

UNIVERSIDAD NACIONAL TECNOLÓGICA DE LIMA SUR

FACULTAD DE INGENIERÍA Y GESTIÓN

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA



**“DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN PRIMARIA Y SUBESTACIÓN
AÉREA MONOPOSTE 10/0.22 kV, 50 kVA PARA SATISFACER LA
DEMANDA DEL SECTOR VALLECITO ALTO V ETAPA COMITÉ 44
DEL DISTRITO DE VILLA MARIA DEL TRIUNFO 2019”**

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

Para optar el Título Profesional de

INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA

PRESENTADO POR EL BACHILLER

TORRES SANTAMARIA, EDUARDO ALEXIS

Villa El Salvador

2019

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de suficiencia profesional a Dios, a mi familia y amigos que están conmigo en cada paso que doy y por alentarme en superarme día a día asumiendo nuevos retos.

AGRADECIMIENTO

Le doy gracias a los docentes de la UNTELS por sus enseñanzas y apoyo en mi formación profesional.

A mi familia, por su cariño e incondicional apoyo en cada paso que he dado como profesional.

INDICE

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
INDICE.....	iv
LISTADO DE FIGURAS.....	vii
LISTADO DE TABLAS	viii
INTRODUCCIÓN	9
CAPÍTULO I.....	11
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	11
1.1 DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA	11
1.2 JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA	13
1.2.1 Social:	13
1.2.2 Económica:.....	13
1.2.3 Tecnológica:	13
1.2.4 Ambiental:	13
1.3 DELIMITACIÓN DEL PROYECTO	14
1.3.1 Teórica:	14
1.3.2 Temporal:	14
1.3.3 Espacial:.....	14
1.4 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	15
1.4.1 Problema General	15
1.4.2 Problemas específicos.....	15
1.5 OBJETIVOS	16
1.5.1 Objetivo General.....	16
1.5.2 Objetivos Específicos	16
CAPÍTULO II.....	17
MARCO TEÓRICO	17

2.1	ANTECEDENTES	17
2.2	MARCO TEÓRICO	20
2.2.1	Red de distribución primaria	20
2.2.2	Subestación de distribución	20
2.2.3	Tipos de subestación de distribución	21
2.2.3.1.	Tipo convencional (de superficie o subterránea)	21
2.2.3.2.	Tipo compacta (bóveda o pedestal).....	21
2.2.3.3.	Tipo aérea (monoposte, biposte)	22
2.2.4	Sistema de puesta a tierra (SPAT)	23
2.2.5	Conductor de aleación de aluminio AAAC	24
2.2.6	Seccionador	25
2.2.7	Estructuras de soporte.....	26
2.3	DEFINICIÓN DE TÉRMINOS	27
2.3.1	Armados de media tensión:	27
2.3.2	Código Nacional de Electricidad (CNE):	27
2.3.3	Conductores eléctricos:	27
2.3.4	Diagrama unifilar:	27
2.3.5	Máxima demanda:	27
2.3.6	Poste de concreto:.....	27
2.3.7	Servicio de solicitud tercerizado (SST):	28
2.3.8	Tablero de distribución:	28
2.3.9	Transformador de distribución:	28
CAPÍTULO III		29
DESARROLLO DE LA METODOLOGÍA		29
3.1	DESCRIPCIÓN DEL DISEÑO	29
3.2	DESARROLLO DEL DISEÑO.....	31
3.2.1	Cálculo de la máxima demanda	31

3.2.2	Dimensionamiento del conductor de media tensión	32
3.2.3	Cálculo del sistema de puesta a tierra	37
3.2.4	Selección de estructuras de soporte	39
	CONCLUSIONES	41
	RECOMENDACIONES	42
	BIBLIOGRAFÍA	43
	ANEXOS	45
	ANEXO 1: Cuadro de cargas proyectado	45
	ANEXO 2: Catálogo del conductor aleación de aluminio AAAC	46
	ANEXO 3: Plano diseño MT	47
	ANEXO 4: Plano diseño BT	48
	ANEXO 5: Hoja de equipamiento del tablero	49
	ANEXO 6: Protocolo de pruebas del transformador	50
	ANEXO 7: Estructura vertical de alineamiento AC-21-II	51
	ANEXO 8: Estructura de anclaje vertical a punta de ménsula	53
	ANEXO 9: Costo de la red primaria.....	55
	ANEXO 10: Costo de la red secundaria	57
	ANEXO 11: Esquema unifilar del alimentador VM-02.....	59

LISTADO DE FIGURAS

Figura 1: Ubicación del Sector Vallecito Alto V Etapa Comité 44	14
Figura 2: Red de media tensión	20
Figura 3: Subestación convencional.....	21
Figura 4: Subestación compacta pedestal.....	22
Figura 5: Subestación aérea monoposte.....	22
Figura 6: Diagrama de puesta a tierra vertical.....	23
Figura 7: Conductor de aleación de aluminio	24
Figura 8: Seccionador fusible tipo cut out.....	25
Figura 9: Diagrama unifilar proyectado.....	33
Figura 10: Distancias mínimas de seguridad.....	39
Figura 11: Nueva SAM 21650 proyectada.....	40
Figura 12: Proyección de nuevo enlace a poste 351019582	40

LISTADO DE TABLAS

Tabla 1: Cálculo de la máxima demanda	31
Tabla 2: Parámetros eléctricos y mecánicos de conductores aéreos de M.T. 10 kV	34
Tabla 3: Parámetros eléctricos y mecánicos de conductores aéreos de M.T. 22.9 kV	35
Tabla 4: Operación en 10 kV	35
Tabla 5: Operación en 22.9 kV	35
Tabla 6: Resistividad de suelos típicos	38

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de suficiencia profesional lleva por título **“Diseño de la red primaria y subestación aérea monoposte 10/0.22 kV, 50 kVA para satisfacer la demanda del Sector Vallecito Alto V Etapa Comité 44 en el distrito de Villa María del Triunfo 2019”**, para optar el título de Ingeniero Mecánico y Electricista, presentado por el Bachiller Eduardo Alexis Torres Santamaría.

Nos enfocaremos en el diseño de la red primaria y la SAM debido a que la parte de la población actualmente, es alimentada de la subestación compacta 5634C y la 5636C (ambas de 100 kVA), generando una sobrecarga en dichas subestaciones que puede afectar el servicio eléctrico de otros sectores. Se ampliarán las redes de media tensión y se instalará una SAM de 50 kVA independiente para el sector para cubrir la demanda actual y futura ya que se podrá electrificar la totalidad de las calles y viviendas.

La finalidad es independizar y optimizar la energía eléctrica a cada sector poblacional para así evitar sobrecargas en las subestaciones, así como en las llaves de BT de los servicios particulares. Esto garantizará el desarrollo sostenible del sector, pues la electricidad es una necesidad básica hoy en día, lo que beneficiará con mejor calidad de vida de las familias.

En Capítulo I, está comprendido por el planteamiento del problema, que se basa del por qué se quiere diseñar la red primaria y SAM 10/0.22 kV 50 kVA para así, satisfacer la demanda del Sector Vallecito Alto V Etapa Comité 44.

El Capítulo II, comprende los antecedentes que se tomaron como referencia para el desarrollo del diseño que llevaremos a cabo y también el marco teórico de los elementos básicos y técnicos del presente trabajo.

El capítulo III comprende el diseño de lo propuesto.

Finalmente, se indicarán las conclusiones y recomendaciones del presente trabajo.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA

Actualmente, un cuarto de la población mundial vive sin energía eléctrica. Aunque nos parezca fuera de la realidad, en el mundo hay 1.600 millones de personas que no tiene acceso a la electricidad y 2.400 millones de personas siguen cocinando y calentando sus hogares con fuentes de energía básicas como leña y carbón.

Por ejemplo, en algunos países de África Occidental, en las zonas rurales 6 de cada 100 hogares tienen energía eléctrica. Estas familias se abastecen con pequeños generadores diésel, sin embargo, ya se están utilizando fuentes renovables y el uso de paneles solares.

El uso de la electricidad como servicio energético sostenible es imprescindible para el desarrollo humano y la realización de las diferentes actividades económicas. Escuelas, centros de salud y hogares necesitan de electricidad para el alumbrado, acceso al internet, abastecimiento de agua, refrigeración y calefacción.

En nuestro país, desde mediados del Siglo XX hemos sido testigos de la concentración de la población en las áreas urbanas, esto debido a la inmigración del campo a la ciudad donde los pobladores buscan mejores oportunidades laborales y, sobre todo, una buena calidad de vida para sus familias. Debido a esto es que surgen asentamientos humanos, donde las familias al contar con títulos de propiedad, buscan contar con acceso a la electricidad como recurso básico, recurriendo a la empresa concesionaria (para la zona sur de Lima, Luz del Sur).

Hay que considerar también que mayormente estos asentamientos se encuentran ubicados en lugares muy alejados y en zonas inaccesibles que podrían dificultar la realización de los proyectos de electrificación.

Para el sector de Vallecito Alto, gran parte de la población no cuenta con servicio eléctrico, por ello la concesionaria busca ampliar sus redes de distribución primaria, para que así a partir de la SAM 10/0.22 kV de 50 kVA, se lleve a cabo posteriormente la electrificación de la zona con la instalación de postes de baja tensión y el servicio particular para cada vivienda.

1.2 JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1 Social:

El diseño de la red de distribución primaria y SAM 10/0.22 kV, 50 kVA del Sector Vallecito Alto V Etapa Comité 44 en el distrito de Villa María del Triunfo permitirá que la población cuente con una mejor calidad de vida, ya que tendrán alumbrado en sus calles y viviendas.

1.2.2 Económica:

El diseño que se llevará a cabo evitará incidir en sobrecostos para que la población se vea beneficiada, y que sea un modelo aplicable a otros sectores que requieran energía eléctrica.

1.2.3 Tecnológica:

La población del Sector Vallecito Alto V Etapa Comité 44 será beneficiada con energía eléctrica en las escuelas e instituciones, así podrán contar con acceso al internet para el desarrollo académico de niños y jóvenes.

1.2.4 Ambiental:

En algunas zonas del sector, se utilizan velas que podrían generar algún incidente y/o accidente fatal a la población y medio ambiente. Disminuirá también el uso pilas y baterías (contienen contaminantes peligrosos), ya que son desechadas por los pobladores al ser utilizadas en linternas de mano debido a la escasez de alumbrado.

1.4 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.4.1 Problema General

- ¿Cómo se diseñará la red de distribución primaria y SAM 10/0.22 kV, 50 kVA para satisfacer la demanda del Sector Vallecito Alto V Etapa Comité 44 en el distrito de Villa María del Triunfo 2019?

1.4.2 Problemas específicos

- ¿Cómo se determinará la demanda para que satisfacer de energía eléctrica al Sector Vallecito Alto V Etapa Comité 44 en el distrito de Villa María del Triunfo?
- ¿Cómo el diseño de la red de distribución primaria permitirá satisfacer la demanda del Sector Vallecito Alto V Etapa Comité 44 en el distrito de Villa María del Triunfo 2019?
- ¿Cómo el diseño de la SAM 10/0.22 kV, 50 kVA podrá satisfacer la demanda del Sector Vallecito Alto V Etapa Comité 44 en el distrito de Villa María del Triunfo 2019?

1.5 OBJETIVOS

1.5.1 Objetivo General

- Diseñar la red de distribución primaria y SAM 10/0.22 kV, 50 kVA para satisfacer la demanda del Sector Vallecito Alto V Etapa Comité 44 en el distrito de Villa María del Triunfo 2019.

1.5.2 Objetivos Específicos

- Determinar la demanda que permitirá satisfacer de energía eléctrica al Sector Vallecito Alto V Etapa Comité 44 en el distrito de Villa María del Triunfo 2019.
- Demostrar el diseño de la red de distribución primaria que permitirá satisfacer la demanda del Sector Vallecito Alto V Etapa Comité 44 en el distrito de Villa María del Triunfo 2019.
- Diseñar la subestación SAM 10/0.22 kV, 50 kVA que permitirá satisfacer la demanda del Sector Vallecito Alto V Etapa Comité 44 en el distrito de Villa María del Triunfo 2019.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES

(Alvarez, 2019). *“Diseño de alimentador en media tensión 10 – 22.9 kV y subestación compacta de 160 kVA para la empresa Servicio de Administración Tributaria de Trujillo SATT”*, para obtener el título de Ingeniero Mecánico Electricista de la Universidad César Vallejo, Trujillo – Perú; tiene como objetivo diseñar un alimentador subterráneo de media tensión 10 – 22.9 kV y seleccionar una subestación compacta adecuada de acuerdo a la demanda proyectada, contando también con su respectivo sistema de puesta a tierra. El autor utiliza una investigación pre experimental, pues realiza un diseño y cálculo del alimentador, así como la selección de la subestación para solucionar los problemas eléctricos actuales en la empresa. Para esto, se ha considerado lo siguiente:

En las técnicas e instrumentos de recolección de datos, utilizó fichas técnicas de los fabricantes de los equipos requeridos, pinza amperimétrica para la medición de la carga en las llaves de los circuitos de baja tensión, telurómetro para la medición de la puesta a tierra. Álvarez en sus conclusiones manifiesta haber desarrollado los cálculos para los componentes de la subestación como el transformador, postes y demás, todo ello enmarcado dentro de los lineamientos del Código Nacional de Electricidad y normas vigentes actuales.

(Quilluya, 2018). *“Diseño de redes de distribución subterránea, subestaciones eléctricas, estudio de coordinación de protecciones de un sistema de*

distribución radial”, para obtener el título de Ingeniero Electricista de la Universidad Nacional de San Agustín, Arequipa – Perú; Quilluya tiene como objetivo demostrar las circunstancias en las cuales se elaboró el proyecto y parte del montaje electromecánico, así como desarrollar el cálculo de la máxima demanda de un complejo habitacional. Otro de sus objetivos es mostrar de acuerdo a los cálculos eléctricos, las consideraciones de diseño de subestaciones eléctricas y redes de distribución primaria. El autor en sus conclusiones manifiesta que al hacer un cálculo idóneo de la máxima demanda del conjunto Habitacional Challapampa, se seleccionaron los equipos correctos ya que no se encuentran sobrecargado y trabajan en condiciones normales, también añade que se debe solicitar a la concesionaria de energía eléctrica SEAL todos los parámetros de diseño y restricciones que se tienen que tener en consideración al momento de elaborar un proyecto, como la potencia de cortocircuito en el punto de diseño, tiempo de apertura del relé de protección de la celda más cercana al punto de diseño.

(Granados, 2012). *“Estudio y diseño del sistema eléctrico Huacrachuco II etapa”*, para obtener el título de Ingeniero Mecánico Electricista de la Universidad Nacional de Ingeniería, Lima – Perú; Granaos manifiesta como objetivo principal contribuir de forma directa en el desarrollo nacional mediante la mejora de las condiciones de vida de las comunidades rurales, dotándolas de energía eléctrica. En sus conclusiones manifiesta que la calidad de los componentes del sistema garantiza el rendimiento y la seguridad del mismo, así como el respeto al medio ambiente de la zona que se va a electrificar teniendo en cuenta que todo lo instalado, obedeciendo a las normas de suministro. Además, menciona como punto crítico, el transporte de materiales hacia el punto donde será instalado la red primaria y red secundaria, ya que en gran porcentaje se encuentran en zonas inaccesibles.

(Brenes & Robles, 2016). *“Diseño, cálculos eléctricos y mecánicos de un proyecto de electrificación rural en la comunidad Tisey, municipio de Wiwili”*, para optar el título de Ingenieros Mecánicos y Electricistas de la Universidad Nacional de Ingeniería, Managua – Nicaragua; en sus objetivos manifiestan planificar un estudio de campo en la zona que les permita conocer el punto

más cercano para conectarse a la red eléctrica nacional así como también realizar un estudio para determinar la demanda energética de la comunidad. Los autores concluyen que, al realizar un correcto estudio de campo, se pudo conocer el punto que permitiría conectarse a la red eléctrica nacional. Además, determinaron la demanda energética de la comunidad para calcular los parámetros eléctricos y mecánicos para el proyecto de electrificación rural.

(Bravo, 2018). *“Diseño del sistema de utilización en media tensión a nivel de 22.9 kV y subestación tipo caseta de 1000 kVA para la empresa Congelados Gutiérrez”*, para optar el título de Ingeniero Mecánico y Electricista de la Universidad Católica de Santa María, Arequipa – Perú; como objetivo principal tiene diseñar un sistema de utilización en media tensión, destinado a suministrar energía eléctrica a la planta industrial productora de hielo en bloques para la empresa “Congelados Gutiérrez”, ubicada en la Asociación de Pequeños Artesanales de Mollendo, provincia de Islay, departamento de Arequipa. El autor manifiesta en sus conclusiones haber logrado el diseño de un sistema de utilización en media tensión 22.9 kV de acuerdo a la norma DGE, para así satisfacer a las necesidades y la demanda que exige la empresa Congelados Gutiérrez S.A. También manifiesta que se logró diseñar la red aérea con postes de CAC de 13/400 desde el punto de diseño hasta el predio de la empresa Congelados Gutiérrez S.A., estas instalaciones cumplen con las distancias mínimas de seguridad dispuestas en las normas DGE y CNE.

2.2 MARCO TEÓRICO

2.2.1 Red de distribución primaria

Es el conjunto de equipos o elementos que se utilizan para transportar la energía eléctrica desde una subestación de distribución hasta un centro de transformación de media tensión, el cual puede pertenecer a una subestación de distribución de menor capacidad MT/MT o una subestación de distribución tipo poste MT/BT.



Figura 2: Red de media tensión

Fuente: <http://oidmortales2011.blogspot.com/2014/08/habilitaron-la-red-de-media-tension.html>

2.2.2 Subestación de distribución

Es el conjunto de instalaciones para la transformación, medición, protección y/o seccionamiento de la energía eléctrica, que es recibida de una red de distribución primaria (media tensión) y es entregada a un sistema de distribución secundaria conformada por el alumbrado público y servicios particulares (baja tensión), así como también a otra red de distribución primaria o usuarios (clientes). También cuentan con el sistema de puesta a tierra para garantizar la seguridad y protección de las personas.

2.2.3 Tipos de subestación de distribución

2.2.3.1. Tipo convencional (de superficie o subterránea)

Es la subestación de distribución cuyo equipamiento es del interior, y está instalado en una caseta apropiada en la que tiene previsto un pasadizo y espacios de trabajo. Por su ubicación, la subestación convencional puede ser a nivel o subterránea.

Las potencias nominales de estos transformadores utilizados son de 50, 100, 160, 250, 400 y 630 kVA.



*Figura 3: Subestación convencional
Fuente: propia*

2.2.3.2. Tipo compacta (bóveda o pedestal)

La subestación compacta es tipo bóveda si el transformador está instalado en una bóveda de concreto subterránea bajo la vereda de la vía pública.

Las potencias nominales de estos transformadores utilizados son de 50, 100, 160 o 250 kVA.



Figura 4: Subestación compacta pedestal
Fuente: propia

2.2.3.3. Tipo aérea (monoposte, biposte)

Son subestaciones de distribución cuyo equipamiento es del tipo exterior y está instalado sobre el nivel del piso sobre uno o dos soportes. Si la subestación aérea está soportada sobre un solo poste de concreto armado será tipo monoposte (soportan hasta máximo un transformador de 100 kVA debido al peso) y si, está soportada sobre dos postes de concreto armado será tipo biposte (soporta un transformador que puede ser hasta 630 kVA).



Figura 5: Subestación aérea monoposte
Fuente: propia

2.2.4 Sistema de puesta a tierra (SPAT)

Se ha tomado como base el actual CNE para definir los criterios de las puestas a tierra para subestaciones aéreas, compactas y convencionales, así como también para las estructuras de seccionamiento, maniobra y protección. Los SPAT son un conjunto de elementos formados por electrodos, cables, conexiones, platinas y líneas de tierra físicas de una instalación eléctrica, que permiten conducir, descargar y disipar a tierra una corriente no deseada.

Es necesario que se instale un sistema de puesta a tierra porque ante una descarga atmosférica o un cortocircuito, sin tierra física, las personas estarían expuestas a una descarga eléctrica o los equipos tendrían problemas en su funcionamiento

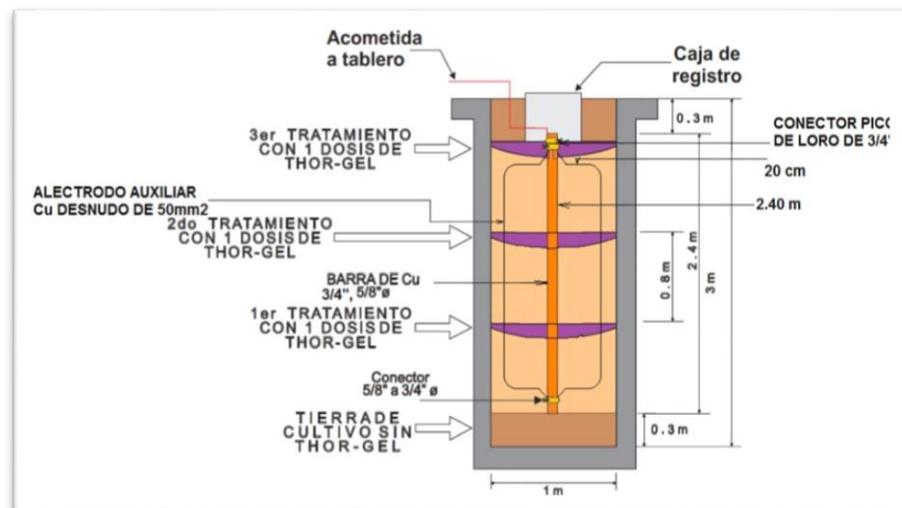


Figura 6: Diagrama de puesta a tierra vertical
Fuente: MINEDU

2.2.5 Conductor de aleación de aluminio AAAC

El conductor de aleación de aluminio es un conductor cableado concéntrico que se compone de una o de varias capas de alambres de aleación de aluminio 6201-T81. Fue desarrollado para atender a las necesidades de un conductor económico para aplicaciones en circuitos aéreos que requieren una resistencia mecánica mayor que la que es proporcionada por el conductor de aluminio AAC, y mayor resistencia a la corrosión que la que es proporcionada por el cable de aluminio con alma de acero ACSR. Los conductores de aleación de aluminio 6201-T81 son más duros y tienen, por lo tanto, mayor resistencia a la abrasión que los conductores de aluminio 1350-H19. Sin embargo, al manipular los conductores de aleación de aluminio hay que tomar las mismas precauciones que para manipular los conductores AAC y ACSR. Las combinaciones de cableado de los cables de aleación de aluminio son muy semejantes a las de los cables AAC. Los conductores no se seleccionan como un rubro separado de una línea aérea, se seleccionan por consideraciones económicas que implican el costo instalado de la línea, conjuntamente con los requerimientos financieros relacionados con su operación, tales como las pérdidas de energía, intereses sobre capital, depreciación.



Figura 7: Conductor de aleación de aluminio

Fuente: <http://www.tecsur.com.pe/p/conductor-cableado-desnudo-aleacion-aluminio-aac-con-grasa-y-sin-grasa/>

2.2.6 Seccionador

Es un interruptor mecánico de maniobra para conexión y desconexión de circuitos con carga y sin carga en forma unipolar, bipolar o tripolar. Si la maniobra es con carga se denomina seccionador de potencia, y si la maniobra es sin carga, se denomina seccionador simple. Dependiendo del tipo de instalación para la que se esté diseñado, el seccionador puede ser tipo interior y tipo exterior.

Seccionador tipo CUT OUT

Son aparatos que han sido diseñados para la protección de líneas de redes de distribución. Estos seccionadores suministran protección fiable tanto en sobrecarga como en cortocircuitos, siempre que éstos no sobrepasen la capacidad máxima de interrupción (corriente de ruptura).



Figura 8: Seccionador fusible tipo cut out
Fuente: <https://www.sandc.com/es/productos-y-servicios/productos/fusibles-de-potencia-smd-para-distribucion-en-exterores/>

2.2.7 Estructuras de soporte

Las estructuras se clasifican de acuerdo a su función, pueden ser:

a) Estructura de alineamiento:

Son aquellos que van ubicados en los tramos rectos en el trazo de la línea primaria.

b) Estructura de ángulo de simple terna

Son aquellas que van ubicadas en los puntos donde exista un ángulo de deflexión. Las estructuras concentran las tracciones transmitidas por las líneas de los vanos adyacentes.

c) Estructura de anclaje

Este tipo de estructura van ubicadas cada 2 o 3 kilómetros a lo largo de la línea. Sirve para crear un punto fijo que concentra los esfuerzos que se originaría al haber una rotura de línea.

d) Estructura de fin de línea

Se encuentran ubicadas al final de la línea, concentran las tracciones transmitidas por los conductores de los vanos adyacentes.

e) Estructura de ángulo de doble terna

Son aquellas estructuras donde a través de un poste, pasan dos ternas.

2.3 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS

2.3.1 Armados de media tensión:

Se le llama armados al conjunto de crucetas, aisladores y herrajes que se instalan en un poste. Las principales características que diferencian a los armados son la cantidad de crucetas y el tipo de aisladores.

2.3.2 Código Nacional de Electricidad (CNE):

Tiene como objetivo establecer las reglas preventivas para salvaguardar las condiciones de seguridad de las personas, de la vida animal y vegetal, y de la propiedad, frente a los peligros derivados del uso de la electricidad; así como la preservación del ambiente y la protección del Patrimonio Cultural de la Nación.

2.3.3 Conductores eléctricos:

Son los encargados de transportar la energía eléctrica desde las subestaciones de distribución hasta las subestaciones tipo poste. Los conductores aéreos son los más utilizados debido mayormente a los costos comparados con los conductores subterráneos y lo que implica su tendido.

2.3.4 Diagrama unifilar:

Es una representación gráfica y resumida del sistema eléctrico, en el cual se indican subestaciones, transformadores, circuitos alimentadores y auxiliares, así como los equipos de maniobras.

2.3.5 Máxima demanda:

Es la carga eléctrica promediada durante un período de tiempo que se expresa en kW.

2.3.6 Poste de concreto:

Es un soporte de concreto armado centrifugado que permite el tendido del cableado eléctrico, que puede ir cimentado o empotrado sobre el suelo.

2.3.7 Servicio de solicitud tercerizado (SST):

Es conocido también como orden de trabajo, es aquella bajo la cual se desarrollará el plano proyecto (SST 1865941).

2.3.8 Tablero de distribución:

Es un conjunto de barras y de conexiones que conectan dispositivos de protección y maniobra en baja tensión tipo inferior, para conexión y desconexión de alimentadores de bajo carga hacia cargas de distribución secundaria o tablero de alumbrado público.

2.3.9 Transformador de distribución:

Es un equipo eléctrico estático que transforma electromagnéticamente la energía recibida de un circuito alimentador de media tensión, para entregarla en sus bornes de baja tensión al tablero de distribución de la subestación, el cual alimenta el tablero de alumbrado público y los alimentadores de la baja tensión.

CAPÍTULO III

DESARROLLO DE LA METODOLOGÍA

3.1 DESCRIPCIÓN DEL DISEÑO

En el presente capítulo describiremos las dimensiones de la red de distribución primaria (media tensión), diseñados para el Sector Vallecito Alto V Etapa Comité 44 del distrito de Villa María del Triunfo, que se encuentra conformado por 60 lotes como proyección.

A continuación, consideraremos los siguientes parámetros ambientales y eléctricos para el desarrollo de la red de media tensión.

A. Parámetros ambientales:

- Altitud: < 1000 m.s.n.m.
- Temperatura
 - ✓ Máxima: 33 °C
 - ✓ Promedio: 15 °C
 - ✓ Mínima: 5 °C
- Velocidad del viento: 13 km/h

B. Parámetros eléctricos:

- Nivel de tensión MT: 10 – 22.9 kV
- Nivel de tensión BT: 220 V
- Facto de potencia estimado ($\text{Cos}\phi$): 0.9
- Tipo de distribución: 3Ø
- Frecuencia: 60 Hz
- Sistema adoptado: delta con neutro aislado
- Caída de tensión máxima permisible: 5%
- Potencia de cortocircuito: 120 MVA a 10 kV / 200 MVA a 22.9 kV
- Tiempo de apertura de la protección: 0.02 segundos
- Tipo de conductor: conductor AA de 70 mm²
- Longitud de la línea aérea: 197.5 m
- Tipo de subestación: aérea monoposte
- Tipo de transformador de la subestación: transformador trifásico en aceite de 50 KVA, ONAN, 3Ø, 10-22.9/0.23 KV, grupo de conexión Dyn5, para 1000 msnm, instalación interior / exterior

3.2 DESARROLLO DEL DISEÑO

En el desarrollo del presente trabajo se ha tenido en cuenta lo indicado por la Ley de Concesiones Eléctricas y su Reglamento (Decreto Ley No 25844), Código Nacional de Electricidad - Suministro 2011, Norma DGE “Calificación Eléctrica para la elaboración de Proyectos de Distribución Secundaria” Aprobada con Resolución Ministerial N° 531.2004-MEN/DM y la Norma de procedimientos para la elaboración de proyectos y ejecución de obras en sistemas de distribución y sistemas de utilización en media tensión en zonas de concesión de distribución” (R.D. N° 018-2002-EM/DGE). Además, se ha considera las normas de distribución de Luz del Sur (concesionaria eléctrica).

3.2.1 Cálculo de la máxima demanda

Para el diseño del trabajo, nos tomaremos como base el cuadro N°2 - Calificación Eléctrica para la Elaboración de Proyectos de Subsistemas de Distribución Secundaria de acuerdo a la R.D. N° 015-2004-EM/DGE.

Tabla 1:

Cálculo de la máxima demanda

# LOTES	POT. LOTE (kW)	F.S	Máxima demanda (kW)
60	1.5	0.5	45

Fuente: elaboración propia

3.2.2 Dimensionamiento del conductor de media tensión

A. Por capacidad de corriente

Para el dimensionamiento del alimentador se ha considerado como potencia del transformador:

- Potencia instalada: 50 kVA
- Tensión nominal proyectada: 10 – 22.9 kV

Corriente nominal (I_n)

$$I_n = \frac{S}{\sqrt{3} \times V}$$

Donde:

I_n : Corriente nominal (A)

S: Potencia nominal (kVA)

V: Tensión nominal (kV)

Para una tensión de 10 KV; reemplazando en (1):

$$I_n = \frac{50 \text{ kVA}}{\sqrt{3} \times 10 \text{ kV}}$$

$$I_n = 2.89 \text{ A}$$

Para una tensión de 22.9 KV; reemplazando en (1):

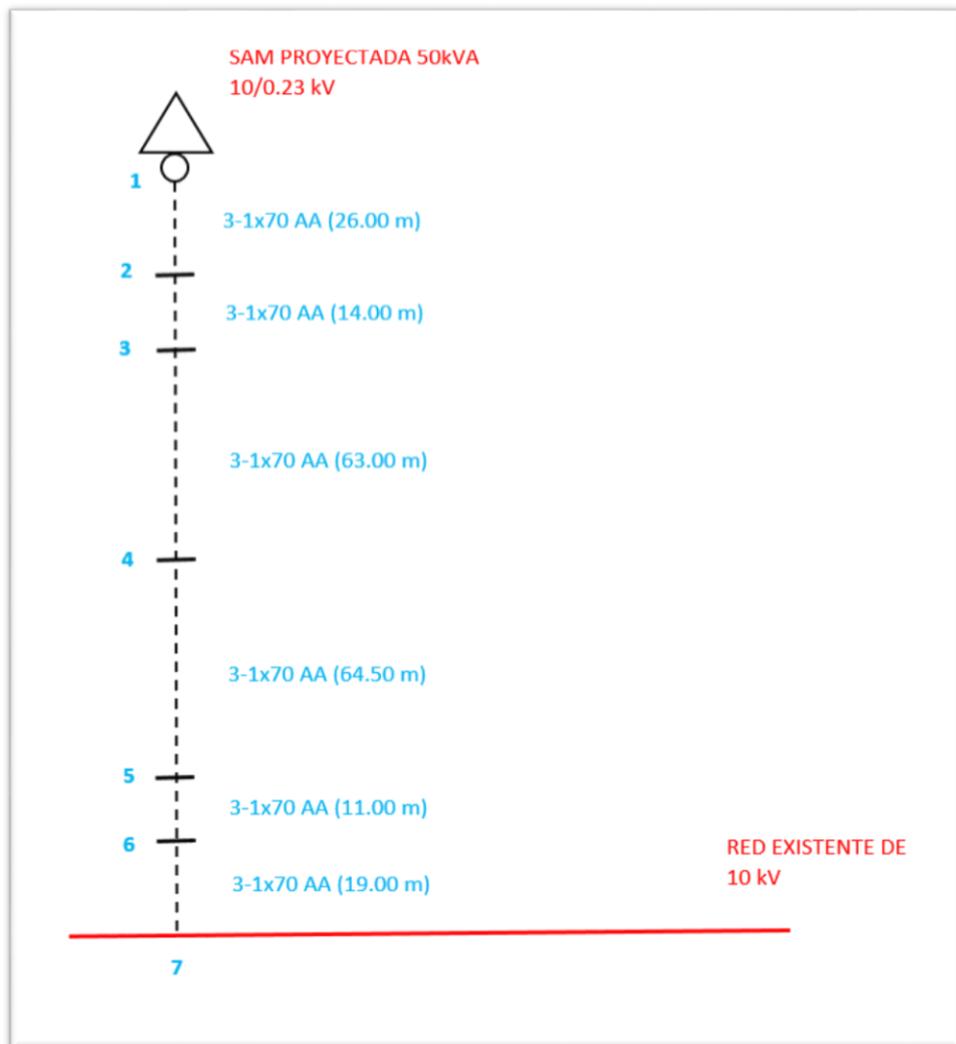
$$I_n = \frac{50 \text{ KVA}}{\sqrt{3} \times 22.9 \text{ KV}}$$

$$I_n = 1.26 \text{ A}$$

El conductor a emplear es tipo AA de 70 mm² que tiene una capacidad de corriente de 201 A, cumpliendo con el requerimiento de carga:

$$I = 201 \text{ A} \gg \gg 2.89 \text{ A}$$

B. Por caída de tensión:



*Figura 9: Diagrama unifilar proyectado
Fuente: elaboración propia*

Leyenda

- Tramo 1 – 2: Línea del conductor AA (26 m)
- Tramo 2 – 3: Línea del conductor AA (14 m)
- Tramo 3 – 4: Línea del conductor AA (63 m)
- Tramo 4 – 5: Línea del conductor AA (64.50 m)
- Tramo 5 – 6: Línea del conductor AA (11 m)
- Tramo 6 – 7: Línea del conductor AA (19 m)

Siendo importante tener continuidad del servicio, deberá considerarse que la máxima caída de tensión de la línea no exceda el 5%.

Para efectos de cálculo de caída de tensión se ha empleado la siguiente fórmula:

$$\Delta V = K \times I_n \times L$$

$$\Delta V\% = \frac{\Delta V \times 100\%}{V}$$

Donde:

K: $\sqrt{3}(R \cos\phi + X \sin\phi)$, constante del conductor.

I_n: Corriente de carga en el conductor (A)

L: Distancia entre puntos de carga (km)

R: Resistencia unitaria del cable y conductor (Ω/km)

X: Reactancia inductiva del cable y conductor (Ω/km)

cosφ = 0.9 ; senφ = 0.48

ΔV: Caída de tensión (V)

Según datos, obtenidos de la siguiente tabla:

Tabla 2

Parámetros eléctricos y mecánicos de conductores aéreos de M.T. 10 kV

TIPO	SECCION (mm ²)	NUM. FASES	R ₂₀ (Ohm/Km)	R (Ohm/Km)	X (Ohm/Km)	X _c (Ohm/Km)	F.C.T
AA	33	3	1.0141	1.1601	0.4421	2.7024E+05	2.067
	35	3	0.9520	1.0891	0.4396	2.7024E+05	1.966
	67	3	0.5360	0.6132	0.4155	2.5456E+05	1.281
	70	3	0.5100	0.5834	0.4152	2.5456E+05	1.240
	120	3	0.2820	0.3226	0.3935	2.4084E+05	0.856
	125	3	0.2677	0.3062	0.3911	2.3580E+05	0.831
	185	3	0.1840	0.2210	0.3767	2.2965E+05	0.698
	240	3	0.1420	0.1624	0.3667	2.2395E+05	0.606

Fuente: normas de distribución de Luz del Sur

Tabla 3*Parámetros eléctricos y mecánicos de conductores aéreos de M.T. 22.9 kV*

TIPO	SECCION (mm ²)	NUM. FASES	R20 (Ohm/Km)	R (Ohm/Km)	X (Ohm/Km)	Xc (Ohm/Km)	F.C.T
AA	35	3	0.9520	1.0891	0.4702	2.8543E+05	1.998
	70	3	0.5100	0.5834	0.4458	2.6976E+05	1.272
	120	3	0.2820	0.3226	0.4241	2.5604E+05	0.888
	185	3	0.1840	0.2210	0.4073	2.4485E+05	0.730
	240	3	0.1420	0.1624	0.3972	2.391E+05	0.638

Fuente: normas de distribución de Luz del Sur

Reemplazando los valores para el cálculo de la caída de tensión:

Tabla 4*Operación en 10 kV*

Tramo	Pot. (kVA)	I _n (A)	L (Km)	Sección (mm ²)	R (Ω/km)	X (Ω/km)	Δ V	ΣΔV	Δ V (%)
1-2	50	2.89	0.026	70	0.5834	0.4152	0.0943	0.0943	0.0009
2-3	50	2.89	0.014	70	0.5834	0.4152	0.0508	0.1450	0.0015
3-4	50	2.89	0.063	70	0.5834	0.4152	0.2284	0.3735	0.0037
4-5	50	2.89	0.0645	70	0.5834	0.4152	0.2339	0.6073	0.0061
5-6	50	2.89	0.011	70	0.5834	0.4152	0.0399	0.6472	0.0065
6-7	50	2.89	0.019	70	0.5834	0.4152	0.0689	0.7161	0.0072

*Fuente: elaboración propia***Tabla 5***Operación en 22.9 kV*

Tramo	Pot. (kVA)	I _n (A)	L (Km)	Sección (mm ²)	R (Ω/km)	X (Ω/km)	Δ V	ΣΔV	Δ V (%)
1-2	50	1.26	0.026	70	0.5834	0.4458	0.0419	0.0419	0.0002
2-3	50	1.26	0.014	70	0.5834	0.4458	0.0226	0.0645	0.0003
3-4	50	1.26	0.063	70	0.5834	0.4458	0.1016	0.1661	0.0007
4-5	50	1.26	0.0645	70	0.5834	0.4458	0.1040	0.2702	0.0012
5-6	50	1.26	0.011	70	0.5834	0.4458	0.0177	0.2879	0.0013
6-7	50	1.26	0.019	70	0.5834	0.4458	0.0306	0.3185	0.0014

Fuente: elaboración propia

El conductor AA de 70 mm² seleccionado satisface la condición de que la caída de tensión no excede el 5% de la tensión nominal.

C. Por corriente de cortocircuito:

Consideramos la siguiente fórmula:

$$I_{cc} = \frac{P_{cc}}{\sqrt{3} \times V} \text{ (KA)}$$

Donde:

P_{cc} : Potencia de cortocircuito en punto de entrega (MVA)

V : Tensión de Línea (kV)

I_{cc} : Corriente de cortocircuito trifásica (kA)

Para una tensión de 10 kV; reemplazando:

$$I_{cc} = \frac{120}{\sqrt{3} \times 10}$$

$$I_{cc} = \mathbf{6.92 \text{ kA}}$$

Para una tensión de 22.9 KV; reemplazando:

$$I_{cc} = \frac{200}{\sqrt{3} \times 22.9}$$

$$I_{cc} = \mathbf{5.04 \text{ kA}}$$

- Corriente de cortocircuito para el conductor tipo AA de 70 mm²:

Se emplea la siguiente formula simplificada para el conductor aéreo:

$$I_{cc} = 0.0884 \times \frac{S}{\sqrt{t}}$$

Donde:

I_{cc} (cable): Corriente de cortocircuito en el conductor (kA)

S: Sección transversal del conductor (mm²)

t: Tiempo apertura sistema de protección (s)

Con lo que reemplazando valores tenemos:

Por lo tanto, comparando:

$$I_{cc} = 43.75 \text{ KA} \gg 6.92 \text{ kA}$$

Es decir, que el conductor soportará el eventual cortocircuito que pudiera presentarse.

En consecuencia, por cumplir las tres condiciones de operación elegimos el conductor de AA 70 mm².

3.2.3 Cálculo del sistema de puesta a tierra

Para el cálculo teórico de la resistencia del sistema de puesta a tierra, utilizando electrodos verticales se aplica la siguiente fórmula:

$$R = \left(\frac{\rho}{2\pi \times L} \right) \left(\ln \left(\frac{4L}{r} \right) - 1 \right)$$

Donde:

R= Resistencia de la puesta a tierra

ρ = Resistividad específica del terreno: 50 Ω -m

L= Longitud del electrodo: 2.40 m

r= Radio del electrodo: 0.008 m

Tabla 6*Resistividad de suelos típicos*

TIPO DE SUELO	RESISTIVIDAD ELECTRICA (Ω -m)
Terrenos pantanosos	hasta 30
Limo	20 a 100
Humus	10 a 150
Turba húmeda	5 a 100
Arcilla plástica	50
Margas y arcillas compactas	100 a 200
Margas del jurásico	30 a 40
Arena arcillosa	50 a 500
Arena silíceo	200 a 3000
Suelo pedregoso cubierto de césped	300 a 500
Suelo pedregoso desnudo	1500 a 3000
Calizas blandas	100 a 300
Calizas compactas	1000 a 5000
Calizas agrietadas	500 a 1000
Pizarras	50 a 300
Rocas de mica y cuarzo	800
Granito	1500 a 10000

Fuente: CNE tomo I

Para el presente trabajo, se considera un terreno de tipo turba húmeda con una resistividad de 50 Ω .

$$R = \left(\frac{50}{2 \times 3.1416 \times 2.4} \right) \left(\ln \left(\frac{4 \times 2.4}{0.008} \right) - 1 \right)$$

$$R = 20.19 \Omega$$

Al ser este valor menor a 25 Ω , se cumple con el diseño de la puesta a tierra de acuerdo al Código Nacional de Electricidad.

3.2.4 Selección de estructuras de soporte

Para el presente diseño, seleccionaremos 5 postes MT de 15/400 de armado AC – 21 – III (Ver anexo 6) para el recorrido de la línea de la red primaria, además para la SAM proyectada se instalará un poste MT de 13/400. Para la alimentación de la nueva red de distribución primaria, se conectará un nuevo enlace aéreo desde el poste 351019582 para poner en servicio la nueva SAM 21650 proyectada.

Esta selección se hace de acuerdo al cumplimiento con las distancias mínimas de seguridad según el CNE.

	CABLE DE COMUNIC.	B.T. 0.22 Kv		M.T. 10 Kv – 22.9 Kv		ALTA TENSIÓN	
		AISLADO	DESNUDO	AISLADO	DESNUDO	60 Kv	220 Kv
HORIZONTALMENTE							
A PAREDES, PROYECCIONES, BALCONES, VENTANAS Y AREAS DE EDIFICACIONES FACILMENTE ACCESIBLE A PERSONAS	1.00	1.00	1.00	1.50	2.50	3.40	5.00
A LETREROS, CHIMENEAS, CARTELES, ANTENAS DE RADIO Y TELEVISION, TANQUES Y OTRAS INSTALACIONES NO CLASIFICADAS COMO EDIFICIOS Y PUENTES	1.00	1.00	1.00	1.50	2.00	3.40	5.00
A SOPORTE DE A.P. O SOPORTES DE SEÑALES DE TRANSITO Y ARBOLES (SIN QUE ESTE CONECTADA A LA MISMA)	0.90	0.90	1.50	1.10	1.50	2.10	4.20
VERTICALMENTE							
SOBRE TECHOS O PROYECCIONES DE EDIFICACIONES NO FACILMENTE ACCESIBLE A LAS PERSONAS	1.80	1.80	3.00	3.00	4.00	4.40	6.50
SOBRE BALCONES Y TECHOS DE EDIFICACIONES FACILMENTE ACCESIBLES A PERSONAS	3.00	3.00	3.00	3.00	4.00	5.50	6.80
SOBRE OTRAS PARTES DE LETREROS, CHIMENEAS, CARTELES, ANTENAS DE RADIO Y TELEVISION, TANQUES Y OTRAS INSTALACIONES NO CLASIFICADAS COMO EDIFICIOS Y PUENTES, NO ACCESIBLES A PERSONAS	1.80	1.80	1.80	3.00	3.50	4.40	6.50
A SOPORTE DE A.P. O SOPORTES DE SEÑALES DE TRANSITO Y ARBOLES (SIN QUE ESTE CONECTADA A LA MISMA)	0.60	0.60	1.40	1.10	1.40	2.30	4.40
EN CUALQUIER DIRECCIÓN							
A PARTES FACILMENTE ACCESIBLES CUANDO LA LINEA ATRAVIESA DEBAJO DE LOS PUENTES DE TRANSITO VEHICULAR (NO UNIDOS AL PUENTE)	1.50	1.50	1.70	1.70	2.30	-	-
A PARTES NORMALMENTE NO ACCESIBLES CUANDO LA LINEA ATRAVIESA DEBAJO DE LOS PUENTES DE TRANSITO VEHICULAR (NO UNIDOS AL PUENTE)	1.20	1.20	1.40	1.40	2.00	-	-
A ARTEFACTOS DE ALUMBRADO PUBLICO	1.10	1.10	2.00	1.50	2.00	3.10	6.10
A ZONAS CON ARBOLES	1.10	1.10	2.00	1.50	2.00	3.10	6.10

Figura 10: Distancias mínimas de seguridad
Fuente: CNE suministro

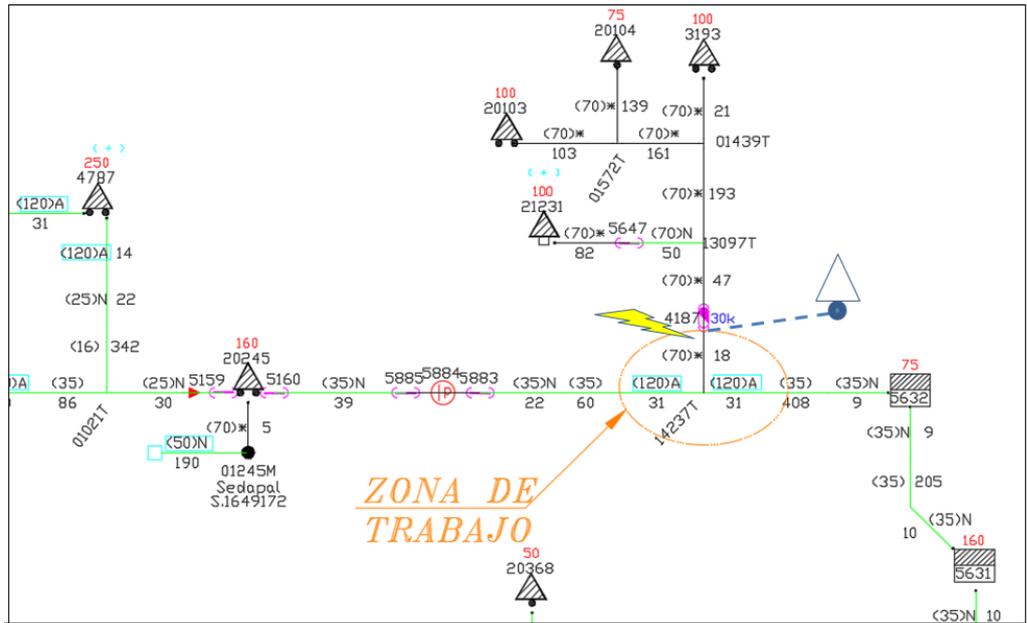


Figura 11: Nueva SAM 21650 proyectada
Fuente: Luz del Sur



Figura 12: Proyección de nuevo enlace a poste 351019582
Fuente: Luz del Sur

CONCLUSIONES

- Se realizó el diseño de la red primaria, así como de la subestación aérea monoposte 10 / 0.22 kV, 50 kVA, el cual beneficiará a la población del Sector Vallecito Alto V Etapa Comité 44 del distrito de Villa María del Triunfo con una mejor calidad de vida y utilización de la energía eléctrica.
- Se determinó la máxima demanda del Sector Vallecito Alto V Etapa Comité 44 del distrito de Villa María del Triunfo, resultando 45 kW debido a los 60 lotes proyectados de acuerdo al plano de lotización brindada por las autoridades del sector. Para ello, se consideró la norma de procedimientos para la elaboración de proyectos y ejecución de obras en sistemas de distribución y sistemas de utilización en media tensión en zonas de concesión de distribución **R.D. N° 018-2002-EM/DGE**.
- Se demostró que el diseño de la red primaria es factible, utilizándose conductor de AA 70 mm² de acuerdo a las tres condiciones de operación (por capacidad de corriente, por caída de tensión y por corriente de cortocircuito de acuerdo a la norma DGE bases para el diseño de líneas y redes primarias para electrificación rural.
- Se seleccionó la subestación aérea monoposte de 50 kVA, ya que cumple con la máxima demanda del sector, permitiendo así no sobrecargar otras subestaciones con traslados de carga de acuerdo a la norma de calificación eléctrica para la elaboración de proyectos de subsistemas de distribución secundaria **R.D. N° 015-2004-EM/DGE**.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda este modelo de proyecto como prototipo para futuros sectores que a futuro requieran contar con energía eléctrica partiendo del diseño de la red primaria para finalmente, concluir con la red de distribución secundaria.
- Se debe monitorear el posible aumento de la demanda de energía eléctrica a futuro tomando carga a las salidas de las llaves BT del tablero de distribución de la SAM proyectada, para el cambio del transformador a una potencia mayor a 50 kVA.
- Para la instalación de los postes MT y el tendido de conductor AAAC 70 mm², debe ser ejecutado por una cuadrilla de especializada en trabajos de redes aéreas MT, contar con las máquinas y/o equipos certificados para la actividad a realizar.
- Para la puesta en servicio de la subestación, se debe verificar que el transformador cuente con su protocolo de pruebas, así como realizar la medición de los pozos a tierra de la subestación.

BIBLIOGRAFÍA

- Alvarez, J. (2019). *Diseño de alimentador en media tensión 10 – 22.9 KV y subestación compacta de 160 KVA para la empresa Servicio de Administración Tributaria de Trujillo - SATT*. Universidad Cesar Vallejo, Trujillo.
- Bravo, V. (2018). *"Diseño del sistema de utilización en media tensión a nivel 22.9 kV y subestación tipo caseta de 1000 kVA para la empresa Congelados Gutiérrez"*. Arequipa.
- Brenes, G., & Robles, D. (2016). *"Diseño, cálculos eléctricos y mecánicos de un proyecto de electrificación rural en la comunidad Tisey, municipio de Wiwili"*. Managua.
- Granados, A. (2012). *"Estudio y diseño del sistema eléctrico Huacrachuco II etapa"*. Lima.
- MINEM. (26 de Setiembre de 2002). Norma de procedimientos para la elaboración de proyectos y ejecución de obras en sistemas de distribución y sistemas de utilización en media tensión en zonas de concesión de distribución. Perú.
- MINEM. (2006). Código Nacional de Electricidad - Utilización. Perú.
- MINEM. (2011). Código Nacional de Electricidad - Suministro.
- MINEM. (2015). "Bases para el diseño de líneas y redes primarias de electrificación rural". Perú.
- Moreno, J., Lasso, D., & Fernández, C. (2016). *Instalaciones eléctricas interiores*. Madrid: Editorial Paraninfo.

Quilluya, R. (2018). *"Diseño de redes de distribución subterránea, subestaciones eléctricas, estudio de coordinación de protecciones de un sistema de distribución radial"*. Arequipa.

Twenergy. (28 de Abril de 2019). Twenergy. Obtenido de <https://twenergy.com/energia/energia-electrica/un-cuarto-de-la-poblacion-mundial-vive-sin-electricidad-193/>

ANEXOS

ANEXO 1: Cuadro de cargas proyectado

SED	CKT O	SECCIO N	I _{nom} (A)	BASE	FUSIBLES		I _{carga} (A)	POTENCI A (Kw)	POT. TOTA L (Kw)	POT. TOTA L (Kva)	POT. TRAF . (Kva)
		mm ²		FUSIBL E	TIP O	CAPAC .					
SA M	1 - AP	2 x 1x16 N2XY	12 3	H - 160	NH	80	11.5 2	4.04	34.03	37.81	50
	2 - SP	3 x 1x120 NA2XY	28 9	V - 400	NH	100	78.5 9	27.38			
	3 - SP	3 x 1x120 NA2XY	28 9	V - 400	NH	100	7.50	2.61			

ANEXO 2: Catálogo del conductor aleación de aluminio AAAC



CONDUCTOR AL DESNUDO

ESPECIFICACIONES DE CABLES DE ALEACIÓN DE ALUMINIO - mm² SIN GRASA

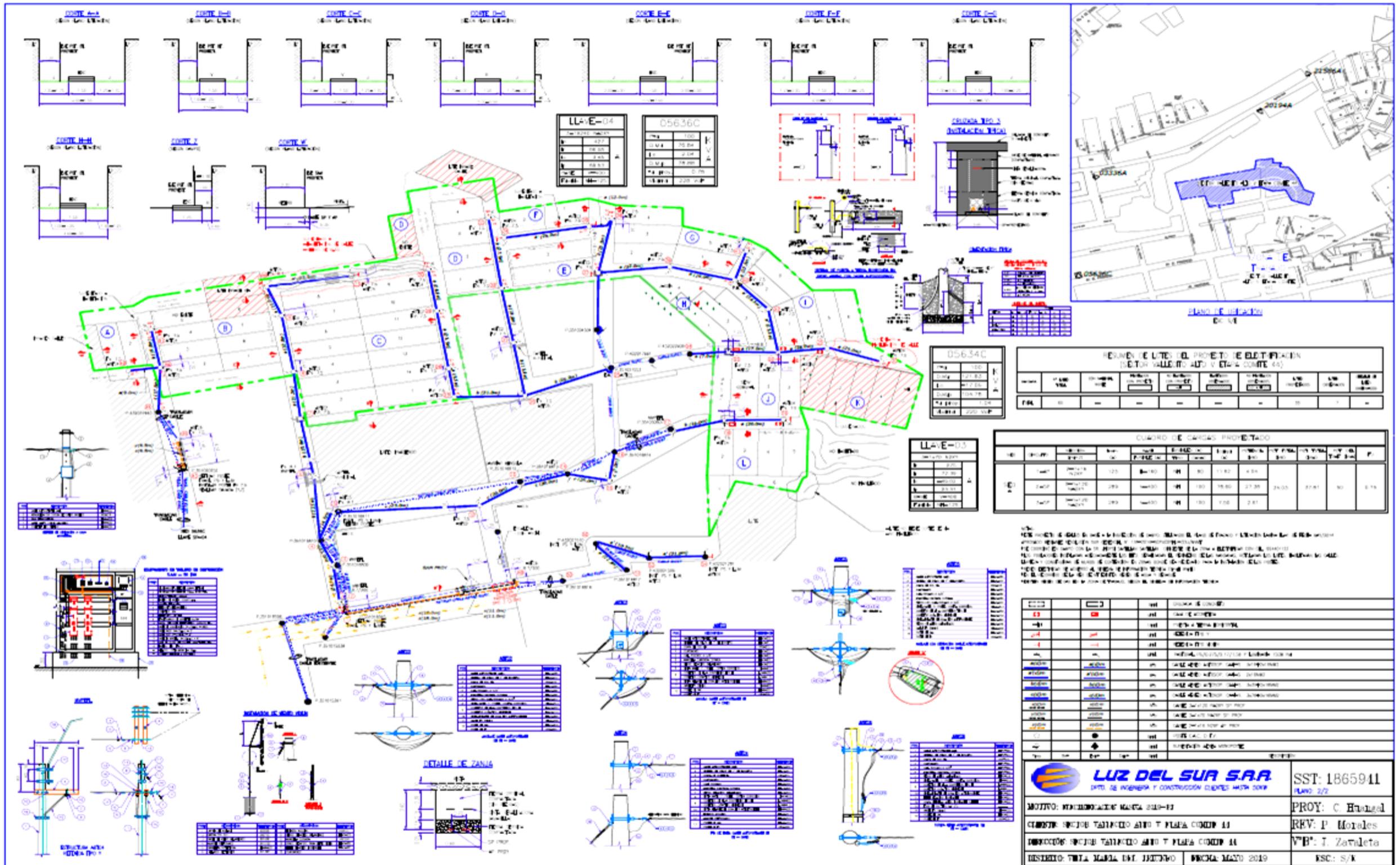
MATRÍCULA	CALIBRE mm ²	Nº DE HILOS	D. HILO mm	D. CONDUCTOR mm	PESO Kg/Km	RESISTENCIA ELÉCTRICA		CARGA ROTURA Kg	CAP. DE CORRIENTE A
						20 °C	80 °C		
						Ohm/Km	Ohm/Km		
5014352	25	7	2,10	6,3	66	1,3808	1,6759	784	125
5014354	35	7	2,52	7,56	95,8	0,9595	1,1646	1110	160
5014358	50	7	3,02	9,06	137,6	0,6681	0,8109	1599	195
5014365	70	19	2,15	10,8	184,8	0,51	0,619	2080	235
5014372	95	19	2,52	12,6	260,7	0,353	0,4286	2920	300
5014377	120	19	2,85	14,0	321	0,286	0,3471	3882	340

ESPECIFICACIONES DE CABLES DE ALEACIÓN DE ALUMINIO - mm² CON GRASA

MATRÍCULA	CALIBRE mm ²	Nº DE HILOS	D. HILO mm	D. CONDUCTOR mm	PESO Kg/Km	RESISTENCIA ELÉCTRICA		CARGA ROTURA Kg	CAP. DE CORRIENTE A(*)
						20 °C	80 °C		
						Ohm/Km	Ohm/Km		
5014356	35	7	2,52	7,56	100,1	0,9595	1,1646	1110	160
5014366	70	19	2,15	10,8	184,8	0,51	0,619	2080	235
5014573	120	19	2,85	14,0	321	0,286	0,3471	3882	340
5014582	185	37	2,52	17,6	506	0,184	0,2233	5684	455

* TEMPERATURA DE GOTEO DE LA GRASA >95 °C

ANEXO 4: Plano diseño BT



ANEXO 5: Hoja de equipamiento del tablero



LUZ DEL SUR S.A.A.
OBRAS DE TERCEROS Y ELECTRIFICACIONES

HOJA DE EQUIPAMIENTO DE SUBESTACIONES

UBICACIÓN										SECTOR VALLECITO ALTO VETAPA										DISTRITO										VILLA MARIA DEL TRINFINO									
U B I C A C I O N																																							
DATOS ACTUALES										DATOS PROYECTADOS																													
SET	ALM	SE	TPO	SUBTPO	MODULO	CUADR	COORD	TD	PLANO N°	SET	ALM	SE	TPO	SUBTPO	MODULO	CUADR	COORD	TD	PLANO N°																				
										VM	02	21650	A	M					1965941	1965941																			
E Q U I P A M I E N T O																																							
DATOS ACTUALES										DATOS PROYECTADOS																													
TRANSFORMADOR - ESTRUCTURA - TABLERO - POZO DE TIERRA										TRANSFORMADOR - ESTRUCTURA - TABLERO - POZO DE TIERRA																													
Nro ó Celda	Pot KVA	Kardex Transf	Relación Transform	Vic. (%)	Kardex Dey	Barra (*)	Ubic. Tablero	Tamaño Tablero	Pozo Tierra MT (Ohm)	Pozo Tierra BT (Ohm)	Nro ó Celda	Pot KVA	Kardex Transf	Relación Transform	Vic. (%)	Kardex Dey	Barra (*)	Ubic. Tablero	Tamaño Tablero	Pozo Tierra MT (Ohm)	Pozo Tierra BT (Ohm)																		
											1	50	40002514	10/23	4			Nivel	TAMG																				
(*) Sólo en subestación convencional										(*) Sólo en subestación convencional																													
EQUIPAMIENTO TRANSFORMADOR										EQUIPAMIENTO TRANSFORMADOR																													
Nro ó Celda	MD (KVA)	F. U. (trab)	Cap. común (mm2)	F. U. (cable)	Tipo y Cap. Fusib (A)	Ajuste y Capac. Dey (A)	Suministro Toldador	Sección Platina Barra BT	Posición TAP	Reductor de Corriente	Nro ó Celda	MD (KVA)	F. U. (trab)	Cap. común (mm2)	F. U. (cable)	Tipo y Cap. Fusib (A)	Ajuste y Capac. Dey (A)	Suministro Toldador	Sección Platina Barra BT	Posición TAP	Reductor de Corriente																		
							Suministro AP				1	37.72	0.75	3-1x120 NA2X	0.34	Tipo K-6			Suministro AP	50 x 8		2005																	
EQUIPAMIENTO DE LLAVES EN BAJA TENSION										EQUIPAMIENTO DE LLAVES EN BAJA TENSION																													
Llave-Celda	Sec. Cable (mm2)	MD (A)	F. U. (cable)	Marca llave	Cap. Llave (A)	Estado	Tipo llave	Tamaño fus	Cap. Fusible (A)	Llave-Celda	Sec. Cable (mm2)	MD (A)	F. U. (cable)	Marca llave	Cap. Llave (A)	Estado	Tipo llave	Tamaño fus	Cap. Fusible (A)																				
										1	2-1x15 N2XY	12	0.1	ABB	100	A	Tipo NH	Tam 00	80																				
										2	3-1x120 NA2XY	79	0.27	EFEN	400	A	Tipo NH	Tam 2	100																				
										3	3-1x120 NA2XY	8	0.03	EFEN	400	A	Tipo NH	Tam 2	100																				
OBSERVACIONES										ESQUEMA																													
Proy: _____ Rev: _____ V° B°: _____ Sector: _____ Departamento: _____ Fecha: _____ DPHC: _____ OBRAS DE TERCEROS Y ELECTRIFICACIONES										Nota: Para las subestaciones Convencionales indicar en el esquema si los transformadores están conectados en una sola barra o barra partida en este último caso se deberá indicar las llaves que pertenecen a cada barra																													

ANEXO 6: Protocolo de pruebas del transformador



FORMATO	Código : F09-PO-REC-007 Versión : 02 Aprobado: GL Fecha : 14/08/2013 Página : 1 de 1
PROTOCOLO DE PRUEBAS DE TRANSFORMADOR DE DISTRIBUCION	

PR_TD_252_2019

CLIENTE : LUZ DEL SUR	ACEITE : X	O.P
------------------------------	-------------------	------------

DATOS CARACTERISTICOS

Marca	MAGNETRON	Potencia	50 KVA	Refrigeración	ONAN
Número de Serie	5280898	Relac. Transformaci3n	10000 / 230 V	Altitud	1000 m.s.n.m.
Tipo	Convencional	Relac. Corriente	2.89 / 125.5 A	Montaje	INT./EXT.
Año de Fabricaci3n	1998	Grupo de Conexi3n	Dy5	Nivel Aislamiento AT	- KV
Norma	Icontec	Tcc (%)	3.29	Nivel Aislamiento BT	- KV
Tipo de aislador	Porcelana	Kardex	400-02914	Peso del aceite	86 KV
Frecuencia	60 Hz	Taps	+ - 2.5 x 2.5 %	Peso	353 Kg

1.- MEDIDA DE LA RESISTENCIA DE AISLAMIENTO :

DENOMINACION		AT - BT		AT - Masa		BT - Masa	
M - Ohmios	15000	M - Ohm.	3000	M - Ohm.	4000	M - Ohm.	
VDC	10000	VDC	10000	VDC	1000	VDC	

2.- MEDIDA DE LA RELACION DE TRANSFORMACION, VERIFICACION DE LA POLARIDAD Y GRUPO :

POS. COM.	RELACION TEORICA	RELACION MEDIDA			ERROR DE RELACION (%)	LIMITE DE ERROR RELACION (%)
		U - V / vw - u	V - W / wu - v	W - U / uv - w		
1	52.715	52.737	52.726	52.731	0.043	± 0.500
2	51.459	51.470	51.460	51.468	0.020	± 0.500
3	50.204	50.207	50.204	50.205	0.005	± 0.500
4	48.949	48.946	48.935	48.943	0.029	± 0.500
5	47.694	47.683	47.676	47.680	0.038	± 0.500

3.- PRUEBAS DE RIGIDEZ DIELECTRICA DEL ACEITE :

	T amb. (°C)	KV	ACEITE
	21	50.00	NUEVO

4.- PRUEBA DE ANALYZER L-200 :

	T amb. (°C)	METODO	PPM
	21	AROCOLOR 1242	23.70

5.- PRUEBA EN VACIO O PERDIDAS FIERRO(Fe):

POS. COM.	VOLTIOS			AMPERIOS			WATIOS			
	u - v	v - w	w - u	u	v	w	W1	W2	W3	TOTAL
3	230	231	229	0.94	0.72	0.94	16	16	16	46.6

6.- MEDIDA DE LA RESISTENCIA DE LOS ARROLLAMIENTOS :

ARROLLAMIENTO DE BT				ARROLLAMIENTO DE AT			
FASES	TENSION	CORRIENTE	RESISTENCIA	FASES	TENSION	CORRIENTE	RESISTENCIA
u - n	9.8 mV	1 A	9.8 mΩ	U - V	22.6 V	1 A	22.6 Ω
v - n	9.9 mV	1 A	9.9 mΩ	V - W	22.5 V	1 A	22.5 Ω
w - n	9.8 mV	1 A	9.8 mΩ	W - U	22.8 V	1 A	22.8 Ω

7.- PRUEBA DE CORTO CIRCUITO O PERDIDAS (Cu):

POS. COM.	VOLTIOS			AMPERIOS			WATIOS			Pcu (%)	Tcc (%)
	U - V	V - W	W - U	U	V	W	W1	W2	W3		
3	311	311	309	2.7	2.7	2.8	2	2	2	6	3.27

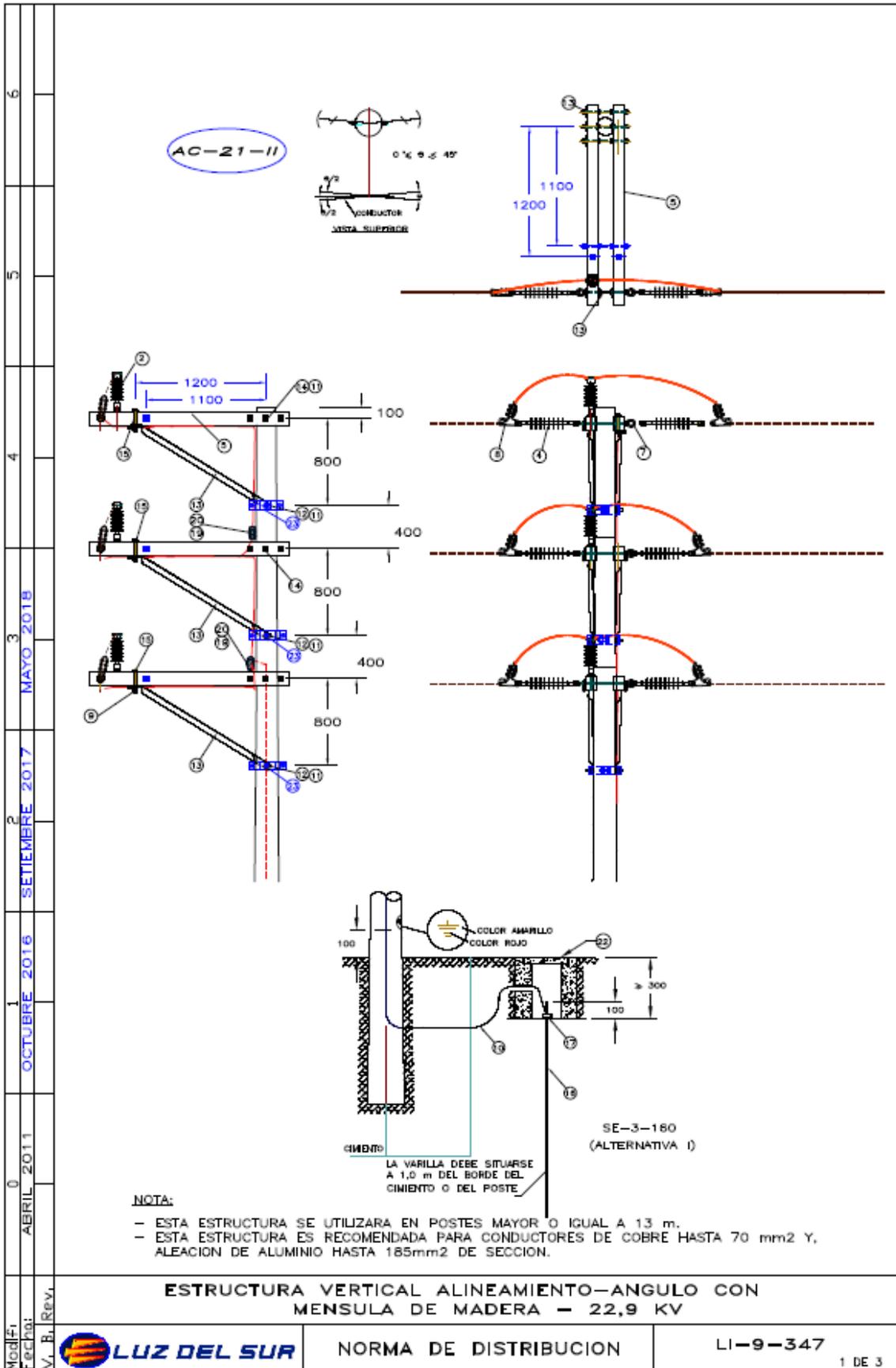
8.- RESUMEN :

	STANDARD	MEDIDO	LIMITES	CALCULADO
Pfe a Vnom, Fnom (Watts)	220	46.60	P(fe)= + 14.29	-78.818 %
Pcu a 75 °C, Inom (Watts)	1000	204.01	P(cu)= + 14.29	-79.599 %
Tcc a 75 °C (%)		3.29	Σp(w) = 1220	250.61 W
Io a Vnom, Fnom (%)		0.69	Σp(w) % P(kva)= 1.82	0.5012 %
Pcu a 20 °C, Inom (Watts)		2.21	P(kva)= 98.18	99.499 %
Tcc a 20 °C (%)		3.27	P(KVA)UTIL= 49.090	P(KVA)UTIL= 49.751

OBSERVACIONES : Dimensiones: H= 97 cm; A= 66cm; L= 106cm
 LA SUMATORIA DE LAS PERDIDAS ES= 0.501 % DE LA POTENCIA TOTAL(APARENTE)
POTENCIA UTIL AL 99.499 % = 49.751 KVA
 - EL TRANSFORMADOR SALE REGULADO EN LA POSICION NOMINAL (POS.3)

DEPARTAMENTO SALA DE PRUEBA		DEPARTAMENTO TECNICO	
Probado por:	TEC.GUSTAVO NAVARRO	Revisado Por:	TEC.CARLOS CRUZ
Fecha:	26/07/2019	Revisado Por:	ING. MARCO CHAVEZ
		SUPERV. DE AREA(TECSUR-RECICLAJE)	Fecha: 26/07/19
			JEFE DE AREA(TECSUR-RECICLAJE)
Firma:		Firma:	

ANEXO 7: Estructura vertical de alineamiento AC-21-II



Modif:	0	1	2	3	4	5	6
Fecha:	ABRIL 2011	OCTUBRE 2016	SEPTIEMBRE 2017	MAYO 2018			
V. B. Rev.							



LUZ DEL SUR

NORMA DE DISTRIBUCION

LI-9-347

3 DE 3

**ESTRUCTURA VERTICAL ALINEAMIENTO-ANGULO CON
MENSULA DE MADERA = 22,9 KV**

AC-21-II

N°	MATRICULA	DESCRIPCION DEL MATERIAL	UNIDAD	CANTIDAD	NORMA o PLANO
1	5311544	POSTE DE C.A. DE 13.00/300/180/375 L.A. 10-22.9 KV	UN	1	DNC-098
	5311666	POSTE DE C.A. 15.00/400/210/435 L.A. 10-22.9 KV	UN	1	DNC-098
2	5214486	AISLADOR POLIMERICO TP. PIN PARA LINEAS AEREAS DE 22.9KV.	UN	3	LE-9-352
3	5462145	SOPORTE FO. GALV. P. AISLADOR PIN POLIMERICO 22.9 KV.	UN	3	LE-9-602
4	5211422	AISLADOR SUSP.POLIMERICO P.REDES DISTRIB. DE 22.9KV	UN	6	LE-9-328
5	5335113	MENSULA DE MADERA TORNILLO 4X5PULG.X7PIES	UN	6	LE-9-040
7	5463620	OJAL ROSCADO AC.GALV. 5/8" X 80MML	UN	5	LE-7-622
8	5423232	GRAPA ANCLAJE TP.PISTALP.COND.AA. 70 MM2.	UN	3	LE-7-690
	5424416	GRAPA ANCLTP.PUJO HO.GALV.P.CU.16/35MM2	UN	3	LE-7-685
9	5466606	PLANCHA DE CU.C/AGUJERO DE 20 MMD.P.LINEA TIERRA.	UN	12	LE-7-540
10	5021303	CONDUCTOR CABLEADO TW 750V.UNIP.AMARI. 1X 35 MM2	UN	25.27	CE-1-202
11	5463122	VARILLA ROSCADA AC.GALV. 16MMD. X 550MML L.AEREAS	M	15	LE-7-505
12	5461536	ARANDELA CUADR.CURV.AC.GALV. 75X75X4,5MM. 17,5MMD.	UN	4	LE-7-620
13	5337130	DIAGONAL DE APOYO DE CRUCETAS DE MADERA L=1,2M P/ ESTRUCT.EN 10 Y 22.9 KV	UN	6	LE-9-815
14	5461237	ARANDELA CUADR.PLANA AC.GALV. 75X75X4,5MM-AGUJ.21.0MMD.	UN	27	LE-7-628
15	0911117	PERNO HO.GALV.CABLEAG. 5/8"x7" C/TUER	UN	2	LE-7-519
16	5017001	ELECTRODO COPPERWELD P.PUESTA A TIERRA 16MMDX2.4M.	UN	1	LE-7-555
17	6966106	CONECTOR BR.P.ELECTRODO PUESTA A TIERRA *SID-ET-46	UN	1	LE-7-580
18	5411164	CONECTOR DERIV.COMPR.TP.H CU.35/CU.35MM2.	UN	1	LE-3-262
19	5134557	CINTA SCOTCH 2210 MASTIC 4"X3MT.P.PROTEC.CORROSION	RO	0.25	-
20	Ver norma	CONECTOR DE DERIVACION A COMPRESION	UN	3	LE-3-262
21	5154556	CINTA AISLANTE GOMA EPR	RO	1	-
22	5329810	BOVEDA CONCR.C/TAPA P.ELECTRODO DE PUESTA A TIERRA	UN	1	DNC-145
23	5329810	ABRAZADERA P/BRAZOS DE APOYO EN ANG.INST.LAT. EN EST.AEREAS 1/160-190MM	UN	3	LE-9-503
	5329810	ABRAZADERA P/BRAZOS DE APOYO EN ANG.EN EST.AEREAS 1/230-267MM	UN	3	LE-9-503

*ELEGIR EN CAMPO EL TAMAÑO DE ABRAZADERA A USAR

Modif:	0	1	2	3	4	5	6
Fecha:	MARZO 2011	OCTUBRE 2016					
V. B. Rev.							



NORMA DE DISTRIBUCION

LI-9-340 3 DE 3

**ESTRUCTURA ANCLAJE VERTICAL A PUNTA DE MENSULA
MENSULA DE CONCRETO - 22,9 KV**

AV-21-III

N°	MATRICULA	DESCRIPCION DEL MATERIAL	UNIDAD	CANTIDAD	NORMA o PLANO
1	5311544	POSTE DE C.A. DE 13.00/300*180/375 L.A. 10-22.9 KV	UN	1	DNC-098
	5311666	POSTE DE C.A. 15.00/400/210/435 L.A. 10-22.9 KV	UN	1	DNC-099
2	5212010	AISLADOR SUSPENSION POLIMERICO P. REDES DE DISTRIB.10KV	UN	6	LE-7-33R
	5211422	AISLADOR SUSP.POLIMERICO P.REDES DISTRIB. DE 22,9KV	UN	6	LE-9-32B
3	5214491	AISLADOR HIBRIDO TP. PIN PARA LINEAS DE 10 KV.	UN	3	LE-7-335
	5214496	AISLADOR POLIMERICO TP. PIN PARA LINEAS AEREAS DE 22,9KV.	UN	3	LE-9-352
4	5462145	SOPORTE FO. GALV. P. AISLADOR PIN POLIMERICO 22.9 KV.	UN	3	-
	5462142	SUJURIE PASAN E. AL. GALV. P. AISLADOR 34.9 MMU 56.2 22.9 KV	UN	3	LE-9-601
5	VER NORMA	MENSULA C.A. M/1.00/250 MONTAJE POSTE	UN	2	LE-7-015
7	5463620	OJAL ROSCADO AC.GALV. 5/8" X 80MML	UN	3	LE-7-622
8	5466606	PLANCHA DE CU.C/AGUJERO DE 20 MMD.P.LINEA TIERRA.	UN	6	LE-7-540
9	5411188	CONECTOR DERIV.COMPR.TP.H CU.35/CU.35MM2.	UN	2	LE-7-421
10	5134557	CINTA SCOTCH 2210 MASTIC 4*3MT.P.PROTEC.CORROSION	RO	0.15	-
11	5021303	CONDUCTOR CABLEADO TW 750V.UNIP.AMARI. 1X 35 MM2	M.	19, 21	CE-1-202
12	5463110	VARILLA ROSCADA AC.GALV. 16MMD. X 250MML. LAEREAAS	UN	3	LE-7-505
13	5461536	#RANDELA CUADR.CURV.AC.GALV. 75X75X4.5MM. 17.5MMD.	UN	6	LE-7-620
14	5017001	ELECTRODO COPPERWELD P.PUESTA A TIERRA 16MMDX2.4M.	UN	1	LE-7-555
15	6986108	CONECTOR BR.P.ELECTRODO PUESTA A TIERRA *SID-ET-46	UN	1	LE-7-560
16	5423232	GRAPA ANCLAJE TP.PIST.AL.P.COHD.AA. 70 MM2.	UN	6	LE-7-690
	5424416	GRAPA ANCL.TP.FURO HO.GALV.P.CU.16/35MM2	UN	6	LE-7-685
17	5329810	BOWEDA CONCR.C/TAPA P.ELECTRODO DE PUESTA A TIERRA	UN	1	DNC-145

ANEXO 9: Costo de la red primaria

Detalle de Materiales para la SST No 1865941						
Descripción	Tipo Valor.	STP Valor.	Moneda	Precio Liquidación	Cant. Ejec Und.	Total Ejec \$/.
PERNO HO.GALV.CAB.HEXAG.3/8 X 1 1/2 C/TUERCA	02=SUB ESTACION	M=AEREA MONOPOSTE	NSOLES	0.23	6	138
PERNO HO.GALV.CAB.EXAG. 1/2 X 1 C/TUERCA	02=SUB ESTACION	M=AEREA MONOPOSTE	NSOLES	0.51	6	3.06
PERNO HO.GALV.CAB.HEXAG. 1/2 X 1 1/2 C/TUERCA	02=SUB ESTACION	M=AEREA MONOPOSTE	NSOLES	0.55	12	6.6
ARANDELA PLANA AC.GALV. PERNO 3/8 .	02=SUB ESTACION	M=AEREA MONOPOSTE	NSOLES	0.2	12	2.4
ARANDELA PLANA AC.GALV. PERNO 1/2 .	02=SUB ESTACION	M=AEREA MONOPOSTE	NSOLES	0.32	34	10.88
FLEJE AC. INOX. ANCHO 19MM .	01=MEDIA TENSION	A=AÉREO	NSOLES	3.17	8	25.36
GRAPA (HEBILLA) AC. INOX. P.FLEJE 19MM ANCHO.	01=MEDIA TENSION	A=AÉREO	NSOLES	0.92	4	3.68
GUARDACABO DE ACERO GALV. P.CABLE 19MM DIAM. 15MM	01=MEDIA TENSION	A=AÉREO	NSOLES	1.31	6	7.86
CANDADO DE BRONCE TP.SERIADO 50MM LONG. C.ROTULADO	02=SUB ESTACION	M=AEREA MONOPOSTE	NSOLES	33.44	1	33.44
CANDADO DE BRONCE TP.SERIADO 50MM LONG. C.ROTULADO	02=SUB ESTACION	M=AEREA MONOPOSTE	NSOLES	32.71	2	65.42
CURVA PVC TP. SAP 90 GRADOS 4 DIAM. P.INSTALACION	02=SUB ESTACION	M=AEREA MONOPOSTE	NSOLES	25.75	1	25.75
TUBO DE PVC TIPO SAP DE 1/ 25MM DIAM.P.INSTALACI	02=SUB ESTACION	M=AEREA MONOPOSTE	NSOLES	1.43	6	8.58
TUBO DE PVC TIPO SAP DE 4 / 100MM DIAM.P.INSTALAC	02=SUB ESTACION	M=AEREA MONOPOSTE	NSOLES	11.45	6	68.7
RIEL TIPO H DE ACERO C.RESISTENCIA 65 - 85 LB/YD2	01=MEDIA TENSION	A=AÉREO	NSOLES	134.12	20	2682.4
PLATINA DE COBRE 50 X 5MM	02=SUB ESTACION	M=AEREA MONOPOSTE	NSOLES	63.43	18	114.174
PLATINA DE COBRE 60 X 8MM	02=SUB ESTACION	M=AEREA MONOPOSTE	NSOLES	125.61	2.5	314.025
CEMENTO ESPECIAL CONDUCTIVO USADO PARA SISTEMAS EL	01=MEDIA TENSION	A=AÉREO	NSOLES	39.02	14	546.28
BENTONITA SODICA P/POZOS DE TIERRA	02=SUB ESTACION	M=AEREA MONOPOSTE	NSOLES	0.43	96	4128
SAL GRANO INDUSTRIAL PARA POZOS DE TIERRA CLORURO	02=SUB ESTACION	M=AEREA MONOPOSTE	NSOLES	0.22	300	66
CINTILLO DE NYLON DE COLOR NEGRO DE 1/2 (368MM	02=SUB ESTACION	M=AEREA MONOPOSTE	NSOLES	0.15	20	3
CONDUCTOR CABLEADO DESNUDO ALEACION ALUMINIO 70MM2	01=MEDIA TENSION	A=AÉREO	NSOLES	1.96	600	1176
CABLE A.O.GO.TIPO B DE 5/ 16.5080KG.MANO IZQ.7 HI	01=MEDIA TENSION	A=AÉREO	NSOLES	2.28	30	68.4
ELECTRODO P.PUESTA A TIERRA TP.COPPERWELD 9/16 X	02=SUB ESTACION	M=AEREA MONOPOSTE	NSOLES	30.94	2	61.88
CONDUCTOR SOLIDO TW 750V UNIP.AZUL 1X 2.5MM2.	02=SUB ESTACION	M=AEREA MONOPOSTE	NSOLES	0.71	3	2.13
CONDUCTOR SOLIDO TW 750V UNIP.AMARI. 1X 2.5MM2.	02=SUB ESTACION	M=AEREA MONOPOSTE	NSOLES	0.7	3	2.1
CONDUCTOR SOLIDO TW 750V UNIP.NEGRO 1X 2.5MM2.	02=SUB ESTACION	M=AEREA MONOPOSTE	NSOLES	0.69	3	2.07
CONDUCTOR SOLIDO TW 750V UNIP.ROJO 1X 2.5MM2.	02=SUB ESTACION	M=AEREA MONOPOSTE	NSOLES	0.69	3	2.07
CONDUCTOR SOLIDO TW 750V UNIP.VERDE 1X 2.5MM2.	02=SUB ESTACION	M=AEREA MONOPOSTE	NSOLES	0.7	3	2.1
CONDUCTOR CABLEADO TW 750V.UNIP.AMARI. 1X 35 MM2	01=MEDIA TENSION	A=AÉREO	NSOLES	9.25	170	1572.5
CONDUCTOR CABLEADO TW 750V UNIP.AMARI. 1X 70MM2.	01=MEDIA TENSION	A=AÉREO	NSOLES	18.62	16.5	307.23
CABLE DE ENERGIA TRIPOLAR TIPO N2XY 3 - 1X 10MM2	02=SUB ESTACION	M=AEREA MONOPOSTE	NSOLES	8.77	12	105.24
CABLE DE ENERGIA TRIPOLAR TIPO NA2XY 3 - 1X 70MM2	02=SUB ESTACION	M=AEREA MONOPOSTE	NSOLES	9.59	13	124.67
CONECTOR TERMINAL A COMPRESION DE COBRE P.CABLE 35	02=SUB ESTACION	M=AEREA MONOPOSTE	NSOLES	2.64	14	36.96
CONECTOR TERMINAL A COMPRESION BIMETALICO P.CABLE	02=SUB ESTACION	M=AEREA MONOPOSTE	NSOLES	18.86	6	113.16
CINTA AISLANTE TERMOPLASTICA DE PVC DE 19MM X 20M	02=SUB ESTACION	M=AEREA MONOPOSTE	NSOLES	2.54	1	2.54
CINTA AISLANTE TERMOPLASTICA DE PVC DE 19MM X 20M	02=SUB ESTACION	M=AEREA MONOPOSTE	NSOLES	2.53	1	2.53
CINTA AISLANTE TERMOPLASTICA DE PVC DE 19MM X 20M	02=SUB ESTACION	M=AEREA MONOPOSTE	NSOLES	2.51	1	2.51
TUBO TERMOCONTRAIBLE P.CABLE SECO ALUMINIO 1KV 70M	02=SUB ESTACION	M=AEREA MONOPOSTE	NSOLES	2.46	12	29.52
CINTA AISLANTE MASTIC DE GOMA AUTOFUNDENTE C.SOPOR	02=SUB ESTACION	M=AEREA MONOPOSTE	NSOLES	66.49	1	66.49
AISLADOR POLIMERIC TP.SUSPENSION / ANCLAJE 22.9KV	01=MEDIA TENSION	A=AÉREO	NSOLES	32.35	35	1132.25
AISLADOR POLIMERIC TP.PIN P/LINEAS AEREAS 22.9KV.	01=MEDIA TENSION	A=AÉREO	NSOLES	114.68	18	2064.24
AISLADOR SOPORTE PORTABARRA RESINA EPOXICA TP.BISF	02=SUB ESTACION	M=AEREA MONOPOSTE	NSOLES	25.88	6	155.28
POSTE C.A.C. 13/400/180/375 P.L.A.B.T O MT	02=SUB ESTACION	M=AEREA MONOPOSTE	NSOLES	966	1	966
POSTE C.A.C. 15/400/210/435 P.L.A.B.T O MT	01=MEDIA TENSION	A=AÉREO	NSOLES	1546.96	5	7734.8
MENSULA C.A.V. 100/250/245 P.MONTAJE EN POSTE	01=MEDIA TENSION	A=AÉREO	NSOLES	44.36	2	88.72
MENSULA C.A.V. 100/250/275 P.MONTAJE EN POSTE	01=MEDIA TENSION	A=AÉREO	NSOLES	43.16	4	172.64
PLATAFORMA SOPORTE C.A.V. 160MM / 1800KG / 350MM	01=MEDIA TENSION	A=AÉREO	NSOLES	259.37	1	259.37

ZAPATA CONCRETO ARMADO 400 MMD. P. VIENTO.	01=MEDIA TENSION	A=AÉREO	NSOLES	13.95	12	167.4
ZAPATA CONCR.ARMADO 700X700MM.TP.CRUZ P.ANCL.VIENT	01=MEDIA TENSION	A=AÉREO	NSOLES	26.73	2	53.46
BASE DE CONCRETO ARMADO SIN BUZON P.TABLERO D.S. Y	02=SUB ESTACION	M=AEREA MONOPOSTE	NSOLES	478.07	1	478.07
BOVEDA CONCRETO C.TAPA P.ELECTRODO DE PUESTA A TIE	01=MEDIA TENSION	A=AÉREO	NSOLES	23.33	7	163.31
MENSULA DE MADERA DE 4 X 5 X 7 PIES CON TRATAMIE	01=MEDIA TENSION	A=AÉREO	NSOLES	98.59	26	2563.34
DIAGONAL ACERO GALV. 45MM X 45MM X 148M X 4MM	01=MEDIA TENSION	A=AÉREO	NSOLES	26.94	26	700.44
CONECTOR DE DERIVACION DE COBRE ESTAÑADO TP.CUÑA P	02=SUB ESTACION	M=AEREA MONOPOSTE	NSOLES	109	3	3.27
CONECTOR DE DERIVACION A COMPRESION TIPO G P.CONDU	02=SUB ESTACION	M=AEREA MONOPOSTE	NSOLES	16.13	14	225.82
CONECTOR BIMETALICO DE DERIVACION A COMPRESION TIP	02=SUB ESTACION	M=AEREA MONOPOSTE	NSOLES	3.44	3	10.32
AMARRE DOBLE DE ALUMINIO 4 AWG 1800MM LONG. P.AISL	01=MEDIA TENSION	A=AÉREO	NSOLES	4.81	16	76.96
AMARRE DOBLE DE ALUMINIO 4 AWG 1800MM LONG. P.AISL	01=MEDIA TENSION	A=AÉREO	NSOLES	4.81	2	9.62
AMARRE PREFORMADO P.SUJECION CABLE DE VIENTO DE AC	01=MEDIA TENSION	A=AÉREO	NSOLES	8.68	8	69.44
GRAPA DE ANCLAJE TP.PISTOLA DE ALEACION DE ALUMINI	01=MEDIA TENSION	A=AÉREO	NSOLES	22.38	33	738.54
ARANDELA CUADRADA PLANA DE ACERO GALV. 55 X 55 X 4	01=MEDIA TENSION	A=AÉREO	NSOLES	0.81	182	147.42
ARANDELA CUADRADA CURVA DE ACERO GALV. 75 X 75 X 4	01=MEDIA TENSION	A=AÉREO	NSOLES	1.28	16	20.48
VARILLA ROSCADA AC.GALV. 16MMD. X 250MML. LAEREA S	01=MEDIA TENSION	A=AÉREO	NSOLES	3.95	32	126.4
VARILLA ROSCADA AC.GALV. 16MMD. X 550MML. LAEREA S	01=MEDIA TENSION	A=AÉREO	NSOLES	7.14	57	406.98
OJAL ROSCADO AC.GALV. DE 5/8PULG.D. X80MML. P.LA.	01=MEDIA TENSION	A=AÉREO	NSOLES	4.71	33	155.43
PERNO ANGULAR DE ACERO GALV. 5/8 X 12 ROSCA 6 C	01=MEDIA TENSION	A=AÉREO	NSOLES	8.14	2	16.28
PLANCHA DE COBRE P.LINEA A TIERRA C.AGUJERO 20MM D	01=MEDIA TENSION	A=AÉREO	NSOLES	4.79	60	287.4
BARRA C.OJO (VARILLA DOBLADA SOLDADA) DE ANCLAJE D	01=MEDIA TENSION	A=AÉREO	NSOLES	28.57	2	57.14
BRAZO DE APOYO TP.VIOLIN DE ACERO GALV. 2 X 875MM	01=MEDIA TENSION	A=AÉREO	NSOLES	40.59	2	81.18
TRANSFORMADOR POT.TRIF.10/0.23KV.CONVENC. 50KVA	02=SUB ESTACION	M=AEREA MONOPOSTE	NSOLES	1	1	1
TRANSFORMADOR DE CORRIENTE P.MEDICION S.BARRA PASA	02=SUB ESTACION	M=AEREA MONOPOSTE	NSOLES	92.18	2	184.36
FUSIBLE DE EXPULSION TIPO K - ANSICABEZA REMOVIBL	02=SUB ESTACION	M=AEREA MONOPOSTE	NSOLES	9.73	3	29.19
SECCIONADOR FUSIBLE UNIPOLAR 22.9KV 100A 8KA 150KV	02=SUB ESTACION	M=AEREA MONOPOSTE	NSOLES	386.77	3	1160.31
BASE PORTAFUSIBLE TRIPOLAR SECCIONADOR P.FUSIBLE N	02=SUB ESTACION	M=AEREA MONOPOSTE	NSOLES	55.7	1	55.7
BASE PORTAFUSIBLE TRIPOLAR SECCIONADOR P.FUS. NH D	02=SUB ESTACION	M=AEREA MONOPOSTE	NSOLES	228.55	2	457.1
INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO BIPOLAR CURVA C 220V 16	02=SUB ESTACION	M=AEREA MONOPOSTE	NSOLES	6.07	1	6.07
RECEPTACULO C.SOPORTE P.CONTROL FOTOELECTRICO DEL	02=SUB ESTACION	M=AEREA MONOPOSTE	NSOLES	6.23	1	6.23
CONTROL FOTOELECTRICO TP.ACCIONAMIENTO ELECTRONICO	02=SUB ESTACION	M=AEREA MONOPOSTE	NSOLES	14.14	1	14.14
CONTACTOR ELECTROMAGNETICO TRIPOLAR 80A 220V 60HZ	02=SUB ESTACION	M=AEREA MONOPOSTE	NSOLES	245.61	1	245.61
CAJA P.TABLERO DE DISTRIBUCION SECUNDARIA Y A.P. P	02=SUB ESTACION	M=AEREA MONOPOSTE	NSOLES	98147	1	98147
ABRAZADERA DE ACERO GALV. 160 - 190MM DIAM. C.4 PE	02=SUB ESTACION	M=AEREA MONOPOSTE	NSOLES	30.92	2	61.84
ABRAZADERA DE ACERO GALV. 160 - 190MM DIAM. C.4 PE	01=MEDIA TENSION	A=AÉREO	NSOLES	30.92	1	30.92
ABRAZADERA DE ACERO GALV. 230 - 267MM DIAM. C.4 PE	01=MEDIA TENSION	A=AÉREO	NSOLES	39.01	6	234.06
ABRAZADERA DE ACERO GALV. 190 - 225MM DIAM. C.4 PE	01=MEDIA TENSION	A=AÉREO	NSOLES	38.17	6	229.02
PERFIL SIMETRICO (RIEL DIN) P. INTERRUPT. BIP. Y TR	02=SUB ESTACION	M=AEREA MONOPOSTE	NSOLES	2.28	1	2.28
ACCESORIO DE ACERO GALV.P.ANCLAJE DE TRANSFORMADOR	02=SUB ESTACION	M=AEREA MONOPOSTE	NSOLES	43.66	2	87.32
CONECTOR BRONCE P.ELECTRODO DE PUESTA A TIERRA 5/8	01=MEDIA TENSION	A=AÉREO	NSOLES	4.79	7	33.53
COSTO TOTAL DE LA RED PRIMARIA						30668.519

ANEXO 10: Costo de la red secundaria

Detalle de Materiales para la SST No 1865941						
Descripción	Tipo Valor.	STP Valor.	Moneda	Precio Liquidación	Cant. Ejec Und.	Total Ejec \$/.
FLEJE AC. INOX. ANCHO 19MM.	04=ALUMBRADO PUBLICO	A=ÁEREO	NSOLES	3.17	61	193.37
FLEJE AC. INOX. ANCHO 19MM.	03=BAJA TENSION	A=ÁEREO	NSOLES	3.17	21	66.57
FLEJE AC. INOX. ANCHO 19MM.	03=BAJA TENSION	S=SUBTERRÁNEO	NSOLES	3.17	0	0
GRAPA (HEBILLA) AC. INOX. P.FLEJE 19MM ANCHO.	03=BAJA TENSION	S=SUBTERRÁNEO	NSOLES	0.92	0	0
GRAPA (HEBILLA) AC. INOX. P.FLEJE 19MM ANCHO.	03=BAJA TENSION	A=ÁEREO	NSOLES	0.92	86	79.12
GUARDACABO DE ACERO GALV. P.CABLE 13MM DIAM. 15MM	04=ALUMBRADO PUBLICO	A=ÁEREO	NSOLES	1.31	74	96.94
GUARDACABO DE ACERO GALV. P.CABLE 13MM DIAM. 15MM	03=BAJA TENSION	A=ÁEREO	NSOLES	1.31	90	117.9
TUBO DE PVC TIPO SAP DE 11/2 DIAM. CLASE PESADA	03=BAJA TENSION	S=SUBTERRÁNEO	NSOLES	2.62	0	0
TUBO DE PVC TIPO SAP DE 11/2 DIAM. CLASE PESADA	03=BAJA TENSION	A=ÁEREO	NSOLES	2.62	12	3144
TUBO DE PVC TIPO SAP DE 2/ 60MM DIAM. EXTERIOR C	03=BAJA TENSION	S=SUBTERRÁNEO	NSOLES	4.29	0	0
TUBO DE PVC TIPO SAP DE 3/ 80MM DIAM.P.INSTALACI	03=BAJA TENSION	A=ÁEREO	NSOLES	8.51	12	102.12
TUBO DE PVC TIPO SAP DE 3/ 80MM DIAM.P.INSTALACI	03=BAJA TENSION	S=SUBTERRÁNEO	NSOLES	8.51	0	0
TUBO DE PVC TIPO SAP DE 4/ 100MM DIAM.P.INSTALAC	03=BAJA TENSION	S=SUBTERRÁNEO	NSOLES	11.45	0	0
CEMENTO ESPECIAL CONDUCTIVO USA DO PARA SISTEMAS EL	03=BAJA TENSION	A=ÁEREO	NSOLES	39.02	12	468.24
DUCTO DE CONCRETO ALIGERADO DE 4 VIAS 90MM DIAM. X	03=BAJA TENSION	A=ÁEREO	NSOLES	29.39	5	146.95
DUCTO DE CONCRETO ALIGERADO DE 4 VIAS 90MM DIAM. X	03=BAJA TENSION	S=SUBTERRÁNEO	NSOLES	29.39	0	0
CINTILLO DE NYLON DE COLOR NEGRO DE 14 1/2 (368MM	03=BAJA TENSION	A=ÁEREO	NSOLES	0.15	150	22.5
CONDUCTOR CABLEADO DESNUDO CU TEM PLE BLANDO 70MM2	03=BAJA TENSION	A=ÁEREO	NSOLES	18.25	0	0
CABLE AO.GO.TIPO B DE 5/16.5080KG.MANO IZQ.7 HI	03=BAJA TENSION	A=ÁEREO	NSOLES	2.28	63	143.64
CONDUCTOR CABLEADO UNIPOLAR TIPO TW 16MM2 COLOR AM	03=BAJA TENSION	A=ÁEREO	NSOLES	4.41	167	736.47
CONDUCTOR CABLEADO TW 750V UNIP. AMARIL 1X 70MM2.	03=BAJA TENSION	A=ÁEREO	NSOLES	18.62	29.8	554.876
CONDUCTOR SOLIDO TWT 450/750V BIPOLAR 2X 15 MM2.	04=ALUMBRADO PUBLICO	A=ÁEREO	NSOLES	102	72.2	73.644
CONDUCTOR SOLIDO TWT 450/750V BIPOLAR 2X 15 MM2.	04=ALUMBRADO PUBLICO	A=ÁEREO	NSOLES	102	52.6	53.652
CABLE CONCENTRICO TRIPOLAR DE COBRE 6MM2 P.ACOMETI	03=BAJA TENSION	A=ÁEREO	NSOLES	7.3	0	0
CABLE DE ENERGIA AUTOPORTANTE TIPO CAAI-S VW-12X1	04=ALUMBRADO PUBLICO	A=ÁEREO	NSOLES	3.03	0	0
CABLE DE ENERGIA AUTOPORTANTE TIPO CAAI-S VW-12X1	03=BAJA TENSION	A=ÁEREO	NSOLES	3.03	800	2424
CABLE DE ENERGIA AUTOPORTANTE TIPO CAAI-S VW-13X1	03=BAJA TENSION	A=ÁEREO	NSOLES	3.99	401	1599.99
CABLE DE ENERGIA AUTOPORTANTE TIPO CAAI-S VW-13X3	03=BAJA TENSION	A=ÁEREO	NSOLES	6.12	1717	1050.804
CABLE DE ENERGIA AUTOPORTANTE TIPO CAAI-S VW-13X7	03=BAJA TENSION	A=ÁEREO	NSOLES	11.93	260	31018
CABLE DE ENERGIA TRIPOLAR TIPO N2XY 3 - 1X 10MM2	03=BAJA TENSION	S=SUBTERRÁNEO	NSOLES	8.77	0	0
CABLE DE ENERGIA TRIPOLAR TIPO N2XY 3 - 1X 16MM2	03=BAJA TENSION	A=ÁEREO	NSOLES	13.8	63	869.4
CABLE DE ENERGIA TRIPOLAR TIPO N2XY 3 - 1X 16MM2	03=BAJA TENSION	S=SUBTERRÁNEO	NSOLES	13.8	0	0
CABLE DE ENERGIA TRIPOLAR TIPO NA2XY 3 - 1X 70MM2	03=BAJA TENSION	S=SUBTERRÁNEO	NSOLES	9.59	0	0
CABLE DE ENERGIA TRIPOLAR TIPO NA2XY 3 - 1X 120MM	03=BAJA TENSION	S=SUBTERRÁNEO	NSOLES	15.47	0	0
CABLE DE ENERGIA TRIPOLAR TIPO NA2XY 3 - 1X 120MM	03=BAJA TENSION	A=ÁEREO	NSOLES	15.47	63	974.61
EMPALME DERECHO DERIVACION SIMETRICO UNIPOLAR AUTO	03=BAJA TENSION	S=SUBTERRÁNEO	NSOLES	19.95	0	0
EMPALME TERM OCONTRAIBLE UNIPOLAR DERECHO/DERIVACIO	03=BAJA TENSION	A=ÁEREO	NSOLES	6.46	6	38.76
EMPALME DERECHO DERIVACION UNIPOLAR AUTOFUNDENTE P	03=BAJA TENSION	A=ÁEREO	NSOLES	15.53	200	3106
EMPALME DERECHO DERIVACION UNIPOLAR AUTOFUNDENTE P	03=BAJA TENSION	A=ÁEREO	NSOLES	22.18	0	0
EMPALME DERECHO DERIVACION UNIPOLAR AUTOFUNDENTE P	03=BAJA TENSION	A=ÁEREO	NSOLES	29.46	0	0
EMPALME DERECHO DERIVACION UNIPOLAR AUTOFUNDENTE P	03=BAJA TENSION	S=SUBTERRÁNEO	NSOLES	65.28	0	0
EMPALME DERECHO DERIVACION UNIPOLAR AUTOFUNDENTE P	04=ALUMBRADO PUBLICO	A=ÁEREO	NSOLES	65.28	0	0
EMPALME DERECHO DERIVACION UNIPOLAR AUTOFUNDENTE P	03=BAJA TENSION	A=ÁEREO	NSOLES	65.28	3	195.84
EMPALME DERECHO DERIVACION SIMETRICO UNIPOLAR TERM	03=BAJA TENSION	A=ÁEREO	NSOLES	28.9	3	86.7
CONECTOR MECANICO EN DERIVACION DE ALEACION DE ALU	03=BAJA TENSION	A=ÁEREO	NSOLES	20.79	3	62.37
CINTA SEÑALIZADORA AMARILLA P.CABLES SUBTERRANEOS	03=BAJA TENSION	A=ÁEREO	NSOLES	0.21	180	37.8
CINTA SEÑALIZADORA AMARILLA P.CABLES SUBTERRANEOS	03=BAJA TENSION	S=SUBTERRÁNEO	NSOLES	0.21	0	0
ETIQUETAS MARCACION EMPALMES SUBTERRANEOS 85X50MM.	03=BAJA TENSION	S=SUBTERRÁNEO	NSOLES	1.55	0	0
ETIQUETAS MARCACION EMPALMES SUBTERRANEOS 85X50MM.	03=BAJA TENSION	A=ÁEREO	NSOLES	1.55	8	12.4
CONECTOR TERMINAL MECANICO DE ALEACION DE ALUMINIO	03=BAJA TENSION	A=ÁEREO	NSOLES	33.66	6	201.96
AISLADOR TENSION PORCELANA CLASE ANSIS4-2 P.VI	03=BAJA TENSION	A=ÁEREO	NSOLES	8.11	4	32.44
AISLADOR TENSION PORCELANA CLASE ANSIS4-2 P.VI	04=ALUMBRADO PUBLICO	A=ÁEREO	NSOLES	8.11	9	72.99
POSTE C.A. 8.7/200/150/280 P. A.P. Y/O L.A.B.T.	03=BAJA TENSION	A=ÁEREO	NSOLES	364	2	728
ZAPATA CONCRETO ARMADO 400 MMD. P. VIENTO.	03=BAJA TENSION	A=ÁEREO	NSOLES	13.95	1	13.95
BOVEDA CONCRETO C.TAPA P.ELECTRODO DE PUESTA A TIE	03=BAJA TENSION	A=ÁEREO	NSOLES	23.33	10	233.3
POSTE DE POLIESTER REFORZADO EN FIBRA DE VIDRIO 7,	03=BAJA TENSION	A=ÁEREO	NSOLES	623.32	31	19322.92
POSTE DE POLIESTER REFORZADO EN FIBRA DE VIDRIO 8,	03=BAJA TENSION	A=ÁEREO	NSOLES	838.71	6	5032.26

MENSULA DE MADERA DE 4 X 5 X 4 PIES CON TRATAMIE	03=BAJA TENSION	A=AÉREO	NSOLES	6134	18	1104.12
DIAGONAL ACERO GALV. 45MM X 45MM X 107M X 4MM	03=BAJA TENSION	A=AÉREO	NSOLES	19.02	20	380.4
PASTORAL DE ACERO GALV. PS / 0,275 / 1,7 / 112	04=ALUMBRADO PUBLICO	A=AÉREO	NSOLES	39.04	4	156.16
PASTORAL DE ACERO GALV. PS / 0,275 / 2,17 / 112	04=ALUMBRADO PUBLICO	A=AÉREO	NSOLES	53.31	33	1759.23
CONECTOR CUÑA.TP.MINIW.CU.16/15-6MM 2	04=ALUMBRADO PUBLICO	A=AÉREO	NSOLES	3.63	0	0
CONECTOR CUÑA.TP.MINIW.CU.16/10MM 2	03=BAJA TENSION	A=AÉREO	NSOLES	3.42	0	0
CONECTOR CUÑA.TP.MINIW.CU.35/10MM 2	03=BAJA TENSION	A=AÉREO	NSOLES	3.58	0	0
CONECTOR CUÑA.TP.MINIW.CU.35/16MM 2	03=BAJA TENSION	A=AÉREO	NSOLES	3.89	12	46.68
CONECTOR DERIV.TIPO CU?A AL 50-70/CU-AL 16MM 2, BIM	03=BAJA TENSION	A=AÉREO	NSOLES	3.74	9	33.66
CONECTOR CUÑA.TP.MINIW.CU.16/16MM 2	03=BAJA TENSION	A=AÉREO	NSOLES	4.01	25	100.25
CONECTOR CUÑA.TP.MINIW.CU.35/35MM 2	03=BAJA TENSION	A=AÉREO	NSOLES	3.7	0	0
CONECTOR CUÑA.TP.MINIW.CU.50-70/35-50MM 2	03=BAJA TENSION	A=AÉREO	NSOLES	3.78	0	0
CONECTOR CUÑA.TP.MINIW.CU.70/70MM 2	03=BAJA TENSION	A=AÉREO	NSOLES	3.9	3	117
CONECTOR DE DERIVACION DE COBRE ESTAÑADO TP.CUÑA P	03=BAJA TENSION	A=AÉREO	NSOLES	3.14	150	471
CONECTOR DE DERIVACION DE COBRE ESTAÑADO TP.CUÑA P	03=BAJA TENSION	A=AÉREO	NSOLES	2.05	0	0
CONECTOR BIMETALICO DE DERIVACION A COMPRESION TIP	03=BAJA TENSION	S=SUBTERRÁNEO	NSOLES	2.07	0	0
CONECTOR BIMETALICO DE DERIVACION A COMPRESION TIP	03=BAJA TENSION	A=AÉREO	NSOLES	3.44	0	0
CONECTOR BIMETALICO DE DERIVACION A COMPRESION TIP	04=ALUMBRADO PUBLICO	A=AÉREO	NSOLES	8.93	0	0
CONECTOR BIMETALICO DE DERIVACION A COMPRESION TIP	03=BAJA TENSION	A=AÉREO	NSOLES	8.93	6	53.58
CONECTOR BIMETALICO DE DERIVACION A COMPRESION TIP	03=BAJA TENSION	S=SUBTERRÁNEO	NSOLES	8.93	0	0
CONECTOR BIMET.FORRADO TP.PERFORACION / PIERCING P	04=ALUMBRADO PUBLICO	A=AÉREO	NSOLES	3.36	8	26.88
CONECTOR BIMET.FORRADO TP.PERFORACION / PIERCING P	03=BAJA TENSION	A=AÉREO	NSOLES	5.79	44	254.76
CONECTOR BIMET.FORRADO TP.PERFORACION / PIERCING P	03=BAJA TENSION	A=AÉREO	NSOLES	3.67	0	0
AMARRE PREFORMADO P.SUJECION CABLE DE VIENTO DE A C	03=BAJA TENSION	A=AÉREO	NSOLES	8.68	36	312.48
GRAPA DE DOS VIAS CON 2 PERNOS GALV.CALIENTE	03=BAJA TENSION	A=AÉREO	NSOLES	7.01	170	11917
ARANDELA CUADRADA PLANA DE ACERO GALV. 55 X 55 X 4	03=BAJA TENSION	A=AÉREO	NSOLES	0.81	140	113.4
ARANDELA CUADRADA CURVA DE ACERO GALV. 55 X 55 X 5	03=BAJA TENSION	A=AÉREO	NSOLES	0.87	130	113.1
VARILLA ROSCADA A C.GALV. 16MM D. X 250MML. LAEREAS	03=BAJA TENSION	A=AÉREO	NSOLES	3.95	4	15.8
VARILLA ROSCADA A C.GALV. 16MM D. X 450MML. LAEREAS	03=BAJA TENSION	A=AÉREO	NSOLES	7.21	24	173.04
OJAL ROSCADO AC.GALV. DE 5/8PULG.D. X80MML. P.L.A.	03=BAJA TENSION	A=AÉREO	NSOLES	4.71	80	376.8
ESLABON ANGULAR DE ACERO GALV. 17,50MM P.ENLACE EN	03=BAJA TENSION	A=AÉREO	NSOLES	5.99	9	53.91
PERNO CON OJAL DE ACERO GALV. 5/8 X 10, ROSCA 6	03=BAJA TENSION	A=AÉREO	NSOLES	9.72	40	388.8
PERNO ANGULAR DE ACERO GALV. 5/8 X 12 ROSCA 6 C	03=BAJA TENSION	A=AÉREO	NSOLES	8.14	0	0
PLANCHA DE COBRE P.LINEA A TIERRA C.AGUJERO 20MM D	03=BAJA TENSION	A=AÉREO	NSOLES	4.79	18	86.22
PERNO DE ACERO GALV. DE CABEZA HEXAGONAL 5/8 X 10	03=BAJA TENSION	A=AÉREO	NSOLES	5.31	34	180.54
BARRA C.OJO DE ANCLAJE DE ACERO GALV. 5/8 X 650MM	03=BAJA TENSION	A=AÉREO	NSOLES	12.63	1	12.63
BARRA C.OJO (VARILLA DOBLADA SOLDADA) DE ANCLAJE D	03=BAJA TENSION	A=AÉREO	NSOLES	28.57	11	314.27
CANALETA PROTECTORA ACERO GALV. 2200MM P.PROTEGER	03=BAJA TENSION	A=AÉREO	NSOLES	25.16	14	352.24
BRAZO DE APOYO TP.VIOLIN DE ACERO GALV. 2 X 875MM	03=BAJA TENSION	A=AÉREO	NSOLES	40.59	12	487.08
LAMPARA TUBULAR DE VAPOR DE SODIO DE ALTA PRESION	04=ALUMBRADO PUBLICO	A=AÉREO	NSOLES	14.06	33	463.98
LUMINARIA TIPO II MEDIANO HAZ SEMIRECORTADO NA 150	04=ALUMBRADO PUBLICO	A=AÉREO	NSOLES	187.18	33	6176.94
CAJA NO METALICA DE DERIVACION Y ACOMETIDA EN REDE	03=BAJA TENSION	A=AÉREO	NSOLES	94.53	20	1890.6
ABRAZADERA DE ACERO GALV. 180 - 190MM DIAM. C.4 PE	03=BAJA TENSION	A=AÉREO	NSOLES	30.92	6	185.52
ABRAZADERA POSTE C.A. 160MMD.C/GANCHO ACOMET.DOMIC.	03=BAJA TENSION	A=AÉREO	NSOLES	18.02	20	360.4
ABRAZADERA ACERO GALV.SIMPLE 3/16 X 1 1/2 P.PAST	04=ALUMBRADO PUBLICO	A=AÉREO	NSOLES	12.37	76	940.12
CONECTOR BRONCE P.ELECTRODO DE PUESTA A TIERRA 5/8	03=BAJA TENSION	A=AÉREO	NSOLES	4.79	7	33.53
COSTO TOTAL DE LA RED PRIMARIA						60707.246

ANEXO 11: Esquema unifilar del alimentador VM-02

