 0 | Km/h |
| Temperatura Máxima del Conductor[θ_b] | 65 | °C |

FACTORES DE SEGURIDAD

Se tendrán en cuenta los siguientes factores de seguridad que están propuestos en la norma de la ESSA en la sección 2.1.8

Factor de seguridad = 2.5 para postería de concreto

Factor de seguridad para condición anormal = 1,25 para postería de concreto

Factor de seguridad condición diaria = 5

9.4 CÁLCULO DE LA TENSIÓN EN EL VÉRTICE DE LA CATENARIA PARA EL CONDUCTOR TRENZADO

Cálculo tipo para estructura de retención con cambio de dirección.

Se calcula la tensión en el vértice para la condición más desfavorable, o sea, el tramo donde el calibre del conductor sea mayor (CPX 3x4/0 AWG +4/0 AWG ACSR) (Tramo 0-6, transformador B) analizando cada una de la hipótesis por medio de la ecuación de estado.

Las características mecánicas del cable CPX 3x4/0 AWG+4/0 AWG ACSR, se encuentra en la tabla 17.

Para este conductor se hallan los siguientes parámetros.

$$w = \frac{P}{S_c} \Rightarrow w = \frac{1,563}{107,2} = 0,01458 \left[\frac{Kg}{m} / mm^2 \right]$$

$$t_r = \frac{T_r}{S_c} \Rightarrow t_r = \frac{3784}{107,2} = 35,3 \left[\frac{Kg}{mm^2} \right]$$

9.5 CÁLCULO DE LA PRESIÓN DEL VIENTO

La presión del viento está dada por la siguiente expresión:

$$P_V = 0,0042 * V_V^2 * \phi_C$$

- Presión del viento para la HIPÓTESIS A:

$$P_{VA} = 0,0042 * 80^2 * 0,0437 = 1,1746 \left[\frac{Kg}{m^2} \right]$$

- Presión del viento para la HIPÓTESIS C:

$$P_{VC} = 0,0042 * 0^2 * 0,0437 = 0 \left[\frac{Kg}{m^2} \right]$$

9.6 CÁLCULO DEL FACTOR DE SOBRECARGA

El factor de sobrecarga esta dado por:

$$m = \sqrt{1 + \left[\frac{P_V}{P} \right]^2}$$

- Factor de sobrecarga para la HIPÓTESIS A:

$$m_a = \sqrt{1 + \left[\frac{1,1746}{1,563} \right]^2} = 1,251$$

- Factor de sobrecarga para la HIPÓTESIS C:

$$m_c = \sqrt{1 + \left[\frac{0}{1,563} \right]^2} = 1$$

Cálculo vano regulador:

Una vez obtenido los tramos con sus respectivos vanos individuales, calculamos en vano regulador mediante la siguiente expresión matemática:

$$a_r = \sqrt{\frac{\sum a_i^3}{\sum a_i}}$$

Se calcula el vano regulador para el tramo (0-6) para el transformador B cuyo vano regulador es

$$a_r = 31,4537[m]$$

Sin embargo se hará el cálculo para el vano más largo de éste tramo ya que si se cumple para éste cumple para los demás, puesto que éste es el caso más desfavorable.

Para los demás tramos, los vanos reguladores están establecidos en el anexo 2.

Hipótesis D (1) ->Hipótesis A (2)

$$\theta_1 = \theta_D \quad 65 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\theta_2 = \theta_a \quad 20 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$m_1 = m_D \quad 1$$

$$m_2 = m_a \quad 1,251$$

$$f_{mv} = h_D * \left[\text{Cosh} \left(\frac{a_r}{2 * h_D} \right) - 1 \right] [m]$$

$$0,9 = h_D * \left[\text{Cosh} \left(\frac{35,96}{2 * h_D} \right) - 1 \right] \rightarrow h_D = 179,7 [m]$$

$$H_D = f_{mv} + h_D \rightarrow H_D = 0,9 + 179,7 = 180,6 [m]$$

$$t_1 = t_1 = H_D * m_D * w = 180,6 * 1 * 0,01458 = 2,633 \left[\frac{Kg}{mm^2} \right]$$

Ahora se calculan los valores de A y B para la ecuación de estado:

$$t^3 + At^2 = B$$

$$A = \alpha * E * (\theta_2 - \theta_1) - t_1 + \frac{a_r^2 * w^2 * m_1^2 * E}{24 * t_1^2}$$

$$A = 2,4 \times 10^{-5} * 6300 * (20 - 65) - 2,633 + \frac{35,96^2 * 0,01458^2 * 1^2 * 6300}{24 * 2,633^2} = 0,97 \left[\frac{Kg}{mm^2} \right]$$

$$B = \frac{a_r^2 * w^2 * m_2^2 * E}{24}$$

$$B = \frac{35,96^2 * 0,01458^2 * 1,251^2 * 6300}{24} = 112,92 \left[\frac{Kg}{mm^2} \right]^3$$

Se tiene la siguiente ecuación de estado.

$$t_2^3 + 0,973 * t_2^2 = 112,92$$

$$t_2 = t_A = 4,53 \left[\frac{Kg}{mm^2} \right]$$

De esto se obtiene el factor de seguridad.

$$F_s = \frac{t_r}{t_A} \rightarrow F_s = \frac{35,3}{4,53} = 7,792$$

Si cumple con el factor de seguridad que es 2,5.

Hipótesis D(1)->Hipótesis C(2)

$$\theta_1 = \theta_D \quad 65 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\theta_2 = \theta_c + \Delta\theta_c \quad 40 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$m_1 = m_D \quad 1$$

$$m_2 = m_c \quad 1$$

$$f_{mv} = h_D * \left[\text{Cosh} \left(\frac{a_r}{2 * h_D} \right) - 1 \right] [m]$$

$$0,9 = h_D * \left[\text{Cosh} \left(\frac{35,96}{2 * h_D} \right) - 1 \right] \rightarrow h_D = 179,7 [m]$$

$$H_D = f_{mv} + h_D \rightarrow H_D = 0,9 + 179,7 = 180,6 [m]$$

$$t_1 = t_1 = H_D * m_D * w = 180,6 * 1 * 0,01458 = 2,633 \left[\frac{Kg}{mm^2} \right]$$

Ahora se calculan los valores de A y B para la ecuación de estado:

$$t^3 + At^2 = B$$

$$A = \alpha * E * (\theta_2 - \theta_1) - t_1 + \frac{a_r^2 * w^2 * m_1^2 * E}{24 * t_1^2}$$

$$A = 2,4 \times 10^{-5} * 6300 * (40 - 65) - 2,633 + \frac{35,96^2 * 0,01458^2 * 1^2 * 6300}{24 * 2,633^2} = 3,995 \left[\frac{Kg}{mm^2} \right]$$

$$B = \frac{a_r^2 * w^2 * m_2^2 * E}{24}$$

$$B = \frac{31,4537^2 * 0,01458^2 * 1^2 * 6300}{24} = 72,15 \left[\frac{Kg}{mm^2} \right]^3$$

Se tiene la siguiente ecuación de estado.

$$t^3_2 + 3,995 * t^2_2 = 72,15$$

$$t_2 = t_c = 1,783 \left[\frac{Kg}{mm^2} \right]$$

De esto se obtiene el factor de seguridad.

$$Fs = \frac{t_r}{t_c} \rightarrow Fs = \frac{35,3}{1,783} = 19,79$$

Cumple con el factor de seguridad de condición diaria que es 5.

- ❖ La ordenada del punto de amarre para la hipótesis de máxima velocidad del viento es:

$$H_a = \frac{t_a}{m_a * w} \rightarrow H_a = \frac{4,53}{1,251 * 0,01458} = 248,36 \text{ [m]}$$

Con este término se puede despejar el siguiente valor:

$$H_a = h_a * \left[\text{Cosh} \left(\frac{a_r}{2 * h_a} \right) \right] \rightarrow 248,36 = h_a * \left[\text{Cosh} \left(\frac{35,96}{2 * h_a} \right) \right] \rightarrow h_a = 247,7 \text{ [m]}$$

$$f_{max_v} = \frac{a^2}{8 * h_a} \rightarrow f_{max_v} = \frac{35,96^2}{8 * 247,7} = 0,652 \text{ [m]}$$

La tensión en el vértice por unidad de longitud está definida por:

$$t_v = \frac{h_a * t_a}{H_a} \rightarrow t_v = \frac{247,7 * 4,53}{248,36} = 4,518 \left[\frac{Kg}{mm^2} \right]$$

La tensión en el vértice sobre el conductor trenzado es:

$$t_{vf} = t_v * s_c \rightarrow 4,518 * 107,2 = 484,33 \text{ Kg}$$

❖ La ordenada del punto de amarre para la hipótesis de condición diaria es:

$$H_c = \frac{t_c}{m_c * w} \rightarrow H_c = \frac{1,783}{1 * 0,01458} = 122,3 \text{ [m]}$$

Con este término se puede despejar el siguiente valor:

$$H_c = h_c * \left[\text{Cosh} \left(\frac{a_r}{2 * h_c} \right) \right] \rightarrow 122,3 = h_c * \left[\text{Cosh} \left(\frac{35,96}{2 * h_c} \right) \right] \rightarrow h_c = 121,56 \text{ [m]}$$

$$f_{max_v} = \frac{a^2}{8 * h_c} \rightarrow f_{max_v} = \frac{35,96^2}{8 * 121,56} = 1,329 \text{ [m]}$$

Como la flecha máxima vertical calculada da mayor a la que puede haber sin que el conductor supere la distancia mínima al terreno, entonces este se tensiona un poco más para que la flecha máxima disminuya. Por consiguiente se procede a recalcular.

❖ La ordenada para el punto de amarre para la hipótesis de condición diaria es:

$$H_c = \frac{t_c}{m_c * w} \rightarrow H_c = \frac{2,7}{1 * 0,01458} = 185,18 \text{ [m]}$$

Con este término se puede despejar el siguiente valor:

$$H_c = h_c * \left[\text{Cosh} \left(\frac{a_r}{2 * h_c} \right) \right] \rightarrow 185,18 = h_c * \left[\text{Cosh} \left(\frac{35,96}{2 * h_c} \right) \right] \rightarrow h_c = 184,3 \text{ [m]}$$

$$f_{max_v} = \frac{a^2}{8 * h_c} \rightarrow f_{max_v} = \frac{35,96^2}{8 * 184,3} = 0,877 \text{ [m]}$$

La tensión en el vértice por unidad de longitud está definida por:

$$t_v = \frac{h_c * t_c}{H_c} \rightarrow t_v = \frac{184,3 * 2,7}{185,18} = 2,68 \left[\frac{Kg}{mm^2} \right]$$

La tensión en el vértice sobre el conductor trenzado es:

$$t_{vf} = t_v * s_c \rightarrow 2,68 * 107,2 = 288,06 \text{ Kg}$$

Ahora se calcula la tensión para el apoyo 7 cuyo conductor del tramo es CPX 3X2/0 AWG + 2/0 AWG con neutro en ACSR y un vano de 27,62m, las características mecánicas de este conductor se pueden observar en la tabla 18.

Para este conductor se hallan los siguientes parámetros:

$$w = \frac{P}{S_c} \Rightarrow w = \frac{1,021}{67,44} = 0,01514 \left[\frac{\text{Kg}}{\text{m}} / \text{mm}^2 \right]$$

$$t_r = \frac{T_r}{S_c} \Rightarrow t_r = \frac{2403}{67,44} = 35,63 \left[\frac{\text{Kg}}{\text{mm}^2} \right]$$

Cálculo de la presión del viento

La presión del viento está dada por la siguiente expresión:

$$P_V = 0,0042 * V_V^2 * \phi_C$$

- Presión del viento para la HIPÓTESIS A:

$$P_{VA} = 0,0042 * 80^2 * 0,0362 = 0,97 \left[\frac{\text{Kg}}{\text{m}^2} \right]$$

- Presión del viento para la HIPÓTESIS C:

$$P_{VC} = 0,0042 * 0^2 * 0,0362 = 0 \left[\frac{\text{Kg}}{\text{m}^2} \right]$$

Cálculo del factor de sobrecarga

El factor de sobrecarga esta dado por:

$$m = \sqrt{1 + \left[\frac{P_V}{P} \right]^2}$$

- Factor de sobrecarga para la HIPÓTESIS A:

$$m_a = \sqrt{1 + \left[\frac{0,97}{1,021}\right]^2} = 1,38$$

- Factor de sobrecarga para la HIPÓTESIS C:

$$m_c = \sqrt{1 + \left[\frac{0}{1,021}\right]^2} = 1$$

Aplicando la ecuación de estado para la hipótesis de máxima velocidad del viento se obtiene:

$$t_2 = t_a = 2,489 \left[\frac{Kg}{mm^2} \right]$$

De esto se obtiene el factor de seguridad.

$$Fs = \frac{t_r}{t_a} \rightarrow Fs = \frac{35,63}{2,489} = 14,31$$

- ❖ La ordenada para el punto de amarre para la hipótesis de condición diaria es:

$$H_c = \frac{t_c}{m_c * w} \rightarrow H_c = \frac{2,489}{1 * 0,01514} = 164,39 \text{ [m]}$$

Con este término se puede despejar el siguiente valor:

$$H_c = h_c * \left[\text{Cosh} \left(\frac{a_r}{2 * h_c} \right) \right] \rightarrow 164,39 = h_c * \left[\text{Cosh} \left(\frac{27,62}{2 * h_c} \right) \right] \rightarrow h_c = 163,808 \text{ [m]}$$

$$f_{max_v} = \frac{a^2}{8 * h_c} \rightarrow f_{max_v} = \frac{27,62^2}{8 * 163,808} = 0,5821 \text{ [m]}$$

La tensión en el vértice por unidad de longitud está definida por:

$$t_v = \frac{h_c * t_c}{H_c} \rightarrow t_v = \frac{163,808 * 2,489}{164,39} = 2,48 \left[\frac{Kg}{mm^2} \right]$$

La tensión en el vértice sobre el conductor trenzado es:

$$t_{vf} = t_v * s_c \rightarrow 2,48 * 67,44 = 167,26 Kg$$

Aplicando la ecuación de estado para la condición diaria, y disminuyendo la tensión para aumentar un poco más la flecha máxima se tiene:

$$t_2 = t_c = 1,8 \left[\frac{Kg}{mm^2} \right]$$

De esto se obtiene el factor de seguridad.

$$F_s = \frac{t_r}{t_c} \rightarrow F_s = \frac{35,63}{1,8} = 19,8$$

La ordenada para el punto de amarre para la hipótesis de condición diaria es:

$$H_c = \frac{t_c}{m_c * w} \rightarrow H_a = \frac{1,8}{1 * 0,01514} = 118,89 [m]$$

Con este término se puede despejar el siguiente valor:

$$H_c = h_c * \left[\text{Cosh} \left(\frac{a_r}{2 * h_c} \right) \right] \rightarrow 118,89 = h_a * \left[\text{Cosh} \left(\frac{27,62}{2 * h_c} \right) \right] \rightarrow h_c = 118,09[m]$$

$$f_{max_v} = \frac{a^2}{8 * h_c} \rightarrow f_{max_v} = \frac{27,62^2}{8 * 118,09} = 0,807[m]$$

La tensión en el vértice por unidad de longitud está definida por:

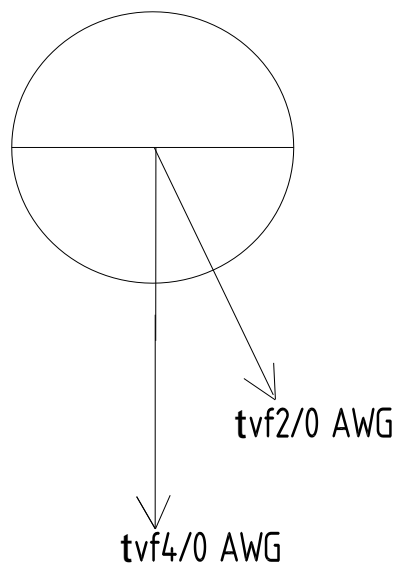
$$t_v = \frac{h_c * t_c}{H_c} \rightarrow t_v = \frac{118,09 * 2,7}{118,89} = 1,787 \left[\frac{Kg}{mm^2} \right]$$

La tensión en el vértice sobre el conductor trenzado es:

$$t_{vf} = t_v * s_c \rightarrow 1,787 * 67,44 = 120,6 \text{ Kg}$$

Entonces de esto se puede hacer el análisis para los dos casos, el de máxima velocidad del viento, y el de la condición diaria para determinar cuál es la más desfavorable, teniendo en cuenta el siguiente diagrama de fuerzas.

Figura 3. Estructura cambio de dirección



✓ Para la máxima velocidad se tiene:

$$t_{resul} = \sqrt{(t_{vf4/0} + t_{vf2/0} * \cos(31))^2 + (t_{vf2/0} * \sin(31))^2}$$

$$t_{resul} = \sqrt{(484,33 + 167,26 * \cos(31))^2 + (167,26 * \sin(31))^2} = 633,583 \text{ Kg}$$

La carga de rotura será de:

$$633,583 * 1,25 = 791,97 \text{ Kg}$$

✓ Para condición diaria se tiene:

$$t_{resul} = \sqrt{(t_{vf4/0} + t_{vf2/0} * \cos(31))^2 + (t_{vf2/0} * \sin(31))^2}$$

$$t_{resul} = \sqrt{(288,06 + 120,6 * \cos(31))^2 + (120,6 * \sin(31))^2} = 633,583 \text{ Kg}$$

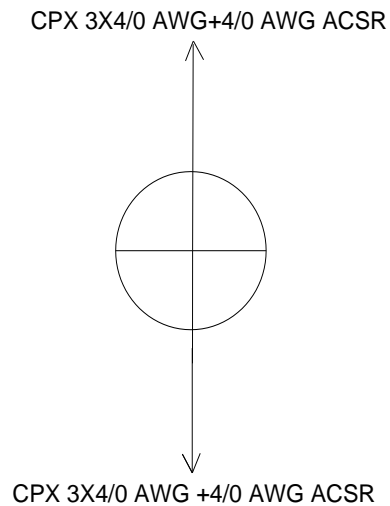
La carga de rotura será de:

$$396,33 * 2,5 = 990,825 \text{ Kg}$$

Entonces se calculara la postería para la condición diaria que es la más desfavorable, para este caso se tendrá un poste de 8m y carga de rotura 1050 Kg.

SELECCIÓN DE ESTRUCTURAS DE PASO

Figura 4. Estructura de paso



Las estructuras de paso, solo sostienen el peso del conductor, entonces para baja tensión, serán postes de 8m con carga de rotura de 510 Kg.

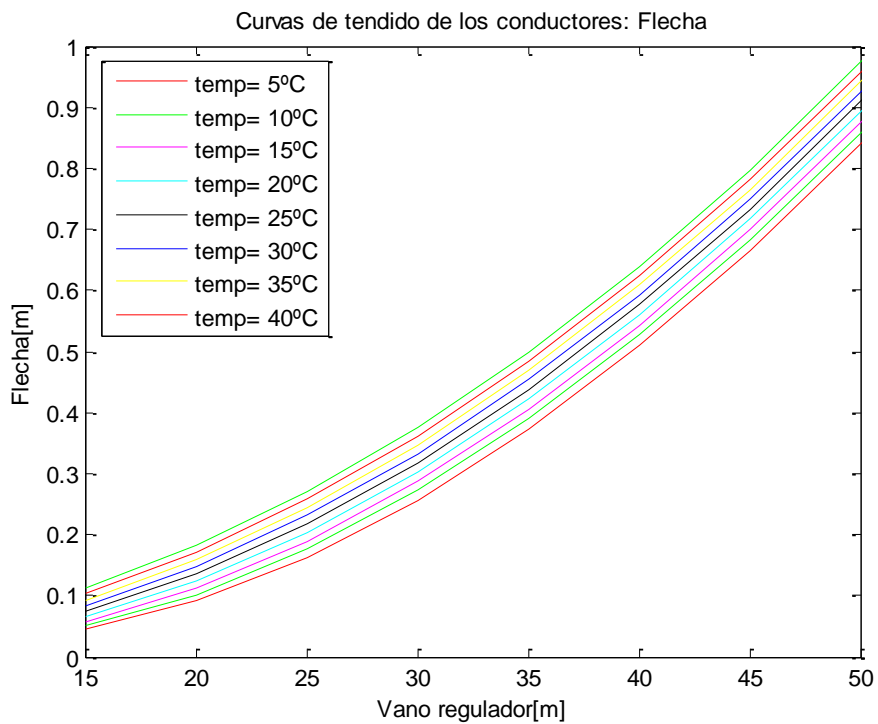
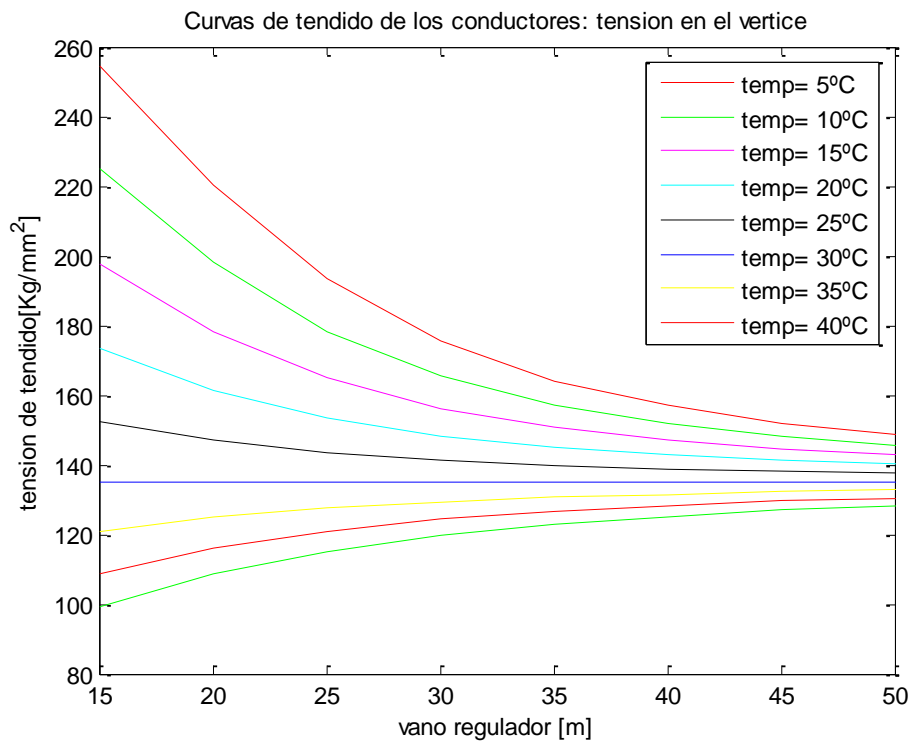


Figura 5. Curvas de tendido para el conductor CPX 4/0 AWG XLPE con neutro en ACSR

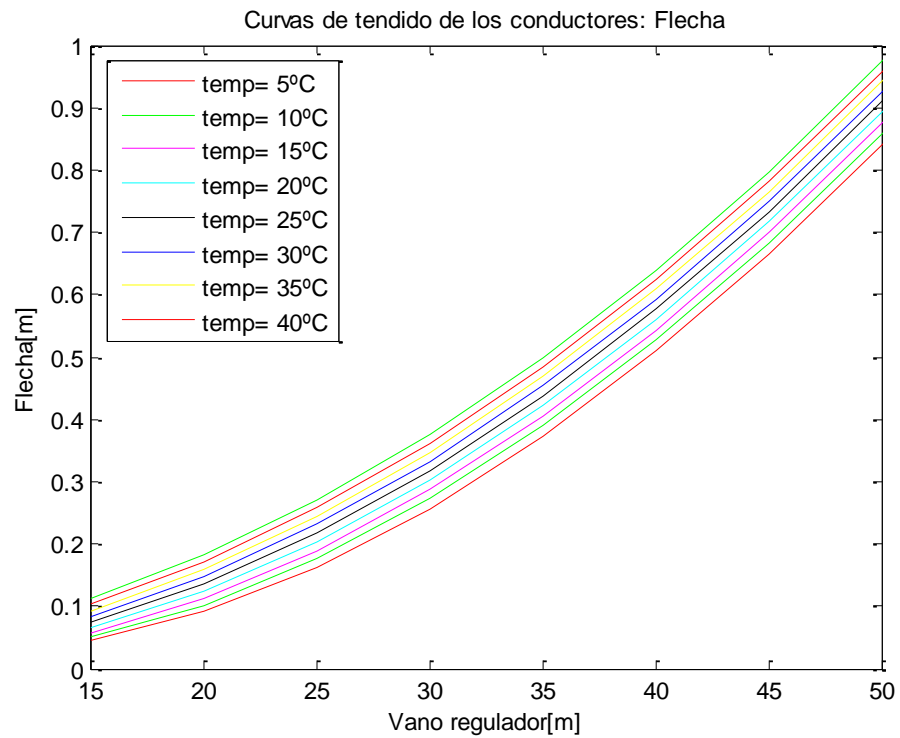
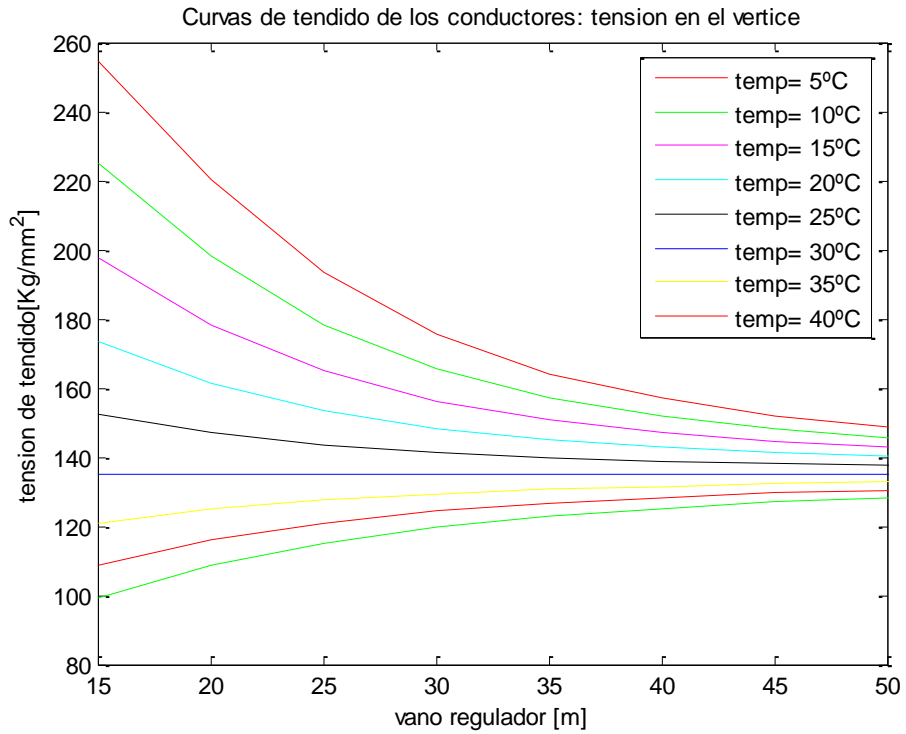


Figura 6. Curvas de tendido para el conductor CPX 2/0 AWG XLPE con neutro en ACSR

Figura 7. Curvas de tendido para el conductor CPX N°2 AWG XLPE con neutro en ACSR

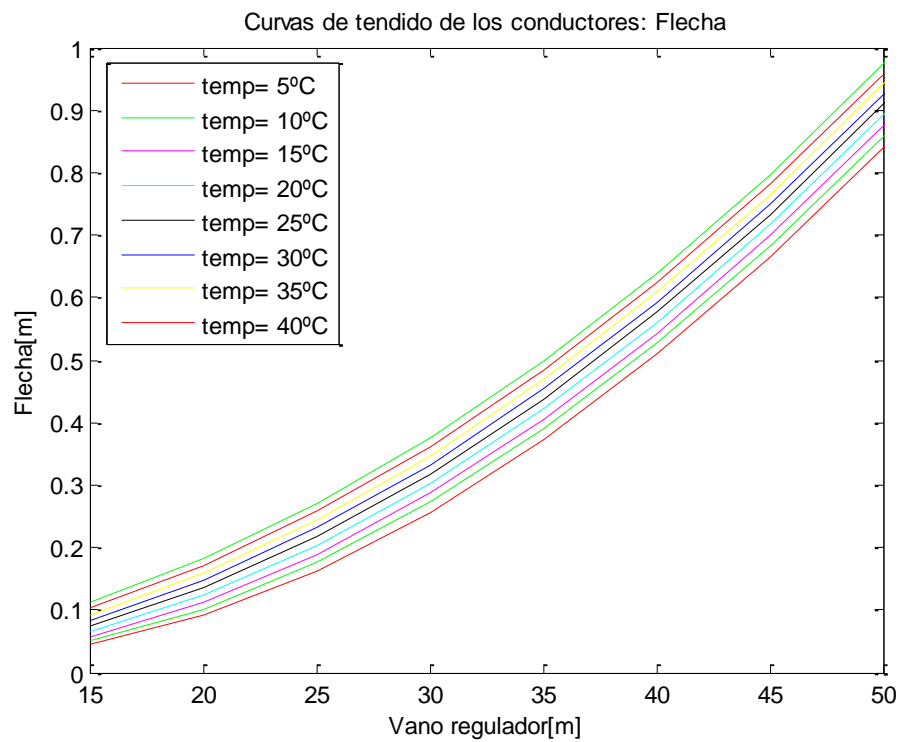
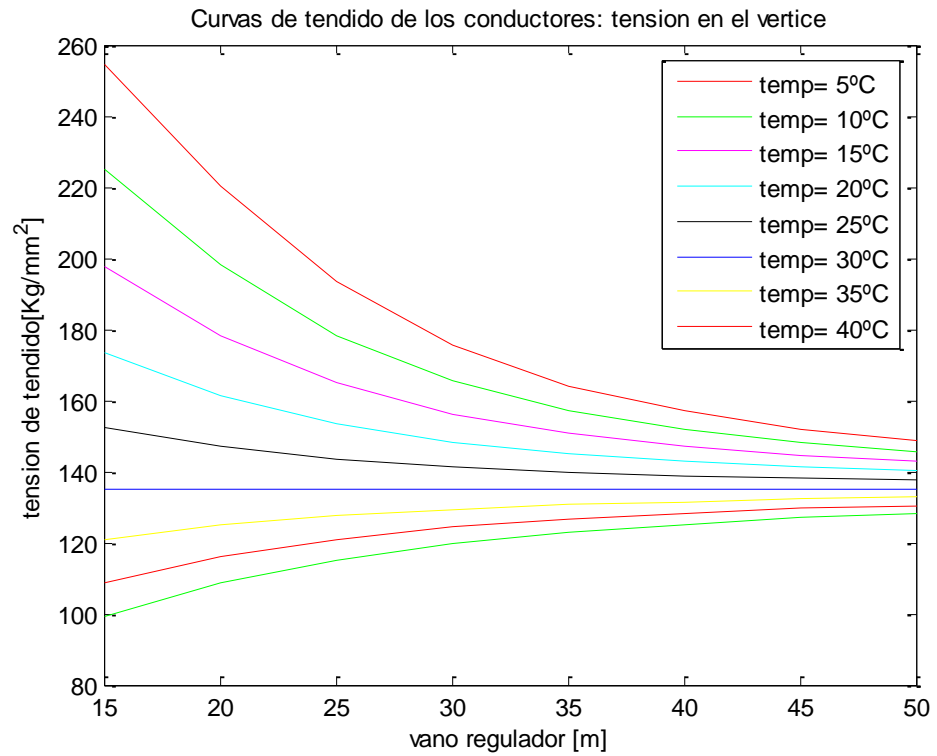
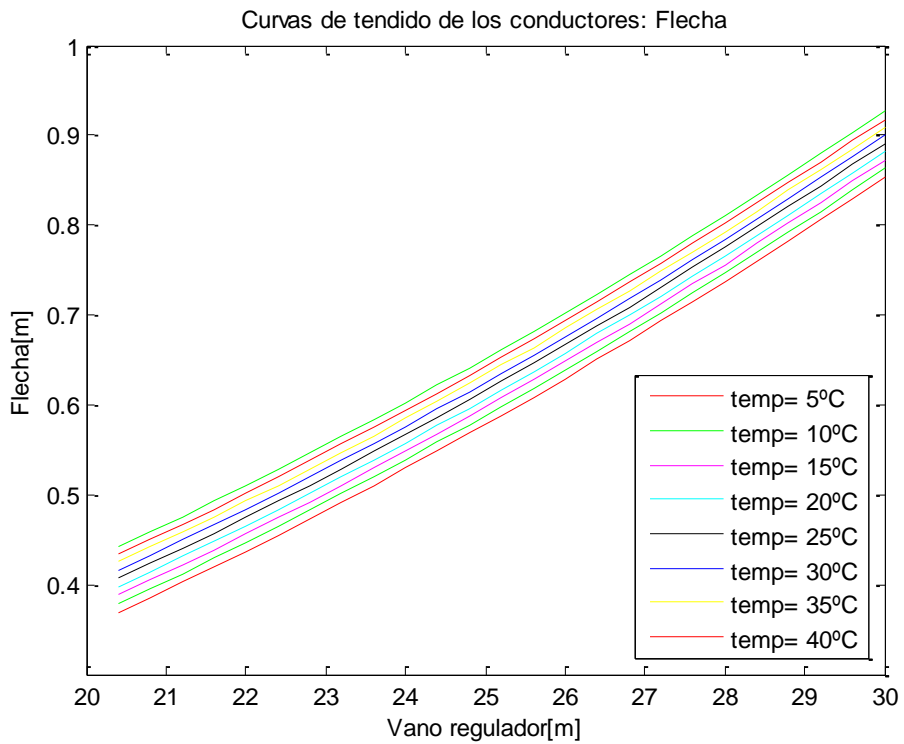
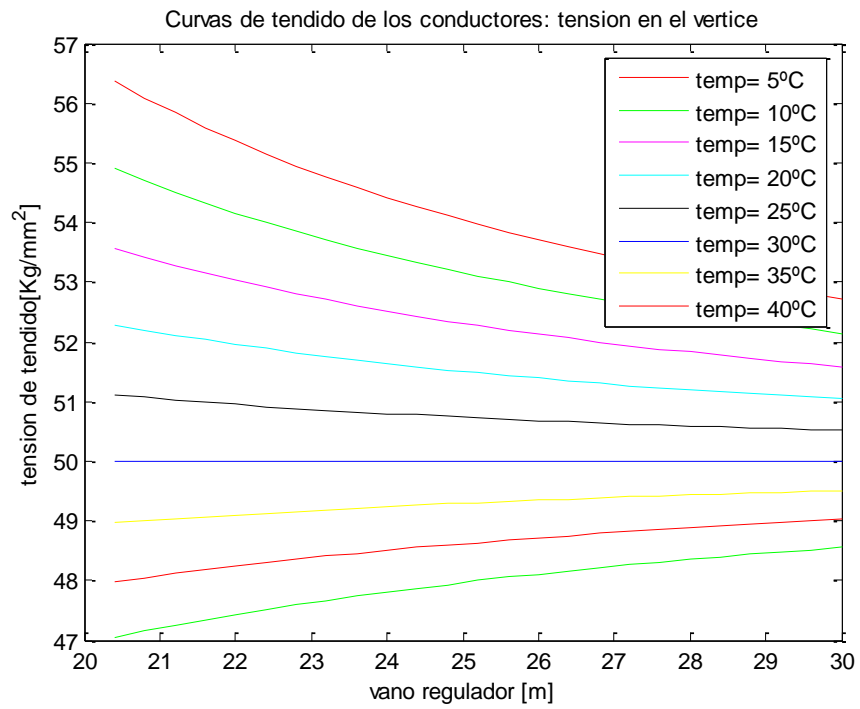


Figura 8. Curvas de tendido para el conductor TPX N°4 AWG XLPE con neutro en ACSR



10. CÁLCULOS MECÁNICOS PARA MEDIA TENSIÓN

Tabla 25. Características del conductor N° 4 AWG ACSR

| CARACTERÍSTICAS DEL CABLE N° 4 AWG ACSR | | | |
|---|----------------|--------------------|----------|
| MÓDULO DE ELASTICIDAD | E | Kg/mm ² | 8300 |
| COEFICIENTE DE DILATACIÓN LINEAL | α | °C ⁻¹ | 1,89E-05 |
| DIÁMETRO CIRCUNSCRITO DEL CABLE | Φ _c | m | 6,36E-03 |
| ÁREA SECCIÓN TRANSVERSAL ACSR | S _c | mm ² | 24,71 |
| CARGA DE ROTURA | T _r | Kg | 845 |
| PESO POR UNIDAD DE LONGITUD | p | Kg/m | 0,0855 |

Para este conductor se hallan los siguientes parámetros.

$$w = \frac{P}{S_c} \Rightarrow w = \frac{0,0855}{24,71} = 0,00346 \left[\frac{Kg}{m/mm^2} \right]$$

$$t_r = \frac{T_r}{S_c} \Rightarrow t_r = \frac{845}{24,71} = 34,2 \left[\frac{Kg}{mm^2} \right]$$

Cálculo de la presión del viento

La presión del viento está dada por la siguiente expresión:

$$P_V = 0,0042 * V_V^2 * \Phi_C$$

- Presión del viento para la HIPÓTESIS A:

$$P_{VA} = 0,0042 * 80^2 * 0,00636 = 0,171 \left[\frac{Kg}{m^2} \right]$$

- Presión del viento para la HIPÓTESIS C:

$$P_{VC} = 0,0042 * 0^2 * 0,00636 = 0 \left[\frac{Kg}{m^2} \right]$$

- Presión del viento para la HIPÓTESIS D:

$$P_{VD} = 0,0042 * 0^2 * 0,00636 = 0 \left[\frac{Kg}{m^2} \right]$$

10.1 CÁLCULO DEL FACTOR DE SOBRECARGA

El factor de sobrecarga esta dado por:

$$m = \sqrt{1 + \left[\frac{P_V}{P} \right]^2}$$

- Factor de sobrecarga para la HIPÓTESIS A:

$$m_a = \sqrt{1 + \left[\frac{0,171}{0,0855} \right]^2} = 2,236$$

- Factor de sobrecarga para la HIPÓTESIS C:

$$m_c = \sqrt{1 + \left[\frac{0}{0,0855} \right]^2} = 1$$

- Factor de sobrecarga para la HIPÓTESIS D:

$$m_D = \sqrt{1 + \left[\frac{0}{0,0855} \right]^2} = 1$$

Se calcula el vano regulador para el transformador A cuyo valor es:

$$a_r = 43,54[m]$$

Hipótesis C (1)->Hipótesis A(2)

$$\theta_1 = \theta_c \quad 40 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$\theta_2 = \theta_a \quad 20 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$m_1 = m_c \quad 1$$

$$m_2 = m_a \quad 2,236$$

$$t_1 = t_c = \frac{t_r}{F_s} \rightarrow = \frac{34,2}{5} = 6,84 \left[\frac{Kg}{mm^2} \right]$$

Ahora se calculan los valores de A y B para la ecuación de estado:

$$t^3 + At^2 = B$$

$$A = \alpha * E * (\theta_2 - \theta_1) - t_1 + \frac{a_r^2 * w^2 * m_1^2 * E}{24 * t_1^2}$$

$$A = 1,89E - 05 * 8300 * (20 - 40) - 6,84 + \frac{43,54^2 * 0,00346^2 * 1^2 * 8300}{24 * 6,84^2} = -9,81 \left[\frac{Kg}{mm^2} \right]$$

$$B = \frac{a_r^2 * w^2 * m_2^2 * E}{24}$$

$$B = \frac{43,54^2 * 0,00346^2 * 2,236^2 * 8300}{24} = 39,24 \left[\frac{Kg}{mm^2} \right]^3$$

Se tiene la siguiente ecuación de estado.

$$t^3_2 + -9,81 * t^2_2 = 39,24$$

$$t_2 = t_A = 10,188 \left[\frac{Kg}{mm^2} \right]$$

De esto se obtiene el factor de seguridad.

$$F_s = \frac{t_r}{t_A} \rightarrow F_s = \frac{34,2}{10,188} = 3,35$$

Si cumple con el factor de seguridad que es 2,5.

Ahora se prueba para la hipótesis D.

Hipótesis C (1)->Hipótesis D (2)

$$\theta_1 = \theta_C \quad 40 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$\theta_2 = \theta_D + \Delta\theta_D \quad 65 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$m_1 = m_C \quad 1$$

$$m_2 = m_D \quad 1$$

$$t_1 = t_C = \frac{t_r}{F_s} \rightarrow = \frac{34,2}{5} = 6,84 \left[\frac{\text{Kg}}{\text{mm}^2} \right]$$

Ahora se calculan los valores de A y B para la ecuación de estado:

$$t^3 + At^2 = B$$

$$A = \alpha * E * (\theta_2 - \theta_1) - t_1 + \frac{a_r^2 * w^2 * m_1^2 * E}{24 * t_1^2}$$

$$A = 1,89E - 05 * 8300 * (65 - 40) - 6,84 + \frac{43,54^2 * 0,00346^2 * 1^2 * 8300}{24 * 6,84^2} = -2,75 \left[\frac{\text{Kg}}{\text{mm}^2} \right]$$

$$B = \frac{a_r^2 * w^2 * m_2^2 * E}{24}$$

$$B = \frac{43,54^2 * 0,00346^2 * 1 * 8300}{24} = 7,848 \left[\frac{\text{Kg}}{\text{mm}^2} \right]^3$$

Se tiene la siguiente ecuación de estado.

$$t_2^3 + -2,75 \left[\frac{\text{Kg}}{\text{mm}^2} \right] * t_2^2 = 7,848$$

$$t_2 = t_D = 3,42 \left[\frac{\text{Kg}}{\text{mm}^2} \right]$$

De esto se obtiene el factor de seguridad.

$$F_S = \frac{t_r}{t_D} \rightarrow F_S = \frac{34,2}{3,42} = 10$$

Si cumple con el factor de seguridad que es 2,5.

10.2 CÁLCULO DE LAS FLECHAS MÁXIMAS

Las flechas máximas se pueden presentar en la hipótesis A o en la D.

La ordenada del punto de amarre para la hipótesis de máxima velocidad del viento es:

$$H_a = \frac{t_a}{m_a * w} \rightarrow H_a = \frac{10,188}{2,236 * 0,00346} = 1315,83 \text{ [m]}$$

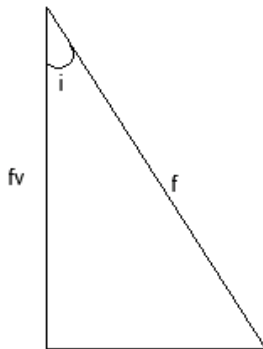
Con este dato obtenido se puede despejar el siguiente valor:

$$H_a = h_a * \left[\text{Cosh} \left(\frac{a_r}{2 * h_a} \right) \right] \rightarrow 1315,83 = h_a * \left[\text{Cosh} \left(\frac{43,54}{2 * h_a} \right) \right] \rightarrow h_a = 1315,65 \text{ [m]}$$

De aquí se tiene que la flecha máxima inclinada.

$$f_a = H_a - h_a \rightarrow 1315,83 - 1315,65 = 0,18 \text{ [m]}$$

Considerando que la flecha máxima vertical se define como:



$$f_v = f * \cos(i) \text{ [m]}$$

$$\cos(i) = 1/m$$

$$f_v = \frac{f_a}{m_a} \rightarrow f_v = \frac{0,18}{2,236} = 0,081 \text{ [m]}$$

La tensión en el vértice por unidad de longitud está definida por:

$$t_v = \frac{h_a * t_a}{H_a} \rightarrow t_v = \frac{1315,65 * 10,188}{1315,83} = 10,186 \left[\frac{Kg}{mm^2} \right]$$

La tensión en el vértice sobre el CONDUCTOR N°4 ACSR es :

$$t_{vf} = t_v * s_c \rightarrow 10,186 * 24,71 = 251,69[Kg]$$

PARA LA HIPÓTESIS D

La ordenada del punto de amarre para la hipótesis de máxima temperatura es:

$$H_D = \frac{t_D}{m_D * w} \rightarrow H_D = \frac{3,42}{1 * 0,00346} = 988,44 [m]$$

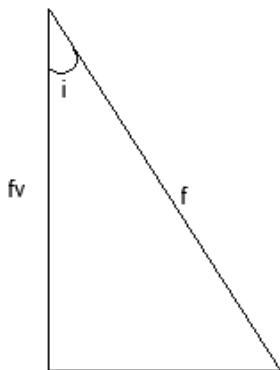
Con este dato obtenido se puede despejar el siguiente valor:

$$H_d = h_d * \left[\text{Cosh} \left(\frac{a_r}{2 * h_d} \right) \right] \rightarrow 988,44 = h_d * \left[\text{Cosh} \left(\frac{43,54}{2 * h_d} \right) \right] \rightarrow h_d = 988,2[m]$$

De aquí se tiene que la flecha máxima inclinada

$$f_a = H_d - h_d \rightarrow 988,44 - 988,2 = 0,24[m]$$

Considerando que la flecha máxima vertical se define como:



$$f_v = f * \cos(i) [m]$$

$$\cos(i) = 1/m$$

$$f_v = \frac{f_a}{m_d} \rightarrow f_v = \frac{0,24}{1} = 0,24[m]$$

La tensión en el vértice por unidad de longitud está definida por:

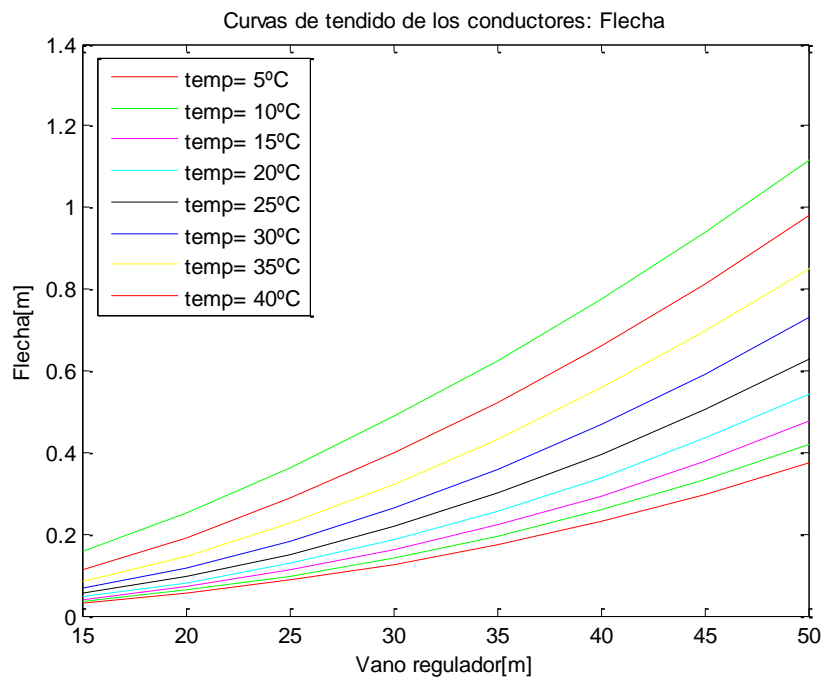
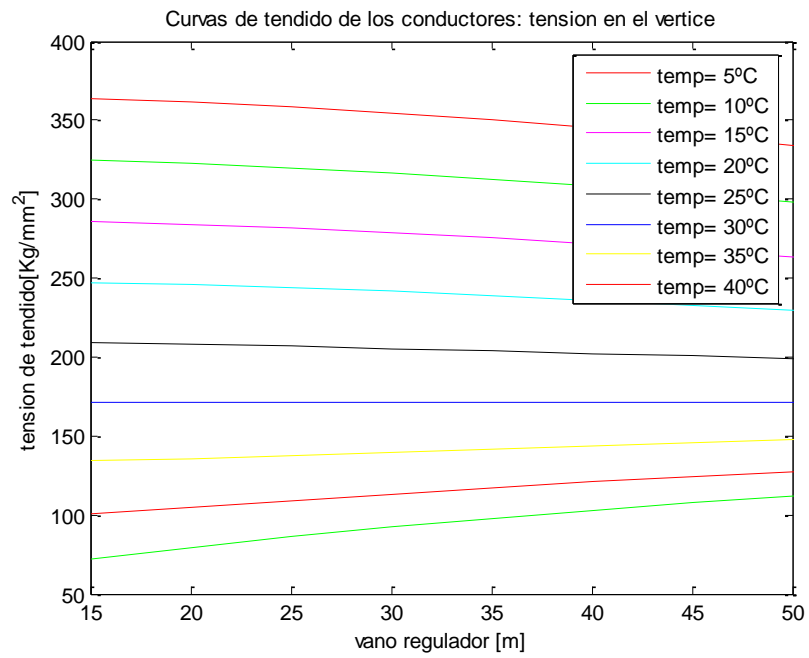
$$t_v = \frac{h_d * t_d}{H_d} \rightarrow t_v = \frac{988,2 * 3,42}{988,44} = 3,42 \left[\frac{Kg}{mm^2} \right]$$

La tensión en el vértice sobre el CONDUCTOR N°4 AWG ACSR es:

$$t_{vf} = t_v * s_c \rightarrow 3,42 * 24,71 = 84,48 [Kg]$$

De esto se obtiene que la flecha máxima vertical será de 0,24m y una tensión en el vértice de 251,69 Kg, para esto se escogerán los postes de media tensión, de la siguiente manera, postes de 12 m y carga de rotura de 750 Kg para el apoyo 0 del transformador A, para el transformador B se utilizará un apoyo de 8m 1050 Kg de carga de rotura.

Figura 9. Curvas de tendido para el conductor N°4 AWG ACSR



11. PRESUPUESTO GENERAL

OBRA: San Pedro Claver
(Presupuesto estimativo)

| ÍTEM | CONCEPTO | UN | CANT. | VR. UNIT. | VR. PARCIAL |
|----------------|---|----|-----------|------------------|----------------------|
| A. | OBRA ELÉCTRICA BASICA | | | | |
| \$ 1,00 | Redes trenzada en baja tensión | | | | |
| 1.1 | (LA 320) .Construcción en línea | Un | \$ 8,00 | \$ 620.212 | \$ 4.961.696 |
| 1.2 | (LA 320-1).Construcción en línea con extensión | Un | \$ 0,00 | \$ 465.171 | \$ 0 |
| 1.3 | (LA 321).Final del circuito | Un | \$ 9,00 | \$ 665.521 | \$ 5.989.689 |
| 1.4 | (LA 322). Construcción en línea con derivación | Un | \$ 6,00 | \$ 712.000 | \$ 4.272.000 |
| 1.5 | (LA 324). Construcción angular 90° | Un | \$ 1,00 | \$ 714.671 | \$ 714.671 |
| 1.6 | (LA 324-1). Construcción angular | Un | \$ 3,00 | \$ 810.772 | \$ 2.432.316 |
| 1.7 | (LA 327).Circuito secundario en retención | Un | \$ 0,00 | \$ 1.775.629 | \$ 0 |
| 1.8 | (LA 328).Montaje de carga de barrajes adicional para conexión de acometidas | Un | \$ 0,00 | \$ 398.775 | \$ 0 |
| 1.9 | (LA 329).Circuito secundario sencillo con A.P | Un | \$ 2,00 | \$ 386.356 | \$ 772.712 |
| 1.10 | (LA 330). Circuito secundario sencillo y A.P para cualquier configuración de circuito primario | Un | \$ 0,00 | \$ 470.512 | \$ 0 |
| | | | | Sub total | \$ 19.143.084 |
| \$ 2,00 | SISTEMA DE PUESTA A TIERRA | | | | |
| 2.1 | (403).Conexión de neutro de la red trenzada de B.T instalación al interior del poste | U | \$ 1,00 | \$ 143.368 | \$ 143.368 |
| 2.2 | (406).Conexión de neutro de la red trenzada de B.T instalación al exterior del poste | Un | \$ 1,00 | \$ 200.683 | \$ 200.683 |
| | Subtotal por concepto de Puesta a Tierra | | | Sub total | \$ 344.051 |
| \$ 3,00 | ACOMETIDAS EN BAJA TENSIÓN | | | | |
| 3.1 | (363). Acometida 2x8 AWG Cu | Un | \$ 125,00 | \$ 363.110 | \$ 45.388.750 |
| 3.2 | (363). Acometida 2x6 AWG Cu | Un | \$ 14,00 | \$ 211.892 | \$ 2.966.488 |

| | | | | | |
|---|--|----|---------|------------------|-----------------------|
| Subtotal por concepto de Acometidas en baja tensión | | | | Sub total | \$ 48.355.238 |
| <hr/> | | | | | |
| 4. | Subestación Aérea | | | | |
| 4.1 | Accesorio transformador trifásico con final de circuito primario y red trenzada de B.T (500) | Un | \$ 2,00 | \$ 3.390.136 | \$ 6.780.272 |
| 4.2 | Poste de concreto 8 m 510 Kg | Un | \$ 7,00 | \$ 592.670 | \$ 4.148.690 |
| 4.3 | Poste de concreto 8 m 750 Kg | Un | \$ 1,00 | \$ 114.920 | \$ 114.920 |
| 4.4 | Poste de concreto 8 m 1050 Kg | Un | \$ 1,00 | \$ 918.170 | \$ 918.170 |
| 4.5 | Poste de Concreto 12 m, 750 kg | Un | \$ 1,00 | \$ 935.810 | \$ 935.810 |
| 4.6 | Poste de concreto 12 m 1050 Kg | Un | \$ 1,00 | \$ 1.179.410 | \$ 1.179.410 |
| 4.5 | Transformador de 75 kVA, trifásico, 13.2/.22kV | U | \$ 1,00 | \$ 6.926.167 | \$ 6.926.167 |
| Subtotal por concepto Subestación Aérea | | | | Sub total | \$ 21.003.439 |
| <hr/> | | | | | |
| 5. | RED ELÉCTRICA TRENZADA PARA BAJA TENSIÓN | | | | |
| 5.1 | Cable trenzado Cuádruplex 3x4/0+4/0 AWG ACSR XLPE | m | 116,21 | \$ 48.497 | \$ 5.635.739 |
| 5.2 | Cable trenzado Cuádruplex 3x2/0+2/0 AWG ACSR XLPE | m | 3008,8 | \$ 37.571 | \$ 113.042.798 |
| 5.3 | Cable trenzado Cuádruplex 3x#2+#2 AWG ACSR XLPE | m | 403,66 | \$ 22.129 | \$ 8.932.504 |
| 5.4 | Cable trenzado Cuádruplex 2x#4+#4 AWG ACSR XLPE | m | 228,52 | \$ 16.763 | \$ 3.830.614 |
| Subtotal por concepto de redes electrica trenzada para baja tensión | | | | Sub total | \$ 131.441.655 |
| <hr/> | | | | | |
| 6. | RED ELÉCTRICA PARA MEDIA TENSIÓN | | | | |
| 6.1 | Red Aérea de M.T. en 3 # 4 ACSR | m | 64,73 | \$ 10.271 | \$ 664.821 |
| 6.2 | Red Aérea de M.T. en 3 # 2 ACSR | m | 0,00 | \$ 4.916 | \$ 0 |
| Subtotal por concepto de redes eléctricas para media tensión | | | | Sub total | \$ 664.821 |
| <hr/> | | | | | |
| 7. | DESMANTELAMIENTO DEL SISTEMÁ ELÉCTRICO EXISTENTE | | | | |
| 7.1 | Deshincar poste de concretos de 8 MTS | Un | 8,00 | \$ 150.104 | \$ 1.200.832 |
| 7.2 | Desmantelamiento de apoyo en B.T para estructura 613 (percha de 4 puestos) y reintegro de materiales | Un | 30,00 | \$ 9.292 | \$ 278.760 |

| | | | | | |
|-----|--|----|------|------------------|---------------------|
| 7.3 | Desmantelamiento de red trifásica en B.T. y reintegro de materiales | km | 3,42 | \$ 1.202.083 | \$ 4.113.528 |
| 7.4 | Desmontaje del transformador de 75 kVA (con protecciones) | Un | 1,00 | \$ 255.833 | \$ 255.833 |
| | Subtotal por concepto de desmantelamiento del sistemas eléctrico existente | | | Sub total | \$ 5.848.953 |

TOTAL CAPITULO A **\$226.801.241**

VALOR DIRECTO **\$226.801.241**
A.I.U. **30,02%** **\$68.079.565**
VALOR TOTAL **\$294.880.806**

MATRIZ PARA CALCULO DE FACTOR DE A.I.U. - AÑO 2011
REDISEÑO DE LAS REDES DE MEDIA Y BAJA TENSIÓN- SAN PEDRO CLAVER

| | | | |
|--|-----------------|--|-------------------------|
| COSTO DIRECTO ESTIMADO DE OBRA (CD) | \$226.801.241 | | |
| TERMINO ESTIMADO DE EJECUCIÓN DE OBRA | 3 MESES | | |
| 1. ADMINISTRACIÓN | | | |
| TOTAL ADMINISTRACION | 10% | | \$ 22.680.124,13 |
| 2. IMPUESTOS Y GARANTÍAS | | | |
| 2.1 IMPUESTOS | | | |
| DESCRIPCIÓN | IMPUESTO | | VALOR (\$) |
| ESTAMPILLA PRO CULTURA | 2% | | \$4.536.025 |
| ESTAMPILLA PRO HOSPITALES | 2% | | \$4.536.025 |
| REVISIÓN SOCIAL MUNICIPAL | 2% | | \$4.536.025 |
| IMPUESTO DE ALUMBRADO | 2% | | \$4.536.025 |
| PUBLICACIÓN EN LA GACETA MUNICIPAL DE LA ALCALDIA | 5 | | \$600.000 |
| ESTAMPILLA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER (UIS) | 2% | | \$4.536.025 |
| ESTAMPILLA PRO PERSONAS MAYORES Y DESPLAZADOS | 2% | | \$4.536.025 |
| RETEFUENTE | 1% | | \$2.268.012 |
| REFERENCIAS | 1% | | \$2.268.012 |
| CUATRO POR MIL | 0,004 | | \$907.205 |
| SUBTOTAL IMPUESTOS | | | \$ 33.259.378,74 |
| 2.2 GARANTIAS | | | |
| POLIZAS | | | \$ 800.000,00 |
| TOTAL IMPUESTOS Y GARANTÍAS | | | \$ 800.000,00 |
| TOTAL IMPUESTOS Y GARANTÍAS EN PORCENTAJE DEL COSTO DIRECTO | 15,02% | | \$ 34.059.378,74 |
| 3. UTILIDAD | | | |
| TOTAL UTILIDAD | 5% | | \$ 11.340.062,06 |
| A. ADMINISTRACIÓN (1 + 2 + 3) | | | 10,00% |
| I. IMPREVISTOS | | | 15,02% |
| U. UTILIDAD | | | 5,00% |
| A.I.U. (ADMINISTRACIÓN, IMPREVISTOS Y UTILIDAD) | | | 30,02% |

12. CONCLUSIONES

- ✓ Al realizar el levantamiento se pudo observar que la red se encontraba en muy mal estado físico, y al realizar el diagnóstico respectivo de la red existente, se corroboró que el sistema no cumplía con la regulación, pérdidas de potencia y energía, ni con las distancias de seguridad mínimas como lo indica el RETIE.
- ✓ En el diseño de este proyecto se tuvo como criterio principal la adecuada selección de conductores y ubicación de los transformadores; debido a la topología del barrio y al tipo de viviendas la distribución de las acometidas no fue la mejor, pero si la más adecuada que se encontró, permitiendo el cumplimiento de los parámetros de regulación, pérdidas de potencia y energía, como lo establece la norma de la ESSA, con ésta se puede asegurar un servicio eficiente, seguro y confiable.
- ✓ El uso del cable trenzado fue indispensable para este proyecto, aunque tiene un costo un poco más alto que los demás, con este se obtuvo la solución a los problemas de regulación y de pérdidas que se tenían con la red abierta, además de cumplir con los requerimientos descritos en la norma de la ESSA ESP para redes de baja tensión.
- ✓ El diseño se desarrolló como una práctica social, y sus resultados son solo de carácter educativo.

13. OBSERVACIONES

- ✓ Puesto que no se pudo realizar una medición precisa para determinar la demanda máxima de los usuarios, se hizo un muestreo del tipo de carga y el área de cada vivienda, con estos parámetros se procedió a calcular la demanda máxima.

- ✓ Las mediciones de iluminación de alumbrado público no pudieron ser realizadas debido a los graves problemas de seguridad que presenta el barrio San Pedro Claver, sin embargo al efectuar el levantamiento se pudo observar que el alumbrado público de vías y parques estaba siendo remodelado, y actualmente se encuentra en completo funcionamiento, por estas razones fue imposible de desarrollar el estudio de iluminación.

14. BIBLIOGRAFIA

- INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN. Código eléctrico colombiano. Bogotá: ICONTEC, 1998. 859 p. NTC 2050.
- MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA. Reglamento técnico de instalaciones eléctricas: actualización 2009. Bogotá, 2009. 212 p.
- NORMAS PARA CÁLCULO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN. Bucaramanga. 165 p.
- CHECA, Luis María. LINEAS de transporte de energía. 3 edición, Barcelona, México: BOXAREU EDITORES,
- http://www.codensa.com.co/documentos/1_18_2010_10_31_15_AM_CTU%20500-1.pdf
- http://www.codensa.com.co/documentos/6_19_2007_2_57_09_PM_LA%20324-1.pdf
- http://www.codensa.com.co/documentos/6_19_2007_2_59_23_PM_LA%20322.pdf
- http://www.codensa.com.co/documentos/6_19_2007_3_01_23_PM_LA%20321.pdf

ANEXOS

Anexo 1. DIAGNÓSTICO DE LA RED EXISTENTE

De acuerdo al levantamiento realizado se pudo hacer un diagnóstico de la red existente en la cual encontramos las siguientes anomalías.



Se puede observar que el apoyo presenta sobrecarga de conductores de teléfono, internet entre otros, haciendo difícil la inspección visual de los conductores de la red de baja tensión.



Como se puede observar en estas dos estructuras la tensión de los conductores sobrepasan la carga de rotura de los apoyos causándoles un volcamiento que con el tiempo puede llegar a ser fatal para la seguridad de los habitantes y de las viviendas del barrio san Pedro Claver.



En algunas estructuras se encuentran las perchas en mal estado a punto de caerse e incluso a punto de romperse, además de postes vencidos y en mal estado físico, que pueden ocasionar un accidente a la comunidad.



En este sector se observa que los conductores de este tramo, debido a que la flecha es muy grande, no cumplen con las distancias mínimas de seguridad al terreno establecidas en el RETIE que debería ser de 5m, además de no cumplir con las distancias sobre ventanas que debería ser de 1.7m, según el RETIE (Ver tabla 1 Distancia mínimas de seguridad en zonas con construcciones)



En cierta parte de la red se encontró éste amarre usado como estructura de paso y para derivar algunas acometidas, violando las distancias de seguridad.

- De esta forma se concluyo que la parte física y mecánica de la red estaba en muy mal estado, no solo en los tramos mostrados si no que en otras partes se observó la misma situación, además de eso se analizó la parte eléctrica (regulación, pérdidas de potencia y de energía) de la red existente y pudimos notar que los calibres de los conductores utilizados no cumplían con estos parámetros dando como consecuencia un sobrepaso de los límites máximos establecidos por la norma de la ESSA ESP.

- Al hacer el cálculo de la demanda se encontró un problema aun más grave que el anteriormente descrito, se pudo notar que la demanda (136,5 kVA) es casi el doble que la potencia del transformador (75 kVA) dando razón a los habitantes del barrio San Pedro Claver, quienes reclaman a diario por el daño de electrodomésticos y la falta de energía debido al disparo constante de las protecciones del transformador.

Anexo 2. TABLAS VANOS

Tabla 26. Vanos línea principal Transformador A

| Vanos de la línea principal del transformador A | | | | | | | |
|---|-----------------|----------|--------------------|---------------------|-----------------|--------------------|-------|
| Estructura N° | Tipo Estructura | Tramo N° | Longitud tramo (m) | vano Individual (m) | vano viento (m) | vano regulador (m) | |
| 7 | T | 1 | 95,8 | 20,2 | 10,1 | 25,964 | |
| 4 | P | | | | 23,05 | | |
| 3 | P | | | | 25,9 | | 29,1 |
| 1 | P | | | | 32,3 | | 24,85 |
| 0 | R | | | | 17,4 | | 18,65 |
| 8 | P | | | | 2 | | 57,9 |
| 10 | R | 38 | 34,95 | | | | |
| 15 | P | 3 | 58,83 | 31,9 | | 29,415 | |
| 16 | T | | | | 26,93 | 13,465 | |

Tabla 27. Vanos de los ramales transformador A

| Vanos de ramales del transformador A | | | | | | |
|--------------------------------------|-----------------|----------|--------------------|---------------------|-----------------|--------------------|
| Estructura N° | Tipo Estructura | Tramo N° | Longitud tramo (m) | vano Individual (m) | vano viento (m) | vano regulador (m) |
| 1 | R | 4 | 29,84 | 29,84 | 14,92 | 29,84 |
| 2 | T | | | | 14,92 | |
| 4 | R | 5 | 41,62 | 20,12 | 10,06 | 41,62 |
| 5 | P | | | | 20,81 | |
| 6 | T | | | 21,5 | 10,75 | |
| 8 | R | 7 | 11,35 | 11,35 | 5,675 | 11,35 |
| 9 | T | | | | | |
| 10 | R | 8 | 34,72 | 23,6 | 11,8 | 20,4495 |
| 11 | P | | | | 17,36 | |
| 12 | R | | | 11,12 | 11,92 | |
| 13 | P | 9 | 12,72 | 12,72 | 14,045 | 14,2310 |
| 14 | T | | 15,37 | 15,37 | 7,685 | |

Tabla 28. Vanos Línea principal Transformador B

| Vanos de la línea principal del transformador B | | | | | | |
|---|-----------------|----------|--------------------|---------------------|-----------------|--------------------|
| Estructura N° | Tipo Estructura | Tramo N° | Longitud tramo (m) | vano Individual (m) | vano viento (m) | vano regulador (m) |
| 11 | T | 1 | 47,24 | | 11,185 | 23,71 |
| 10 | P | | | 22,37 | 23,62 | |
| 0 | R | | | 24,87 | 29,7 | |
| 1 | P | 2 | 120,71 | 34,53 | 35,245 | 31.454 |
| 2 | P | | | 35,96 | 30,155 | |
| 5 | P | | | 24,35 | 25,11 | |
| 6 | R | | | 25,87 | 26,745 | |
| 7 | R | | | 27,62 | 27,62 | |
| 8 | T | 4 | 6,56 | 6,56 | 3,28 | 6,56 |

Tabla 29. Vanos de ramales Transformador B

| Vanos de ramales del transformador B | | | | | | |
|--------------------------------------|-----------------|----------|--------------------|---------------------|-----------------|--------------------|
| Estructura N° | Tipo Estructura | Tramo N° | Longitud tramo (m) | vano Individual (m) | vano viento (m) | vano regulador (m) |
| 5 | R | 5 | 11,9 | 11,9 | 5,95 | 11,9 |
| 9 | T | | | | 5,95 | |
| 2 | R | 6 | 26,77 | 12,37 | 6,185 | 13,5 |
| 3 | P | | | | 13,385 | |
| 4 | T | | | | 14,4 | |
| 0 | R | 7 | 23,2 | 23,2 | 11,6 | 23,2 |
| 16 | T | | | | 11,6 | |
| 0 | R | 8 | 7,80 | 7,8 | 3,9 | 7,80 |
| 15 | P | | | | 3,9 | |
| 11 | R | 9 | 40,1 | 40,1 | 20,05 | 40,1 |
| 12 | T | | | | 20,05 | |
| 11 | R | 10 | 10,89 | 10,89 | 5,445 | 18,71 |
| 13 | P | | 20,86 | | 20,86 | |
| 14 | T | | | 10,43 | | |

Anexo 3. MATRICES DE CÁLCULO

En este anexo se presentan las matrices de cálculo de los análisis realizados para tratar de reducir los altos porcentajes de regulación, pérdidas de potencia y energía que se tienen en la red existente de baja tensión del Barrio San Pedro Claver.

Tabla 30. Red abierta con Transformador de 150 kVA

| CIRCUITO 1 RED ABIERTA TRANSFORMADOR 150 KVA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|--------------|----------------|---------------------|-----------------|-------------------|--------------------------|-----------------------|------------------------|-------------------------|-----------------|---------|----------|-------|-----|----------------------|--------------------|---------------|---------------|-------------|---------------|
| Tramo | Longitud [m] | N° de usuarios | Usuarios acumulados | F.de diversidad | Carga_Poste [kVA] | Potencia Luminarias[kVA] | Carga Acumulada [kVA] | Demanda por tramo[kVA] | Corriente Por tramo [A] | Momento [Kva*m] | Calibre | r [Ω/Km] | KG | Fcs | 6% parcial por tramo | 6% Total Acumulada | Pp. Parcial % | Pp Acumulada% | Pw parcial% | Pw Acumulada% |
| 0-1 | 16,22 | 5 | 76 | 4,9999255 | 34,73342479 | 0,077777778 | 316,1440088 | 69,09641095 | 191,792459 | 1120,7438 | 2/0 AWG | 0,53 | 62,32 | 1 | 1,614385 | 1,8633052 | 1,445213 | 1,653652636 | 0,844742 | 0,966576575 |
| 1-2 | 20,2 | 8 | 71 | 4,9998285 | 31,44289183 | 0,155555556 | 281,410584 | 61,9173806 | 171,8654632 | 1250,7311 | 2/0 AWG | 0,53 | 62,32 | 1 | 1,8016263 | 3,6649315 | 1,612834 | 3,266486149 | 0,942717 | 1,909293962 |
| 2-5 | 25,9 | 15 | 63 | 4,9993495 | 49,88150896 | 0,077777778 | 249,9676922 | 55,40004369 | 153,7751449 | 1434,8611 | 2/0 AWG | 0,53 | 62,32 | 1 | 2,066858 | 5,7317896 | 1,850272 | 5,116757676 | 1,081502 | 2,990796254 |
| 5-6 | 32,3 | 8 | 48 | 4,9920865 | 27,69508128 | 0,155555556 | 200,0861832 | 45,40289455 | 126,0258336 | 1466,5135 | 2/0 AWG | 0,53 | 62,32 | 1 | 2,1124519 | 7,8442415 | 1,891088 | 7,007845323 | 1,10536 | 4,096155978 |
| 6-8 | 17,4 | 9 | 32 | 4,8884734 | 39,22924058 | 0,155555556 | 137,1038907 | 33,21302782 | 92,19014688 | 577,90668 | 2/0 AWG | 0,53 | 62,32 | 1 | 0,8324506 | 8,6766921 | 0,745218 | 7,753063282 | 0,435587 | 4,531743359 |
| 8-9 | 19,9 | 0 | 23 | 4,5361919 | 0 | 0,311111111 | 97,87465014 | 26,50972426 | 73,58363671 | 527,54351 | 2/0 AWG | 0,53 | 62,32 | 1 | 0,7599046 | 9,4365967 | 0,680274 | 8,433337295 | 0,397627 | 4,929370353 |
| 9-11 | 38 | 7 | 23 | 4,5361919 | 21,44576 | 0,7 | 97,87465014 | 26,04305759 | 72,28829957 | 989,63619 | 2/0 AWG | 0,53 | 62,32 | 1 | 1,4255299 | 10,862127 | 1,276148 | 9,709485642 | 0,745922 | 5,675291879 |
| 11-16 | 31,9 | 4 | 11 | 2,8481875 | 29,94825014 | 2,822222222 | 58,55209014 | 23,53544487 | 65,32786264 | 750,78069 | 2/0 AWG | 0,53 | 62,32 | 1 | 1,0814685 | 11,943595 | 0,968141 | 10,67762681 | 0,565888 | 6,241180118 |
| 16-17 | 26,93 | 7 | 7 | 2,0230484 | 28,60384 | 0,155555556 | 28,60384 | 14,2945353 | 39,6776625 | 384,95184 | 2/0 AWG | 0,53 | 62,32 | 1 | 0,5545072 | 12,498102 | 0,4964 | 11,17402706 | 0,290151 | 6,531331048 |
| 2-3 | 20,12 | 0 | 0 | - | 0 | 0,155555556 | 0 | 0,155555556 | 0,431779047 | 3,1297778 | 2/0 AWG | 0,53 | 62,32 | 1 | 0,0045083 | 5,532745 | 0,004036 | 3,270522037 | 0,002359 | 1,91165298 |
| 3-4 | 21,5 | 0 | 0 | - | 0 | 0,077777778 | 0 | 0,077777778 | 0,215889524 | 1,6722222 | 2/0 AWG | 0,53 | 62,32 | 1 | 0,0024088 | 5,5351538 | 0,002156 | 3,272678389 | 0,00126 | 1,912913889 |
| 6-7 | 29,84 | 8 | 8 | 2,2265636 | 35,28721121 | 0,077777778 | 35,28721121 | 15,84828331 | 43,99043575 | 472,91277 | 2/0 AWG | 0,53 | 62,32 | 1 | 0,6812113 | 8,5254528 | 0,609827 | 7,61767231 | 0,35645 | 4,452605977 |
| 9-10 | 11,35 | 0 | 0 | - | 0 | 0,155555556 | 0 | 0,155555556 | 0,431779047 | 1,7655556 | 2/0 AWG | 0,53 | 62,32 | 1 | 0,0025432 | 9,4391399 | 0,002277 | 8,435614001 | 0,001331 | 4,93070111 |
| 11-12 | 23,6 | 5 | 5 | 1,6373749 | 17,8768 | 0,155555556 | 17,8768 | 11,07351968 | 30,73701715 | 261,33506 | 2/0 AWG | 0,53 | 62,32 | 1 | 0,3764423 | 9,8155823 | 0,336995 | 10,0464805 | 0,196977 | 5,872268761 |
| 12-13 | 11,12 | 0 | 0 | - | 0 | 0,277777778 | 0 | 0,277777778 | 0,771034013 | 3,0888889 | 2/0 AWG | 0,53 | 62,32 | 1 | 0,0044494 | 9,8200317 | 0,003983 | 10,05046367 | 0,002328 | 5,874596958 |
| 13-14 | 12,72 | 0 | 0 | - | 0 | 0,277777778 | 0 | 0,277777778 | 0,771034013 | 3,5333333 | 2/0 AWG | 0,53 | 62,32 | 1 | 0,0050896 | 9,8251213 | 0,004556 | 10,0501994 | 0,002667 | 5,877260149 |
| 14-15 | 15,37 | 0 | 0 | - | 0 | 0,077777778 | 0 | 0,077777778 | 0,215889524 | 1,1954444 | 2/0 AWG | 0,53 | 62,32 | 1 | 0,001722 | 9,8268433 | 0,001542 | 10,05656148 | 0,000901 | 5,878161195 |
| CIRCUITO 2 RED ABIERTA TRANSFORMADOR 150 KVA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tramo | Longitud [m] | N° de usuarios | Usuarios acumulados | Factor de div | Carga_Poste [kVA] | Potencia Luminarias[kVA] | Carga Acumulada [kVA] | Demanda por tramo | Corriente Por tramo [A] | Momento [Kva*m] | Calibre | r[Ω/Km] | KG | Fcs | 6% parcial por tramo | 6% Total Acumulada | Pp. Parcial % | Pp Acumulada% | Pw parcial% | Pw Acumulada% |
| 0-1 | 22,37 | 3 | 61 | 4,9990922 | 18,49510988 | 0,216666667 | 255,9376 | 54,2579239 | 150,6049374 | 1213,7498 | 2/0 AWG | 0,53 | 62,32 | 1 | 1,7483563 | 1,9972765 | 1,565146 | 1,77358501 | 0,914843 | 1,036678252 |
| 1-2 | 24,87 | 4 | 58 | 4,9985034 | 10,04384 | 0,077777778 | 237,4425 | 50,34715803 | 139,7497367 | 1252,1338 | 2/0 AWG | 0,53 | 62,32 | 1 | 1,8036469 | 3,8009234 | 1,614642 | 3,388273664 | 0,943775 | 1,980452925 |
| 2-4 | 34,53 | 9 | 47 | 4,990654 | 54,41118909 | 0,138888889 | 204,3355 | 42,07141426 | 116,778569 | 1452,7259 | 2/0 AWG | 0,53 | 62,32 | 1 | 2,0925915 | 5,8935149 | 1,873308 | 5,261535779 | 1,094968 | 3,07542051 |
| 4-5 | 35,96 | 8 | 38 | 4,9583849 | 31,12512116 | 0,138888889 | 149,9243 | 31,22541479 | 86,67308479 | 1122,8659 | 2/0 AWG | 0,53 | 62,32 | 1 | 1,6174418 | 7,5109567 | 1,44795 | 6,709485541 | 0,846341 | 3,921761688 |
| 5-8 | 24,35 | 6 | 14 | 3,4288017 | 28,5011731 | 0,138888889 | 62,8018 | 19,1659719 | 53,19941843 | 466,69142 | 2/0 AWG | 0,53 | 62,32 | 1 | 0,6722497 | 8,1832064 | 0,601804 | 7,312900008 | 0,351761 | 4,273522443 |
| 8-9 | 25,87 | 1 | 8 | 2,2265636 | 3,06368 | 0,277777778 | 34,3007 | 16,03853569 | 44,51852354 | 414,91692 | 2/0 AWG | 0,53 | 62,32 | 1 | 0,5976706 | 8,780877 | 0,535041 | 7,846330607 | 0,312737 | 4,586259048 |
| 9-10 | 27,62 | 7 | 7 | 2,0230484 | 31,23698327 | 0,216666667 | 31,2370 | 15,79610737 | 43,84560981 | 436,28849 | 2/0 AWG | 0,53 | 62,32 | 1 | 0,6284555 | 9,4093325 | 0,5626 | 8,408930112 | 0,328845 | 4,915104109 |
| 10-11 | 6,56 | 0 | 0 | - | 0 | 0,138888889 | 0 | 0,138888889 | 0,385517007 | 0,9111111 | 2/0 AWG | 0,53 | 62,32 | 1 | 0,0013124 | 9,4106449 | 0,001175 | 8,410105001 | 0,000687 | 4,915790844 |
| 2-3 | 23,2 | 7 | 7 | 2,0230484 | 23,06311328 | 0,138888889 | 23,06311328 | 11,53906772 | 32,02924931 | 267,70637 | 2/0 AWG | 0,53 | 62,32 | 1 | 0,3856199 | 4,1865433 | 0,345211 | 3,733438106 | 0,201779 | 2,182232071 |
| 5-6 | 12,37 | 8 | 16 | 3,7640966 | 27,500224 | 0 | 55,997376 | 14,87671083 | 41,29362019 | 184,02491 | 2/0 AWG | 0,53 | 62,32 | 1 | 0,2650803 | 7,776037 | 0,237302 | 6,946787987 | 0,138706 | 4,060467351 |
| 6-7 | 14,4 | 8 | 8 | 2,2265636 | 28,497152 | 0 | 28,497152 | 12,7987144 | 35,52567888 | 184,30149 | 2/0 AWG | 0,53 | 62,32 | 1 | 0,2654787 | 8,0415157 | 0,237659 | 7,18444708 | 0,138914 | 4,199381478 |
| 8-13 | 11,9 | 0 | 0 | 0,8732951 | 0 | 0,077777778 | 0 | 0,077777778 | 0,215889524 | 0,9255556 | 2/0 AWG | 0,53 | 62,32 | 1 | 0,0013332 | 8,7822193 | 0,001194 | 7,312483523 | 0,000698 | 4,274220065 |
| 2-16 | 7,8 | 0 | 0 | - | 0 | 0,077777778 | 0 | 0,077777778 | 0,215889524 | 0,6066667 | 2/0 AWG | 0,53 | 62,32 | 1 | 0,0008739 | 3,801792 | 0,000782 | 3,389009668 | 0,000457 | 1,98091019 |
| CIRCUITO 3 RED TRENZADA TRANSFORMADOR 150 KVA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tramo | Longitud [m] | N° de usuarios | Usuarios acumulados | Factor de div | Carga_Poste [kVA] | Potencia Luminarias[kVA] | Carga Acumulada [kVA] | Demanda por tramo | Corriente Por tramo [A] | Momento [Kva*m] | Calibre | r[Ω/Km] | KG | Fcs | 6% parcial por tramo | 6% Total Acumulada | Pp. Parcial % | Pp Acumulada% | Pw parcial% | Pw Acumulada% |
| 0-12 | 40,1 | 2 | 2 | 1,1400099 | 14,51233818 | 0 | 14,51233818 | 12,73001088 | 35,33497696 | 581,94476 | 2/0 AWG | 0,53 | 62,32 | 1 | 0,8382673 | 1,0871875 | 0,658262 | 0,866701323 | 0,384761 | 0,506595628 |
| CIRCUITO 4 RED TRENZADA TRANSFORMADOR 150 KVA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tramo | Longitud [m] | N° de usuarios | Usuarios acumulados | Factor de div | Carga_Poste [kVA] | Potencia Luminarias[kVA] | Carga Acumulada [kVA] | Demanda por tramo | Corriente Por tramo [A] | Momento [Kva*m] | Calibre | r[Ω/Km] | KG | Fcs | 6% parcial por tramo | 6% Total Acumulada | Pp. Parcial % | Pp Acumulada% | Pw parcial% | Pw Acumulada% |
| 0-14 | 10,89 | 0 | 0 | - | 0 | 0,466666667 | 0 | 0,466666667 | 1,295337142 | 5,082 | 2/0 AWG | 0,53 | 62,32 | 1 | 0,0073204 | 0,2562406 | 0,006553 | 0,214992691 | 0,00383 | 0,125665387 |
| 14-15 | 20,86 | 0 | 0 | - | 0 | 0,077777778 | 0 | 0,077777778 | 0,215889524 | 1,6224444 | 2/0 AWG | 0,53 | 62,32 | 1 | 0,0023371 | 0,2585777 | 0,002092 | 0,217084854 | 0,001223 | 0,126888278 |
| 0-0 | 2 | 1 | 140 | 5 | 0 | 1,501066667 | 586,5939 | 121,0031866 | 335,8712613 | 242,00637 | 4/0 AWG | 0,354 | 44,5 | 1 | 0,2489202 | 0,2489202 | 0,208439 | 0,208439388 | 0,121835 | 0,121834916 |

Tabla 31. Red trenzada con transformador de 150 kVA

| CIRCUITO 1 RED TRENZADA TANSFOMADOR 150 kVA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|--------------|----------------|---------------------|---------------|-------------------|--------------------------|-----------------------|-------------------|-------------------------|-----------------|---------|---------|----------|-----|----------------------|--------------------|---------------|---------------|-------------|---------------|
| Tramo | Longitud [m] | N° de usuarios | Usuarios acumulados | Factor de div | Carga_Poste [kVA] | Potencia Luminarias[kVA] | Carga Acumulada [kVA] | Demanda por tramo | Corriente Por tramo [A] | Momento [Kva*m] | Calibre | r[Ω/Km] | KG | Fcs | 6% parcial por tramo | 6% Total Acumulada | Pp. Parcial % | Pp Acumulada% | Pw parcial% | Pw Acumulada% |
| 0-1 | 16,22 | 5 | 76 | 4,9999255 | 34,73342479 | 0,077777778 | 316,1440088 | 69,09641095 | 191,792459 | 1120,7438 | 2/0 AWG | 0,426 | 9,98E-04 | 1 | 1,1186076 | 1,3658021 | 1,161624 | 1,368618556 | 0,678981 | 0,799971292 |
| 1-2 | 20,2 | 8 | 71 | 4,9998285 | 31,44289183 | 0,155555556 | 281,410584 | 61,9173806 | 171,8654632 | 1250,7311 | 2/0 AWG | 0,426 | 9,98E-04 | 1 | 1,2483472 | 2,6141493 | 1,296353 | 2,664971531 | 0,757731 | 1,557702627 |
| 2-5 | 25,9 | 15 | 63 | 4,9993495 | 49,88150896 | 0,077777778 | 249,9676922 | 55,40004369 | 153,7751449 | 1434,8611 | 2/0 AWG | 0,426 | 9,98E-04 | 1 | 1,4321263 | 4,0462756 | 1,487199 | 4,152170909 | 0,869283 | 2,4269856 |
| 5-6 | 32,3 | 8 | 48 | 4,9920865 | 27,69508128 | 0,155555556 | 200,0861832 | 45,40289455 | 126,0258336 | 1466,5135 | 2/0 AWG | 0,426 | 9,98E-04 | 1 | 1,4637183 | 5,5099939 | 1,520006 | 5,672177207 | 0,888459 | 3,315444548 |
| 6-8 | 17,4 | 9 | 32 | 4,8884734 | 39,22924058 | 0,155555556 | 137,1038907 | 33,21302782 | 92,19014688 | 577,90668 | 2/0 AWG | 0,426 | 9,98E-04 | 1 | 0,5768052 | 6,0867991 | 0,598987 | 6,271163717 | 0,350114 | 3,665558179 |
| 8-9 | 19,9 | 0 | 23 | 4,5361919 | 0 | 0,311111111 | 97,87465014 | 26,50972426 | 73,58363671 | 527,54351 | 2/0 AWG | 0,426 | 9,98E-04 | 1 | 0,526538 | 6,6133371 | 0,546786 | 6,817949999 | 0,319602 | 3,985160254 |
| 9-11 | 38 | 7 | 23 | 4,5361919 | 21,44576 | 0,7 | 97,87465014 | 26,04305759 | 72,28829957 | 989,63619 | 2/0 AWG | 0,426 | 9,98E-04 | 1 | 0,9877499 | 7,6010871 | 1,025734 | 7,843684331 | 0,599552 | 4,584712273 |
| 11-16 | 31,9 | 4 | 11 | 2,8481875 | 29,94825014 | 2,822222222 | 58,55209014 | 23,53544487 | 65,32786264 | 750,78069 | 2/0 AWG | 0,426 | 9,98E-04 | 1 | 0,7493497 | 8,3504368 | 0,778166 | 8,621850631 | 0,454846 | 5,039558291 |
| 16-17 | 26,93 | 7 | 7 | 2,0230484 | 28,60384 | 0,155555556 | 28,60384 | 14,2945353 | 39,6776625 | 384,95184 | 2/0 AWG | 0,426 | 9,98E-04 | 1 | 0,3842181 | 8,7346549 | 0,398993 | 9,020844037 | 0,233216 | 5,272773944 |
| 2-3 | 20,12 | 0 | 0 | - | 0 | 0,155555556 | 0 | 0,155555556 | 0,431779047 | 3,1297778 | 2/0 AWG | 0,426 | 9,98E-04 | 1 | 0,0031238 | 2,6172731 | 0,003244 | 2,668215471 | 0,001896 | 1,559598742 |
| 3-4 | 21,5 | 0 | 0 | - | 0 | 0,077777778 | 0 | 0,077777778 | 0,215889524 | 1,6722222 | 2/0 AWG | 0,426 | 9,98E-04 | 1 | 0,001669 | 2,6189422 | 0,001733 | 2,669948689 | 0,001013 | 1,560611826 |
| 6-7 | 29,84 | 8 | 8 | 2,2265636 | 35,28721121 | 0,077777778 | 35,28721121 | 15,84828331 | 43,99043575 | 472,91277 | 2/0 AWG | 0,426 | 9,98E-04 | 1 | 0,4720114 | 5,9820053 | 0,490163 | 6,16234003 | 0,286505 | 3,601949642 |
| 9-10 | 11,35 | 0 | 0 | - | 0 | 0,155555556 | 0 | 0,155555556 | 0,431779047 | 1,7655556 | 2/0 AWG | 0,426 | 9,98E-04 | 1 | 0,0017622 | 6,6150993 | 0,00183 | 6,819779955 | 0,00107 | 3,986229881 |
| 11-12 | 23,6 | 5 | 5 | 1,6373749 | 17,8768 | 0,155555556 | 17,8768 | 11,07351968 | 30,73701715 | 261,33506 | 2/0 AWG | 0,426 | 9,98E-04 | 1 | 0,260837 | 6,8759363 | 0,270868 | 0,2708687568 | 0,158325 | 4,743037087 |
| 12-13 | 11,12 | 0 | 0 | - | 0 | 0,277777778 | 0 | 0,277777778 | 0,771034013 | 3,0888889 | 2/0 AWG | 0,426 | 9,98E-04 | 1 | 0,003083 | 6,8790193 | 0,003202 | 0,274069128 | 0,001871 | 4,744908431 |
| 13-14 | 12,72 | 0 | 0 | - | 0 | 0,277777778 | 0 | 0,277777778 | 0,771034013 | 3,5333333 | 2/0 AWG | 0,426 | 9,98E-04 | 1 | 0,0035266 | 6,8825459 | 0,003662 | 0,277731344 | 0,002141 | 4,747049033 |
| 14-15 | 15,37 | 0 | 0 | - | 0 | 0,077777778 | 0 | 0,077777778 | 0,215889524 | 1,1954444 | 2/0 AWG | 0,426 | 9,98E-04 | 1 | 0,0011932 | 6,8837391 | 0,001239 | 0,278970393 | 0,000724 | 4,74777327 |
| CIRCUITO 2 RED TRENZADA TANSFOMADOR 150 kVA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tramo | Longitud [m] | N° de usuarios | Usuarios acumulados | Factor de div | Carga_Poste [kVA] | Potencia Luminarias[kVA] | Carga Acumulada [kVA] | Demanda por tramo | Corriente Por tramo [A] | Momento [Kva*m] | Calibre | r[Ω/Km] | K | Fcs | 6% parcial por tramo | 6% Total Acumulada | Pp. Parcial % | Pp Acumulada% | Pw parcial% | Pw Acumulada% |
| 0-1 | 22,37 | 3 | 61 | 4,9990922 | 18,49510988 | 0,216666667 | 255,9375858 | 54,2579239 | 150,6049374 | 1213,7498 | 2/0 AWG | 0,426 | 9,98E-04 | 1 | 1,2114364 | 1,4586308 | 1,258023 | 1,46501703 | 0,735327 | 0,856317169 |
| 1-2 | 24,87 | 4 | 58 | 4,9985034 | 10,04384 | 0,077777778 | 237,4424759 | 50,34715803 | 139,7497367 | 1252,1338 | 2/0 AWG | 0,426 | 9,98E-04 | 1 | 1,2497473 | 2,7083781 | 1,297807 | 2,762823904 | 0,758581 | 1,614898321 |
| 2-4 | 34,53 | 8 | 47 | 4,990654 | 54,41118909 | 0,138888889 | 204,3355226 | 42,07141426 | 116,778569 | 1452,7259 | 2/0 AWG | 0,426 | 9,98E-04 | 1 | 1,449957 | 4,1583351 | 1,505716 | 4,268539724 | 0,880106 | 2,495004342 |
| 4-5 | 35,96 | 8 | 38 | 4,9583849 | 31,12512116 | 0,138888889 | 149,9243335 | 31,22541479 | 86,67308479 | 1122,8659 | 2/0 AWG | 0,426 | 9,98E-04 | 1 | 1,1207257 | 5,2790609 | 1,163824 | 5,432363495 | 0,680267 | 3,175271025 |
| 5-8 | 24,35 | 6 | 14 | 3,4288017 | 28,5011731 | 0,138888889 | 62,80183637 | 19,1659719 | 53,19941843 | 466,69142 | 2/0 AWG | 0,426 | 9,98E-04 | 1 | 0,4658019 | 5,7448628 | 0,483715 | 5,916078028 | 0,282736 | 3,458007028 |
| 8-9 | 25,87 | 4 | 8 | 2,2265636 | 3,06368 | 0,277777778 | 34,30066327 | 16,03853569 | 44,51852354 | 414,91692 | 2/0 AWG | 0,426 | 9,98E-04 | 1 | 0,4141261 | 6,1589889 | 0,430052 | 6,346129529 | 0,251369 | 3,70937645 |
| 9-10 | 27,62 | 4 | 7 | 2,0230484 | 31,23698327 | 0,216666667 | 31,2370 | 15,79610737 | 43,84560981 | 436,28849 | 2/0 AWG | 0,426 | 9,98E-04 | 1 | 0,4354569 | 6,5944458 | 0,452203 | 6,79833215 | 0,264317 | 3,973693424 |
| 10-11 | 6,56 | 0 | 0 | - | 0 | 0,138888889 | 0 | 0,138888889 | 0,385517007 | 0,9111111 | 2/0 AWG | 0,426 | 9,98E-04 | 1 | 0,0009094 | 6,5953552 | 0,000944 | 6,799276495 | 0,000552 | 3,974245403 |
| 2-3 | 23,2 | 7 | 7 | 2,0230484 | 23,06311328 | 0,138888889 | 23,06311328 | 11,53906772 | 32,02924931 | 267,70637 | 2/0 AWG | 0,426 | 9,98E-04 | 1 | 0,2671961 | 2,9755742 | 0,277471 | 3,040295179 | 0,162185 | 1,777083069 |
| 5-6 | 12,37 | 8 | 16 | 3,7640966 | 27,500224 | 0 | 55,997376 | 14,87671083 | 41,29362019 | 184,02491 | 2/0 AWG | 0,426 | 9,98E-04 | 1 | 0,1836742 | 5,462735 | 0,190737 | 5,623100933 | 0,111488 | 3,286758973 |
| 6-7 | 14,4 | 8 | 8 | 2,2265636 | 28,497152 | 0 | 28,497152 | 12,7987144 | 35,52567888 | 184,30149 | 2/0 AWG | 0,426 | 9,98E-04 | 1 | 0,1839502 | 5,6466852 | 0,191024 | 5,814125034 | 0,111656 | 3,398414479 |
| 8-13 | 11,9 | 0 | 0 | 0,8732951 | 0 | 0,077777778 | 0 | 0,077777778 | 0,215889524 | 0,9255556 | 2/0 AWG | 0,426 | 9,98E-04 | 1 | 0,0009238 | 5,7457866 | 0,000959 | 5,917037345 | 0,000561 | 3,458567758 |
| 2-16 | 7,8 | 0 | 0 | - | 0 | 0,077777778 | 0 | 0,077777778 | 0,215889524 | 0,6066667 | 2/0 AWG | 0,426 | 9,98E-04 | 1 | 0,0006055 | 2,7089836 | 0,000629 | 2,763452699 | 0,000368 | 1,615265859 |
| CIRCUITO 3 RED TRENZADA TANSFOMADOR 150 kVA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0-12 | 40,1 | 2 | 2 | 1,1400099 | 14,51233818 | 0 | 14,51233818 | 12,73001088 | 35,33497696 | 581,94476 | 2/0 AWG | 0,426 | 9,98E-04 | 1 | 0,5808356 | 0,8280301 | 0,529094 | 0,736087878 | 0,30926 | 0,430250758 |
| CIRCUITO 4 RED TRENZADA TANSFOMADOR 150 kVA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0-14 | 10,89 | 0 | 0 | - | 0 | 0,466666667 | 0 | 0,466666667 | 1,295337142 | 5,082 | 2/0 AWG | 0,426 | 9,98E-04 | 1 | 0,0050723 | 0,2522668 | 0,005267 | 0,212261695 | 0,003079 | 0,124069093 |
| 14-15 | 20,86 | 0 | 0 | - | 0 | 0,077777778 | 0 | 0,077777778 | 0,215889524 | 1,6224444 | 2/0 AWG | 0,426 | 9,98E-04 | 1 | 0,0016194 | 0,2538862 | 0,001682 | 0,21394332 | 0,000983 | 0,125052019 |
| 0-0 | 2 | 1 | 140 | 5 | 0 | 1,501066667 | 586,5939 | 120,1642977 | 333,5427386 | 240,3286 | 4/0 AWG | 0,354 | 44,5 | 1 | 0,2471945 | 0,2471945 | 0,206994 | 0,206994323 | 0,12099 | 0,120990261 |

Tabla 32. Red abierta Transformador A de 75 kVA

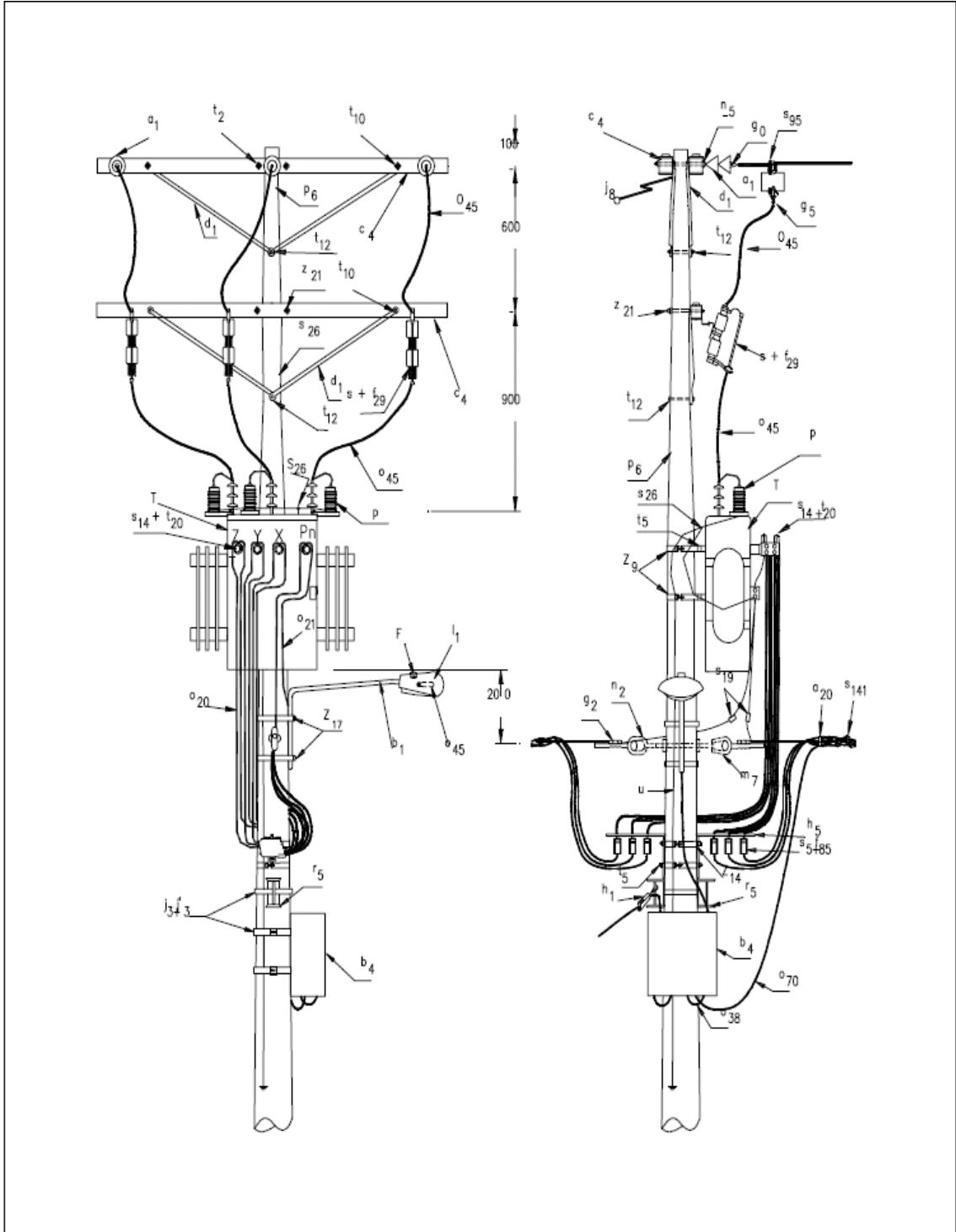
| TRANSFORMADOR A RED ABIERTA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------|--------------|----------------|---------------------|---------------|-------------------|--------------------------|-----------------------|-------------------|------------------------|-----------------|---------|---------|-------|-----|----------------------|--------------------|---------------|---------------|-------------|---------------|
| CIRCUITO 1A | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tramo | Longitud [m] | N° de usuarios | Usuarios acumulados | Factor de div | Carga_Poste [kVA] | Potencia Luminarias[kVA] | Carga Acumulada [kVA] | Demanda por tramo | Corriente por tramo[A] | Momento [Kva*m] | Calibre | r[Ω/Km] | KG | Fcs | δ% parcial por tramo | δ% Total Acumulada | Pp. Parcial % | Pp Acumulada% | Pw parcial% | Pw Acumulada% |
| 0-8 | 19,9 | 0 | 23 | 4,5361919 | 0 | 0,3111111111 | 97,87465014 | 26,50972426 | 73,58363671 | 527,54351 | 2/0 AWG | 0,53 | 62,32 | 1 | 0,7599046 | 0,9589648 | 0,680274 | 0,858474711 | 0,397627 | 0,501787091 |
| 8-10 | 38 | 7 | 23 | 4,5361919 | 21,44576 | 0,7 | 97,87465014 | 26,04305759 | 72,28829957 | 989,63619 | 2/0 AWG | 0,53 | 62,32 | 1 | 1,4255299 | 2,3844948 | 1,276148 | 2,134623059 | 0,745922 | 1,247708618 |
| 10-15 | 31,9 | 4 | 11 | 2,8481875 | 29,94825014 | 2,822222222 | 58,55209014 | 23,53544487 | 65,32786264 | 750,78069 | 2/0 AWG | 0,53 | 62,32 | 1 | 1,0814685 | 3,4659633 | 0,968141 | 3,102764229 | 0,565888 | 1,813596856 |
| 15-16 | 26,93 | 7 | 7 | 2,0230484 | 28,60384 | 0,155555556 | 28,60384 | 14,2945353 | 39,6776625 | 384,95184 | 2/0 AWG | 0,53 | 62,32 | 1 | 0,5545072 | 4,0204704 | 0,4964 | 3,599164477 | 0,290151 | 2,103747786 |
| 8-9 | 11,35 | 0 | 0 | - | 0 | 0,155555556 | 0 | 0,155555556 | 0,431779047 | 1,7655556 | 2/0 AWG | 0,53 | 62,32 | 1 | 0,0025432 | 0,9615081 | 0,002277 | 0,860751417 | 0,001331 | 0,503117849 |
| 10-11 | 23,6 | 5 | 5 | 1,6373749 | 17,8768 | 0,155555556 | 17,8768 | 11,07351968 | 30,73701715 | 261,33506 | 2/0 AWG | 0,53 | 62,32 | 1 | 0,3764423 | 1,3379504 | 0,336995 | 2,47161792 | 0,196977 | 1,444685499 |
| 11-12 | 11,12 | 0 | 0 | - | 0 | 0,277777778 | 0 | 0,277777778 | 0,771034013 | 3,0888889 | 2/0 AWG | 0,53 | 62,32 | 1 | 0,0044494 | 1,3423998 | 0,003983 | 2,475601081 | 0,002328 | 1,447013697 |
| 12-13 | 12,72 | 0 | 0 | - | 0 | 0,277777778 | 0 | 0,277777778 | 0,771034013 | 3,5333333 | 2/0 AWG | 0,53 | 62,32 | 1 | 0,0050896 | 1,3474894 | 0,004556 | 2,480157359 | 0,002663 | 1,449676887 |
| 13-14 | 15,37 | 0 | 0 | - | 0 | 0,077777778 | 0 | 0,077777778 | 0,215889524 | 1,1954444 | 2/0 AWG | 0,53 | 62,32 | 1 | 0,001722 | 1,3492114 | 0,001542 | 2,4816989 | 0,000901 | 1,450577933 |
| CIRCUITO 2A | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tramo | Longitud [m] | N° de usuarios | Usuarios acumulados | Factor de div | Carga_Poste [kVA] | Potencia Luminarias[kVA] | Carga Acumulada [kVA] | Demanda por tramo | Corriente por tramo[A] | Momento [Kva*m] | Calibre | r[Ω/Km] | KG | Fcs | δ% parcial por tramo | δ% Total Acumulada | Pp. Parcial % | Pp Acumulada% | Pw parcial% | Pw Acumulada% |
| 0-1 | 17,4 | 9 | 47 | 4,990654 | 27,69508128 | 0,155555556 | 179,0401181 | 36,65285919 | 101,738164 | 637,75975 | 2/0 AWG | 0,53 | 62,32 | 1 | 0,9186665 | 1,1177268 | 0,822399 | 1,000599939 | 0,480701 | 0,584860715 |
| 1-3 | 32,3 | 15 | 30 | 4,8457136 | 49,88150896 | 0,077777778 | 116,0578256 | 24,49506058 | 67,99148952 | 791,19046 | 2/0 AWG | 0,53 | 62,32 | 1 | 1,1396771 | 2,2574039 | 1,02025 | 2,020850012 | 0,596346 | 1,18120713 |
| 3-4 | 25,9 | 8 | 15 | 3,6025965 | 31,44289183 | 0,155555556 | 66,17631662 | 18,83572811 | 52,28275334 | 487,84536 | 2/0 AWG | 0,53 | 62,32 | 1 | 0,702721 | 2,9601249 | 0,629083 | 2,649932755 | 0,367705 | 1,548912311 |
| 4-7 | 20,2 | 7 | 7 | 2,0230484 | 34,73342479 | 0,077777778 | 34,73342479 | 17,24663306 | 47,87186653 | 348,38199 | 2/0 AWG | 0,53 | 62,32 | 1 | 0,5018298 | 3,4619547 | 0,449243 | 3,099175722 | 0,262587 | 1,811499337 |
| 1-2 | 29,84 | 8 | 8 | 2,2265636 | 35,28721121 | 0,077777778 | 35,28721121 | 15,84828331 | 43,99043575 | 472,91277 | 2/0 AWG | 0,53 | 62,32 | 1 | 0,6812113 | 1,798938 | 0,609827 | 1,610426926 | 0,35645 | 0,941310713 |
| 4-5 | 20,12 | 0 | 0 | - | 0 | 0,155555556 | 0 | 0,155555556 | 0,431779047 | 3,1297778 | 2/0 AWG | 0,53 | 62,32 | 1 | 0,0045083 | 2,9646332 | 0,004036 | 2,653968643 | 0,002359 | 1,551271328 |
| 5-6 | 21,5 | 0 | 0 | - | 0 | 0,077777778 | 0 | 0,077777778 | 0,215889524 | 1,6722222 | 2/0 AWG | 0,53 | 62,32 | 1 | 0,0024088 | 2,967042 | 0,002156 | 2,656124994 | 0,00126 | 1,552531737 |
| 0-0 | 2 | 8 | 78 | 4,9999466 | 39,22924058 | 0,155555556 | 316,1440 | 69,09614377 | 191,7917173 | 138,19229 | 2/0 AWG | 0,53 | 62,32 | 1 | 0,1990603 | 0,1990603 | 0,178201 | 0,178200698 | 0,10416 | 0,104160098 |

Tabla 33. Red abierta Transformador B de 75 kVA

| TRANSFORMADOR B RED ABIERTA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------|--------------|----------------|---------------------|---------------|-------------------|--------------------------|-----------------------|-------------------|------------------------|-----------------|---------|---------|-------|-----|----------------------|--------------------|---------------|---------------|-------------|---------------|
| CIRCUITO 1B | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tramo | Longitud [m] | N° de usuarios | Usuarios acumulados | Factor de div | Carga_Poste [kVA] | Potencia Luminarias[kVA] | Carga Acumulada [kVA] | Demanda por tramo | Corriente por tramo[A] | Momento [Kva*m] | Calibre | r[Ω/Km] | KG | Fcs | δ% parcial por tramo | δ% Total Acumulada | Pp. Parcial % | Pp Acumulada% | Pw parcial% | Pw Acumulada% |
| 0-1 | 34,53 | 9 | 47 | 4,990654 | 54,41118909 | 0,138888889 | 204,3355226 | 42,07141426 | 116,778569 | 1452,7259 | 2/0 AWG | 0,53 | 62,32 | 1 | 2,0925915 | 2,0925915 | 1,873308 | 2,025392586 | 1,094968 | 1,18386231 |
| 1-2 | 35,96 | 8 | 38 | 4,9583849 | 31,12512116 | 0,138888889 | 149,9243335 | 31,22541479 | 86,67308479 | 1122,8659 | 2/0 AWG | 0,53 | 62,32 | 1 | 1,6174418 | 3,7100334 | 1,44795 | 3,473342348 | 0,846341 | 2,030203488 |
| 2-5 | 24,35 | 6 | 14 | 3,4288017 | 28,5011731 | 0,138888889 | 62,80183637 | 19,1659719 | 53,19941843 | 466,69142 | 2/0 AWG | 0,53 | 62,32 | 1 | 0,6722497 | 4,382283 | 0,601804 | 4,075146814 | 0,351761 | 2,381964243 |
| 5-6 | 25,87 | 1 | 8 | 2,2265636 | 3,06368 | 0,277777778 | 34,30066327 | 16,03853569 | 44,51852354 | 414,91692 | 2/0 AWG | 0,53 | 62,32 | 1 | 0,5976706 | 4,9799537 | 0,535041 | 4,610187414 | 0,312737 | 2,694700848 |
| 6-7 | 27,62 | 7 | 7 | 2,0230484 | 31,23698327 | 0,216666667 | 31,23698327 | 15,79610737 | 43,84560981 | 436,28849 | 2/0 AWG | 0,53 | 62,32 | 1 | 0,6284555 | 5,6084092 | 0,5626 | 5,172786919 | 0,328845 | 3,023545909 |
| 7-8 | 6,56 | 0 | 0 | - | 0 | 0,138888889 | 0 | 0,138888889 | 0,385517007 | 0,91111111 | 2/0 AWG | 0,53 | 62,32 | 1 | 0,0013124 | 5,6097216 | 0,001175 | 5,173961808 | 0,000687 | 3,024232644 |
| 2-3 | 12,37 | 8 | 16 | 3,7640966 | 27,500224 | 0 | 55,997376 | 14,87671083 | 41,29362019 | 184,02491 | 2/0 AWG | 0,53 | 62,32 | 1 | 0,2650803 | 3,9751136 | 0,237302 | 3,710644794 | 0,138706 | 2,168909151 |
| 3-4 | 14,4 | 8 | 8 | 2,2265636 | 28,497152 | 0 | 28,497152 | 12,7987144 | 35,52567888 | 184,30149 | 2/0 AWG | 0,53 | 62,32 | 1 | 0,2654787 | 4,2405923 | 0,237659 | 3,948303886 | 0,138914 | 2,307823278 |
| 5-9 | 11,9 | 0 | 0 | 0,8732951 | 0 | 0,077777778 | 0 | 0,077777778 | 0,215889524 | 0,9255556 | 2/0 AWG | 0,53 | 62,32 | 1 | 0,0013332 | 4,2419255 | 0,001194 | 4,07634033 | 0,000698 | 2,382661865 |
| CIRCUITO 2B | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0-16 | 23,2 | 7 | 7 | 2,0230484 | 23,06311328 | 0,138888889 | 23,06311328 | 11,53906772 | 32,02924931 | 267,70637 | 2/0 AWG | 0,53 | 62,32 | 1 | 0,3856199 | 4,1865433 | 0,345211 | 0,497294913 | 0,201779 | 0,290673871 |
| CIRCUITO 3B | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0-15 | 7,8 | 0 | 0 | - | 0 | 0,077777778 | 0 | 0,077777778 | 0,215889524 | 0,6066667 | 2/0 AWG | 0,53 | 62,32 | 1 | 0,0008739 | 3,8017972 | 0,000782 | 0,152866475 | 0,000457 | 0,08935199 |
| CIRCUITO 4B | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tramo | Longitud [m] | N° de usuarios | Usuarios acumulados | Factor de div | Carga_Poste [kVA] | Potencia Luminarias[kVA] | Carga Acumulada [kVA] | Demanda por tramo | Corriente por tramo[A] | Momento [Kva*m] | Calibre | r[Ω/Km] | KG | Fcs | δ% parcial por tramo | δ% Total Acumulada | Pp. Parcial % | Pp Acumulada% | Pw parcial% | Pw Acumulada% |
| 0-10 | 24,87 | 3 | 5 | 1,6373749 | 18,4951 | 0,2167 | 33,0074 | 22,26387183 | 61,79832882 | 553,70249 | 2/0 AWG | 0,53 | 62,32 | 1 | 0,7975855 | 0,7975855 | 0,714006 | 0,866090519 | 0,417344 | 0,506238607 |
| 10-11 | 22,37 | 0 | 2 | 1,1400099 | 0 | 1,3440 | 14,51234 | 14,61845532 | 40,57677459 | 327,01485 | 2/0 AWG | 0,53 | 62,32 | 1 | 0,4710513 | 1,2686368 | 0,42169 | 1,287780287 | 0,246482 | 0,752720512 |
| 11-12 | 40,1 | 2 | 2 | 1,1400099 | 14,5123 | 0,0000 | 14,5123 | 12,73001088 | 35,33497696 | 510,47344 | 2/0 AWG | 0,53 | 62,32 | 1 | 0,7353158 | 0,7353158 | 0,658262 | 1,946042221 | 0,384761 | 1,137481224 |
| 11-13 | 10,89 | 0 | 0 | - | 0 | 0,466666667 | 0 | 0,466666667 | 1,295337142 | 5,082 | 2/0 AWG | 0,53 | 62,32 | 1 | 0,0073204 | 0,0073204 | 0,006553 | 1,29433359 | 0,00383 | 0,756550983 |
| 13-14 | 20,86 | 0 | 0 | - | 0 | 0,077777778 | 0 | 0,077777778 | 0,215889524 | 1,6224444 | 2/0 AWG | 0,53 | 62,32 | 1 | 0,0023371 | 0,0096575 | 0,002092 | 1,296425752 | 0,001223 | 0,757773873 |
| 0-0 | 2 | 3 | 62 | 4,9992315 | 10,0438 | 1,4218 | 270,4499 | 58,96963288 | 163,6833337 | 117,93927 | 2/0 AWG | 0,53 | 62,32 | 1 | 0,1698866 | 0,1698866 | 0,152084 | 0,152084171 | 0,088895 | 0,088894725 |

Anexo 4. ESTRUCTURAS

Figura 10. Montaje en Poste de Transformador



LISTA DE MATERIALES

| SÍMB. | CANT. | CÓDIGO SAP | ESP. TÉCNICA | DESCRIPCIÓN |
|------------------|-------|------------|--------------|---|
| a ₁ | 3 | 6762327 | E-MT-011 | Aislador de suspensión polimérico DS - 15 kV (3) |
| a ₂₀ | 3 | 6762518 | | Amarre plástico para cable trenzado |
| b ₁ | 1 | 6762530 | ET-832 | Soporte para luminaria horizontal $\phi 3/4"$ x 1.5 m en vías secundarias |
| b ₄ | 1 | 6762318 | ET-925 | Caja de borneras para derivación de acometidas. |
| c ₄ | 3 | 6762481 | ET-401 | Cruceta de madera de 2,5 m |
| d ₁ | 6 | 6762466 | ET-405 | Diagonal metálica en varilla tipo 1 |
| F | 1 | 6762325 | ET-810 | Fotocontrol 1000 W / 1800 VA 205 / 305 V, tipo NC |
| f ₂₉ | 3 | 6762194 | ET-505 | Fusible dual (ver notas) |
| f ₈₅ | 6 | 6762392 | ET-516 | Fusible NH (ver notas) |
| g ₀ | 3 | 6762316 | ET-350 | Grapa terminal tipo recto para cables entre 6 AWG – 3/0 AWG |
| g ₂ | 2 | | ET-354 | Grapa retención aislada para red trenzada de B.T. |
| g ₅ | 3 | 6762151 | ET-352 | Grapa para operar en caliente |
| h ₁ | 4 | 6762323 | ET-353 | Tensor de acometidas |
| h ₅ | 2 | 6762508 | ET-430 | Herraje para soporte de seccionador de B.T. de 160 A |
| j ₃ | 3 | 6764362 | ET-450 | Hebilla de acero inoxidable 5/8" |
| j ₃ | 3 | 6762433 | ET-450 | Metros de cinta de acero inoxidable 5/8"x0,03" |
| j ₈ | 1 | | | Templete (1) |
| l ₁ | 1 | 6762554 | ET-801 | Luminaria horizontal de sodio 70 W para vías secundarias |
| m ₇ | 1 | 6762209 | ET-454 | Tuerca de ojo alargado 5/8" |
| n ₂ | 1 | 6764363 | ET-461 | Perno de ojo tipo 2 (5/8" x 254 mm) |
| n ₅ | 3 | 6762181 | ET-461 | Perno de ojo tipo 5 (5/8" x 545 mm) |
| o ₂₀ | 18 | 6762339 | ET-116 | Metros de cable de cobre calibre 4/0 AWG aislado a 600 V (ver notas) |
| o ₂₁ | 6 | 6762338 | ET-116 | Metros de cable de cobre calibre 2/0 AWG aislado a 600 V (ver notas) |
| o ₄₅ | 12 | 6762340 | ET-121 | Cable desnudo de cobre calibre 4 AWG |
| o ₃₈ | 6 | | ET-123 | Metros de alambre de cobre No.14 AWG 600 V |
| o ₇₀ | 3 | 6762499 | ET-113 | Metros de cable de cobre trenzado para derivaciones 3x2+1x4 AWG |
| P | 3 | 6781248 | ET-500 | DPS - Descargador de sobretensión de óxido metálico 12 kV 10 kA |
| p ₆ | 1 | 6762467 | ET-201 | Poste de concreto de 12 m 420 kg (1 050 kg de rotura) |
| q | 1 | | ET-820 | Bombilla de sodio 70 W tubular clara |
| r ₅ | 2 | 6762220 | ET-417 | Percha porta aislador de un puesto |
| S | 3 | 6762115 | E-MT-001 | Cortacircuito de cañuela 100 A 15 kV |
| s ₅ | 6 | 6762354 | ET-511 | Seccionador portafusible para B.T. 160 A |
| s ₁₄ | 8 | 6762265 | ET-302 | Conector terminal de compresión tipo pala (2) |
| s ₁₉ | 2 | 6762145 | ET-303 | Conector de compresión en ranuras paralelas tipo 3 |
| s ₂₆ | 2 | | | Conector tipo tornillo para puesta a tierra |
| s ₉₅ | 3 | | ET-356 | Conector cuña con estribo 4/0 – 2 AWG |
| s ₁₄₁ | 4 | | ET-306 | Conector de tornillo con chaqueta aislante, tipo 2 |
| T | 1 | | E-MT-009 | Transformador de distribución hasta 150 kVA 11400 V - 208 / 120 V |



GERENCIA TÉCNICA

SUBGERENCIA PLANIFICACION E INGENIERÍA

**CENTRO DE DISTRIBUCIÓN URBANO
MONTAJE EN POSTE DE TRANSFORMADOR
TRIFÁSICO CON FINAL DE CIRCUITO PRIMARIO
Y RED TRENZADA DE B.T.**

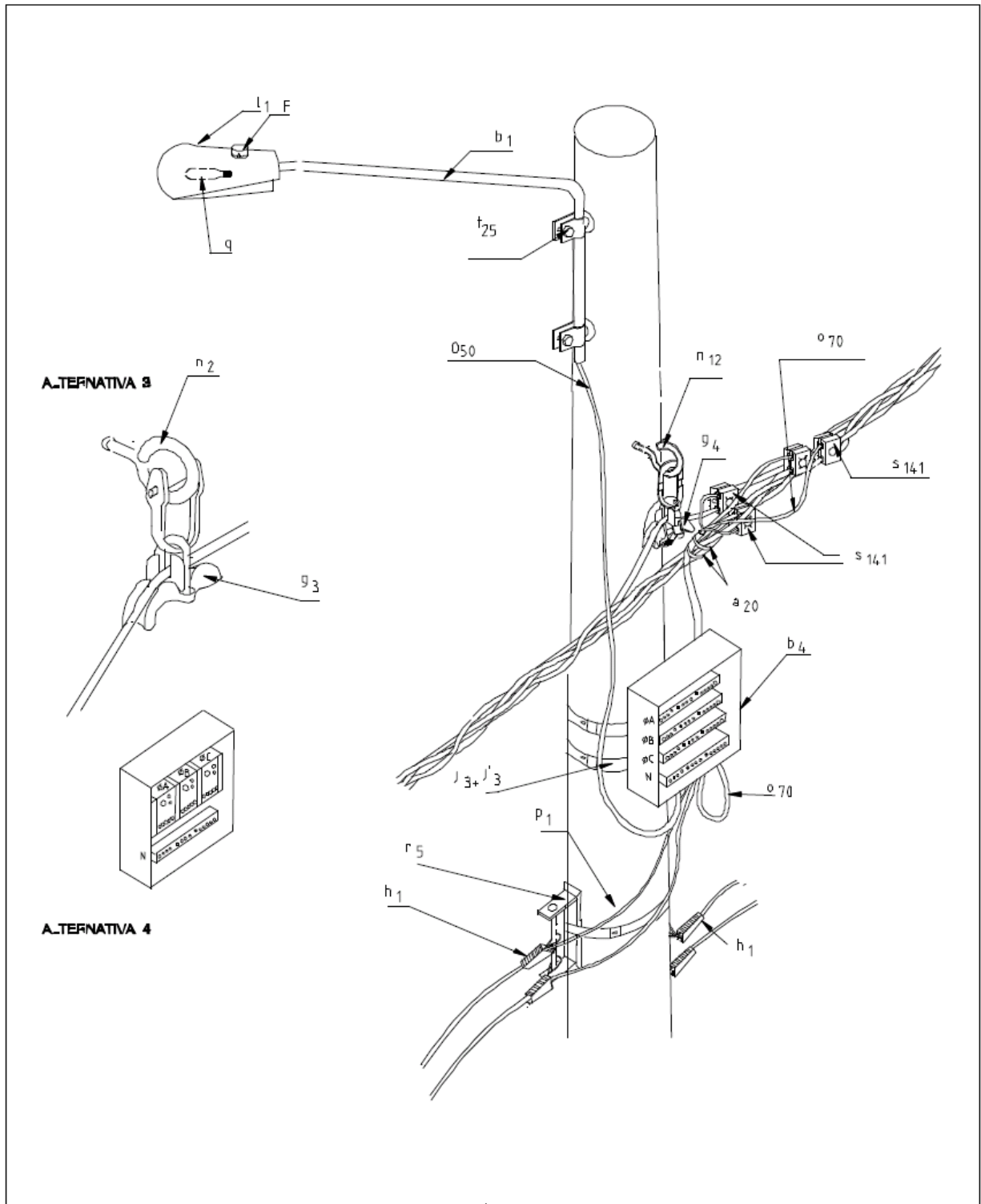
| | | | | | |
|----------------|-----------------|----------------|--------------------|-------------------------|------------------------------|
| DIBUJÓ: | ELABORÓ: | REVISÓ: | APROBACIÓN: | ÚLTIMA REVISIÓN: | CTU 500 Pág 2 de 3 |
| M. B. | DPTO NORMAS | DPTO D, N y R | 03-03-99 | 22-09-2009 | |

| | | | | |
|-----------------|---|---------|--------|--|
| t ₂ | 2 | 6762255 | ET-455 | Espárrago de 16 x 508 mm (5/8" x 20") |
| t ₅ | 6 | 6762212 | ET-456 | Tornillo de carruaje 5/8" x 1 1/2" |
| t ₁₀ | 6 | 6762213 | ET-457 | Tornillo de acero galvanizado 5/8" x 5" |
| t ₁₂ | 2 | 6762252 | ET-457 | Tornillo de acero galvanizado 5/8" x 10" (4) |
| t ₂₀ | 8 | | | Tornillo de bronce para borna terminal |
| u | 1 | | | Accesorios para puesta a tierra |
| z ₉ | 2 | 6762237 | ET-431 | Abrazadera de una salida tipo 4 (5) |
| z ₁₄ | 2 | 6762313 | ET-432 | Abrazadera de dos salidas tipo 4 |
| z ₁₇ | 2 | | | Abrazadera de 180 mm para soporte de luminaria en vías Secundarias (6) |
| z ₂₁ | 1 | 6762175 | ET-436 | Abrazadera en U tipo 3 |

NOTAS:

- Para la selección de conductores, protecciones primarias y secundarias, consultar las tablas 15 y 16. El fusible de B.T f85 no fue usado en este proyecto a cambio de él se colocó interruptores automáticos en aire protegidos mediante cajas herméticas tipo intemperie IP65, de acuerdo a la demanda de cada circuito, su selección está en el capítulo 8.
- El fusible de M.T f29 es solo una referencia, para consultar su selección ver capítulo 6.

Figura 11. Estructura De Paso Poste 510 Kg



LISTA DE MATERIALES

| SÍMB. | CANT. | CÓDIGO SIMS | ESP. TÉCNICA | DESCRIPCIÓN |
|------------------|-------|-------------|--------------|---|
| a ₂₀ | 2 | | ET-131 | Amarre plástico para cable trenzado |
| b ₁ | 1 | 71241 | ET-830 | Soporte para luminaria horizontal vías secundarias |
| b ₄ | 1 | | ET-903 | Caja trifásica tipo intemperie para acometidas de B.T. (4) |
| F | 1 | 612 | ET-810 | Fotocontrol 1000 W / 1800 VA 205 / 285 V, tipo NC |
| g ₄ | 1 | | ET-355 | Grapa de suspensión para cable trenzado de B.T. (3) |
| h ₁ | 4 | 40480 | ET-468 | Tensor de acometidas |
| j ₃ | 3 | | ET-450 | Hebilla de acero inoxidable 5/8" |
| j ₃ | 3 | | ET-450 | Metros de cinta de acero inoxidable 5/8"x 0.03" |
| l ₁ | 1 | 712273 | ET-801 | Luminaria de sodio 70 W para vías secundarias |
| n ₁₂ | 1 | | ET-461 | Perno de ojo abierto tipo 12 (1) |
| o ₅₀ | 4 | 713446 | ET-110 | Metros de cable de cobre aislado con neutro concéntrico 600 V 2x14 AWG |
| o ₇₀ | 2 | | ET-113 | Metros de cable de cobre trenzado para derivaciones 3x2+1x4 AWG |
| p ₁ | 1 | 713115 | ET-201 | Poste de concreto 10 m 510 kg (2) |
| q | 1 | | ET-820 | Bombilla de sodio 70 W tubular clara |
| r ₅ | 2 | | ET-417 | Percha porta aislador de un puesto |
| s ₁₄₁ | 4 | | ET-306 | Conector de tornillo con chaqueta aislante, tipo 2 |
| t ₂₅ | 2 | | ET-474 | Tornillo soporte para brazo de luminaria 1/2" |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

ALTERNATIVAS:

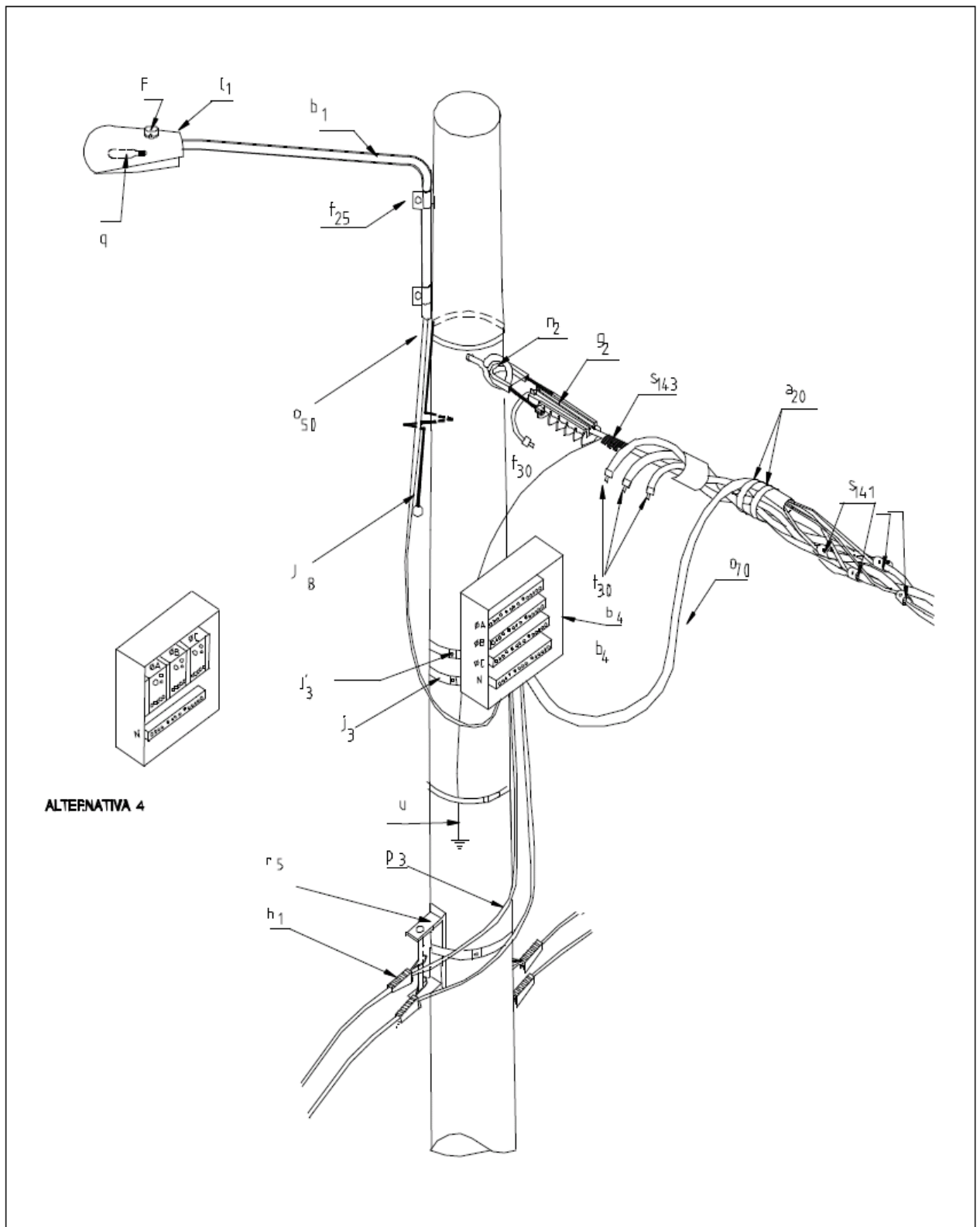
- (1) Abrazadera de una salida, z₇ tornillo de carruaje t₅ y tuerca de ojo m₇.
- (2) El poste que aparece en la lista es una referencia, consulte la Norma LA-010 para su selección y utilización.
- (3) En caso necesario podrá utilizarse el eslabón en U para instalar la grapa de suspensión al perno de ojo.
- (4) Caja con borneras para acometidas ET-925

NOTA:

- El número de tensores de acometidas (h₁) depende de la cantidad y calibre de las acometidas en el poste

| | | | | | |
|---------|----------|---------|---|------------------|-----------------------------|
| | | | CIRCUITO SECUNDARIO SENCILLO EN CONDUCTOR TRENZADO CONSTRUCCIÓN EN LÍNEA | | |
| DIBUJÓ: | ELABORÓ: | REVISÓ: | APROBACIÓN: | ÚLTIMA REVISIÓN: | LA 320 Pag 2 de 2 |
| | | | | | |

Figura 12. Estructura De Retención (Final De Circuito)



LISTA DE MATERIALES

| SIMB. | CANT. | CÓDIGO SIMS | ESP. TÉCNICA | DESCRIPCIÓN |
|------------------|-------|-------------|--------------|--|
| a ₂₀ | 3 | | ET-131 | Amarre plástico para cable trenzado |
| b ₁ | 1 | 71241 | ET-830 | Soporte para luminaria horizontal vías secundarias |
| b ₄ | 1 | | ET-903 | Caja trifásica tipo intemperie para acometidas de B.T. (4) |
| F | 1 | 612 | ET-810 | Fotocontrol 1000 W / 1800 VA 205 / 285 V, tipo NC |
| g ₂ | 1 | 6668 | ET-354 | Grapa retención aislada para red trenzada de B.T. |
| h ₁ | 4 | 40480 | ET-468 | Tensor de acometidas |
| j ₃ | 3 | | ET-450 | Hebilla de acero inoxidable 5/8" |
| j ₃ | 3 | | ET-450 | Metros de cinta de acero inoxidable 5/8"x 0.03" |
| j ₈ | 1 | | | Templete (3) |
| l ₁ | 1 | 712273 | ET-801 | Luminaria de sodio 70 W para vías secundarias |
| n ₂ | 1 | | ET-461 | Perno de ojo tipo 2 (5/8" x 254 mm) (2) |
| O ₅₀ | 3 | 713446 | ET-110 | Metros de cable de cobre aislado con neutro concéntrico 600 V 2x14 AWG |
| O ₇₀ | 2 | | ET-113 | Metros de cable de cobre trenzado para derivaciones 3x2+1x4 AWG |
| p ₃ | 1 | 713123 | ET-201 | Poste de concreto 10 m 1 050 kg (1) |
| q | 1 | | ET-820 | Bombilla de sodio 70 W tubular clara |
| r ₅ | 2 | | ET-417 | Percha porta aislador de un puesto |
| S ₁₄₁ | 4 | | ET-306 | Conector de tornillo con chaqueta aislante, tipo 2 |
| S ₁₄₃ | 1 | | ET-306 | Conector de tornillo con chaqueta aislante, tipo 4 |
| t ₂₅ | 2 | | ET-474 | Tomillo soporte para brazo de luminaria 1/2" |
| t ₃₀ | 4 | | ET-130 | Tapón sellador de cable 4/0 AWG |
| u | 1 | | | Accesorios para puesta a tierra |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

ALTERNATIVAS:

- (1) El poste que aparece en la lista es una referencia, consulte la Norma LA-010 para su selección y utilización.
- (2) Abrazadera de una salida z₇ tornillo de carruaje t₅ y tuerca de ojo m₇.
- (3) Templete según las Normas LA 411, LA 417, LA 418, LA 419.
- (4) Caja con bornera para acometidas ET-925.

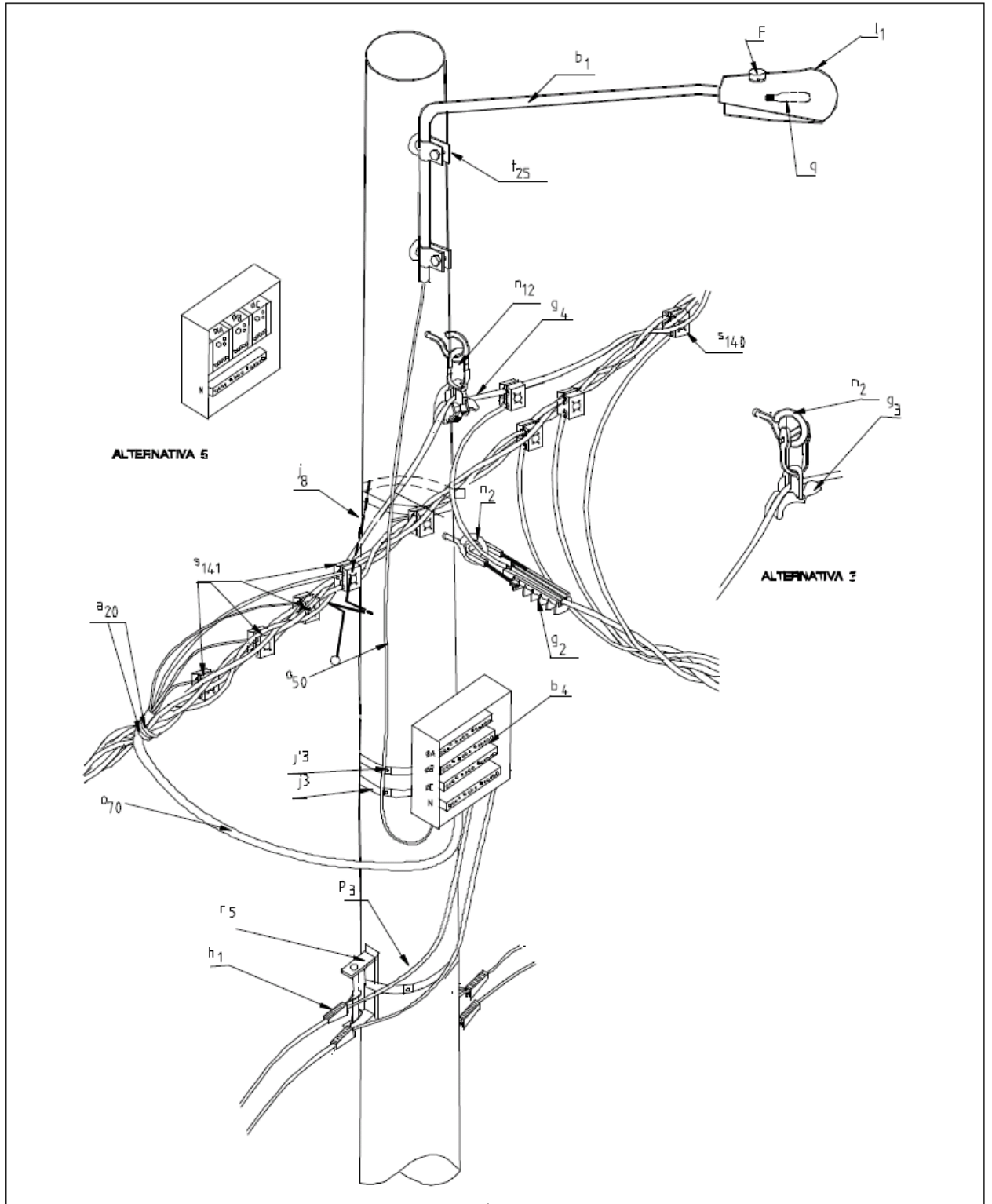
NOTA:

- Para la puesta a tierra exterior al poste sus accesorios se especifican en la Norma LA 404.
- El número de tensores de acometidas (h₁) depende de la cantidad y calibre de las acometidas en el poste.

| | | | | | |
|---------|----------|---------|--|------------------|-----------------------------|
| | | | FINAL DE CIRCUITO SECUNDARIO SENCILLO EN CONDUCTOR TRENZADO | | |
| DIBUJÓ: | ELABORÓ: | REVISÓ: | APROBACIÓN: | ÚLTIMA REVISIÓN: | LA 321 Pág 2 de 2 |
| | | | | | |

NOTA: la puesta a tierra exterior al poste se especifica en el capítulo 6 (puesta a tierra del neutro)

Figura 13. Estructura De Paso Con Derivación



LISTA DE MATERIALES

| SÍMB. | CANT. | CÓDIGO SIMS | ESP. TÉCNICA | DESCRIPCIÓN |
|------------------|-------|-------------|--------------|--|
| a ₂₀ | 2 | | ET-131 | Amarre plástico para cable trenzado |
| b ₁ | 1 | 71241 | ET-830 | Soporte para luminaria horizontal vías secundarias |
| b ₄ | 1 | | ET-903 | Caja trifásica tipo intemperie para acometidas de BT (5) |
| F | 1 | 612 | ET-810 | Fotocontrol 1000 W / 1800 VA 205 / 285V, tipo NC |
| g ₂ | 1 | 6668 | ET-354 | Grapa retención aislada para red trenzada de B.T. |
| g ₄ | 1 | | ET-355 | Grapa de suspensión para cable trenzado de B.T. (3) |
| h ₁ | 4 | 40480 | ET-468 | Tensor de acometidas |
| j ₈ | 1 | | | Templete (4) |
| j ₃ | 3 | | ET-450 | Hebilla de acero inoxidable 5/8" |
| j ₃ | 3 | | ET-450 | Metros de cinta de acero inoxidable 5/8" |
| l ₁ | 1 | 712273 | ET-801 | luminaria de sodio 70 W para vías secundarias |
| n ₁₂ | 1 | | ET-461 | Perno de ojo abierto tipo 12 (1) |
| n ₂ | 1 | | ET-461 | Perno de ojo tipo 2 (5/8"x254mm) |
| o ₅₀ | 3 | 713446 | ET-110 | Metros de cable de cobre aislado con neutro concéntrico 600V 2x14 AWG |
| o ₇₀ | 2 | | ET-113 | Metros de cable de cobre trenzado para derivaciones 3x2+1x4 AWG |
| p ₃ | 1 | 713123 | ET-201 | Poste de concreto 10m 1 050 kg (2) |
| q | 1 | | ET-820 | Bombilla de sodio 70W tubular clara |
| r ₅ | 2 | | ET-417 | Percha porta aislador de un puesto |
| s ₁₄₀ | 4 | | ET-306 | Conector de tornillo con chaqueta aislante, tipo 1 |
| s ₁₄₁ | 4 | | ET-306 | Conector de tornillo con chaqueta aislante, tipo 2 |
| t ₂₅ | 2 | | ET-454 | Tomillo soporte para brazo de luminaria 1/2" |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

ALTERNATIVAS:

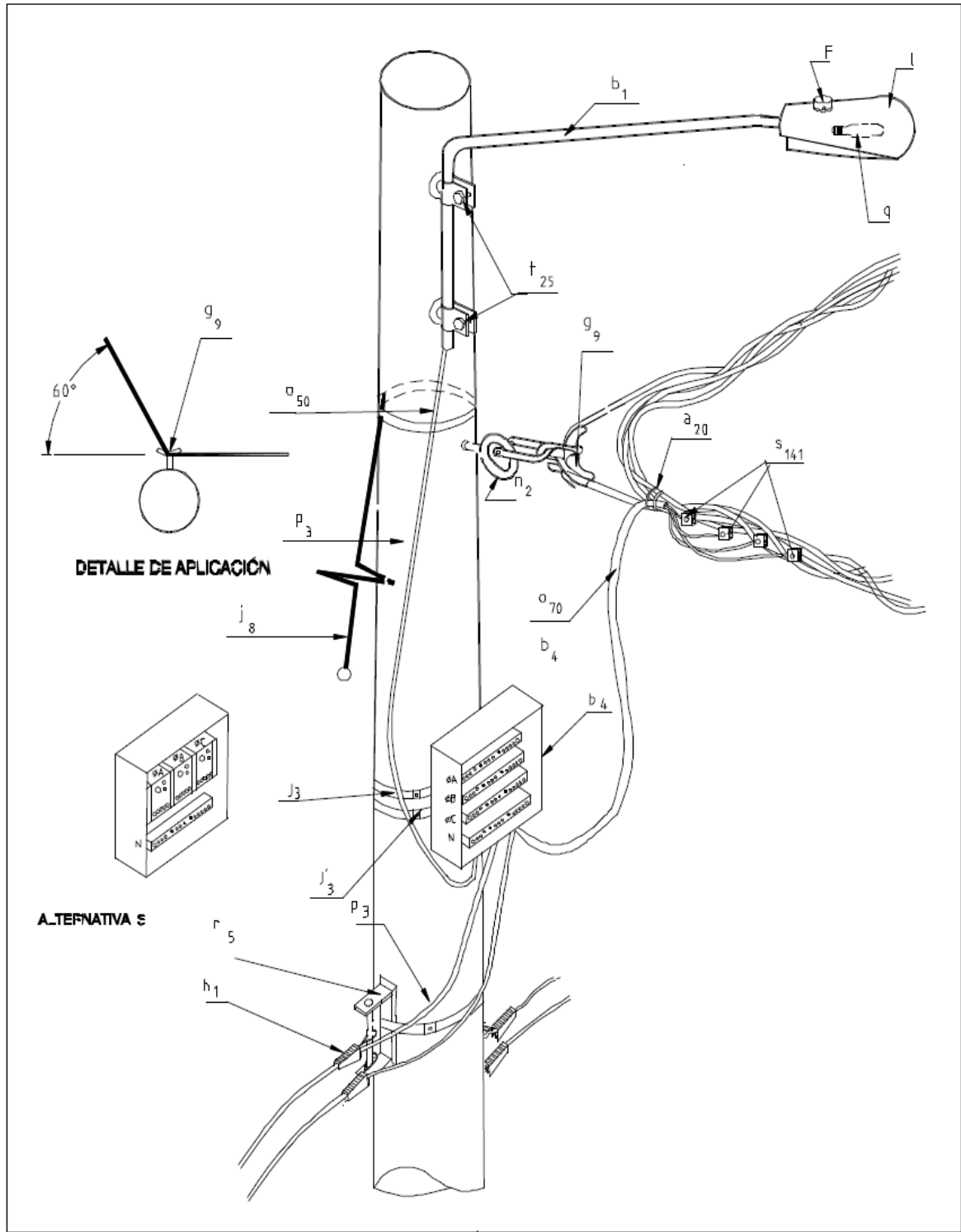
- (1) Abrazadera de una salida z₇, tornillo de carruaje t₅ y tuerca de ojo m₇.
- (2) El poste que aparece en la lista es una referencia consultar la norma LA 010 para su selección
- (3) En caso necesario podrá utilizarse el eslabón en U para instalar la grapa de suspensión g₃ al perno de ojo
- (4) Templete según las Normas LA 411, LA 417, LA 418, LA 419.
- (5) Caja con bornera para acometidas ET-925.

NOTA:

- El número de tensores de acometidas (h₁) depende de la cantidad y calibre de las acometidas en el poste.

| | | | | | |
|---------|----------|---------|-------------|--|-----------------------------|
| | | | | CIRCUITO SECUNDARIO SENCILLO CON DERIVACIÓN EN CONDUCTOR TRENZADO | |
| | | | | | |
| DIBUJÓ: | ELABORÓ: | REVISÓ: | APROBACIÓN: | ÚLTIMA REVISIÓN: | LA 322 Pág 2 de 2 |
| | | | | | |

Figura 14. Estructura Con Cambio De Ángulo



LISTA DE MATERIALES

| SÍMB. | CANT. | CÓDIGO SIMS | ESP. TÉCNICA | DESCRIPCIÓN |
|------------------|-------|-------------|--------------|---|
| a ₂₀ | 2 | | ET-131 | Amarre plástico para cable trenzado |
| b ₁ | 1 | 71241 | ET-830 | Soporte para luminaria horizontal vías secundarias |
| b ₄ | 1 | | ET-903 | Caja trifásica tipo intemperie para acometidas de B.T (3) |
| F | 1 | 612 | ET-810 | Fotocontrol 1000 W / 1 800 VA 205 / 285 V, tipo NC |
| g ₉ | 1 | 75192 | ET-466 | Grapa de suspensión angular |
| h ₁ | 4 | 40480 | ET-468 | Tensor de acometidas |
| j ₈ | 1 | | | Templete (2) |
| j' ₃ | 3 | | ET-450 | Hebilla de acero inoxidable 5/8" |
| j ₃ | 3 | | ET-450 | Metros de cinta de acero inoxidable 5/8" |
| l ₁ | 1 | 712273 | ET-801 | Luminaria de sodio 70 W para vías secundarias |
| n ₂ | 1 | | ET-461 | Perno de ojo tipo 2 (5/8" x 254 mm) |
| o ₅₀ | 3 | 713446 | ET-110 | Metros de cable de cobre aislado con neutro concéntrico 600 V 2 x 14 AWG |
| o ₇₀ | 2 | | ET-113 | Metros de cable de cobre trenzado para derivaciones 3 x 2 + 1 x 4 AWG |
| p ₃ | 1 | 713123 | ET-201 | Poste de concreto 10 m 1 050 kg (1) |
| q | 1 | | ET-820 | Bombilla de sodio 70 W tubular clara |
| r ₅ | 2 | | ET-417 | Percha porta aislador de un puesto |
| s ₁₄₁ | 4 | | ET-306 | Conector de tornillo con chaqueta aislante, tipo 2 |
| t ₂₅ | 2 | | ET-474 | Tornillo soporte para brazo de luminaria 1/2" |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

ALTERNATIVAS:

- (1) Poste de madera de 10 m para zonas de difícil acceso. El poste que aparece en la lista es una referencia. Consultar la norma LA 010 para su elección y utilización.
- (2) Templete según las Normas LA 411, LA 417, LA 418, LA 419.
- (3) Caja con bomera para acometidas ET-925.

NOTA:

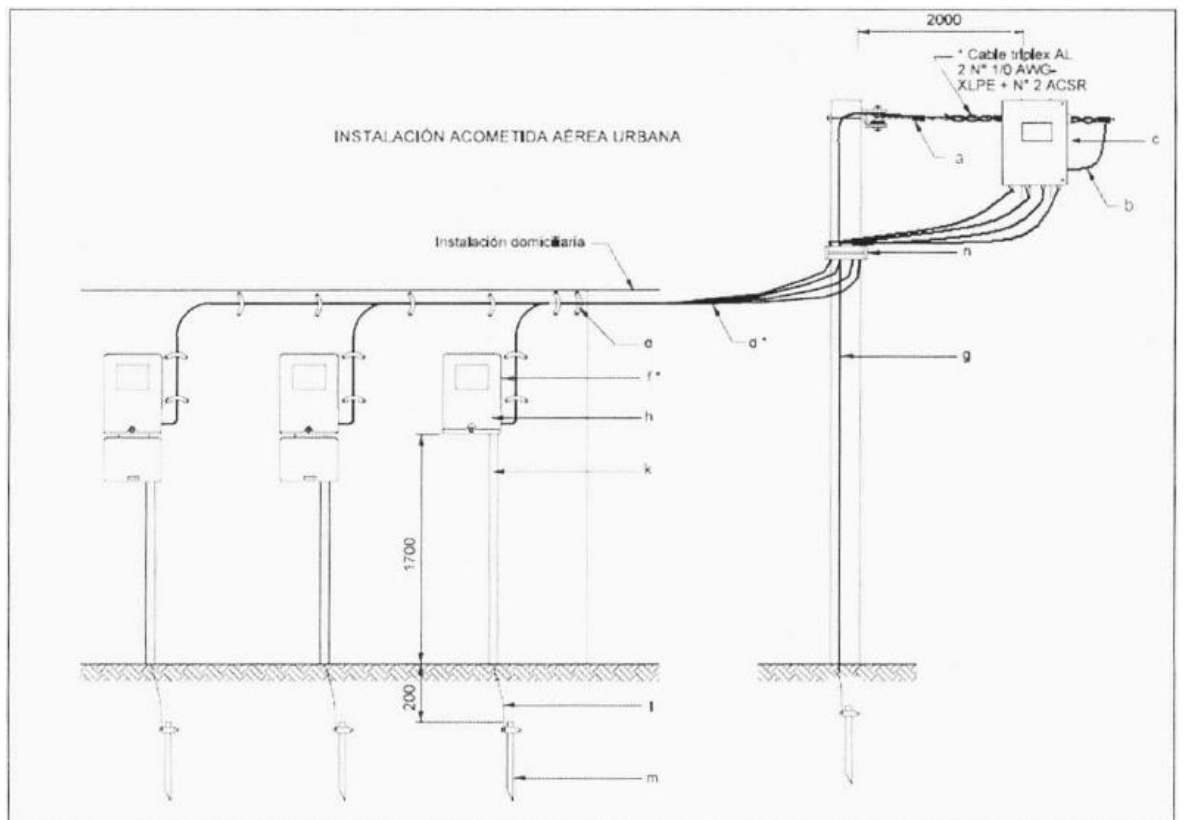
- El número de tensores de acometidas (h₁) depende de la cantidad y calibre de las acometidas en el poste.

| | | | |
|--|----------|---------|-------------------------------|
| CIRCUITO SECUNDARIO SENCILLO EN CONDUCTOR TRENZADO CONSTRUCCIÓN ANGULAR (ALTERNATIVA) | | | |
| DIBUJÓ: | ELABORÓ: | REVISÓ: | APROBACIÓN: |
| | | | ÚLTIMA REVISIÓN: |
| | | | LA 324-1 Pág 2 de 2 |

NOTAS GENERALES:

- Para las estructuras de baja tensión se utilizarán postes de 8m, carga de rotura la especificada en el plano de construcción.
- La caja trifásica tipo intemperie estará a 2m del poste sobre el cable trenzado como lo indica la norma de la ESSA ESP, y se especifica en la siguiente figura.

Figura 15. Instalación acometida aérea urbana

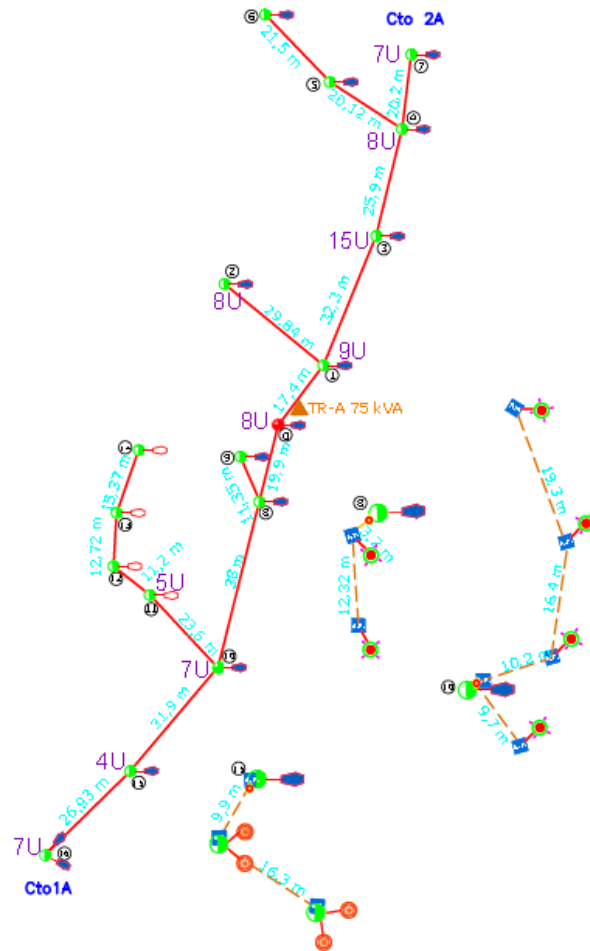


| ITEM | DESCRIPCIÓN | CANTIDAD DE OBRA | NORMA |
|------|--|------------------|----------------------------|
| a. | Conectores de compresión tipo derivación | 3 | NTC-2244 |
| b. | Cable triplex de Cu 2 No4+ No6 AWG XLPE | Según proyecto | |
| c. | Caja portabomera tipo intemperie para derivar múltiples acometidas. | 1 | RA7-200 |
| d. | Cable de cobre aislado con neutro concéntrico (1N ^o 8+1N ^o 8 AWG) ⁽¹⁾ | Según proyecto | NTC 1099, 307, 2356. |
| e. | Grapa metálica galvanizada de 3/4" tipo sencillo con una sola ala ⁽⁴⁾ | Según proyecto | |
| f. | Caja hermética tipo intemperie para alojar el medidor de energía | 1 | RA7-203 |
| g. | Puesta a tierra para cable de guarda (cable de cobre desnudo) | 1 | RA6-010 |
| h. | Medidor de energía monofásico bifilar 120V, 15 (60) Amperios ⁽⁴⁾ | 1 | NTC - 2288 |
| k. | Tubería de PVC de diámetro de 1/2" con una boquilla y contratuerca | 1.75m | NTC - 169 |
| l. | Alambre de cobre desnudo No. 8 AWG | 2.7m | NTC 2206 y 2050 |
| m. | Vanilla de puesta a tierra de longitud 2.40m | 1 | NTC 2206 y 2050 RA7-017 |
| n. | Percha de un puesto acanalada | 1 | RA7-019 |

Anexo 5. DIAGRAMAS TOPOLÓGICOS

A continuación se anexan los diagramas topológicos de media, baja tensión transformador A, baja tensión transformador B, y la red subterránea de alumbrado público de cada uno de estos, además de las respectivas convenciones.

TRANSFORMADOR A



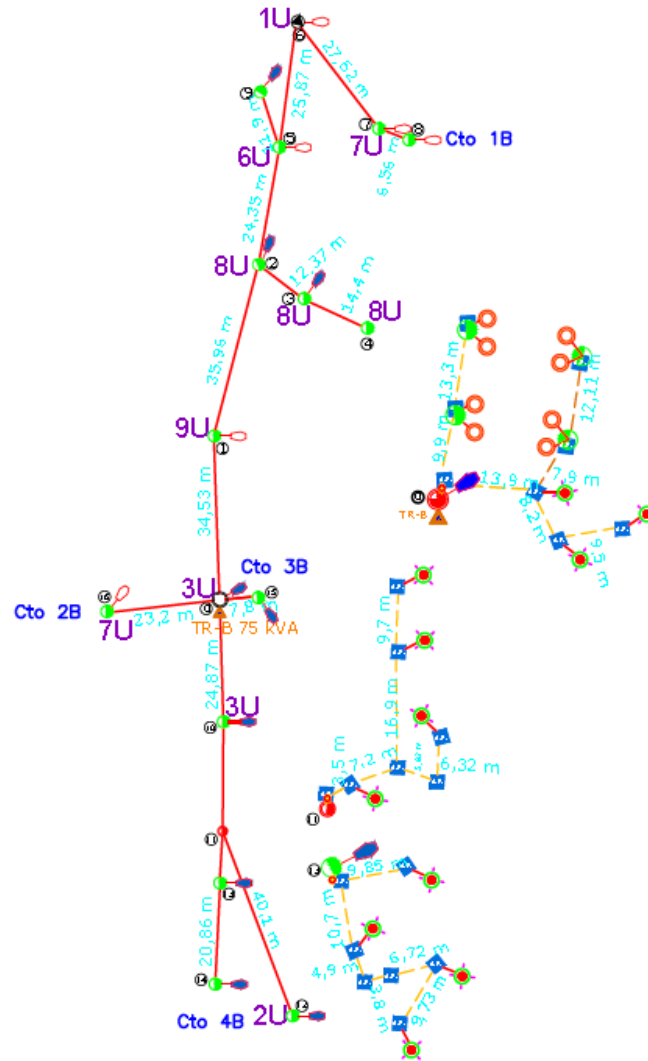
CONVENCIONES:

- POSTE DE MEDIA TENSION 12m CARGA DE ROTURA 750 kg
- ① POSTE DE MEDIA TENSION 12m CARGA DE ROTURA 510 kg
- POSTE DE BAJA TENSION 8m CARGA DE ROTURA 150 kg
- ① POSTE DE BAJA TENSION 8m CARGA DE ROTURA 510 kg
- ▲ SUBESTACION AREA, TRANSFORMADOR TRIFASICO 75 kVA
13200V-220V/27V, CONEXION DYS

- POSTE DE CONCRETO 8m 1050 kg
- ② NUMERO DE POSTE DEL CIRCUITO
- #U NUMERO DE USUARIOS POR POSTE
- LUMINARIA DE SODIO 100W - 220V
- LUMINARIA DE MERCURIO 125W - 220V
- CAJA DE INSPECCION A.P.
- REFLECTOR CIRCULAR MERCURIO 250W - 220V

- POSTE DE CONCRETO 12m 1050 kg
- RED SUBTERRANEA A.P.
- REFLECTOR CIRCULAR MERCURIO 400W-220V
- LUMINARIA DE SODIO 700W-220V ,
DECORATIVA HONGO
- DUCTO QUE BAJA

TRANSFORMADOR B

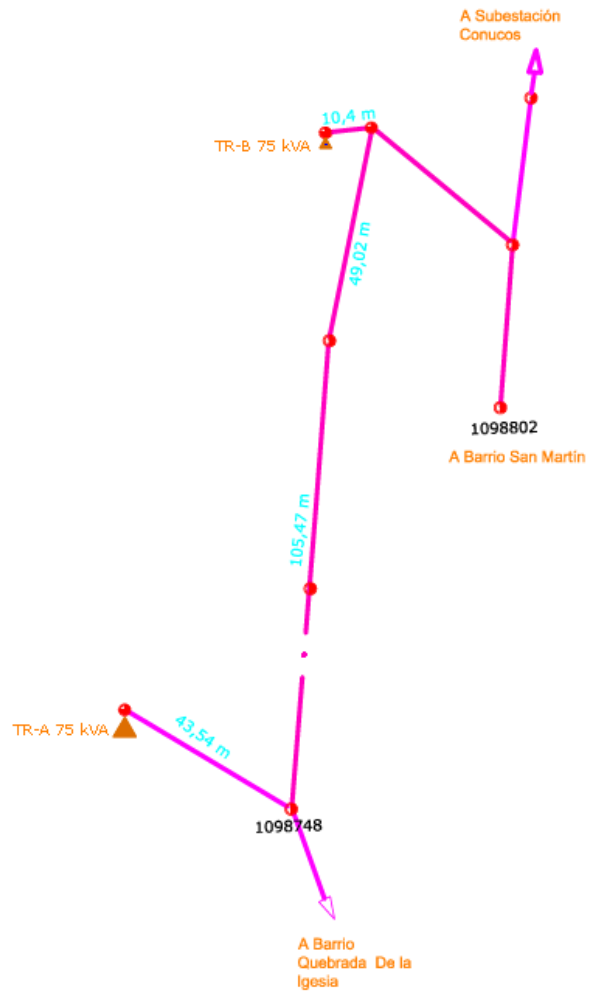


- POSTE DE MEDIATENSION 12 m CARGA DE ROTURA 750 Kg
- Ⓜ POSTE DE MEDIATENSION 12 m CARGA DE ROTURA 510 Kg
- POSTE DE BAJA TENSION 8 m CARGA DE ROTURA 750 Kg
- Ⓜ POSTE DE BAJA TENSION 8 m CARGA DE ROTURA 510 Kg
- ▲ SUBESTACION AREA, TRANSFORMADOR TRIFASICO 75 kVA 13200V-220/127V, CONEXION Dy6

- POSTE DE CONCRETO 8m 1050 kg
- NUMERO DE POSTE DEL CIRCUITO
- #U NUMERO DE USUARIOS POR POSTE
- ▭ LUMINARIA DE SODIO 70W - 220V
- LUMINARIA DE MERCURIO 125W - 220V
- ▣ CAJA DE INSPECCION A.P.
- REFLECTOR CIRCULAR MERCURIO 250W - 220V

- POSTE DE CONCRETO 12m 1050 kg
- RED SUBTERRANEA A.P.
- REFLECTOR CIRCULAR MERCURIO 400W-220V
- ◆ LUMINARIA DE SODIO 70W-220V, DECORATIVA HONGO
- DUCTO QUE BAJA

RED DE MEDIA TENSION



CONVENCIONES:

- POSTE DE MEDIA TENSION 12m CARGA DE ROTURA 750 Kg
- ① POSTE DE MEDIA TENSION 12m CARGA DE ROTURA 510 Kg
- POSTE DE BAJA TENSION 8 m CARGA DE ROTURA 750 Kg
- ① POSTE DE BAJA TENSION 8 m CARGA DE ROTURA 510 Kg
- ▲ SUBESTACION AREA, TRANSFORMADOR TRIFASICO 75 KVA 13200V-220V/127 V, CONEXION DyS

- ⊕ POSTE DE CONCRETO 8m 1050kg
- ⊙ NUMERO DE POSTE DEL CIRCUITO
- #U NUMERO DE USUARIOS POR POSTE
- LUMINARIA DE SODIO 70W - 220V
- LUMINARIA DE MERCURIO 125W - 220V
- CAJA DE INSPECCION A.P.
- REFLECTOR CIRCULAR MERCURIO 250W - 220V

- ⊕ POSTE DE CONCRETO 12m 1050 kg
- RED SUBTERRANEA A.P.
- REFLECTOR CIRCULAR MERCURIO 400W-220V
- ◆ LUMINARIA DE SODIO 70W-220V, DECORATIVA, HONGO
- DUCTO QUE BAJA

Anexo 6. INVENTARIO Y LEVANTAMIENTO DE LA RED EXISTENTE

Tabla 34. Levantamiento de la red de baja Tensión Circuito 1

| CIRCUITOS SECUNDARIOS Y ALUMBRADO PUBLICO | | | | | | | | | | | | | | | | | CIRCUITOS SECUNDARIOS ALUMBRADO PUBLICO | | | | | ESTRUCTURAS | | TEMPLETE | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|--------------|------|----------|-----------------|-----------------|-----------------|-------------------------|------------|-----------|-------------|-------------------------|------------|-----------|----------|-------------|---|---|--------|----------|--------------|----------|--------------|------------|--------------|----------|-----|---------|-------|--------|------|-------|----------|-------------|--------------------|------------------|------------|-----------------|-----------|------|-----------------|------------|-----------|-------------------------|------------|
| CONDUCTORES | | | | | | | | | | | | | | | | | SOPORTES | | | AISLADORES | | | LUMINARIAS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| EN POSTE TERMINAL | | | | | | | | | | | | | | | | | PERCHA | PALOM. | OTROS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| De_A | Longitud (m) | TIPO | Cantidad | FASES | | | | NEUTRO | | | | ALUMBRADO | | | | M | B | T | Cantidad | # de Puestos | Cantidad | # de Puestos | Cantidad | # de Puestos | Cantidad | Pin | carrete | Otros | Estado | Tipo | Otras | cantidad | Potencia(w) | Tension Nominal(V) | Tipo de Apoyo(6) | Materia(7) | Altura Promedio | Estado(4) | Tipo | Aislador Tensor | Materia(3) | Estado(4) | | |
| | | | | Calibre AWG (R) | Calibre AWG (S) | Calibre AWG (T) | Clase de aislamiento(2) | Materia(3) | Estado(4) | Calibre AWG | Clase de aislamiento(2) | Materia(3) | Estado(4) | Cantidad | Calibre AWG | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Clase de aislamiento(2) | Materia(3) |
| 1-2 | 19,03 | AE | 3 | 2 | 2 | 2 | THW | ASC | B | 6 | THW | ACSR | B | | | | 1 | - | - | 1 | 5 | - | - | - | 5 | - | si | - | B | Na | - | 2 | 70 | 220 | P | C | 12 | B | DT | 1 | AG | B | | |
| 2-3 | 20,2 | AE | 3 | 2 | 2 | 2 | THW | ASC | B | 6 | THW | ACSR | B | | | | 5 | - | - | 1 | 4 | - | - | - | 4 | - | si | - | B | Na | - | 1 | 70 | 220 | P | C | 8 | B | - | - | - | - | | |
| 3-4 | 19,94 | AE | 3 | S.I | S.I | S.I | S.I | S.I | B | 8 | THW | Al | B | | | | 9 | - | - | 1 | 5 | - | - | - | 5 | - | si | - | M | Na | - | 2 | 70 | 220 | P | C | 8 | M | - | - | - | - | | |
| 4-3 | 19,94 | AE | 3 | S.I | S.I | S.I | S.I | S.I | B | 8 | THW | ASCR | B | | | | - | - | - | 2 | 5 | - | - | - | 5 | - | si | - | B | Na | - | 2 | 70 | 220 | P | C | 8 | B | - | - | - | - | | |
| 3-5 | 25,9 | AE | 3 | 1/0 | 1/0 | 2 | THW | ASC/Cu | B | 6 | THW | Cu | B | | | | 9 | - | - | 1 | 5 | - | - | - | 5 | - | si | - | B | Na | - | 2 | 70 | 220 | P | C | 8 | M | - | - | - | - | | |
| 5-6 | 6,95 | AE | 3 | 1/0 | S.I | 2 | THW | ASC/Cu | B | S.I | S.I | S.I | B | | | | 15 | - | - | 1 | 5 | - | - | - | 5 | - | si | - | B | Na | - | 1 | 70 | 220 | P | C | 8 | M | - | - | - | - | | |
| 6-7 | 43,8 | AE | 3 | 1/0 | S.I | 2 | THW | ASC/Cu | R | S.I | S.I | R | B | | | | 13 | - | - | 1 | 4 | - | - | - | 4 | - | si | - | B | Na | - | 2 | 70 | 220 | P | C | 8 | B | - | - | - | - | | |
| 7-6 | 43,8 | AE | 3 | 1/0 | S.I | 2 | THW | ASC/Cu | B | S.I | S.I | S.I | B | | | | | | | 2 | 5 | - | - | - | 5 | - | si | - | M | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8-5 | 32,3 | AE | 3 | 1/0 | 1/0 | 2 | THW | ASC/Cu | B | 6 | THW | Cu | B | | | | 8 | - | - | 1 | 5 | - | - | - | 5 | - | si | - | B | Na | - | 2 | 70 | 220 | P | C | 8 | M | - | - | - | - | | |
| 9-8 | 29,8 | AE | 3 | 1/0 | 1/0 | 2 | THW | ASC/Cu | B | 6 | THW | Cu | B | | | | 8 | 1 | - | 1 | 5 | - | - | - | 5 | - | si | - | M | Na | - | 1 | 70 | 220 | P | C | 8 | M | - | - | - | - | | |
| 10-8 | 17,4 | AE | 3 | 1/0 | 1/0 | 2 | THW | ASC/Cu | B | 6 | THW | Cu | B | | | | 6 | 1 | - | 2 | 10 | - | - | - | 10 | - | si | - | B | Na | - | 2 | 70 | 220 | P | C | 8 | B | - | - | - | - | | |
| 11-10 | 19,9 | AE | 3 | 1/0 | S.I | 2 | THW | ASC/Cu | B | 6 | THW | Cu | B | | | | - | - | - | 2 | 6 | - | - | - | 6 | - | si | - | B | Na | - | 2 | 70 | 220 | P | C | | B | DT | 1 | AG | M | | |
| 12-11 | 11,93 | AE | 3 | S.I | S.I | S.I | S.I | S.I | B | 8 | THW | Al | B | | | | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | | |
| 13'-11' | 4,74 | S | 3 | S.I | S.I | S.I | S.I | S.I | B | 10 | THW | Cu | B | | | | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | | |
| 13-13' | 1,84 | S | 3 | S.I | S.I | S.I | S.I | S.I | B | 10 | THW | Cu | B | | | | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | Na | - | 1 | 70 | 220 | - | - | 8 | - | - | - | - | - | | | |
| 13'-14' | 11,44 | S | 3 | S.I | S.I | S.I | S.I | S.I | B | 10 | THW | Cu | B | | | | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | | |
| 14'-14' | 1,64 | S | 3 | S.I | S.I | S.I | S.I | S.I | B | 10 | THW | Cu | B | | | | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | Na | - | 1 | 70 | 220 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | | |
| 15-11 | 38 | AE | 3 | 1/0 | S.I | 6 | THW | ASC/ASCR | B | 8 | THW | Al | B | | | | 7 | - | - | 1 | 5 | - | - | - | 5 | - | si | - | B | Na | - | 1 | 70 | 220 | P | C | 8 | M | DT | 1 | AG | B | | |
| 15'-15' | 0,73 | D.S | 3 | 8 | S.I | S.I | THW | Cu | B | S.I | S.I | S.I | S.I | | | | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | | | |
| 16-15 | 31,9 | AE | 3 | 1/0 | S.I | 6 | THW | ASC/ASCR | B | 8 | THW | Al | B | | | | 4 | - | - | 3 | 8 | - | - | - | 8 | - | si | - | M | Na | - | 2 | 70 | 220 | P | C | 8 | M | DT | 1 | AG | B | | |
| 17-16 | 26,93 | AE | 3 | 1/0 | S.I | 6 | THW | ASC/ASCR | B | 8 | THW | Al | B | | | | 7 | - | - | 1 | 5 | - | - | - | 5 | - | si | - | B | Na | - | 2 | 70 | 220 | P | C | 8 | B | - | - | - | - | | |
| 16-16' | 1,4 | D.S | 3 | S.I | S.I | S.I | S.I | S.I | B | 10 | THW | Cu | B | | | | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | | |
| 16'-18' | 10,95 | S | 3 | S.I | S.I | S.I | S.I | S.I | B | 10 | THW | Cu | B | | | | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| 18-18' | 1,1 | D.S | 3 | S.I | S.I | S.I | S.I | S.I | B | 10 | THW | Cu | B | | | | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | Mr | - | 1 | 400 | 220 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | | |
| 18'-19' | 16,98 | S | 3 | S.I | S.I | S.I | S.I | S.I | B | 10 | THW | Cu | B | | | | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | | |
| 19'-19' | 1,2 | D.S | 3 | S.I | S.I | S.I | S.I | S.I | B | 10 | THW | Cu | B | | | | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | Mr | - | 1 | 400 | 220 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| 20-15 | 22,4 | AE | 3 | 1/0 | S.I | 4 | THW | ASC/ASCR | B | 8 | THW | Al | B | | | | 5 | - | - | 2 | 7 | - | - | - | 7 | - | si | - | B | Na | - | 2 | 70 | 220 | P | C | 8 | B | - | - | - | - | | |
| 21-20 | 11 | AE | 3 | S.I | S.I | S.I | S.I | S.I | B | 8 | THW | Al | B | | | | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | | |
| 22-21 | 12,4 | AE | 3 | S.I | S.I | S.I | S.I | S.I | B | 8 | THW | Al | B | | | | - | - | - | 1 | 2 | - | - | - | 2 | - | si | - | B | Mh | - | 1 | 125 | 220 | P | C | 8 | B | - | - | - | - | | |
| 23-22 | 15,42 | AE | 3 | S.I | S.I | S.I | S.I | S.I | B | 8 | THW | Al | B | | | | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | Na | - | 1 | 70 | 220 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | | |
| 24'-15' | 12,5 | S | 3 | 8 | S.I | S.I | THW | Cu | B | S.I | S.I | S.I | S.I | | | | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | | |
| 24-24' | 1,1 | D.S | 3 | 12 | S.I | S.I | THW | Cu | B | S.I | S.I | S.I | S.I | | | | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | Na | - | 2 | 70 | 220 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| 25'-24' | 17,2 | S | 3 | 8 | S.I | S.I | THW | Cu | B | S.I | S.I | S.I | S.I | | | | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| 25-25' | 1,32 | D.S | 3 | 12 | S.I | S.I | THW | Cu | B | S.I | S.I | S.I | S.I | | | | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | Na | - | 2 | 70 | 220 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 26'-25' | 15,7 | S | 3 | 8 | S.I | S.I | THW | Cu | B | S.I | S.I | S.I | S.I | | | | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| 26-26' | 1,2 | D.S | 3 | 12 | S.I | S.I | THW | Cu | B | S.I | S.I | S.I | S.I | | | | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | Na | - | 2 | 70 | 220 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 27'-15' | 10,8 | S | 3 | 8 | S.I | S.I | THW | Cu | B | S.I | S.I | S.I | S.I | | | | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| 27-27' | 2 | D.S | 3 | 12 | S.I | S.I | THW | Cu | B | S.I | S.I | S.I | S.I | | | | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | Na | - | 2 | 70 | 220 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |

NOTA:

DONDE SE ESPECIFIQUE EL NÚMERO CON UNA COMILLA HACE REFERENCIA A LAS CAJAS DE INSPECCIÓN DEL ALUMBRADO PÚBLICO DEL BARRIO.

Tabla 36. Convenciones Levantamiento

| 1. TRAMO | 2. AISLAMIENTO | 3. MATERIAL | 4. ESTADO | 5. ACOMETIDAS | 6. TIPO DE APOYO | 7. MATERIAL | 8. LUMINARIA | 9. TEMPLETE |
|---|------------------------|---------------------------------|----------------------------|---------------|------------------------|-------------|--------------------------------|---------------------|
| A. Número de estructuras que delimitan el tramo | Zo= Aéreo aislado | Cu= Cobre | B= Material en buen estado | M=Monofásicas | T=Torre autosoportante | ME=Metálica | I=Incandescente | DT=Directo a tierra |
| | Do=Aéreo Desnudo | Al= Aluminio | M= Material en mal estado | B=Bifásicas | P=Poste sencillo | C=Concreto | F=Fluorescente | PP=Poste a poste |
| AE. Aereo | P=Subter Plomado | ACSR=Aluminio con alma de acero | | T= Trifásicas | H=Poste en H | MA=Madera | Mr=Mercurio reflector circular | PA=Pie de amigo |
| S. Subterráneo | W=Subterr. En plástico | ASC= Aleación de Aluminio | | | BH=Barra de hierro | | Na=Sodio | TG= Enguitarra |
| D.S= ducto que sube o baja | | AG= Acero Galvanizado | | | | | Mh=Mercurio horizontal | |
| S.I= sin identificar. | | | | | | | Mv=Mercurio vertical abierta | |

Tabla 37. Descripción del Transformador

| TRANSFORMADOR | | | | |
|----------------------|-----------|-----------|----------|--------|
| Localización | TIPO | CAPACIDAD | USUARIOS | ESTADO |
| San Pedro Claver Sur | TRIFASICO | 75 KVA | 140 | B |

Anexo 7. ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS (APU)

En este anexo se presentan los precios unitarios de los materiales y mano de obra que fueron cotizados a la fecha actual, y que están sujetos a cambios dependiendo de la fecha en la cual se ejecute el proyecto.

| | |
|--|--------------------|
| DISEÑO ELECTRICO - SAN PEDRO CLAVER | |
| ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS | Fecha : 20/02/2012 |

A. REDES TRENZADAS EN BAJA TENSION

| | | | | | |
|---|-----------|--------------|--------------|---|-------------------|
| Actividad : (LA 320) .Construcción en línea | | | | | |
| Unidad : Un | | | | | |
| I. HERRAMIENTA Y EQUIPO | | | | | |
| Descripción | | | | | |
| Herramienta menor | Gl | \$ 9.200,00 | 3,00 | \$ 3.066,67 | |
| Transporte | u | \$ 3.200,00 | 1,50 | \$ 2.133,33 | |
| | | | | Sub-Total | \$ 5.200 |
| II. MATERIALES | | | | | |
| Descripción | | | | | |
| Amarre plastico para cable trenzado 95 mm x 2,6 mm | U | 2,00 | \$ 250 | \$ 500 | |
| Soporte para luminaria horizontal vias secundarias | U | 1,00 | \$ 46.208 | \$ 46.208 | |
| Caia trifasica tipo intemperie para acometida de B.T | U | 1,00 | \$ 245.000 | \$ 245.000 | |
| Fotocontrol 1000 W/1800 VA 205/ 285 V tipo N.C | U | 1,00 | \$ 6.000 | \$ 6.000 | |
| Grana de suspension para cable trenzado de B.T | U | 1,00 | \$ 8.000 | \$ 8.000 | |
| Tensor de acometidas | U | 4,00 | \$ 3.500 | \$ 14.000 | |
| Hebilla de acero inoxidable 5/8" | U | 3,00 | \$ 800 | \$ 2.400 | |
| Metros de cinta de acero inoxidable 5/8" x 0.03" | m | 3,00 | \$ 2.000 | \$ 6.000 | |
| Luminaria de sodio 70 W para vias secundarias | U | 1,00 | \$ 141.000 | \$ 141.000 | |
| Perno de oio abierto tipo 12 | U | 1,00 | \$ 3.900 | \$ 3.900 | |
| Metros de cable de cobre aislado con neutro concentrico 600V 2x14 AWG | m | 4,00 | \$ 571 | \$ 2.284 | |
| Metros de Cable de cobre trenzado para derivaciones 3x2+1x4 AWG | m | 2,00 | \$ 5.500 | \$ 11.000 | |
| Percha porta aislador de un puesto | U | 2,00 | \$ 7.000 | \$ 14.000 | |
| Conector de tornillo con chaqueta aislante tipo 2 | U | 4,00 | \$ 5.100 | \$ 20.400 | |
| Tornillo soporte para brazo de luminaria 1/2" | U | 2,00 | \$ 350 | \$ 700 | |
| | | | | Valor parcial | \$ 521.392 |
| | | | | Desp. = 5% | \$ 26.069,60 |
| | | | | Sub-Total | \$ 547.462 |
| III. MANO DE OBRA | | | | | |
| Trabajador | | | | | |
| | Jornal | Prestaciones | Jornal total | Rendimiento | Valor Parcial |
| Avudante | \$ 13.600 | 75% | \$ 23.800 | 1,00 | \$ 23.800 |
| Oficial | \$ 25.000 | 75% | \$ 43.750 | 1,00 | \$ 43.750 |
| | | | | Sub-Total | \$ 67.550 |
| | | | | TOTAL COSTO DIRECTO : \$ 620.212 | |

| | | | | | |
|---|----|----------|------------|------------------|-------------------|
| Actividad : (LA 320-1).Construcción en línea con extensión | | | | | |
| Unidad : Un | | | | | |
| I. HERRAMIENTA Y EQUIPO | | | | | |
| Descripción | | | | | |
| Herramienta menor | Gl | \$ 9.200 | 3,00 | \$ 3.066,67 | |
| Transporte | u | \$ 3.200 | 1,50 | \$ 2.133,33 | |
| | | | | Sub-Total | \$ 5.200 |
| II. MATERIALES | | | | | |
| Descripción | | | | | |
| Amarre plastico para cable trenzado 95 mm x 2,6 mm | U | 2,00 | \$ 250 | \$ 500 | |
| Soporte para luminaria horizontal vias secundarias | U | 1,00 | \$ 46.208 | \$ 46.208 | |
| Caia trifasica tipo intemperie para acometida de B.T | U | 1,00 | \$ 245.000 | \$ 245.000 | |
| Fotocontrol 1000 W/1800 VA 205/ 285 V tipo N.C | U | 1,00 | \$ 6.000 | \$ 6.000 | |
| Grana de suspension aislada para cables trenzado de B.T | U | 1,00 | \$ 7.000 | \$ 7.000 | |
| Tensor de acometidas | U | 4,00 | \$ 3.500 | \$ 14.000 | |
| Hebilla de acero inoxidable 5/8" | U | 3,00 | \$ 800 | \$ 2.400 | |
| Metros de cinta de acero inoxidable 5/8" x 0.03" | m | 3,00 | \$ 2.000 | \$ 6.000 | |
| Metros de cable de cobre aislado con neutro concentrico 600V 2x14 AWG | m | 3,00 | \$ 571 | \$ 1.713 | |
| Metros de Cable de cobre trenzado para derivaciones 3x2+1x4 AWG | m | 2,00 | \$ 5.500 | \$ 11.000 | |
| Percha porta aislador de un puesto | U | 2,00 | \$ 7.000 | \$ 14.000 | |
| Extension para soporte de red trenzada B.T | U | 1,00 | \$ 12.000 | \$ 12.000 | |
| Conector de tornillo con chaqueta aislante tipo 2 | U | 4,00 | \$ 5.100 | \$ 20.400 | |
| Tornillo de acero galvanizado de 5/8" x 10" | U | 2,00 | \$ 2.750 | \$ 5.500 | |
| Tornillo soporte para brazo de luminaria 1/2" | U | 2,00 | \$ 350 | \$ 700 | |
| | | | | Valor parcial | \$ 392.421 |
| | | | | Desp. = 0% | \$ - |
| | | | | Sub-Total | \$ 392.421 |

| DISEÑO ELECTRICO - SAN PEDRO CLAVER | | | | | |
|---|--------------|--------------|--------------|-------------|-------------------|
| ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS Fecha : 20/02/2012 | | | | | |
| III. MANO DE OBRA | | | | | |
| Trabajador | Jornal | Prestaciones | Jornal total | Rendimiento | Valor Parcial |
| | | 75% | | | |
| Avudante | \$ 13.600,00 | 75% | \$ 23.800,00 | 1,00 | \$ 23.800 |
| Oficial | \$ 25.000,00 | 75% | \$ 43.750,00 | 1,00 | \$ 43.750 |
| Sub-Total | | | | | \$ 67.550 |
| TOTAL COSTO DIRECTO : | | | | | \$ 465.171 |

| Actividad : (LA 321).Final del circuito | | | | | |
|---|--------------|-----------------|-----------------|---------------|-------------------|
| Unidad : Un | | | | | |
| I. HERRAMIENTA Y EQUIPO | | | | | |
| Descripción | Unidad | Tarifa / unidad | Rendimiento | Valor Parcial | |
| Herramienta menor | Gl | \$ 9.200,00 | 3,00 | \$ 3.066,67 | |
| Transporte | u | \$ 3.200,00 | 1,50 | \$ 2.133,33 | |
| Sub-Total | | | | | \$ 5.200 |
| II. MATERIALES | | | | | |
| Descripción | Unidad | Cantidad | Precio unitario | Valor Parcial | |
| Amarre plastico para cable trenzado 95 mm x 2,6 mm | U | 3,00 | \$ 250 | \$ 750 | |
| Soporte para luminaria horizontal vias secundarias | U | 1,00 | \$ 46.208 | \$ 46.208 | |
| Caja trifasica tipo intemperie para acometida de B.T | U | 1,00 | \$ 245.000 | \$ 245.000 | |
| Fotocontrol 1000 W/1800 VA 205/ 285 V tipo N.C | U | 1,00 | \$ 6.000 | \$ 6.000 | |
| Grapa de retencion aislada para red trenzada de B.T | U | 1,00 | \$ 24.000 | \$ 24.000 | |
| Tensor de acometidas | U | 4,00 | \$ 3.500 | \$ 14.000 | |
| Hebillas de acero inoxidable 5/8" | U | 3,00 | \$ 800 | \$ 2.400 | |
| Metros de cinta de acero inoxidable 5/8" x 0,03" | m | 3,00 | \$ 2.000 | \$ 6.000 | |
| Templete | U | 1,00 | \$ 57.000 | \$ 57.000 | |
| Perno de oio abierto tipo 2 (5/8" x 254 mm) | U | 1,00 | \$ 2.500 | \$ 2.500 | |
| Metros de cable de cobre aislado con neutro concentrico 600V 2x14 AWG | m | 3,00 | \$ 571 | \$ 1.713 | |
| Metros de Cable de cobre trenzado para derivaciones 3x2+1x4 AWG | m | 2,00 | \$ 5.500 | \$ 11.000 | |
| Percha porta aislador de un puesto | U | 2,00 | \$ 7.000 | \$ 14.000 | |
| Conector de tornillo con chaqueta aislante tipo 2 | U | 4,00 | \$ 5.100 | \$ 20.400 | |
| Conector de tornillo con chaqueta aislante tipo 4 | U | 1,00 | \$ 9.100 | \$ 9.100 | |
| Tornillo soporte para brazo de luminaria 1/2" | U | 2,00 | \$ 350 | \$ 700 | |
| Tapon sellador de cable 4/0 AWG (1) | U | 4,00 | \$ 33.000 | \$ 132.000 | |
| | | | | Valor parcial | \$ 592.771 |
| | | | | Desp. = 0% | \$ - |
| Sub-Total | | | | | \$ 592.771 |
| III. MANO DE OBRA | | | | | |
| Trabajador | Jornal | Prestaciones | Jornal total | Rendimiento | Valor Parcial |
| | | 75% | | | |
| Avudante | \$ 13.600,00 | 75% | \$ 23.800,00 | 1,00 | \$ 23.800 |
| Oficial | \$ 25.000,00 | 75% | \$ 43.750,00 | 1,00 | \$ 43.750 |
| Sub-Total | | | | | \$ 67.550 |
| TOTAL COSTO DIRECTO : | | | | | \$ 665.521 |

| Actividad : (LA 322). Construcción en línea con derivación | | | | | |
|---|--------|-----------------|-----------------|---------------|-------------------|
| Unidad : Un | | | | | |
| I. HERRAMIENTA Y EQUIPO | | | | | |
| Descripción | Unidad | Tarifa / unidad | Rendimiento | Valor Parcial | |
| Herramienta menor | Gl | \$ 9.200,00 | 3,00 | \$ 3.066,67 | |
| Certificación RETIE | u | \$ 3.200,00 | 1,50 | \$ 2.133,33 | |
| Sub-Total | | | | | \$ 5.200 |
| II. MATERIALES | | | | | |
| Descripción | Unidad | Cantidad | Precio unitario | Valor Parcial | |
| Amarre plastico para cable trenzado 95 mm x 2,6 mm | U | 2,00 | \$ 250 | \$ 500 | |
| Soporte para luminaria horizontal vias secundarias | U | 1,00 | \$ 46.208 | \$ 46.208 | |
| Caja trifasica tipo intemperie para acometida de B.T | U | 1,00 | \$ 245.000 | \$ 245.000 | |
| Fotocontrol 1000 W/1800 VA 205/ 285 V tipo N.C | U | 1,00 | \$ 6.000 | \$ 6.000 | |
| Grapa de retencion aislada para red trenzada de B.T | U | 1,00 | \$ 24.000 | \$ 24.000 | |
| Grapa de retencion aislada para red trenzada de B.T | U | 1,00 | \$ 24.000 | \$ 24.000 | |
| Tensor de acometidas | U | 4,00 | \$ 3.500 | \$ 14.000 | |
| Templete | U | 1,00 | \$ 57.000 | \$ 57.000 | |
| Hebillas de acero inoxidable 5/8" | U | 3,00 | \$ 800 | \$ 2.400 | |
| Metros de cinta de acero inoxidable 5/8" x 0,03" | m | 3,00 | \$ 2.000 | \$ 6.000 | |
| Luminaria de sodio 70 W para vias secundarias | U | 1,00 | \$ 141.000 | \$ 141.000 | |
| Perno de oio abierto tipo 12 | U | 1,00 | \$ 3.900 | \$ 3.900 | |
| Perno de oio abierto tipo 2 (5/8" x 254 mm) | U | 1,00 | \$ 2.500 | \$ 2.500 | |
| Metros de Cable de cobre trenzado para derivaciones 3x2+1x4 AWG | m | 3,00 | \$ 5.500 | \$ 16.500 | |
| Metros de cable de cobre aislado con neutro concentrico 600V 2x14 AWG | m | 2,00 | \$ 571 | \$ 1.142 | |
| Percha porta aislador de un puesto | U | 2,00 | \$ 7.000 | \$ 14.000 | |
| Conector de tornillo con chaqueta aislante tipo 1 | U | 4,00 | \$ 3.500 | \$ 14.000 | |
| Conector de tornillo con chaqueta aislante tipo 2 | U | 4,00 | \$ 5.100 | \$ 20.400 | |
| Tornillo soporte para brazo de luminaria 1/2" | U | 2,00 | \$ 350 | \$ 700 | |
| | | | | Valor parcial | 639.250,00 |
| | | | | Desp. = 0% | \$ - |
| Sub-Total | | | | | \$ 639.250 |

| DISEÑO ELECTRICO - SAN PEDRO CLAVER | | | | | | |
|---|--------------|--------------|--------------|-------------|-----------------------|------------|
| ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS Fecha : 20/02/2012 | | | | | | |
| III. MANO DE OBRA | | | | | | |
| Trabajador | Jornal | Prestaciones | Jornal total | Rendimiento | Valor Parcial | |
| Avudante | \$ 13.600,00 | 75% | \$ 23.800,00 | 1,00 | \$ 23.800 | |
| Oficial | \$ 25.000,00 | 75% | \$ 43.750,00 | 1,00 | \$ 43.750 | |
| | | | | | Sub-Total | \$ 67.550 |
| | | | | | TOTAL COSTO DIRECTO : | \$ 712.000 |

| | |
|-------------|------------------------------------|
| Actividad : | (LA 324). Construcción angular 90° |
| Unidad : | Un |

| I. HERRAMIENTA Y EQUIPO | | | | | | |
|-------------------------|--------|-----------------|-------------|---------------|-----------|----------|
| Descripción | Unidad | Tarifa / unidad | Rendimiento | Valor Parcial | | |
| Herramienta menor | Gl | \$ 9.200,00 | 3,00 | \$ 3.066,67 | | |
| Transporte | u | \$ 3.200,00 | 1,50 | \$ 2.133,33 | | |
| | | | | | Sub-Total | \$ 5.200 |

| II. MATERIALES | | | | | | |
|---|--------|----------|-----------------|---------------|------------|------------|
| Descripción | Unidad | Cantidad | Precio unitario | Valor Parcial | | |
| Amarre plastico para cable trenzado 95 mm x 2.6 mm | U | 2,00 | \$ 250 | \$ 500 | | |
| Soporte para luminaria horizontal vias secundarias | U | 1,00 | \$ 46.208 | \$ 46.208 | | |
| Caia trifasica tipo intemperie para acometida de B.T | U | 1,00 | \$ 245.000 | \$ 245.000 | | |
| Fotocontrol 1000 W/1800 VA 205/ 285 V tipo N.C | U | 1,00 | \$ 6.000 | \$ 6.000 | | |
| Grapa de retencion aislada para red trenzada de B.T | U | 2,00 | \$ 24.000 | \$ 48.000 | | |
| Templete | U | 4,00 | \$ 57.000 | \$ 228.000 | | |
| Tensor de acometidas | U | 2,00 | \$ 3.500 | \$ 7.000 | | |
| Hebillas de acero inoxidable 5/8" | U | 3,00 | \$ 800 | \$ 2.400 | | |
| Metros de cinta de acero inoxidable 5/8" x 0.03" | m | 3,00 | \$ 2.000 | \$ 6.000 | | |
| Perno de ojo abierto tipo 2 (5/8" x 254 mm) | U | 2,00 | \$ 2.500 | \$ 5.000 | | |
| Metros de cable de cobre aislado con neutro concéntrico 600V 2x14 AWG | m | 3,00 | \$ 571 | \$ 1.713 | | |
| Metros de Cable de cobre trenzado para derivaciones 3x2+1x4 AWG | m | 2,00 | \$ 5.500 | \$ 11.000 | | |
| Percha porta aislador de un puesto | U | 2,00 | \$ 7.000 | \$ 14.000 | | |
| Conector de tornillo con chaqueta aislante tipo 2 | U | 4,00 | \$ 5.100 | \$ 20.400 | | |
| Tornillo soporte para brazo de luminaria 1/2" | U | 2,00 | \$ 350 | \$ 700 | | |
| | | | | Valor parcial | \$ 641.921 | |
| | | | | Desp. = 0% | \$ - | |
| | | | | | Sub-Total | \$ 641.921 |

| | | | | | | |
|--------------------------|--------------|--------------|--------------|-------------|-----------------------|------------|
| III. MANO DE OBRA | | | | | | |
| Trabajador | Jornal | Prestaciones | Jornal total | Rendimiento | Valor Parcial | |
| Avudante | \$ 13.600,00 | 75% | \$ 23.800,00 | 1,00 | \$ 23.800 | |
| Oficial | \$ 25.000,00 | 75% | \$ 43.750,00 | 1,00 | \$ 43.750 | |
| | | | | | Sub-Total | \$ 67.550 |
| | | | | | TOTAL COSTO DIRECTO : | \$ 714.671 |

| | |
|-------------|----------------------------------|
| Actividad : | (LA 324-1). Construcción angular |
| Unidad : | Un |

| I. HERRAMIENTA Y EQUIPO | | | | | | |
|-------------------------|--------|-----------------|-------------|---------------|-----------|----------|
| Descripción | Unidad | Tarifa / unidad | Rendimiento | Valor Parcial | | |
| Herramienta menor | Gl | \$ 9.200,00 | 3,00 | \$ 3.066,67 | | |
| Transporte | u | \$ 3.200,00 | 1,50 | \$ 2.133,33 | | |
| | | | | | Sub-Total | \$ 5.201 |

| II. MATERIALES | | | | | | |
|---|--------|----------|-----------------|---------------|------------|------------|
| Descripción | Unidad | Cantidad | Precio unitario | Valor Parcial | | |
| Amarre plastico para cable trenzado 95 mm x 2.6 mm | U | 2,00 | \$ 250 | \$ 500 | | |
| Soporte para luminaria horizontal vias secundarias | U | 1,00 | \$ 46.208 | \$ 46.208 | | |
| Caia trifasica tipo intemperie para acometida de B.T | U | 1,00 | \$ 245.000 | \$ 245.000 | | |
| Fotocontrol 1000 W/1800 VA 205/ 285 V tipo N.C | U | 1,00 | \$ 6.000 | \$ 6.000 | | |
| Grapa de suspencion angular | U | 1,00 | \$ 9.600 | \$ 9.600 | | |
| Templete | U | 4,00 | \$ 57.000 | \$ 228.000 | | |
| Tensor de acometidas | U | 1,00 | \$ 3.500 | \$ 3.500 | | |
| Hebillas de acero inoxidable 5/8" | U | 3,00 | \$ 800 | \$ 2.400 | | |
| Metros de cinta de acero inoxidable 5/8" x 0.03" | m | 3,00 | \$ 2.000 | \$ 6.000 | | |
| Luminaria de sodio 70 W para vias secundarias | U | 1,00 | \$ 141.000 | \$ 141.000 | | |
| Perno de ojo abierto tipo 2 (5/8" x 254 mm) | U | 1,00 | \$ 2.500 | \$ 2.500 | | |
| Metros de cable de cobre aislado con neutro concéntrico 600V 2x14 AWG | m | 3,00 | \$ 571 | \$ 1.713 | | |
| Metros de Cable de cobre trenzado para derivaciones 3x2+1x4 AWG | m | 2,00 | \$ 5.500 | \$ 11.000 | | |
| Percha porta aislador de un puesto | U | 2,00 | \$ 7.000 | \$ 14.000 | | |
| Conector de tornillo con chaqueta aislante tipo 2 | U | 4,00 | \$ 5.100 | \$ 20.400 | | |
| Tornillo soporte para brazo de luminaria 1/2" | U | 2,00 | \$ 350 | \$ 700 | | |
| | | | | Valor parcial | \$ 738.021 | |
| | | | | Desp. = 0% | \$ - | |
| | | | | | Sub-Total | \$ 738.021 |

| | | | | | | |
|--------------------------|--------------|--------------|--------------|-------------|-----------------------|------------|
| III. MANO DE OBRA | | | | | | |
| Trabajador | Jornal | Prestaciones | Jornal total | Rendimiento | Valor Parcial | |
| | | 75% | | | | |
| Avudante | \$ 13.600,00 | 75% | \$ 23.800,00 | 1,00 | \$ 23.800 | |
| Oficial | \$ 25.000,00 | 75% | \$ 43.750,00 | 1,00 | \$ 43.750 | |
| | | | | | Sub-Total | \$ 67.550 |
| | | | | | TOTAL COSTO DIRECTO : | \$ 810.772 |

| DISEÑO ELECTRICO - SAN PEDRO CLAVER | | | | | |
|---|--------------|--------------------|-----------------|-------------------------------|---------------------|
| ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS | | | | | |
| Actividad : (LA 327).Circuito secundario en retención | | Fecha : 20/02/2012 | | | |
| Unidad : Un | | | | | |
| I. HERRAMIENTA Y EQUIPO | | | | | |
| Descripción | Unidad | Tarifa / unidad | Rendimiento | Valor Parcial | |
| Herramienta menor | Gl | \$ 9.200,00 | 3,00 | \$ 3.066,67 | |
| Transporte | u | \$ 3.200,00 | 1,50 | \$ 2.133,33 | |
| | | | | Sub-Total \$ 5.201 | |
| II. MATERIALES | | | | | |
| Descripción | Unidad | Cantidad | Precio unitario | Valor Parcial | |
| Amarre plastico para cable trenzado 95 mm x 2.6 mm | U | 2,00 | \$ 250 | \$ 500 | |
| Sonote para luminaria horizontal vias secundarias | U | 1,00 | \$ 46.208 | \$ 46.208 | |
| Caja trifasica tipo intemperie para acometida de B.T | U | 1,00 | \$ 245.000 | \$ 245.000 | |
| Fotocontrol 1000 W/1800 VA 205/ 285 V tipo N.C | U | 1,00 | \$ 6.000 | \$ 6.000 | |
| Grapa de retencion aislada para red trenzada de B.T | U | 4,00 | \$ 24.000 | \$ 96.000 | |
| Tensor de acometidas | U | 3,00 | \$ 3.500 | \$ 10.500 | |
| Tuerca de rio alarado 5/8" | U | 3,00 | \$ 5.800 | \$ 17.400 | |
| Hebilla de acero inoxidable 5/8" | U | 1,00 | \$ 800 | \$ 800 | |
| Metros de cinta de acero inoxidable 5/8" x 0.03" | m | 1,00 | \$ 2.000 | \$ 2.000 | |
| Perno de rio abierto tipo 2 (5/8" x 254 mm) | U | 3,00 | \$ 2.500 | \$ 7.500 | |
| Metros de cable de cobre aislado con neutro concentrico 600V 2x14 AWG | m | 2,00 | \$ 571 | \$ 1.142 | |
| Metros de Cable de cobre trenzado para derivaciones 3x2+1x4 AWG | m | 1,00 | \$ 5.500 | \$ 5.500 | |
| Percha porta aislador de un puesto | U | 4,00 | \$ 7.000 | \$ 28.000 | |
| Conector de tornillo con chaqueta aislante tipo 2 | U | 8,00 | \$ 5.100 | \$ 40.800 | |
| Conector de tornillo con chaqueta aislante tipo 1 | U | 2,00 | \$ 3.500 | \$ 7.000 | |
| Tornillo soporte para brazo de luminaria 1/2" | U | 6,00 | \$ 350 | \$ 2.100 | |
| Tapón sellador de cable 4/0 AWG (1) | U | 2,00 | \$ 33.000 | \$ 66.000 | |
| Metros de tubo galvanizado de 3" | m | 6,00 | \$ 172.000 | \$ 1.032.000 | |
| Boquilla galvanizada de 3" | U | 2,00 | \$ 6.700 | \$ 13.400 | |
| Capacete galvanizado de 3" | U | 2,00 | \$ 18.400 | \$ 36.800 | |
| Codo galvanizado 3"x 90° | U | 2,00 | \$ 17.864 | \$ 35.728 | |
| Uniones galvanizada de 3" | U | 2,00 | \$ 1.500 | \$ 3.000 | |
| | | | | Valor parcial | \$ 1.702.878 |
| | | | | Desp. = 0% | \$ - |
| | | | | Sub-Total \$ 1.702.878 | |
| III. MANO DE OBRA | | | | | |
| Trabajador | Jornal | Prestaciones | Jornal total | Rendimiento | Valor Parcial |
| Topógrafo | | | | | |
| Ayudante | \$ 13.600,00 | 75% | \$ 23.800,00 | 1,00 | \$ 23.800 |
| Oficial | \$ 25.000,00 | 75% | \$ 43.750,00 | 1,00 | \$ 43.750 |
| Técnico Constructor | | | | | |
| Técnico Especializado | | | | | |
| | | | | Sub-Total \$ 67.550 | |
| TOTAL COSTO DIRECTO : | | | | | \$ 1.775.629 |

| Actividad : (LA 328).Montaje de carga de barrajes adicional para conexión de acometidas | | | | | |
|---|--------------|-----------------|-----------------|-----------------------------|-------------------|
| Unidad : Un | | | | | |
| I. HERRAMIENTA Y EQUIPO | | | | | |
| Descripción | Unidad | Tarifa / unidad | Rendimiento | Valor Parcial | |
| Herramienta menor | Gl | \$ 9.200,00 | 3,00 | \$ 3.066,67 | |
| Transporte | u | \$ 3.200,00 | 1,50 | \$ 2.133,33 | |
| | | | | Sub-Total \$ 5.200 | |
| II. MATERIALES | | | | | |
| Descripción | Unidad | Cantidad | Precio unitario | Valor Parcial | |
| Amarre plastico para cable trenzado 95 mm x 2.6 mm | U | 2,00 | \$ 250 | \$ 500 | |
| Caja trifasica tipo intemperie para acometida de B.T | U | 1,00 | \$ 245.000 | \$ 245.000 | |
| Tensor de acometidas | U | 4,00 | \$ 3.500 | \$ 14.000 | |
| Hebilla de acero inoxidable 5/8" | U | 2,00 | \$ 800 | \$ 1.600 | |
| Metros de cinta de acero inoxidable 5/8" x 0.03" | m | 2,00 | \$ 2.000 | \$ 4.000 | |
| Metros de Cable de cobre trenzado para derivaciones 3x2+1x4 AWG | m | 2,00 | \$ 5.500 | \$ 11.000 | |
| Percha porta aislador de un puesto | U | 2,00 | \$ 7.000 | \$ 14.000 | |
| Conector de tornillo con chaqueta aislante tipo 2 | U | 4,00 | \$ 5.100 | \$ 20.400 | |
| | | | | Valor parcial | \$ 310.500 |
| | | | | Desp. = 5% | \$ 15.525,00 |
| | | | | Sub-Total \$ 326.025 | |
| III. MANO DE OBRA | | | | | |
| Trabajador | Jornal | Prestaciones | Jornal total | Rendimiento | Valor Parcial |
| Topógrafo | | | | | |
| Ayudante | \$ 13.600,00 | 75% | \$ 23.800,00 | 1,00 | \$ 23.800 |
| Oficial | \$ 25.000,00 | 75% | \$ 43.750,00 | 1,00 | \$ 43.750 |
| Técnico Constructor | | | | | |
| Técnico Especializado | | | | | |
| | | | | Sub-Total \$ 67.550 | |
| TOTAL COSTO DIRECTO : | | | | | \$ 398.775 |

| DISEÑO ELECTRICO - SAN PEDRO CLAVER | | | | | |
|---|--------------|-----------------|--------------------|-----------------------------|---|
| ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS | | | Fecha : 20/02/2012 | | |
| Actividad : (LA 329).Circuito secundario sencillo con A.P | | | | | |
| Unidad : Un | | | | | |
| I. HERRAMIENTA Y EQUIPO | | | | | |
| Descripción | Unidad | Tarifa / unidad | Rendimiento | Valor Parcial | |
| Herramienta menor | Gl | \$ 9.200,00 | 3,00 | \$ 3.066,67 | |
| Transporte | u | \$ 3.200,00 | 1,50 | \$ 2.133,33 | |
| | | | | Sub-Total \$ 5.201 | |
| II. MATERIALES | | | | | |
| Descripción | Unidad | Cantidad | Precio unitario | Valor Parcial | |
| Amarre plastico para cable trenzado 95 mm x 2,6 mm | U | 2,00 | \$ 250 | \$ 500 | |
| Caja trifasica tipo intemperie para acometida de B.T | U | 1,00 | \$ 245.000 | \$ 245.000 | |
| Tensor de acometidas | U | 4,00 | \$ 3.500 | \$ 14.000 | |
| Habilidad de acero inoxidable 5/8" | U | 2,00 | \$ 800 | \$ 1.600 | |
| Metros de cinta de acero inoxidable 5/8" x 0,03" | m | 2,00 | \$ 2.000 | \$ 4.000 | |
| Metros de Cable de cobre trenzado para derivaciones 3x2+1x4 AWG | m | 2,00 | \$ 5.500 | \$ 11.000 | |
| Percha porta aislador de un puesto | U | 2,00 | \$ 7.000 | \$ 14.000 | |
| Conector de tornillo con chaqueta aislante tipo 2 | U | 4,00 | \$ 5.100 | \$ 20.400 | |
| | | | | Valor parcial \$ 310.500 | |
| | | | | Desp. = 1% \$ 3.105,00 | |
| | | | | Sub-Total \$ 313.605 | |
| III. MANO DE OBRA | | | | | |
| Trabajador | Jornal | Prestaciones | Jornal total | Rendimiento | Valor Parcial |
| Topógrafo | | 75% | \$ - | | |
| Avudante | \$ 13.600,00 | 75% | \$ 23.800,00 | 1,00 | \$ 23.800 |
| Oficial | \$ 25.000,00 | 75% | \$ 43.750,00 | 1,00 | \$ 43.750 |
| Técnico Constructor | | 75% | \$ - | | |
| Técnico Especializado | | 75% | \$ - | | |
| | | | | Sub-Total \$ 67.550 | |
| | | | | | TOTAL COSTO DIRECTO : \$ 386.356 |

| DISEÑO ELECTRICO - SAN PEDRO CLAVER | | | | | |
|--|--------------|-----------------|--------------------|-----------------------------|---|
| ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS | | | Fecha : 20/02/2012 | | |
| Actividad : (LA 330). Circuito secundario sencillo y A.P para cualquier configuración de circuito primario | | | | | |
| Unidad : Un | | | | | |
| I. HERRAMIENTA Y EQUIPO | | | | | |
| Descripción | Unidad | Tarifa / unidad | Rendimiento | Valor Parcial | |
| Herramienta menor | Gl | \$ 9.200,00 | 3,00 | \$ 3.066,67 | |
| Transporte | u | \$ 3.200,00 | 1,50 | \$ 2.133,33 | |
| | | | | Sub-Total \$ 5.200 | |
| II. MATERIALES | | | | | |
| Descripción | Unidad | Cantidad | Precio unitario | Valor Parcial | |
| Amarre plastico para cable trenzado 95 mm x 2,6 mm | U | 2,00 | \$ 250 | \$ 500 | |
| Soporte para luminaria horizontal vias secundarias | U | 1,00 | \$ 46.208 | \$ 46.208 | |
| Caja trifasica tipo intemperie para acometida de B.T | U | 1,00 | \$ 245.000 | \$ 245.000 | |
| Fotocontrol 1000 W/1800 VA 205/ 285 V tipo N.C | U | 1,00 | \$ 6.000 | \$ 6.000 | |
| Grapa de suspenccion aislada para cables trenzado de B.T | U | 1,00 | \$ 7.000 | \$ 7.000 | |
| Tensor de acometidas | U | 4,00 | \$ 3.500 | \$ 14.000 | |
| Habilidad de acero inoxidable 5/8" | U | 3,00 | \$ 800 | \$ 2.400 | |
| Metros de cinta de acero inoxidable 5/8" x 0,03" | m | 3,00 | \$ 2.000 | \$ 6.000 | |
| Perno de rio abierto tipo 12 | U | 1,00 | \$ 3.900 | \$ 3.900 | |
| Metros de cable de cobre aislado con neutro concentrico 600V 2x14 AWG | m | 3,00 | \$ 571 | \$ 1.713 | |
| Metros de Cable de cobre trenzado para derivaciones 3x2+1x4 AWG | m | 2,00 | \$ 5.500 | \$ 11.000 | |
| Percha porta aislador de un puesto | U | 2,00 | \$ 7.000 | \$ 14.000 | |
| Conector de tornillo con chaqueta aislante tipo 2 | U | 4,00 | \$ 5.100 | \$ 20.400 | |
| Tornillo soporte para brazo de luminaria 1/2" | U | 2,00 | \$ 350 | \$ 700 | |
| | | | | Valor parcial \$ 378.821 | |
| | | | | Desp. = 5% \$ 18.941,05 | |
| | | | | Sub-Total \$ 397.762 | |
| III. MANO DE OBRA | | | | | |
| Trabajador | Jornal | Prestaciones | Jornal total | Rendimiento | Valor Parcial |
| Topógrafo | | 75% | \$ - | | |
| Avudante | \$ 13.600,00 | 75% | \$ 23.800,00 | 1,00 | \$ 23.800 |
| Oficial | \$ 25.000,00 | 75% | \$ 43.750,00 | 1,00 | \$ 43.750 |
| Técnico Constructor | | 75% | \$ - | | |
| Técnico Especializado | | 75% | \$ - | | |
| | | | | Sub-Total \$ 67.550 | |
| | | | | | TOTAL COSTO DIRECTO : \$ 470.512 |

| | |
|--|---------------------------|
| DISEÑO ELECTRICO - SAN PEDRO CLAVER | |
| ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS | <i>Fecha : 20/02/2012</i> |

B. ACOMETIDA AEREA DE BAJA TENSION DESDE RED TRENZADA

| | | | | | |
|---|--------------|-----------------|-----------------|------------------|-------------------|
| Actividad : (363). Acometida 2x8 AWG Cu | | | | | |
| Unidad : Un | | | | | |
| I. HERRAMIENTA Y EQUIPO | | | | | |
| Descripción | Unidad | Tarifa / unidad | Rendimiento | Valor Parcial | |
| Herramienta menor | Gl | \$ 12.000,00 | 2,50 | \$ 4.800,00 | |
| Transporte | u | \$ 3.200,00 | 1,50 | \$ 2.133,33 | |
| | | | | Sub-Total | \$ 6.934 |
| II. MATERIALES | | | | | |
| Descripción | Unidad | Cantidad | Precio unitario | Valor Parcial | |
| Amarre plastico para cable trenzado 95 mm x 2,6 mm | U | 2,00 | \$ 250 | \$ 500 | |
| Conector para varilla a tierra de 5/8" | U | 1,00 | \$ 18.900 | \$ 18.900 | |
| Tensor de acometidas | U | 2,00 | \$ 3.500 | \$ 7.000 | |
| Interruptor automatico de 1 x 40 A | U | 1,00 | \$ 45.200 | \$ 45.200 | |
| Perno de expansion 3/8" | U | 1,00 | \$ 3.600 | \$ 3.600 | |
| Metros de alambre de cobre N° 8 AWG | m | 2,00 | \$ 2.107 | \$ 4.214 | |
| Metros de cable de cobre aislado con neutro concetrico 600V 2x8 AWG | m | 10,00 | \$ 16.659 | \$ 166.590 | |
| Metro de tubería PVC conduit tipo liviano de 1/2" | m | 2,00 | \$ 6.500 | \$ 13.000 | |
| Anchuro de 3/4 x 1000 mm | U | 1,00 | \$ 9.700 | \$ 9.700 | |
| Varilla de puesta a tierra de 5/8 " (2,44 m) | U | 1,00 | \$ 38.850 | \$ 38.850 | |
| metros de tubo galvanizado 1" | m | 2,00 | \$ 7.000 | \$ 14.000 | |
| Boquilla galvanizada de 1" | U | 1,00 | \$ 1.200 | \$ 1.200 | |
| Boquilla en PVC de 1/2" | U | 1,00 | \$ 1.850 | \$ 1.850 | |
| Capacete galvanizado 1" | U | 1,00 | \$ 9.250 | \$ 9.250 | |
| | | | | Valor parcial | \$ 333.854 |
| | | | | Desp. = 5% | \$ 16.692,70 |
| | | | | Sub-Total | \$ 350.547 |
| III. MANO DE OBRA | | | | | |
| Trabajador | Jornal | Prestaciones | Jornal total | Rendimiento | Valor Parcial |
| Topógrafo | | | | | |
| Avudante | \$ 13.600,00 | 75% | \$ 23.800,00 | 12,00 | \$ 1.983,33 |
| Oficial | \$ 25.000,00 | 75% | \$ 43.750,00 | 12,00 | \$ 3.645,83 |
| Técnico Constructor | | | | | |
| Técnico Especializado | | | | | |
| | | | | Sub-Total | \$ 5.629 |
| TOTAL COSTO DIRECTO : | | | | | \$ 363.110 |

| | | | | | |
|--|--------------|-----------------|-----------------|------------------|-------------------|
| Actividad : (363). Acometida 2x6 AWG Cu | | | | | |
| Unidad : Un | | | | | |
| I. HERRAMIENTA Y EQUIPO | | | | | |
| Descripción | Unidad | Tarifa / unidad | Rendimiento | Valor Parcial | |
| Herramienta menor | Gl | \$ 12.000,00 | 2,50 | \$ 4.800,00 | |
| Transporte | u | \$ 3.200,00 | 1,50 | \$ 2.133,33 | |
| | | | | Sub-Total | \$ 6.934 |
| II. MATERIALES | | | | | |
| Descripción | Unidad | Cantidad | Precio unitario | Valor Parcial | |
| Amarre plastico para cable trenzado 95 mm x 2,6 mm | U | 2,00 | \$ 250 | \$ 500 | |
| Conector para varilla a tierra de 5/8" | U | 1,00 | \$ 18.900 | \$ 18.900 | |
| Tensor de acometidas | U | 2,00 | \$ 3.500 | \$ 7.000 | |
| Interruptor automatico de 1 x 40 A | U | 1,00 | \$ 45.200 | \$ 45.200 | |
| Perno de expansion 3/8" | U | 1,00 | \$ 3.600 | \$ 3.600 | |
| Metros de alambre de cobre N° 8 AWG | m | 2,00 | \$ 2.107 | \$ 4.214 | |
| Metros de cable de cobre aislado con neutro concetrico 600V 2x6AWG | m | 1,00 | \$ 22.573 | \$ 22.573 | |
| Metro de tubería PVC conduit tipo liviano de 1/2" | m | 2,00 | \$ 6.500 | \$ 13.000 | |
| Anchuro de 3/4 x 1000 mm | U | 1,00 | \$ 9.700 | \$ 9.700 | |
| Varilla de puesta a tierra de 5/8 " (2,44 m) | U | 1,00 | \$ 38.850 | \$ 38.850 | |
| metros de tubo galvanizado 1" | m | 2,00 | \$ 7.000 | \$ 14.000 | |
| Boquilla galvanizada de 1" | U | 1,00 | \$ 1.200 | \$ 1.200 | |
| Boquilla en PVC de 1/2" | U | 1,00 | \$ 1.850 | \$ 1.850 | |
| Capacete galvanizado 1" | U | 1,00 | \$ 9.250 | \$ 9.250 | |
| | | | | Valor parcial | \$ 189.837 |
| | | | | Desp. = 5% | \$ 9.491,85 |
| | | | | Sub-Total | \$ 199.329 |
| III. MANO DE OBRA | | | | | |
| Trabajador | Jornal | Prestaciones | Jornal total | Rendimiento | Valor Parcial |
| Topógrafo | | | | | |
| Avudante | \$ 13.600,00 | 75% | \$ 23.800,00 | 12,00 | \$ 1.983,33 |
| Oficial | \$ 25.000,00 | 75% | \$ 43.750,00 | 12,00 | \$ 3.645,83 |
| Técnico Constructor | | | | | |
| Técnico Especializado | | | | | |
| | | | | Sub-Total | \$ 5.629 |
| TOTAL COSTO DIRECTO : | | | | | \$ 211.892 |

| | |
|--|--------------------|
| DISEÑO ELECTRICO - SAN PEDRO CLAVER | |
| ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS | Fecha : 20/02/2012 |

D. SISTEMA DE PUESTA A TIERRA

| | | | | | |
|--|--------------|--------------|-----------------|-----------------|---|
| <i>Actividad :</i> (403).Conexión de neutro de la red trenzada de B.T instalación al interior del poste | | | | | |
| <i>Unidad :</i> U | | | | | |
| I. HERRAMIENTA Y EQUIPO | | | | | |
| Descripción | | Unidad | Tarifa / unidad | Rendimiento | Valor Parcial |
| Herramienta menor | | Gl | \$ 9.200,00 | 20,00 | \$ 460,00 |
| Transporte | | u | \$ 3.200,00 | 20,00 | \$ 160,00 |
| | | | | | Sub-Total \$ 620 |
| II. MATERIALES | | | | | |
| Descripción | | Unidad | Cantidad | Precio unitario | Valor Parcial |
| Varilla de puesta a tierra de 5/8" (2,44 m) | | U | 1,00 | \$ 38.850 | \$ 38.850 |
| Conector para varilla a tierra de 5/8" | | U | 1,00 | \$ 18.900 | \$ 18.900 |
| Metros de alambre de cobre N° 4 AWG | | m | 6,00 | \$ 7.350 | \$ 44.100 |
| Conector de tornillo con chaqueta aislante, tipo 4 | | U | 1,00 | \$ 9.100 | \$ 9.100 |
| | | | | | Valor parcial \$ 110.950 |
| | | | | | Desp. = 5% \$ 5.547,50 |
| | | | | | Sub-Total \$ 116.498 |
| III. MANO DE OBRA | | | | | |
| Trabajador | Jornal | Prestaciones | Jornal total | Rendimiento | Valor Parcial |
| Ayudante | \$ 25.000,00 | 75% | \$ 43.750,00 | 4,000 | \$ 10.938 |
| Oficial | \$ 35.000,00 | 75% | \$ 61.250,00 | 4,00 | \$ 15.313 |
| | | | | | Sub-Total \$ 26.250 |
| | | | | | TOTAL COSTO DIRECTO : \$ 143.368 |

| | | | | | |
|--|--------------|--------------|-----------------|-----------------|---|
| <i>Actividad :</i> (406).Conexión de neutro de la red trenzada de B.T instalación al exterior del poste | | | | | |
| <i>Unidad :</i> Un | | | | | |
| I. HERRAMIENTA Y EQUIPO | | | | | |
| Descripción | | Unidad | Tarifa / unidad | Rendimiento | Valor Parcial |
| Herramienta menor | | Gl | \$ 9.200,00 | 8,00 | \$ 1.150,00 |
| Transporte | | u | \$ 3.200,00 | 8,00 | \$ 400,00 |
| | | | | | Sub-Total \$ 1.550 |
| II. MATERIALES | | | | | |
| Descripción | | Unidad | Cantidad | Precio unitario | Valor Parcial |
| Varilla de puesta a tierra de 5/8" (2,44 m) | | U | 1,00 | \$ 38.850 | \$ 38.850 |
| Conector para varilla a tierra de 5/8" | | U | 1,00 | \$ 18.900 | \$ 18.900 |
| Hebillas de acero inoxidable 5/8" | | U | 2,00 | \$ 800 | \$ 1.600 |
| Metros de cinta de acero inoxidable 5/8" x 0,03" | | m | 2,00 | \$ 2.000 | \$ 4.000 |
| Metros de alambre de cobre N° 4 AWG | | m | 10,00 | \$ 7.350 | \$ 73.500 |
| Conector de tornillo con chaqueta aislante, tipo 4 | | U | 1,00 | \$ 9.100 | \$ 9.100 |
| Tubo galvanizado 1/2" | | m | 1,00 | \$ 18.700 | \$ 18.700 |
| | | | | | Valor parcial \$ 164.650 |
| | | | | | Desp. = 5% \$ 8.232,50 |
| | | | | | Sub-Total \$ 172.883 |
| III. MANO DE OBRA | | | | | |
| Trabajador | Jornal | Prestaciones | Jornal total | Rendimiento | Valor Parcial |
| Ayudante | \$ 25.000,00 | 75% | \$ 43.750,00 | 4,000 | \$ 10.938 |
| Oficial | \$ 35.000,00 | 75% | \$ 61.250,00 | 4,00 | \$ 15.313 |
| | | | | | Sub-Total \$ 26.250 |
| | | | | | TOTAL COSTO DIRECTO : \$ 200.683 |

| | | | | | |
|--|--|--------|-----------------|-------------|---------------------------|
| <i>Actividad :</i> Accesorio transformador trifásico con final de circuito primario y red trenzada de B.T (500) | | | | | |
| <i>Unidad :</i> Un | | | | | |
| I. HERRAMIENTA Y EQUIPO | | | | | |
| Descripción | | Unidad | Tarifa / unidad | Rendimiento | Valor Parcial |
| Herramienta menor | | Gl | \$ 9.200,00 | 8,00 | \$ 1.150,00 |
| Transporte | | u | \$ 3.200,00 | 8,00 | \$ 400,00 |
| | | | | | Sub-Total \$ 1.550 |

| DISEÑO ELECTRICO - SAN PEDRO CLAVER | | | | | | |
|--|--------------|-----------------|-----------------|--------------------|------------------------------|---------------------|
| ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS | | | | Fecha : 20/02/2012 | | |
| II. MATERIALES | | | | | | |
| Descripción | Unidad | Cantidad | Precio unitario | Valor Parcial | | |
| Aislador de suspensión polimérico DS- 15kV | U | 3,00 | \$ 32,400 | \$ 97,200 | | |
| Amarre plástico para cable trenzado 95 mm x 2,6 mm | U | 3,00 | \$ 250 | \$ 750 | | |
| Soporte para luminaria horizontal Ø 3/4" x 1,5 m en vías secundarias | U | 1,00 | \$ 56,700 | \$ 56,700 | | |
| Caja de borneras para derivación de acometidas | U | 1,00 | \$ 166,800 | \$ 166,800 | | |
| Cruceta de madera de 2,5 m | U | 3,00 | \$ 103,350 | \$ 310,050 | | |
| Diagonal metálica en varilla tipo 1 | U | 6,00 | \$ 10,600 | \$ 63,600 | | |
| Fotocontrol 1000 W/1800 VA 205/ 305 V tipo N.C | U | 1,00 | \$ 8,000 | \$ 8,000 | | |
| Grapa terminal tipo recto para cables entre 6 AWG -3/0 AWG | U | 3,00 | \$ 17,800 | \$ 53,400 | | |
| Grapa de retención aislada para red trenzada de B.T | U | 6,00 | \$ 24,000 | \$ 144,000 | | |
| Grapa para operar en caliente | U | 3,00 | \$ 9,660 | \$ 28,980 | | |
| Tensor de acometidas | U | 4,00 | \$ 3,500 | \$ 14,000 | | |
| Herraje para soporte de seccionador de B.T de 160 A | U | 2,00 | \$ 12,300 | \$ 24,600 | | |
| Hebilla de acero inoxidable 5/8" | U | 3,00 | \$ 800 | \$ 2,400 | | |
| Metros de cinta de acero inoxidable 5/8" x 0,03" | m | 1,00 | \$ 2,000 | \$ 2,000 | | |
| Templete | U | 1,00 | \$ 57,000 | \$ 57,000 | | |
| Tuerca de ojo alarado 5/8" | U | 1,00 | \$ 5,800 | \$ 5,800 | | |
| Perno de ojo abierto tipo 2 (5/8" x 254 mm) | U | 3,00 | \$ 2,500 | \$ 7,500 | | |
| Perno de ojo abierto tipo 5 (5/8" x 545 mm) | U | 1,00 | \$ 3,400 | \$ 3,400 | | |
| Metros de cable de cobre calibre 2/0 AWG aislado a 600 V | m | 6,00 | \$ 9,500 | \$ 57,000 | | |
| Metros de cable de cobre calibre 4/0 AWG aislado a 600 V | m | 18,00 | \$ 30,400 | \$ 547,200 | | |
| Metros de alambre de cobre N° 4 AWG | m | 12,00 | \$ 7,350 | \$ 88,200 | | |
| DPS- Descargador de sobretension e óxido metálico 12 kV 10kA | U | 3,00 | \$ 60,000 | \$ 180,000 | | |
| Parcha porta aislador de un puesto | U | 2,00 | \$ 7,000 | \$ 14,000 | | |
| Seccionador porta fusible para B.T 160 A | U | 6,00 | \$ 168,650 | \$ 1,011,900 | | |
| Conector terminal de cmrosión tipo pala | U | 8,00 | \$ 15,800 | \$ 126,400 | | |
| Conector de cmrosion de ranuras paralelas tipo 3 | U | 2,00 | \$ 15,789 | \$ 31,578 | | |
| Conector tipo tornillo para puesta a tierra | U | 2,00 | \$ 21,700 | \$ 43,400 | | |
| Conector cuña con estribo 4/0 - 2 AWG | U | 3,00 | \$ 9,600 | \$ 28,800 | | |
| Conector de tornillo con chaqueta aislante tipo 2 | U | 4,00 | \$ 5,100 | \$ 20,400 | | |
| | | | | Valor parcial | \$ 3,195,058 | |
| | | | | Desp. = 5% | \$ 159,753 | |
| | | | | Sub-Total | \$ 3.354.811 | |
| III. MANO DE OBRA | | | | | | |
| Trabajador | Jornal | Prestaciones | Jornal total | Rendimiento | Valor Parcial | |
| Topógrafo | | | | | | |
| Avudante | \$ 13.600,00 | 75% | \$ 23.800,00 | 2,00 | \$ 11.900 | |
| Oficial | \$ 25.000,00 | 75% | \$ 43.750,00 | 2,00 | \$ 21.875 | |
| Técnico Constructor | | | | | | |
| Técnico Especializado | | | | | | |
| | | | | Sub-Total | \$ 33.775 | |
| | | | | | TOTAL COSTO DIRECTO : | \$ 3.390.136 |
| Actividad : Poste de Concreto 12 m. 750 kg | | | | | | |
| Unidad : Un | | | | | | |
| I. HERRAMIENTA Y EQUIPO | | | | | | |
| Descripción | Unidad | Tarifa / unidad | Rendimiento | Valor Parcial | | |
| Herramienta menor | Gl | \$ 9,200,00 | 1,50 | \$ 6,133,33 | | |
| Transporte | u | \$ 3,200,00 | 1,50 | \$ 2,133,33 | | |
| | | | | Sub-Total | \$ 8.267 | |
| II. MATERIALES | | | | | | |
| Descripción | Unidad | Cantidad | Precio unitario | Valor Parcial | | |
| Poste de concreto 12 m 750 Kg | U | 1,00 | \$ 846,800 | \$ 846,800 | | |
| | | | | Valor parcial | \$ 846,800 | |
| | | | | Desp. = 5% | \$ 42,340,00 | |
| | | | | Sub-Total | \$ 889.140 | |
| III. MANO DE OBRA | | | | | | |
| Trabajador | Jornal | Prestaciones | Jornal total | Rendimiento | Valor Parcial | |
| Topógrafo | | | | | | |
| Avudante | \$ 18.890,00 | 75% | \$ 33,058 | 2,00 | \$ 16,529 | |
| Oficial | \$ 25.000,00 | 75% | \$ 43,750 | 2,00 | \$ 21,875 | |
| Técnico Constructor | | | | | | |
| Técnico Especializado | | | | | | |
| | | | | Sub-Total | \$ 38.404 | |
| | | | | | TOTAL COSTO DIRECTO : | \$ 935.810 |

| DISEÑO ELECTRICO - SAN PEDRO CLAVER | | | | | |
|--|--------------|---|-----------------|-----------------|---|
| ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS Fecha : 20/02/2012 | | | | | |
| Actividad : | | Transformador de 75 kVA, trifásico, 13.2/22kV | | | |
| Unidad : | | U | | | |
| I. HERRAMIENTA Y EQUIPO | | | | | |
| Descripción | | Unidad | Tarifa / unidad | Rendimiento | Valor Parcial |
| Herramienta menor | | u | \$ 1.200 | 0,10 | \$ 12.000 |
| Transporte | | u | \$ 250.000 | 1,00 | \$ 250.000 |
| | | | | | Sub-Total \$ 262.000 |
| II. MATERIALES | | | | | |
| Descripción | | Unidad | Cantidad | Precio unitario | Valor Parcial |
| Transformador de 75 kVA trifásico 13.2/22kV | | u | 1,00 | 6.200.000 | 6.200.000 |
| | | | | | Valor parcial \$ 6.200.000 |
| | | | | | Desp. = 5% \$ 310.000 |
| | | | | | Sub-Total \$ 6.510.000 |
| III. MANO DE OBRA | | | | | |
| Trabajador | Jornal | Prestaciones | Jornal total | Rendimiento | Valor Parcial |
| Topógrafo | | 75% | \$ 0 | | |
| Avudante | \$ 25.000,00 | 75% | \$ 43.750 | 0,70 | \$ 62.500 |
| Oficial | \$ 36.666,67 | 75% | \$ 64.167 | 0,70 | \$ 91.667 |
| Técnico Constructor | | 75% | \$ 0 | | |
| Técnico Especializado | | 75% | \$ 0 | | |
| | | | | | Sub-Total \$ 154.167 |
| | | | | | TOTAL COSTO DIRECTO : \$ 6.926.167 |
| Actividad : | | Poste de concreto 8 m 510 Kg | | | |
| Unidad : | | Un | | | |
| I. HERRAMIENTA Y EQUIPO | | | | | |
| Descripción | | Unidad | Tarifa / unidad | Rendimiento | Valor Parcial |
| Herramienta menor | | Gl | \$ 9.200,00 | 1,50 | \$ 6.133,33 |
| Transporte | | u | \$ 3.200,00 | 1,50 | \$ 2.133,33 |
| | | | | | Sub-Total \$ 8.267 |
| II. MATERIALES | | | | | |
| Descripción | | Unidad | Cantidad | Precio unitario | Valor Parcial |
| Poste de concreto 8 m 510 Kg | | U | 1,00 | \$ 520.000 | \$ 520.000 |
| | | | | | Valor parcial \$ 520.000 |
| | | | | | Desp. = 5% \$ 26.000,00 |
| | | | | | Sub-Total \$ 546.000 |
| III. MANO DE OBRA | | | | | |
| Trabajador | Jornal | Prestaciones | Jornal total | Rendimiento | Valor Parcial |
| Topógrafo | | 75% | \$ 0 | | |
| Avudante | \$ 18.890,00 | 75% | \$ 33.058 | 2,00 | \$ 16.529 |
| Oficial | \$ 25.000,00 | 75% | \$ 43.750 | 2,00 | \$ 21.875 |
| Técnico Constructor | | | | | |
| Técnico Especializado | | | | | |
| | | | | | Sub-Total \$ 38.404 |
| | | | | | TOTAL COSTO DIRECTO : \$ 592.670 |
| Actividad : | | Poste de concreto 8 m 1050 Kg | | | |
| Unidad : | | Un | | | |
| I. HERRAMIENTA Y EQUIPO | | | | | |
| Descripción | | Unidad | Tarifa / unidad | Rendimiento | Valor Parcial |
| Herramienta menor | | Gl | \$ 9.200,00 | 1,50 | \$ 6.133,33 |
| Transporte | | u | \$ 3.200,00 | 1,50 | \$ 2.133,33 |
| | | | | | Sub-Total \$ 8.267 |
| II. MATERIALES | | | | | |
| Descripción | | Unidad | Cantidad | Precio unitario | Valor Parcial |
| Poste de concreto 8 m 1050 Kg | | U | 1,00 | \$ 830.000 | \$ 830.000 |
| | | | | | Valor parcial \$ 830.000 |
| | | | | | Desp. = 5% \$ 41.500,00 |
| | | | | | Sub-Total \$ 871.500 |
| III. MANO DE OBRA | | | | | |
| Trabajador | Jornal | Prestaciones | Jornal total | Rendimiento | Valor Parcial |
| Topógrafo | | 75% | \$ 0 | | |
| Avudante | \$ 18.890 | 75% | \$ 33.058 | 2,00 | \$ 16.529 |
| Oficial | \$ 25.000 | 75% | \$ 43.750 | 2,00 | \$ 21.875 |
| Técnico Constructor | | | | | |
| Técnico Especializado | | | | | |
| | | | | | Sub-Total \$ 38.404 |
| | | | | | TOTAL COSTO DIRECTO : \$ 918.170 |

| DISEÑO ELECTRICO - SAN PEDRO CLAVER | | | | | |
|--|----|------------------------------|------|--------------|-------------------------------|
| ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS Fecha : 20/02/2012 | | | | | |
| Actividad : | | Poste de concreto 8 m 750 Kg | | | |
| Unidad : | | Un | | | |
| I. HERRAMIENTA Y EQUIPO | | | | | |
| Descripción | | | | | |
| Herramienta menor | Gl | \$ 9.200 | 1,50 | \$ 6.133 | |
| Transporte | u | \$ 3.200 | 1,50 | \$ 2.133 | |
| | | | | | Sub-Total \$ 8.267 |
| II. MATERIALES | | | | | |
| Descripción | | | | | |
| Poste de concreto 8 m 750 Kg | U | | 1,00 | \$ 65.000 | \$ 65.000 |
| | | | | | Valor parcial \$ 65.000,00 |
| | | | | | Desp. = 5% \$ 3.250,00 |
| | | | | | Sub-Total \$ 68.250 |
| III. MANO DE OBRA | | | | | |
| Trabajador | | | | | |
| Topógrafo | | | | | |
| Avudante | \$ | 18.890,00 | 75% | \$ 33.058 | 2,00 \$ 16.529 |
| Oficial | \$ | 25.000,00 | 75% | \$ 43.750 | 2,00 \$ 21.875 |
| Técnico Constructor | | | | | |
| Técnico Especializado | | | | | |
| | | | | | Sub-Total \$ 38.404 |
| TOTAL COSTO DIRECTO : \$ 114.920 | | | | | |
| Actividad : Poste de concreto 12 m 1050 Kg | | | | | |
| Unidad : Un | | | | | |
| I. HERRAMIENTA Y EQUIPO | | | | | |
| Descripción | | | | | |
| Herramienta menor | Gl | \$ 9.200 | 1,50 | \$ 6.133 | |
| Transporte | u | \$ 3.200 | 1,50 | \$ 2.133 | |
| | | | | | Sub-Total \$ 8.267 |
| II. MATERIALES | | | | | |
| Descripción | | | | | |
| Poste de concreto 12 m 1050 Kg | U | | 1,00 | \$ 1.078.800 | \$ 1.078.800 |
| | | | | | Valor parcial \$ 1.078.800 |
| | | | | | Desp. = 5% \$ 53.940,00 |
| | | | | | Sub-Total \$ 1.132.740 |
| III. MANO DE OBRA | | | | | |
| Trabajador | | | | | |
| Topógrafo | | | | | |
| Avudante | \$ | 18.890 | 75% | \$ 33.058 | 2,00 \$ 16.529 |
| Oficial | \$ | 25.000 | 75% | \$ 43.750 | 2,00 \$ 21.875 |
| Técnico Constructor | | | | | |
| Técnico Especializado | | | | | |
| | | | | | Sub-Total \$ 38.404 |
| TOTAL COSTO DIRECTO : \$ 1.179.410 | | | | | |
| Actividad : Red Aérea de M.T. en 3 # 4 ACSR | | | | | |
| Unidad : m | | Item: | | \$ 1,01 | |
| I. HERRAMIENTA Y EQUIPO | | | | | |
| Descripción | | | | | |
| Herramienta menor | u | \$ 1.200,00 | 5,00 | \$ 240 | |
| Transporte | u | \$ 280,00 | 5,00 | \$ 56 | |
| | | | | | Sub-Total \$ 296 |
| II. MATERIALES | | | | | |
| Descripción | | | | | |
| Cable Al ACSR # 4 | m | | 3,00 | \$ 3.000 | \$ 9.000 |
| | | | | | Valor parcial \$ 9.000,00 |
| | | | | | Desp. = 5% \$ 450,00 |
| | | | | | Sub-Total \$ 9.450 |
| III. MANO DE OBRA | | | | | |
| Trabajador | | | | | |
| Topógrafo | | | | | |
| Avudante | \$ | 25.000,00 | 75% | \$ 43.750 | 200,00 \$ 218,75 |
| Oficial | \$ | 35.000,00 | 75% | \$ 61.250 | 200,00 \$ 306,25 |
| Técnico Constructor | | | | | |
| Técnico Especializado | | | | | |
| | | | | | Sub-Total \$ 525 |

| DISEÑO ELECTRICO - SAN PEDRO CLAVER | | | | | | |
|--|--------------|-----------------|-----------------|------------------------------|------------------|--|
| ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS Fecha : 20/02/2012 | | | | | | |
| Actividad : Cable trenzado Cuadriples3x2/0+2/0 AWG ACSR XLPE | | Item: \$ 1,01 | | | | |
| Unidad : m | | | | | | |
| I. HERRAMIENTA Y EQUIPO | | | | | | |
| Descripción | Unidad | Tarifa / unidad | Rendimiento | Valor Parcial | | |
| Herramienta menor | u | \$ 1.200,00 | 5,00 | \$ 240,00 | | |
| Transporte | u | \$ 280,00 | 5,00 | \$ 56,00 | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | Sub-Total | \$ 296 | |
| II. MATERIALES | | | | | | |
| Descripción | Unidad | Cantidad | Precio unitario | Valor Parcial | | |
| Cable trenzado cuadriples 3x2/0+2/0 AWG ACSR XLPE | m | 1,00 | \$ 30.500,0 | \$ 30.500,0 | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | Valor parcial | \$ 30.500,00 | |
| | | | | Desp. = 5% | \$ 1.525,00 | |
| | | | | Sub-Total | \$ 32.025 | |
| III. MANO DE OBRA | | | | | | |
| Trabajador | Jornal | Prestaciones | Jornal total | Rendimiento | Valor Parcial | |
| Topógrafo | | | | | | |
| Avudante | \$ 25.000,00 | 75% | \$ 43.750 | 20,000 | \$ 2.188 | |
| Oficial | \$ 35.000,00 | 75% | \$ 61.250 | 20,00 | \$ 3.063 | |
| Técnico Constructor | | | | | | |
| Técnico Especializado | | | | | | |
| | | | | Sub-Total | \$ 5.250 | |
| | | | | TOTAL COSTO DIRECTO : | \$ 37.571 | |
| | | | | A.I.U.: | 0% \$ - | |
| | | | | VALOR TOTAL ÍTEM: | \$ 37.571 | |
| Actividad : Cable trenzado Cuádruplex 3x#2+#2 AWG ACSR XLPE | | | | | | |
| Unidad : m | | Item: \$ 1,01 | | | | |
| I. HERRAMIENTA Y EQUIPO | | | | | | |
| Descripción | Unidad | Tarifa / unidad | Rendimiento | Valor Parcial | | |
| Herramienta menor | u | \$ 1.200 | 5,00 | \$ 240 | | |
| Transporte | u | \$ 280 | 5,00 | \$ 56 | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | Sub-Total | \$ 296 | |
| II. MATERIALES | | | | | | |
| Descripción | Unidad | Cantidad | Precio unitario | Valor Parcial | | |
| Cable trenzado cuadriples 3x#2+#2 AWG ACSR XLPE | m | 1,00 | \$ 15.793 | \$ 15.793,00 | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | Valor parcial | \$ 15.793,00 | |
| | | | | Desp. = 5% | \$ 789,65 | |
| | | | | Sub-Total | \$ 16.583 | |
| III. MANO DE OBRA | | | | | | |
| Trabajador | Jornal | Prestaciones | Jornal total | Rendimiento | Valor Parcial | |
| Topógrafo | | | | | | |
| Avudante | \$ 25.000,00 | 75% | \$ 43.750 | 20 | \$ 2.187,50 | |
| Oficial | \$ 35.000,00 | 75% | \$ 61.250 | 20 | \$ 3.062,50 | |
| Técnico Constructor | | | | | | |
| Técnico Especializado | | | | | | |
| | | | | Sub-Total | \$ 5.250 | |
| | | | | TOTAL COSTO DIRECTO : | \$ 22.129 | |
| | | | | A.I.U.: | 0% \$ - | |
| | | | | VALOR TOTAL ÍTEM: | \$ 22.129 | |

| DISEÑO ELECTRICO - SAN PEDRO CLAVER | | | | | |
|--|--------------|-----------------|-----------------|---------------|-------------------|
| ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS Fecha : 20/02/2012 | | | | | |
| Actividad : Cable trenzado Cuádruplex 2x#4+#4 AWG ACSR XLPE | | | | | |
| Unidad : m | | | | | Item: \$ 1,01 |
| I. HERRAMIENTA Y EQUIPO | | | | | |
| Descripción | Unidad | Tarifa / unidad | Rendimiento | Valor Parcial | |
| Herramienta menor | u | \$ 1.200 | 5,00 | \$ 240,00 | |
| Transporte | u | \$ 280 | 5,00 | \$ 56,00 | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| Sub-Total | | | | | \$ 296 |
| II. MATERIALES | | | | | |
| Descripción | Unidad | Cantidad | Precio unitario | Valor Parcial | |
| Cable trenzado cuadruplex 2x#4+#4 AWG ACSR XLPE | m | 1,00 | \$ 10.683 | \$ 10.683 | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | Valor parcial | \$ 10.683,00 |
| | | | | Desp. = 5% | \$ 534,15 |
| Sub-Total | | | | | \$ 11.217 |
| III. MANO DE OBRA | | | | | |
| Trabajador | Jornal | Prestaciones | Jornal total | Rendimiento | Valor Parcial |
| Topógrafo | | | | | |
| Avudante | \$ 25.000,00 | 75% | \$ 43.750 | 20,00 | \$ 2.187,50 |
| Oficial | \$ 35.000,00 | 75% | \$ 61.250 | 20,00 | \$ 3.062,50 |
| Técnico Constructor | | | | | |
| Técnico Especializado | | | | | |
| Sub-Total | | | | | \$ 5.250 |
| TOTAL COSTO DIRECTO : | | | | | \$ 16.763 |
| A.I.U.: | | | | | 0% \$ - |
| VALOR TOTAL ÍTEM: | | | | | \$ 16.763 |
| Actividad : Deshincar poste de concretos de 8 MTS | | | | | |
| Unidad : Un | | | | | Item: \$ 1,01 |
| I. HERRAMIENTA Y EQUIPO | | | | | |
| Descripción | Unidad | Tarifa / unidad | Rendimiento | Valor Parcial | |
| Herramienta menor | u | \$ 150.000 | 8,00 | \$ 18.750 | |
| Grúa y maquinaria | u | \$ 450.000 | 8,00 | \$ 56.250 | |
| Transporte | u | \$ 350.000 | 8,00 | \$ 43.750 | |
| | | | | | |
| Sub-Total | | | | | \$ 118.750 |
| II. MATERIALES | | | | | |
| Descripción | Unidad | Cantidad | Precio unitario | Valor Parcial | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | Valor parcial | \$ - |
| | | | | Desp. = 5% | \$ - |
| Sub-Total | | | | | \$ - |
| III. MANO DE OBRA | | | | | |
| Trabajador | Jornal | Prestaciones | Jornal total | Rendimiento | Valor Parcial |
| Topógrafo | | | | | |
| Avudante | \$ 40.000,00 | 75% | \$ 70.000 | 8,00 | \$ 8.750 |
| Cuadrilla ESSA | \$ 60.000,00 | 75% | \$ 105.000 | 8,00 | \$ 13.125 |
| Técnico Constructor | \$ 43.333,33 | 75% | \$ 75.833 | 8,00 | \$ 9.479 |
| Técnico Especializado | | | | | |
| Sub-Total | | | | | \$ 31.354 |
| TOTAL COSTO DIRECTO : | | | | | \$ 150.104 |
| A.I.U.: | | | | | 0% \$ - |
| VALOR TOTAL ÍTEM: | | | | | \$ 150.104 |
| Actividad : Desmantelamiento de apoyo en B.T para estructura 613 (percha de 4 puestos) y reintegro de materiales | | | | | |
| Unidad : Un | | | | | Item: \$ 1,01 |
| I. HERRAMIENTA Y EQUIPO | | | | | |
| Descripción | Unidad | Tarifa / unidad | Rendimiento | Valor Parcial | |
| Herramienta menor | u | \$ 25.000 | 20,00 | \$ 1.250 | |
| Transporte | u | \$ 50.000 | 20,00 | \$ 2.500 | |
| | | | | | |
| Sub-Total | | | | | \$ 3.750 |

| DISEÑO ELECTRICO - SAN PEDRO CLAVER | | | | | |
|--|-----------|-----------------|-----------------|------------------|---------------------|
| ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS | | | | | |
| | | | | | Fecha : 20/02/2012 |
| II. MATERIALES | | | | | |
| Descripción | Unidad | Cantidad | Precio unitario | Valor Parcial | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | Valor parcial \$ | - |
| | | | | Desp. = 5% \$ | - |
| Sub-Total | | | | | \$ - |
| III. MANO DE OBRA | | | | | |
| Trabajador | Jornal | Prestaciones | Jornal total | Rendimiento | Valor Parcial |
| Topógrafo | | | | | |
| Avudante | \$ 30.000 | 75% | \$ 52.500 | 20,000 | \$ 2.625,00 |
| Cuadrilla ESSA | \$ 33.333 | 75% | \$ 58.333 | 20,00 | \$ 2.916,67 |
| Técnico Constructor | | | | | |
| Técnico Especializado | | | | | |
| Sub-Total | | | | | \$ 5.542 |
| TOTAL COSTO DIRECTO : | | | | | \$ 9.292 |
| A.I.U.: | | | | | 0% \$ - |
| VALOR TOTAL ÍTEM: | | | | | \$ 9.292 |
| Actividad : Desmantelamiento de red trifásica en B.T. y reintegro de materiales | | | | | |
| Unidad : km | | | | | Item: \$ 1,01 |
| I. HERRAMIENTA Y EQUIPO | | | | | |
| Descripción | Unidad | Tarifa / unidad | Rendimiento | Valor Parcial | |
| Herramienta menor | u | \$ 100.000 | 0,40 | \$ 250.000 | |
| Transporte | u | \$ 200.000 | 0,40 | \$ 500.000 | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| Sub-Total | | | | | \$ 750.000 |
| II. MATERIALES | | | | | |
| Descripción | Unidad | Cantidad | Precio unitario | Valor Parcial | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | Valor parcial \$ | - |
| | | | | Desp. = 5% \$ | - |
| Sub-Total | | | | | \$ - |
| III. MANO DE OBRA | | | | | |
| Trabajador | Jornal | Prestaciones | Jornal total | Rendimiento | Valor Parcial |
| Topógrafo | | | | | |
| Avudante | \$ 30.000 | 75% | \$ 52.500,00 | 0,400 | \$ 131,250 |
| Cuadrilla FSSA | \$ 33.333 | 75% | \$ 58.333,33 | 0,40 | \$ 145,833 |
| Técnico Constructor | \$ 40.000 | 75% | \$ 70.000,00 | 0,40 | \$ 175,000 |
| Técnico Especializado | | | | | |
| Sub-Total | | | | | \$ 452.083 |
| TOTAL COSTO DIRECTO : | | | | | \$ 1.202.083 |
| A.I.U.: | | | | | 0% \$ - |
| VALOR TOTAL ÍTEM: | | | | | \$ 1.202.083 |
| Actividad : Desmontaje del transformador de 75 kVA (con protecciones) | | | | | |
| Unidad : u | | | | | Item: \$ 1,01 |
| I. HERRAMIENTA Y EQUIPO | | | | | |
| Descripción | Unidad | Tarifa / unidad | Rendimiento | Valor Parcial | |
| Herramienta menor | u | \$ 150.000 | 5,00 | \$ 30.000 | |
| Transporte | u | \$ 400.000 | 5,00 | \$ 80.000 | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| Sub-Total | | | | | \$ 110.000 |
| II. MATERIALES | | | | | |
| Descripción | Unidad | Cantidad | Precio unitario | Valor Parcial | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | Valor parcial \$ | - |
| | | | | Desp. = 5% \$ | - |
| Sub-Total | | | | | \$ - |

| DISEÑO ELECTRICO - SAN PEDRO CLAVER | | | | | |
|---|-----------|--------------|--------------|-------------|-------------------|
| ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS <i>Fecha : 20/02/2012</i> | | | | | |
| III. MANO DE OBRA | | | | | |
| Trabajador | Jornal | Prestaciones | Jornal total | Rendimiento | Valor Parcial |
| Topógrafo | | | | | |
| Avudante | \$ 43.333 | 75% | \$ 75.833 | 1.000 | \$ 75.833 |
| Cuadrilla FSSA | \$ 40.000 | 75% | \$ 70.000 | 1.00 | \$ 70.000 |
| Técnico Constructor | | | | | |
| Técnico Especializado | | | | | |
| Sub-Total | | | | | \$ 145.833 |
| TOTAL COSTO DIRECTO : | | | | | \$ 255.833 |
| A.I.U.: | | | | | 0% \$ - |
| VALOR TOTAL ÍTEM: | | | | | \$ 255.833 |

Anexo 8. PLANO DE CONSTRUCCION

Se anexa plano de construcción, el cual contiene red de media, baja tensión, diagrama unifilar de los transformadores A y B, dibujo de acometida aérea urbana y las respectivas convenciones.