

UNIVERSIDAD NACIONAL TECNOLÓGICA DE LIMA SUR

FACULTAD DE INGENIERÍA Y GESTIÓN

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA



“AMPLIACIÓN DE RED DE MEDIA TENSIÓN EN LA ZONA 5 DE SANTA ROSA DE MANCHAY, DISTRITO DE PACHACAMAC -LIMA.”

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

Para optar el Título Profesional de

INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA

PRESENTADO POR EL BACHILLER

PALOMINO GÓMEZ, RAÚL LORENZO

Villa El Salvador

2019

DEDICATORIA

Este trabajo se lo dedico a mis padres Norma y Marcelino, a mis hermanas Haydee y Ana que siempre han estado conmigo en cada paso, pendientes de mi bienestar y de mis logros.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a los profesores que contribuyeron a mi desarrollo académico a lo largo de estos años; a mis compañeros, hoy amigos, por hacer de este recorrido bastante entretenido, y al ingeniero Richard Navarro por sus consejos para el desarrollo de este trabajo.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	8
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	9
1.1. Descripción de la Realidad Problemática	9
1.2. Justificación del Problema	9
1.3. Delimitación de Proyecto	10
1.3.1. Teórica	10
1.3.2. Temporal	11
1.3.3. Espacial.....	11
1.4. Formulación del Problema	11
1.4.1. Problema General	11
1.4.2. Problemas Específicos	11
1.5. Objetivos del Trabajo de Suficiencia Profesional	12
1.5.1. Objetivo General:	12
1.5.2. Objetivos Específicos:	12
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	13
2.1. Antecedentes	13
2.2. Bases Teóricas	14
2.2.1. Sistema de distribución	14
2.2.2. Subestaciones de distribución	15
2.2.3. El transformador.....	17
2.2.4. Redes de distribución aéreas	19
2.2.5. Punto de diseño	20
2.2.6. Fusibles	20
2.2.7. Línea base de costos	22
2.2.8. Cronograma del proyecto	23
2.3. Definición de términos básicos	23
CAPÍTULO III: DESARROLLO DEL TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL	26
3.1. Modelo de solución propuesto	26
3.2. Resultados	33
3.2.1. Desarrollo de la Ingeniería básica	33
3.2.3. Diagrama Gantt del proyecto.....	45
3.2.4. Curvas del proyecto	47

CONCLUSIONES	49
RECOMENDACIONES	50
BIBLIOGRAFÍA	53
ANEXOS	55

LISTADO DE TABLAS

Tabla N° 1 <i>Coordinación de Fusibles de MT y BT en 22,9 kV</i>	21
Tabla N° 2 <i>Potencia por Lote</i>	28
Tabla N° 3 <i>Demanda de la comunidad</i>	29
Tabla N° 4 <i>Potencia Proyectada</i>	33
Tabla N° 5 <i>Capacidad de conductores de media tensión aérea</i>	34
Tabla N° 6 <i>Costos Estimados de Red de Media Tensión</i>	34
Tabla N° 7 <i>Parámetros Eléctricos</i>	35
Tabla N° 8 <i>Parámetros Eléctricos del conductor</i>	36
Tabla N° 9 <i>Caída de Tensión por Tramos de Red Primaria</i>	37
Tabla N° 10 <i>Características mecánicas del conductor</i>	39
Tabla N° 11 <i>Temperatura y velocidad del viento en tres hipótesis</i>	39
Tabla N° 12 <i>Evaluación de pesos unitarios por hipótesis</i>	39
Tabla N° 13 <i>Evaluación de Hipótesis para cable AAAC 3-1X70mm²</i>	40
Tabla N° 14 <i>Dimensiones de poste de Media Tensión</i>	41
Tabla N° 15 <i>Precio total del proyecto</i>	44
Tabla N° 16 <i>Precio totales de materiales utilizados en proyecto</i>	44
Tabla N° 17 <i>Precio total de mano de obra utilizada en proyecto</i>	44
Tabla N° 18 <i>Flujo de caja semanal durante el proyecto</i>	47
Tabla N° 19 <i>Flujo de caja semanal acumulada durante el proyecto</i>	47

LISTADO DE FIGURAS

<i>Figura N° 1</i> Subestación Aérea Monoposte	16
<i>Figura N° 2</i> Subestación Aérea Biposte	17
<i>Figura N° 3</i> Transformador de distribución.....	18
<i>Figura N° 4</i> Seccionador portafusible.....	22
<i>Figura N° 5</i> Línea Base de Costo, Gastos y Requisitos de Financiamiento.....	22
<i>Figura N° 6</i> Equipos Instalados de Empaques y Polimeros S.A.C.	29
<i>Figura N° 7</i> Suministro de Empaques y Polímeros S.A.C.	30
<i>Figura N° 8</i> En la izquierda, Tensión en suministro N° 1713529.....	30
<i>Figura N° 9</i> En la derecha, Intensidad de Corriente en suministro N° 1713529.....	30
<i>Figura N° 10</i> Reporte de mediciones en suministro N° 1713529	31
<i>Figura N° 11</i> Tensión de salida en bornes de transformador de la SED 53018A.....	31
<i>Figura N° 12</i> Propuesta de solución en Smallworld Desing Manager.	32
<i>Figura N° 13</i> Poste AC-25.....	41
<i>Figura N° 14</i> Poste AC-23.....	42
<i>Figura N° 15</i> Línea en el tiempo de actividades macro.	46
<i>Figura N° 16</i> Curva S del Proyecto.	48

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de suficiencia profesional pretende resolver el problema del aumento de la demanda en el sector zona 5 de Santa Rosa de Manchay, distrito de Pachacamac, provincia de Lima, departamento de Lima, para ello se realizará inspecciones de campo y toma de mediciones con el fin de obtener información fundamental como base para el desarrollo del proyecto.

Después de obtener los datos necesarios, se procederá con la determinación de la máxima demanda para la selección de equipos a utilizar y por consiguiente el montaje electromecánico necesario para las instalaciones.

Una vez seleccionado los materiales a usar se proceden a la elaboración del presupuesto considerando además los costos de mano de obra.

Finalmente se elaborará un diagrama de Gantt mediante el software MS Project para estimar un cronograma en función de tareas críticas a las que se hará seguimiento, también nos permitirá obtener un flujo de caja a fin de controlar el tiempo progresivo de la inversión.

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción de la Realidad Problemática

El aumento de la demanda en el sector zona 5 de Santa Rosa de Manchay, distrito de Pachacamac ha ocasionado problemas de caída de tensión y pérdidas de energía en las redes de distribución eléctrica de Lima Sur, originando el pago de compensaciones económicas a los clientes por parte de la concesionaria Luz del Sur de acuerdo a lo estipulado en la NTCSE. Al mismo tiempo esta situación, no permite atender a nuevos clientes o realizar aumentos de carga ante el crecimiento de la demanda.

1.2. Justificación del Problema

De acuerdo al Título VI: Prestación Del Servicio Público De Electricidad, de la Ley de Concesiones Eléctricas, decreto ley N° 25844, indica:

“Todo solicitante, ubicado dentro de una zona de concesión de distribución, tendrá derecho a que el respectivo concesionario le suministre energía eléctrica, previo cumplimiento de los requisitos y pagos que al efecto fije la presente Ley y el Reglamento, conforme a las condiciones técnicas que rijan en el área. Los pagos efectuados constituyen derecho intransferible a favor del predio para el cual se solicitó.” [1]

De acuerdo a la Norma Técnica de Calidad de los Servicios Eléctricos, Decreto Supremo N° 020-97-EM, Título quinto (Calidad de Producto), indica:

“5.1.3. Compensaciones por mala calidad de tensión.- Los Suministradores deben compensar a sus Clientes por aquellos suministros en los que se haya comprobado que la calidad del producto no satisface los estándares fijados en el numeral 5.1.2 de la Norma (tolerancias).

Las compensaciones se calculan, para el Período de Medición, en función a la energía entregada en condiciones de mala calidad en ese período.” [2]

1.3. Delimitación de Proyecto

1.3.1. Teórica

El trabajo de suficiencia profesional está circunscrito a la elaboración de proyectos bajo lo estipulado en las siguientes leyes y normas:

- ✓ Decreto Ley N° 25844 “Ley de Concesiones Eléctricas” y su Reglamento.
- ✓ Norma Técnica de Calidad de los Servicios Eléctricos.
- ✓ Código Nacional Electricidad Suministro 2011 y Utilización.
- ✓ Norma DGE “Calificación Eléctrica para la elaboración de Proyectos de Subsistemas de Distribución Secundaria” aprobada con R.M. N° 531-2004-MEM/DM.
- ✓ Normas DGE “Terminología en Electricidad” y “Símbolos Gráficos en Electricidad”.
- ✓ Normas técnicas de las instalaciones de la Empresa Concesionaria.
- ✓ Disposiciones municipales según corresponda.
- ✓ Reglamento Nacional de Construcciones vigente.
- ✓ Ley de Protección del Medio Ambiente y Protección del Patrimonio Cultural de la Nación según corresponda.
- ✓ Sistema Legal de Unidades de Medida del Perú (SLUMP).
- ✓ 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 RD N° 018-2002-EM/DGE. Ley de Concesiones Eléctricas DL 25844 y su Reglamento.

1.3.2. Temporal

El Proyecto “Ampliación de red de media tensión en la zona 5 de Santa Rosa de Manchay, distrito de Pachacamac-Lima”, en adelante “Ampliación de red MT Santa Rosa”, se desarrolló en el periodo Junio - Agosto del año 2018.

1.3.3. Espacial

El Proyecto “Ampliación de Red MT Santa Rosa”, se encuentra ubicado en la Zona 5 de la comunidad de Santa Rosa de Manchay – distrito de Pachacamac - Lima.

1.4. Formulación del Problema

1.4.1. Problema General

¿Cómo lograr satisfacer los estándares de calidad de tensión y servicios a las necesidades de ampliación de demanda de la zona 5 de la comunidad de Santa Rosa de Manchay en el distrito de Pachacamac?

1.4.2. Problemas Específicos

- a) ¿Cuánto será la demanda a satisfacer debido a la ampliación de potencia?
- b) ¿Cuál será el equipamiento y materiales necesarios a nivel de ingeniería básica?
- c) ¿Cuánto será el presupuesto del proyecto?
- d) ¿Cómo será el desarrollo del proyecto y cómo será el flujo de caja?

1.5. Objetivos del Trabajo de Suficiencia Profesional

1.5.1. Objetivo General:

Elaborar un proyecto de ampliación de red de distribución, para la zona 5 de la comunidad de Santa Rosa de Manchay, en el distrito de Pachacamac, que satisfaga los estándares de calidad de tensión y servicios.

1.5.2. Objetivos Específicos:

- a) Efectuar los cálculos justificativos de ampliación de la demanda a nivel de ingeniería básica.
- b) Determinar el equipamiento y materiales necesarios a nivel de ingeniería básica.
- c) Elaborar el presupuesto del proyecto.
- d) Determinar el diagrama Gantt y curva S del proyecto.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

Se menciona el trabajo realizado por Brayan Steven Duque Posada en el año 2016 para optar por el grado de Tecnólogo Electricista en la Universidad Tecnológica De Pereira, titulado “Diseño de red eléctrica de distribución secundaria (Baja Tensión) para un sector de 250 viviendas corales –Cuba”. El objetivo principal fue Diseñar una red eléctrica de distribución de baja tensión según los requerimientos que la empresa de energía de Pereira exige para la aprobación de un proyecto de red eléctrica de baja tensión. Su conclusión final fue que Cualquier diseño de red ya sea de baja tensión, de media tensión o de alta tensión debe estar sujeta a los reglamentos nacionales y normas municipales para cualquier diseño eléctrico. [3]

El siguiente trabajo en mención le corresponde al Alex Vicente Girón Castillo en el año 2006 para optar por el grado de Ingeniero Electricista en la Universidad De San Carlos De Guatemala, titulado “Metodología de planificación y expansión para el diseño de Redes eléctricas de distribución radiales-urbanas”. El objetivo general fue Resolver el problema de planificación y expansión de sistemas de distribución eléctricos minimizando el costo de inversión y operando del mismo sistema con una configuración que mejore la calidad del producto y del servicio de acuerdo con los requerimientos de demanda de energía. Cuya conclusión fue que La aplicación de la metodología nos dará una red ordenada que permitirá una explotación más fácil y ágil apuntando a la mejora en la calidad del servicio. [4]

Por último tenemos el trabajo de Roiser Malaquias Tuesta Villalobos en el año 2017 para optar por el grado de Ingeniero Mecánico Electricista en la Universidad Nacional Tecnológica De Lima Sur, titulado “Diseño del sub-sistema de distribución de redes Secundarias de 220v para la electrificación de la Urbanización “el oasis de la planicie” Cieneguilla,

Departamento de Lima". Tuvo como objetivo general Diseñar las Redes Secundarias para la Urbanización "El Oasis de la Planicie" para contribuir en el proceso de electrificación a través de la realización de estudios y evaluaciones necesarias para el abastecimiento de energía eléctrica en las viviendas. Concluyó en que se logró diseñar las Redes Secundarias para la Urbanización "El Oasis de la Planicie" contribuyendo en el proceso de electrificación a través de los estudios y evaluaciones que se realizaron para el abastecimiento de energía eléctrica de las viviendas incrementando las capacidades educativas, productivas y culturales de la zona. [5]

2.2. Bases Teóricas

2.2.1. Sistema de distribución

Un sistema eléctrico de potencia incluye las etapas de generación, transmisión, distribución y utilización de la energía eléctrica, y su función primordial es la de llevar esta energía desde los centros de generación hasta los centros de consumo y por último entregarla al usuario en forma segura y con los niveles de calidad exigidos. [6]

- ✓ Subestaciones receptoras secundarias: donde se transforma la energía recibida de las líneas de subtransmisión y dan origen a los circuitos de distribución primarios.
- ✓ Circuitos primarios: que recorren cada uno de los sectores urbanos y rurales suministrando potencia a los transformadores de distribución a voltajes como 13.2 kV, 11.4 kV, 7620 V, etc.
- ✓ Transformadores de distribución: se conectan a un circuito primario y suministran servicio a los consumidores o abonados conectados al circuito secundario.
- ✓ Circuito secundario: encargados de distribuir la energía a los usuarios con voltajes como 120/208 - 120/240 V y en general voltajes hasta 600 V.

2.2.2. Subestaciones de distribución

Conjunto de instalaciones para transformación y/o seccionamiento de energía eléctrica que le recibe de una red de distribución primaria y la entrega a un subsistema de distribución secundaria, a las instalaciones de alumbrado público, a la red de distribución primaria o a usuarios alimentados a tensiones de distribución primaria o secundaria. Comprende generalmente el transformador de potencia y equipos de maniobra, protección y control, tanto en el lado primario como en el secundario y eventualmente edificaciones para albergarlos

Tipos de Subestaciones:

- **Aérea.-** Se encuentran suspendidos entre uno o dos postes, mientras que el tablero se encuentra al nivel del suelo.
- **Compacta:** Se subdivide de acuerdo a su ubicación
- **Bóveda.-** Es un transformador compacto que incorpora dispositivos de protección y maniobra. Se encuentra de forma subterránea con su respectivo sistema de ventilación, el tablero de distribución en murete a nivel del piso.
- **Pedestal.-** El transformador compacto se encuentra a nivel del suelo.
- **Convencional.-** Se encuentran en casetas.

a) SUBESTACIÓN DE DISTRIBUCIÓN ÁREA MONOPOSTE (SAM)

Son subestaciones que están soportadas en un poste (generalmente de concreto armado pretensado)

En las subestaciones áreas Monoposte, se instalan 2 o 3 transformadores monofásico de 25 kV en conexión Trifásica, aunque también podría instalarse un transformador trifásico de hasta 100kVA máximo si su peso así lo permite, [7].



Figura N° 1 Subestación Aérea Monoposte
Fuente: <https://docplayer.es/15177097-Subestaciones-de-distribucion-ing-lennart-rojas-bravo.html>

b) SUBESTACIÓN DE DISTRIBUCIÓN ÁREA MONOPOSTE (SAB)

Son subestaciones que están soportadas en 2 postes unidos entre sí por una plataforma en la que se asienta el transformador (generalmente de concreto armado pretensado).

En la subestación área biposte se instalan transformadores trifásicos, si la SAB es de 10/ 0.23kV, el transformador puede ser de: 50, 100, 160, 250,400 o 630 kVA nominales, [8].



Figura N° 2 Subestación Aérea Biposte

Fuente: <http://electricproject.com.pe/producto/inversiones-las-arenas-3/>

2.2.3. El transformador

Se denomina transformador a una máquina eléctrica que permite aumentar o disminuir la tensión en un circuito eléctrico de corriente alterna, manteniendo constante la frecuencia.

La potencia que ingresa al equipo no varía en el caso de un transformador ideal (sin pérdidas) pero las máquinas reales presentan un pequeño porcentaje de pérdidas, dependiendo de su diseño, tamaño, etc.

Su funcionamiento se basa en el fenómeno de la inducción electromagnética y están constituidos, en su forma más simple, por dos bobinas devanadas sobre un núcleo cerrado de hierro dulce o hierro silicio.

Las bobinas o devanados se denominan primarios y secundarios según correspondan a la entrada o salida del sistema en cuestión, respectivamente. También existen transformadores con más devanados; en este caso, puede existir un devanado "terciario", de menor tensión que el secundario, [9].



Figura N° 3 Transformador de distribución
Fuente: <http://itesa.com.pe/html/productos.html>

a) Transformadores en aceite

Se caracterizan principalmente por que el núcleo ferromagnético se encuentra totalmente sumergido en aceite, consta de un tanque con tapa, intercambiadores de calor, bombas y cubículo para el aceite.

b) Transformadores tipo seco

Se utiliza en interiores, donde los espacios reducidos y los de transformadores refrigerados en aceite. Su principal característica es que son refrigerados en aire con aislamiento clase F utilizándose resinas epoxi como medio de protección de los arrollamientos siendo innecesario cualquier mantenimiento posterior a la instalación, [10].

2.2.4. Redes de distribución aéreas

En esta modalidad, el conductor que usualmente está desnudo, va soportado a través de aisladores instalados en crucetas, en postes de madera o de concreto.

Al comparársele con el sistema subterráneo tiene las siguientes ventajas:

- Costo inicial más bajo.
- Son las más comunes y materiales de fácil consecución.
- Fácil mantenimiento.
- Fácil localización de fallas.
- Tiempos de construcción más bajos

Y tiene las siguientes desventajas:

- Mal aspecto estético.
- Menor confiabilidad.
- Menor seguridad (ofrece más peligro para los transeúntes).
- Son susceptibles de fallas y cortes de energía ya que están expuestas a: descargas atmosféricas, lluvia, granizo, polvo, temblores, gases contaminantes, brisa salina, vientos, contactos con cuerpos extraños, choques de vehículos y vandalismo, [11].

Las partes principales de un sistema aéreo son esencialmente:

a) Postes: Que pueden ser de madera, concreto o metálicos y sus características de peso, longitud y resistencia a la rotura son determinadas por el tipo de construcción de los circuitos. Son utilizados para sistemas urbanos postes de concreto de 14, 12 y 10 metros con resistencia de rotura de 1050, 750 y 510 kg respectivamente.

b) Conductores: Son utilizados para circuitos primarios el Aluminio y el ACSR desnudos y en calibres 4/0, 2/0, 1/0 y 2 AWG y para circuitos secundarios en cables desnudos o aislados y en los

mismos calibres. Estos circuitos son de 3 y 4 hilos con neutro puesto a tierra. Paralelo a estos circuitos van los conductores de alumbrado público.

c) Crucetas: Son utilizadas crucetas de madera inmunizada o de ángulo de hierro galvanizado de 2 metros para 13.2 kV. y 11.4 kV. con diagonales en varilla o de ángulo de hierro (pié de amigo).

d) Aisladores: Son de tipo ANSI 55.5 para media tensión (espigo y disco) y ANSI 53.3 para baja tensión (carretes).

e) Herrajes: Todos los herrajes utilizados en redes aéreas de baja y mediana tensión son de acero galvanizado. (grapas, varillas de anclaje, tornillos de máquina, collarines, uest, espigos, etc).

f) Equipos de seccionamiento: El seccionamiento se efectúa con cortacircuitos y seccionadores monopolares para operar sin carga (100 A - 200 A).

g) Transformadores y protecciones: Se emplean transformadores monofásicos con los siguientes valores de potencia o nominales: 25 - 37.5 - 50 - 75 kVA y para transformadores trifásicos de 75 -100-150-250-400 kVA protegidos por cortacircuitos, fusible y pararrayos tipo válvula de 12 kV.

2.2.5. Punto de diseño

Es el lugar asignado por el concesionario a partir del cual se debe iniciar el proyecto del sistema de distribución o sistema de utilización en media tensión, [12].

2.2.6. Fusibles

Son dispositivos de protección con característica detectora e interruptora, que operan al paso de una sobrecorriente. Funcionan por la propiedad de la sobrecorriente, que al circular por un conductor produce una elevada temperatura calentando el filamento fusible, fundiéndolo y separándolo, dejando sin continuidad física ni eléctrica un extremo del otro.

Tabla N° 1
Coordinación de Fusibles de MT y BT en 22,9 kV

POTENCIA TRAF0(KVA)	COORDINACIÓN DE FUSIBLES: ALIMENTACIÓN EN 22.9kV						
	TIPO DE SUBESTACIÓN			TIPO DE SUBESTACIÓN			LÁMINA ("LIRA")
	S	C	A	S	C	A	
	FUSIBLE MT (AMPERIOS)			FUSIBLE BT (AMPERIOS)			
TIPO E	TIPO C	TIPO K	TIPO NH				
700	30			630		450	
640							
630		30			630		
550	20			400	500	300	
400							
350	15	20	15	400	400	200	
320							
315							
250	15	15	12	315	400		
200							
160	10	10	8	250	315	250	
150							
100	5		5	200		160	
86							
75			3	100			125
64							
50							
25			1			40	

Fuente: Norma de Distribución LDS PD-9-101

S= Subestación Convencional

C= Subestación Compacta

A= Subestación Aérea

Los fusibles se colocan en un dispositivo llamado portafusiles, que al ser ubicado dentro de un equipo seccionador, cumple la función de interrumpir la corriente eléctrica instantes después de haber ocurrido el cortocircuito; al proporcionar un corte visible generalmente se lo utiliza como dispositivo de maniobra.



Figura N° 4 Seccionador portafusible

Fuente: <http://www.tareasrl.com.ar/wp-content/uploads/2016/05/2-4-1.pdf>

2.2.7. Línea base de costos

La línea base de costos es la versión aprobada del presupuesto por fases del proyecto, excluida cualquier reserva de gestión, que sólo se puede cambiar a través de procedimientos formales de control de cambios, y se utiliza como base de comparación con los resultados reales. Se desarrolla como la suma de los presupuestos aprobados para las diferentes actividades del cronograma, [13].

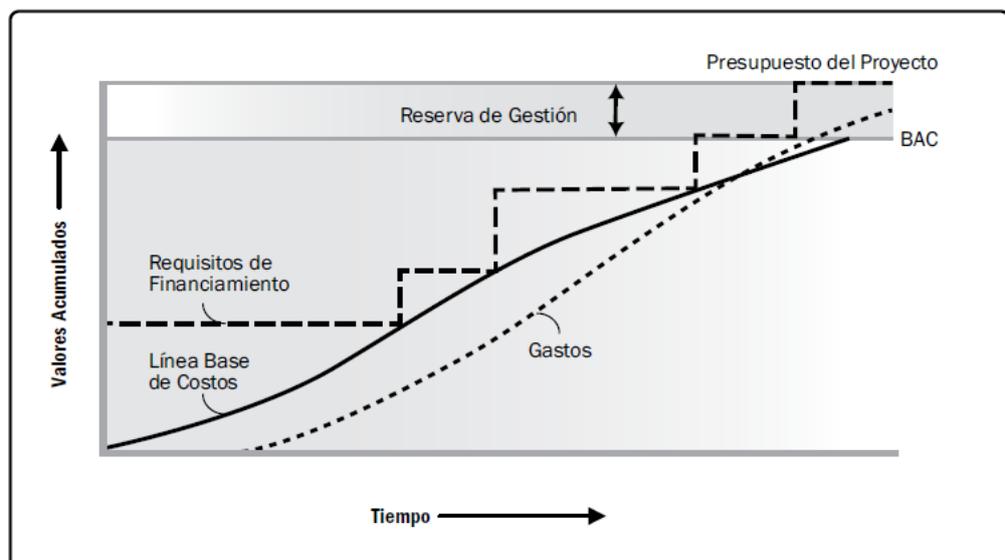


Figura N° 5 Línea Base de Costo, Gastos y Requisitos de Financiamiento

Fuente: PMBOK 5ta edición, pág. 213

2.2.8. Cronograma del proyecto

El cronograma del proyecto incluye las fechas planificadas de inicio y finalización de las actividades del proyecto, los hitos, los paquetes de trabajo y las cuentas de control. Esta información puede utilizarse para sumar los costos correspondientes a los períodos del calendario en los cuales se ha planificado incurrir en dichos costos. (p.209).

2.3. Definición de términos básicos

- **Sistema Eléctrico.-** Circuito o conjunto de circuitos eléctricos interconectados constituido para atender a un determinado objetivo.
- **Sistema Eléctrico de Potencia.-** Conjunto ordenado de elementos y medios físicos que comprendan la generación, transmisión y/o distribución de energía eléctrica, y que conectados y operados como una unidad integral bajo un solo control o supervisión, permiten la prestación del servicio eléctrico.
- **Red.-** Todas las instalaciones y plantas cuya finalidad sea generar, transmitir, y distribuir la electricidad, [14].
- **Red de Energía Eléctrica.-** Instalaciones, subestaciones, líneas o cables para la transmisión, y distribución de la electricidad.
- **Sub Sistema de Transmisión.-** Es aquel destinado a transportar la energía eléctrica suministrada a altas tensiones por un sistema de generación, generalmente a grandes distancias, hasta su entrega a un subsistema de Subtransmisión, sistema de distribución y/o a uno o más usuarios, abarca tanto las redes como las subestaciones intermedias y/o finales de transformación.
- **Sub Sistema de Subtransmisión.-** Es aquel destinado a transportar la energía eléctrica suministrada por un sistema de generación y eventualmente un subsistema de transmisión a un sistema de distribución y/o a uno o más usuarios y abarca tanto las redes como las subestaciones intermedias y/o finales de transformación.

- **Carga.**- Cantidad de potencia dada o recibida en un punto sobre un intervalo de tiempo. Este puede aplicarse a un sistema, parte del sistema, consumidor individual o conjunto de consumidores.
- **Carga Conectada.**- La suma de la medida continua de potencia eléctrica consumida por los aparatos conectados a un sistema, parte de un sistema o consumidores.
- **Carga Contratada.**- Valor convenido entre el suscriptor y la empresa con respecto a la potencia que debe suministrar esta.
- **Puesto a tierra.** - Conectado a tierra o en contacto con ella o conectado a un cuerpo conductivo que actúe como la tierra
- **Punto de entrega.** - Punto de interfaz entre una red de energía eléctrica y un usuario de la energía eléctrica; el usuario podría ser un usuario final o una organización para la distribución de energía eléctrica a los usuarios finales. El Reglamento de la Ley de Concesiones considera el punto de entrega, para los suministros en baja tensión, como la conexión eléctrica entre la acometida y las instalaciones del concesionario. En los casos de media y alta tensión, el concesionario establecerá el punto de entrega en forma coordinada con el usuario, lo que deberá constar en el respectivo contrato de suministro.
- **Seccionador.** - Un dispositivo mecánico de conexión y desconexión utilizada para cambiar las conexiones de un circuito, o para aislar un circuito o equipo de la fuente de alimentación.
- **Subestación.** - Conjunto de instalaciones, incluyendo las eventuales edificaciones requeridas para albergarlas, destinado a la transformación de la tensión eléctrica y al seccionamiento y protección de circuitos o sólo al seccionamiento y protección de circuitos y está bajo el control de personas calificadas.
- **Suministro.** - Conjunto de instalaciones que permiten la alimentación de la energía eléctrica en forma segura y que llega hasta el punto de entrega.
- **Tensión.** - La diferencia de potencial eficaz entre dos conductores cualquiera o entre un conductor y la tierra. Las tensiones están

expresadas en valores nominales a menos que se indique lo contrario. La tensión nominal de un sistema o circuito es el valor asignado al sistema o circuito para una clase dada de tensión con el fin de tener una designación adecuada. La tensión de operación del sistema puede variar por encima o por debajo de este valor, [15].

CAPÍTULO III: DESARROLLO DEL TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

3.1. Modelo de solución propuesto

El objetivo es elaborar un proyecto de ampliación de red de distribución, para la zona 5 de la comunidad de Santa Rosa de Manchay, en el distrito de Pachacamac, que satisfaga los estándares de calidad de tensión y servicios.

3.1.1. Consideraciones para el Diseño del Sub-Sistema de Distribución Primaria en 22.9 kV.

Para la solución a la falta de potencia para la zona 5 de Santa Rosa de Manchay, distrito de Pachacamac, constituido por 59 lotes unifamiliares más una pequeña industria, se elaboró el proyecto de electrificación que contempla el diseño de las redes del Sub-Sistema de Distribución Primaria en 22.9 k V, considerará:

a) Inspecciones de Campo.

Para el diseño del proyecto se tuvo que realizar inspecciones de campo a la agrupación para determinar el recorrido de las redes de media tensión, baja tensión y alumbrado público. A su vez identificar el entorno de trabajo, es decir:

- ✓ Tipo de terreno (plano o con desniveles).
- ✓ Tipo de suelo (arenoso, arcilloso, rocoso, etc).
- ✓ Accesibilidad vial a la agrupación y a sus vías que la conforman.
- ✓ Dificultades para el tendido de redes provocadas por los pobladores (construcción de voladizos, lotes sobresalidos) que generarán el incumplimiento de las distancias mínimas de seguridad exigidas en el Código Nacional de Electricidad (Suministro 2011).

- ✓ Todas las observaciones obtenidas en esta inspección se le informa a la dirigencia de la agrupación, que será transmitida a la población.

b) Planos

El plano de trazado y lotización ha sido visado por la Municipalidad Distrital de Pachacamac, el mismo que establece que es de uso de viviendas unifamiliares.

Este plano servirá como base para plasmar el recorrido de las redes eléctricas del sub-sistema de distribución primaria, secundaria y alumbrado público, donde además se detallará la ubicación de la agrupación, secciones de vías, gráficos técnicos, etc.

c) Punto de Diseño

El punto de diseño será definido por la Concesionaria Luz Del Sur, en adelante "LDS", punto de conexión de donde se iniciará el proyecto "Ampliación de red MT Santa Rosa" que alimentará la subestación proyectada y brindará de energía eléctrica a la agrupación según lo establecido en la RD N° 018-2002- EM/DGE.

d) Cálculo de la Demanda Máxima de Potencia

Clientes unifamiliares proyectados

Para determinar el número de subestaciones necesarias para abastecer de suministro eléctrico a los 59 lotes, se consideraron los siguientes parámetros:

Parámetros para Determinar la Demanda Máxima de Potencia

- ✓ Demanda máxima por lote 900W/lote
- ✓ Factor de simultaneidad 0.5
- ✓ Factor de potencia 0.9

Tabla N° 3
Demanda de la comunidad

Tipo de carga	Cantidad	Potencia (kW)	Factor de potencia	Factor de simultaneidad	Demanda máxima (kW)	Demanda máxima (kVA)
Vivienda	59	0.9	1	0.5	26.55	26.55
Alumbrado Público 70 w	30	0.08	1	1	2.24	2.24
Totales					28.79	28.79

Fuente: Elaboración propia

Cliente Polímeros y Empaques S.A.C.

Este cliente con suministro N° 1713529 y potencia contratada 50 kW, es el principal demandante de energía, mantiene una solicitud para atender un reclamo por caída de tensión N° SAE–EO–1463168.



Figura N° 6 Equipos Instalados de Empaques y Polímeros S.A.C.
 Fuente: Base de datos de LDS.



Figura N° 7 Suministro de Empaques y Polímeros S.A.C.
Fuente: Base de datos de LDS.

Debido a los problemas de caída de tensión, cuyos valores oscilan entre 198 y 200 voltios, el cliente actualmente no puede operar.



Figura N° 8 En la izquierda, Tensión en suministro N° 1713529
Figura N° 9 En la derecha, Intensidad de Corriente en suministro N° 1713529.
Fuente: Base de datos de LDS.

Figura N° 10 Reporte de mediciones en suministro N° 1713529
Fuente: Base de datos de LDS.

Si bien existe posibilidad de aumentar el tap del transformador a fin de mejorar el nivel de tensión en la cola de la red, esta alternativa no es posible debido a actualmente la tensión de salida oscila entre los 237.6 y 224.3 voltios.

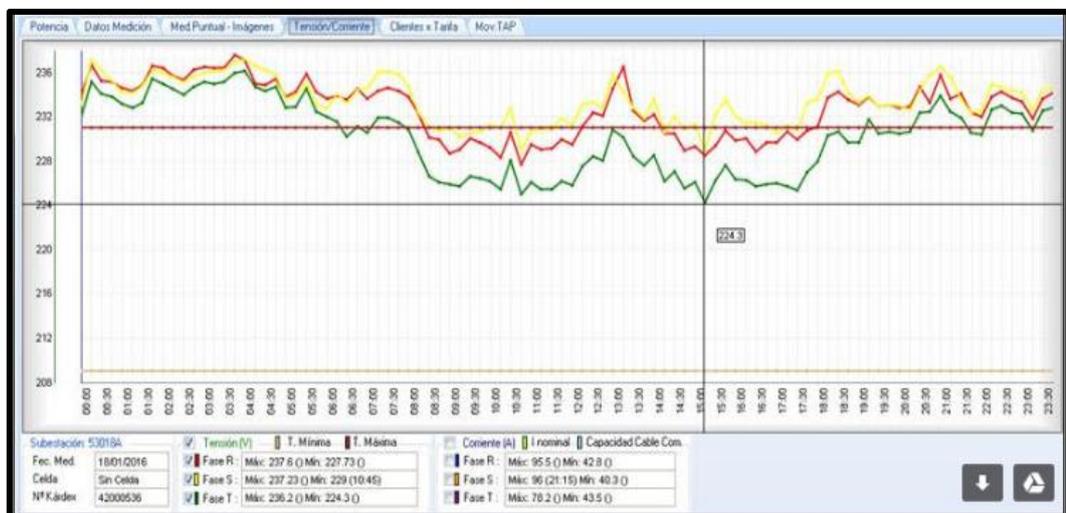


Figura N° 11 Tensión de salida en bornes de transformador de la SED 53018A
Fuente: Base de datos de LDS.

A fin de poder atender el reclamo de cliente, se ha definido la necesidad de efectuar una inversión de US\$ 24,864, según el siguiente detalle:

- ✓ Reforma MT - instalación de nueva red primaria MT US\$ 12 594
- ✓ Subestación - instalación de nueva SED (trafo de 100kVA) US\$ 8628
- ✓ Reforma BT reforma de red subterránea BT. US\$ 3 641

El proyecto “Ampliación de red MT Santa Rosa” comprende instalar una nueva SED de 100 kVA y ampliar 335 m. de red MT (lineal), se incluye

el traslado del cliente a esta nueva SED para atender el reclamo por caída de tensión, logrando que la tensión en el punto de entrega del cliente se encuentre dentro de rango definido por la NTCSE y con ello aseguramos la atención de posibles clientes a futuro.

NOTA: Se proyecta 100 kVA a razón de que el dueño del predio cuenta con un suministro N° 1424368 (adicional) con Potencia contratada de 10 kW y solicitará un incremento a 50 kW en este mes. Dicho cliente ingresaría sin ningún problema a la nueva red primaria proyectada.

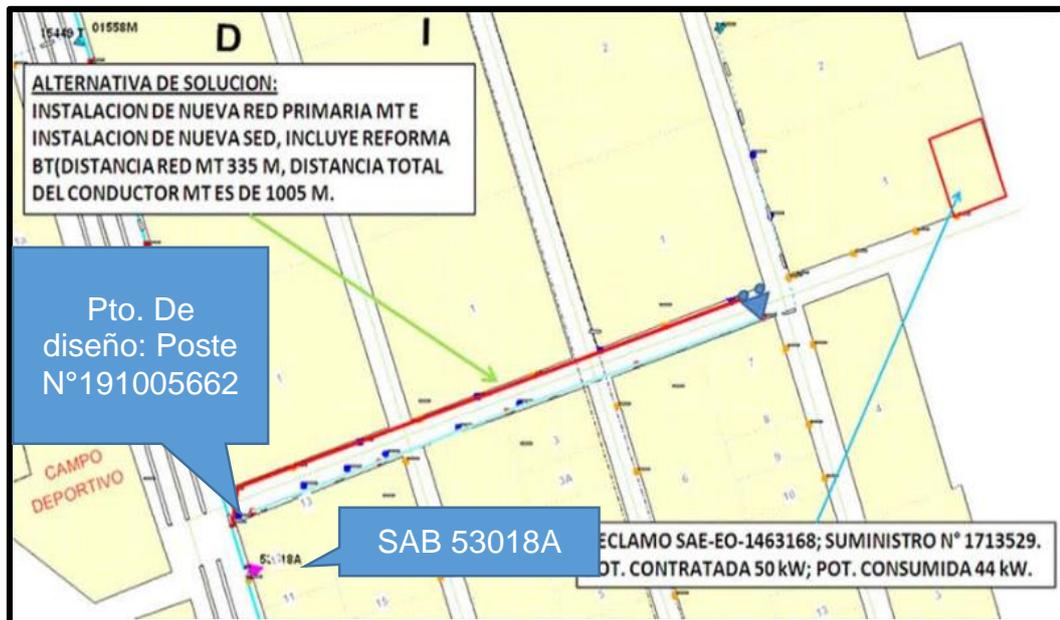


Figura N° 12 Propuesta de solución en Smallworld Desing Manager.
Fuente: Elaboración Propia

La reforma en baja tensión queda descartada debido a que una reforma para un solo cliente, comparada a una ampliación de red MT, en esta última se podrá no solo atender el reclamo sino también los futuros aumentos de demanda en la zona.

Entonces, para determinar la demanda máxima total para la agrupación se considera ambos consumos tal como se muestra en la tabla N° 4.

Para mayor detalle sobre las especificaciones técnicas y montaje en la subestación proyectada ver Anexo N° 1, páginas de 10 al 13; detalle de la estructura, Anexo N°2.

Tabla N° 4
Potencia Proyectada.

Subestación eléctrica	Demanda máxima (kW)	Potencia del transformador (kVA)
Demanda proyectada de la comunidad	28.79	-
Empaques y Polímeros	44.00	-
S.A.B. proyectada	72.79	100

Fuente: Elaboración propia.

3.2. Resultados

3.2.1. Desarrollo de la Ingeniería básica

3.2.1.1. Dimensionamiento de la red Primaria

El desarrollo del proyecto “Ampliación de red MT Santa Rosa”, comprende la ampliación de una red MT 22.9kV de 335 metros con un conductor AAAC 70mm desde el poste N° 191005662 determinado como punto de diseño, que estará soportado sobre postes de MT 15/400 (C)

a) Selección de conductor por criterio económico.

Para el cálculo de costo de inversión estimado se tomará los costos promedios calculados por la concesionaria que son la base para la evaluación de todos los proyectos de electrificación con redes aéreas. También se debe considerar las capacidades de estos cables para elegir la mejor opción técnica.

➤ Capacidad de conductores de media tensión aérea

Tabla N° 5
Capacidad de conductores de media tensión aérea

Tipo	Sección(mm2)	Capacidad de Corriente (Amperios)	
		Normal	Emergencia
AAAC	35	139	166
	70	201	250
	120	284	355
	185	405	488
	35	182	225
CU	70	275	342
	120	404	485

Fuente: Base de datos Explorador LDS.

➤ **Costos estimados de red de media tensión aérea**

Los costos promedios de redes de media tensión se presentan en la siguiente tabla.

Tabla N° 6
Costos Estimados de Red de Media Tensión

Ítem	Líneas Aéreas 22,9 kV	US\$/m	S./m
1	Línea 3-1X35 mm ² 22,9 kV AA	3.06	10.08
2	Línea 3-1X70 mm ² 22,9 kV AA	3.39	11.19
3	Línea 3-1X120 mm ² 22,9 kV AA	3.74	12.34
4	Línea 3-1X185 mm ² 22,9 kV AA	4.20	13.87
5	Línea 3-1X35 mm ² 22,9 kV CU	4.35	14.36
6	Línea 3-1X70 mm ² 22,9 kV CU	5.69	18.79
7	Línea 3-1X120 mm ² 22,9 kV CU	6.76	22.30

Fuente: Elaboración propia.

De estos cuadros comparativos se observa que los Ítems 1 y 2 tienen los costos de inversión menores al resto de las alternativas. Sin embargo, estas alternativas ofrecen capacidades de corrientes inferiores a las demás (139A y 201A respectivamente). Si bien se desea diseñar un sistema primario de gran capacidad y con proyección al crecimiento de la demanda de energía eléctrica de la zona, para la carga que abastecerá será más que suficiente optar por una de estas alternativas más económicas.

Por otro lado, se observa que los precios en cada caso son:

- LÍNEA 3-1X35 mm² 22,9 kV AA: = S/.10.08/m.
- LÍNEA 3-1X70 mm² 22,9 kV AA: = S/.11.19/m.

Siendo la segunda alternativa es 11% más costosa que la primera, sin embargo se optará por elegir el conductor 3-1X70 mm² 22,9 kV AA (201A) por ofrecer 44,6% mayor capacidad de corriente que el cable 3-1X35 mm² 22,9 kV AA (139A). Pese a que es 11% más costoso se elige esta alternativa desde un punto de vista de crecimiento energético en la zona.

Parámetros de Diseño Eléctrico

Tabla N° 7
Parámetros Eléctricos

Parámetros	Valores
Potencia Instalada (kVA)	100
Potencia de Cortocircuito (MVA)	150
Tensión Nominal (kV)	22.9
Tiempo de apertura de la protección (seg)	0.02
Factor de potencia (cos Φ)	0.9
Frecuencia Nominal (Hz)	60
Longitud de la línea aérea (m)	335
Caída de tensión máxima permisible	5%

Fuente: Elaboración propia.

b) Criterio por Corriente de Carga Admisible

Tensión Nominal: 22.9 kV

$$I = 2.52 A$$

La corriente nominal del conductor de aluminio AAAC de 70 mm² de sección es de 201 amperios. Por lo tanto, estas secciones son más que suficiente para abastecer la potencia instalada.

c) Criterio por Potencia de Cortocircuito

Se deberá calcular de la corriente de cortocircuito térmicamente admisible en los conductores que conforman la línea de media tensión. Este cálculo verifica que estos conductores soportarán una corriente de cortocircuito en un caso de falla. Esto evitará posibles accidentes en caso que se quemen los cables.

Tensión Nominal: 22.9kV

$$I_{CC} = 3.78 \text{ kA}$$

A continuación se realizará el cálculo de la corriente de cortocircuito térmicamente admisible en el conductor (I_{km}):

$$I_{km} = 43.76 \text{ kA}$$

Ambas corrientes de cortocircuito son los valores máximos que puede soportar el cable, comparando estos valores se observa que son mayores a la corriente de cortocircuito Al ser $I_{km} > I_{cc}$.

Por lo tanto, la elección del cable de 70 mm² AAAC es la correcta

d) Criterio por caída de tensión

Cálculo de parámetros para el cable 70mm² AAAC:

Tabla N° 8

Parámetros Eléctricos del conductor

PARÁMETROS	VALORES
Diámetro nominal exterior (mm)	10.50
Coefficiente térmico de resistencia a 20 °C (1/°C)	0.0036
Resistencia eléctrica en D.C. a 20 °C (Ohm/km)	0.51

Fuente: <http://www.promelsa.com.pe/pdf/02104271.pdf>.

Se calcula la caída de tensión para los cinco tramos que conforma la línea de media tensión, tal como se detalla en el siguiente cuadro:

Tabla N° 9
Caída de Tensión por Tramos de Red Primaria

Tramo	N° de Estructura	Sección (mm ²)	Longitud L (km)	Corriente	Resistencia R (Ω/km)	Reactancia X (Ω/km)	ΔV	%ΔV
				In en 22.9kV(A)				
1°	Poste N°191005662 - Poste 1	70 AAAC	0.018	2.52	0.583	0.445	0.06	0.0006%
2°	Poste 1 - Poste 2	70 AAAC	0.0695	2.52	0.583	0.445	0.22	0.0022%
3°	Poste 2 - Poste 3	70 AAAC	0.0708	2.52	0.583	0.445	0.22	0.0022%
4°	Poste3- Poste4	70 AAAC	0.0705	2.52	0.583	0.445	0.22	0.0022%
5°	Poste 4- Poste 5	70 AAAC	0.0703	2.52	0.583	0.445	0.22	0.0022%
6°	Poste 5- NUEVA SED	70 AAAC	0.02	2.52	0.583	0.445	0.06	0.0006%
Total							1.00	0.0100%

Fuente: Elaboración propia.

Se observa que la caída de tensión total hasta la SED “A” es de 0.01% < 5%, es decir inferior a la tolerancia admitida establecida en la NTCSE.

En conclusión, los conductores elegidos cumplen las exigencias técnicas y económicas requeridas para el óptimo funcionamiento del subsistema de distribución primaria. Para más detalle ver Anexo N° 1 página 17.

3.2.1.2. CÁLCULO MECÁNICO DEL CONDUCTOR ALUMINIO DE 70mm²

Cálculo del esfuerzo en el conductor

Estos cálculos se elaboran para determinar el comportamiento del conductor desde el punto de vista de los esfuerzos mecánicos, durante la instalación. Se ha tomado como base para los cálculos las siguientes hipótesis.

Hipótesis 1: De esfuerzos diarios o templados

Para el tensado de las condiciones ambientales:

- ✓ Temperatura :20°C
- ✓ Velocidad del viento :Nulo
- ✓ Esfuerzo :13% esfuerzo de rotura

Hipótesis 2: De esfuerzos máximos

Se considera que el esfuerzo máximo de los conductores se produce en las siguientes condiciones

- ✓ Temperatura :10°C
- ✓ Velocidad del viento :50 Km/h

Hipótesis 3: De flecha máxima

Se considera que la flecha máxima de los conductores se produce en las siguientes condiciones:

- ✓ Temperatura :50°C
- ✓ Velocidad del viento :Nulo

Cálculo de templado y flecha

- ✓ Características de los conductores para el cálculo
- ✓ Conductor cableado desnudo de Aleación de Aluminio
Engrasado de 70mm²
- ✓ Coeficiente de dilatación térmica: $2,3 \times 10^{-5}$
- ✓ Carga de rotura: 20,5 KN

Tabla N° 10
Características mecánicas del conductor.

DESCRIPCIÓN	UNIDADES	VALORES
Sección transversal	mm ²	70
Diámetro exterior	mm	10,5
Peso total (wc)	Kg/Km	184
Carga de rotura	KN	20,5
Módulo de elasticidad	Kg/mm ²	5700
Coefficiente de dilatación térmica	α ^o C-1	0.000023
Esfuerzo	%	13

Fuente: <http://www.promelsa.com.pe/pdf/02104271.pdf>

Los esfuerzos y flechas obtenidos se muestran en la siguiente tabla según el tipo de conductor y el vano correspondientes.

Tabla N° 11
Temperatura y velocidad del viento en tres hipótesis.

VARIABLE	HIP 1	HIP 2	HIP 3
CONDICION	ESFUERZO DIARIO O TEMPLADO	MAXIMO ESFUERZO	FLECHA MAXIMA
Temperatura °c	20	10	50
Velocidad del viento KM/H	0	50	0

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 12
Evaluación de pesos unitarios por hipótesis.

DESCRIPCION	HIP 1	HIP 2	HIP 3
Pv(kg/m ²)	0.000	10.500	0.000
Wv(kg/m)	0.000	0.110	0.000
Wr(kg/m)	0.184	0.215	0.184

Fuente: elaboración propia.

Finalmente con los valores obtenidos de pesos unitarios del conductor y presión del viento, se puede elaborar una matriz para ver el comportamiento de la flecha en distintos vanos.

Tabla N° 13
Evaluación de Hipótesis para cable AAAC 3-1X70mm²

VANO (m)	HIPOSTESIS 1	HIPOTESIS 2	HIPOTESIS 3					
	σ_1 (kg/mm ²)	f1(m)	σ_2 (kg/mm ²)	T2(kg)	f2(m)	σ_3 (kg/mm ²)	T3(kg)	f3(m)
5	3.56	0.002	4.87	340.97	0.00	0.26	17.87	0.03
10	3.56	0.009	4.86	340.54	0.01	0.44	31.15	0.07
15	3.56	0.021	4.85	339.83	0.02	0.61	42.41	0.12
20	3.56	0.037	4.84	338.85	0.03	0.75	52.40	0.18
25	3.56	0.058	4.82	337.61	0.05	0.88	61.47	0.23
30	3.56	0.083	4.8	336.13	0.07	1.00	69.81	0.30
35	3.56	0.113	4.78	334.42	0.10	1.11	77.56	0.36
40	3.56	0.148	4.75	332.49	0.13	1.21	84.79	0.43
45	3.56	0.187	4.72	330.39	0.16	1.31	91.58	0.51
50	3.56	0.231	4.69	328.11	0.20	1.40	97.98	0.59
55	3.56	0.279	4.65	325.70	0.25	1.49	104.02	0.67
60	3.56	0.332	4.62	323.18	0.30	1.57	109.73	0.75
65	3.56	0.39	4.58	320.57	0.35	1.64	115.14	0.84
70	3.56	0.452	4.54	317.91	0.41	1.72	120.29	0.94

Fuente: Elaboración propia.

Se tabuló para distintos vanos, los resaltados y en negrita son los aplicados para nuestro caso. Para mayor detalle del procedimiento de cálculos ver Anexo N°1, página 22.

3.2.1.3. DIMENSIONAMIENTO DE LOS POSTES DE MEDIA TENSION

Para la zona urbana, calcularemos la altura de postes, con un vano de 70m (vano máximo).

De acuerdo a los cálculos justificativos realizados en el Anexo 1 "Memoria Descriptiva", se escogen postes de: 15/400

Entonces:

Tabla N° 14
Dimensiones de poste de Media Tensión.

POSTE	ALTURA (m)	D. PUNTA (mm)	D. BASE (mm)	ESF. PUNTA (kg)
15/400	15.00	210.00	435.00	400.00

Fuente: http://www.fabinco.pe/EE_TT_Postes_LABT.pdf



Figura N° 13 Poste AC-25

Fuente: Base de datos LDS



Figura N° 14 Poste AC-03

Fuente: Base de datos LDS

3.2.1.4. PROTECCIÓN DE LADO DE MEDIA TENSIÓN

Para la protección del transformador se usaran seccionadores unipolares tipo **cut-out** para instalación exterior de las siguientes características:

Fusible Seccionador Unipolar aéreo de 22,9 kV

Características Básicas:

- Tensión nominal de línea : 22,9 kV
- Corriente nominal : 100A
- Capacidad de interrupción
 - Simétrica : 8 kArms
 - Asimétrica : 11,2 kArms
- Nivel básico de aislamiento (Bill) : 150 kV
- Línea de fuga (mayor o igual a) :600mm

3.2.2. Presupuesto del proyecto

La elaboración del presupuesto del proyecto “Ampliación de red MT Santa Rosa” tiene comprendido los costos de mano de obra y materiales necesarios para las redes de media y baja tensión, además de la subestación proyectada, que en conjunto dicha inversión asciende a una cantidad de 87,589.65 soles.

A continuación se muestra el resumen de monto total y subtotales, para mayor información de los desagregados, revisar en el Anexo N°1 a partir de la página 29.

Tabla N° 15
Precio total del proyecto

ITEM	DESCRIPCIÓN	COSTO
1	MANO DE OBRA	S/ 27,084.34
2	MATERIALES	S/ 60,505.31
	TOTAL	S/ 87,589.65

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 16
Precio totales de materiales utilizados en proyecto

ITEM	DESCRIPCIÓN	COSTO
1	RED MEDIA TENSION	S/ 13,720.69
2	SUBESTACION	S/ 11,279.47
3	RED BAJA TENSION	S/ 2,084.18
	TOTAL 1	S/ 27,084.34

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 17
Precio total de mano de obra utilizada en proyecto

ITEM	DESCRIPCIÓN	COSTO
1	RED MEDIA TENSION	S/ 30,852.41
2	SUBESTACION	S/ 20,859.00
3	RED BAJA TENSION	S/ 8,793.90
	TOTAL 2	S/ 60,505.31

Fuente: Elaboración propia.

3.2.3. Diagrama Gantt del proyecto

El presente diagrama de Gantt considera las etapas del proyecto en base a una duración estimada de días por tareas, al relacionarlas entre ellas nos permite identificar fácilmente aquellas tareas cuya duración serán de prioridad por ser críticas, ello se interpreta como las tareas de las que dependerá la culminación del proyecto según lo planeado o en el peor supuesto aplazado.

También podemos observar que existen tareas que están beneficiadas con un tiempo de holgura, en caso haya un retraso que no supere el tiempo de holgura, no repercutirá en el tiempo límite de término que se ha fijado.

La ventaja de esta herramienta elaborada en MS Project es que se puede realizar un seguimiento a lo largo del proyecto en tiempo real, de haber modificaciones resulta práctico revisar el diagrama e identificar soluciones que optimicen el tiempo y garanticen la culminación del proyecto en el plazo establecido.

En la figura N°15 , se muestra el Diagrama de Gantt del proyecto “Ampliación de red MT Santa Rosa”, que cuenta de 45 días, se han separado en 28 actividades, para mayor detalle ver anexo N°6.

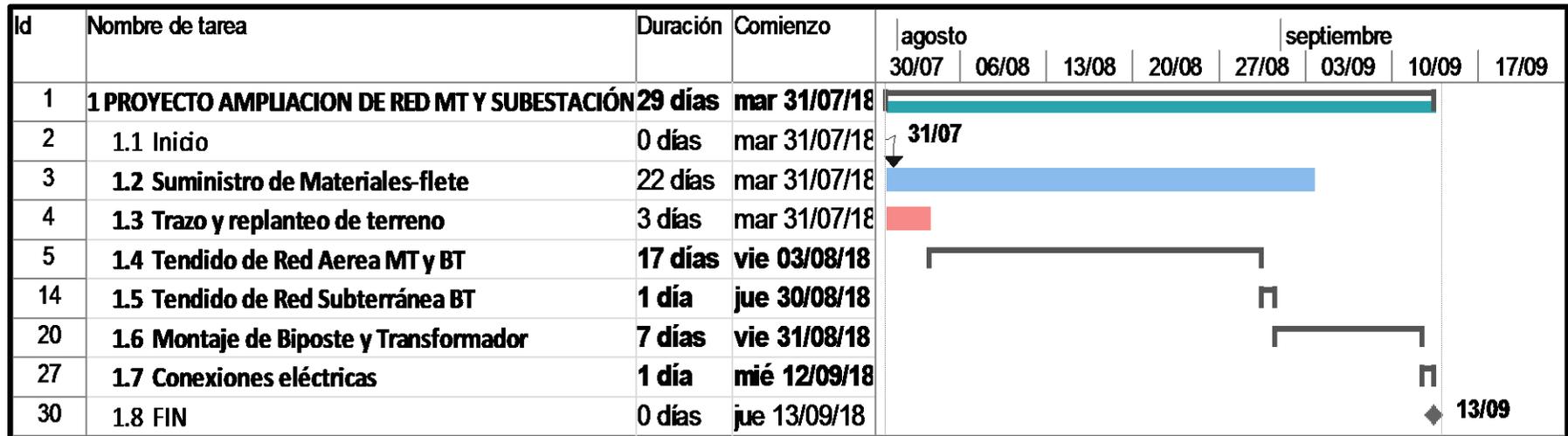


Figura N° 15 Línea en el tiempo de actividades macro.

Fuente: Elaboración propia.

3.2.4. Curvas del proyecto

La curva “S”, también llamada curva de avance es un método de representación gráfica de control y parte del hecho que todas las actividades de un proyecto tienen un factor común, las horas hombre.

Es una curva que tiene su origen en una función de densidad, y no es más que su función de distribución acumulada.

La ejecución de una actividad, habitualmente no depende solo de las horas hombre, también requiere apoyo de recursos, suministro oportuno de materiales y así sucesivamente. De esta forma a la hora de definir el peso relativo de cada actividad, se deberán tomar en cuenta todas esas variables que giran a su alrededor.

En el siguiente flujo de caja se puede apreciar el gasto acumulado en un intervalo semanal, en función de las tareas ejecutadas, el tiempo total del proyecto es de un mes y medio.

Tabla N° 18
Flujo de caja semanal durante el proyecto.

Nombre de tarea	05/08 /18	10/08 /18	15/08 /18	20/08 /18	25/08 /18	30/08 /18	04/09 /18	09/09 /18	14/09 /18
Proyecto ampliación de red MT y subestación	S/ 8,594	S/ 24,604	S/ 3,482	S/ 6,118	S/ 7,405	S/ 13,222	S/ 7,319	S/ 7,100	S/ 9,731

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 19
Flujo de caja semanal acumulada durante el proyecto.

Nombre de tarea	05/08 /18	10/08 /18	15/08 /18	20/08 /18	25/08 /18	30/08 /18	04/09 /18	09/09 /18	14/09 /18
Proyecto ampliación de red MT y subestación	S/ 8,594	S/ 33,198	S/ 36,681	S/ 42,799	S/ 50,204	S/ 63,427	S/ 70,747	S/ 77,847	S/ 87,579

Fuente: Elaboración propia.

Para mayor detalle del flujo de caja semanal revisar Anexo N° 5.

A continuación se presenta el gráfica de la curva “S” del proyecto, el cual presenta un avance casi lineal en torno al desembolso acumulado del presupuesto.

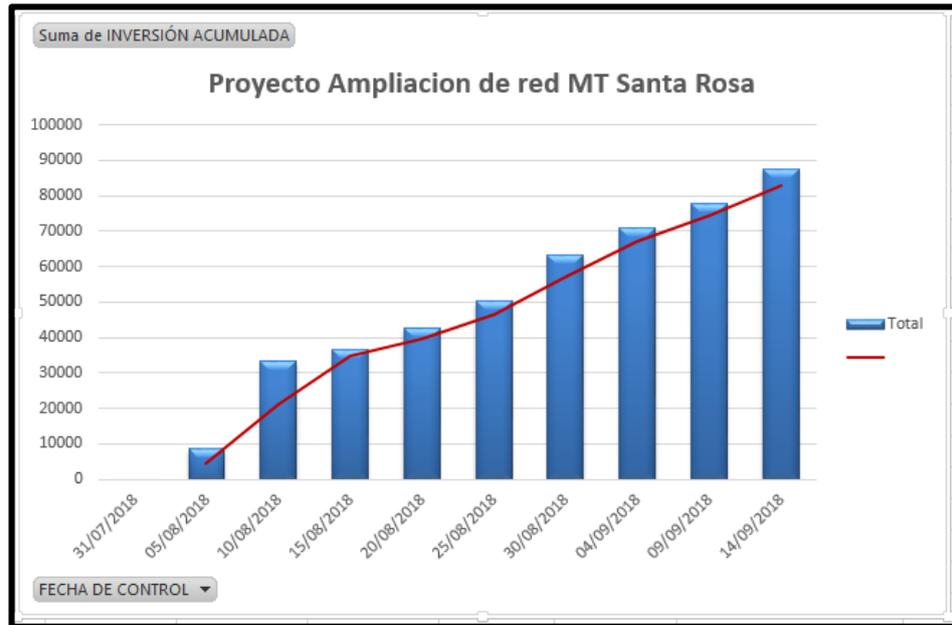


Figura N° 16 Curva S del Proyecto.

Fuente: Elaboración propia.

CONCLUSIONES

- a) El cliente Polímeros y Empaques S.A.C. con potencia contratada de 50kW mantiene un reclamo de caída de tensión. Determinando que la red actual no cubre la capacidad de demanda de dicho circuito y de acuerdo a cálculos justificativos la demanda a atender es de 72.79 kW. A fin de satisfacer la demanda energética en la zona 5 de Santa Rosa de Manchay del distrito de Pachacamac se concluyó, la necesidad de realizar una ampliación de red de Media Tensión hasta 100kVA.
- b) El proyecto consiste en la construcción de una línea MT de 386 metros de longitud en 22.9kV, con una subestación aérea biposte de 100kVA, compuesto por 6 postes C.A.C. 15/400 que soportan el tendido del conductor de aluminio desnudo de 70 mm², aisladores poliméricos e híbridos hasta 28kV, incluyendo ferretería. La SE está compuesta por dos postes C.A.C. 13/400 con plataforma C.A. de 1150mm/1300kg, incluye transformador 100kVA 22.9/0.22Kv, además de aisladores y ferretería. El mayor detalle del metrado se encuentra en el Anexo 1.
El conductor a emplear será un AAC de 70 mm² por ser de menor costo, proveer confiabilidad para aumento de demanda a largo plazo y cumplir los rangos de corriente nominal, de cortocircuito, térmicamente admisible y tensión. Este último con una caída de 0.01%<5%, cumpliendo con la norma.
- c) El presupuesto que incluye una ampliación en Media tensión, instalación de una nueva subestación y adaptación de baja tensión, asciende a la suma de S/.**87,589.65**, para ello se determinaron mediante cálculos justificativos y estudios en campo, los materiales y mano de obra necesaria que conforman la inversión.
- d) Se concluyó mediante el diagrama de Gantt que el proyecto se ejecutará en un mes y medio, mediante una planeación de 28 actividades, que se controlarán semanalmente. Se proyectó que la mayor inversión se realizará durante la segunda semana debido al tendido de red de Media Tensión y el montaje sobre postes.

RECOMENDACIONES

- a) La empresa distribuidora cuenta con el software de simulación Smallworld desing que es útil y confiable, sin embargo, se recomienda realizar cálculos justificativos basados en mediciones realizadas en campo en caso de ser máxímetros debido a que son potencias que podrían repercutir significativamente, dichos resultados afianzan nuestras decisiones para el dimensionamiento de redes.
- b) Se recomienda optar por equipamiento que estén preparados para soportar aumentos de demanda a largo plazo, como es el caso del conductor 3-1X70 mm² 22,9 kV AA (201A) que pese a que es 11% más costoso que el cable 3-1X35 mm² 22,9 kV AA (139A), se escogió por ofrecer 44,6% mayor capacidad de corriente.
- c) Agrupar actividades y recursos en partidas es útil en la elaboración del presupuesto, hace que la información sea fácil de ubicar y ayuda a consolidarla.
- d) El uso de MS Project es de gran ayuda para el seguimiento y control de un proyecto, a fin de estar preparado ante eventuales cambios que se puedan suscitar y la toma de decisiones.

REFERENCIAS

- [1] Ley de Concesiones Eléctricas, decreto ley N°25844. Perú, 19 de noviembre de 1992.
- [2] NTCSE, decreto supremo N° 020-97-EM. Perú, 09 de octubre de 1997.
- [3] Duque, B.S. (2016). Diseño de red eléctrica de distribución secundaria (Baja tensión) para un sector de 250 viviendas corales-Cuba. (tesis de pre grado) Universidad Tecnológica de Pereira, Colombia.
- [4] Girón, A.V. (2006). Metodología de planificación y expansión para el diseño de Redes eléctricas de distribución radiales-urbanas. (tesis de pre grado) Universidad de San Carlos, Guatemala.
- [5] Tuesta, R.M. (2017), Diseño del sub-sistema de distribución de redes Secundarias de 220v para la electrificación de la Urbanización el oasis de la planicie (tesis de pre grado), Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur, Perú
- [6] S. Ramirez(2004), Redes de Distribución de Energía(tercera ed.), Colombia, Centro de Publicaciones Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales, pp. 2.
- [7] Charry,J.(2017), Equipamiento de subestaciones de distribución, Tecsup, Perú.
- [8] Charry,J.(2017), Equipamiento de subestaciones de distribución, Tecsup, Perú.
- [9] S. Ramirez(2004), Redes de Distribución de Energía(tercera ed.), Colombia, Centro de Publicaciones Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales.
- [10] S. Ramirez(2004), Redes de Distribución de Energía(tercera ed.), Colombia, Centro de Publicaciones Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales.
- [11] S. Ramirez(2004), Redes de Distribución de Energía(tercera ed.), Colombia, Centro de Publicaciones Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales.
- [12] 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, RD N°018-2002, Perú, 26 de Setiembre 2002, pp. 7.

- [13] Project Manager Institute(2013), Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos (5ta ed.), Estados Unidos, National Information Standards Organization, pp 212.
- [14] Código Nacional de Electricidad (Suministro 2011), Ministerio de Energía y Minas, 15 de Marzo de 2012
- [15] Código Nacional de Electricidad (Suministro 2011), Ministerio de Energía y Minas, 15 de Marzo de 2012, pp. 8-19.
- [16] Norma de Distribución Luz del Sur, Norma PE-9-314, Perú, Octubre 1998.
- [17] Norma de Distribución Luz del Sur, Norma PE-9-312, Perú, Octubre 1998.
- [18] Norma de Distribución Luz del Sur, Norma PE-9-314, Perú, Octubre 1998.

BIBLIOGRAFÍA

1. Ramírez C., S. (2004). *Redes de Distribución de Energía*. Colombia. Centro de Publicaciones Universidad Nacional de Colombia.
2. Ramírez C., S. (2004). *Protección de Sistemas Eléctricos*. Colombia. Centro de Publicaciones Universidad Nacional de Colombia
3. Duque, B.S. (2016). *Diseño de red eléctrica de distribución secundaria (Baja tensión) para un sector de 250 viviendas corales-Cuba*. (tesis de pre grado) Universidad Tecnológica de Pereira, Colombia.
4. Girón, A.V. (2006). *Metodología de planificación y expansión para el diseño de Redes eléctricas de distribución radiales-urbanas*. (tesis de pre grado) Universidad de San Carlos, Guatemala
5. Tuesta, R.M. (2017), *Diseño del sub-sistema de distribución de redes Secundarias de 220v para la electrificación de la Urbanización “el oasis de la planicie* (tesis de pre grado), Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur, Perú.
6. Meza, F. (2015). *Diseño del sistema de utilización en media tensión 22.9 kV para la empresa IESA S.A*. Tema de investigación para optar el título de Ingeniero Mecánico Eléctrico. Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur. Perú
7. Montero, E. (2015). *Sistema de utilización en 22.9 kV, 3 Φ para el varadero de embarcaciones artesanales en el distrito de los órganos*. Tesis para optar el título de Ingeniero Electricista. Universidad Nacional Del Callao. Perú
8. Ministerio de Energía y Minas. (2006). *Código Nacional Electricidad Utilización*. Recuperado de www.pqsperu.com/Descargas/Normas%20Legales/CNE.pdf
9. Ministerio de Energía y Minas. (2011). *Código Nacional de Electricidad*. Suministro. Recuperado de spij.minjus.gob.pe/Graficos/Peru/2011/Mayo/05/RM-214-2011-MEM-DM.pdf.

10. Ministerio de Energía y Minas. (2012). *Normas de procedimientos RD N°018-200 –EM/DGE*. Recuperado de srvapp03.osinerg.gob.pe:8888/snl/normaPortalGeneral.htm?_formAction.
11. Sarzo, A. (2007). *Proyectos de electrificación*. Lima, Perú: Megabyte S.A.C. grupo editorial.
12. Zerpa, K. (2013). *Evaluación de la eficiencia energética y diseño óptimo de una línea de distribución en media tensión -10kV*. Tesis para optar el título de Ingeniero Mecánico- Eléctrico. Universidad de Piura. Perú.

ANEXOS

ANEXO N°1
MEMORIA DESCRIPTIVA

MEMORIA DESCRIPTIVA



LUZ DEL SUR

“PROYECTO DE AMPLIACIÓN DE RED DE MEDIA TENSIÓN EN LA ZONA 5 DE SANTA ROSA DE MANCHAY, DISTRITO DE PACHACAMAC -LIMA”

JUNIO DEL 2018

Contenido

MEMORIA DESCRIPTIVA	3
1.1 INTRODUCCIÓN	3
1.2 UBICACIÓN GEOGRÁFICA	3
1.3 CARACTERÍSTICAS GEOGRÁFICAS	3
1.4 ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS DE SOLUCION	4
1.5 ALTERNATIVA DE SOLUCIÓN	4
1.5 CONSIDERACIONES GENERALES DEL PROYECTO	5
1.6 SISTEMA DE DISTRIBUCION (MEDIA TENSION)	6
1.6.1 MÁXIMA DEMANDA DE POTENCIA.....	6
1.6.2 PARÁMETROS DE DISEÑO ELÉCTRICO	7
1.7 NORMAS.....	7
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE EQUIPOS Y MATERIALES PROYECTO	8
2.1 CONDUCTOR AÉREO (AAAC).....	8
2.2 POSTES DE CONCRETO ARMADO	8
2.3 PUESTA A TIERRA DE POSTES DE MEDIA TENSION 10kV	10
2.4 SUBESTACIÓN DE TRANSFORMADOR	10
2.5 PROTECCIÓN LADO DE MEDIA TENSION	11
2.6 TABLEROS DE DISTRIBUCION TIPO PEDESTAL	12
2.7 POZOS DE TIERRA DE LA SUBESTACIÓN	12
2.8 SEÑALIZACIÓN DE SUBESTACIÓN	13
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL MONTAJE ELECTROMECAÁNICO	13
3.1 MONTAJE DEL TRANSFORMADOR	13
3.2 MONTAJE CAJAS DE DISTRIBUCIÓN.....	13
3.3 PUESTA A TIERRA.....	13
3.4 CRUZADAS	13
CALCULOS JUSTIFICATIVOS (RED PRIMARIA).....	14
4.1 DIMENSIONAMIENTO DE LA RED PRIMARIA	14
4.2 CÁLCULO MECÁNICO DEL CONDUCTOR ALUMINIO DE 70mm ²	19
4.3 DIMENSIONAMIENTO DE LOS POSTES DE MEDIA TENSIÓN	22
METRADO Y PRESUPUESTO	27
CRONOGRAMA DE OBRA	33
DESCRIPCIÓN DE LOS PLANOS PROYECTO DE MEDIA TENSIÓN.....	34
AGRUPACION Y DEMANDA PROYECTADA – SISTEMA DESIGN MANAGER	39
IMÁGENES DE INSPECCIÓN DESPUÉS DE LA PUESTA EN SERVICIO	40

MEMORIA DESCRIPTIVA

1.1 INTRODUCCIÓN

El proyecto está basado en la ampliación de red de media tensión en la zona 5 de Santa Rosa de Manchay de distrito de Pachacamac, esto con el fin de solucionar problemas de caída de tensión generados por el aumento de demanda, además de proyectar el abastecimiento de nuevos clientes en la zona. Con ello brindar la correcta calidad de energía hacia los pobladores para los fines que crean conveniente, se ha tomado las consideraciones necesarias dentro del marco legal vigente y las normas reglamentarias para la elaboración y ejecución del mencionado proyecto.

Este documento, establece las bases y procedimiento que debe tener un proyecto de electrificación a fin de elaborarse dentro del marco legal vigente, por lo cual se establece, no solo la ampliación de redes en media tensión sino también la puesta en servicio de una nueva subestación y trabajos en baja tensión requeridos, para atender la demanda proyectada en la zona.

1.2 UBICACIÓN GEOGRÁFICA

El proyecto consiste en el problema que suscita la falta de energía eléctrica en una comunidad del distrito de Pachacamac, con 59 lotes y una pequeña industria de Polímeros. Por ello realizamos una ampliación de Potencia, la cual contempla la ampliación de redes de Media Tensión, puesta en servicio de una subestación y adaptación de baja Tensión.

1.3 CARACTERÍSTICAS GEOGRÁFICAS

La electrificación la zona 5 de Santa Rosa de Manchay en Pachacamac se realizará con la ampliación de redes eléctricas primarias y redes eléctricas secundarias de distribución.

El proyecto deberá ser realizado de manera sostenible y eficiente, y se sustentará técnicamente.

La zona de ubicación del proyecto, pertenece a la concesión de LUZ DEL SUR, por la cual es la encargada de la elaboración de dicho proyecto. El diseño de los postes y redes están diseñados de manera que están estandarizados.

El proyecto fue diseñado con redes eléctricas aéreas, tanto en redes primarias y secundarias, por ser una zona con las siguientes características:

- ❖ Es una zona de difícil acceso, con terreno rocoso.
- ❖ El diseño se considera según la densidad zonas (MW/km²) motivo por el cual se selecciona redes aéreas para esta zona tanto en media tensión como en baja tensión.
- ❖ El diseño técnico se encuentra estandarizado de manera económica, tanto la sección de los conductores como el diseño de postes y luminarias, ya que estos estándares ya han optimizado el tema económico del proyecto a largo plazo.
- ❖ Cumple parámetros de caída de tensión debido a la selección correcto de los conductores tanto en media tensión como baja tensión.

1.4 ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN

Para el proyecto de electrificación, se pudo seleccionar entre varias alternativas de diseño de las redes eléctricas, las cuales mencionamos a continuación;

MEDIA TENSIÓN:

- Redes aéreas o subterráneas

BAJA TENSIÓN:

- Redes aéreas o subterráneas

1.5 ALTERNATIVA DE SOLUCIÓN

Se seleccionó redes aéreas tanto en media tensión como en baja tensión, siendo estas redes más económicas de acuerdo al precio.

Red de media tensión, cable aéreo vs subterráneo

TABLA: 1.1

En el proyecto se utilizó un estimado de 1000 m de red de Media Tensión:

ITEM	CABLE	TIPO DE RED	SECCION (mm ²)	CAPACIDAD (A)	UND	COSTO/METRO (SOLES)	COSTO/3φ TRIFÁSICO (SOLES)	DATOS
1	AAAC	AEREO	70	201	A	2.27	6.81	CABLE DE PROYECTO
2	NA2XSY	SUBTERRANEO	50	148	A	24	72	CABLES ALTERNATIVOS
3	NA2XSY	SUBTERRANEO	90	215	A	28	84	CABLES ALTERNATIVOS
4	NA2XSY	SUBTERRANEO	120	245	A	32	96	CABLES ALTERNATIVOS

ANÁLISIS DE TABLA 1.1

Según esta tabla podemos ver de manera comparativa, que el cable AAAC, tiene una capacidad de 201 A (aéreo), su costo es de 2.27 soles por metro, el conductor que podría reemplazar a dicho conductor es el NA2XSY (subterráneo) de 90mm², por tener capacidad de corriente similar de 215^a, con un costo de 28 soles por metro.

Red de Baja Tensión, cable aéreo vs subterráneo

TABLA: 1.2

ITEM	CABLE	TIPO DE CABLE	TIPO DE RED	SECCIÓN (mm ²)	CAPACIDAD (A)	COSTO/METRO (SOLES)	DATOS
1	CAAI-S	Cable de energía autoportante tipo CAAI-S 3X16	AÉREO	16	89	3.91	CABLE DE PROYECTO
2	CAAI-S	Cable de energía autoportante tipo CAAI-S 3X35	AÉREO	35	141	5.99	CABLE DE PROYECTO
3	CAAI-S	Cable de energía autoportante tipo CAAI-S 3X70	AÉREO	70	215	11.18	CABLE DE PROYECTO
4	CAAI-S	Cable de energía autoportante tipo CAAI-S 3X120	AÉREO	120	303	15	CABLE DE PROYECTO
5	NY Y	Cable de energía tripolar tipo NY Y 3- 1 X 16 mm ²	SUBTERRÁNEO	16	96	14.21	CABLES ALTERNATIVOS
6	NY Y	Cable de energía tripolar tipo NY Y 3- 1 X 35 mm ²	SUBTERRÁNEO	35	160	30.21	CABLES ALTERNATIVOS
7	NY Y	Cable de energía tripolar tipo NY Y 3- 1 X 70 mm ²	SUBTERRÁNEO	70	211	51.31	CABLES ALTERNATIVOS

ANÁLISIS DE TABLA 1.2

El proyecto es realizado para la red de Baja Tensión en su mayoría con cable tipo CAAI-S, se diseñó de dicha forma por ser de menor precio que el NY Y, que sería un tipo de cable alternativo para redes de Baja Tensión.

1.5 CONSIDERACIONES GENERALES DEL PROYECTO

Por lo tanto, en el proyecto se realizó en base a las siguientes consideraciones.

Diseño de las redes de Media Tensión del proyecto:

- Se tomó como punto de diseño un poste en Media Tensión Poste en Media Tensión N°191005662 en 10kV.
- La tensión de trabajo es en 10kV proyectada una tensión de 22.9kV, motivo por el cual los equipos serán diseñados para una tensión de 22.9kV.
- A partir del poste de media tensión se ampliaron redes de media tensión; 5 postes de media tensión con vanos de 18 m, 69.5m, 70.8m, 70.5m, 70.3m y 20 metros hasta la SED proyectada.
- El vano proyectado en media tensión tendrá un cable de 3-1x70 AAAC de Aleación de Aluminio.
- Se proyecta la SAB 53065A con una potencia proyectada de 100kVA, con dos postes de 13m.
- La subestación tendrá un tablero tipo TAM3 en la cual servirá para la derivación de las redes de baja tensión.

Diseño de las redes de Baja Tensión del proyecto:

- Desde la subestación proyectada se ha diseñado se realice mediante la baja tensión, ampliación de con postes diseñados para la misma.
- Los lotes atender son 59 predios (55 domicilios, 4 recreación pública, 1 pequeña industria).

- Los postes serán de fibra de vidrio y de concreto según la zona a ubicar, zona empinada poste de fibra de vidrio y zona llana poste de concreto.
- La iluminación del alumbrado público será de 70W.
- En los postes de baja tensión ha sido diseñado con redes aéreas para atender a la agrupación, por el siguiente: Según la concesionaria define las zonas de densidad (MW/km²) motivo por el cual se diseña redes aéreas para esta zona tanto en media tensión como en baja tensión.
- Dos pozos de puesta a tierra preparados con tierra cernida, sal, bentonita y varilla cooperweld, uno para el lado de Media Tensión con resistencia equivalente no mayor de 15 ohm y un pozo para el lado de 220V con resistencia equivalente no mayor de 25 ohm.
- Existe una cruzada para los cables de baja tensión que derivan de la TAM3 de la subestación; 3x120 NA2XY (SP) + 2-1X16N2XY (AP).
- La demanda máxima asignada es de 900 W, por lote de vivienda según la Norma DGE "CALIFICACIÓN ELECTRICA PARA LA ELABORACIÓN DE PROYECTOS DE SUBSISTEMA DE DISTRIBUCIÓN SECUNDARIA", aprobada con Resolución Ministerial.

1.6 SISTEMA DE DISTRIBUCION (MEDIA TENSION)

1.6.1 Máxima demanda de potencia

Las redes eléctricas del subsistema de distribución primaria, serán del tipo aéreo, sistema trifásico, tensión nominal de 22.9 kV, con frecuencia de 60 ciclos/seg. y 01 Subestación Aérea tipo Biposte (SAB) con alimentación aérea, al pie de las cuales serán instalados los Tableros de Distribución.

La demanda máxima de la Subestación Aérea Biposte (SAB) será:

TABLA 2.1

MANZANA	No. de Lotes	DMP (KW)	f.s.	DMP (KW)
"A"	6	0.9	0.5	2.7
"B"	7	0.9	0.5	3.15
"C"	6	0.9	0.5	2.7
"D"	12	0.9	0.5	5.4
"E"	5	0.9	0.5	2.25
"F"	16	0.9	0.5	7.2
"G"	1	0.9	0.5	0.45
"H"	6	0.9	0.5	2.7
TOTAL	59			26.55

TABLA 2.2

TIPO DE CARGA	CANTIDAD	POTENCIA (KW)	FACTOR DE POTENCIA	FACTOR DE SIMULTAND.	DEMANDA MÁXIMA (KW)	DEMANDA MÁXIMA (kVA)
VIVIENDA	59	0.9	1	0.5	26.55	26.55
ALUMB. PÚBLICO 70 W	30	0.08	1	1	2.24	2.24
TOTALES					28.79	28.79

TABLA 2.3

CARGA TOTAL DE SAM PROYECTADA

SUBESTACIÓN ELÉCTRICA	DEMANDA MÁXIMA (KW)	POTENCIA DEL TRANSFORMADOR (kVA)
Demanda proyectada de la comunidad	28.79	-
EMPAQUES Y POLÍMEROS	44.00 (DATO)	50
SAB PROYECTADA	72.79	100

1.6.2 Parámetros de Diseño Eléctrico

- Tensión Nominal	10
- Potencia de Cortocircuito (MVA)	150
- Tiempo de apertura de la protección (seg)	0.02
- Sistema estrella con neutro sólidamente aterrado	
- Factor de Potencia (cosØ)	0.9
- Frecuencia Nominal (Hz)	60
- Caída de tensión máxima permisible	5%

1.7 NORMAS

- ❖ Código Nacional de Electricidad – Suministro 2011
- ❖ Ley de Concesiones Eléctricas DL N° 25844 su Reglamento DS N° 009-93-EM
- ❖ Norma Técnica de Calidad de los Servicios Eléctricos.

- ❖ Norma Técnica DGE Alumbrado de Vías Públicas en Zonas de Concesión de Distribución.
- ❖ 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 RD N° 018-2002- EM/DGE.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE EQUIPOS Y MATERIALES

PROYECTO

2.1 CONDUCTOR AEREO (AAAC)

El conductor será del aluminio cableado engrasado y desnudo, con las siguientes características:

Material	Aleación total de aluminio con 0.5% de Mg y 0.5% de Si- Estándar 6201-T81
Sección Nominal (mm ²)	70
sección Real (mm ²)	67.35
N° de alambres	7
Capacidad en condiciones normales	201 ^a
Diámetro nominal de cada alambre (mm)	3.5
Diámetro nominal exterior (mm)	10.5
Carga mínima de rotura (KN)	20.5
Masa aproximada (Kg/km)	184
Mínima masa de grasa (gr/mt)	7
Densidad a 20°C (gr/cm ³)	2.69
Temperatura de goteo de la masa (°C)	>95
Módulo de elasticidad (Kg/mm ²)	6122
Coefficiente de dilatación lineal a 20°C (1/°C)	2.3x10 ⁻⁵
Coefficiente térmico de resistencia a 20°C (1/°C)	0.0036
Resistividad eléctrica en D.C. a 20°C (ohm-mm ² /m)	0.0325
Resistencia eléctrica en D.C. a 20°C (ohm/Km)	0.51
Resistencia eléctrica en A.C a 60°C (ohm/Km)	0.5834
Cableado	El cableado de la capa externa de conductores será en sentido de la mano derecha

2.2 POSTES DE CONCRETO ARMADO

Los postes serán de forma troncocónica, sus secciones transversales serán circulares anulares, las dimensiones de los postes, ubicación y dimensiones de los agujeros deberán ser según lo indicado en las especificaciones técnicas de Luz del Sur DNC – ET – 074 y norma técnica peruana ITINTEC 339.027. Los postes serán fabricados de un solo cuerpo, Norma Luz del Sur DNC – 098.

Cargas de Trabajo Nominal

Se distinguen dos tipos:

a. Carga de trabajo transversal (T) – Es la carga máxima aplicada a 10 cm de la cima perpendicularmente al eje longitudinal del poste y en cualquier dirección, para la cual el poste ha sido diseñado.

b. Carga de Trabajo Vertical (V) – Es la carga vertical y hacia abajo garantizada por el fabricante, que puede ser aplicada a un poste a 10 cm de la cima, en dirección longitudinal del poste.

DETALLES DE DESIGNACIÓN

La designación de los postes está dada por números correlativos según el siguiente orden

- a. Carga de trabajo transversal en Kg
- b. Diámetro en la cima en mm
- c. Diámetro en la base en mm
- d. Utilización

Identificación o rotulado:

Cada poste poseerá el siguiente rotulado permanente.

- Marca o nombre del fabricante (MF)
- Año de fabricación(XY)
- Carga de trabajo transversal(F)
- Altura en metros(L)
- Señalización(S)
- Adicionalmente en cada poste se indicaran los límites de empotramiento a $0.1L1$ y $(0.1L1+0.6)$ mt de la base según el siguiente cuadro:

Tipo de empotramiento	dimensión	marca
Directamente enterrado	$L=(1/10)L1 + 0.60$ m	E
Empotrado en cimentación	$L2=(1/10)L1$	C

Todas las marcas serán en bajo relieve y pintadas con pintura indeleble color negro

Instalación

Normalmente los postes serán instalados empotrando una porción de su longitud ($L1$) según lo siguiente:

- Empotramiento en cimiento de concreto($0.1L1$) mt
- Empotramiento directo en el suelo ($0.1L+0.6$) mt

Para la red de media tensión

Postes: 15/400/210/435 LA10-22.9

Los postes irán cimentados y enterrados.

2.3 PUESTA A TIERRA DE POSTES DE MEDIA TENSIÓN 10kV

La parte metálica sin tensión de los postes Media Tensión 10 kV estará sólidamente conectada a tierra. El sistema de tierra estará conformado por (**Norma LDS: SE-3-160**):

- **Electrodo para puesta a tierra**

Material : cooperweld
 Dimensiones : 5/8" (16mm²)x 2400mm
 Norma LDS : LE-7-555

- **Conductor de cobre cableado tipo TW**

Dimensión : 35mm²x15m

- **Borne conector para electrodo**

Material : Bronce con tuercas de bronce al silicio
 Tipo : AB

- **Tapa bóveda para puesta a tierra**

Material : Concreto

La varilla cooperweld irá directamente empotrada en el terreno. La resistencia equivalente de puesta a tierra será menor a 25 ohm para MT. En la base de los postes se señalizara la ubicación de las puestas a tierra en fondo negro y con símbolo en color amarillo.

2.4 SUBESTACIÓN DE TRANSFORMADOR

a) ESTRUCTURA AÉREA BIPOSTE (TIPO BANDERA)

- 2 postes de concreto armado centrifugado de 13/400/180/375
- 2 plataformas de concreto armado para soporte del transformador de 1.15 m de longitud, con embone al poste de 320 mm de diámetro y 1300kg.
- 3 Terminales Rayche
- Cable de comunicación 2(3-1 x120 NA2XY) mm². Para 100 kVA.
- Palomilla doble C.A.P. 2300MM / 290MM montaje para S.A.B.

Los postes de la subestación serán cimentados en el terreno a 1/10 de su longitud total.

b) TRANSFORMADOR Y ACCESORIOS

Será trifásico con arrollamiento de cobre y núcleo de hierro laminado en frío, en baño de aceite, enfriamiento natural y de las siguientes características:

Potencia Nominal	: 100kVA
Norma de fabricación	: ITINTEC 370 002
Numero de fases	: 3
Frecuencia	: 60hz
Altitud de trabajo	: 2500msnm
Relación de transformación	: 10/0.23kv
Regulación en el lado primario	: 10kv±2x2.5% V/0.23kv
Grupo de conexión	: Dyn5
Tensión de cortocircuito	: 4,5%
Perdidas en el hierro	: 0,45KW
Perdidas en el cobre	: 0,23KW
Prueba de tensión lado A.T	: 28kV
Lado B.T	:2,5kV

2.5 PROTECCION LADO DE MEDIA TENSION

Para la protección del transformador se usaran seccionadores unipolares tipo **cut-out** para instalación exterior de las siguientes características:

Fusible Seccionador Unipolar aéreo de 22,9 kV

Características Básicas:

- Tensión nominal de línea : 22,9 kV
- Corriente nominal : 100A
- Capacidad de interrupción
 - Simétrica : 8 kArms
 - Asimétrica : 11,2 kArms
- Nivel básico de aislamiento (Bill) : 150 kV
- Línea de fuga (mayor o igual a) :600mm

La barra porta fusible trabaja con los fusibles de cabeza removible (Norma PE-9-314)

Aplicaciones:

Están previstos para alojar a los fusibles de expulsión. Pueden operarse sin carga, usando una pérdida aislada; y con la carga usando una pértiga para apertura con carga (Norma PE-9-381)- Norma de distribución: PE-9-312.

Fusible de Expulsión tipo K ANSI en 10 y 22,9 kV

Características básicas:

- Tensión nominal de Línea : 10 – 22,9 kV
- Característica de operación : K

El presente proyecto considera uso de:

Para el transformador de 100 kVA **5K (para 22,9kV)**
10K (para 10 kV)

Aplicación:

Están previstos para proteger la red de MT contra cortocircuitos, se instalan en los portafusibles de los fusibles seccionadores unipolares aéreos de 10 y 22,9 kV.

Los portafusibles menores o iguales a 100k utilizan bases portafusibles de 100.

Norma de Distribución: PE-9-314.

2.6 TABLEROS DE DISTRIBUCION TIPO PEDESTAL

El tablero estará conformado por los siguientes elementos:

Material: Plancha de acero laminado en frío brillante de 2 mm de Espesor.

Dimensiones: TAM – 3

Acabado: Arenado más una capa de una pintura epoxi cromato de Zinc de 50 micrones de espesor y dos capas de pintura epóxica de 45 micrones de espesor cada una.

Seccionadores: Tripolares verticales de 220 V, 400 A. Para SDS

Aplicación: Para realizar en el interior, el montaje del tablero de distribución secundaria y AP de la SAM, está prevista con 1 caja LTM - Control y 1 caja LT-AP.

Dimensiones: 1035 x 1240 x 450 mm

2.7 POZOS DE TIERRA DE LA SUBESTACIÓN

Llevará un pozo para el lado de Media Tensión y uno para el lado de 220 V, ambos pozos serán iguales y de las siguientes características (**Norma LDS: SE-3-160**).

- Dimensiones: 0.80 m de 0 x 2.45 m. de profundidad

- Relleno: Tierra cernida, sal y bentonita.

- Electrodo:

Material: Cooperweld

Dimensiones: 5/8" ø (16 mm²) x 2 400 mm Norma LDS: LE-7-555

- Borne conector conductor de cobre tipo TW 35mm² y el electrodo

Material: Bronce con tuercas de bronce al Silicio.

Tipo: AB

- Conductor de cobre cableado tipo TW

Dimensión: 35 mm² x 18 m

- Tapa bóveda para Puesta a Tierra

Material: Concreto

La resistencia de puesta a tierra no será mayor a 15 ohm para el lado de Baja Tensión 220 kV y de 25 ohm para el lado de Media Tensión 22,9 kV.

2.8 SEÑALIZACION DE SUBESTACIÓN

En la parte superior de la estructura Biposte se colocará la señalización respectiva según la **Norma SG-G-011** en fondo amarillo y letras negras. La ubicación de los pozos de tierra estará señalizada en los postes con el símbolo de puesta a tierra en color negro. Los pozos de tierra llevarán al nivel del suelo una bóveda de concreto que permita su fácil identificación.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL MONTAJE ELECTROMECAÁNICO

3.1 MONTAJE DEL TRANSFORMADOR

Será montada en la Subestación aérea, cuidando que los aisladores estén completamente limpios y no presente daños que afecten a su aislamiento.

Todas las partes metálicas serán puestas a tierra rigurosamente, se verificará el nivel de aceite en el tanque y se hará la medición del aislamiento respectivo en cada una de las fases, en media y baja tensión, debiendo alcanzar los niveles permitidos por el Código Nacional de Electricidad y las Normas del ITINTEC.

3.2 MONTAJE CAJAS DE DISTRIBUCIÓN

La conexión entre los bornes de salida del transformador y las cajas de distribución se hará con cable de energía tipo 3-1 x120 NA2XY mm² de sección y el montaje de las cajas se realizará de acuerdo al plano aprobado por el Concesionario.

3.3 PUESTA A TIERRA

El equipo metálico del sistema, será puesto a tierra, para una mayor estabilidad y protección, previamente se comprobará la resistencia del terreno, midiéndose los valores de ohmios aceptables por la Normas, que indican como máximo 5-15 ohmios en Baja tensión y menor a 25 ohmios en Media tensión, en los pozos de tierra.

3.4 CRUZADAS

Se utilizarán ductos cruzadas de calles, en zonas urbanas de difícil acceso, salida de subestaciones y centros de transformación, en terrenos propicios a depresiones, etc. Con la finalidad de dar mayor protección mecánica y facilitar el tendido y mantenimiento de los cables subterráneos de distribución.

CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS (RED PRIMARIA)

4.1 DIMENSIONAMIENTO DE LA RED PRIMARIA

Para realizar los cálculos se ha tomado en cuenta la etapa a ser ejecutado el presente proyecto:

a) Por corriente de Carga:

Para el dimensionamiento del alimentador de la segunda etapa, se ha considerado la potencia instalada final de los transformadores:

Potencia instalada: 100kVA
Tensión nominal: 10kV

$$I = 1 + \frac{100\text{kVA}}{\sqrt{3} * 10\text{kV}} = 2.52\text{A}$$

La corriente nominal del conductor Aluminio de 70mm² de sección es de 201A.

b) Por potencia de cortocircuito:

Potencia de cortocircuito (Pcc) :150 MVA
Tensión nominal (v) :22.9kV
Duración de cortocircuito (t) : 0.02seg
Corriente de cortocircuito permanente (Icc): kA

$$I_{cc} = P_{cc} (\text{MVA}) / \sqrt{3} \times V(\text{kV})$$

$$I_{cc} = 3.78 \text{ kA}$$

Calculo de la corriente de cortocircuito térmicamente admisible en los conductores (Ik)

Para el conductor AL (AAC)

$$I_{km} = 0,0884 \times (S) / \sqrt{t}$$

I_{ki}: Corriente de corto circuito term. Admisible :kA
S: sección del conductor : 70 mm²
T: Duración del cortocircuito :0,02seg

$$I_{km} = 0,0883 \times (70) / \sqrt{0.02}$$

$$I_{km} = 43,76 \text{ kA}$$

Ambos resultados comparamos con I_{cc} = 3.78 kA

Al ser I_{km} > I_{cc} , la selección del cable de 70 mm² es la correcta.

C) Por caída de tensión

Para conductor Al 70 mm²:

✓ **Calculo de la Resistencia:**

Para conductor aéreo AAAC desnudo de 3-1x70 mm²

$$R_2 = R_{20^\circ C} (1 + \alpha(T_2 - 20^\circ C)) \Omega / \text{Km}$$

Dónde:

$$\alpha = 0.0036 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$$

$$R_{20^\circ C} = 0.510 \Omega / \text{Km}$$

Calculamos R2 para T= 50 °C

$$R_2 = 0.510 [1 + 0.0036(30)] \Omega / \text{Km}$$

$$R_2 = 0.565 \Omega / \text{Km}$$

✓ **Calculo de la Reactancia:**

Para conductor aéreo AA desnudo 3-1x 70 mm²

Disposición vertical

$$D_m = 1,20 \times \sqrt[3]{2} = 1,51 \text{ m}$$

Para S = 70 mm² el diámetro es:

$$\Phi = 10.5 \text{ mm}$$

$$r = \Phi/2 = 5.25 \text{ mm}$$

Reemplazando en:

$$X = 0,376992(0.05 + 0,4605 \log (D_m/r))$$

$$X = 0,376992(0.05 + 0,4605 \log (1510/5,25))$$

$$X = 0.4450 \Omega / \text{Km}$$

CÁLCULO DE CAÍDA DE TENSIÓN (PARA EL CABLE AA 3-1x70 mm²)

• **1º TRAMO: POSTE N° 191005662 – POSTE 1 (18 m)**

$$\Delta V_{\text{CONDUCTOR}} = \sqrt{3} \times I \times L \times (R \cos \Phi + R \text{sen} \Phi)$$

Dónde:

$$I = \text{In de la carga en A} = 2.52 \text{ (10kV)}$$

$$L = \text{Longitud del 1er tramo Aéreo Km} = 0.018$$

$$R = \text{Resistividad del cable en ohmios /Km} = 0.565$$

$$X = \text{Reactancia del cable en ohmios / Km} = 0.445$$

$$\cos \Phi = 0.9$$

$$\sin \Phi = 0.44$$

Luego:

$$V1 = 0.06 \text{ V (22.9kV)}$$

$$\Delta V1 \% = \frac{0.06 \times 100\%}{10000\text{V}} = 0.0006 \% \ll 5.0 \% \rightarrow \text{CORRECTO (22.9 kV)}$$

• **2º TRAMO: POSTE 1 – POSTE 2 (69.00 m)**

$$\Delta V_{\text{CONDUCTOR}} = \sqrt{3} \times I \times L \times (R \cos \Phi + R \sin \Phi)$$

Dónde:

$$I = I_n \text{ de la carga en A} = 2.52 \text{ (22.9kV)}$$

$$L = \text{Longitud del 1er tramo Aéreo Km} = 0.069$$

$$R = \text{Resistividad del cable en ohmios /Km} = 0.565$$

$$X = \text{Reactancia del cable en ohmios / Km} = 0.445$$

$$\cos \Phi = 0.9$$

$$\sin \Phi = 0.44$$

Luego:

$$V1 = 0.22 \text{ V (22.9kV)}$$

$$\Delta V2\% = \frac{0.22 \times 100\%}{10000\text{V}} = 0.0022 \% \ll 5.0 \% \rightarrow \text{CORRECTO (22.9kV)}$$

• **3º TRAMO: POSTE 2 – POSTE 3 (70.00m)**

$$\Delta V_{\text{CONDUCTOR}} = \sqrt{3} \times I \times L \times (R \cos \Phi + R \sin \Phi)$$

Dónde:

$$I = I_n \text{ de la carga en A} = 2.52 \text{ (22.9kV)}$$

$$L = \text{Longitud del 1er tramo Aéreo Km} = 0.07$$

R = Resistividad del cable en ohmios / Km =0.565

X = Reactancia del cable en ohmios / Km = 0.445

$\text{Cos}\Phi = 0.9$

$\text{Sen}\Phi = 0.44$

Luego:

$V_3 = 0.22 \text{ V}(22.9\text{kV})$

$$\Delta V3\% = \frac{0.22 \times 100\%}{10000\text{V}} = 0.0051\% \ll 5.0\% \Rightarrow \text{CORRECTO (22.9kV)}$$

• **4º TRAMO: POSTE 3 – POSTE 4 (70.5 m)**

$$\Delta V_{\text{CONDUCTOR}} = \sqrt{3} \times I \times L \times (R \cos\Phi + R \text{sen}\Phi)$$

Dónde:

I = In de la carga en A = 2.52 (22.9kV)

L = Longitud del 1er tramo Aéreo Km = 0.075

R = Resistividad del cable en ohmios / Km =0.565

X = Reactancia del cable en ohmios / Km = 0.445

$\text{Cos}\Phi = 0.9$

$\text{Sen}\Phi = 0.44$

Luego:

$V_4 = 0.22 \text{ V}(22.9\text{kV})$

$$\Delta V3\% = \frac{0.22 \times 100\%}{10000\text{V}} = 0.0022\% \ll 5.0\% \Rightarrow \text{CORRECTO (22.9kV)}$$

• **5º TRAMO: POSTE 4 – POSTE 5 (70.3 m)**

$$\Delta V_{\text{CONDUCTOR}} = \sqrt{3} \times I \times L \times (R \cos\Phi + R \text{sen}\Phi)$$

Dónde:

$$I = \text{In de la carga en A} = 2.52 \text{ (22.9kV)}$$

$$L = \text{Longitud del 1er tramo Aéreo Km} = 0.073$$

$$R = \text{Resistividad del cable en ohmios / Km} = 0.565$$

$$X = \text{Reactancia del cable en ohmios / Km} = 0.445$$

$$\text{Cos}\Phi = 0.9$$

$$\text{Sen}\Phi = 0.44$$

Luego:

$$V_5 = 0.22 \text{ V(22.9kV)}$$

$$\Delta V3\% = \frac{0.22 \times 100\%}{10000\text{V}} = 0.0022\% \ll 5.0\% \Rightarrow \text{CORRECTO (22.9kV)}$$

- **6 TRAMO: POSTE 5 – NUEVA SED (20.0 m)**

$$\Delta V_{\text{CONDUCTOR}} = \sqrt{3} \times I \times L \times (R \cos\Phi + X \sin\Phi)$$

Dónde:

$$I = \text{In de la carga en A} = 2.52 \text{ (22.9kV)}$$

$$L = \text{Longitud del 1er tramo Aéreo Km} = 0.020$$

$$R = \text{Resistividad del cable en ohmios / Km} = 0.565$$

$$X = \text{Reactancia del cable en ohmios / Km} = 0.445$$

$$\text{Cos}\Phi = 0.9$$

$$\text{Sen}\Phi = 0.44$$

Luego:

$$V_6 = 0.06 \text{ V(10kV)}$$

$$\Delta V3\% = \frac{0.06 \times 100\%}{10000\text{V}} = 0.0006\% \ll 5.0\% \Rightarrow \text{CORRECTO (22.9kV)}$$

LA CAIDA DE TENSION TOTAL SERIA: $\Delta V\%_{total} = \Delta V1\% + \Delta V2\% + \Delta V3\% + \Delta V4\% + \Delta V5\% + \Delta V6\%$

$$\Delta V\%_{total} = 0.0006 + 0.0022 + 0.0022 + 0.0022 + 0.0022 + 0.0006 = 0.0100\% < 5.0\% (22.9kV) \text{ CUMPLE}$$

4.2 CÁLCULO MECÁNICO DEL CONDUCTOR ALUMINIO DE 70mm²

Cálculo del esfuerzo en el conductor

Estos cálculos se elaboran para determinar el comportamiento del conductor desde el punto de vista de los esfuerzos mecánicos, durante la instalación. Se ha tomado como base para los cálculos las siguientes hipótesis.

Hipótesis 1: De esfuerzos diarios o templados

Para el tensado de las condiciones ambientales:

Temperatura	:20°C
Velocidad del viento	:Nulo
Esfuerzo	:13% esfuerzo de rotura

Hipótesis 2: De esfuerzos máximos

Se considera que el esfuerzo máximo de los conductores se produce en las siguientes condiciones

Temperatura	:10°C
Velocidad del viento	:50 Km/h

Hipótesis 3: De flecha máxima

Se considera que la flecha máxima de los conductores se produce en las siguientes condiciones:

Temperatura	:50°C
Velocidad del viento	:Nulo

CÁLCULO DE TEMPLADO Y FLECHA

- Características de los conductores para el cálculo
- Conductor cableado desnudo de Aleación de Aluminio Engrasado de 70mm²
- Coeficiente de dilatación térmica: $2,3 \times 10^{-5}$
- Carga de rotura: 20,5 KN

TABLA 2.1

SECCION TRANSVERSAL	mm ²	70
DIAMETRO EXTERIOR	mm	10,5
PESO TOTAL (Wc)	Kg/Km	184
CARGA DE ROTURA	KN	20,5
MODULO DE ELASTICIDAD	Kg/mm ²	5700

Cálculo de la carga unitaria resultante del conductor de HIPÓTESIS 1

$$Wr1 = (Wc^2 + Wv1^2)^{1/2} \quad ; \quad Pv1 = 0.0042xV1^2 \quad ; \quad Wr1 = Pv1x\phi_{ext}/1000$$

Dónde:

ϕ_{ext} = Diámetro exterior del conductor (mm)

Pv = Presion del viento (kg/m)

Wc = Peso unitario del conductor (Kg/m)

Wr = Peso unitario resultante (Kg/m)

Wv = Peso unitaria por efecto de la presión del viento sobre el conductor (Kg/m)

ECUACIÓN DE CAMBIO DE ESTADO:

$$\sigma_n^2((\sigma_a - \sigma_\phi) + \frac{E a^2 Wc^2}{24 A^2 \sigma^2} + \alpha E(T_n - T_0)) = \frac{E a^2 Wrn^2}{24 A^2}$$

Dónde:

Sub – índice (0) corresponde a la condición inicial

Sub – índice (n) corresponde a las condiciones finales

a = Vano (m)

A = Sección (mm²)

σ = Esfuerzo unitario (kg/mm²)

T = Temperatura (°C)

Wc = Peso unitario del conductor σ_n (Kg/m)

Wr = Peso unitario resultante (Kg/m)

α = Coeficiente de dilatación térmica (°C⁻¹)

E = Modulo de intensidad (Kg/mm²)

CÁLCULO DE LA FLECHA (m)

$$f_n = \frac{Wrn a^2}{8 \sigma_n A}$$

Fn = Flecha del portante en hipótesis “n” (m)

Wrn = Peso unitario resultante del conductor (Kg/m)

a = Longitud del vano (m)

σ_n = Esfuerzo del portante en hipótesis “n” (kg/mm²)

A = Sección del conductor (mm²)

Los esfuerzos y flechas obtenidos se muestran en la siguiente tabla según el tipo de conductor y el vano correspondientes.

TABLA DE ESFUERZOS Y FLECHAS

CONDUCTOR	SECCIÓN(mm ²)	$\alpha^{\circ}\text{C-1}$	E(Kg/mm ²)	CARGA ROT(kg)	%		Wc(kg/km)
AAAC	70	0.000023	5700	1918	13	10.5	184

VARIABLE	HIP 1	HIP 2	HIP 3
CONDICION	ESFUERZO DIARIO O TEMPLADO	MAXIMO ESFUERZO	FLECHA MAXIMA
TEMPERATURA $^{\circ}\text{C}$	20	10	50
VELOCIDAD DEL VIENTO Km/h	0	50	0

DESCRIPCION	HIP 1	HIP 2	HIP 3
Pv(kg/m ²)	0	10.5	0
Wv(kg/m)	0	0.11	0
Wr(kg/m)	0.184	0.215	0.184

CABLE: ALEACIÓN DE ALUMINIO DESNUDO 3-1X70mm²

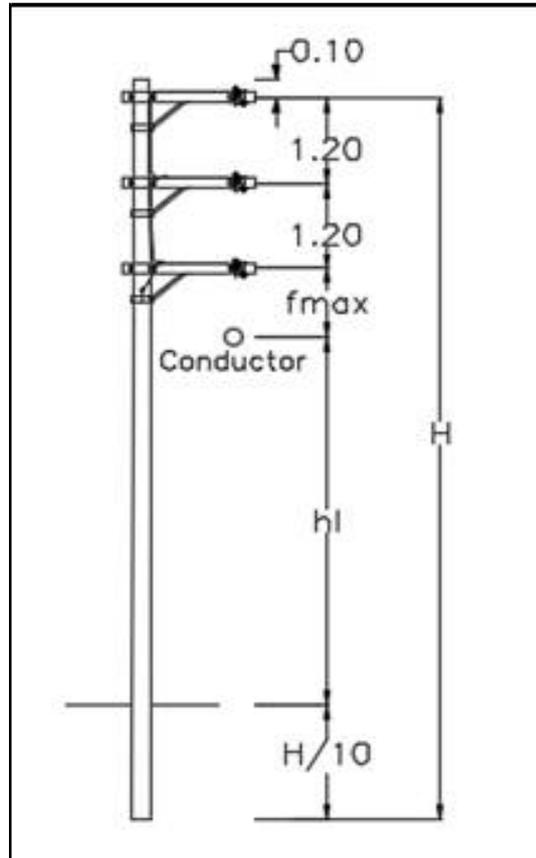
VANO (m)	HIPOSTESIS 1	HIPOTESIS 2	HIPOTESIS 3					
	σ_1 (kg/mm ²)	f1(m)	σ_2 (kg/mm ²)	T2(kg)	f2(m)	σ_3 (kg/mm ²)	T3(kg)	f3(m)
5	3.56	0.002	4.87	340.97	0	0.26	17.87	0.03
10	3.56	0.009	4.86	340.54	0.01	0.44	31.15	0.07
15	3.56	0.021	4.85	339.83	0.02	0.61	42.41	0.12
20	3.56	0.037	4.84	338.85	0.03	0.75	52.4	0.18
25	3.56	0.058	4.82	337.61	0.05	0.88	61.47	0.23
30	3.56	0.083	4.8	336.13	0.07	1	69.81	0.3
35	3.56	0.113	4.78	334.42	0.1	1.11	77.56	0.36
40	3.56	0.148	4.75	332.49	0.13	1.21	84.79	0.43
45	3.56	0.187	4.72	330.39	0.16	1.31	91.58	0.51
50	3.56	0.231	4.69	328.11	0.2	1.4	97.98	0.59
55	3.56	0.279	4.65	325.7	0.25	1.49	104.02	0.67
60	3.56	0.332	4.62	323.18	0.3	1.57	109.73	0.75
65	3.56	0.39	4.58	320.57	0.35	1.64	115.14	0.84
70	3.56	0.452	4.54	317.91	0.41	1.72	120.29	0.94

NOTA: Se tabuló para distintos vanos, los resaltados y en negrita son los aplicados para nuestro caso.

4.3 DIMENSIONAMIENTO DE LOS POSTES DE MEDIA TENSIÓN

a) Altura de los postes:

Para la zona urbana, calcularemos la altura de postes, con un vano de 80m (vano máximo).



Por código eléctrico cimentado

$$\begin{aligned} h_{lmin} &= 7.00 \\ d &= 1.20 \\ h_e &= H/10 \\ f_{max} &= 1.18m \\ d_p &= 0.10 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} H &= d_p + h_o + 2d + f_{max} + 0.1H \\ H &= 11.22 \end{aligned}$$

SE ESCOGE:
Poste de: 15/400

HT=	15
-----	----

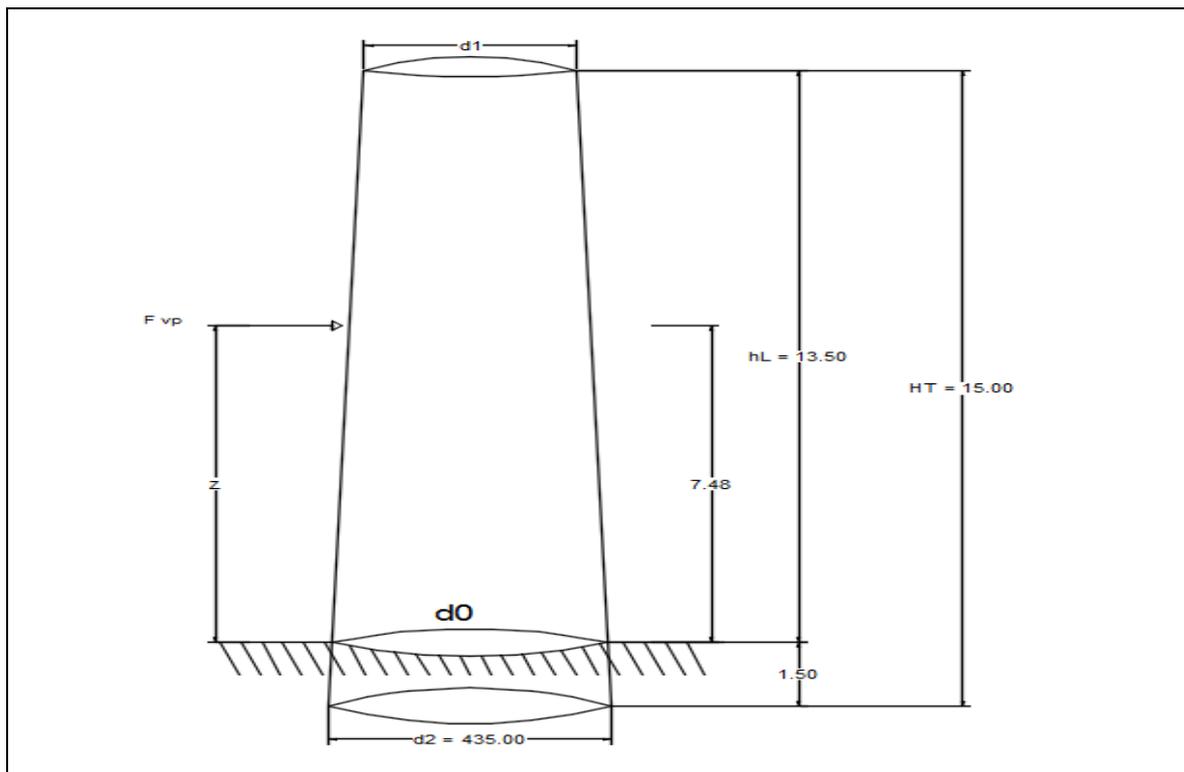
$$\begin{aligned} h_o &= 10.410 \\ h_L &= 13.50 \end{aligned}$$

Entonces:

	Ht	d1	d2	
POSTE	ALTURA (m)	D. PUNTA (mm)	D. BASE (mm)	ESF. PUNTA (kg)
15/400	15.00	210.00	435.00	400.00

b) Fuerzas actuantes sobre los postes

Fuerza del Viento sobre postes (Fvp)



DIAMETRO DEL POSTE A LA ALTURA DEL EMPOTRAMIENDO

$$d0 = 2 \times ((d2-d1)/2) \times hL/HT + d1$$

$$d0=412.50\text{mm}$$

CALCULO DE LA FUERZA DEL VIENTO SOBRE EL POSTE

De datos, de la presión del viento es:

$$Pv= 10.5 \text{ Kg/mm}^2$$

El área del poste sometida a la presión del viento es:

$$Ap = (d0 +d1) \times hL/2000$$

$$Ap = 4.20 \text{ m}^2$$

$$Fvp =Pv \times Ap$$

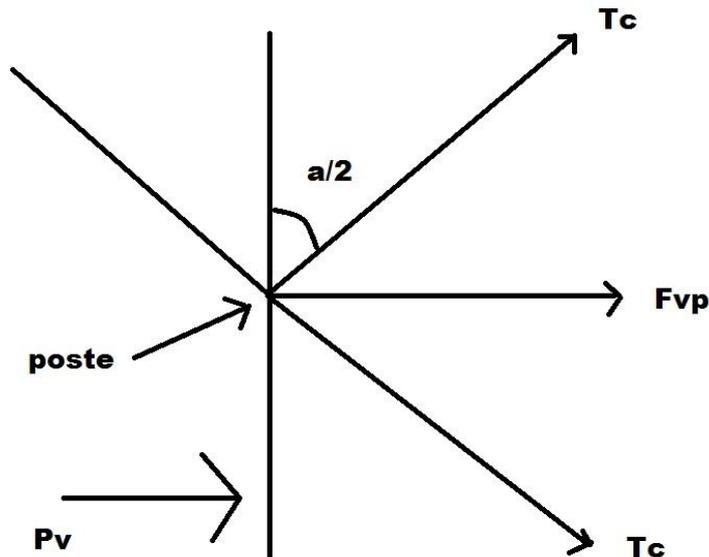
$$F_{vp} = 44.12 \text{ Kg}$$

Punto de aplicación de la fuerza del viento sobre el poste (F_{vp})

$$Z = hLx(d1 + 2xd0)/(3x(d1+d0))$$

$$Z = 7.48\text{m}$$

C) Fuerza del viento sobre los conductores (FVC)



$$F_{vc} = (a\phi P_v \cos(\alpha/2))/1000$$

a : vano en m

ϕ : diámetro del conductor en mm

Con vano máximo de 50 m

Y $\phi=10,5$ mm

$\phi = 7.56\text{mm}$

$P_v = 10.5 \text{ Kg/m}^2$

$$F_{vc} = 3.969 \cos(\alpha/2)$$

FUERZA DE LOS CONDUCTORES SOBRE EL POSTE (FC)

$$F_c = 2 T_c \text{sen} (\alpha/2)$$

$$T_c = \delta^1 x A$$

Tomamos el mayor valor de:

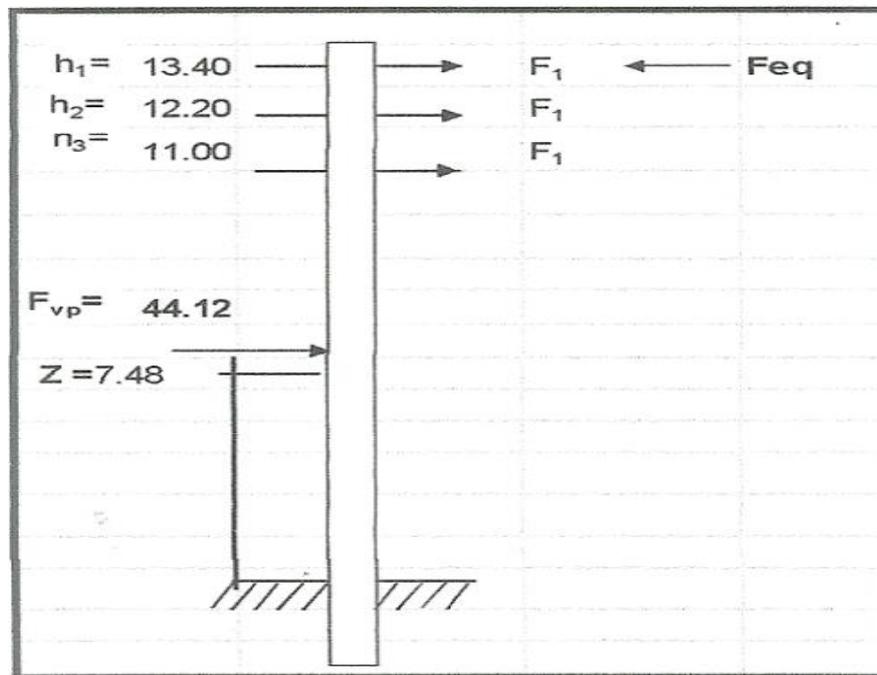
$\delta_1=4.69$

$A = 70\text{mm}^2$

Entonces:

$F_c=656.6 \text{ sen } (\alpha/2)$

d) FUERZA EQUIVALENTE (FEQ)



$F_1 = F_{vc} + F_c$
 $F_{vc} = 3.969 \cos(\alpha/2)$
 $F_c = 656.6 \text{ sen}(\alpha/2)$
 $F_1 = 3.969 \cos(\alpha/2) + 656.6 \text{ sen}(\alpha/2)$

Luego calculamos la Feq a 0,10 m de la punta del poste:

$F_{eq} = F_1 (13,40 + 12,20 + 11,00) + F_{vp} \times Z$
 Para postes de 15/400 $F_{vp} = 44,12 \text{ Kg}$
 $Z = 7,48\text{m}$

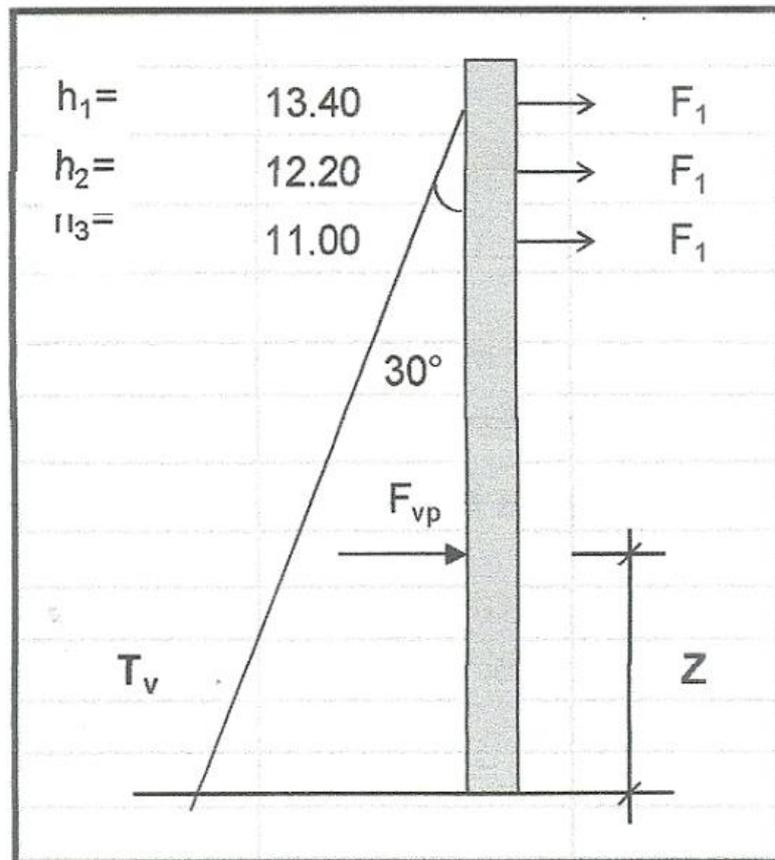
Reemplazando:

Analizando postes:

α (°)	Feq (kg)
0	35.48 (alineamiento)
3	82.42
5	113.69
12	222.88
17	300.44

El esfuerzo en la punta de los postes es de 400 kg

e) POSTES EXTREMOS DE LINEA



$$F = S_1 \times A$$

$$F = 328.30$$

Por sumatoria de momentos:

$$F_1 \times (h_1 + h_2 + h_3) + F_{vp} \times Z = T_v \times h_1 \text{ Sen } 30^\circ$$

$$12059.90 = T_v \times h_1 \text{ sen } 30^\circ$$

$$T_v = 1,799.99 \text{ kg}$$

$$T_{\text{cable acero}} = 5,680.00 \text{ kg}$$

Representa el 31.69%
Del tiro de rotura del cable de retenida.
En nuestro caso calcularemos una Retenida Violín ($\alpha = 60^\circ$)

$$F_p = T \times \text{sen } 60 \text{ (Hr/H)}$$

Para retenida tipo violín:

$$T = T_v \text{ sen } 60^\circ$$

$$T_v = 1,558.83 \text{ kg}$$

Representa el 27.44% del tiro de rotura del cable de retenida.

METRADO Y PRESUPUESTO

En este capítulo veremos el costo total del montaje del proyecto eléctrico.

PRECIO DE TRABAJOS POR MANO DE OBRA MEDIA TENSIÓN

ITEM	Descripción	Ft.	Cant.	Precio Unit.	MO (\$/)	Costo
1	DIAGONAL PARA CRUCETA DE MADERA O FIERRO	I	58	18.35	1064.30	1064.30
2	ABRAZADERA PARA PERFIL DE ESTRUCTURA MT	I	15	15.89	238.35	238.35
3	ESCALAMIENTO DE POSTE CON ESCALERA	I	6	10.81	64.86	64.86
4	RETENIDA SIMPLE O VIOLIN MT O BT	R	2	199.05	398.10	398.10
5	RETENIDA SIMPLE O VIOLIN MT O BT	I	2	284.35	568.70	568.70
6	CABLEADO DE SISTEMA DE PUESTA A TIERRA PARA POSTE NUEVO	I	75	81.52	6114.00	6114.00
7	PROTECCION RIEL CIMENTADO Y PINTADO(OBRA VENDIDA)	I	10	236.88	2368.80	2368.80
8	REEMPLAZAR CONDUCT.CU O AL HASTA 240mm ² .	I	300	1.07	321.00	321.00
9	CIMENTACION PARA POSTE 15,00 m (Incluye solera) TERRENO PANTANOSO	I	6	375.64	2253.84	2253.84
10	SUPERVISION PERMANENTE DE UN CAPATAZ POR UNA HORA	I	6	27.80	166.80	166.80
11	ROTULACIÓN CON LETRERO EN CELDAS,SAB O POSTES MT	I	6	26.99	161.94	161.94
					TOTAL	13720.69

PRECIO DE MATERIALES MEDIA TENSIÓN

ITEM	Descripción	Cant.	Precio Unit.	Costo
1	PERNO HO.GALV.CAB.EXAG. 5/8" X 7" C/TUERCA	12	2.73	32.76
2	FLEJE AC. INOX. 0.8 X 19 MM. X 30 M.	1	111.04	111.04
3	GUARDACABO DE ACERO GALV. P.CABLE 13MM DIAM. 1,5MM ESPESOR P.PROTEGER CABLE PORTANTE	3	1.18	3.53
4	RIEL TIPO H DE ACERO C.RESISTENCIA 65 - 85 LB/YD2 P.PROTEGER A POSTES Y ESTRUCTURAS M.T.	22.5	144.68	3255.30
5	ELECTRODO P.PUESTA A TIERRA TP.COPPERWELD 9/16" X 2400MM	6	27.88	167.30
6	CONDUCTOR CABLEADO TW 750V.UNIP.AMARI. 1X 35 MM2	170	9.27	1576.34
7	CINTA AISLANTE MASTIC DE GOMA AUTOFUNDENTE C.SOPORTE DE PVC 102MM X 3M X 2,29MM 600V COLOR	1.5	73.73	110.59
8	CINTA AISLANTE DE GOMA AUTOFUNDENTE EPR DE 19MM X 9,20M X 0,76MM 69KV COLOR NEGRO	6	20.18	121.07
9	AISLADOR SUSP.POLIMERICO P.REDES DISTRIB. DE 22,9KV.	42	32.36	1358.96
10	AISLADOR HIBRIDO TP. PIN PARA LINEAS DE 10 KV.	6	88.68	532.06
11	AISLADOR POLIMERICO TP.PIN P/LINEAS AEREAS 22,9KV.	21	115.78	2431.31
12	POSTE C.A.C. 15/400/210/435 P.L.A.B.T O MT	6	1505.36	9032.17
13	ZAPATA CONCR.ARMADO 700X700MM.TP.CRUZ P.ANCL.VIENT	6	27.59	165.54
14	BOVEDA CONCRETO C.TAPA P.ELECTRODO DE PUESTA A TIERRA	6	22.86	137.13
15	MENSULA DE MADERA DE 4" X 5" X 6 PIES CON TRATAMIENTO CCB	10	85.77	857.70
16	MENSULA DE MADERA DE 4" X 5" X 7 PIES CON TRATAMIENTO CCB	42	96.17	4039.14
17	CONECTOR DE DERIVACION A COMPRESION TIPO G P.CONDUCTOR DE COBRE 16-35 / 16-35MM2 P.RED AERE	15	15.15	227.24
18	CONECTOR BIMETALICO DE DERIVACION A COMPRESION TIPO H P.CONDUCTOR 35-50 / 16-35MM2 P.RED AE	6	2.19	13.13
19	GRAPA DE ANCLAJE TP.PISTOLA DE ALEACION DE ALUMINIO P.CONDUCTOR AAAC 70MM2	18	21.58	388.47
20	ESLABON DOBLE TP.8 GIRATORIO DE ACERO GALV. P.FIJAR CONDUCTORES A AISLADORES EN LINEAS AREAS	21	11.36	238.61
21	ARANDELA CUADRADA PLANA DE ACERO GALV. 75 X 4,5MM C.AGUJERO 21MM DIAM	135	1.53	207.16
22	ARANDELA CUADRADA CURVA DE ACERO GALV. 3" X 3" X 3/16" C.AGUJERO 11/16" DIAM	51	1.21	61.61
23	SOPORTE PASANTE ACERO GALV. 201MM LONG. 22MM / 3/4" DIAM. P.AISLADORES TP.PIN C.ACCESORIOS	21	15.54	326.37
24	VARILLA ROSCADA AC.GALV. 16MMD. X 550MML. LAEREAS	66	5.13	338.32
25	OJAL ROSCADO AC.GALV.,DE 5/8PULG.D. X80MML. P.L.A.	40	4.47	178.92
26	PLANCHA DE COBRE P.LINEA A TIERRA C.AGUJERO 20MM DIAM.	75	4.80	359.97
27	CONECTOR BR.P.ELECTRODO PUESTA A TIERRA *SID-ET-46	6	4.60	27.62
28	CONDUCTOR CABLEADO DESNUDO ALEAC.ALUM. 70 MM2. BT Y MT	1160	3.73	4322.57
29	EMPALME AÉREO UNIPOLAR CON CONECTOR UDC 70/70 MM2	6	38.41	230.48
			TOTAL	30852.41

PRECIO DE TRABAJOS POR MANO DE OBRA DE SUBESTACIÓN

ITEM	Descripción	Ft.	Cant.	Precio Unit.	Costo
1	ALQUILER POR HORA DE GRÚA DE HASTA 10 TN - INCLUYE OPERADOR, COMBUSTIBLE Y GG	I	8	172.48	1379.84
2	ALQUILER DE TRACTO-PLATAFORMA POR HORA - INCL. OPERADOR, COMBUSTIBLE Y GG	I	10	124.90	1249.00
3	HORA DE OPERARIO	I	134.4	16.55	2224.32
4	HORA DE AYUDANTE	I	38.4	12.16	466.94
5	HORA EXTRA 25% CAPATAZ - 2 PRIMERAS HORAS	I	19.2	6.91	132.67
6	HORA EXTRA 25% CONDUCTOR - 2 PRIMERAS HORAS	I	19.2	2.76	52.99
7	AISLADOR PIN MT EN CRUCETA	I	6	15.91	95.46
8	CADENA 1 AISLADOR SUSPENSION MT	I	6	18.37	110.22
9	AMARRAS PARA CONDUCTOR DE CU O AL	I	6	1.10	6.60
10	CRUCETA DE C.A. HASTA 2.4 m. O PALOMILLA EN SAB.	I	1	55.26	55.26
11	MENSULA DE C.A HASTA 1.2 m	I	4	41.22	164.88
12	ESCALAMIENTO DE POSTE CON ESCALERA	I	4	10.82	43.28
13	POSTE C.A.C. DE 13.00 m - No incluye tracto	I	2	457.25	914.50
14	DESCARGA DE POSTES C.A.C. DE 15 METROS DE CAMION PLATAFORMA	I	2	69.23	138.46
15	PUESTA A TIERRA TRATADA (CON BENTONITA Y SAL)	I	2	444.60	889.20
16	CABLEADO DE SISTEMA DE PUESTA A TIERRA PARA POSTE NUEVO	I	2	81.61	163.22
17	PROTECCION RIEL CIMENTADO Y PINTADO(OBRA VENDIDA)	I	2	237.11	474.22
18	CONEXIONADO DE MEDIA TENSIÓN PARA SE AÉREA	I	1	304.02	304.02
19	ANCLAJE CON DOS PUNTOS PARA TRANSFORMADOR DE DISTRIBUCION	I	1	26.10	26.10
20	RETIRO DE ESCOMBROS / CASCOTES	I	6	41.61	249.66
21	TRABAJOS MINIMOS	I	26	4.31	112.06
22	CIMENTACIÓN PARA POSTE 13m POSTE NUEVO (SIN SOLERA)	I	2	270.48	540.96
23	Apoyo de seguridad por hora. Considera un efectivo policial	I	52	15.90	826.80
24	CAMBIO DE FUSIBLE TIPO LAMINA POR FASE	I	12	7.14	85.68
25	DEMOLICIÓN MURETE DE TABLERO DE DISTRIBUCIÓN Y ELIMINACIÓN DESMONTE	I	1	213.87	213.87
26	SUPERVISION PERMANENTE DE UN CAPATAZ POR UNA HORA	I	10	27.82	278.20
27	ROTULACIÓN CON LETRERO EN CELDAS,SAB O POSTES MT	I	3	27.02	81.06
				TOTAL	11279.47

PRECIO DE MATERIALES DE SUBESTACION

ITEM	Descripción	Cant.	Precio Unit.	Costo
1	PERNO HO.GALV.CAB.EXAG.1/2X3P.C/TUERCA * SID-127	12	1.67	19.98
2	ARANDELA PLANA AC.GALV. PERNO 1/2"	24	0.33	7.84
3	ARANDELA PLANA AC.GALV. 1/4 PULG.	6	0.07	0.39
4	FLEJE AC. INOX. ANCHO 19MM.	9	3.27	29.39
5	GRAPA (HEBILLA) AC. INOX. P.FLEJE 19MM. ANCHO	9	0.91	8.23
6	RIEL TIPO H DE ACERO C.RESISTENCIA 65 - 85 LB/YD2 P.PROTEGER A POSTES Y ESTRUCTURAS M.T.	5	144.68	723.40
7	PLATINA DE COBRE 30 X 3MM	0.3	21.67	6.50
8	PLATINA DE COBRE 60 X8MM	1.5	124.66	186.99
9	SAL GRANO INDUSTRIAL PARA POZOS DE TIERRA CLORURO DE SODIO	300	0.22	66.00
10	ELECTRODO P.PUESTA A TIERRA TP.COPPERWELD 9/16" X 2400MM	2	27.89	55.77
11	CONDUCTOR CABLEADO TW 750V.UNIP.AMARI. 1X 35 MM2	54	9.27	500.72
12	CONDUCTOR CABLEADO TW 750V.UNIP.AMARI. 1X 70 MM2	18	17.60	316.77
13	CONECTOR TERMINAL A COMPRESION DE COBRE P.CABLE 35MM2, SIMPLE FIJACION	8	2.78	22.20
14	CINTA AISLANTE TERMOPLASTICA DE PVC DE 19MM X 4,5M X 0,15MM 600V COLOR BLANCO USO EN INTERIORES	1	0.82	0.82
15	CINTA AISLANTE TERMOPLASTICA DE PVC DE 19MM X 4,5M X 0,15MM 600V COLOR ROJO USO EN INTERIORES	1	0.74	0.74
16	CINTA AISLANTE TERMOPLASTICA DE PVC DE 19MM X 4,5M X 0,15MM 600V COLOR VERDE USO EN INTERIORES	1	0.77	0.77
17	CINTA AISLANTE TERMOPLASTICA DE PVC DE 19MM X 20M X 0,15MM 600V COLOR NEGRO USO EN INTERIORES	1	2.42	2.42
18	AISLADOR SUSP.POLIMERICO P.REDES DISTRIB. DE 22,9kv.	3	32.36	97.07
19	AISLADOR POLIMERICO TP.PIN P/LINEAS AEREAS 22,9kv.	6	115.78	694.66
20	POSTE C.A.C. 13/400/180/375 P.L.A.B.T O MT	2	937.81	1875.61
21	MENSULA C.A.V. 0,60/250/215 P.MONTAJE EN POSTE	2	29.71	59.42
22	MENSULA C.A.V. 1,00/250/245 P.MONTAJE EN POSTE	2	47.02	94.03
23	PALOMILLA DOBLE C.A.P. 2300MM / 290MM P.MONTAJE PARA S.A.B.	1	135.33	135.33
24	PLATAFORMA SOPORTE C.A.V. 1150MM / 1300KG / 350MM P.TRANSFORMADOR	2	248.50	497.00
25	BOVEDA CONCRETO C.TAPA P.ELECTRODO DE PUESTA A TIERRA	2	22.86	45.71
26	CONECTOR DE DERIVACION A COMPRESION TIPO G P.CONDUCTOR DE COBRE 16-35 / 16-35MM2 P.RED AEREA	10	15.15	151.50
27	CONECTOR BIMETALICO DE DERIVACION A COMPRESION TIPO H P.CONDUCTOR 70 / 16-35MM2 P.RED AEREA	3	3.33	9.99
28	AMARRE SIMPLE DE ALUMINIO 4 AWG 1000MM LONG. P.AISLADOR PIN C.CONDUCTOR ALUMINIO HASTA 70MM2 EN M.T.	6	1.99	11.95
29	GRAPA DE ANCLAJE TP.PISTOLA DE ALEACION DE ALUMINIO P.CONDUCTOR AAAC 70MM2	3	21.58	64.74
30	ESLABON DOBLE TP.8 GIRATORIO DE ACERO GALV. P.FIJAR CONDUCTORES A AISLADORES EN LINEAS AREAS M.T.	3	11.36	34.09
31	ARANDELA CUADRADA CURVA DE ACERO GALV. 3" X 3" X 3/16" C.AGUJERO 11/16" DIAM	6	1.21	7.25
32	VARILLA ROSCADA AC.GALV. 16MMD. X 250MML. L.AEREAS	6	3.10	18.61
33	VARILLA ROSCADA AC.GALV. 16MMD. X 400MML. L.AEREAS	2	4.70	9.40
34	VARILLA ROSCADA AC.GALV. 16MMD. X 550MML. L.AEREAS	3	5.13	15.38
35	OJAL ROSCADO AC.GALV.,DE 5/8PULG.D. X80MML. P.L.A.	3	4.47	13.42
36	PLANCHA DE COBRE P.LINEA A TIERRA C.AGUJERO 20MM DIAM.	8	4.80	38.40
37	MEDIDOR ELECTRONICO TRIFASICO 15(90A) 220V 3H 2S CL.1 60HZ	1	83.22	83.22
38	MEDIDOR ELECTRONICO MULTIF. TRIF.C.MODEM 5(20)A 100-200V 3H CL0,2(ANSI) O CL0,5(IEC) AFERIDO A 220V	1	1010.62	1010.62
39	FUSIBLE LIMITADOR CORRIENTE TP. NH TAMANO 2, 220V 160A	3	11.46	34.38
40	FUSIBLE DE EXPULSION TIPO K - ANSI CABEZA REMOVIBLE 5A 36kV P.SECCIONADOR FUSIBLE UNIPOLAR	3	7.87	23.61
41	FUSI.SEC.UNIP.AE.22.9kv.100A.12ka.600MM.L.FUG.MIN	3	394.71	1184.12
42	ACCESORIO P/ANCLAJE TRANSF. AC.GAL.CAL.10X60X420MM	2	40.85	81.69
43	CONECTOR BR.P.ELECTRODO PUESTA A TIERRA *SID-ET-46	2	4.61	9.21
44	INSTALACION DE TRAF0 100 kVA	1	850.00	850.00
45	TRANSFORMADOR DE 100 kVA	1	4500.00	4500.00
46	CABLE COMUNICACIÓN TIPO NA2XY PARA SUBESTACIÓN AEREA DE 100 Y 160 kVA	1	1500.76	1500.76
47	LLAVE VERTICA DE BAJA TENSIÓN DE 400 A	2	301.54	603.07

48	MODULO DE ALUMBRADO PUBLICO-SAB,SCP,SCB-APV80-VERTICAL .- CMAPV80	1	948.06	948.06
49	POZO DE TIERRA NUEVO C/BENTONITA Y SAL S/TIERRA - ELECTRODO COPPERWELD	1	847.51	847.51
50	TABLERO DE BT TIPO TAM 3 DE 100 A 250 kVA	1	2845.31	2845.31
51	TRANSFORMADOR DE CORRIENTE 300/5A, SIN BARRA PASANTE	1	234.86	234.86
52	TERMINAL MECANICO PARA CABLE DE ALUMINIO BT 120 MM2	2	140.05	280.09
TOTAL				20859.00

PRECIO DE TRABAJOS POR MANO DE OBRA BAJA TENSIÓN

ITEM	Descripción	Ft	Cant	Precio Unit.	Costo
1	ESCALAMIENTO DE POSTE CON ESCALERA	I	8	10.81	86.48
2	INSTALACION DE POSTE C.A.C. DE 8.70 O 9.00 M	R	5	224.83	1124.15
3	COLOCACIÓN DE TRÍPODES PARA TRABAJOS EN POSTES DE FE Y DE CAC DE 8,7 M	I	9	40.96	368.64
4	SUBIDA A POSTE C/CABLE NYN HASTA 3-1x70mm2	R	1	99.82	99.82
5	CAJA DE DISTRIBUC. ACOM. DOMIC. EN POSTE O PARED (INCLUYE ALIMENTACION A CAJA)	T	1	52.35	52.35
6	SUPERVISION PERMANENTE DE UN CAPATAZ POR UNA HORA	I	9	27.80	250.20
7	INSTALAR ACOMETIDA AEREA Y ACCESORIOS	T	1	50.80	50.80
8	LIMPIEZA Y TAPONEO DE DUCTOS POR C/VÍA	I	3	7.98	23.94
9	SUPERVISION PERMANENTE DE UN CAPATAZ POR UNA HORA	I	1	27.80	27.80
TOTAL					2084.18

PRECIO DE MATERIALES DE BAJA TENSIÓN

ITEM	Descripción	Can t.	Precio Unit.	Costo
1	FLEJE AC. INOX. ANCHO 19MM.	2	3.27	6.53
2	GRAPA (HEBILLA) AC. INOX. P.FLEJE 19MM. ANCHO	2	0.92	1.83
3	EMPALME DERECHO - DERIVACION SIMETRICO UNIPOLAR AUTOFUNDENTE P.CABLE SECO DE COBRE 70 / 6-70MM2 B.T.	3	13.84	41.53
4	EMPALME DERECHO DERIVACION SIMETRICO UNIPOLAR AUTOFUNDENTE P.CABLE SECO COBRE 120-185/10-185MM2 BT	2	19.66	39.31
5	CONECTOR BIMETALICO DE DERIVACION A COMPRESION TIPO H P.CONDUCTOR 120-185/16-70MM2 P.RED AEREA	2	8.69	17.37
6	CONECTOR BIMET.FORRADO TP.PERFORACION / PIERCING P.COND.CU - AL 25 - 70 / 10 - 35MM2 FASE AISL.	2	6.50	13.00
7	ARMADO FIN DE LINEA TIPO C4 PARA POSTE DE BT - CAIS / CAAIS	17	48.04	816.68
8	CABLE AUTOPORTANTE AA 3X70MM2 B.T. C/MENSAJERO	227	8.73	1981.71
9	CABLE AUTOPORTANTE AA 3X70+1X16MM2 B.T. C/MENSAJER	53	4.70	249.10
10	CABLE AUTOPORTANTE AA 3X70+1X16MM2 B.T. C/MENSAJER	262	8.73	2287.26
11	CABLE AUTOPORTANTE AA 3X70+1X16MM2 B.T. C/MENSAJER	21	18.67	392.07
12	EMPALME AÉREO UNIPOLAR CON CONECTOR CUÑA MINIWEDGE AA 16/CU 16 MM2.	1	32.11	32.11
13	EMPALME AÉREO UNIPOLAR CON CONECTOR CUÑA MINIWEDGE AA 70/CU 70 MM2.	3	32.37	97.12
14	SUBIDA AEREA B.T.C/CABLE N2XY SUBT. 2x1-6 MM2.	1	206.03	206.03
15	SUBIDA AEREA B.T. EN POSTE 8,7 M C/CABLE NA2XY SUBT.120MM2 / CAAIS 70	1	528.05	528.05
16	CABLE DE ENERGIA TRIPOLAR TIPO N2XY 3 - 1 X 16MM2 0,6 / 1kV	22	16.37	360.21
17	CABLE SECO NA2XY UNIPOLAR DE B.T. 3 - 1 X 120MM2	22	20.72	455.75
18	EMPALME TRIFASICO SIMETRICO DERECHO-DERIVACION TERMOCONTRAIBLE P.CABLE SECO 120-185 / 70-185MM2 B.T.	3	90.78	272.33
19	PUNTA MUERTA TERMOCONTRAIBLE CABLE SECO TRIFASICO BT. 120-300 MM2	1	117.94	117.94
20	TERMINAL MECANICO PARA CABLE DE ALUMINIO BT 120 MM2	4	140.02	560.08
21	APERTURA Y CIERRE ZANJAS BT	12	26.49	317.88
TOTAL				8793.90

PRECIO TOTALES DE MATERIALES UTILIZADOS EN PROYECTO

ITEM	DESCRIPCIÓN	COSTO
1	RED MEDIA TENSION	S/ 13,720.69
2	SUBESTACION	S/ 11,279.47
3	RED BAJA TENSIÓN	S/ 2,084.18
	TOTAL 1	S/ 27,084.34

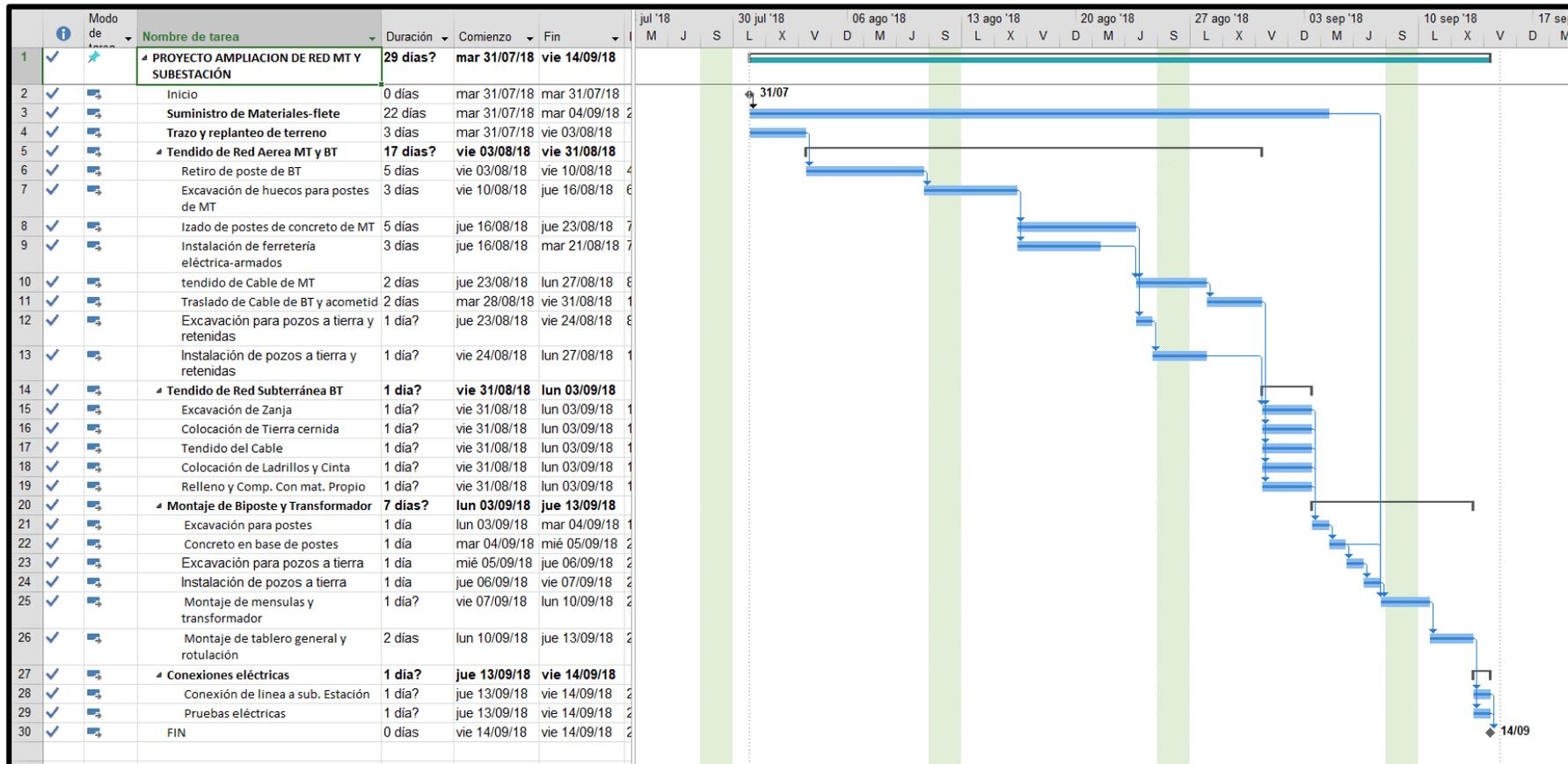
PRECIO TOTAL DE MANO DE OBRA UTILZADOS EN PROYECTO

ITEM	DESCRIPCIÓN	COSTO
1	RED MEDIA TENSION	S/ 30,852.41
2	SUBESTACION	S/ 20,859.00
3	RED BAJA TENSIÓN	S/ 8,793.90
	TOTAL 2	S/ 60,505.31

EN CONCLUSIÓN:

El Precio es **Total1+ Total 2= 87,589.65 soles**

CRONOGRAMA DE OBRA



DESCRIPCIÓN DE LOS PLANOS PROYECTO DE MEDIA TENSIÓN

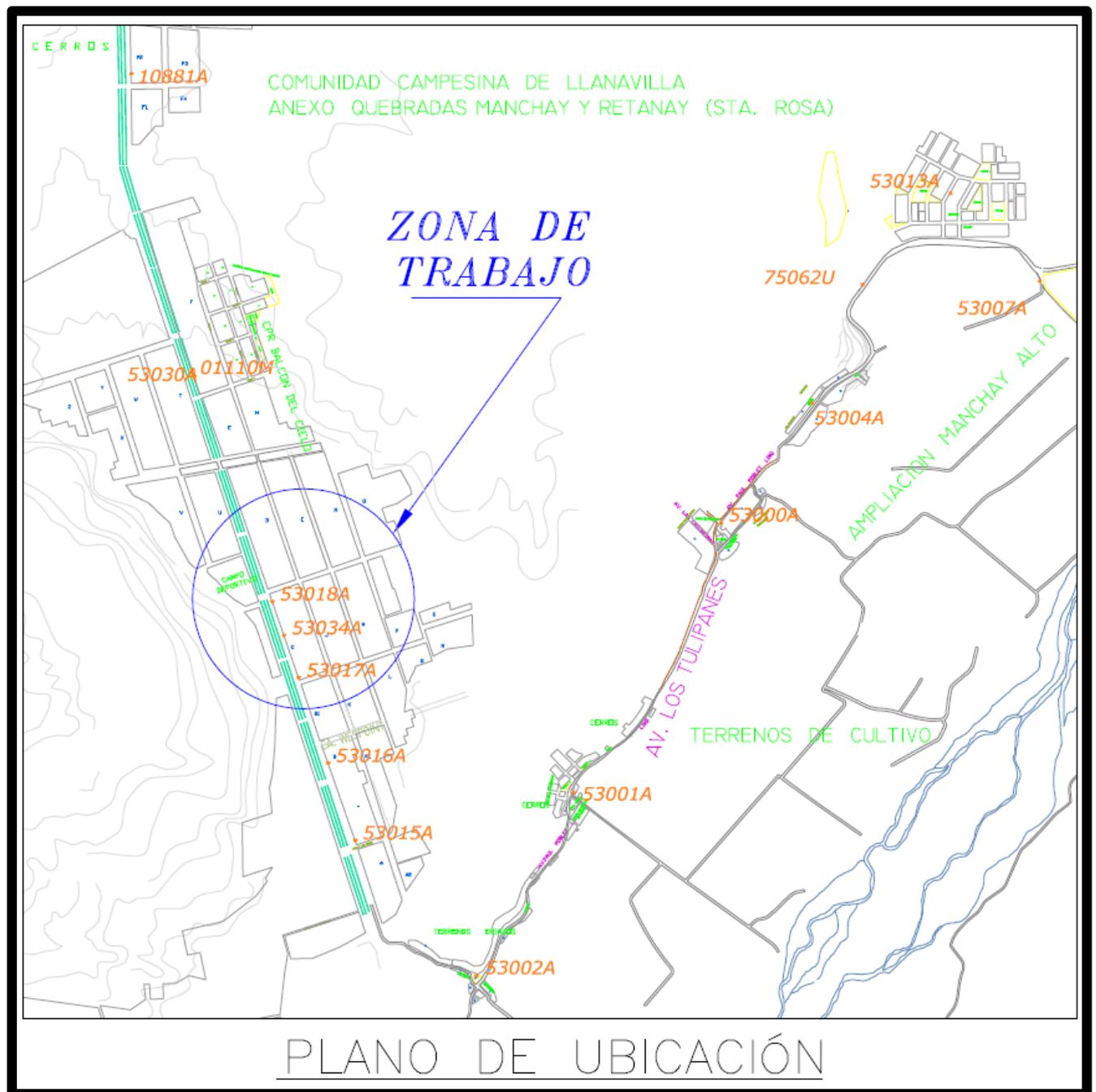


Fig. 1. Ubicación del proyecto

ESQUEMA UNIFILAR

Alimentador MA-42 de la SED53018A, La nueva SED se ubicará entre la SET 13788T y la SAB 53018.

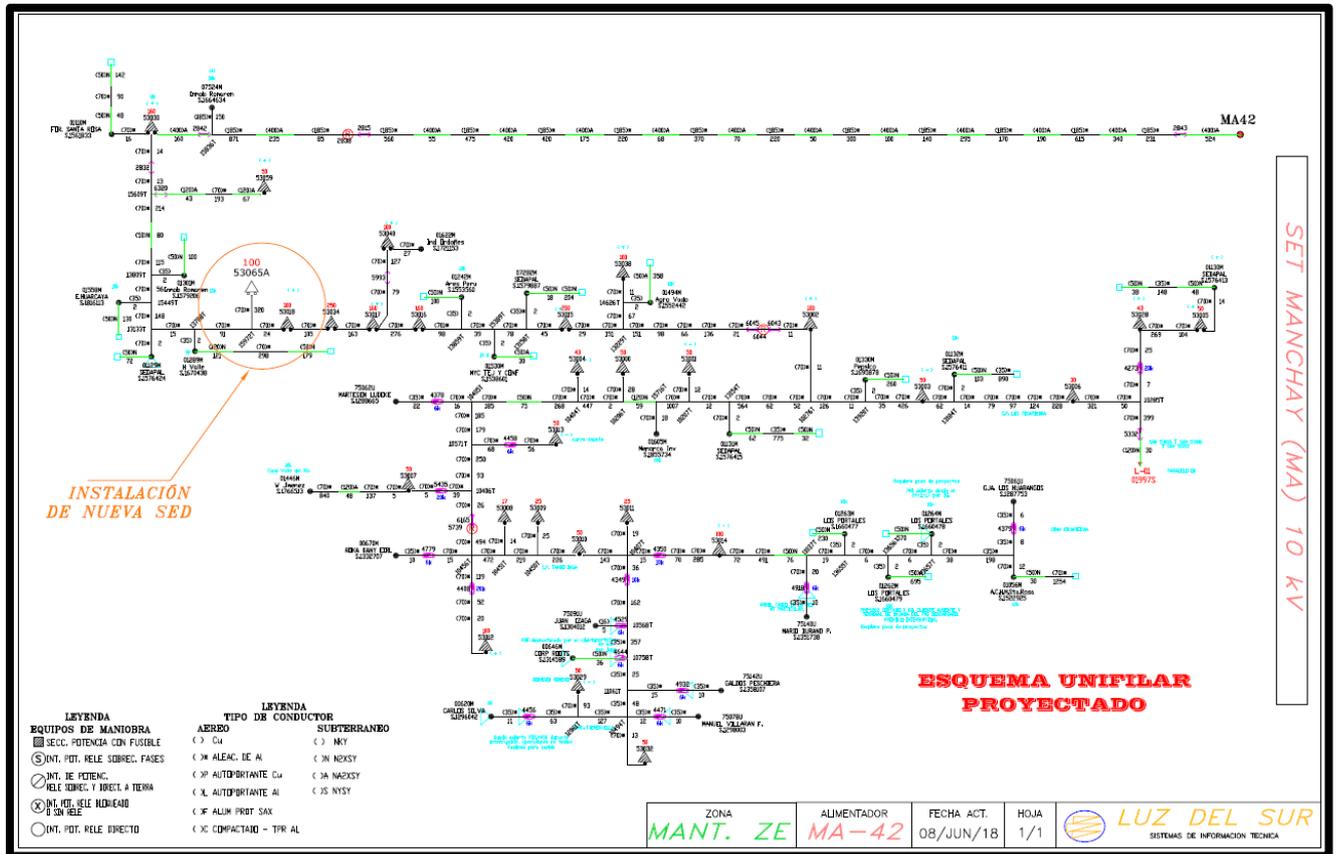


Fig.3. Esquema Unifilar Luz Del Sur

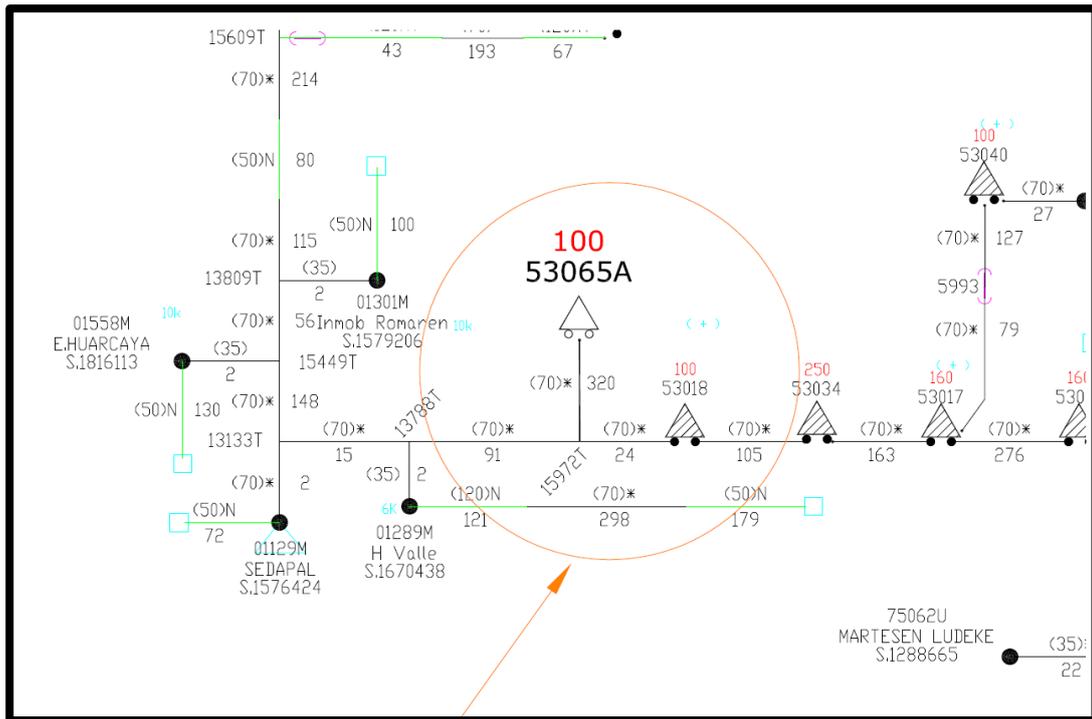


Fig.4. Esquema Unifilar Luz Del Sur, Zona de trabajo.

DETALLE DE SAB

DETALLE DE SUBESTACIÓN AÉREA BIPOSTE (TIPO BANDERA)

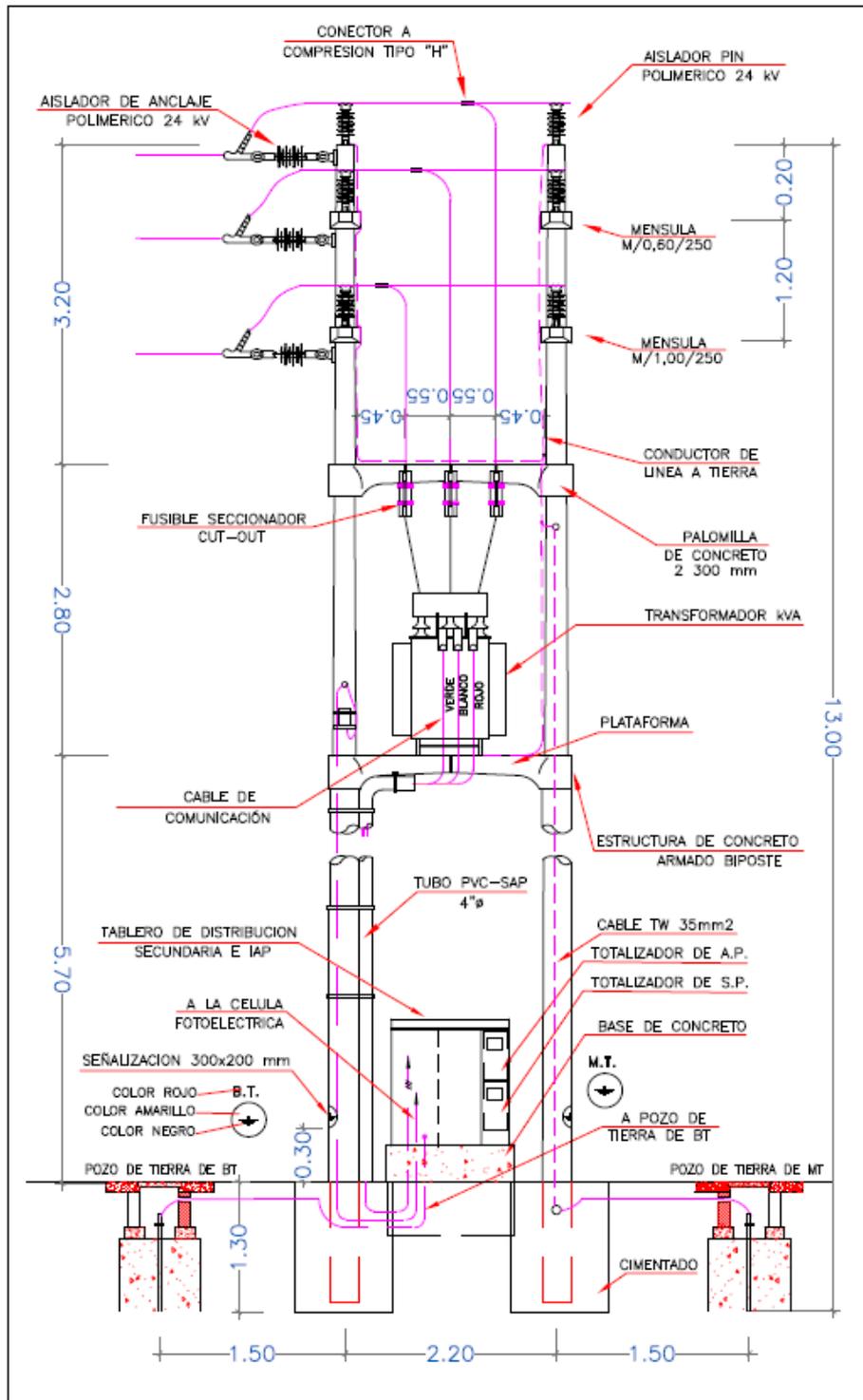


Fig.5. Detalle de SAB

AGRUPACIÓN Y DEMANDA PROYECTADA – SISTEMA DESIGN MANAGER

LUZ DEL SUR cuenta con el programa Design Manager, en dicho programa permite la visualización de las redes de Media Tensión y Baja Tensión

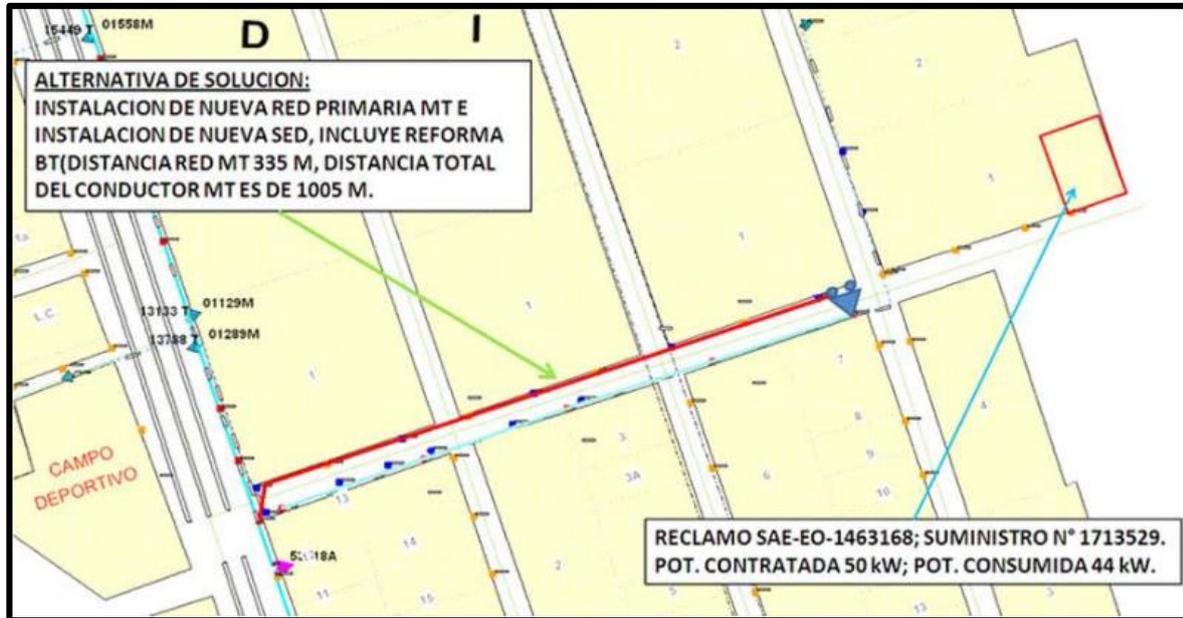


Fig 6. Propuesta de Solución en Design Manager.



Fig.7Foto de la agrupación en plano visado por Municipalidad de Pachacamac

IMÁGENES DE INSPECCIÓN DESPUÉS DE LA PUESTA EN SERVICIO

POSTES DE MEDIA TENSIÓN



Fig. 8. Poste N°191005662



Fig.9 Poste MT 1



Fig.10. Poste MT 2



Fig.11. Poste MT 3



Fig12. Poste MT 4



Fig13. Poste MT 5

SUBESTACIÓN AÉREA BIPOSTE 53065A



Fig 14. Transformador



Fig 15. SAB 53065A



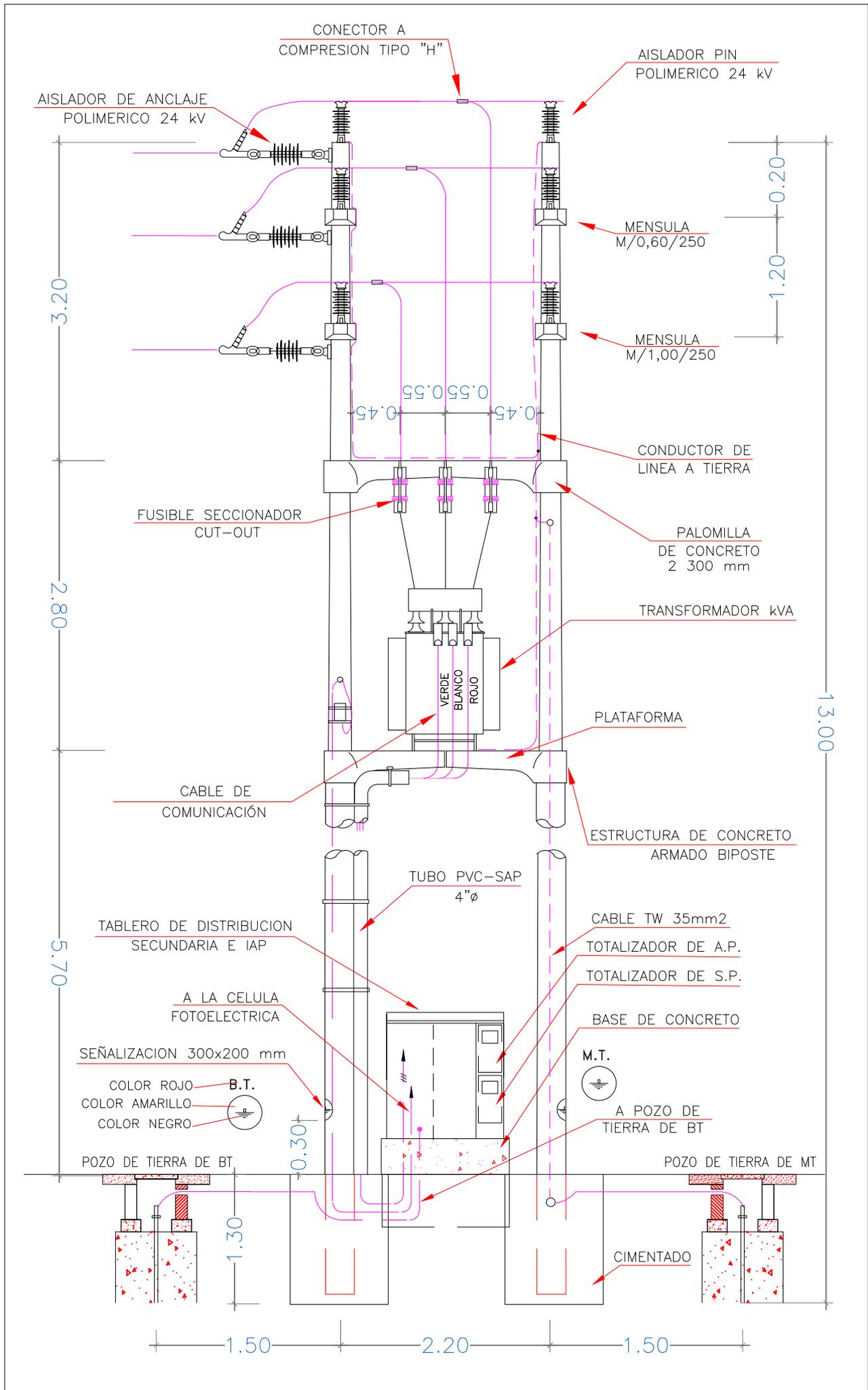
Fig 16. Tablero abierto.



Fig 17. Tablero cerrado

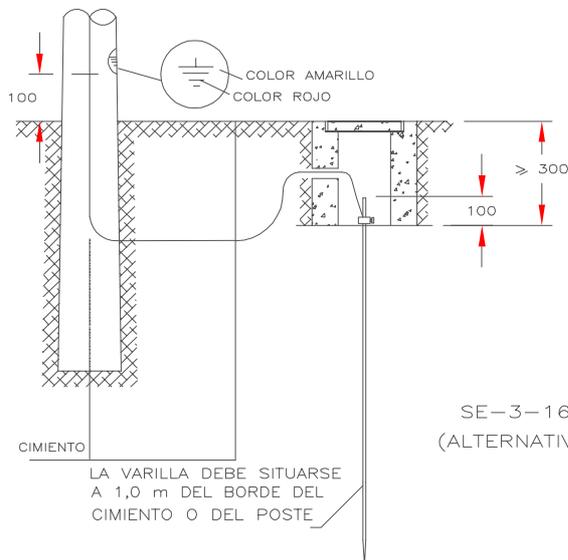
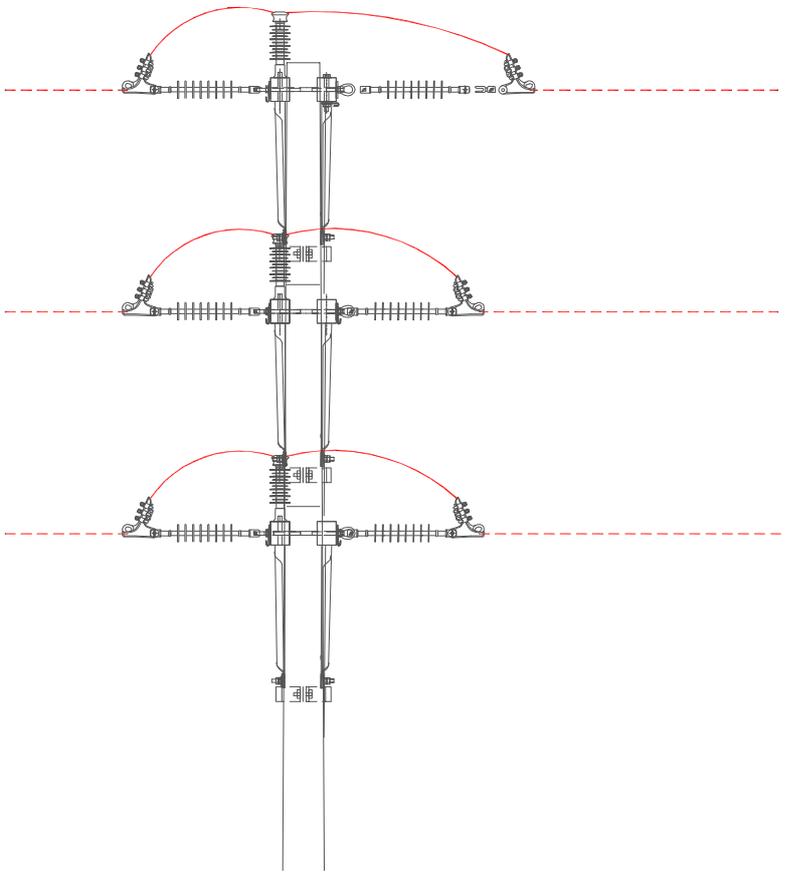
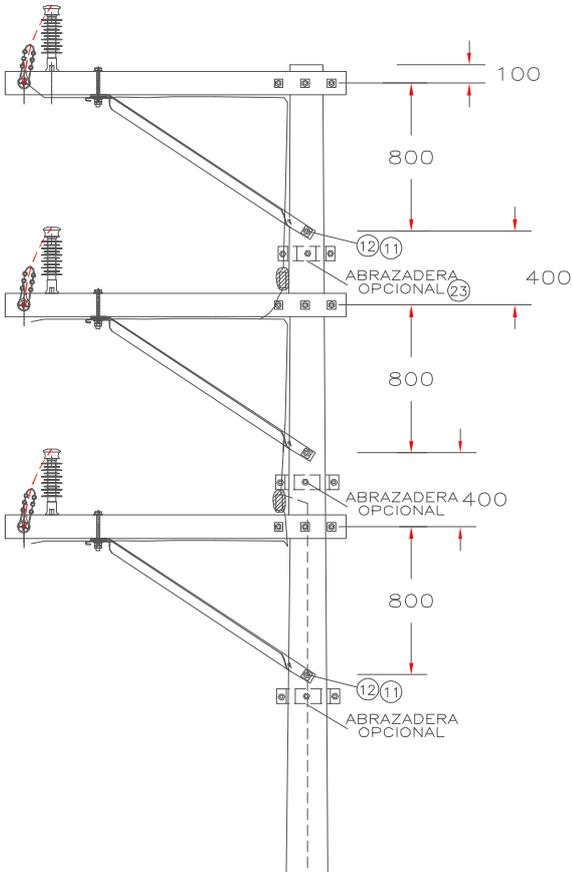
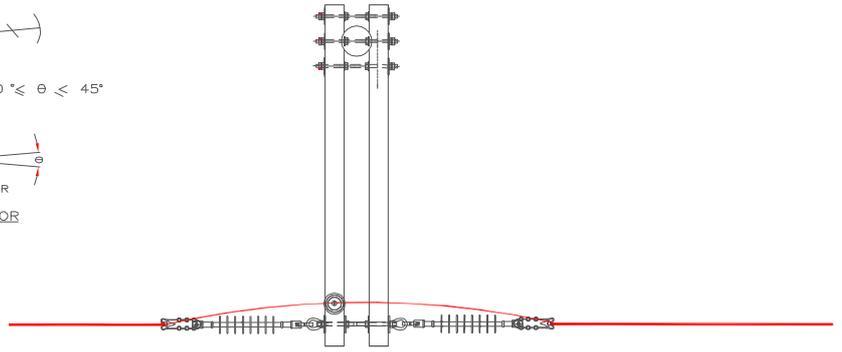
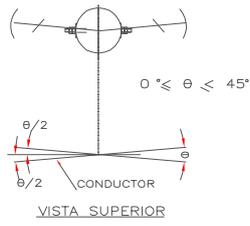
ANEXO N°2
DETALLE DE ESTRUCTURAS

DETALLE DE SUBESTACIÓN AÉREA BIPOSTE (TIPO BANDERA)



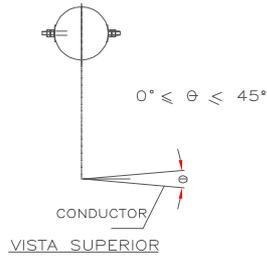
DETALLE DE ESTRUCTURA (AC-21-II)

AC-21-II

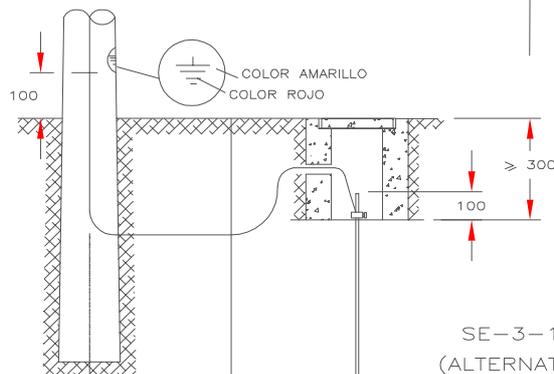
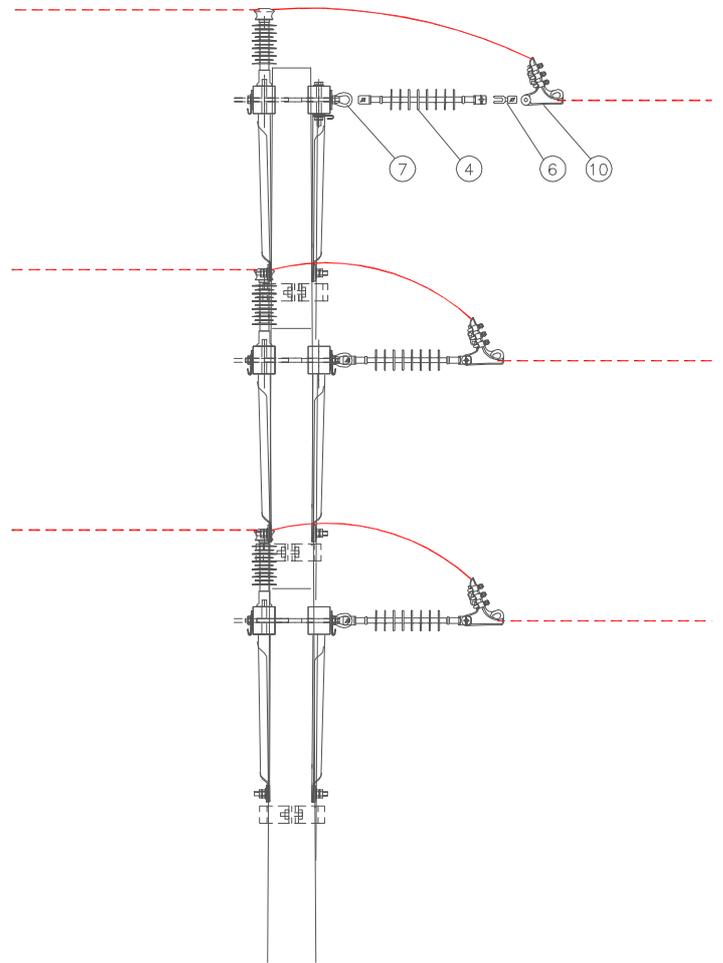
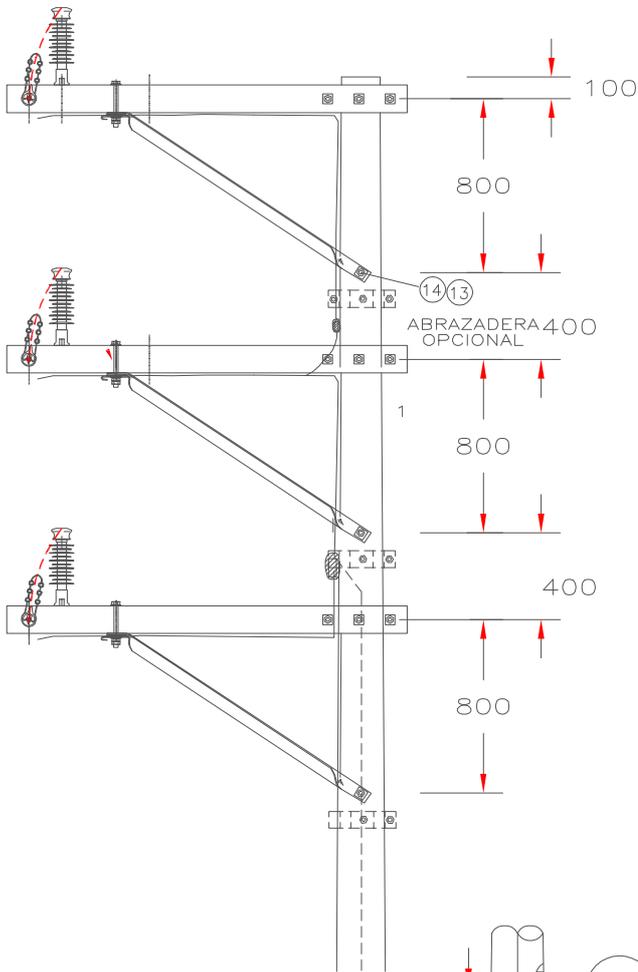


DETALLE DE ESTRUCTURA (AC-39-II)

AC-39-II



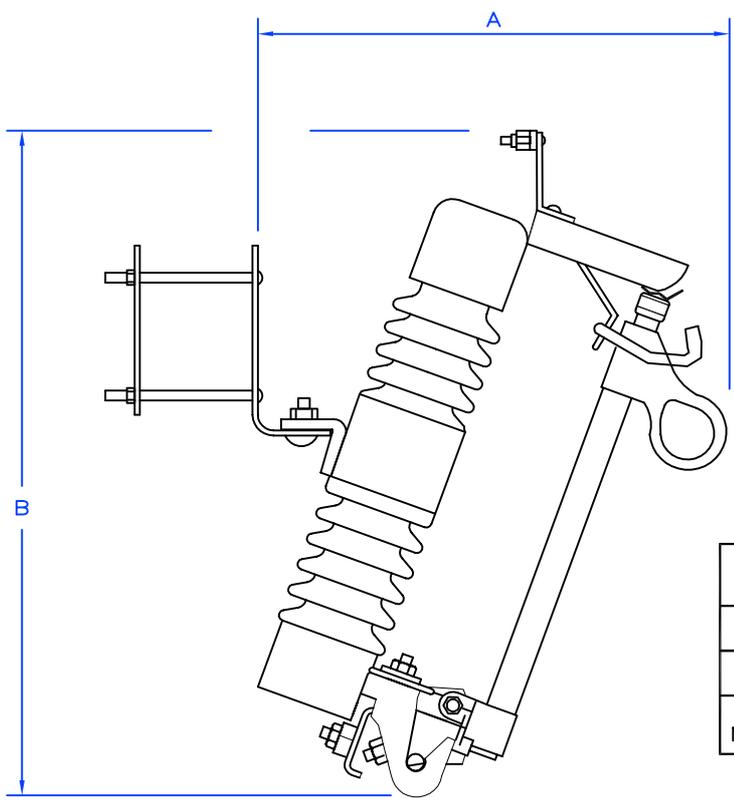
VANO CORTO 25m



LA VARILLA DEBE SITUARSE A 1,0 m DEL BORDE DEL CIMENTO O DEL POSTE

Modif: 6
 Fecha: 5 JULIO-2012
 V. B. Rev. 4 MAYO-2008
 3 FEBRERO 2006
 2 SETIEMBRE 2005
 1 OCTUBRE-98
 0 DICIEMBRE-97
 S. J. S. S. S.

	CORROSIÓN MODERADA	CORROSIÓN SEVERA
CORRIENTE NOMINAL (A)	100	100
MATRICULA	6195752	6195750



DIMENS.	
A (mm)	438
B (mm)	597
Peso Máximo	14 kg

CARACTERISTICAS BASICAS	CORROSION MODERADA
TENSION NOMINAL DE LINEA	22,9 kV
CORRIENTE NOMINAL	100A
CAPACIDAD DE INTERRUPCION	
- SIMETRICA	8 kA r.m.s.
- ASIMETRICA	11,2 kA r.m.s.
NIVEL BASICO DE AISLAMIENTO (BIL)	150 kV
LINEA DE FUGA (MAYOR O IGUAL A...)	600 mm
LA BASE PORTAFUSIBLE TRABAJA CON LOS FUSIBLES DE CABEZA REMOVIBLE (NORMA PE-9-314)	

APLICACIÓN

ESTAN PREVISTOS PARA ALOJAR A LOS FUSIBLES DE EXPULSION. PUEDEN OPERARSE SIN CARGA, USANDO UNA PERTIGA AISLADA; Y CON CARGA, USANDO UNA PERTIGA PARA APERTURA CON CARGA (NORMA PE-9-381).

SE INSTALAN EN SUBESTACIONES AEREAS TIPO SAM , SAB Y EN PUESTOS DE MEDICION PARA CLIENTES EN M.T.

REFERENCIA : ESPECIFICACION TECNICA: DNC-ET-039a

FABRICANTE : VER LA LIMAT VIGENTE

BASE UNIPOLAR (CUT OUT)

SECCIONADOR FUSIBLE UNIPOLAR AEREO EN 22,9 KV



NORMA DE DISTRIBUCION

PE-9-312

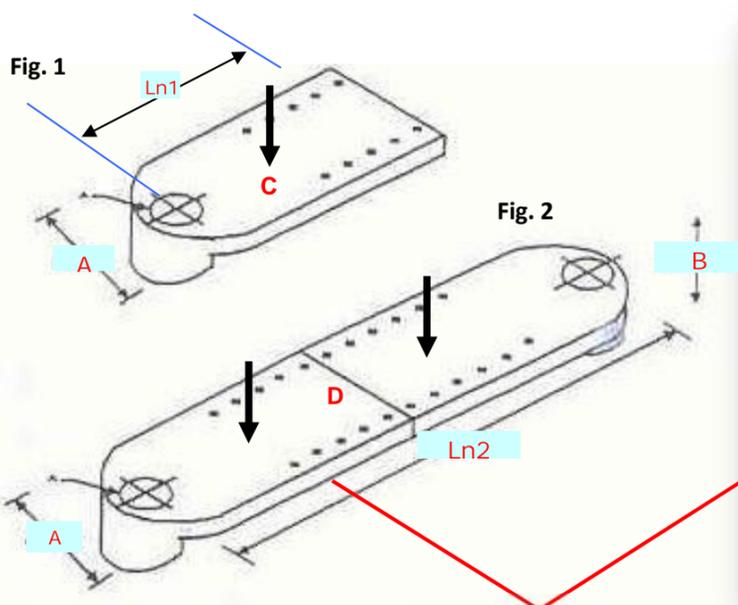
ESPECIFICACIONES TECNICAS

NORMAS DE FABRICACION: INDECOPI NTP 339.027 y DGE 015-PD-1, en lo aplicable.
Se usan como soporte de transformadores colocados en estructuras de concreto armado tipo SAM ó SAB

CARACTERÍSTICAS	UM	Plataforma 50-250 kva (750 kg.)	Plataforma 50-250 kva (750 kg.)	Plataforma 400-630 kva (1300 kg.)
Longitud Nominal de Media Plataforma (Ln1)	mm	1100	1300	1500
Longitud Nominal de Plataformas unidas (Ln2)	mm	2200	2600	3000
Ancho de plataforma (A)	mm	600	600	1000
Altura en el extremo de embone (B)	mm	300	300	400
Peso propio aproximado	kg	250	280	510
Carga Sop. vertical de Media Plataforma (C)	kg	750	750	1300
Carga Sop. vertical de Plataformas unidas (D)	kg	1500	1500	2600
Coefficiente de Seguridad		3	3	3
Carga de rotura vertical de Media Plataforma	kg	2250	2250	3900
Carga de rotura vertical de Plataformas unidas	kg	4500	4500	7800
Diametro de embone	mm	320	280 - 320 - 340	350
Resistencia a compresión	kg/cm ²	280	280	280

Notas:

1. Las características técnicas de la tabla corresponden a una Media plataforma (Figura 1)
2. Plataformas unidas, duplican su peso de soporte (Figura 2). Son unidas con dos pletinas, pernos, tuercas y arandelas A°G°
3. Una Media Plataforma se usa para una Subestacion Aérea Monoposte (SAM)
4. Dos Medias Plataformas se usa para una Subestacion Aérea Biposte (SAB). Figura 2.



1.- NORMAS DE FABRICACION

INDECOPI NTP 339.027
MEM: DGE 015-PD-1

: POSTES DE CONCRETO ARMADO PARA LINEAS AEREAS
: POSTES, CRUCETAS Y MENSULAS DE CONCRETO ARMADO PARA REDES DE DISTRIBUCION

2.- USO

LINEAS AEREAS HASTA 22.9 KV. - BAJA TENSION O MEDIA TENSION

3.- ESPECIFICACIONES

1.- El recubrimiento mínimo de concreto sobre la estructura es de 25 mm. presentando el poste una superficie lisa y sin resanes.

2.- El coeficiente mínimo de seguridad, entre la carga de rotura nominal y la carga de trabajo, es de dos (2)

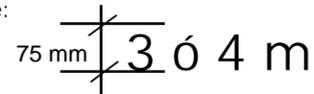
3.- Las condiciones de prueba de los postes, son:
Empotramiento : 1/10 de su longitud, más 0.50 m.
Punto de aplicación de las cargas de prueba : a 0.15 m. de la punta del poste.

4.- La descripción normalizada es:

L1 : Longitud total del poste.
Carga de trabajo : Kilos que debe soportar en la punta del poste.
Ø cima (ce), Ø base (be) : Diámetros en la punta y base, en mm.
Tipo : Utilización L.A.B.T.
Ej.: Poste C.A.C. 13/200/165/360 L.A.B.T.
L.A.B.T.: Líneas Aéreas de Baja Tensión

5.- La marca "SCAM" y la SENALIZACION (4 m ó 5 m) es en bajo relieve.

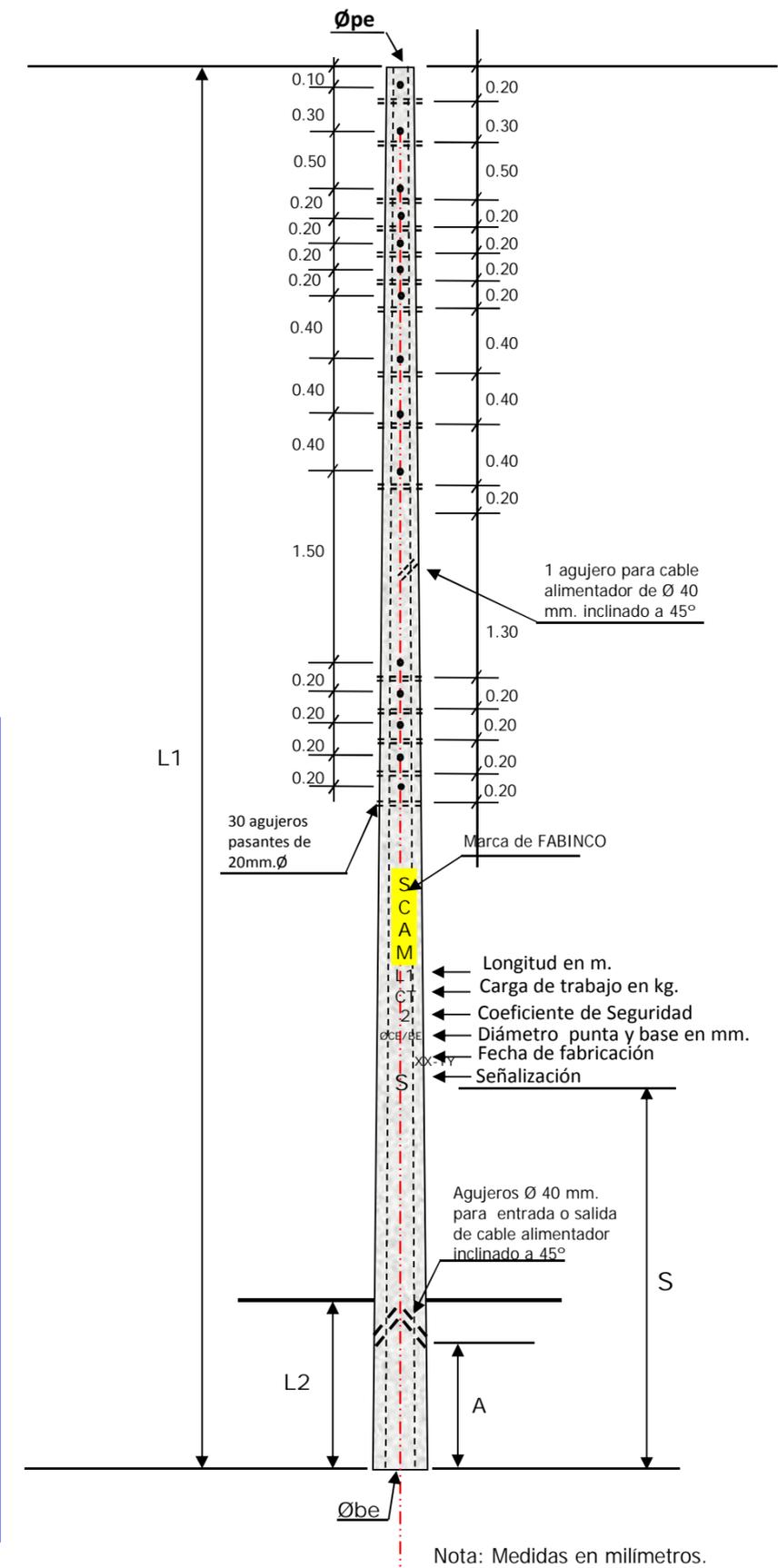
6.- Las medidas de ésta última, es como sigue:



CARACTERISTICAS TECNICAS:

DESCRIPCION	LONG. TOTAL L1 (m)	CARGA DE TRABAJO F (kgs)	DIAMETRO EN MM.				PUESTA A TIERRA A (m)	EMPOTRAMIENTO		ALTURA DE SEÑALIZ S (m)
			EXTERIORES		INTERIORES			INST. CONCRETO L2 (m)	INSPECCION Y PRUEBA (m)	
			Cima Ø pe (mm)	Base Ø be (mm)	Cima Ø pi * (mm)	Base Ø bi (mm)				
POSTE C.A.C. 12.00/200/2/150/330	12	200	150	330	40	125	0.90	1.20	1.70	3
POSTE C.A.C. 12.00/200/2/165/345	12	200	165	345	40	125	0.90	1.20	1.70	3
POSTE C.A.C. 12.00/300/2/150/330	12	300	150	330	40	190	0.90	1.20	1.70	3
POSTE C.A.C. 12.00/300/2/165/345	12	300	165	345	40	140	0.90	1.20	1.70	3
POSTE C.A.C. 12.00/300/2/180/360	12	300	180	360	40	140	0.90	1.20	1.70	3
POSTE C.A.C. 12.00/400/2/150/330	12	400	150	330	40	155	0.90	1.20	1.70	3
POSTE C.A.C. 12.00/400/2/165/345	12	400	165	345	40	155	0.90	1.20	1.70	3
POSTE C.A.C. 12.00/400/2/180/360	12	400	180	360	40	155	0.90	1.20	1.70	3
POSTE C.A.C. 13.00/200/2/150/345	13	200	150	345	40	185	1.00	1.30	1.80	4
POSTE C.A.C. 13.00/200/2/165/360	13	200	165	360	40	185	1.00	1.30	1.80	4
POSTE C.A.C. 13.00/300/2/150/345	13	300	150	345	40	215	1.00	1.30	1.80	4
POSTE C.A.C. 13.00/300/2/165/345	13	300	165	360	40	215	1.00	1.30	1.80	4
POSTE C.A.C. 13.00/300/2/180/375	13	300	180	375	40	245	1.00	1.30	1.80	4
POSTE C.A.C. 13.00/400/2/150/345	13	400	150	345	40	215	1.00	1.30	1.80	4
POSTE C.A.C. 13.00/400/2/165/360	13	400	165	360	40	215	1.00	1.30	1.80	4
POSTE C.A.C. 13.00/400/2/180/375	13	400	180	375	40	245	1.00	1.30	1.80	4
POSTE C.A.C. 13.00/400/2/210/405	13	400	210	405	40	255	1.00	1.30	1.80	4
POSTE C.A.C. 13.00/500/2/180/375	13	500	180	375	40	245	1.00	1.30	1.80	4
POSTE C.A.C. 13.00/500/2/210/405	13	500	210	405	40	255	1.00	1.30	1.80	4
POSTE C.A.C. 13.00/600/2/180/375	13	600	180	375	40	245	1.00	1.30	1.80	4
POSTE C.A.C. 13.00/600/2/210/405	13	600	210	405	40	255	1.00	1.30	1.80	4

* Diámetro interior mínimo 40 mm. y máximo indicado en la tabla.



Nota: Medidas en milímetros.



ESPECIFICACIONES TECNICAS DE POSTES C.A.C. PARA USO DE LINEAS AEREAS HASTA EN 22.9 KV. (B.T. o M.T.)

1.- NORMAS DE FABRICACION

INDECOPI NTP 339.027
MEM: DGE 015-PD-1

: POSTES DE CONCRETO ARMADO PARA LINEAS AEREAS
: POSTES, CRUCETAS Y MENSULAS DE CONCRETO ARMADO PARA REDES DE DISTRIBUCION

2.- USO

LINEAS AEREAS HASTA 22.9 KV. - BAJA TENSION O MEDIA TENSION

3.- ESPECIFICACIONES

- 1.- El recubrimiento mínimo de concreto sobre la estructura es de 25 mm. presentando el poste una superficie lisa y sin resanes.
- 2.- El coeficiente mínimo de seguridad, entre la carga de rotura nominal y la carga de trabajo, es de dos (2)
- 3.- Las condiciones de prueba de los postes, son:

Empotramiento : 1/10 de su longitud, más 0.50 m.
Punto de aplicación de las cargas de prueba : a 0.15 m. de la punta del poste.

4.- La descripción normalizada es:

L1 : Longitud total del poste.
Carga de trabajo : Kilos que debe soportar en la punta del poste.
Ø cima (ce), Ø base (be) : Diámetros en la punta y base, en mm.
Tipo : Utilización L.A.B.T.
Ej.: Poste C.A.C. 15/400/2/210/435 L.A.B.T.
L.A.B.T.: Líneas Aéreas de Baja Tensión

5.- La marca "SCAM" y la SENALIZACION (4 m ó 5 m) es en bajo relieve.

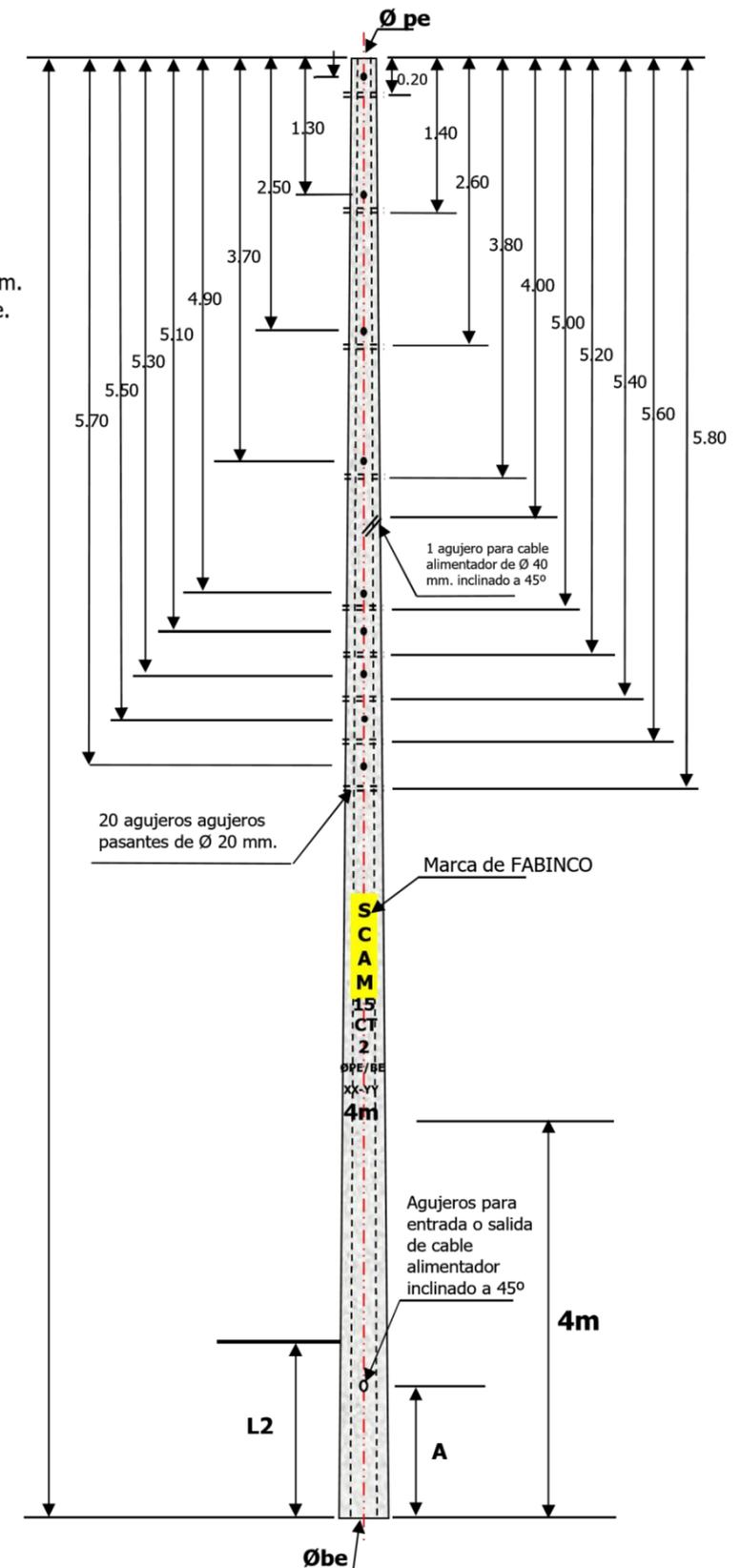
6.- Las medidas de ésta última, es como sigue:



CARACTERISTICAS TECNICAS:

DESCRIPCION	LONG. TOTAL L1 (m)	CARGA DE TRABAJO F (kgs)	DIAMETRO EN MM.				PUESTA A TIERRA A (m)	EMPOTRAMIENTO		ALTURA DE SEÑALIZACION S (m)
			EXTERIORES		INTERIORES			INST. BASE CONCRETO L2 (m)	INSPECCION Y PRUEBA (m)	
			Cima Ø pe (mm)	Base Ø be (mm)	Cima Ø pi * (mm)	Base Ø bi (mm)				
POSTE C.A.C. 15.00/300/2/210/435	15	300	210	435	40	245	1.20	1.50	2.00	4
POSTE C.A.C. 15.00/400/2/210/435	15	400	210	435	40	245	1.20	1.50	2.00	4
POSTE C.A.C. 15.00/400/2/225/450	15	400	225	450	40	245	1.20	1.50	2.00	4
POSTE C.A.C. 15.00/500/2/210/435	15	500	210	435	40	245	1.20	1.50	2.00	4
POSTE C.A.C. 15.00/500/2/225/450	15	500	225	450	40	245	1.20	1.50	2.00	4
POSTE C.A.C. 15.00/600/2/210/435	15	600	210	435	40	245	1.20	1.50	2.00	4
POSTE C.A.C. 15.00/600/2/225/450	15	600	225	450	40	245	1.20	1.50	2.00	4

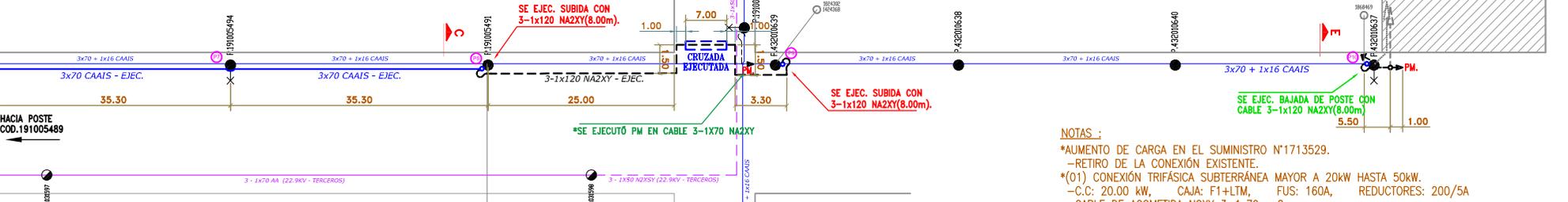
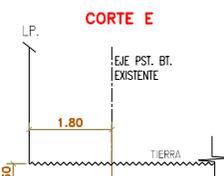
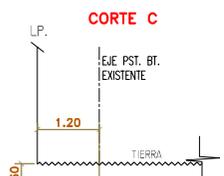
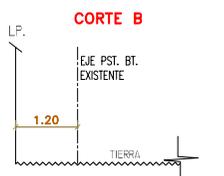
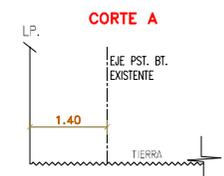
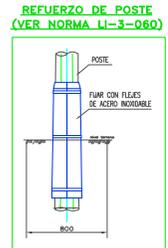
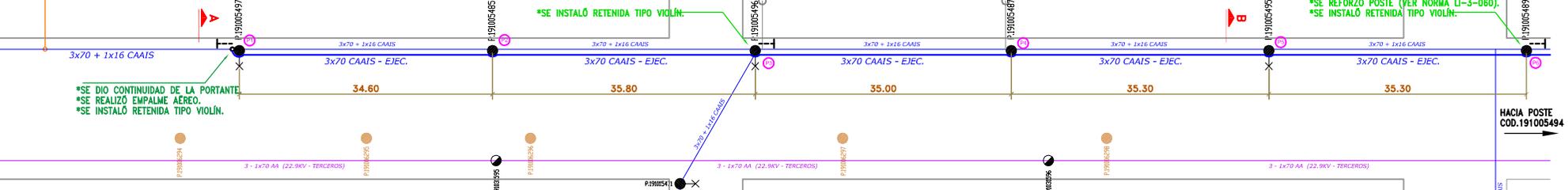
* Diámetro interior mínimo 40 mm. y máximo indicado en la tabla.



ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE POSTES C.A.C. PARA USO DE LÍNEAS
AÉREAS EN 22.9 O 10KV.

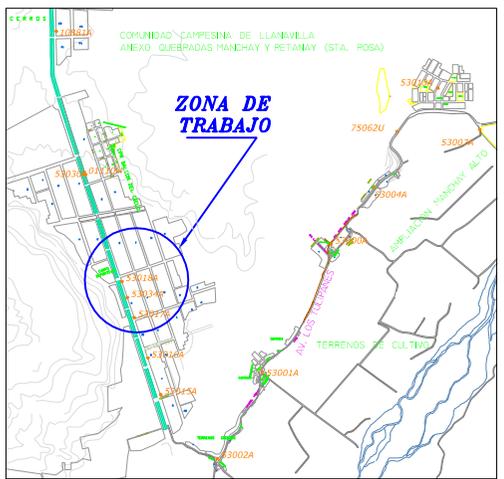
ANEXO N°3
PLANO DE REDES SIN REFORMA

DE SE:53018A
LLAVE 02-SP.

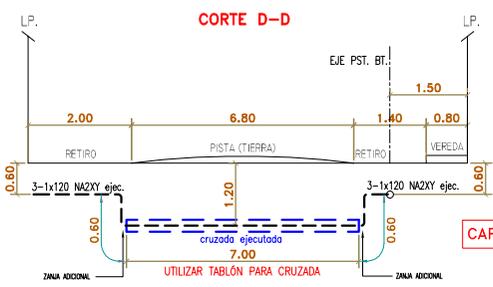
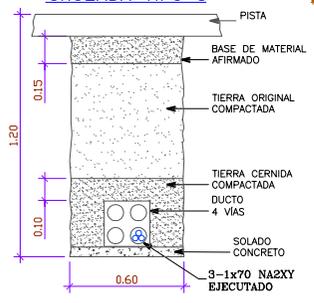


AUMENTO DE CARGA EN EL SUMINISTRO N°1713529
POT. DIS. = 25kW

- NOTAS :**
- *AUMENTO DE CARGA EN EL SUMINISTRO N°1713529.
 - RETIRO DE LA CONEXIÓN EXISTENTE.
 - * (01) CONEXIÓN TRIFÁSICA SUBTERRÁNEA MAYOR A 20KW HASTA 50KW.
 - C.C. 20.00 kW, CAJA: F1+LTM, FUS: 160A, REDUCTORES: 200/5A
 - CABLE DE ACOMETIDA N2XY 3-1x70mm2.
 - *LA CONEXIÓN ELÉCTRICA SE ENCONTRARÁ UBICADA EN EL EXTREMO IZQUIERDO DE LA FACHADA, VISTO EL LOTE DESDE LA VÍA PÚBLICA.
 - *NO EXISTEN DUCTOS DE GAS EN LA ZONA DE TRABAJO, SEGÚN EL SISTEMA GRÁFICO
 - *NO EXISTEN REDES DE MEDIA TENSIÓN EN LA ZONA DE TRABAJO SEGÚN EL SISTEMA GRÁFICO.
 - *REDES ELÉCTRICAS DE ACUERDO AL SISTEMA DE INFORMACIÓN TÉCNICA (Sistema Gráfico).
 - *INFORMAR EN EL PLANO DE REPLANTEO EL CALIBRE MÍNIMO DEL CABLE DE INSTALACIÓN INTERNA DEL CLIENTE.



**DETALLE DE CRUZADA
DUCTO DE 4 VÍAS
CRUZADA TIPO 3**



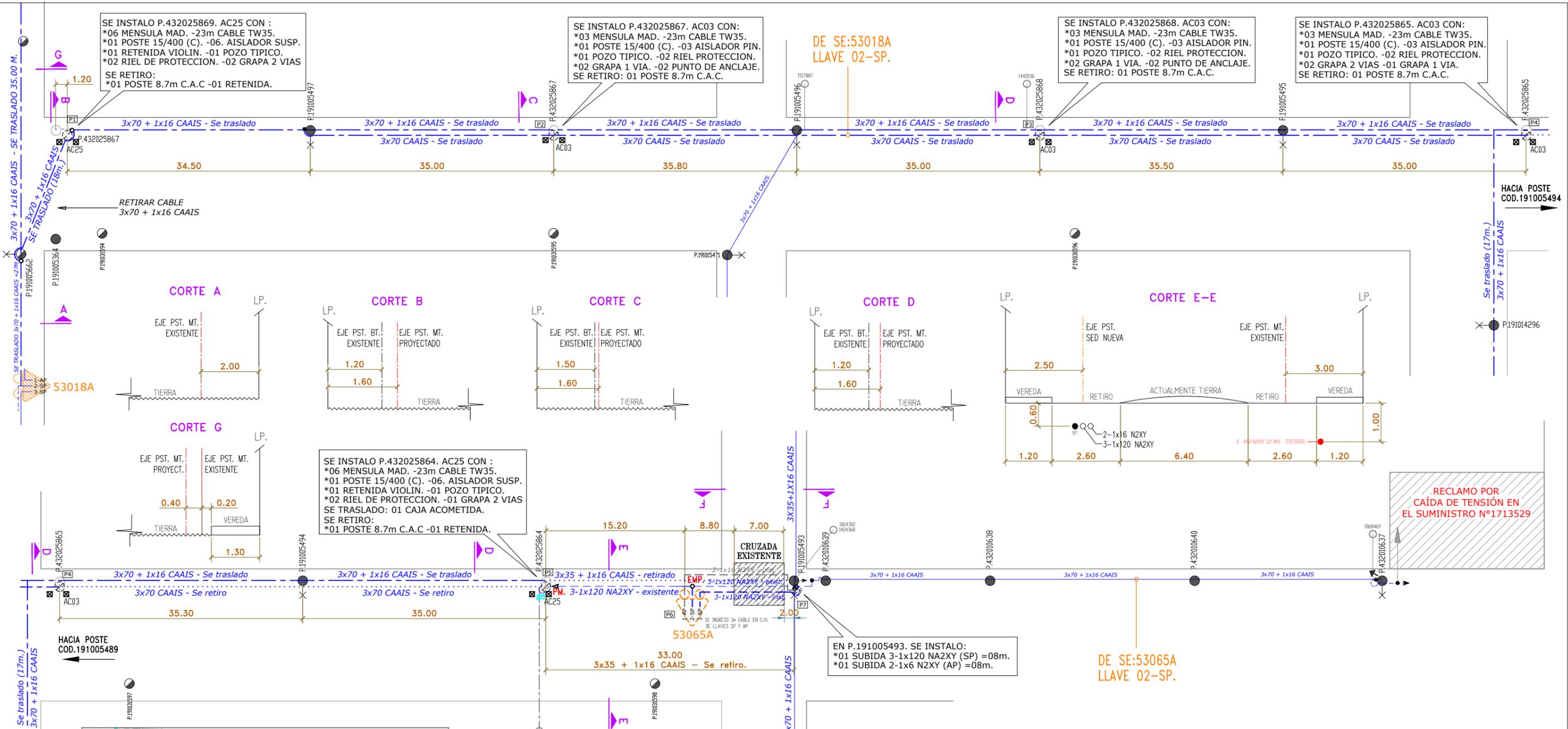
CAPATAZ: J.BOCANGEL

AREA DE PROYECTOS	
AVANCE	100X
CROQUIS	CR-1721535-BT
INICIO	28/04/2018
TERMINO	03/06/2018
P.SERVICIO	03/06/2018
CONTRATISTA	LOSA VIAL SAC
TEC. L.D.S.	L. CASTILLO
SUP. TECNUR	FREDDY HERNANDEZ
JEFE DPTO.	J. ZAVALETA

Cant.	Unid.	PROY.	RETIRO	EXIST.	DESCRIPCION
					CABLE SUBT. MT. (22.9KV - TERCEROS)
65.00	m.				CABLE AEREO MT. (22.9KV - TERCEROS)
262.00	m.				CABLE SUBTERRANEO B.T.
3.00	Unid.				CABLE AEREO B.T.
					RETENIDA TIPO VIOLIN
					PASTORAL Y LUMINARIA
2.00	Unid.				BAJADA, SUBIDA DE POSTE
4.00	Unid.				EMPALME
1.00	Unid.				ACOMETIDA
2.00	Unid.				PUNTA MUERTA
7.00	m.				CRUZADA
					POSTE DE MT.
					POSTE DE BT.

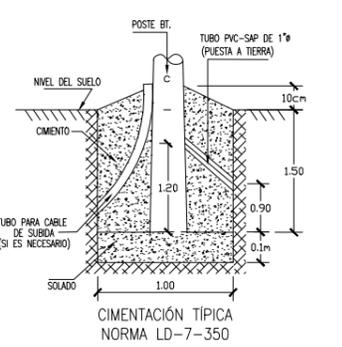
<p>LUZ DEL SUR S.A. DPTO. ING. Y CONSTRUCCION DE CLIENTES HASTA 50 KW</p>		SST:1721535
MOTIVO:	AMPLIACIÓN BT. PARA ATENDER SUM. N°1713529	PROY: L.A.C.H.
CLIENTE:	POLIMEROS Y EMPAQUES S.A.C.	REV: V.G.A.
DIRECCIÓN:	PSJ LAS BERGONIAS MZ 0-P LT 1 ZONA 5 COM SANTA ROSA DE MANCHAY	V*P: J.Z.A.
DISTRITO:	PACHACAMAC	REFORMA BT. S.V.O.P.
FECHA:	23/04/2018	

ANEXO N°4
PLANO DE REDES CON REFORMA



RECLAMO POR CAÍDA DE TENSIÓN EN EL SUMINISTRO N°1713529

DE SE:53065A LLAVE 02-SP.



Cant.	Unid.	INST.	RETIRO	EXIST.	DESCRIPCION
64.00	m.	---	---	---	CABLE SUBTERRANEO B.T.
21.00	m.	---	---	---	CABLE AEREO B.T.
		---	---	---	RETENIDA TIPO VIOLIN
		---	---	---	PASTORAL Y LUMINARIA
2.00	Unid.	---	---	---	BAJADA, SUBIDA DE POSTE
5.00	Unid.	---	---	---	EMPALME
		---	---	---	ACOMETIDA
1.00	Unid.	---	---	---	PUNTA MUERTA
		---	---	---	CRUZADA
		---	---	---	POSTE DE MT.
		---	---	---	POSTE DE BT.
		---	---	---	CAJA DE DISTRIBUCIÓN
		---	---	---	SUBESTACION AEREA BIPOSTE

AREA DE PROYECTOS	
AVANCE	100%
CROQUIS	CR-1743061-BT
INICIO	17/07/2018
TERMINO	22/08/2018
P.SERVICIO	30/07/2018
CONTRATISTA	OBJ SERVICE
TEC. L.D.S.	L. CASTILLO
SUP. TECNUR	IGOR BENGOA
JEFE DPTO.	J. ZAVALA

LUZ DEL SUR S.A.A.
DPTO. ING. Y CONSTRUCCION DE CLIENTES HASTA 50 KW

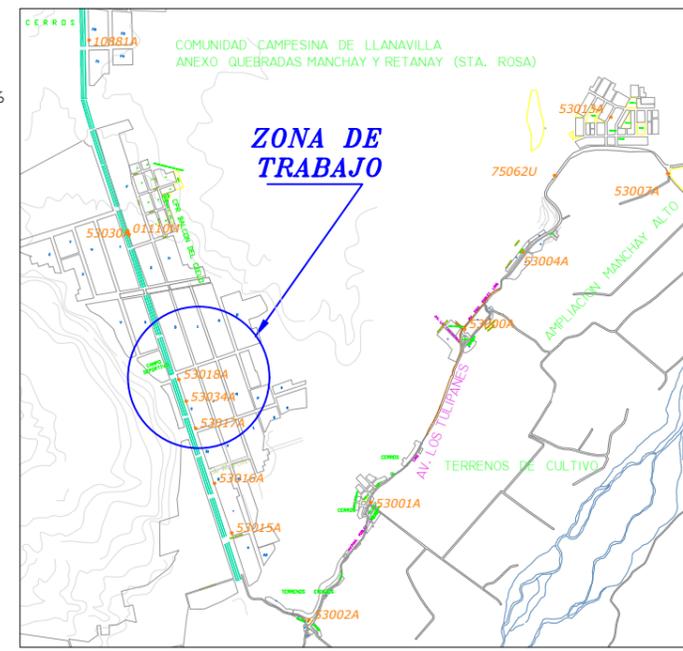
MOTIVO: RECLAMO DE CAÍDA DE TENSIÓN SAE-EO-1463168

CLIENTE: POLIMEROS Y EMPAQUES S.A.C.

DIRECCIÓN: PSJ LAS BEGONIAS MZ O-P LT 1 ZONA 5 COM SANTA ROSA DE MANCHAY

DISTRITO: PACHACAMAC FECHA: 11/06/2018

TD:1743061
PROY: R.L.P.G.
REV: V.G.A.
V°B°: J.Z.A.
REFORMA BT. S.V.O.P.



PLANO DE UBICACIÓN

NOTA :
 *RECLAMO DE CAÍDA DE TENSIÓN SAE-EO-1463168//SUM. N°1713529.
 *NO EXISTEN DUCTOS DE GAS EN LA ZONA DE TRABAJO, SEGÚN EL SISTEMA GRÁFICO.
 *EXISTEN REDES DE MEDIA TENSIÓN EN LA ZONA DE TRABAJO SEGÚN EL SISTEMA GRÁFICO.
 *REDES ELÉCTRICAS DE ACUERDO AL SISTEMA DE INFORMACIÓN TÉCNICA (Small World)

ANEXO N°5
FLUJO DE CAJA SEMANAL

ANEXO N°6
DIAGRAMA DE GANTT DEL PROYECTO

