

**Universidad Católica de Santa María**  
**Facultad de Ciencias e Ingenierías Físicas y Formales**  
**Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica, Mecánica -**  
**Eléctrica y Mecatrónica**



**Replanteo de sistema de subtransmisión de 33 kV, sistema de distribución primaria y secundaria para Variante de Uchumayo Tramo III – Arequipa 2023**

Tesis presentada por el Bachiller:

**Pajaya Revilla, Luis Daniel**

para optar el Título Profesional de:

**Ingeniero Mecánico Electricista**

**Asesor(a):**

Mg. Chani Ollachica, Deidamia Giovanna

**ORCID:** 0000-0002-0491-7049

**Arequipa – Peru**

**2024**

UCSM-ERP

**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA**  
**INGENIERIA MECANICA, MECANICA-ELECTRICA Y MECATRONICA**  
**TITULACIÓN CON TESIS**  
**DICTAMEN APROBACIÓN DE BORRADOR**

Arequipa, 18 de Junio del 2024

**Dictamen: 007195-C-EPIMMEM-2024**

Visto el borrador del expediente 007195, presentado por:

**2010602431 - PAJAYA REVILLA LUIS DANIEL**

Titulado:

**REPLANTEO DE SISTEMA DE SUBTRANSMISIÓN DE 33 KV, SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN  
PRIMARIA Y SECUNDARIA PARA VARIANTE DE UCHUMAYO TRAMO III - AREQUIPA 2023**

Nuestro dictamen es:

**APROBADO**

Título Profesional/Título de Segunda Especialidad/Grado Académico a optar:

**INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA**

**21535915 - DONAYRE CAHUA JESUS MANUEL  
DICTAMINADOR**



**29634844 - CHIRINOS APAZA LUIS ADRIAN  
DICTAMINADOR**



**29616686 - RIVERA ACOSTA VICTOR GONZALO  
DICTAMINADOR**



## DEDICATORIA

Para las personas que me guiaron en cada instancia de mi vida, y así poder alcanzar mis logros y objetivos, la cual dedico la presente tesis:

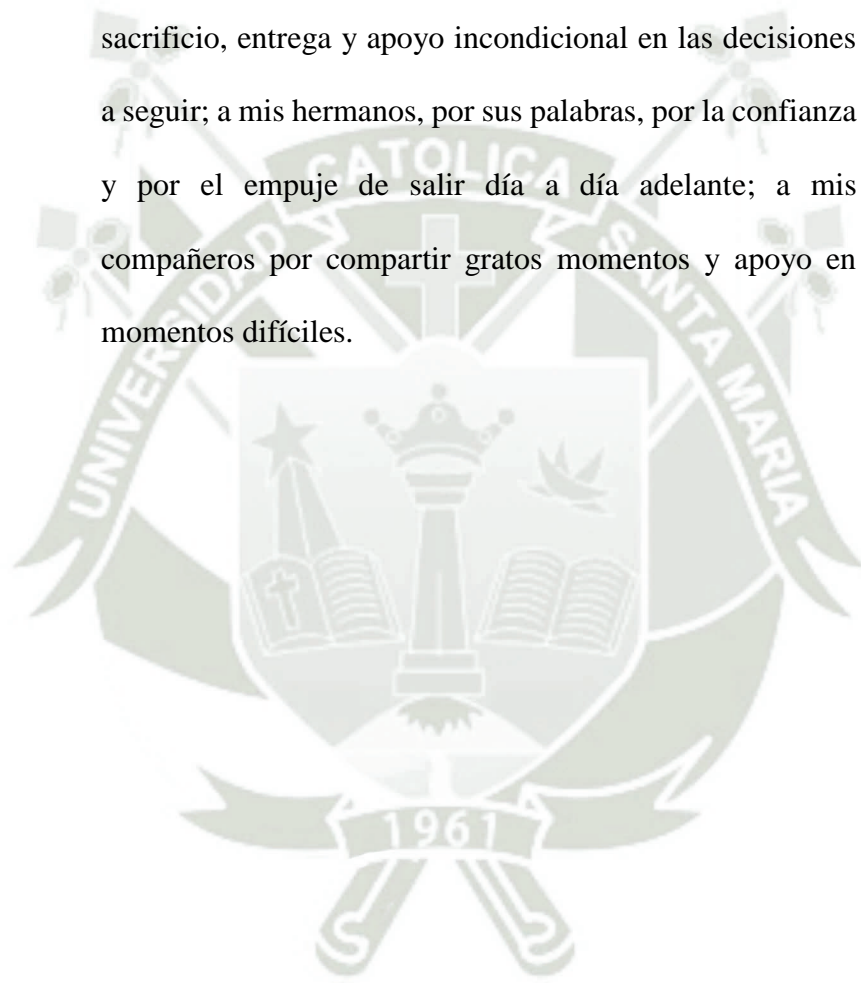
En primer lugar, a **DIOS y la Virgen María;**  
por darme el valor y la perseverancia para no  
rendirme en alcanzar mis objetivos.

A mis Padres, **Juan e Hilda;** por darme la  
motivación y apoyo incondicional, para  
cumplir los objetivos propuestos, por la  
paciencia que tuvieron a a lo largo de este  
proceso.

A mi **Hermanos;** quienes me dieron el  
ejemplo de perseverar y cumplir con todas las  
metas y objetivos propuestos, demostrándome  
las ganas de salir adelante y no darse por  
vencido ante las adversidades del día a día.

## AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios Padre, a la Virgen María Auxiliadora, por resguardarme del peligro, por dirigir mi vida y así poder lograr mis metas y objetivos; a mis padres quienes siempre han estado en mis días y noches de estudio, por su sacrificio, entrega y apoyo incondicional en las decisiones a seguir; a mis hermanos, por sus palabras, por la confianza y por el empuje de salir día a día adelante; a mis compañeros por compartir gratos momentos y apoyo en momentos difíciles.



## RESUMEN

En la actualidad la ciudad de Arequipa debido al incremento de cargas eléctricas como usuarios de energía eléctrica, se realiza la evaluación y el análisis de la línea de distribución primaria y secundaria de alimentador Huayco y alimentador Tahuaycani, así mismo la línea de subtransmisión 33 kV, L-3060 y L-3061, y acometida a Backus (Subtransmisión de 33 kV), siendo administradas por la empresa concesionaria SEAL a través del centro de transformación ubicado en el Parque Industrial, actualmente es un sistema eléctrico con condiciones eléctricas mínimas ante la demanda actual y futura. El presente trabajo buscó una solución al sistema eléctrico en la Variante de Uchumayo, con el fin de eliminar las interrupciones eléctricas y salir de servicio provocado por accidentes de tránsito y el real estado de las líneas eléctricas de la región Arequipa, de la siguiente manera se realiza el estudio eléctrico de las redes primarias, redes secundarias y de subtransmisión, así contribuir con la calidad de servicio, el desarrollo económico y brindar una red estable y confiable ante el ente fiscalizador que es Osinergmin, cumpliendo con los estándares de la Norma técnica de calidad de los servicios eléctricos y siguiendo los lineamientos del Código Nacional de Electricidad, realizando una proyección de años futuros se observa el crecimiento energético, teniendo la viabilidad y confiabilidad del proyecto.

**Palabras Claves:** Nivel de tensión, caída de tensión, distribución primaria, distribución secundaria, subtransmisión, Norma Técnica de Calidad y Servicios Eléctricos, Código Nacional de Electricidad.

## ABSTRACT

At present the city of Arequipa due to the increase of electrical loads as users of electrical energy, the evaluation and analysis of the primary and secondary distribution line of feeder Huayco and feeder Tahuaycani, as well as the 33 kV subtransmission line, L-3060 and L-3061, and connection to Backus (33 kV subtransmission), being managed by the concessionaire SEAL through the transformation center located in the Industrial Park, is currently an electrical system with minimal electrical conditions to the current and future demand. The present work sought a solution to the electrical system in the Uchumayo Variant, in order to eliminate electrical interruptions and out of service caused by traffic accidents and the real state of the electrical lines of the Arequipa region, in the following way the electrical study of the primary networks, secondary networks and subtransmission is carried out, thus contributing to the quality of service, economic development and provide a stable and reliable network before the supervising entity that is Osinergmin, complying with the standards of the technical standard of quality of electrical services and following the guidelines of the National Electricity Code, making a projection of future years, the energy growth is observed, having the viability and reliability of the project.

**Keywords:** *Voltage level, voltage drop, primary distribution, secondary distribution, subtransmission, Technical Standard for Electrical Quality and Services, National Electricity Code.*

## ÍNDICE

DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTO	
RESUMEN	
ABSTRACT	
ÍNDICE DE TABLAS	
ÍNDICE DE GRÁFICOS	
INTRODUCCIÓN .....	1
CAPÍTULO 1: MARCO METODOLÓGICO .....	2
1.1. Definición del Problema.....	2
1.2. Objetivo de la investigación.....	3
1.3. Alcances .....	3
1.4. Justificación.....	4
CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO .....	5
2.1. Sector Eléctrico en el Perú .....	5
2.2. COES – SINAC.....	5
2.3. Ministerio de Energía y Minas .....	5
2.4. OSINERGMIN .....	6
2.5. Red de Distribución de Energía .....	6
2.6. Niveles de Tensión .....	7
2.7. Subestación Eléctrica .....	7
2.8. Aisladores poliméricos .....	12
2.9. Equipo de re-cierre automático (recloser).....	12
2.10. Pararrayos.....	13
2.11. Grapa de anclaje tipo pistola .....	13
2.12. Criterios de diseño en media tensión.....	14
2.13. Criterios de diseño en baja tensión.....	16
CAPÍTULO 3: DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN ELECTRICA .....	17
3.1. Condiciones Climatológicas.....	17
3.2. Alcances de diseño eléctrico .....	18
3.3. Descripción de los trabajos a Ejecutar .....	19
3.4. Descripción de las componentes a ejecutar.....	19
3.5. Características eléctricas de los circuitos .....	20
3.6. Especificaciones De Montaje Electromecánico .....	23
3.7. Detalle Del Montaje Electromecánico .....	24

3.8.	Tendido de conductores eléctricos .....	28
3.9.	Ejecución de Terminaciones .....	30
3.10.	Instalación de poste .....	31
3.11.	Instalación de Conductor.....	34
3.12.	Instalación de armados .....	34
3.13.	Instalación de Puesta A Tierra .....	35
3.14.	Montaje Electromecánico de Equipos De Protección .....	36
3.15.	Montaje de Transformador en Subestación Subterránea.....	37
3.16.	Instalación de armados de Alumbrado Público.....	38
3.17.	Instalación de acometidas.....	39
3.18.	Redes .....	39
3.19.	Sistema de Puesta a Tierra .....	40
3.20.	Pruebas y Ensayos realizados en Campo .....	41
3.21.	Pintado de código y señalización de postes y subestaciones. ....	43
<b>CAPÍTULO 4: CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS .....</b>		<b>44</b>
4.1.	Cálculo en Alta Tensión .....	44
4.2.	Cálculo en Media Tensión.....	61
4.3.	Cálculo en baja tensión .....	73
<b>CAPÍTULO 5: INGENIERÍA DE COSTOS Y PRESUPUESTOS .....</b>		<b>86</b>
5.1.	Metrado y Presupuesto .....	86
5.2.	Listado de Insumos de Presupuesto .....	113
<b>CONCLUSIONES .....</b>		<b>117</b>
<b>RECOMENDACIONES .....</b>		<b>118</b>
<b>REFERENCIAS .....</b>		<b>119</b>
<b>ANEXOS Planos y detalles.....</b>		<b>121</b>
	Características de Celdas Eléctricas .....	131
	Datasheet de Conductores Electricos .....	164

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 - Características eléctricas de Subtransmisión – diseño aéreo .....	20
Tabla 2 - Características eléctricas de Subtransmisión - diseño subterráneo ....	20
Tabla 3 - Características Eléctricas de Subestaciones en 10kV .....	21
Tabla 4 - Características eléctricas de 10 kV forma aérea .....	22
Tabla 5 - Características eléctricas en Baja tensión .....	22
Tabla 6 - Niveles de megado .....	41
Tabla 7 - Características Mecánicas del Conducto AAAC 185 mm <sup>2</sup> .....	51
Tabla 8 - Nivel de tensión en el diseño eléctrico.....	57
Tabla 9 - Datos Eléctricos para dimensionamiento de aisladores .....	58
Tabla 10 - Cantidad de Aire para disipar el Calor equivalente a Kilovatio - hora .....	66
Tabla 11 - Niveles de asilamiento normalizados para diferentes niveles de tensión .....	68
Tabla 12 - datos de celda seleccionada.....	72
Tabla 13.- Factores Eléctricos de tensión en Baja tensión .....	73
Tabla 14.- Capacidad admisible para conductor NYY .....	74
Tabla 15.- Tabla de datos para el cálculo de luminarias .....	76
Tabla 16.- cuadro resumen de los niveles de alumbrado público.....	76
Tabla 17.- Niveles de Luminancia, Iluminancia e Índice de control de .....	78
Tabla 18.- Tabla de características de conductor .....	85
Tabla 19.- características de los postes.....	85
Tabla 20.- Presupuesto General de Proyecto.....	86
Tabla 21.- Metrado de AMT Huayco en Media tensión.....	86
Tabla 22.- Presupuesto de AMT Huayco en Media tensión.....	87

Tabla 23.- Metrado de AMT Huayco en Baja tensión .....	89
Tabla 24.- Metrado de cable de la SED 5613.....	90
Tabla 25.- Metrado De Luminarias SED 5613.....	91
Tabla 26.- Metrado de cable en SED 5614.....	93
Tabla 27.- Metrado De Materiales Sistemas De Iluminación SED 5614.....	94
Tabla 28.- Metrado de Cable En SED 5615 .....	96
Tabla 29.- Metrado de Materiales En Los Sistemas De Iluminación SED 5615 .....	97
Tabla 30.- Presupuesto Red De Distribución Secundaria E Iluminación AMT - HUAYCO.....	99
Tabla 31.- Metrado de Materiales Instalados-Red Primaria Circuito Tahuaycani .....	99
Tabla 32.- Metrado De Cable AAAC 120 mm2.....	101
Tabla 33.- Metrado De Cable N2XSY 120 mm2 – AMT Tahuaycani.....	101
Tabla 34.- Presupuesto en Distribución Primaria de AMT Tahuaycani.....	103
Tabla 35.- Metrado y Presupuesto de AMT Tahuaycani en Baja Tensión.....	105
Tabla 36.- Presupuesto red de distribución secundaria e Iluminación AMT - Tahuaycani.....	106
Tabla 37.- Metrado De Cable En SED 5616 - Distribución Secundaria AMT Tahuaycani.....	107
Tabla 38.- Metrado De Materiales En Los Sistemas De Iluminación SED 5616 - AMT Tahuaycani.....	108
Tabla 39.- Metrado De Cable En SED 1262 - Distribución Secundaria AMT Tahuaycani.....	110

Tabla 40.- Metrado De Materiales En Los Sistemas De Iluminación SED 1262 -  
Distribución Secundaria AMT Tahuaycani ..... 111

Tabla 41.- Metrado y Presupuesto de Acometida a Backus en 33 KV ..... 113

Tabla 42.- Listado de Insumos de Proyecto ..... 113



## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Figura 1 – Niveles de Tensión en Perú.....	14
Figura 2 – Ubicación Geográfica del Proyecto .....	17
Figura 3 - vista en isométrico bandeja rejilla .....	31
Figura 4 - Soporte de rejilla.....	31
Figura 5 - Características eléctricas de conductor N2XSY 185 mm <sup>2</sup> .....	45
Figura 6 - Figura: Distancia Actual entre las Estructuras de Punto de Diseño actual (Postes 14/400) .....	49
Figura 7 - Llegada de Línea L-3060 y L-3061 .....	50
Figura 8 - Disposición de Alturas desde el Punto de Entrega del Cable Desnudo Torre N°31 y el Poste P-01 y P-02 .....	50
Figura 9 - DATOS TÉCNICOS DEL CABLE AAAC 185 MM <sup>2</sup> – MARCA INDECO.....	51
Figura 10 - Reglas de Seguridad para la Instalación y Mantenimiento de Líneas aéreas de Suministro eléctrico y Comunicaciones .....	55
Figura 11 - Cambio de Webber a Tesla.....	56
Figura 12 - Características de Aisladores de suspensión.....	58
Figura 13 - Tabla de Datos Eléctricos de conductor N2XSY .....	63
Figura 14 - Tabla de Datos Eléctricos de conductor N2XSY .....	65
Figura 15 - Curva Característica de los pararrayos .....	70
Figura 16 - Norma IEC 99-4, Fabricación de pararrayos .....	71
Por ende, se elige un fusible NH de 10 Amperes, como se muestra en la figura siguiente:Figura 17.- Fusible tipo NH - Marca Schneider Electric .....	72
Figura 18.- relación de iluminación con respecto al alcance de iluminación.....	76
Figura 19.- iluminación de puente por programa dialux .....	79

Figura 20.- vista en planta de iluminación .....	80
Figura 21.- 4.3.5.3 Cálculos de Iluminación de la vía Central .....	81
Figura 22.- Selección de lámpara SHEREDER .....	82
Figura 23.- 4.3.5.4 Cálculos de Iluminación de la vía Auxiliar.....	83
Figura 24.- Selección de lámpara SHEREDER en vía auxiliar.....	84



## INTRODUCCIÓN

Todo Sistema Eléctrico presenta las etapas de generación, transmisión, distribución y utilización de la energía eléctrica, el cual tiene por objetivo de transportar dicha energía desde los centros de generación hasta los usuarios en Media y Baja Tensión de forma eficiente con los estándares de Calidad exigidos por el Código Nacional de Electricidad.

El presente proyecto tiene el objetivo principal de replantear las redes aéreas existentes por redes subterráneas en Media y Baja Tensión, para cubrir las necesidades de los usuarios y de los clientes en Sistemas Particulares (Sistemas de Utilización), así mismo, el alumbrado público en esta vía principal que es el acceso a la ciudad de Arequipa; dicho proyecto comprende las siguientes particularidades:

- Instalación de Red Eléctrica Subterránea en 10 kV.
- Reubicación de Subestaciones Eléctricas en 10 kV.
- Especificaciones técnicas de Materiales
- Metrado del Proyecto
- Presupuesto del Proyecto
- Relación de insumos utilizados
- Análisis de costos unitarios.
- Cronograma de ejecución.
- Cálculos justificativos

## CAPÍTULO 1: MARCO METODOLÓGICO

### 1.1. Definición del Problema

La línea de distribución Primaria - Secundaria de los alimentadores Huayco, Tahuaycani y la red de subtransmisión se encuentran operando mediante cable auto portante, teniendo como punto de diseño (punto de inicio desde el Puente San Isidro hasta el Grifo Clements – Variante de Uchumayo Tramo III). Las subestaciones, líneas y redes eléctricas de Media Tensión en el Circuito Tahuaycani, Circuito Huayco son administradas por la empresa concesionaria Sociedad Eléctrica del Sur Oeste S.A., a través del centro de transformación ubicado en el Parque Industrial, desde donde sale el circuito con niveles de tensión de 10KV.

De igual manera, las líneas de transmisión en 33 kV que atraviesa por el margen izquierdo de vía Variante de Uchumayo la misma que se tiene proyectadas ser remodeladas en su infraestructura arquitectónica, modificando su ancho de vía según el plan directorio aprobado por los entes reguladores de tránsito vial, dicha línea de transmisión actualmente viene siendo administrada por la empresa concesionaria Sociedad Eléctrica del Sur Oeste S.A., de acuerdo a la norma técnica vigente referente a distancias mínimas de seguridad y franja de servidumbre, dichos tramos interconectan a los Centros de transformación Parque Industrial con el Centro de transformación Challapampa.

Las instalaciones actuales ponen en riesgo el sistema eléctrico, así como la seguridad de los transeúntes y personal técnico de mantenimiento al ocurrir una falla eléctrica, estas instalaciones actuales son no confiables, teniendo deficiencias en el diseño de la línea y las fajas de servidumbre al no contar con un plan de contingencia y proyecciones energéticas en los años posteriores.

## 1.2. Objetivo de la investigación

### 1.2.1. Objetivo Principal

Realizar el replanteo y soterrado del subsistema eléctrico de distribución primaria, secundaria y subtransmisión para la Variante de Uchumayo Tramo III, con el fin de obtener una solución DEFINITIVA para los usuarios de suministro energético (viviendas y empresas aledañas) que se ubican entre el Grifo Clements y el Puente San Isidro.

### 1.2.2. Objetivos Específicos

- Diseño de las líneas, redes y armados de los circuitos Alimentador Tahuaycani y alimentador Huayco en el nivel de tensión de 10 kV.
- Diseño de las líneas, redes y armados de la línea de subtransmisión (L-3060, L-3061 y acometida a Backus) con el nivel de tensión de 33 kV.
- Definir los equipos de protección que se utilizarán los sistemas eléctricos de las líneas de Sociedad Eléctrica del Sur Oeste S.A.
- Diseño de las cámaras de media tensión, baja tensión y subtransmisión para el paso del conductor subterráneo.
- Cumplir con las distancias mínimas de Seguridad Eléctrica y la faja de servidumbre indicados por el ente fiscalizador que es Osinergmin.

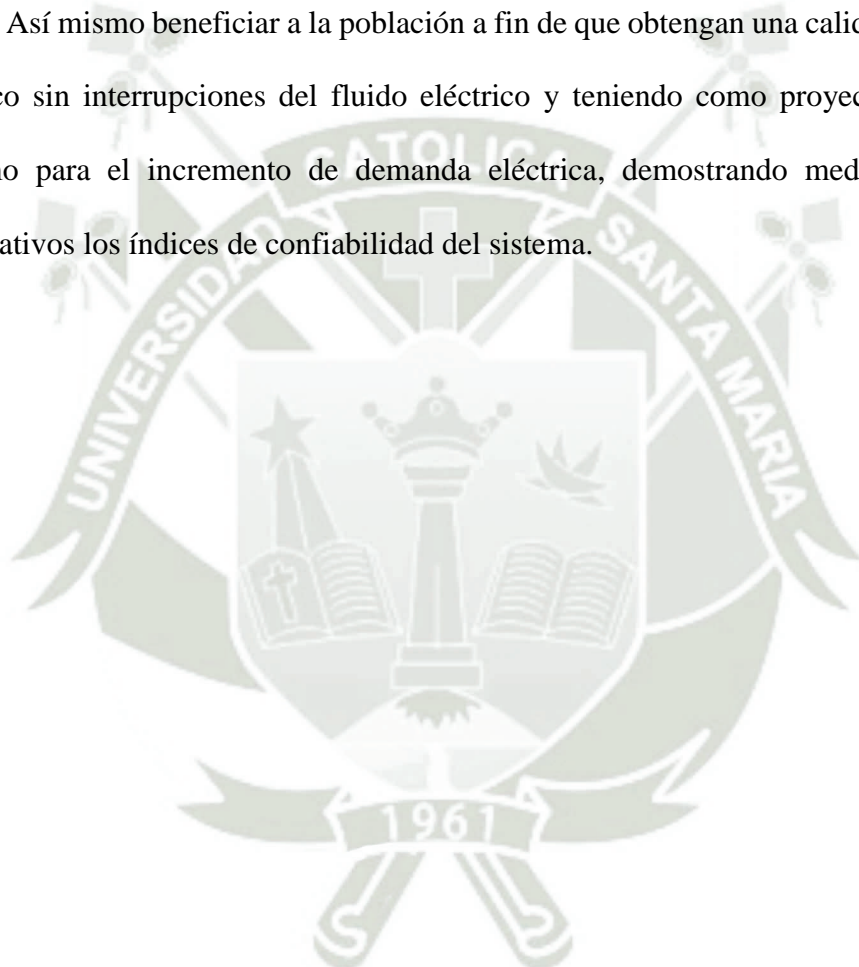
## 1.3. Alcances

La presente tesis comprende el diseño de Redes Primarias, redes Secundarias del Alimentador Tahuaycani y del alimentador Huayco, así mismo, la red de subtransmisión de 33 kV, según el nuevo diseño arquitectónico de la vía de Variante de Uchumayo.

#### 1.4. Justificación

Se propone una eficiencia energética de las redes eléctricas tanto en el medio ambiente como en la proyección energética en la ciudad de Arequipa, así mismo cumplir los parámetros indicados por Osinergmin a fin de evitar multas por interrupciones y/o fallas ocasionadas por factor humano y/o fallas del sistema.

Así mismo beneficiar a la población a fin de que obtengan una calidad de servicio eléctrico sin interrupciones del fluido eléctrico y teniendo como proyección los años próximo para el incremento de demanda eléctrica, demostrando mediante cálculos justificativos los índices de confiabilidad del sistema.



## CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO

### 2.1. Sector Eléctrico en el Perú

En los últimos años se ha evidenciado un constante crecimiento energético conjuntamente con el crecimiento económico, a fin de satisfacer el consumo energético de las empresas (minería, industrias, etc.) así como de la población.

En el Perú presenta actividades energéticas como la generación, transmisión y distribución de la energía eléctrica, además presenta la comercialización de dicha energía a países vecinos. Todo sistema eléctrico (generación, transmisión) se encuentra interconectado con el Sistema Eléctrico Interconectado Nacional (SEIN), el cual el 97% la energía generada corresponde a empresas generadoras y el 3% es generado por empresas que generan para su propio uso.

### 2.2. COES – SINAC

EL comité de Operación Económica del Sistema Interconectado Nacional (COES – SINAC) es la entidad que tiene por finalidad las coordinaciones de operaciones del Sistema Eléctrico Interconectado Nacional (SEIN), coordinando con las centrales de generación a fin de obtener la demanda energética en cada hora del día, priorizando las centrales eléctricas con menor costo de utilización.

### 2.3. Ministerio de Energía y Minas

Es en Ente de establecer las normas políticas del sector, otorgar y/o terminar las autorizaciones y concesiones sobre las actividades eléctricas (generación, transmisión y distribución). Así mismo, tiene la Dirección General de Asuntos Ambientales Energéticos, Dirección General de Electrificación Rural, Dirección General de Electricidad, Dirección General de Eficiencia.

## 2.4. OSINERGMIN

Es un Ente público que tiene como funciones la supervisión y regularización de las empresas eléctricas, mineras e hidrocarburos, dichas empresas deben cumplir con las disposiciones legales en que se desarrollan. En el sector de Electricidad tiene como finalidad de fiscalizar el cumplimiento de las normas eléctricas y ordenar las tarifas eléctricas.

## 2.5. Red de Distribución de Energía

La red de distribución de energía tiene la función de suministrar la energía eléctrica hasta los usuarios finales (medidor de cliente); teniendo los siguientes elementos de distribución (sistemas de subtransmisión, sistemas de distribución primaria, secundaria).

Las distribuciones de las redes de energía vienen desde los centros de transformación tanto en subtransmisión como como en las redes primarias el cual están desde las subestaciones de transformación, el cual tiene la finalidad de reducir los niveles de tensión de subtransmisión a niveles de media tensión para su ramificación en diferentes niveles de tensión, la cual se da en dos etapas.

La primera etapa se realiza desde las subestaciones de transformación el cual están enlazadas mediante líneas de transmisión, dichos centros de transformación se encuentran en conexión de anillo, con el fin de ante cualquier falla en cualquier centro de transformación, el resto asume dicha carga aislando dicho centro de transformación hasta remediar dicha falla, las tensiones en esta etapa comprenden entre los 25 kV y 132 kV.

La segunda etapa comprende los niveles de tensión entre 3 kV a 30 KV, el cual es el sistema de distribución para la población, gran industria, etc., el cual en cada red de media tensión se encuentra las subestaciones transformadoras de distribución, en el cual

transforma la energía de media tensión a baja tensión el cual tiene los niveles de tensión 220/380 voltios.

## 2.6. Niveles de Tensión

En el Perú tenemos los siguientes niveles de tensión eléctrica las cuales se describen líneas abajo:

Baja Tensión: 220 – 380 – 440 voltios.

Media Tensión: 10 kV, 13.2 kV, 22.9 kV.

Alta Tensión: 33 kV, 60 kV, 138 kV, 220 kV.

Muy Alta Tensión: 500 kV

## 2.7. Subestación Eléctrica

La subestación eléctrica es para realizar el cambio de nivel de tensión y que sean adecuados en los diferentes sistemas de distribución y/o transmisión de la energía eléctrica, dicha subestaciones tienen diferentes elementos los cuales se puede nombrar.

### 2.7.1. Transformador

Los Transformadores están diseñados para operar a su potencia nominal los cuales pueden ser instalados a la intemperie o dentro de una caseta de subestación. El cual tiene la finalidad de reducir el voltaje de la red de media tensión a baja tensión, el cual es distribuido en zonas urbanas, industrias, centros comerciales, etc. El rango de transformación va desde 5 kVA a 5,000 kVA, con nivel de tensión hasta 36 kV.

### 2.7.2. Seccionadores

Los Seccionadores son dispositivos de protección, el cual usan gas de baja Presión SF<sub>6</sub> para la interrupción de corriente, la presión relativa del gas SF<sub>6</sub> no sobrepasa los 0.5 bares.

Dicho seccionador se instala verticalmente dentro de la celda y la posición de los contactos principales y contactos de tierra son claramente visibles desde el frente de la celda, el cual tiene una fabricación de resina epoxica.

Los seccionadores son del tipo de alta frecuencia de operación de acuerdo con los párrafos 3.104 de las recomendaciones IEC 265-1. Tienen tres posiciones (cerrado, abierto y aterrizado). Las maniobras mecánicas del mecanismo de operación aseguran mínimo 1000 operaciones.

### 2.7.3. Celda de protección de transformador

La unidad modular bajo envoltorio metálica para protección del transformador, está constituida por una estructura auto soportada de acero galvanizado y doblado a presión, todos los componentes están unidos mediante soldadura o pernos para soportar los esfuerzos electrodinámicos y las normales operaciones de funcionamiento, en la parte posterior llevan ubicadas ventanas de sobrepresión que actúan inmediatamente en caso de arco interno, todas las superficies de puertas y compartimientos de baja tensión están sometidos a un ciclo de tratamiento desengrasado y fosfatación en caliente con pintura epoxica.

Su unidad modular con aislamiento en gas SF<sub>6</sub> del tipo protegido emplea equipos de seccionamiento aisladas en gas SF<sub>6</sub> y puesta a tierra, constituida por compartimientos aislados entre sí que forman por la disposición del propio seccionador, el compartimiento

de barras y el inferior llamado de cables. Esta configuración garantiza la protección del personal encargado de maniobras y mantenimiento.

El sistema de enclavamiento entre la puerta, seccionador e interruptor permite una correcta secuencia de maniobras, las cuales aseguran la inmovilidad de realizar una falsa maniobra, además la puerta cuenta con cerradura y ventana de inspección

#### **2.7.4. Celda de protección de transformador**

La celda de transformación es del tipo modular (bajo envolvente metálico) de 15 kV, y está compuesta de una estructura auto soportada, de chapa moldeada a presión soldada y atornillada para soportar esfuerzos electrodinámicos de cortocircuito y las normales operaciones de transporte.

Esta celda fue fabricada con perfiles angulares y plancha de acero LAF 2 mm, con puertas frontales abisagradas en plancha de 2 mm. Incluye sistema de barras colectoras y de derivación, aisladores de resina epoxica hasta 24 kV.

#### **2.7.5. Barras eléctricas**

El compartimiento de las barras fue ubicado en la parte superior del cubículo, en una cantidad de tres barras aisladas, montadas paralelamente sin medios separadores de fase.

Siendo además que conexiones fueron hechas por la parte superior. El acceso está debidamente señalizado mediante simbología de advertencia de peligro de choque eléctrico.

### **2.7.6. Conexiones**

Las conexiones por el cable de Media Tensión fueron diseñadas para poder aceptar terminales para cables de tipo seco. No teniendo ningún medio de separación de fases.

El compartimiento de conexión de cables de media tensión es capaz de resistir las consecuencias destructivas de un posible arco interno y está demostrado por Certificado de Prueba emitido por laboratorio de reconocimiento Internacional.

El acceso al compartimiento de la conexión es posible únicamente después de cerrado el seccionador de Puesta a Tierra. Ningún otro modo de acceso es aceptado. Sus características son acordes a los requisitos para cada celda.

### **2.7.7. Tablero de distribución**

El tablero de distribución fue fabricado íntegramente con planchas de acero laminado en frío de 2 mm de espesor, con las dimensiones necesarias para alojar los equipos necesarios. El techo del tablero tiene una pendiente de 5° y termina en una volada.

El gabinete tiene una puerta frontal asegurada con una chapa de seguridad con dos juegos de llave. Tiene empaquetadura de neopreno instalada en todo el perímetro instalado correspondiente a la puerta logrando hermeticidad.

Al interior del gabinete del tablero de distribución, entre la puerta y los equipos se implementó una lámina separadora de acero de 2 mm de espesor. Esta lamina separadora está fijada con pernos extraíbles e impiden el fácil acceso a los bornes de conexión.

El gabinete del tablero de distribución y la plancha separadora han recibido un tratamiento de arenado y dos capas de pintura anticorrosiva a base de cromato de zinc de la mejor calidad, seguido de 2 capas de recubrimiento.

### **2.7.8. Transformadores de corriente**

Los transformadores de Corriente tienen la misma corriente de corta duración (20 KA/Seg) y voltaje nominal a los equipos de maniobra.

Dichos transformadores de intensidad tienen resina aislante y se emplea para alimentar a los instrumentos de medida y/o protección. Son conformes a Normas IEC 60044-1. Sus dimensiones corresponden a la Norma DIN 42600, tipo “Narrow”, en tamaños “Medium” y “Long” hasta 2500 A.

Los transformadores de intensidad también tienen toma capacitiva para conexión a dispositivos de señalización de presencia de tensión.

### **2.7.9. Equipos de Maniobra (celdas eléctricas)**

Las celdas tienen Clasificación IAC – AFLR de acuerdo a lo establecido por la norma IEC 62271-200; siendo que su categoría de pérdida de continuidad de servicio debe ser LSC2B.

Además, poseen prueba de arco interno, categoría “IAC” de acuerdo a la norma IEC 62271-200. A prueba de arco en todos los compartimientos durante 1 segundo.

- La Laminas de fabricación de las celdas de Hierro pintadas con pintura de base Epóxica con un espesor de al menos de 50 micras y se aplicó a ambos lados de la lámina bajo el color RAL-9002.

- Los equipos y la celda modular fueron diseñados asegurando que las posiciones de los dispositivos del equipo sean visibles por el operador desde el frente de la celda; asimismo previene el acceso a todas las partes energizadas tanto en operación como los trabajos de mantenimiento.
- Están constituido por unidades funcionales estándar (celdas) adyacentes, de manera que se vea facilitada la posibilidad de realizar ampliaciones y eventuales reemplazos.
- La entrada de cables es a través de la parte inferior de las celdas.
- Los terminales de cables son accesibles desde el frente.

## **2.8. Aisladores poliméricos**

Los aisladores poliméricos son de tipo suspensión, anclaje y compresión, teniendo materiales dieléctricos de la más alta calidad y durabilidad.

El aislamiento elastomérico está constituido por una goma de silicona de alta consistencia y el núcleo del aislador consta de una barra con gran resistencia mecánica a la flexión y torsión.

La herrajería está fabricada en Bronce Forjado y aleación especial para zonas de alta corrosión o acero galvanizado ASTM 153.

## **2.9. Equipo de re-cierre automático (recloser)**

El Recloser es un interruptor eléctrico automático de media – alta tensión el cual tiene la finalidad de detectar e interrumpir las fallas momentáneas o fallas transitorias, al momento de detectar alguna falla, cortocircuito, etc., apertura o saca de circuito dicha red saliente del recloser. El recloser mediante el mando remoto desde el centro de control realizan el re-cierre de dicho equipo, teniendo tres intentos de re-cierre, si la falla aún

persiste se debe realizar la inspección de la línea, si el problema era sólo temporal, el equipo manda la señal para restablecer automáticamente la energía eléctrica.

### **2.10. Pararrayos**

Los pararrayos poliméricos de óxido de zinc estarán constituidos por materiales de alta calidad y durabilidad su aislamiento elastomérico es de goma de silicona tipo HTV de Dow Corning el núcleo es una barra tipo ECR, el cual otorga una gran resistencia mecánica a la tracción, flexión y torsión. La herrajería está elaborado en acero galvanizado ASTM 153 ideal para servicios en zonas con alta niebla salina. El resultado es más aceptable a prueba de vandalismo, modo de falla no explosiva, bajo peso, tamaño pequeño, fácil de instalar.

### **2.11. Grapa de anclaje tipo pistola**

Serán de aleación de Aluminio procedente de lingotes de primera fusión, resistente a la corrosión comprobada, tales como Al-Mg, Al-Si, Al-Mg-Si, del tipo a presión con 3 pernos de sujeción "U" lo más livianos posible y diseñados de modo que evite durante su operación la posibilidad de pérdida de los pernos debido a vibraciones u otras causas. Su diseño debe evitar deformaciones a los hilos del conductor así mismo evitar deslizamientos o daños bajo una carga no menor de 90% de la rotura del conductor.

Las partes en contacto con el conductor son adecuadas para el calibre del conductor de Aleación de Aluminio, completamente libre de esfuerzos e imperfecciones. Las partes sujetas a fricción son de acero galvanizado en caliente y aptas para alojar al conductor de Aleación de Aluminio de hasta 185 mm<sup>2</sup> de sección. La carga de rotura mínima es de 40 KN.

## 2.12. Criterios de diseño en media tensión

### 2.12.1. Tensión Nominal

Es el valor estandarizado de la tensión en las redes eléctricas del Perú, para la distribución de energía eléctrica en los diferentes niveles de tensión, los cuales están mostrados en la Figura 1.

Figura 1 – Niveles de Tensión en Perú

<p>Baja Tensión: 380 / 220 V 440 / 220 V</p>	<p>Alta Tensión: 60 kV 138 kV 220 kV</p>
<p>Media Tensión: 20,0 kV (*) 22,9 kV 33 kV 22,9 / 13,2 kV 33 / 19 kV</p>	<p>Muy Alta Tensión: 500 kV</p>

Fuente: Código Nacional de Electricidad Suministro, Perú. 2011

### 2.12.2. Nivel y coordinación de aislamiento

El nivel de aislamiento es la resistencia del aislamiento del material aplicado en diferentes situaciones como sobretensiones, fallas eléctricas, descargas atmosféricas, etc. El nivel de aislamiento tiene límites según la tensión nominal de operación, los niveles de sobretensión y normas de regulación.

### 2.12.3. Corriente Nominal

La intensidad de corriente es el valor eficaz que fluye en un determinado circuito a una frecuencia nominal, el cual presenta la siguiente formula:

$$I_n = \frac{S_n}{\sqrt{3} * I_n * \cos\phi}$$

Donde:

$I_n$ : Corriente nominal (A)

$S_n$ : Potencia de subestación (VA)

$V_n$ : Voltaje Nominal (V)

$\cos \phi$ : factor de potencia

#### 2.12.4. Corriente de Corto circuito

Es la intensidad de corriente mayor a la corriente nominal, producto de un corto circuito en un determinado tiempo en el sistema eléctrico, el cual debe tener protecciones eléctricas a fin de evitar daños en la red eléctrica, está dada por la siguiente ecuación:

$$I_{cc} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} * V_n * \cos\phi}$$

Donde:

$I_{cc}$ : Corriente de corto circuito (A)

$S_{cc}$ : Potencia de cortocircuito (KVA)

$V_n$ : Voltaje Nominal (KV)

La corriente de corto circuito esta dado en kiloampers, los datos de la potencia de cortocircuito están dadas en las tablas y según los niveles de tensión.

#### 2.12.5. Sistemas de utilización en media tensión

Está constituido por las instalaciones en media tensión desde la llegada en media tensión al equipo transformix hasta su seccionador en media tensión; del seccionador se conecta al transformador de donde sale la baja tensión y suministrar al área usuaria.

Los sistemas de utilización pueden ubicarse en la vía pública y/o propiedad privada, el cual el transformador es parte del propietario. Se entiende que quedan fuera de este concepto las electrificaciones para usos de vivienda y centros poblados. (RD N°018-2002 –EM/DGE, 2002, pág. 5).

### 2.13. Criterios de diseño en baja tensión

#### 2.13.1. Máxima Demanda

La máxima demanda es la potencia final de todos los usuarios, es decir la suma de potencia de las cargas existentes dentro de una red de distribución, dicha máxima demanda es para realizar el dimensionamiento de la potencia de los transformadores y el dimensionamiento del conductor eléctrico, los datos obtenidos son datos importantes para contratar el suministro de energía eléctrica, los distintos elementos de protección de dicha red eléctrica.

$$MD = Potencia\ Instalada * fd$$

Donde:

MD: Máxima Demanda [KW]

fd: factor de demanda

#### 2.13.2. Potencia Instalada

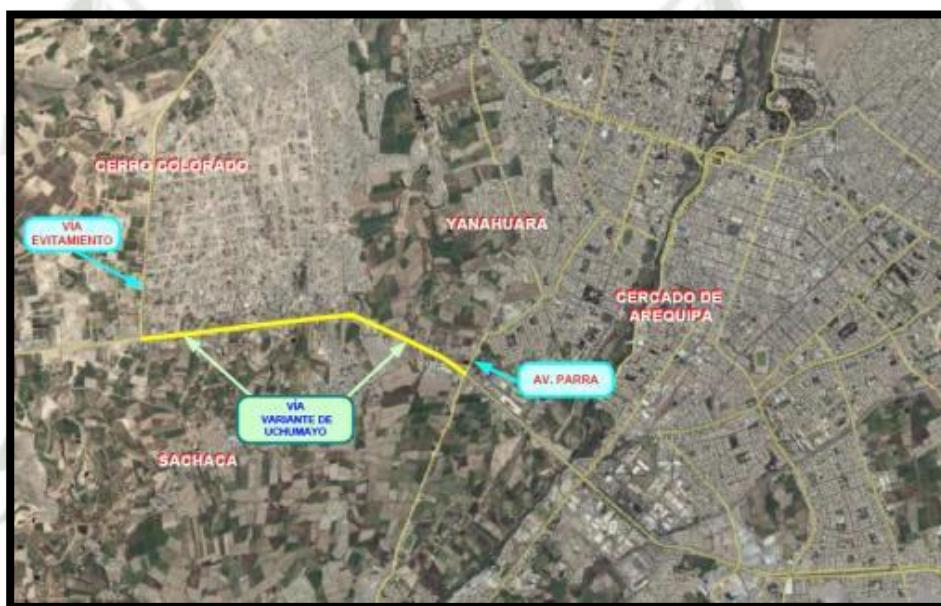
La potencia instalada es la suma de las potencias nominales de los equipos eléctricos en una red eléctrica, es decir que los equipos eléctricos trabajan a plena carga, esta potencia instalada es la requerida para la correcta operación de dichos equipos eléctricos.

## CAPÍTULO 3: DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA

### 3.1. Condiciones Climatológicas

La presente mejora eléctrica corresponde en la Variante de Uchumayo, desde el Puente San Isidro hasta grifo Clements, ubicado entre los distritos de Yanahuara, Sachaca y Cerro Colorado, en la Provincia y región Arequipa.

*Figura 2 – Ubicación Geográfica del Proyecto*



Fuente: Google Maps

El área de ejecución del presente componente del proyecto, presenta condiciones ambientales y climáticas con baja humedad relativa. Clima seco y templado durante los meses de abril a diciembre; tardes y noches frescas con una temperatura media máxima de 21,7°C (71,0 °F) y una mínima de 6,9°C (44,4 °F). La temporada pluvial se inicia en enero y concluye en marzo. La altitud del área del proyecto es de 2500 metros sobre el nivel del mar.

Humedad relativa ambiente : 55.0 %

Temperatura mínima : 6,9 °C

Temperatura media	:	21.7 °C
Temperatura Máxima	:	24.0 °C
Altitud	:	2335.0 msnm

### 3.2. Alcances de diseño eléctrico

La reubicación en forma definitiva de las redes eléctricas aéreas a subterráneas en 10 KV correspondiente a los circuitos alimentadores:

- Subsistemas eléctricos de distribución primaria de AMT Tahuaycani.
- Subsistemas eléctricos de distribución primaria de AMT Huayco
- Subsistemas eléctricos de distribución primaria de AMT Magisterial

Estas redes se reubicaron desde el punto de diseño designado mediante Resolución de parte de la empresa concesionaria SEAL y de acuerdo al ancho de vía de diseño de 42.40m.

La reubicación de las redes eléctricas subterráneas en 220/380 V correspondientes a los Circuitos de:

- subsistemas eléctricos de distribución Secundaria de AMT Tahuaycani
- subsistemas eléctricos de distribución Secundaria de AMT Huayco

La reubicación en forma definitiva de las redes eléctricas aéreas a subterráneas en 33 KV correspondiente a los circuitos alimentadores:

- Línea L-3060 / L-3061 – SET Parque industrial – SET Challapampa
- Acometida a Backus

### 3.3. Descripción de los trabajos a Ejecutar

- Instalación de los electroductos subterráneos.
- Construcción de cámaras de paso para las Líneas de 33 kV y de 10 kV
- Instalación de cable de media tensión de calibre 120 mm<sup>2</sup> red de media tensión 10 KV (Circuito Tahuaycani – Circuito Huayco – Circuito Magisterial).
- Instalación de cable de alta tensión de calibre 185 mm<sup>2</sup> red de subtransmisión de 33 KV (Línea L-3060 / L-3061 / Acometida a Backus).
- Instalación de pozos a tierra en cada subestación subterránea (SPAT).
- Instalación de terminaciones exteriores e interiores auto contraíbles 15 KV / 33 kV
- Construcción de cuatro (04) subestaciones eléctricas subterráneas.
- Instalación de Celdas eléctricas en las subestaciones subterráneas.
- Diseño de las redes y armados de las redes secundarias
- Especificaciones técnicas para el suministro de materiales y equipos
- Especificaciones técnicas para el montaje electromecánico
- Planos y Detalles.

### 3.4. Descripción de las componentes a ejecutar

#### 3.4.1. Subsistemas eléctricos de distribución en AMT Huayco

Dicho Circuito sale del centro de transformación del Parque Industrial y recorre el extremo derecho de la vía variante de Uchumayo, el cual consta de los siguientes componentes:

- 28 cámaras de media Tensión
- 03 subestaciones de Media Tensión en 10 kV:

- SED 5613: Cuenta con 09 Suministros domiciliarios
- SED 5614: Cuenta con 17 Suministros domiciliarios
- SED 5613: Cuenta con 10 Suministros domiciliarios

### 3.4.2. Subsistemas eléctricos de distribución en AMT Tahuaycani

Dicho Circuito sale del centro de transformación del Parque Industrial y recorre el extremo izquierdo de la vía variante de Uchumayo, el cual consta de los siguientes componentes:

- 33 cámaras de media Tensión – 10KV
- 05 estructuras de CAC 14/300
- 02 subestaciones de Media Tensión en 10 KV
- SED 5616: Cuenta con 10 Suministros domiciliarios

## 3.5. Características eléctricas de los circuitos

### 3.5.1. Características Eléctricas en subtransmisión en 33 kV

*Tabla 1 - Características eléctricas de Subtransmisión – diseño aéreo*

CARACTERISTICAS ELECTRICAS DE DISEÑO	
Tensión Nominal:	33 kV
Sistema:	Aéreo Trifásico
Frecuencia	60 Hz.
Conductores:	AAAC 185 mm <sup>2</sup>
Sección nominal:	185 mm <sup>2</sup> (aéreo)
Estructuras	Poste C.A.C 15/600.

Fuente: Propia

*Tabla 2 - Características eléctricas de Subtransmisión - diseño subterráneo*

CARACTERISTICAS ELECTRICAS DE DISEÑO	
Tensión Nominal:	33 kV
Sistema:	Subterráneo Trifásico

Frecuencia	60 Hz.
Cámaras de Paso:	CAV 1.20mx1.20mx1.80m altura
Electroductos:	Ductos de PVC SAP 3 vías 4" diámetro
Conductores:	Cable N2XSY (subterráneo)
Sección nominal conductores:	185 mm <sup>2</sup> (subterráneo)
Ferretería:	A°G° resistente a la corrosión
Cámaras de Paso y Ductos:	Cámaras de Concreto, tuberías de PVC 4 in.

Fuente: Propia

### 3.5.2. Características Eléctricas en media tensión 10 kV

Dicho Circuito sale del centro de transformación del Parque Industrial y recorre la vía variante de Uchumayo, pasando por (03) electroductos más tres (03) vías de reserva de PVC SAP de 4" diámetro; siendo que se han instalado dentro de los electroductos cable de cobre subterráneo tipo N2XSY 3x1x120mm<sup>2</sup>.

*Tabla 3 - Características Eléctricas de Subestaciones en 10kV*

<b>CARACTERISTICAS ELECTRICAS DE DISEÑO</b>	
Tensión Nominal:	10 KV
Sistema:	Subterráneo Trifásico
Frecuencia	60 Hz.
Cámaras de Paso:	CAV 1.20mx1.20mx1.80m altura CAV 2.0mx2.0mx2.5 m altura
Electroductos:	Ductos de PVC SAP 3 vías 4" diámetro
Potencia corto circuito min:	250 MVA
Conductores:	Cable N2XSY (subterráneo), cable AAAC (aéreo)
Sección nominal conductores:	120 mm <sup>2</sup> (subterráneo), 120 mm <sup>2</sup> (aéreo)
Celda compacta:	Celda MT de llegada
	Celda MT de salida
	Celda MT de protección del transformador
	Celda de MT de seccionamiento de derivación

<b>CARACTERÍSTICAS ELECTRICAS DE DISEÑO</b>	
	Celda de MT de medición para SEP
Ferretería:	A°G° resistente a la corrosión
Cámaras de Paso y Ductos:	Cámaras de Concreto, tuberías de PVC 4 in.
Subestaciones:	Caseta subterránea

Fuente: Propia

*Tabla 4 - Características eléctricas de 10 kV forma aérea*

Conductor	Aleación de aluminio cableado concéntrico 19 hilos
Sección y/o calibre	120 mm <sup>2</sup>
Tensión de operación	22,9/10 Kv media tensión
Aislamiento	Desnudo sin grasa
Peso	329 kg/Km
Carga de rotura	37.05 KN
Resistencia eléctrica a 20°C	0,2828 ohm/Km
Temperatura de operación	80°C
Corriente nominal	340 A.

Fuente: Propia

### 3.5.3. Características Eléctricas en baja tensión 220/380 V

En cuanto a la ejecución de obras civiles para la instalación de redes eléctricas se realizó excavaciones de zanjas para la construcción de electro ductos con tuberías de PVC SAP 2” y que conectan a las cámaras de concreto, instalación de cable subterráneo NYY de distintos calibres, respetando el Código Nacional de Electricidad.

*Tabla 5 - Características eléctricas en Baja tensión*

<b>Servicio Particular y Alumbrado Público</b>	
Demanda Máxima	: Establecidos por SEAL ( <b>variable</b> )
Tensión de Servicio	: 380/220 V
Sistema	: Trifásico y Monofásico

Factor de simultaneidad	: 0.6
Factor de Potencia	: 1.0
Caída de tensión admisible	: 5%
Soportes de BT	: Postes CAC 9/200, 9/300
Conductores	: NYY subterráneo.
Luminarias	: Vapor de sodio 150W, 250W y 01 luminaria tipo LED de 50W
Pastorales	: Parabólicos de F°G°, simples y dobles
Ferretería	: F°G° resistente a corrosión severa.

Fuente: Propia

### 3.6. Especificaciones De Montaje Electromecánico

Las presentes especificaciones de montaje tienen por objeto citar los lineamientos respectivos que se llevaron para la ejecución de las obras electromecánicas estos lineamientos están de acuerdo con las distancias mínimas de seguridad; radios de curvatura de los conductores subterráneos.

Se siguieron las recomendaciones según la Norma Técnica Peruana vigentes relacionadas con el soterramiento de electroductos.

#### 3.6.1. Criterios Generales De Montaje En Líneas 10 Kv

- a. Normas Aplicables
- Código Nacional de Electricidad Suministro 2011 b.
  - Norma técnica peruana de calidad
  - IEEE simbología y normalización en áreas técnicas
  - REA Bulletin 62-1 “Design Manual for High Voltage Transmission Lines”
  - NESC C2-1997 “National Electrical Safety Code” NESC Handbook

- IEC 815 “Guide for the selection of insulator in 24especto f polluted conditions”
- b. Trazo de la Ruta

Las rutas de recorrido de las Redes del presente circuito fueron seguidas sobre la base del expediente técnico y siguiendo los siguientes criterios:

- Desarrollo de la ruta dentro del ancho de servidumbre respetando las distancias de seguridad, teniendo en cuenta el nivel de tensión de 10 KV.; siendo que estas distancias mínimas han sido tomadas del Código Nacional de Electricidad Suministro 2011.
- Poligonal lo más recta posible, se trató de minimizar los fuertes ángulos de desvío.
- Evitar terrenos inundables, suelos hidromórficos y geológicamente inestables.

### **3.7. Detalle Del Montaje Electromecánico**

#### **3.7.1. Replanteo topográfico**

##### **Entrega de Planos**

El trazo de la línea, la localización de las cámaras y estructuras a lo largo del trazo, así como los detalles que se emplearon en el proyecto, fueron entregados al Contratista en los planos y láminas que forman parte del expediente técnico.

##### **Ejecución del Replanteo**

El Contratista fue responsable de todos los trabajos de campo necesarios para replantar la ubicación de:

- Los ejes y vértices del trazo del banco de ductos.
- Las cámaras, subestaciones y posteria.
- Los ejes de las retenidas y puestas a tierra.

El replanteo fue efectuado por personal experimentado empleando distanciómetros, teodolitos y otros instrumentos de medición de probada calidad y precisión para la determinación de distancias y ángulos horizontales y verticales.

El replanteo se realizó en el terreno mediante: Estacas pintadas de madera en la ubicación y referencias para cámaras, subestaciones postes y retenidas.

### **3.7.2. Transporte y almacenamiento**

El transporte y manipulación de materiales, se realizó con las debidas precauciones y cuidados a fin de que los materiales queden en óptimas condiciones de servicio al ser instalados.

### **3.7.3. Recorrido de la línea**

Se procedió a tomar en cuenta las precauciones pertinentes a fin de evitar el paso a través de propiedades privadas y disponiendo las medidas del caso para que el personal esté instruido para tal fin.

### **3.7.4. Excavaciones y eliminación de material excedente**

De acuerdo con las especificaciones contenidas en esta sección y según se muestra en los planos, se efectuó todas las excavaciones permanentes a cielo abierto, así como el transporte y eliminación del material excedente. En la excavación se incluyó todas las operaciones de extracción, carga, transporte de los materiales excedentes a los lugares de descarga aprobados.

Se ejecutaron las excavaciones con el máximo cuidado y utilizando los métodos y equipos más adecuadas para cada tipo de terreno, con el fin de no alterar su cohesión natural, y reduciendo al mínimo el volumen del terreno afectado por la excavación.

El fondo de la excavación se efectuó de tal manera que quedo plano y firmemente compactado para permitir una distribución uniforme de la presión de las cargas verticales actuantes.

### **Excavación para Cámaras de paso**

Consistió en la excavación y corte del terreno para obtener el hoyo que permitió alojar a la cámara de acuerdo a los diferentes tipos.

Las excavaciones para las cámaras fueron del tamaño exacto del diseño de estas, el fondo de la excavación se limpió y se efectuó retirando todo material suelto o derrumbe.

Dichas excavaciones se ejecutaron con el máximo cuidado y utilizando los métodos y equipos más adecuados para cada tipo de terreno, ya sea terreno normal, terreno rocoso compacto o sillar, no alterando su cohesión natural. El fondo de la excavación se mantuvo plano y firmemente compactado para permitir una distribución uniforme de la presión de las cargas verticales actuantes.

Las excavaciones fueron hechas generalmente con medios mecánicos y las dimensiones de acuerdo a los planos de cimentación; de tal forma que la tierra alrededor sea afectada lo menos posible.

### **Excavación para Ductos de Cableado Subterráneo**

Consiste en la excavación y corte del terreno para obtener la zanja necesaria para el tendido de ductos del cableado subterráneo de acuerdo a los planos respectivos. Las excavaciones para los ductos subterráneos fueron del tamaño exacto del diseño de estas,

el fondo de la excavación debió limpiarse y emparejarse retirando todo material suelto o derrumbe.

El fondo de la excavación se efectuó de tal forma que resulto totalmente plano y firmemente compactado para permitir una distribución uniforme de la presión de las cargas verticales actuantes.

Las excavaciones fueron hechas generalmente con medios mecánicos y las dimensiones de acuerdo a los planos y se hicieron de tal forma que la tierra alrededor fue afectada lo menos posible.

#### **Excavación para los Postes**

Consistía en la excavación y corte del terreno para obtener el hoyo que permitió alojar a las estructuras como los postes.

Las excavaciones para las cámaras y los postes se realizaron del tamaño exacto para el diseño de estas, el fondo de la excavación se limpió adecuadamente y emparejo retirando todo material suelto o derrumbe. Se ha determinado para cada tipo de terreno, los taludes de excavación mínimos necesarios para asegurar la estabilidad de las paredes de la excavación.

Los postes instalados son de concreto armado centrifugado de 14 m. Antes del izaje todos los equipos y herramientas, tales como ganchos, estribos, cables de acero han sido cuidadosamente verificados a fin de no presentar defectos y ser adecuados al peso que están soportando.

La profundidad de excavación es de 1.5 a 1.7 m para los casos más comunes.

#### **Excavación para Retenidas y Puesta a Tierra**

Las dimensiones para la excavación de las retenidas y puestas a tierras se muestran en las láminas respectivas del expediente técnico y se siguió el mismo procedimiento para la excavación de los postes y demás estructuras. Las dimensiones para la excavación fueron de 0.80 m de diámetro y 2.40m de profundidad. Durante la excavación se tomaron las medidas necesarias para evitar posibles inundaciones de hoyos.

### **3.7.5. DUCTOS**

El tendido de ductos con la cimentación se hizo de acuerdo a los detalles de las secciones indicadas en el plano donde los tubos de PVC van embebidos en concreto formando un dado de concreto que protege a los ductos de PVC, con una profundidad mínima de 1.15m.

### **3.7.6. BUZONES**

Las confecciones de buzones se hicieron considerando las recomendaciones para la excavación de los hoyos, se colocó el encofrado y acero luego se vertió el concreto, la profundidad mínima de los buzones es de 1.80m. de forma hexagonal según planos de detalle.

## **3.8. Tendido de conductores eléctricos**

### **3.8.1. tendido de conductor subterráneo**

Este tipo de conductor subterráneo se usó entre los tramos de las progresivas 2+547.35 a 2+821.52 y 2+937.36 a 4+060. El método de instalación consistía en jalar un cable guía de acero el cual se desplazó con el fin de jalar el cable subterráneo N2XSY de 120 mm<sup>2</sup> desde el otro extremo de la cámara, es decir se jala de una cámara de paso a otra cámara de paso en toda la maniobra se usaron dos operarios en cada cámara de paso, quienes jalaran los cables N2XSY de 120 mm<sup>2</sup> de manera coordinada con radio de

comunicación por la ubicación de cada cámara y el jalado de cable conductor es de manera manual.

Estos conductores están dentro de ductos de 4'' de diámetro. Una fase por cada tubo.

### **3.8.2. Tendido De Conductor De Aleación De Aluminio**

Este conductor se usó en la red aérea cuyas progresivas son desde 2+821.52 a 2+937.56) del tipo AAAC 120 mm<sup>2</sup>, el cual fue montado desde el otro extremo de la estructura, es decir se jaló de una estructura a otra estructura, en toda la maniobra se usaron dos operarios en cada estructura, quienes jalaron los cables AAAC de 120 mm<sup>2</sup> de manera y el jalado de cable conductor fue de manera manual.

Para conexión aérea se usó cable de aluminio desnudo tipo AAAC 120 mm<sup>2</sup>; también se utilizaron conductores desnudos de cobre con temple duro y semidesnudo para las puestas a tierra.

### **3.8.3. Manipulación de los Conductores**

Los conductores fueron manipulados con el máximo cuidado a fin de evitar cualquier daño en su superficie exterior o disminución de la adherencia entre los alambres de las distintas capas.

Los conductores fueron continuamente mantenidos separados del terreno, estructuras y otros obstáculos durante todas las operaciones de desarrollo y tendido. Para tal fin, el tendido de los conductores se efectuó por un método de frenado mecánico.

Los conductores fueron desenrollados y tirados de tal manera que se evitaron retorcimientos y torsiones y se conservó el radio de curvatura de tales herramientas no es menor que la especificada para las poleas de tendido.

### **3.9. Ejecución de Terminaciones**

#### **3.9.1. Terminación interior o exterior para cable N2XSY 15 kV 120mm<sup>2</sup> unipolar**

Se retira el aislante del cable N2XSY de 120mm<sup>2</sup> una longitud aproximada de 70 cm, donde se separó la capa semiconductora y el envolvente de aterramiento según detalle y recomendación del fabricante de terminaciones, una vez separados los componentes aislantes del cable se colocó la manga terminal el cual fue instalado libre de impurezas y contaminación, finalmente se colocaron las cintas aislantes recomendadas por el fabricante de terminaciones.

#### **3.9.2. Bandeja rejilla porta cable 54mmx300mmx3m de acero galvanizado-electrozincado.**

Los conductores utilizados en el circuito Tahuaycani como son de 120 mm<sup>2</sup> del tipo N2XSY 15 KV., fueron instalados dentro de las cámaras encima de su respectiva bandeja porta conductores; siendo las características de las mismas:

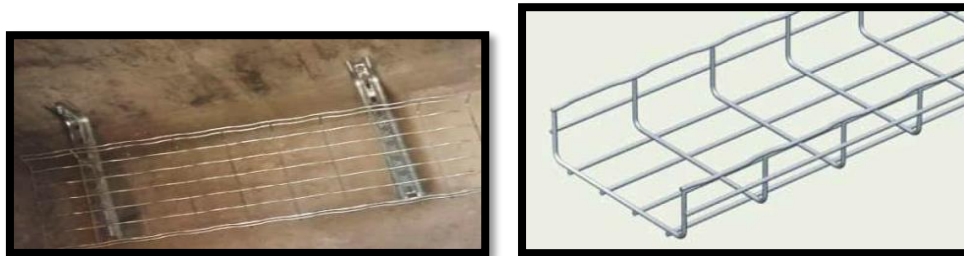
Las bandejas porta conductores de alambres/varillas de acero han sido fabricadas con un diámetro de hilo mínimo: 6,0mm para las bandejas porta conductores de anchos 300mm hasta anchos 600mm.

Todas las bandejas portan conductores instaladas han sido fabricadas con un borde de seguridad longitudinal soldado en T.

La malla de la bandeja porta conductores es de 50mm x 100mm.

Las bandejas porta conductores han sido instaladas con una distancia máxima entre los soportes de 2,5m y no sobrepasan las cargas máximas indicadas.

*Figura 3 - vista en isométrico bandeja rejilla*

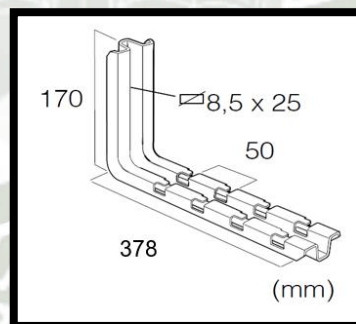


Fuente: Propia

### 3.9.3. Soporte 170mmx378mm de acero galvanizado electro-zincado

Para el soporte y fijación a muro el anclaje del soporte se efectuó por medio de pernos de anclaje cincados de ½". La fijación de la bandeja rejilla fue de forma directa o en montante sin tornillos.

*Figura 4 - Soporte de rejilla*



Fuente: Propia

### 3.10. Instalación de poste

Para la instalación de postes se tuvo que romper veredas, sardineles, etc. y que posteriormente fueron reparados a satisfacción de supervisión, con el lugar libre de escombros, basura y desechos, el mismo día del izaje. Los postes con cambio de dirección

de línea fueron instalados con una ligera inclinación opuesta al sentido de la tracción que experimentan.

Las crucetas instaladas son de acero galvanizado de dimensiones indicadas equipadas con abrazaderas y pernos pasantes.

Las crucetas se instalaron a 10 centímetros del extremo superior del poste y se mantienen en perfecta horizontalidad. Para su instalación se consideró el uso de riostras de fierro galvanizado.

Los aisladores tipo PIN fueron instalados con una buena fijación de soportes y de tal forma que su garganta superior quedo orientada con la línea.

Los postes para el cambio de dirección fueron instalados con armado de doble cruceta (cada una orientada con el fin y comienzo de la línea) o con un juego de aisladores tipo campana dependiendo de la importancia.

Todos los postes están aterrados y sus elementos metálicos contenidos de igual forma. Los postes para el diseño de soterrado serán:

- Poste CAC 13/400 (N° 35397)
- Poste CAC 14/400 (N° 35398)
- Poste CAC 14/400 (N° 35399)
- Poste CAC 14/400 (N° 35400)
- Poste CAC 14/400 (N° 35401)
- Poste CAC 15/600 (N° 35402)

### **3.10.1. Cimentación**

Previo a la cimentación se rellenó en la excavación del poste una base de solado de 10 cm para apoyo del poste.

La cimentación del poste se hizo con piedra machada, afirmado y cemento. Los trabajos de concreto se realizaron según especificaciones del instituto Americano de Concreto ALI 30 de acuerdo a lo siguiente:

- Cemento del tipo ASTM C-150, tipo 1.
- Hormigón: 0.40 m<sup>3</sup> y 0.6 m<sup>3</sup>.
- Piedra mediana ciclópea 3'' y 8'': 0.40 m<sup>3</sup> y 0.6 m<sup>3</sup>
- Agua: 0.20 m<sup>3</sup> y 0.3 m<sup>3</sup>.

### **3.10.2. Instalación De Retenida**

Las retenidas son de cable de acero de 3/8'' de diámetro y aislador de tracción. La ubicación y orientación se efectuaron según indicaciones de los planos del proyecto. Su alineación se efectuó de acuerdo a las cargas de tracción.

Luego de ejecutada la excavación se fijó en el fondo del agujero, la varilla de anclaje con el bloque de concreto correspondiente. El relleno se ejecutó después de haber alineado y orientado adecuadamente la varilla de anclaje. Luego del relleno la varilla de anclaje sobresale 0.20 m del nivel del terreno. Los cables de retenidas están tensados de tal forma que los postes se mantienen en posición vertical después que los conductores hayan sido puestos en flecha y engrapados.

La varilla correspondiente de cable de acero está alineada y con un ángulo de inclinación.

### **3.11. Instalación de Conductor**

#### **3.11.1. Instalación de conductor de cobre N2XSY 15 KV, 120mm<sup>2</sup> unipolar**

Los conductores subterráneos N2XSY de 120mm<sup>2</sup> para 15KV están instalados dentro de los ductos de 4" de diámetro, una fase por cada tubo de 4", no se permitió el uso de brazo grúa para jalar los cables, ya que fueron introducidos desde una cámara con un cable guía de acero el cual se desplazó jalando el cable subterráneo N2XSY de 120mm<sup>2</sup> desde el otro extremo de la cámara de paso es decir se jalo de una cámara de paso a otra cámara de paso toda la maniobra se usaron dos operarios en cada cámara de paso quienes jalaban el cable N2XSY de 120mm<sup>2</sup> de manera coordinada.

De acuerdo al expediente aprobado no se planteó ningún empalme para evitar cualquier tipo de fuga durante la instalación del conductor, todo fue de una sola conexión desde la salida del punto de diseño hasta la primera subestación de distribución sin embargo de acuerdo a replanteos aprobados existe un tramo aéreo en inmediaciones del puente Fernandini.

#### **3.11.2. Instalación de conductor AAAC 120mm<sup>2</sup>**

Los conductores AAC de 120mm<sup>2</sup> para 15KV están instalados de forma aérea, no se permitió el uso de brazo grúa para jalar los cables, ya que se jalo de una estructura de media tensión a otra estructura de media tensión, para toda la maniobra se usaron dos operarios en cada estructura, quienes jalaban el cable AAAC de 120mm<sup>2</sup> de manera coordinada. No se plantea ningún empalme en la instalación.

### **3.12. Instalación de armados**

Los armados se ejecutaron en los postes que fueron izados y en donde se produce la transición de aéreo a subterráneo se colocó tubo de acero galvanizado de 4" de

diámetro sujetado con cinta band-it de  $\frac{3}{4}$ '' en el extremo del tubo se colocó una curva de 90 grados PVC SAP de 4'' de diámetro, a través del ducto por donde pasara el cable subterráneo con su respectiva terminación según el calibre planteado.

### **3.13. Instalación de Puesta A Tierra**

Se procedió con la excavación del terreno para el pozo, con dimensiones necesarias para colocar la varilla copperweld, con sales hidrosolubles y chacra cernida.

La excavación para el hoyo se ejecutó conforme a los procedimientos requeridos para sistemas de puesta a tierra PAT-2 (puesta a tierra en media tensión que comprende hilo, varilla y pozo a tierra con sales hidrosolubles, para cada subestación).

El conector de la varilla es accesible de manera que permite su medición inmediata de las resistencias de tierra, por lo que las varillas tienen un buzón de 40x40x30 con tapa de concreto que permite un fácil acceso y medición.

Excavación de hoyo para puesta a tierra: la profundidad de la excavación es de 2.4 m

De acuerdo con las excavaciones contenidas estas excavaciones se efectuaron a cielo abierto, así como el transporte y eliminación de material excedente. La excavación incluyo todas las operaciones de extracción, carga, transporte de materiales excedentes a los lugares de descarga aprobados.

Las excavaciones se realizaron con sumo cuidado con métodos y equipos para cada tipo de terreno, con el fin de no alterar la cohesión natural y reduciendo mínimo el volumen del terreno afectado por la excavación. El fondo de la excavación se realizó de tal forma que al finalizar quedo plano para poder realizar una distribución uniforme de presión de cargas.

### **3.14. Montaje Electromecánico de Equipos De Protección**

Las celdas de media tensión fueron ubicadas dentro de las subestaciones tipo caseta, una a lado de la otra pues las celdas son modulares. Están instaladas sobre el piso y por encima del canal de paso de los cables de media tensión.

#### **3.14.1. Instalación de celda compacta de llegada**

Las celdas fueron instaladas y conectadas por personal especializado y altamente calificado y bajo responsabilidad técnico y administrativa. Las celdas se encuentran ancladas al piso de acuerdo a las instrucciones de montaje del fabricante, se respetaron las distancias mínimas de seguridad y distancia entre ellas ya que están instaladas una tras otra y unidas por una barra de cobre para alimentación de energía.

#### **3.14.2. Instalación de celda compacta de protección de transformador**

Las celdas fueron instaladas y conectadas por personal especializado y altamente calificado y bajo responsabilidad técnico y administrativa. Las celdas se encuentran ancladas al piso de acuerdo a las instrucciones de Montaje del fabricante, se respetaron las distancias mínimas de seguridad y distancia entre ellas ya que están instaladas una tras otra y unidas por una barra de cobre para alimentación de energía.

#### **3.14.3. Instalación de celda compacta de seccionamiento de línea en gas**

Las celdas fueron instaladas y conectadas por personal especializado y altamente calificado y bajo responsabilidad técnica y administrativa. Las celdas se encuentran ancladas al piso de acuerdo a las instrucciones de montaje del fabricante, se respetaron las distancias mínimas de seguridad y distancia entre ellas ya que están instaladas una tras otra y unidas por una barra de cobre para alimentación de energía.

#### **3.14.4. Instalación de celda compacta de salida**

Las celdas fueron instaladas y conectadas por personal especializado y altamente calificado y bajo responsabilidad técnica y administrativa. Las celdas se encuentran ancladas al piso de acuerdo a las instrucciones de montaje del fabricante, se respetaron las distancias mínimas de seguridad y distancia entre ellas ya que estas están instaladas una tras otra y unidas por una barra de cobre para alimentación de energía.

#### **3.14.5. Instalación de celda de transformación.**

Las celdas fueron instaladas y conectadas por personal especializado y altamente calificado y bajo responsabilidad técnica y administrativa. Las celdas se encuentran ancladas al piso de acuerdo a las instrucciones de montaje del fabricante, se respetaron las distancias mínimas de seguridad y distancia entre ellas ya que están instaladas una tras otra y unidas por una barra de cobre para alimentación de energía.

### **3.15. Montaje de Transformador en Subestación Subterránea**

Antes de la instalación se procedió con una limpieza externa del transformador, también se realizó una minuciosa inspección con el objetivo de verificar que no haya signos de daños externos.

Se procedió a instalar un transformador en cada subestación subterránea las cuales se encontraban desenergizadas pues éstas aun no entraban en servicio.

El trabajo de montaje fue supervisado por personal especialista. Se recalca que todos los transformadores instalados en las (04) subestaciones subterráneas tenían condición de nuevos.

Estos transformadores fueron trasladados desde almacén hasta sus respectivas cámaras subterráneas. Se aperturaron las tapas de concreto de las cámaras subterráneas y

se procedió a descender cada transformador por las zonas de ingreso del cámara con apoyo del brazo grúa.

Posterior a ello se realizaron las conexiones desde el transformador hasta la celda de protección del transformador (cable N2XSY) y desde el transformador hacia el tablero de distribución (cable NYY).

Se realizó la respectiva conexión de puesta a tierra a masa metálica del transformador.

Para finalizar se procedió con el ajuste de todas las conexiones finales y se finalizó con la colocación de señaléticas de advertencia.

Finalmente se culminó con la limpieza del lugar de trabajo, traslado de escombros y sellado de cámara.

### **3.16. Instalación de armados de Alumbrado Público.**

Las Luminarias se instalaron a los pastorales mediante su embone de fijación que tiene un diámetro de 1/4", para esto se ha tenido cuidado de que quede bien asegurado, y que el ajuste de los pernos sea de tal manera que el eje de la luminaria quede en correcta posición horizontal.

Una vez instalada la luminaria el pastoral se fijó al poste mediante sus respectivas abrazaderas dándole la orientación más adecuada.

La conexión del equipo a la red de Alumbrado Público se realizó con un conductor flexible tipo NLT de 2 x 2.5 mm<sup>2</sup> de un solo tramo y sin empalmes intermedios, Para el conexionado se utilizan 02 conectores Al/Cu, con sus respectivas cubiertas y kit de Empalme.

Finalmente se instaló la lámpara de Vapor de Sodio de 250 w. tanto en la zona de la vía urbana y en la parte central de la vía rápida.

### **3.17. Instalación de acometidas**

Las disposiciones de las acometidas domiciliarias son aquéllas mostradas en los planos del proyecto. Cada acometida fue conectada desde la red subterránea, (Cámaras de Paso) donde se le identifica mediante el código de colores (blanco neutro y negro fase). A fin de balancear las cargas en todas las fases del circuito, las acometidas han sido alternadas entre las fases del circuito.

#### **Procedimiento**

Estas fueron subterráneas y comprende su montaje desde la red subterránea hasta la caja porta - medidor.

Los conductores de acometida no tienen ningún empalme intermedio, la posición de estos aseguran su inaccesibilidad en todo el recorrido, las derivaciones para las acometidas se ejecutaron desde puntos próximos (Cámaras de Inspección de Baja Tensión) a los postes a través de conectores de Al/Cu; además del Kit de Empalme respectivo.

La caja porta medidor y el tubo de acometida se empotraron en la pared utilizando yeso para cubrirlos quedando la caja al ras de la superficie terminada a una altura no menor de 1.20 m. sobre el nivel del piso ni mayor a 1.40 m. de su base inferior.

### **3.18. Redes**

El desarrollo, tendido de los cables subterráneos fueron llevados a cabo de acuerdo con los métodos propuestos por el fabricante y el Contratista y aprobados por la Supervisión.

La aplicación de estos métodos no producirá esfuerzos excesivos ni daños en los componentes del cable NYY ni en las estructuras.

### **3.18.1. Manipuleo y montaje**

La instalación de los conductores fue instalada en ductos en todos los casos.

### **3.18.2. Procedimiento de tendido de cable NYY en ducto**

Se hizo pasar primero el cable guía y wincha, una vez instalado el cable guía o wincha se empalmaron una de las puntas del conductor al cable guía para que desde el otro extremo sea jalado hasta completar el tramo de conductor subterráneo.

### **3.19. Sistema de Puesta a Tierra**

Las estructuras que llevan puesta a tierra fueron plenamente identificadas en los planos de recorridos de redes secundarias. En postes de concreto, el conductor de bajada se instala dentro del agujero central a lo largo del poste.

#### **Procedimiento**

Se efectuó los hoyos de 0.80 m. De diámetro y 2.80 m. de profundidad en cada punto previsto. Las partes metálicas como varilla, conector tipo Anderson y Conductor desnudo de cobre se conectan mediante conectores para asegurar su conexión.

Instalado el sistema, se ha compactado el hoyo por capas utilizando las sales químicas disueltas en las proporciones indicadas en los planos de detalles.

Posteriormente se verificaron las magnitudes de resistencias se hallen dentro de lo permisible.

### 3.20. Pruebas y Ensayos realizados en Campo

Durante la ejecución de la obra, al concluir los trabajos y antes de poner en servicio las instalaciones se realizaron las pruebas necesarias empleando instrumentos y métodos adecuados. El ejecutor de la obra realizó las correcciones o reparaciones necesarias hasta que las instalaciones funcionen correctamente, y sean recepcionadas cumpliendo lo siguiente:

#### 3.20.1. Inspección General

Después de concluida la Obra, se realizó una inspección visual del subsistema de distribución Secundaria, unidades de alumbrado público y conexiones domiciliarias. Se efectuó una inspección general a fin de comprobar la correcta ejecución de los trabajos y se autorizan las pruebas de puesta en servicio.

#### 3.20.2. Medición de aislamiento

Se efectuaron las mediciones de la resistencia de aislamiento de los conductores de fase entre sí, y la fase con respecto al conductor neutro, lo que se cumplió lo siguiente:

- Los conductores concéntricos de las acometidas domiciliarias fueron desconectados de la red secundaria.
- En los circuitos de alumbrado público, la medición de aislamiento se realizó antes de conectar los conductores de alimentación a las luminarias.

*Tabla 6 - Niveles de megohmo*

	Condiciones Normales	Condiciones Húmedas
Entre fases	50MΩ	20MΩ
Entre fase y tierra	20MΩ	10MΩ

Fuente: Propia

### **3.20.3. Prueba de Continuidad**

Esta prueba consistió en cortocircuitar los conductores de fase al inicio del circuito en la subestación comprobar la continuidad en el otro extremo. Al medir el aislamiento entre una fase y cada una de las otras fases debe obtenerse una resistencia de valor nulo.

### **3.20.4. Prueba de tensión**

Luego que se hayan realizado las mediciones de aislamiento y las pruebas de continuidad, y habiéndose obtenido valores satisfactorios, se procedió a la aplicación de tensión en vacío por un período de 24 horas. Durante este tiempo se efectuó las mediciones de tensión en los puntos más importantes de cada circuito y se determinó la secuencia de fases.

### **3.20.5. Secuencia de Fases.**

El ejecutor de obra efectuó la verificación y posición de los conductores de cada fase.

### **3.20.6. Encendido de Lámparas.**

Se verificó el encendido de las lámparas de alumbrado público, la coordinación con el cambio de reloj horario según estación.

### **3.20.7. Resistencia de Puesta a Tierra.**

Se verificó el valor de la resistencia del sistema de puesta a tierra, primero sin conectar al sistema y luego conectando al sistema; cuyos valores son menores o iguales a 16 ohmios y menor o igual a 5 ohmios respectivamente.

### 3.20.8. Pruebas VLF

Una prueba de resistencia de muy baja frecuencia (VLF) es en realidad, una prueba de resistencia de CA que generalmente se realiza a una frecuencia entre 0,1 Hz y 0,01 Hz. Este tipo de prueba se utiliza por lo general para probar cargas de alta capacitancia como pueden ser cables y maquinaria rotativa.

### 3.21. Pintado de código y señalización de postes y subestaciones.

El pintado de codificación y señalización, se efectuó en todos los postes y estructuras que comprende el proyecto y en los existentes en la zona de influencia tanto en los postes de Concreto Armado y Postes metálicos de la vía central, se previno el pintado del código del poste a una altura de 3 m medido desde el nivel del suelo, pintado de símbolos de puesta a tierra, de acuerdo a lo normado para estos casos por la empresa concesionaria.

## CAPÍTULO 4: CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

### 4.1. Cálculo en Alta Tensión

#### 4.1.1. Acometida a Empresa Backus

La ejecución de la instalación de la nueva acometida aérea de línea en 33kV para la empresa UNIÓN DE CERVECERÍAS PERUANAS BACKUS Y JOHNSTON, consta de una terna el cual se proyecta realizar de forma subterránea teniendo una longitud lineal de 650.00 m. (cable N2XSY 185 mm<sup>2</sup>); que comprende desde el punto de diseño aprobado por SEAL P-03 (Poste de CAC 14/400 Ubicado bajo el Puente San Isidro), Punto de Entrega, hasta el Poste de C:A.C 15/600 en los interiores de Empresa Backus (estructura instalada por Backus); pasando por catorce (14) cámaras de paso que van a ser instalados en la vía auxiliar margen izquierdo desde la progresiva 3+530 hasta la progresiva 4+036, dichas cámaras eléctricas tienen un armazón de acero y escaleras para la inspección y visualización de los conductores, así mismo el conductor se encontrará instalado encima de rejillas de paso

El conexionado contará con un sistema de protección (RECLOSER) similar al actualmente instalado temporalmente por SEAL. El cual contará con un sistema de control y protección remoto.

##### 4.1.1.1 *Calculo de Corriente Eléctrica*

$$I = \frac{KVA}{\sqrt{3} * KV * \cos\phi} [A]$$

Donde:

I = corriente en amperios

KVA = Potencia Nominal Aparente = 5000 KVA

$V = \text{Tensión Nominal de Línea} = 36 \text{ kV}$

$\text{Cos } \phi = \text{factor de potencia} = 0.9$

$$I = \frac{5000 \text{KVA}}{\sqrt{3} * 36 \text{KV} * 0.9} \text{ [A]}$$

$$I = 89.097 \text{ [A]}$$

Seleccionamos de la Tabla de Nexans el conductor óptimo para dicha instalación el conductor de 185 mm<sup>2</sup>:

*Figura 5 - Características eléctricas de conductor N2XSY 185 mm<sup>2</sup>*

<b>N2XSY 26/45 kV; PC Traslapada 50%</b>		Contacto
<b>N2XSY 26/45 kV 185 mm<sup>2</sup></b>		Venta Local ventas.peru@nexans.com
<b>CARACTERÍSTICAS</b>		
<b>Características de construcción</b>		
Material del conductor	Cobre Temple Blando	
Material del semi-conductor interno	Compuesto extruido	
Material de aislamiento	XLPE-TR	
Material del semi-conductor externo	Compuesto extruido pelable	
Pantalla	Cinta de cobre, helicoidal	
Cubierta exterior	PVC	
Color de cubierta	Rojo	
Libre de plomo	Si	
<b>Características dimensionales</b>		
Sección del conductor	185 mm <sup>2</sup>	
Número total de alambres	37	
Diámetro del conductor	15,8 mm	
Diámetro sobre aislamiento	33,2 mm	
Diámetro sobre pantalla	34,9 mm	
Diámetro sobre cubierta	38,7 mm	
Peso aproximado	2804 kg/km	
<b>Características eléctricas</b>		
Resistencia máxima del conductor en CC a 20° C	0,0991 Ohm/km	
Tensión nominal de servicio U <sub>o</sub> /U (Um)	26/45 kV	
Resistencia del conductor en CA a 90° C - formación plana	0,1274 Ohm/km	
Tiempo Rigidez Dielectrica Vca al aislamiento	30 min.	
Tensión de Descarga Parcial	39,0 kV	
Descarga Parcial Máxima	10 pC	
Capacitancia Nominal	204,0 pF/m	
Rigidez dieléctrica mínima en CA (conductor-pantalla)	65,0 kV	
Resistencia del conductor en CA a 90° C - formación triangular	0,128 Ohm/km	
Reactancia inductiva a 60 Hz - formación plana	0,2083 Ohm/km	
Reactancia inductiva a 60 Hz - formación triangular	0,1386 Ohm/km	
Capacidad de corriente enterrado a 20°C - formación plana	408 A	
Capacidad de corriente enterrado a 20°C - formación triangular	396 A	

Fuente: Nexans – Indeco

La corriente del conductor seleccionado soporta hasta 408 A, con un factor de seguridad de dos (02) obtenemos:

$$I_r = \frac{408}{2} = 204.0 [A]$$

El cable seleccionado cumple con los requerimientos de selección del conductor.

#### 4.1.1.2 *Calculo de Caída de tensión*

La resistencia y reactancia de los conductores se obtiene de la tabla del fabricante para cada conductor el cual se sacan los siguientes datos, dicha instalación tiene una longitud de 650 metros aproximadamente (Fórmulas de Libro Líneas de Transporte de Energía Luis María Checa):

- Resistencia = 0.181  $\Omega$ /km
- Inductancia = 0.42  $\Omega$ /km
- $\cos \phi = 0.9$

$$\Delta V = \sqrt{3} * I_n * (R \cos \alpha + X \sin \alpha) * L$$

$$\Delta V = \sqrt{3} * 89.097A * (0.181 \frac{\Omega}{Km} * 0.9 + 0.42 \frac{\Omega}{Km} * 0.66896) * 0.7Km$$

$$\Delta V = \sqrt{3} * 89.097A * (0.1629 \frac{\Omega}{Km} + 0.281 \frac{\Omega}{Km}) * 0.7Km$$

$$\Delta V = 47.942V$$

$$\Delta V = \frac{47.952}{36000} * 100\%$$

$$\Delta V\% = 0.0013\%$$

Simbología:

$V \%$  = Caída porcentual de tensión.

$L$  = Longitud del tramo de línea, en km

$V_L$  = Tensión entre fases, en kV

$R$  = Resistencia del conductor, en Ohmios/km

$X$  = Reactancia inductiva para sistemas trifásicos en Ohmios/km

**Nota:** Según el código Nacional de Electricidad la caída máxima de voltaje no debe superar el 5% del valor nominal y los datos encontrados no sobrepasan dicho.

#### 4.1.2. Línea L-3060 / L-3061 Subtransmisión en 33 kV

##### 4.1.2.1 *Descripción del trabajo*

El Punto de Diseño (Entrega) hacia los postes 14/400 que inicialmente fueron instalados de forma provisional **P-02** y **P-03**. Dichos postes **P-02** y **P-03** están ubicados al margen izquierdo (viendo hacia norte); además de que el nuevo punto de entrega hacia la Acometida de la Empresa Backus sería el **P-03** siendo este desde donde se iniciara el tendido del conductor subterráneo.

Lo cual va a quedar actualmente los nuevos puntos de Diseño fijados serian:

- Para la línea L-3060 y la línea a **S.E. BACKUS** desde el PUNTO DE DISEÑO poste **P-03**.
- La línea L-3061 desde el PUNTO DE DISEÑO poste **P-02**.

#### 4.1.2.2 *Características Climatológicas Y Ambientales*

Las líneas de nivel de Tensión de 33 kV. se encuentran ubicadas en los límites de distritos de Jacobo Hunter y Sachaca en la provincia y región de Arequipa.

Las características climatológicas de la zona del proyecto, se refieren básicamente a los principales parámetros, tales como: temperaturas, humedad relativa, presión de viento, altitud, etc. que caracterizan la zona del proyecto.

Los principales parámetros climatológicos de la zona del estudio son:

- Altitud de la línea : 2 300 m.s.n.m.
- Temperatura ambiente mínima : 8°C
- Temperatura ambiente media anual : 15°C
- Temperatura ambiente máxima : 22°C
- Humedad relativa mínima : 27%
- Humedad relativa media anual : 46%
- Humedad relativa máxima : 70 %
- Sismicidad : Alta.

#### 4.1.2.3 *características ambientales*

Las características ambientales de la zona del proyecto, se refieren básicamente a los principales parámetros, tales como: temperaturas, humedad relativa, presión de viento, altitud, etc. que caracterizan la zona del proyecto.

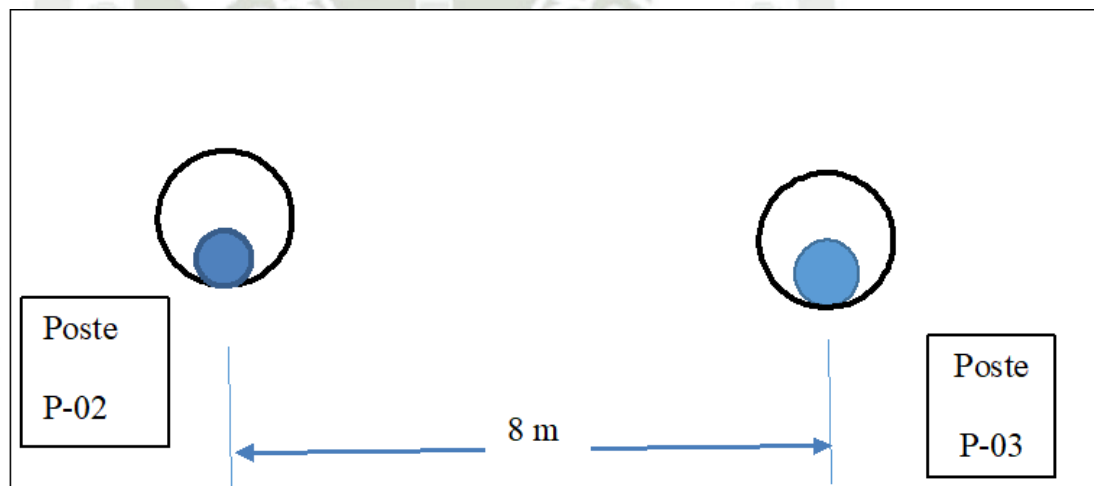
#### 4.1.2.4 *características técnicas de los componentes instalados*

La información con que se cuenta para proceder a realizar el respectivo cálculo se tiene:

- Nivel de tensión : (33 kV).

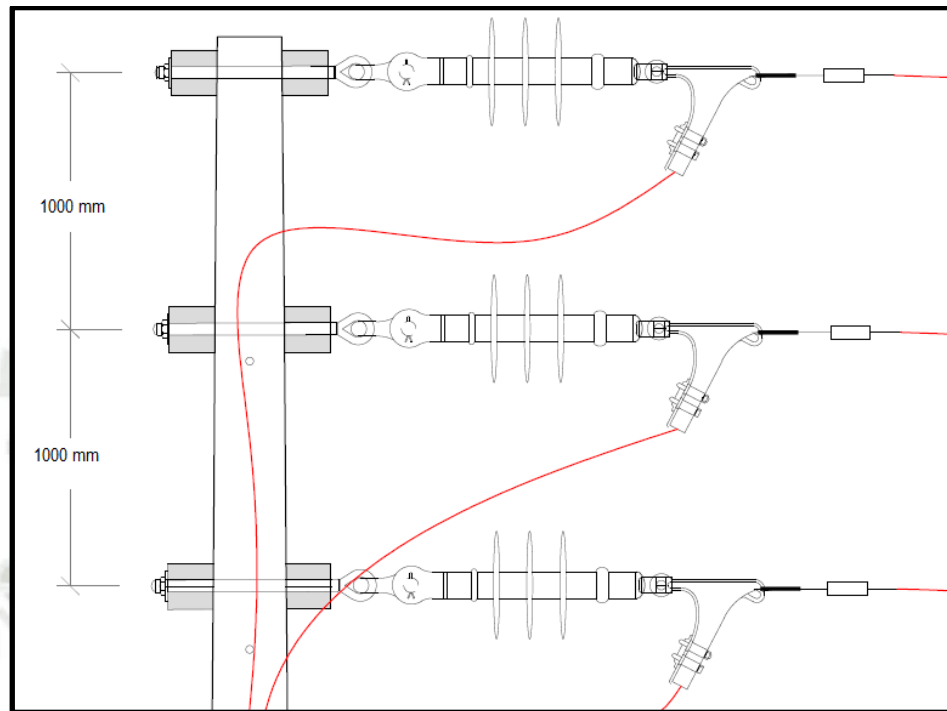
- Postes de Concreto Armado (**P02 y P03**) : 14/400.
- Distancia entre Estructuras (P02 y P03) : 8 m.
- Altura de trabajo : (1000 a 4800 msnm)
- Zona de Montaje : Sachaca-Arequipa.
- Soporte : (Postes de CAC- 14/400).
- Conductores (AAAC y N2XSY) : 185 mm<sup>2</sup>.
- Vano de Paso desde la Torre 31 hasta los postes 14/400 : 71 m

Figura 6 - Figura: Distancia Actual entre las Estructuras de Punto de Diseño actual (Postes 14/400)



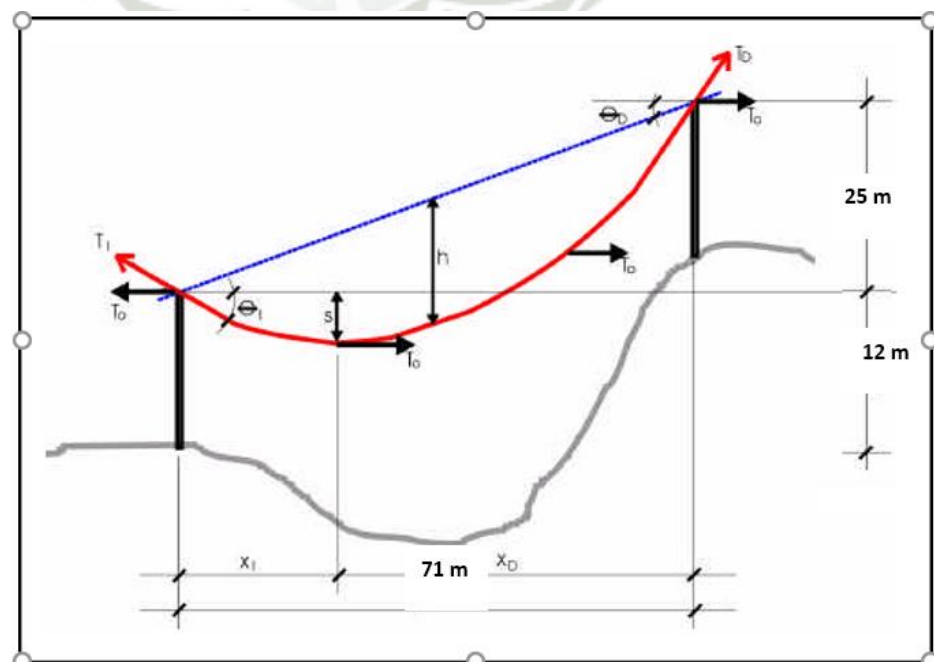
Fuente: Propia

Figura 7 - Llegada de Línea L-3060 y L-3061



Fuente: Propia

Figura 8 - Disposición de Alturas desde el Punto de Entrega del Cable Desnudo Torre N°31 y el Poste P-01 y P-02



Fuente Propia

Figura 9 - DATOS TÉCNICOS DEL CABLE AAAC 185 MM<sup>2</sup> – MARCA INDECO.

**CARACTERÍSTICAS**

Características de construcción	
Material del conductor	Aleación Al 6201
Características dimensionales	
Sección del conductor	185 mm <sup>2</sup>
Número de alambres de Aluminio	37
Diámetro Alambre de Aluminio	- mm
Diámetro del conductor	17,5 mm
Peso aproximado	506 kg/km
Características eléctricas	
Amperaje en aire 40°C	455 A
Resistencia máxima del conductor en CC a 20° C	0,181 Ohm/km

Fuente: Indeco – Nexans Perú

Tabla 7 - Características Mecánicas del Conducto AAAC 185 mm<sup>2</sup>

Sección (mm <sup>2</sup> )	Nº Hilos	Diámetro (mm)	Diámetro de alambre (mm)	Peso de Cable (kg / m)	Módulo de Elasticidad (Kg /mm <sup>2</sup> )	Coefficiente Expansión Térmica (1/°C)	Carga Rotura (kg)
185	37	17.5	4	0,506	6342.81	2,4x10-5	5647.3

Fuente: Indeco – Nexans Perú.

4.1.2.5 **Cálculos eléctricos.**

Tomando de referencia la Norma DGE 018-2003 “Bases para el Diseño de Líneas y Redes Primarias para Electrificación Rural”, se tiene:

**Distancias Mínimas De Seguridad**

- **Distancia mínima entre conductores de un mismo circuito en disposición horizontal y vertical en los apoyos (según CNE):**

- Horizontal = 0,70 m
- Vertical = 1,00 m

Estas distancias son válidas tanto para la separación entre 2 conductores de fase como entre un conductor de fase y el neutro.

- **Distancia Mínima Entre Los Conductores Y Sus Accesorios Bajo Tensión Y Elementos Puestos A Tierra (según CNE)**

$$- D = 0,25 \text{ m}$$

Esta distancia no es aplicable a conductor neutro.

- **Distancia horizontal mínima entre conductores de un mismo circuito a mitad de vano (según CNE)**

$$D = 0,0076 (U) (FC) + 0,65 \sqrt{f}$$

Donde:

- U = Tensión nominal entre fases, kV
- FC = Factor de corrección por altitud
- f = Flecha del conductor a la temperatura máxima prevista, m

**Notas:**

1. Cuando se trate de conductores de flechas diferentes, sea por tener distintas secciones o haberse partido de esfuerzos EDS diferentes, se tomará la mayor de las flechas para la determinación de la distancia horizontal mínima.
2. Además de las distancias en estado de reposo, se deberá verificar, también, que bajo una diferencia del 40% entre las presiones dinámicas de viento sobre los conductores más cercanos, la distancia D no sea menor que 0,20 m.

- **Distancia vertical mínima entre conductores de un mismo circuito a mitad de vano (según CNE):**

- ✓ - Para vanos hasta 100 m : 0,70 m
- ✓ - Para vanos entre 101 y 350 m : 1,00 m.
- ✓ - Para vanos entre 350 y 600 m : 1,20 m
- ✓ - Para vanos mayores a 600 m : 2,00 m.

- **Distancia horizontal mínima entre conductores de diferentes circuitos (según CNE)**

Para la verificación de la distancia de seguridad entre dos conductores de distinto circuito debido a una diferencia de 40% de las presiones dinámicas de viento, deberá aplicarse las siguientes fórmulas:

$$D = 0,00746 (U) (FC), \text{ pero no menor que } 0,20 \text{ m}$$

$$D = 0.0076 * 33 * 1.16 = 0.29 \text{ m}$$

Donde:

- ✓ U= Tensión nominal entre fases del circuito de mayor tensión, en kV
- ✓ FC = Factor de corrección por altitud

- **Distancia vertical mínima entre conductores de diferentes circuitos (según CNE)**

Esta distancia se determinará mediante la siguiente fórmula:

$$D = 1,20 + 0,0102 (FC) (kV1 + kV2 - 50)$$

$$D = 1.20 + 0.0102 * 1.16 * (33 - 10) = 1.47 \text{ m}$$

Donde:

- ✓ kV1 : Máxima tensión entre fases del circuito de mayor tensión, en kV
- ✓ kV2 : Máxima tensión entre fases del circuito de menor tensión, en kV.
- ✓ FC : Factor de corrección por altitud.

#### 4.1.2.6 *Cálculos de campo magnético.*

Para los efectos del diseño eléctrico de líneas y redes primarias se tendrán en cuenta las siguientes características.

- Tensión nominal de la red : 33 kV
- Tensión máxima de Sistema : 36 kV
- Frecuencia nominal : 60 Hz
- Factor de potencia : 0,90 (atraso)
- Nivel básico de aislamiento al impulso tipo rayo : 250 kV ef.(externo)
- Potencia de cortocircuito mínima : 250 MVA.

El clima de la zona de proyecto se ha identificado como clima típico de sierra con bajo nivel de contaminación:

- Altitud (máxima del proyecto) : 2650 msnm
- Temperatura ambiente mínima : 8°C
- Temperatura ambiente media anual : 15°
- Temperatura ambiente máxima : 22°C
- Humedad relativa media anual : 46%
- Velocidad del viento : 60 km/h
- Línea de fuga : 25 mm/kV

De acuerdo al Código Nacional de Electricidad Parte 2 se considera lo siguiente:

Figura 10 - Reglas de Seguridad para la Instalación y Mantenimiento de Líneas aéreas de Suministro eléctrico y Comunicaciones

En zonas de trabajo (exposición ocupacional), así como en lugares públicos (exposición poblacional), no se deben superar los Valores Máximos de Exposición a Campos Eléctricos y Magnéticos a 60 Hz dados en la siguiente tabla:

Tipo de Exposición	Intensidad de Campo Eléctrico (kV/m)	Densidad de Flujo Magnético (μT)
- Poblacional	4,2	83,3
- Ocupacional	8,3	416,7

En el caso de Exposición Ocupacional, la medición bajo las líneas eléctricas se debe realizar a un metro de altura sobre el nivel del piso, en sentido transversal al eje de la línea hasta el límite de la faja de servidumbre.

En el caso de Exposición Poblacional, para la medición se debe tomar en cuenta las distancias de seguridad o los puntos críticos, tales como lugares habitados o edificaciones cercanas a la línea eléctrica.

Fuente: Código Nacional de Electricidad (suministro 2011) - CNE

#### 4.1.2.7 *Cálculo de la Inductancia*

$$Q_k = \left( 0.5 + 4.6 * \lg \frac{DMG}{RMG} \right) * 10^{-4} \frac{H}{Km}$$

$$DMG = dv * \sqrt[3]{2}$$

$$DMG = 1.2 * \sqrt[3]{2} = 1.512 \text{ m}$$

$$RMG = r = 8.75 \text{ mm}$$

$$Q_k = \left( 0.5 + 4.6 * \lg \frac{1512}{875} \right) * 10^{-4} \frac{H}{Km}$$

$$Q_k = 1.07 \frac{mH}{Km}$$

Donde:

dv = Distancia de separación entre fases (m).

r = radio del conductor en (mm)

#### 4.1.2.8 *Campo Magnético*

$$F_{vinc} = \text{Ampers} * Q_k \frac{H}{Km}$$

$$F_{vinc} = 455 \text{ A} * 1.07 \frac{H}{Km}$$

$$F_{vinc} = 491 \frac{mWb}{Km}$$

$$F_{vinc} = 0.491 \frac{wB}{Km} = 0.49 \frac{T * m^2}{Km} = 0.49 \text{ mT} * m$$

Figura 11 - Cambio de Webber a Tesla

**0.491 Wb**

es igual a

**0,49 T×m<sup>2</sup>**

Nanoweber (nWb)	491 000 000
Microweber (μWb)	491 000
Miliweber (mWb)	491
<b>Weber (Wb)</b>	<b>0,49</b>

Voltio-segundo (Vs)	0,49
Tesla metro cuadrado (T×m <sup>2</sup> )	0,49
Maxwell (Mw)	49 100 000
Gauss centímetro cuadrado (G×cm <sup>2</sup> )	49 100 000

Cuanto de flujo magnético 2,37×10<sup>14</sup>

Fuente: Conversor de unidades <https://www.translatorscafe.com/unit-converter/es-ES/magnetic-flux-density/1-2/tesla-weber/meter%C2%B2/>

Longitud del Vano Actual (a) = 75 m

$$F_{vinc} = \frac{0.49 \text{ mT} * m}{75 \text{ m}} = 6.53 \mu T$$

en conclusión, el máximo valor de la densidad de flujo magnético generado por los cables de potencia es de  $6.53 \mu\text{T}$ , por lo cual no sobrepasan los límites indicados en el CNE suministro 2011 (sección 212).

#### 4.1.2.9 *Cálculos de nivel de aislamiento.*

El valor de las sobretensiones es de vital importancia para el diseño de la línea de servicio debido a que este cálculo servirá para escoger el nivel de aislamiento y las protecciones de los equipos. El diseño del aislamiento de la Línea Aérea de 10 kV, se efectúa considerando los siguientes criterios:

- Diseño mecánico
- Cálculo de la cadena de aisladores poliméricos para las estructuras de anclaje y suspensión.
- Diseño Eléctrico
- Sobretensión a frecuencia industrial
- Sobretensión de impulso atmosférico
- Distancia de fuga

El aislamiento de la línea de transmisión determinado por los criterios definidos en los puntos anteriores estará conformado por cadenas de aisladores con las características mínimas descritas:

*Tabla 8 - Nivel de tensión en el diseño eléctrico*

Nivel de tensión Unidad Valor	
Tensión nominal entre fases kV	33 kV

Tensión máxima entre fases	36 kV
Tensión de sostenimiento a la onda 1,2/50 entre fases y fase a tierra kVp	170

Fuente: Propia

El aislamiento de la línea de servicio en subtransmisión determinado por los criterios definidos en los puntos anteriores estará conformado por una cadena compuesta por aisladores de suspensión.

Tabla 9 - Datos Eléctricos para dimensionamiento de aisladores

TIPO	Tensión (kV)	Sobretensión a frecuencia industrial (kV rms)	sobretensión atmosférica pico (kV pico)	Distancia de fuga (mm)
Suspensión	33	70	167	407

Fuente Propia

Figura 12 - Características de Aisladores de suspensión

CARACTERÍSTICAS ELECTRICAS Y MECANICAS		CINA4 - 7OCT	SLYA7 - 7OCT	SLYA8 - 7OCT	SURA10 - 7OCT
Aislador Polimerico Suspensión	KV	15	25	36	36/45
Frecuencia de Energia con Voltage de Resistencia				140	155
Seco	KV	85	125		
Humedo	KV	75	110	120	135
Tención Soportable Bajo Impulso Atmosférico					
Positivo	KV	140	210	230	285
Negativo	KV	150	240	295	350
Distancia de Fuga	mm	480	750	860	1210
Distancia de Arco Seco	mm	200	320	390	420
Carga Mecanica Especificada SML ( IEC 61109 )	KN	70	70	70	70
Prueba de Rutina Carga RTL ( IEC 61109 )	KN	35	35	35	35
Bil	KV	110	170	200	250
Numero de Campanas	N°	7	7	8	10

Fuente Internet de Aislador Polimérico

#### 4.1.2.10 *Cálculos de selección de conductor*

Para los efectos del diseño eléctrico de líneas y redes primarias se tendrán en cuenta las siguientes características.

- Tensión nominal de la red : 33 kV
- Tensión máxima de Sistema : 36 kV
- Frecuencia nominal : 60 Hz
- Factor de potencia : 0,90 (atraso)
- Nivel básico de aislamiento al impulso tipo rayo : 250 kV ef.(externo)
- Potencia de cortocircuito mínima : 250 MVA.

#### 4.1.2.11 *Resistencia de conductores*

La resistencia de los conductores a la temperatura de operación se calculará mediante la siguiente ecuación:

$$R_1 = R_{20} [1 + 0,0036 (T - 20^\circ)]$$

Dónde:

$R_{20}$  = Resistencia del conductor en c.c. a 20°C, en ohm/km.

$\alpha = 0.0036$  (coeficiente del Aluminio)

$T$  = Temperatura máxima del conductor, en °C (75 °C)

#### 4.1.2.12 *Cálculo de la Caída de Tensión*

Para el cálculo de la caída de tensión utilizaremos las ecuaciones según norma DGE, las cuales presentamos a continuación:

**Ecuaciones sistema Trifásico:**

$$\Delta V\% = \frac{P * L * (R + X_K * tg\phi)}{10 * V_L^2}$$

$$\Delta V\% = K_1 * P * L$$

$$K_1 = \frac{R + X_K * tg\phi}{10 * V_L^2}$$

$$\Delta V\% = 3.76$$

**Simbología:**

$\Delta V \%$  = Caída porcentual de tensión.

P = Potencia, en kW

L = Longitud del tramo de línea, en km

$V_L$  = Tensión entre fases, en kV

$V_f$  = Tensión de fase - neutro, en kV

$r_1$  = Resistencia del conductor, en  $\Omega$ / km

$X_1$  = Reactancia inductiva para sistemas trifásicos en  $\Omega$ / km

$\phi$  = Angulo de factor de potencia

K = Factor de caída de tensión

**4.1.2.13 Cálculo por Capacidad de Corriente**

La capacidad de corriente del conductor AAAC 120 mm<sup>2</sup> es de 330 Amperes, La capacidad de corriente del conductor subterráneo N2XSY 26/45 kV de 185 mm<sup>2</sup> es de 627 Amperes, lo cual se tiene una mejora de capacidad de corriente.

#### 4.1.2.14 *Cálculo de puesta a tierra*

La Norma RD 018-2003-EM/DGE: “Bases para el Diseño de Líneas y Redes Primarias” con relación a las puestas a tierra indica lo siguiente, “Los criterios para el dimensionamiento de las puestas a tierra en líneas de media tensión”.

Resistencia electrodo vertical:

$$R = \frac{\rho}{2\pi L} \left[ \ln \left( \frac{4L}{a} \right) - 1 \right]$$

Donde:

R: Resistencia de puesta a tierra de un solo electrodo ( $\Omega$ )

$\rho$ : Resistividad en ( $\Omega$ -m)

L: Longitud del electrodo (m)

a: radio del electrodo (m)

Con estas ecuaciones procederemos a estimar la longitud óptima del contrapeso, con el cual se obtenga la resistencia especificada 15 ohmios para estructuras que cuentan con pararrayos y 25 ohmios para las demás.

## 4.2. Cálculo en Media Tensión

### 4.2.1. Alimentador Tahuaycani

#### 4.2.1.1 *Cálculo de Corriente en AMT Tahuaycani*

Tensión de Servicio: 10 400 voltios.

Factor de Potencia: 0.90

Distribución: Sistema Trifásico.

Caída de Tensión Admisible (5%): 500 voltios.

Frecuencia de Servicio: 60 Hz.

$$I = \frac{KVA}{\sqrt{3} * KV * \cos\phi} [A]$$

Donde:

I = corriente en amperios

KVA = Potencia Nominal Aparente = 4862.5 KVA (dato según SEAL)

V = Tensión Nominal de Línea = 10.4 kV

Cos  $\phi$  = factor de potencia = 0.9

$$I = \frac{4862.5KVA}{\sqrt{3} * 10.4KV * 0.9} [A]$$

$$I = 299.93 [A]$$

Seleccionamos el conductor de la siguiente tabla proporcionada por Nexans – Indeco para el conductor N2XSY.

Figura 13 - Tabla de Datos Eléctricos de conductor N2XSY

**N2XSEY 8,7/15 kV**

Contacto  
Venta Local  
ventas.peru@nexans.com

**DATOS ELÉCTRICOS**

Nro.Fases	Sección [mm <sup>2</sup> ]	Max. DC Resist. Cond. 20°C [Ohm/km]	Resist. Conduct. CA 90° C - form. triang. [Ohm/km]	React. Induct. 60 Hz - formac. triang. [Ohm/km]	Capac. Corriente enter. 20°C - formac. triang. [A]	Capac. Corriente aire 30°C - formac. triang. [A]	Capacitancia Nominal [pF/m]
3	25	0.727	0.9272	0.1504	129	142	177.0
3	35	0.524	0.6684	0.143	153	170	197.0
3	50	0.387	0.4939	0.1352	181	204	218.0
3	70	0.268	0.3424	0.1278	221	253	246.0
3	95	0.193	0.2471	0.125	262	304	282.0
3	120	0.153	0.1965	0.1173	298	351	303.0
3	150	0.124	0.1599	0.1139	334	398	327.0
3	185	0.0991	0.1287	0.1106	377	455	356.0
3	240	0.0754	0.0994	0.1063	434	531	397.0
3	300	0.0601	0.0809	0.1035	489	606	435.0

Fuente: <https://www.nexans.pe/rest/catalog/v1/family/pdf/23366/N2XSEY-8-7-15-kV>

El conductor seleccionado es el conductor de N2XSY de 120 mm<sup>2</sup>, el cual soporta una corriente de 351 Amperes.

4.2.1.2 **Cálculo de Caída de Tensión**

$$\Delta V\% = \frac{P * L * (R + X_K * tg\phi)}{10 * V_L^2}$$

$$\Delta V\% = \frac{4376.25 * 2.5 * (0.1173 + 0.1965 * tg(25.84))}{10 * 10.4^2}$$

$$\Delta V\% = 2.71.25\%$$

Donde

- Potencia (S): 4862.5 KVA
- Potencia activa (P): 4376.25 KW
- Voltaje de línea (VL): 10.4 KV
- Longitud de línea (L): 2.5 km
- Factor de potencia (cos Ø): 0.90

#### 4.2.2. Alimentador Huayco

##### 4.2.2.1 *Cálculo de Corriente en AMT Huayco*

Tensión de Servicio: 10 400 voltios.

Factor de Potencia: 0.90

Distribución: Sistema Trifásico.

Caída de Tensión Admisible (5%): 500 voltios.

Frecuencia de Servicio: 60 Hz.

$$I = \frac{KVA}{\sqrt{3} * KV * \cos\phi} [A]$$

Donde:

I = corriente en amperios

KVA = Potencia Nominal Aparente = 4862.5 KVA (dato según SEAL)

V = Tensión Nominal de Línea = 36 kV

Cos  $\phi$  = factor de potencia = 0.9

$$I = \frac{3397.5KVA}{\sqrt{3} * 10.4KV * 0.9} [A]$$

$$I = 209.57 [A]$$

Seleccionamos el conductor de la siguiente tabla proporcionada por Nexans – Indeco para el conductor N2XSY.

Figura 14 - Tabla de Datos Eléctricos de conductor N2XSY

**N2XSEY 8,7/15 kV**

Contacto  
Venta Local  
ventas.peru@nexans.com

**DATOS ELÉCTRICOS**

Nro.Fases	Sección [mm <sup>2</sup> ]	Max. DC Resist. Cond. 20°C [Ohm/km]	Resist. Conduct. CA 90° C - form. triang. [Ohm/km]	React. Induct. 60 Hz - formac. triang. [Ohm/km]	Capac. Corriente enter. 20°C - formac. triang. [A]	Capac. Corriente aire 30°C - formac. triang. [A]	Capacitancia Nominal [pF/m]
3	25	0.727	0.9272	0.1504	129	142	177.0
3	35	0.524	0.6684	0.143	153	170	197.0
3	50	0.387	0.4939	0.1352	181	204	218.0
3	70	0.268	0.3424	0.1278	221	253	246.0
3	95	0.193	0.2471	0.125	262	304	282.0
3	120	0.153	0.1965	0.1173	298	351	303.0
3	150	0.124	0.1599	0.1139	334	398	327.0
3	185	0.0991	0.1287	0.1106	377	455	356.0
3	240	0.0754	0.0994	0.1063	434	531	397.0
3	300	0.0601	0.0809	0.1035	489	606	435.0

Fuente: <https://www.nexans.pe/rest/catalog/v1/family/pdf/23366/N2XSEY-8-7-15-kV>

El conductor seleccionado es el conductor de N2XSY de 120 mm<sup>2</sup>, el cual soporta una corriente de 351 Amperes.

4.2.2.2 **Cálculo de Caída de Tensión**

$$\Delta V\% = \frac{P * L * (R + X_K * tg\phi)}{10 * V_L^2}$$

$$\Delta V\% = \frac{3057.75 * 2.5 * (0.1173 + 0.1965 * tg(25.84))}{10 * 10.4^2}$$

$$\Delta V\% = 1.5016\%$$

Donde

- Potencia (S): 3397.5 KVA
- Potencia activa (P): 3057.75 KW
- Voltaje de línea (VL): 10.4 KV
- Longitud de línea (L): 2.5 km
- Factor de potencia (cos Ø): 0.90

### 4.2.3. Cálculo de Ventilación en Subestaciones

En la siguiente tabla es para la evaluación de cantidad de Aire necesario para  
Evaluar el Calor Equivalente por KW-h.

Tabla 10 - Cantidad de Aire para disipar el Calor equivalente a Kilovatio - hora

Elevacion de la temperatura del aire en °C		1°	5°	10°	15°	20°	25°
Peso del aire en kg necesario a la evacuación del calor engendrado por 1 kWh y para diversas elevaciones de temperatura .....		3612	722	361	241	181	144
Peso del aire en kg necesario a la evacuación del calor engendrado por 1kW-minuto y para diversas elevaciones de temperatura .....		60	12	6	4	3	2,4
Volumen del aire (Q en m³) necesario a la evacuación del calor producido por 1 kw-minuto a diferentes temperaturas del aire y a la presión de 730 mm de mercurio	t						
	γ						
10°	1,2	50	10	5	3,3	2,5	2
20°	1,16	52	10,4	5,2	3,4	2,6	2,06
30°	1,12	54	10,8	5,4	3,6	2,7	2,14
35°	1,10	55	11	5,5	3,6	2,75	2,18
40°	1,08	56	11,2	5,6	3,7	2,8	2,22
42,5°	1,07	56	11,2	5,6	3,7	2,8	2,24
50°	1,05	57	11,4	5,7	3,8	2,85	2,28
60°	1,02	59	11,8	5,9	3,9	2,95	2,35
70°	0,99	61	12,2	6,1	4	3,05	2,42
80°	0,96	63	12,6	6,3	4,2	3,15	2,50

t = temperatura del aire en °C;  
γ = peso de 1 m³ de aire en kg a la presión de 730 mm de mercurio y a la temperatura de t °C.

Fuente: Redes de distribución eléctrica Samuel Ramírez Castaño

#### a. Cantidad de aire necesario para la subestación eléctrica de 100 KVA

Potencia del Transformador = 100 KVA

Plena Carga = 98%

Perdida de Potencia en Transformador

$$\Delta P = \frac{1.4 * 100 \text{ KVA}}{0.98 * 100} = 1.43 \text{ KW}$$

Temperatura Ambiente = 30°C

Incremento de temperatura en subestación = 10°C

De la Tabla 11, para realizar la conducción del calor producido por Kilovatio-minuto ante un incremento de temperatura de 20°C es de 3 Kg/min.

Para una temperatura exterior de 30°C, según la Tabla 11 es de 2.7 m<sup>3</sup>/min.

El caudal necesario para el flujo de ventilación esta dado mediante la siguiente formula:

$$Q = \frac{W}{\delta * C * (\Delta t)}$$

$$Q = \frac{1.43}{1.16 * 1.005 * 10} = 0.123 \frac{m^3}{seg} = 441.59 \frac{m^3}{h}$$

Donde:

Q Caudal de aire mínimo necesario, en m<sup>3</sup>/s

W Potencia calorífica a disipar, en kW

C Calor específico del aire (a 30°C): 1,005 kJ/°C•kg

Densidad de aire (30°C i 68% HR): 1,16 kg/m<sup>3</sup>

ts=40 °C. Temperatura máxima ambiental normal para la que está calculado el

funcionamiento de los transformadores, definida por la Norma UNE 20101.

te=30°C. Temperatura máxima ambiental prevista del aire exterior

Para cálculo de las rejillas de entrada del aire será:

$$A_t = \frac{Q}{v}$$

$$A_{sal} = \frac{A_t}{1 - k}$$

Siendo:

At: Área teórica de salida de aire, en m<sup>2</sup>.

Asal: Área real de salida de aire, en m<sup>2</sup>.

K: Factor de lamas, normales de mercado k=0,3

V: Velocidad de salida del aire caliente, en m/s; usamos 1.5 m/s  
(ventilación forzada).

$$A_{sal} = \frac{\frac{0.123 \frac{m^3}{seg}}{1.5 \frac{m}{seg}}}{1 - 0.3} = 0.1171 m^2 = 1171.43 cm^2$$

#### 4.2.4. Cálculo de nivel de aislamiento

Para la correcta instalación de nivel de aislamiento en las redes eléctricas se debe tener en cuenta lo siguiente

- Frecuencia industrial
- Nivel de contaminación ambiental
- Sobretensiones atmosféricas

*Tabla 11 - Niveles de aislamiento normalizados para diferentes niveles de tensión*

Tensión nominal del sistema KV	tensión eficaz del sistema	Clase de aislamiento	Tensión disruptiva (basic insulation level)	tensión disruptiva a 60 Hz
10	10.4	12	75	2
11	11.8	12	75	28
13.2/7.6	14.5/8.4	10	95	34
13.2	14.5	15	95	34
20	22	24	125	50
22.9/13.2	25/14.5	18	125	50
23	25	25	150	50
24.5/20	36/21	27	150	50
33/33.5	36	36	170	70

Fuente propia

Condiciones atmosféricas requeridas:

- Altura de trabajo: 2300 msnm
- Temperatura de trabajo: 50°C

**Factor de corrección por altura**

$$F_h = 1 + 1.25(h - 100) * 10^{-4}$$

$$F_h = 1.25$$

**Factor de corrección por temperatura de servicio**

$$F_t = \frac{273 + t}{313}$$

$$F_t = 1.032$$

4.2.4.1 **Tensión de diseño de los aisladores eléctricos**

$$U = V * F_h = 10.4 \text{ kV} * 1.25$$

$$U = 13 \text{ kV}$$

4.2.4.2 **Tensión Crítica Disruptiva bajo la lluvia**

$$U_c = 2.1 * F_t * (U + 5)$$

$$U_c = 39 \text{ kV}$$

4.2.4.3 **Nivel básico de asilamiento**

$$BIL = F_h * F_t * BIL = 1.032 * 1.25 * 75$$

$$BIL = 96.75 \text{ kV}$$

#### 4.2.4.4 *Tensión de Perforación*

$$U_p = \frac{BIL}{0.91} = \frac{96.75}{0.91} = 106.32 \text{ kV}$$

#### 4.2.4.5 *Tensión de Crítica disruptiva en seco*

$$U_{cs} = 0.75 * BIL = 0.75 * 106.32 = 79.74 \text{ kV}$$

#### 4.2.4.6 *Tensión de Arco eléctrico*

$$U_a = 1.1 * U_{cs} = 1.1 * 79.74 = 87.71 \text{ kV}$$

Lo cual podemos concluir que podemos usar el aislador de compresión polimérico el cual tiene las siguientes características:

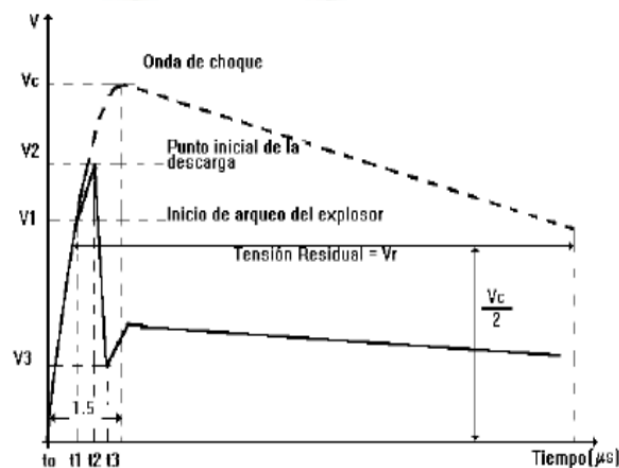
- Tensión de Operación: 10.4 kV < 15 kV (dato de Fabricante)
- BIL (KV): 96.75 < 165 (datos del fabricante)

#### 4.2.5. **Calculo de selección de Pararrayos**

Para la selección de los pararrayos presenta las siguientes características:

- Vn = Tensión Nominal de Pararrayos en kilovoltios
- Id = Corriente Nominal de descarga en kiloAmpers

*Figura 15 - Curva Característica de los pararrayos*



Fuente: Redes de distribución eléctrica Samuel Ramírez Castaña

4.2.5.1 **Cálculo para la tensión nominal de Pararrayos**

$$Vn_a = 0.8 * Vmax = 0.8 * 12 = 9.6 \text{ kV}$$

4.2.5.2 **Cálculo para la corriente nominal de Pararrayos**

$$I_d = \frac{2 * BIL}{Z} = \frac{2 * 96.75}{0.01} = 19350 \text{ kA}$$

4.2.5.3 **Cálculo para la línea de fuga nominal**

$$L_f = Ga * Fh * \frac{Umax}{\sqrt{3}} = 20 * 1.16 * \frac{12}{\sqrt{3}} = 160.73 \text{ mm}$$

Según la Norma IEC 99-4, sobre la fabricación y estandarización de los pararrayos, sobrepasan los valores calculados para dicho proyecto.

Figura 16 - Norma IEC 99-4, Fabricación de pararrayos

Nº	CARACTERÍSTICAS	UNIDAD	VALOR REQUERIDO
1.0	FABRICANTE		
2.0	NÚMERO O CÓDIGO DEL CATALOGO ADJUNTO		
3.0	MODELO O CÓDIGO DEL AISLADOR (SEGÚN CATÁLOGO ADJUNTO)		
4.0	PAIS DE FABRICACIÓN		
5.0	NORMA DE FABRICACIÓN Y PRUEBAS		IEC 99 - 4
6.0	CLASE DE DESCARGA DE LINEA		1
7.0	INSTALACIÓN		EXTERIOR
8.0	TENSIÓN NOMINAL DE LA RED (SIN NEUTRO)	kV	10
9.0	TENSIÓN MÁXIMA DE SERVICIO	kV	12
10.0	FRECUENCIA NOMINAL	Hz	60
11.0	TENSIÓN NOMINAL DEL PARARRAYOS	kV	12
12.0	TENSIÓN DE OPERACIÓN CONTINUA (COV)	kV	6,9
13.0	CORRIENTE NOMINAL DE DESCARGA EN ONDA 8/20	kA	10
14.0	TENSIÓN RESIDUAL MÁXIMA A CORRIENTE NOMINAL DE DESCARGA (10kA - 8/20)	kV	33
15.0	MATERIAL DE LAS RESISTENCIAS NO LINEALES		ÓXIDO DE ZINC
16.0	MASA DEL PARARRAYOS	kg	2,00
17.0	ALTITUD DE OPERACIÓN	msnm	4500

Fuente: Electro Sur Este S.A.

#### 4.2.6. Selección de Seccionadores de Potencia

Tabla 12 - datos de celda seleccionada

Tensión Asignada:	10.4 kV
Tensión Máxima de servicio:	12 kV
Tensión entre masa y Fases	35 kV
Tensión sobre distancia de seccionamiento	45 kV
Corriente Asignada	630 Amperes
Poder de corto Circuito	630 Amperes

Fuente Propia

#### 4.2.7. Selección de Fusible de NH

Potencia del Transformador: 100 kVA

Tensión: 10.4 kV

$$I_{n_{NH}} = \frac{\text{potencia de Transformador}}{\text{Voltaje} * \sqrt{3}} = \frac{100}{10.4 * \sqrt{3}} = 5.55 \text{ A}$$

Corriente mínima de Selección:

$$I_{min_{NH}} = I_{n_{NH}} * 1.4 = 5.55 * 1.4 = 7.77 \text{ A}$$

Por ende, se elige un fusible NH de 10 Amperes, como se muestra en la figura siguiente: Figura 17.- Fusible tipo NH - Marca Schneider Electric



Fuente: Schneider Electric

### 4.3. Cálculo en baja tensión

#### 4.3.1. Generalidades

Los Cálculos Eléctricos de las Redes de Baja Tensión comprenden el Cálculo de la caída de tensión y la determinación apropiada de los calibres de los Conductores.

#### 4.3.2. Factores considerados en el diseño

*Tabla 13.- Factores Eléctricos de tensión en Baja tensión*

<b>FACTORES</b>	<b>SERVICIO PARTICULAR</b>	<b>ALUMBRADO PUBLICO</b>
Máxima Caída de Tensión	5 % de Vn.	5 % de Vn.
Factor de Potencia	0.9	0.9
Factor de Simultaneidad	05-0.6	1.0

Fuente: tabla propia

El sistema adoptado es subterráneo con una tensión nominal de 380/220 voltios, trifásico, 3 conductores de fase, uno de alumbrado y uno neutro.

#### 4.3.3. Características de la red Eléctrica

- Tensión : 380/220 V.
- Factor de Potencia : 0.9
- Sistema del Servicio Particular : trifásico
- Sistema del Alumbrado Público : Monofásico
- Conductores : Cobre NYY

#### 4.3.4. Cálculo de Caída de Tensión

La fórmula para calcular redes aéreas es la siguiente:

$$\Delta V = K \times I \times L \times 10^{-3}$$

Donde:

I = Corriente que recorre el circuito, en A

L = Longitud del tramo, en m

K = Factor de caída de tensión

Para circuitos trifásicos  $K = \sqrt{3} (r_1 \cos \alpha + X_1 \text{ Sen } \alpha)$

Para circuitos monofásicos  $K = 2 (r_2 \cos \alpha + X_2 \text{ Sen } \alpha)$

Tabla 14.- Capacidad admisible para conductor NYY

SECCION (mm <sup>2</sup> )	6 mm <sup>2</sup>	10 mm <sup>2</sup>	16 mm <sup>2</sup>	25 mm <sup>2</sup>	35 mm <sup>2</sup>	50 mm <sup>2</sup>	70 mm <sup>2</sup>
CAPACIDAD DE CORRIENTE DE OPERACIÓN (A)	72	90	123	151	183	261	272
FACTOR DE CORRECCION PROX. DE CABLES	0.82	0.82	0.82	0.82	0.82	0.82	0.82
FACTOR DE CORRECCION DE TENDIDO CON PROFUNDIDAD 0.60 m	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
FACTOR DE RESISTENCIA TERMICA DEL SUELO	1.10	1.10	1.10	1.10	1.12	1.12	1.12
FACTOR DE TEMPERATURA DEL SUELO A 20 °C	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
CAPACIDAD DE CORRIENTE CORREGIDA (A)	64.94	81.18	110.95	136.20	168.07	239.70	249.80

Fuente: Propia

Teniendo la corriente máxima del transformador según la siguiente formula

$$I = \frac{100KVA}{\sqrt{3} * 380 * 0.9} [A]$$

$$I = 168.82 [A]$$

Por ende, instalamos el conductor NYY de 35 mm<sup>2</sup>, el cual soporta la corriente máxima del transformador, así mismo para la protección del transformador se debe colocar una llave termo magnética trifásica a 100 Amperios a fin de salvaguardar el transformador y los fusibles de protección del transformador.

#### 4.3.5. Cálculos de Iluminación

De acuerdo a las normas técnicas DGE “Alumbrado de Vías públicas en zonas de Concesión de distribución RM N° 013-2003 – EM / DM”, la zona a iluminar se determina de acuerdo a los siguientes puntos de alimentación resultantes de acuerdo a lo siguiente.

$$CMAP = KALP \times UN$$

Donde:

CMAP : Consumo mensual de alumbrado público en KWh.

KALP : Factor de AP en Kwh /usuario-mes (sector de Distribución)

Típico 4

UN : Número de usuarios

El número de puntos de iluminación se determina de acuerdo a al siguiente formula:

$$PI = CMAP / (0.360 \times PPL)$$

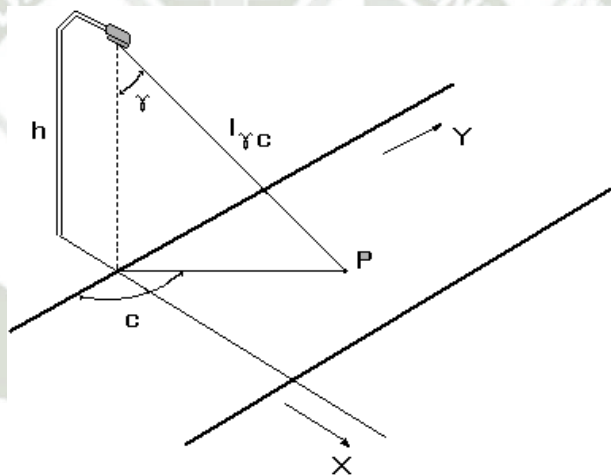
Donde:

- PI : puntos de iluminación.
- CMAF : Consumo mensual de alumbrado público en Kwh.
- PPL : Potencia nominal promedio de lámparas de AP en watt.

#### 4.3.5.1 *Cálculos de Iluminación por punto*

El valor de la iluminancia horizontal relativa en un punto P sobre la vía es igual a la suma de las iluminancias parciales producidas sobre el punto P por todas las luminarias. La iluminancia puntual se calcula con la siguiente relación:

*Figura 18.- relación de iluminación con respecto al alcance de iluminación*



Fuente: Según el código nacional de electricidad

*Tabla 15.- Tabla de datos para el cálculo de luminarias*

BASES DE CALCULO	
Factor de Simultaneidad	1
Factor de Potencia	0.9
Factor de Mantenimiento	0.8
Tensión Nominal (Vn)	380/220
Máxima Caída de Tensión	5% Vn

Fuente: Código Nacional de Electricidad

*Tabla 16.- cuadro resumen de los niveles de alumbrado público*

ILUMINANCIA
-------------

	Emed	E <sub>max</sub>	E <sub>min</sub>	U <sub>o</sub>	U <sub>m</sub>	U <sub>l</sub>	U <sub>t</sub>
Calles y/o Av	LUX	LUX	LUX				
Calles Prin.	10.00	42.77	0.28	0.00	0.00		
Calles Secun.	10.56	30.17	0.26	0.01	0.02		
	L <sub>med</sub>	L <sub>max</sub>	L <sub>min</sub>	U <sub>o</sub>	U <sub>m</sub>	U <sub>l</sub>	U <sub>t</sub>
Calles y/o Av	Cd/m	Cd/m	Cd/m				
Calles Prin.	0.89	2.91	0.09	0.02	0.06	0.02	0.21
Calles Secun.	0.94	1.98	0.86	0.03	0.06	0.03	1.00

Dónde:

E<sub>med</sub> : Iluminancia Media (lumen)

E<sub>min</sub> : Iluminancia Mínima (lumen)

E<sub>máx</sub> : Iluminancia Máxima (lumen)

U<sub>o</sub> : Uniformidad general

U<sub>m</sub> : Uniformidad Media

U<sub>l</sub> : Uniformidad Longitudinal

U<sub>t</sub> : Uniformidad Transversal

L<sub>med</sub> : Luminancia Media (cd/m)

L<sub>min</sub> : Luminancia Mínima (cd/m)

L<sub>máx</sub> : Luminancia máxima. (cd/m)

Los cálculos luminotécnicos para el alumbrado público se realizaron utilizando un programa computacional en la cual nos da los 48 puntos dentro de la zona de alumbrado de cada lámpara. Estos cálculos se ajustan de acuerdo a la Norma Técnica DGE” Alumbrado de Vías Públicas en Zonas de Concesión de Distribución”.

Tabla 17.- Niveles de Luminancia, Iluminancia e Índice de control de

Tipos de Alumbrado	luminancia media revestimiento seco	iluminación media (Lux)		Índice de control de deslumbramiento
	(Cd/m <sup>2</sup> )	Calzada clara	Calzada oscura	
I	1.5-2.0	15-20	30-40	>6
II	2.0-2.0	10-20	20-40	5-6
III	0.5-1.0	5-10	10-20	5-6
IV		2-5	5-10	4-5
V		1-3	2-6	4-5

Fuente: Código Nacional de Electricidad

Los cálculos se han realizado teniendo presente la importancia de la vía Tipo IV y considerando que el nivel de iluminación (Lux) y Luminancia (cd/m<sup>2</sup>), se encuentre dentro de los rangos permisibles.

Las consideraciones que se han tenido para la iluminación en ciertas partes de la carretera se hizo una iluminación de seguridad en zonas donde hay tránsito de peatones y viviendas por la noche.

- Postes de 8 m.
- Separación 50-120 m.
- Altura 7.0 m.
- Ancho 6.9 m

### 4.3.5.2 Cálculos de Iluminación de puente con programa Dialux

Figura 19.- iluminación de puente por programa dialux

Proyecto			
<b>Información general : Norma C.I.E. 30.2</b>			
<b>Detalles de la carretera</b>			
Disposición :	Conducción :	Sentido :	
Número de : <input type="text" value="2"/>	Ancho de carril : <input type="text" value="8.000"/> m	Ancho de : <input type="text" value="16.000"/> m	
Tabla R : <input type="text" value="R3007"/>	Qo : <input type="text" value="0.070"/>		
<b>Detalles de las luminarias</b>			
Interdistancia : <input type="text" value="8.000"/> m	Altura : <input type="text" value="6.000"/> m	Retranqueo : <input type="text" value="0.000"/> m	Retroceso : <input type="text" value="0.000"/> m
Inclinación : <input type="text" value="10.0"/> °			
Tipo : <input type="text" value="NANO 1"/>	Protector : <input type="text" value="VIDRIO LISO CURVO"/>		<b>290281</b>
Reflector : <input type="text" value="2050"/>	Configuración : <input type="text" value="-18.0/78.0/11.0° (B)"/>		
Fuente : <input type="text" value="CDO-TT"/>	Potencia : <input type="text" value="70"/> W	Flujo : <input type="text" value="6.3"/> klm	FM : <input type="text" value="0.70"/>

#### Resumen

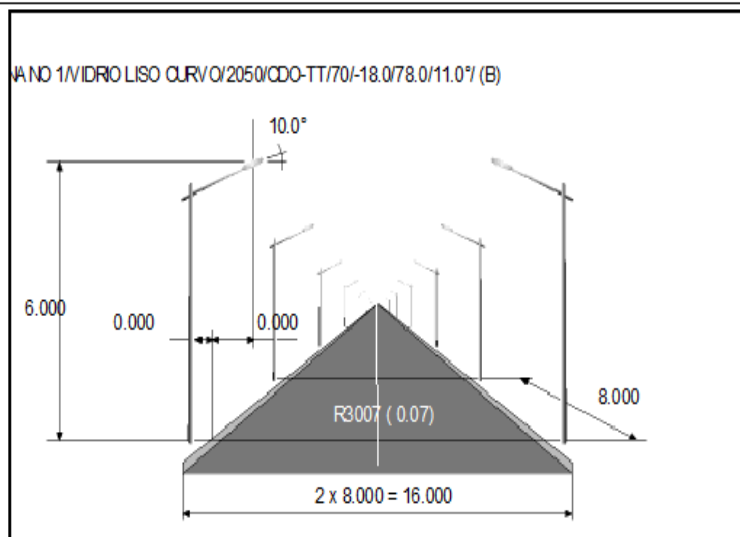
- Calzada principal

Lmed :  cd/m<sup>2</sup> Uo :  % TI :  %

- Uniformidades longitudinales

UI (1) :  % UI (2) :  %

#### Esquema

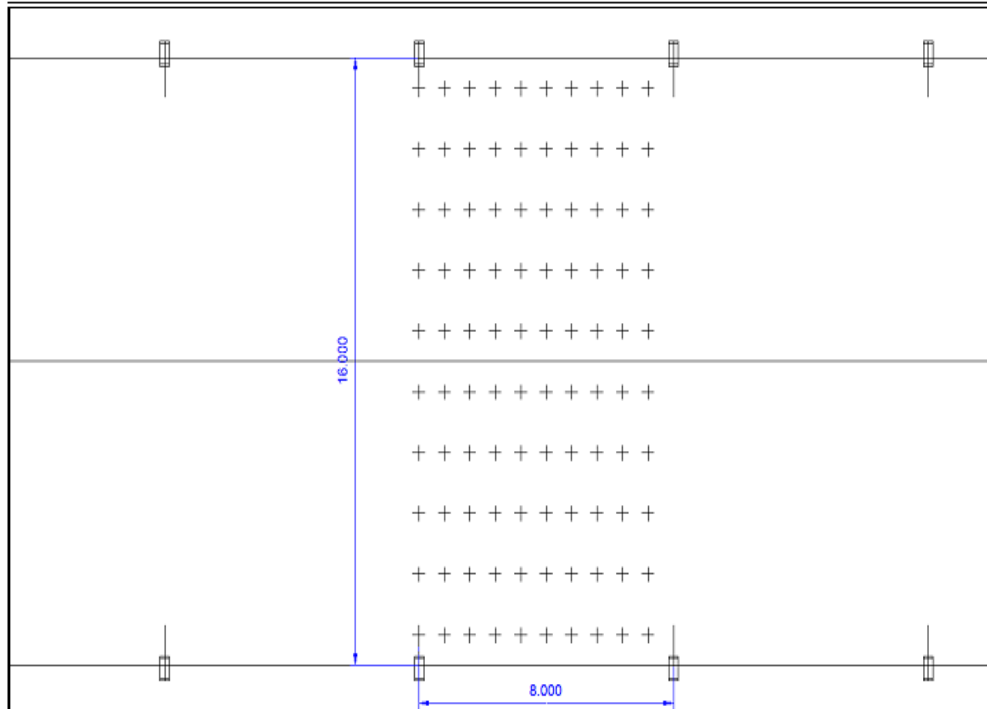


Fuente: Propia

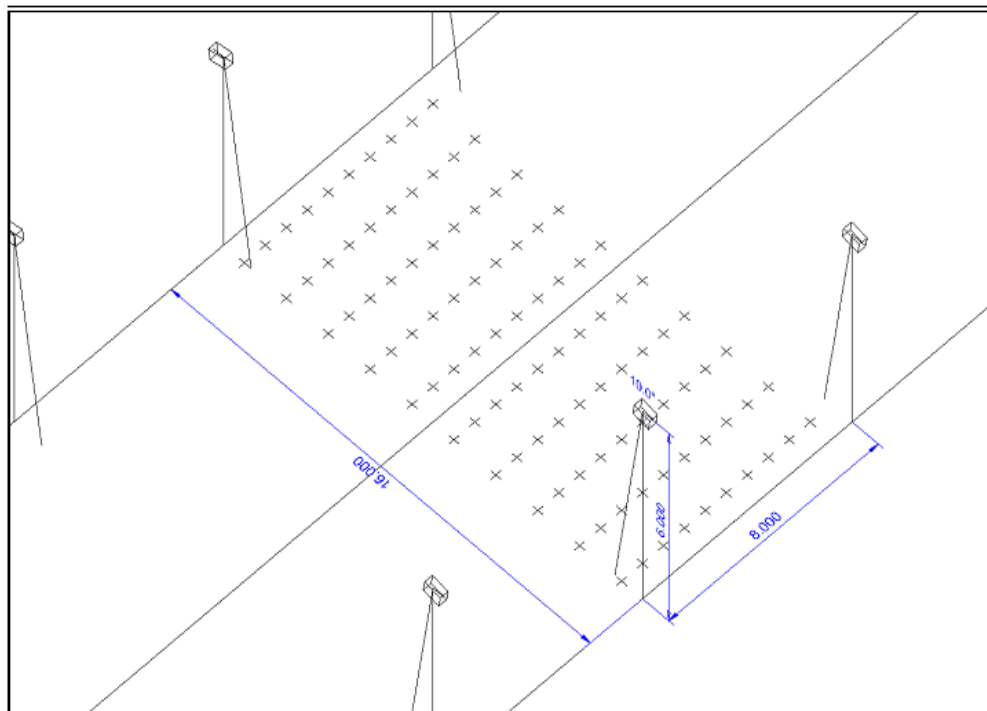
Figura 20.- vista en planta de iluminación

Proyecto

**Vista en planta**



**Vista en 3D**



Fuente: Propia, programa Dialux

### 4.3.5.3 Cálculos de Iluminación de la vía Central con programa Dialux

Figura 21.- 4.3.5.3 Cálculos de Iluminación de la vía Central

LUMINARIAS DOBLE PASTORAL HM 250W POSTES CADA 35 METROS LUMINAR MODELO ONIX 1 SCHREDER


Proyecto VIA CENTRAL VARIANTE DE UCHUMAYO REDISEÑO ...

#### Información general : Norma C.I.E. 30.2

##### Detalles de la carretera

Disposición :	Conducción :	Sentido :	
Número de : <input type="text" value="2"/>	Ancho de carril : <input type="text" value="5.000"/> m	Ancho de <input type="text" value="10.000"/> m	Mediana : <input type="text" value="2.700"/> m
Tabla R : <input type="text" value="R3007"/>	Qo : <input type="text" value="0.070"/>		

##### Detalles de las luminarias

Interdistancia : <input type="text" value="35.000"/> m	Altura : <input type="text" value="9.000"/> m	Retranqueo : <input type="text" value="1.650"/> m	Retroceso : <input type="text" value="1.350"/> m
Inclinación : <input type="text" value="0.0"/> °			
Tipo : <input type="text" value="ONYX 1"/>	Protector : <input type="text" value="BENDEE GLASS"/>		
Reflector : <input type="text" value="1097"/>	Configuración : <input type="text" value="Moyen"/>		
Fuente : <input type="text" value="SON-T"/> Potencia : <input type="text" value="250"/> W	Flujo : <input type="text" value="32.0"/> klm	FM : <input type="text" value="0.70"/>	

#### Resumen

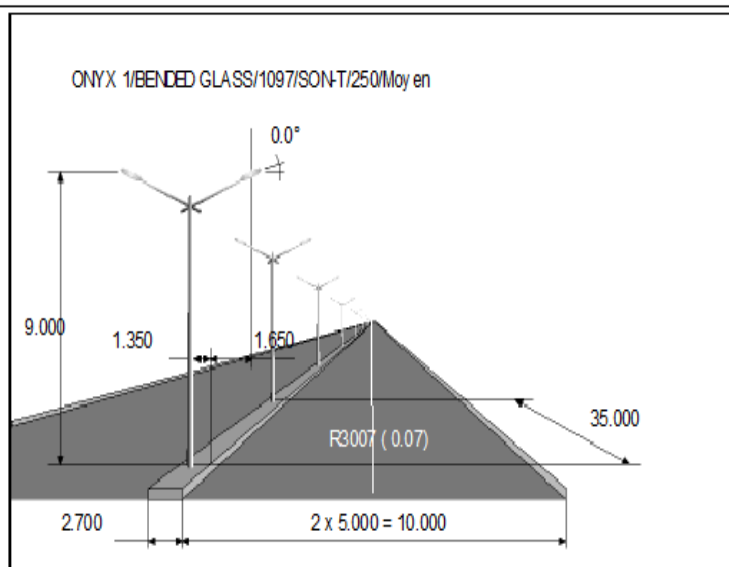
##### ◆ Calzada principal

Lmed :  cd/m<sup>2</sup> Uo :  % TI :  %

##### ◆ Uniformidades longitudinales

UI (1) :  % UI (2) :  %

#### Esquema



Fuente: propia con Dialux

Figura 22.- Selección de lámpara SHEREDER

Proyecto VIA CENTRAL VARIANTE DE UCHUMAYO REDISEÑO ...

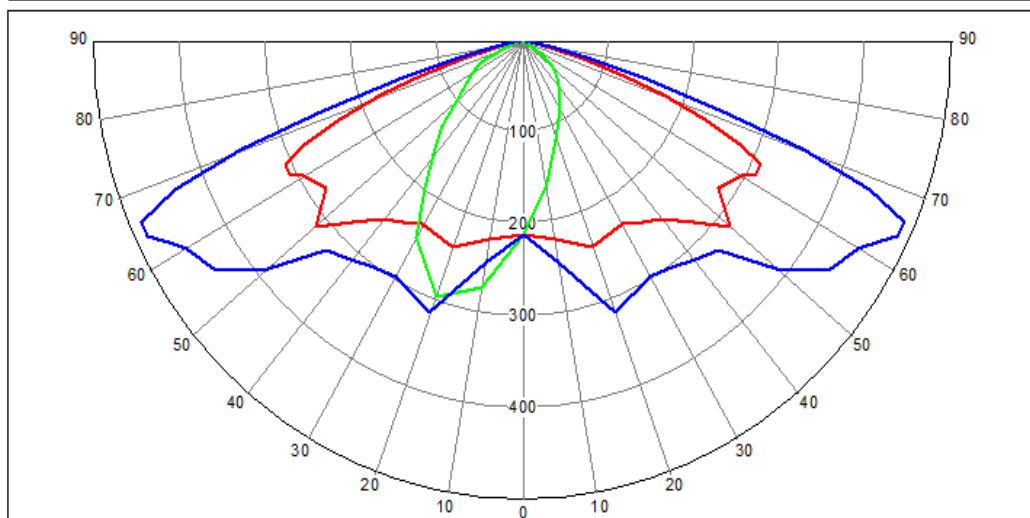
**Documentos fotométricos**

E 61290



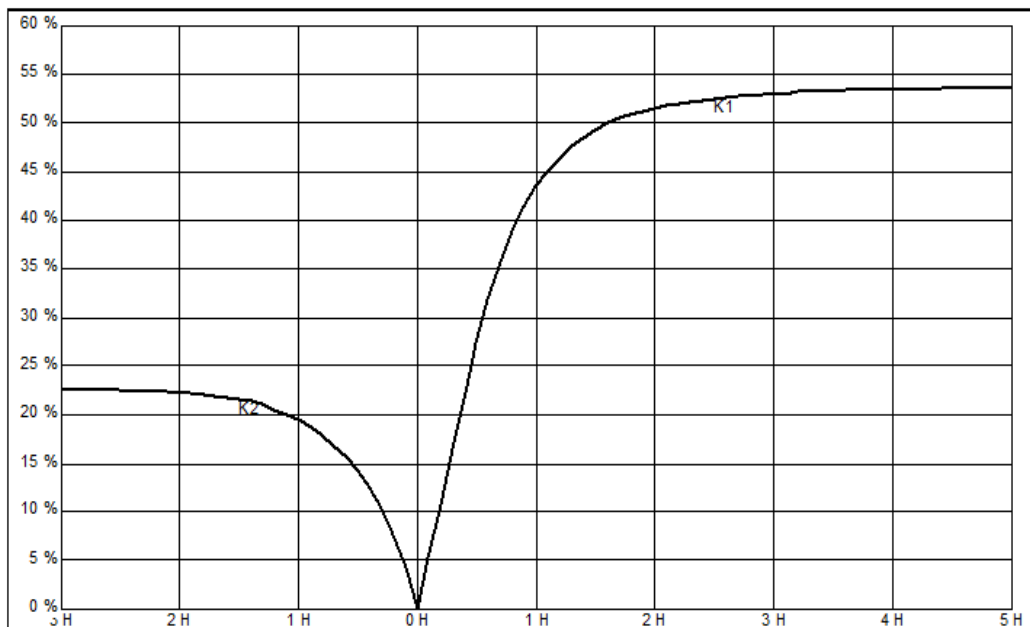
ONYX 1/BENDE D GLASS/1097/SO N-T/250/Moyen

**Diagrama Polar / Cartesiano**



Matriz	Inc	Plano	I <sub>max</sub>	Plan	Estilo	Matriz	Inc	Plano	I <sub>max</sub>	Plan	Estilo
E 61290	0°	0°	314	50°		E 61290	0°	180°	314	50°	
E 61290	0°	90°	296	20°		E 61290	0°	270°	210	0°	
E 61290	0°	20°	487	64°		E 61290	0°	160°	487	64°	

**Curva de utilización**



Matriz	Inc	Rendimiento (0-90°)	Rendimiento (0-máx °)	Estilo
E 61290	0°	76.5%	76.5%	

Fuente: propia con Dialux

#### 4.3.5.4 Cálculos de Iluminación de la vía Auxiliar con programa Dialux

Figura 23.- 4.3.5.4 Cálculos de Iluminación de la vía Auxiliar

LUMINARIAS PASTORAL SIMPLE UNILATERAL HM 250W POSTES CADA 35 METROS LUMINAR MODELO ONIX 1 SCHREDER

Proyecto VIAS AUXILIARES VARIANTE DE UCHUMAYO      Fichero : ... \Lighting\Projects\VIASAU~1.LPF

---

**Información general : Norma C.I.E. 30.2**

---

**Detalles de la carretera**

Disposición :      Conducción :      Sentido :      Ancho de :  m

Número de       Ancho de carril :  m

Tabla R :       Qo :

---

**Detalles de las luminarias**

Interdistancia :  m      Altura :  m      Retranqueo :  m      Retroceso :  m

Inclinación :  °

Tipo :       Protector :       E61290

Reflector :       Configuración :

Fuente :       Potencia :  W      Flujo :  klm      FM :

---

**Resumen**

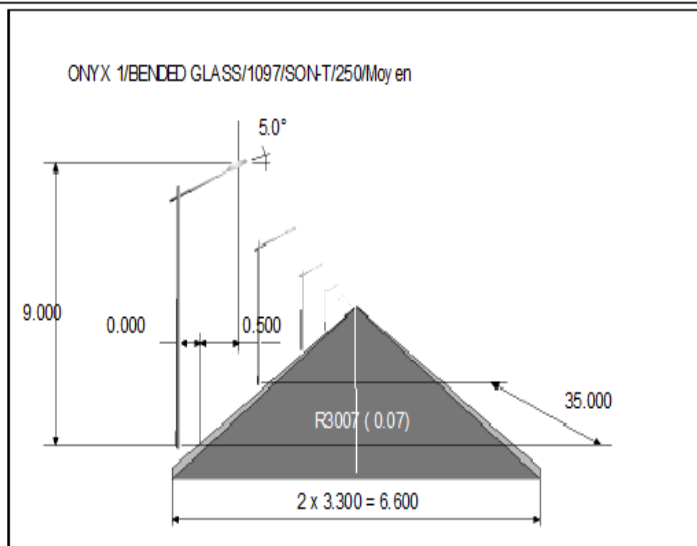
- Calzada principal
 

Lmed :  cd/m<sup>2</sup>      Uo :  %      Tl :  %
- Uniformidades longitudinales
 

UI (1) :  %      UI (2) :  %

---

**Esquema**



Fuente: propia con Dialux

Figura 24.- Selección de lámpara SHEREDER en vía auxiliar

Proyecto VIAS AUXILIARES VARIANTE DE UCHUMAYO

Fichero : ... \Lighting\Projects\MASAU~1.LPF

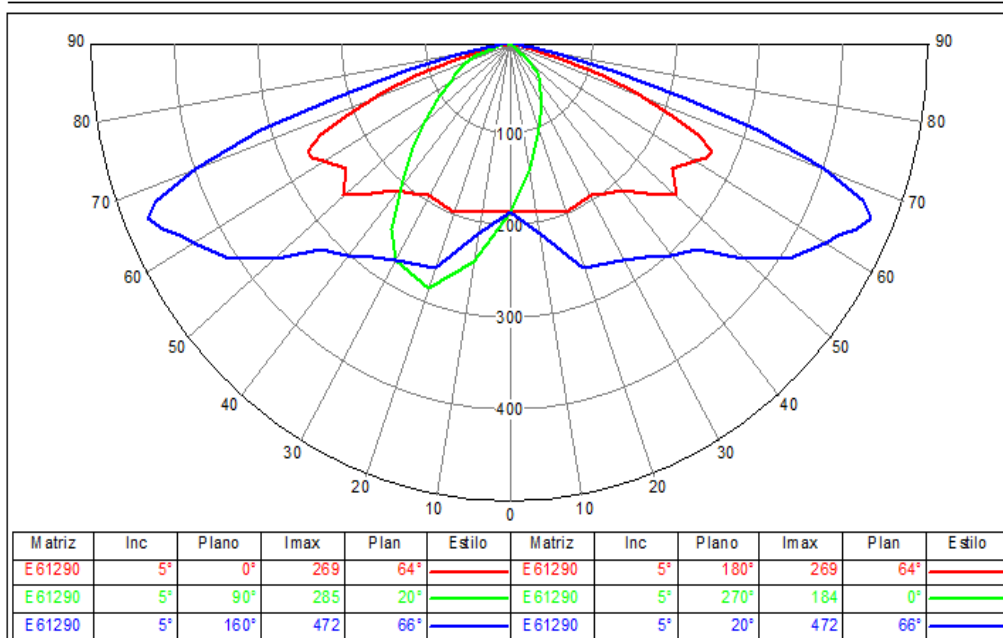
Documentos fotométricos

E61290

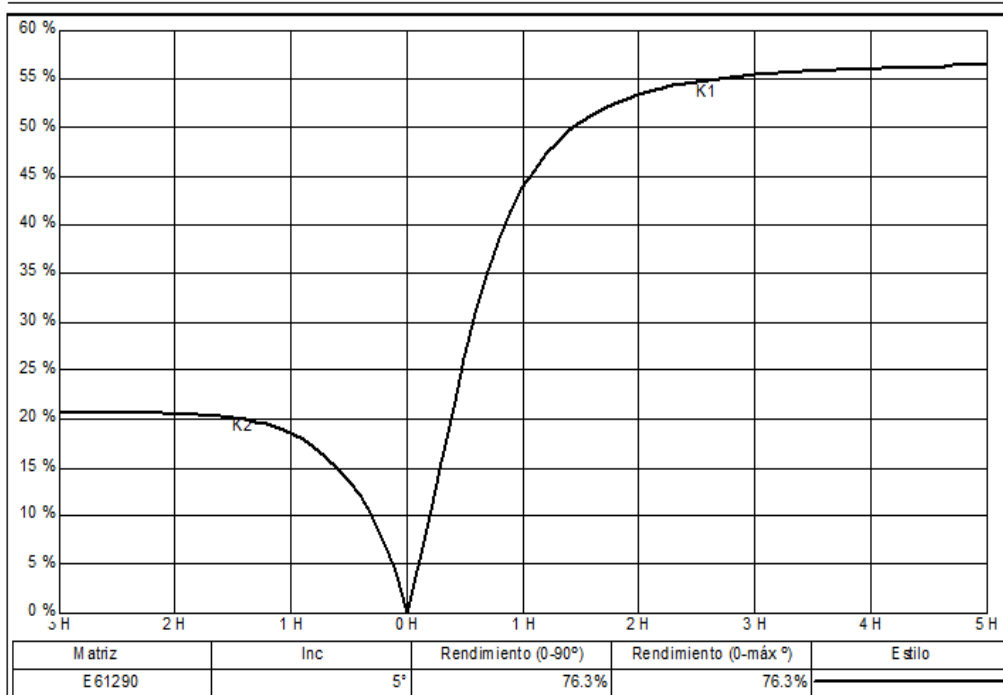


ONYX 1/BENDE D GLASS/1097/SOON-T/250/Moyen

Diagrama Polar / Cartesiano



Curva de utilización



Fuente: Propia con Dialux

#### 4.3.6. Cálculo de mecánica de Estructuras

##### 4.3.6.1 Características Generales de datos eléctricos

Tabla 18.- Tabla de características de conductor

<b>CONDUCTOR 3x25+1x16+N25mm<sup>2</sup></b>	<b>MATERIAL</b>	<b>NYN</b>
Sección del Neutro	S(mm <sup>2</sup> )	25
Diámetro del conductor	D(mm)	23
Tiro de ruptura del conductor	Tr(kg)	755
Coef. de seguridad del Conductor		3
Altura del poste	h(m)	9
Diam. del poste en la base	db(mm)	240
Diam. del poste en la punta	dp(mm)	120
Altura de empotramiento	He(m)	1.4
Velocidad del viento	V(km/h)	90
Vano básico	Lb(m)	58
Tensión máxima del conductor	Tmax(kg)	251,666.667
Presión del viento	Pv(kg/m <sup>2</sup> )	34.02
Altura expuesta al viento	Hpv(m)	6.6
Diámetro de empotramiento	de(mm)	238,133.333
Área del poste expuesta al viento	Apv(m)	118.184
Punto de aplicación de la Fvp	Z(m)	293,715.562

Fuente: Propia

Tabla 19.- características de los postes

<b>LONGITUD TOTAL (m)</b>	<b>ESFUERZO EN LA PUNTA (m)</b>	<b>DIAMETROS</b>		<b>ALTURA EMPOTRA C° A° (m)</b>	<b>PESO</b>
		<b>PUNTA (m)</b>	<b>BASE (m)</b>		
9	200	0.12	0.24	1.3	388
9	300	0.12	0.255	1.6	505

Fuente Propia

## CAPÍTULO 5: INGENIERÍA DE COSTOS Y PRESUPUESTOS

### 5.1. Metrado y Presupuesto

Como se observa en la Tabla N°20, el costo total de la instalación es de S/. 5,169,280.63 soles, sumando los costos directos e indirectos del presente proyecto. A partir de la Tabla N° se realiza un desglose de los metrados y presupuestos de cada Alimentador tanto en subtransmisión, media y baja tensión.

Tabla 20.- Presupuesto General de Proyecto

<b>COSTO DIRECTO</b>	
<b>Descripción</b>	<b>Parcial S/.</b>
OBRAS ELECTRICAS ALTA TENSION 33 KV - ACOMETIDA BACKUS	S/. 719,383.64
Distribución Primaria AMT Huayco	S/. 1,556,766.66
Distribución Secundaria AMT Huayco	S/. 556,423.82
Distribucion Primaria AMT Tahuaycani	S/. 1,094,957.87
Distribución Secundaria AMT Tahuaycani	S/. 172,143.34
<b>COSTO DIRECTO</b>	<b>S/. 4,099,675.33</b>
<b>COSTO INDIRECTO</b>	
GASTOS GENERALES 15.00%	614,951.30
GASTOS GENERALES DE LIQUIDACION (1.00%)	40,996.75
GASTOS DE ADMINISTRACION (1.00%)	40,996.75
GASTOS DE DIFUSION (0.50%)	20,498.38
GASTOS GENERALES DE SUPERVISION (8.59%)	352,162.11
<b>COSTO INDIRECTO</b>	<b>S/. 1,069,605.29</b>
<b>COSTO TOTAL</b>	<b>S/. 5,169,280.63</b>

- Monto Referencial del Costo sin IGV
- Presupuesto a mayo del 2023

Fuente Propia

Tabla 21.- Metrado de AMT Huayco en Media tensión

<b>METRADO DE MATERIALES INSTALADOS-RED PRIMARIA CIRCUITO HUAYCO</b>			
<b>ITEM</b>	<b>DESCRIPCION</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>METRADO</b>
1	Cable N2XSY 120 mm2	m	5735.87
2	Cable N2XSY 50 mm2	m	758,43
3	Cámaras de paso instaladas	Unid	30,00

<b>METRADO DE MATERIALES INSTALADOS-RED PRIMARIA CIRCUITO HUAYCO</b>			
<b>ITEM</b>	<b>DESCRIPCION</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>METRADO</b>
4	TAPA DE ACERO GALVANIZADA 60 cm DE DIAMETRO	Unid	33,00
5	Tubo PVC 4" de diámetro tipo SAP x 6 m	Unid	1824,00
6	Bandejas de acero galvanizado (600x100mm) 6m	Unid	8,00
7	TAPAS DE BANDEJAS DE ACERO GALVANIZADO (600X100MM) x 3 m.	Pza.	16,00
8	Escalera de inspección tipo gato	Unid	33,00
9	Retenidas aérea	Unid	1,00
10	Poste CAC 14/400	Unid	3,00
11	Terminación exterior para cable n2xsy 15kv, 120mm2 unipolar	Kit	8,00
12	Terminación interior para cable n2xsy 15kv, 120mm2 unipolar	Kit	8,00
13	Terminación interior para cable n2xsy, 50mm2 unipolar	Kit	2,00
14	Puesta a tierra tipo pat-1	Jgo	3,00
15	Puesta a tierra tipo pat-2	Jgo	3,00
16	Celda tipo remonte (gam2)	Cjto	3,00
17	Celda tipo seccionador (imb)	Cjto	3,00
18	Celda tipo remonte (gmb)	Cjto	3,00
19	Celda seccionador tipo salida (im)	Cjto	5,00
20	Celda de protección de transformador (qm)	Cjto	3,00
21	Tableros de distribución	Cjto	3,00
22	Transformadores de 100 kva	Unid	3,00
23	Caseta de sub-estación eléctrica	Cjto	3,00
24	Caja de protección mecánica para el transformador	Unid	3,00
25	Aisladores	Unid	6,00

Fuente: Propia

Tabla 22.- Presupuesto de AMT Huayco en Media tensión

<b>METRADO VALORIZADO-AMT HUAYCO</b>					
	<b>DESCRIPCION</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>METRA DO</b>	<b>PRECIO UNITARI O S/.</b>	<b>PRECIO PARCIAL S/.</b>
<b>ITEM</b>	<b>ACCESORIOS</b>				
1	Terminación exterior 15 kV, 120 mm2	kit	8.00	4,257.68	34,061.44

<b>METRADO VALORIZADO-AMT HUAYCO</b>					
<b>DESCRIPCION</b>		<b>UNIDAD</b>	<b>METRA DO</b>	<b>PRECIO UNITARI O S/.</b>	<b>PRECIO PARCIAL S/.</b>
2	Terminación interior 15 kV, 120 mm <sup>2</sup>	kit	8.00	4,257.68	34,061.44
3	Terminación exterior 15 kV, 50 mm <sup>2</sup>	kit	2.00	3,349.10	6,698.20
4	Bandejas de acero galvanizado (600x100x6000 mm) c/ tapa	Unid	8.00	1,042.74	8,341.92
5	Retenida tipo aérea	Glb	1.00	94.30	94.30
6	Escalera de inspección tipo gato x 1.60 m	Unid	33.00	320.10	10,563.30
7	Aisladores	kit	6.00	324.00	,,944.00
<b>MONTAJE ELECTROMECHANICO</b>					
8	celda tipo remonte ( GAM2)	Glb	3.00	27,928.64	83,785.92
9	celda tipo seccionador ( IMB)	Glb	3.00	49,287.74	147,863.22
10	celda tipo remonte ( GMB)	Glb	3.00	49,287.74	147,863.22
11	Celda seccionador tipo salida (MI)	Glb	5.00	49,287.74	246,438.70
12	celda de protección de transformador (QM)	Glb	3.00	33,137.74	99,413.22
13	Tablero de Distribución	Unid	1.00	33,137.74	33,137.74
14	Transformador de 100 KVA	Unid	1.00	850.00	850.00
15	Postes CAC 14/400/180/390	Unid	3.00	1,901.38	5,704.14
<b>CABLE</b>					
16	Cable N2XSY 120 mm <sup>2</sup> (m)	m	5,735.87	75.49	433,000.83
17	Cable N2XSY 50 mm <sup>2</sup> (m)	m	758.43	43.93	33,317.83
18	Tubo PVC SAP 4" Æ x 6 m	Unid	1,824.00	85.29	155,568.96
<b>MONTAJE DE ARMADOS</b>					
19	Soporte de ángulo vertical (PA1VE-3)	Glb	2.00	1,024.70	2,049.40
<b>OBRAS CIVILES</b>					
20	Cámaras de media tensión 1.2x 1.2 x 1.8 c/ tapa de fierro	Unid	29.00	1,817.71	52,713.59
21	Cámaras de media tensión 2 x 2 x 2.5 m c/ tapa de fierro	Unid	1.00	1,817.71	1,817.71
22	Cámara subterránea para subestación c/ tapa de fierro	Unid	3.00	2,454.56	7,363.68

<b>METRADO VALORIZADO-AMT HUAYCO</b>					
DESCRIPCION		UNIDAD	METRA DO	PRECIO UNITARI O S/.	PRECIO PARCIAL S/.
<b>SISTEMAS DE PUESTA A TIERRA</b>					
23	SPT (tipo 1 y tipo 2)	jgo	6.00	1,685.65	10,113.90
<b>TOTAL (S/. )</b>					<b>1,556,766.66</b>

- Monto Referencial del Costo sin IGV
- Presupuesto a mayo del 2023

Fuente: Propia

*Tabla 23.- Metrado de AMT Huayco en Baja tensión*

<b>METRADO GENERAL DE BAJA TENSIÓN – AMT HUAYCO</b>		
<b>Poste metálico 9 metros</b>	<b>Unid</b>	33.00
<b>Poste CAC 9/300</b>	<b>Unid</b>	1.00
<b>Poste CAC 9/200</b>	<b>Unid</b>	61.00
<b>Luminaria vapor de sodio 250 W</b>	<b>Unid</b>	124.00
<b>Luminaria vapor de sodio 150 W</b>	<b>Unid</b>	6.00
<b>Cable NLT 2x12 AWG</b>	<b>m</b>	1040.00
<b>Pastoral de acero galvanizado simple</b>	<b>Unid</b>	130.00
<b>Abrazadera para doble pastoral</b>	<b>Unid</b>	68.00
<b>Abrazadera para pastoral simple</b>	<b>Unid</b>	122.00
<b>Sistema de puesta a tierra</b>	<b>Glb</b>	4.00
<b>Porta-fusible</b>	<b>Unid</b>	95.00
<b>Fusible 3A</b>	<b>Unid</b>	34.00
<b>Fusible 1A</b>	<b>Unid</b>	61.00
<b>CABLE NYY 3x25+16+N25 mm2 (m)</b>	<b>m</b>	400.52
<b>CABLE NYY 3x16+1x16+N25 mm2 (m)</b>	<b>m</b>	0.00
<b>CABLE NYY 3x35+1x16+N25 mm2 (m)</b>	<b>m</b>	382.54
<b>CABLE NYY 1x16+N16 mm2 (m)</b>	<b>m</b>	2,623.31
<b>Cámaras de paso 0.9 x0.9 x 0.6</b>	<b>Unid</b>	64.00

Fuente: Propia

Tabla 24.- Medrado de cable de la SED 5613

<b>METRADO DE CABLE SED 5613</b>					
<b>CIRCUITO</b>	<b>DESDE</b>	<b>HASTA</b>	<b>CABLE NYY 3x25+16+N2 5 mm2 (m)</b>	<b>CABLE NYY 3x16+1x16+N2 5 mm2 (m)</b>	<b>CABLE NYY 1x16+N16 mm2 (m)</b>
C-1	149171	CD-32	-----	-----	35.12
	CD-32	CD-33	-----	-----	35.63
	CD-33	CD-34	-----	-----	35.19
	CD-34	CD-35	-----	-----	35.44
	CD-35	CD-36	-----	-----	35.06
	CD-36	CD-37	33.14	-----	-----
	CD-37	CD-38	33.82	-----	-----
	CD-38	CD-39	34.18	-----	-----
	CD-39	CD-40	32.4	-----	-----
	CD-40	CD-41	35.37	-----	-----
	CD-41	SED 5613	6.34	-----	-----
C-2	SED 5613	149265	-----	-----	47.47
	149263	149264	-----	-----	35.19
	149262	149263	-----	-----	35.19
	149261	149262	-----	-----	35.19
	149260	149261	-----	-----	35.19
	149259	149260	-----	-----	35.19
	149258	149259	-----	-----	35.19
	149257	149258	-----	-----	35.19
	149256	149257	-----	-----	35.19
	149255	149256	-----	-----	35.19
	149254	149255	-----	-----	35.19
	149253	149254	-----	-----	35.19
C-3	CI-38	CI-39	-----	-----	32.36
	CI-39	CI-40	-----	-----	35.19
	CI-40	CI-41	-----	-----	35.31
	CI-41	CI-42	-----	-----	35.33
	CI-42	CI-43	-----	-----	35.42
	CI-43	CI-44	-----	-----	35.19
	CI-44	149260	-----	-----	19.12
	149260	SED 5613	-----	-----	177.1
<b>TOTAL=</b>			175.25	0	1,016.02

Fuente: Propia

Tabla 25.- *Metrado De Luminarias SED 5613*

<b>METRADO DE LUMINARIAS SED 5613</b>													
<b>ESTRUCTURA</b>	<b>Poste metálico 9 metros</b>	<b>Poste CAC 9/300 (Unid)</b>	<b>Poste CAC 9/200 (Unid)</b>	<b>Luminaria vapor de sodio 250 W (Unid)</b>	<b>Luminaria vapor de sodio 150 W (Unid)</b>	<b>Cable NLT 2x12 AWG (m)</b>	<b>Pastoral de acero galvanizado simple (Unid)</b>	<b>Abrazadera para doble pastoral (Unid)</b>	<b>Abrazadera para pastoral simple (Unid)</b>	<b>Sistema de puesta a tierra (global)</b>	<b>Portafusible</b>	<b>Fusible 3A</b>	<b>Fusible 1A</b>
149171	----	----	1	1	----	8	1	----	2	----	1	----	1
149172	----	1	----	1	----	8	1	----	2	----	1	----	1
149173	----	----	1	1	----	8	1	----	2	----	1	----	1
149174	----	----	1	1	----	8	1	----	2	----	1	----	1
149175	----	----	1	1	----	8	1	----	2	----	1	----	1
149176	----	----	1	----	1	8	1	----	2	----	1	----	1
149177	----	----	1	----	1	8	1	----	2	----	1	----	1
149178	----	----	1	----	1	8	1	----	2	----	1	----	1
149179	----	----	1	----	1	8	1	----	2	----	1	----	1
149180	----	----	1	----	1	8	1	----	2	----	1	----	1
149181	----	----	1	----	1	8	1	----	2	----	1	----	1
149214	----	----	1	1	----	8	1	----	2	----	1	----	1
149215	----	----	1	1	----	8	1	----	2	----	1	----	1
149216	----	----	1	1	----	8	1	----	2	----	1	----	1
149217	----	----	1	1	----	8	1	----	2	----	1	----	1
149218	----	----	1	1	----	8	1	----	2	----	1	----	1
149219	----	----	1	1	----	8	1	----	2	----	1	----	1
149220	----	----	1	1	----	8	1	----	2	----	1	----	1

<b>METRADO DE LUMINARIAS SED 5613</b>													
<b>ESTRUCTURA</b>	<b>Poste metálico 9 metros</b>	<b>Poste CAC 9/300 (Unid)</b>	<b>Poste CAC 9/200 (Unid)</b>	<b>Luminaria vapor de sodio 250 W (Unid)</b>	<b>Luminaria vapor de sodio 150 W (Unid)</b>	<b>Cable NLT 2x12 AWG (m)</b>	<b>Pastoral de acero galvanizado simple (Unid)</b>	<b>Abrazadora para doble pastoral (Unid)</b>	<b>Abrazadora para pastoral simple (Unid)</b>	<b>Sistema de puesta a tierra (global)</b>	<b>Portafusible</b>	<b>Fusible 3A</b>	<b>Fusible 1A</b>
149253	1	----	----	2	----	16	2	2	----	1	1	1	----
149254	1	----	----	2	----	16	2	2	----	----	1	1	----
149255	1	----	----	2	----	16	2	2	----	----	1	1	----
149256	1	----	----	2	----	16	2	2	----	----	1	1	----
149257	1	----	----	2	----	16	2	2	----	----	1	1	----
149258	1	----	----	2	----	16	2	2	----	----	1	1	----
149259	1	----	----	2	----	16	2	2	----	----	1	1	----
149260	1	----	----	2	----	16	2	2	----	----	1	1	----
149261	1	----	----	2	----	16	2	2	----	----	1	1	----
149262	1	----	----	2	----	16	2	2	----	----	1	1	----
149263	1	----	----	2	----	16	2	2	----	----	1	1	----
149264	1	----	----	2	----	16	2	2	----	----	1	1	----
149265	1	----	----	2	----	16	2	2	----	----	1	1	----
----													
<b>TOTAL=</b>	<b>13</b>	<b>1</b>	<b>17</b>	<b>38</b>	<b>6</b>	<b>352</b>	<b>44</b>	<b>26</b>	<b>36</b>	<b>1</b>	<b>31</b>	<b>13</b>	<b>18</b>

Fuente Propia

Tabla 26.- Metrado de cable en SED 5614

<b>METRADO DE CABLE EN SED 5614</b>					
<b>CIRCUITO</b>	<b>DESDE</b>	<b>HASTA</b>	<b>CABLE NYN 3x25+16+N25 mm<sup>2</sup> (m)</b>	<b>CABLE NYN 3x16+1x16+N25 mm<sup>2</sup> (m)</b>	<b>CABLE NYN 1x16+N16 mm<sup>2</sup> (m)</b>
C-1	CD-21	CD-22	30.78	-----	-----
	CD-22	CD-23	26.2	-----	-----
	CD-23	CD-24	23.15	-----	-----
	CD-24	SED 5614	5.4	-----	-----
	SED 5614	CD-25	5.4	-----	-----
	CD-25	CD-26	35.54	-----	-----
	CD-26	CD-27	32.85	-----	-----
	CD-27	CD-28	32.27	-----	-----
	CD-28	CD-29	33.86	-----	-----
	CD-29	CD-30	-----	-----	33.58
	CD-30	CD-31	-----	-----	34.15
C-2	149240	149241	-----	-----	33.73
	149241	149242	-----	-----	33.73
	149242	149243	-----	-----	33.73
	149243	149244	-----	-----	33.73
	149244	149245	-----	-----	33.73
	149245	SED 5614	-----	-----	33.73
	149245	149246	-----	-----	33.73
	149246	149247	-----	-----	33.73
	149247	149248	-----	-----	33.73
	149248	149249	-----	-----	33.73
	149249	149250	-----	-----	33.73
	149250	149251	-----	-----	33.73
	149251	149252	-----	-----	33.73
C-3	CI-28	CI-29	-----	-----	36.23
	CI-29	CI-30	-----	-----	49.49
	CI-30	CI-31	-----	-----	31.21
	CI-31	SED 5614	-----	-----	65.08
	CI-31	CI-32	-----	-----	35.25
	CI-32	CI-33	-----	-----	35.24
	CI-33	CI-34	-----	-----	35.25
	CI-34	CI-35	-----	-----	34.93
	CI-35	CI-36	-----	-----	35.24
	CI-36	CI-37	-----	-----	20.16
	CI-37	149213	-----	-----	16.10
<b>TOTAL=</b>			225.45	0	900.40

Fuente Propia

Tabla 27.- Medrado De Materiales Sistemas De Iluminación SED 5614

<b>METRADO DE MATERIALES SISTEMAS DE ILUMINACION SED 5614</b>											
<b>ESTRUCTURA</b>	<b>Poste metálico 9 metros (Unid)</b>	<b>Poste CAC 9/200 (Unid)</b>	<b>Luminaria vapor de sodio 250 W (Unid)</b>	<b>Cable NLT 2x12 AWG (m)</b>	<b>Pastoral de acero galvanizado simple (Unid)</b>	<b>Abrazadera para doble pastoral (Unid)</b>	<b>Abrazadera para pastoral simple (Unid)</b>	<b>Sistema de puesta a tierra (global)</b>	<b>Porta-fusible (Unid)</b>	<b>Fusible 3A (Unid)</b>	<b>Fusible 1A (Unid)</b>
149161	----	1	1	8	1	----	2	----	1	-----	1
149162	----	1	1	8	1	----	2	----	1	-----	1
149163	----	1	1	8	1	----	2	----	1	-----	1
149164	----	1	1	8	1	----	2	----	1	-----	1
149165	----	1	1	8	1	----	2	----	1	-----	1
149166	----	1	1	8	1	----	2	----	1	-----	1
149167	----	1	1	8	1	----	2	----	1	-----	1
149168	----	1	1	8	1	----	2	----	1	-----	1
149169	----	1	1	8	1	----	2	----	1	-----	1
149170	----	1	1	8	1	----	2	----	1	-----	1
149203	----	1	1	8	1	----	2	----	1	-----	1
149204	----	1	1	8	1	----	2	----	1	-----	1
149205	----	1	1	8	1	----	2	----	1	-----	1
149206	----	1	1	8	1	----	2	----	1	-----	1
149207	----	1	1	8	1	----	2	----	1	-----	1
149208	----	1	1	8	1	----	2	----	1	-----	1
149209	----	1	1	8	1	----	2	----	1	-----	1
149210	----	1	1	8	1	----	2	----	1	-----	1
149211	----	1	1	8	1	----	2	----	1	-----	1
149212	<b>NO SE ENCUENTRA INSTALADO POR DMS</b>										

<b>METRADO DE MATERIALES SISTEMAS DE ILUMINACION SED 5614</b>											
<b>ESTRUCTURA</b>	<b>Poste metálico 9 metros (Unid)</b>	<b>Poste CAC 9/200 (Unid)</b>	<b>Luminaria vapor de sodio 250 W (Unid)</b>	<b>Cable NLT 2x12 AWG (m)</b>	<b>Pastoral de acero galvanizado simple (Unid)</b>	<b>Abrazadera para doble pastoral (Unid)</b>	<b>Abrazadera para pastoral simple (Unid)</b>	<b>Sistema de puesta a tierra (global)</b>	<b>Porta-fusible (Unid)</b>	<b>Fusible 3A (Unid)</b>	<b>Fusible 1A (Unid)</b>
149213	-----	1	1	8	1	-----	2	-----	1	-----	1
149240	1	-----	2	16	2	2	-----	1	1	1	-----
149241	1	-----	2	16	2	2	-----	-----	1	1	-----
149242	1	-----	2	16	2	2	-----	-----	1	1	-----
149243	1	-----	2	16	2	2	-----	-----	1	1	-----
149244	1	-----	2	16	2	2	-----	-----	1	1	-----
149245	1	-----	2	16	2	2	-----	-----	1	1	-----
149246	1	-----	2	16	2	2	-----	-----	1	1	-----
149247	1	-----	2	16	2	2	-----	-----	1	1	-----
149248	1	-----	2	16	2	2	-----	-----	1	1	-----
149249	1	-----	2	16	2	2	-----	-----	1	1	-----
149250	1	-----	2	16	2	2	-----	-----	1	1	-----
149251	1	-----	2	16	2	2	-----	-----	1	1	-----
149252	1	-----	2	16	2	2	-----	1	1	1	-----
<b>TOTAL=</b>	<b>13</b>	<b>20</b>	<b>46</b>	<b>368</b>	<b>46</b>	<b>26</b>	<b>40</b>	<b>2</b>	<b>33</b>	<b>13</b>	<b>20</b>

Fuente: Propia

Tabla 28.- Metrado de Cable En SED 5615

<b>METRADO DE CABLE EN SED 5615</b>						
<b>CIRCUITO</b>	<b>DESDE</b>	<b>HASTA</b>	<b>CABLE NYN 3x25+16+N25 mm2 (m)</b>	<b>CABLE NYN 3x16+1x16+N25 mm2 (m)</b>	<b>CABLE NYN 3x35+1x16+N25 mm2 (m)</b>	<b>CABLE NYN 1x16+N16 mm2 (m)</b>
C-1	CD-07	CD-08	----	----	----	28.86
	CD-08	CD-09	----	----	33.36	----
	CD-09	CD-10	----	----	21.27	----
	CD-10	CD-11	----	----	34.45	----
	CD-11	CD-12	----	----	37.99	----
	CD-12	CD-13	----	----	20.03	----
	CD-13	CD-14	----	----	53.13	----
	CD-14	CD-15	----	----	50.18	----
	CD-15	CD-16	----	----	32.28	----
	CD-16	SED 5615	----	----	7.99	----
	SED 5615	CD-17	----	----	14.26	----
	CD-17	CD-18	----	----	44.76	----
	CD-18	CD-19	----	----	32.84	----
CD-19	CD-20	----	----	----	38.76	
C-2	149233	149234	----	----	----	31.79
	149234	149235	----	----	----	31.79
	149235	149236	----	----	----	31.79
	149236	149237	----	----	----	31.79
	149237	149238	----	----	----	31.79
	149238	SED 5615	----	----	----	31.79
	149238	149239	----	----	----	33.73
C-3	CI-16	CI-17	----	----	----	27.81
	CI-17	CI-18	----	----	----	7.84
	CI-18	CI-19	----	----	----	29.06
	CI-19	CI-20	----	----	----	35.52
	CI-20	CI-21	----	----	----	34.55
	CI-21	CI-22	----	----	----	34.61
	CI-22	CI-23	----	----	----	32.62
	CI-23	CI-24	----	----	----	9.66
	CI-24	SED 5615	----	----	----	58.26
	CI-24	CI-25	----	----	----	20.78
	CI-25	CI-26	----	----	----	35.33
CI-26	CI-27	----	----	----	35.15	
C-4	SED 5615	R1	----	----	----	33.6
	R1	R2	----	----	----	20.01
<b>TOTAL=</b>			0	0	382.54	706.89

Fuente: Propia

Tabla 29.- Medrado de Materiales En Los Sistemas De Iluminación SED 5615

<b>METRADO DE MATERIALES EN LOS SISTEMAS DE ILUMINACION SED 5615</b>											
<b>ESTRUCTURA</b>	<b>Poste metálico 9 metros (Unid)</b>	<b>Poste CAC 9/200 (Unid)</b>	<b>Luminaria vapor de sodio 250 W (Unid)</b>	<b>Cable NLT 2x12 AWG (m)</b>	<b>Pastoral de acero galvanizado simple (Unid)</b>	<b>Abrazadera para doble pastoral (Unid)</b>	<b>Abrazadera para pastoral simple (Unid)</b>	<b>Sistema de puesta a tierra (global)</b>	<b>Porta-fusible (Unid)</b>	<b>Fusible 3A (Unid)</b>	<b>Fusible 1A (Unid)</b>
149147	----	1	1	8	1	----	2	----	1	-----	1
149148	----	1	1	8	1	----	2	----	1	-----	1
149149	----	1	1	8	1	----	2	----	1	-----	1
149150	----	1	1	8	1	----	2	----	1	-----	1
149151	----	1	1	8	1	----	2	----	1	-----	1
149152	----	1	1	8	1	----	2	----	1	-----	1
149153	----	1	1	8	1	----	2	----	1	-----	1
149154	----	1	1	8	1	----	2	----	1	-----	1
149155	----	1	1	8	1	----	2	----	1	-----	1
149156	----	1	1	8	1	----	2	----	1	-----	1
149157	----	1	1	8	1	----	2	----	1	-----	1
149158	----	1	1	8	1	----	2	----	1	-----	1
149159	----	1	1	8	1	----	2	----	1	-----	1
149160	----	1	1	8	1	----	2	----	1	-----	1
146960	-----	1	2	16	2	2	----	-----	1	1	
149194	----	1	2	16	2	----	2	----	1	-----	1
149195	----	1	1	8	1	----	2	----	1	-----	1
149196	----	1	1	8	1	----	2	----	1	-----	1
149197	----	1	1	8	1	----	2	----	1	-----	1
149198	----	1	1	8	1	----	2	----	1	-----	1

**METRADO DE MATERIALES EN LOS SISTEMAS DE ILUMINACION SED 5615**

<b>ESTRUCTURA</b>	<b>Poste metálico 9 metros (Unid)</b>	<b>Poste CAC 9/200 (Unid)</b>	<b>Luminaria vapor de sodio 250 W (Unid)</b>	<b>Cable NLT 2x12 AWG (m)</b>	<b>Pastoral de acero galvanizado simple (Unid)</b>	<b>Abrazadera para doble pastoral (Unid)</b>	<b>Abrazadera para pastoral simple (Unid)</b>	<b>Sistema de puesta a tierra (global)</b>	<b>Porta-fusible (Unid)</b>	<b>Fusible 3A (Unid)</b>	<b>Fusible 1A (Unid)</b>
<b>149199</b>	-----	1	1	8	1	-----	2	-----	1	-----	1
<b>149200</b>	-----	1	1	8	1	-----	2	-----	1	-----	1
<b>149201</b>	-----	1	1	8	1	-----	2	-----	1	-----	1
<b>149202</b>	-----	1	1	8	1	-----	2	-----	1	-----	1
<b>149233</b>	1	-----	2	16	2	2	-----	1	1	1	-----
<b>149234</b>	1	-----	2	16	2	2	-----	-----	1	1	-----
<b>149235</b>	1	-----	2	16	2	2	-----	-----	1	1	-----
<b>149236</b>	1	-----	2	16	2	2	-----	-----	1	1	-----
<b>149237</b>	1	-----	2	16	2	2	-----	-----	1	1	-----
<b>149238</b>	1	-----	2	16	2	2	-----	-----	1	1	-----
<b>149239</b>	1	-----	2	16	2	2	-----	-----	1	1	-----
<b>TOTAL</b>	<b>7</b>	<b>24</b>	<b>40</b>	<b>320</b>	<b>40</b>	<b>16</b>	<b>46</b>	<b>1</b>	<b>31</b>	<b>8</b>	<b>23</b>

Fuente: Propia

Tabla 30.- Presupuesto Red De Distribución Secundaria E Iluminación AMT - HUAYCO

<b><u>PRESUPUESTO RED DE DISTRIBUCION SECUNDARIA E ILUMINACION AMT - HUAYCO</u></b>				
<b>DESCRIPCION</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>METRADO</b>	<b>PRECIO</b>	<b>PARCIAL</b>
<b>MATERIALES</b>				
cable NYY 3x25+16+N25 mm2	m	400.52	55.97	22,417.10
cable NYY 1x16+N16 mm2	m	2623.31	20.46	53,672.92
cable NYY 3x35+16+N25 mm2	m	382.54	70.97	27,148.86
cable NLT 2x12 AWG	m	1040	6.8	7,072.00
<b>MONTAJE ELECTROMECHANICO</b>				
poste metálico de 9 metros	Unid	33	1482	48,906.00
poste CAC de 9/200	Unid	61	1482	90,402.00
poste CAC de 9/300	Unid	1	1482	1,482.00
pastoral c/Luminaria vapor de sodio 250 W	Unid	124	1600.5	198,462.00
pastoral c/Luminaria vapor de sodio 150 W	Unid	6	1230.1	7,380.60
sistema de puesta a tierra	global	4	3446.48	13,785.92
empalme subterráneo para BT 3M	unidad	20	86.83	1,736.60
Construcción e instalación de cámaras de paso para BT de 0.9x0.9x0.6 m	unidad	64	1064.6	68,134.40
Ejecución de pruebas eléctricas	global	1	2696.02	2,696.02
suministros	unidad	36	364.65	13,127.40

- Monto Referencial del Costo sin IGV
- Presupuesto a mayo del 2023

Fuente Propia

Tabla 31.- Metrado de Materiales Instalados-Red Primaria Circuito Tahuaycani

<b><u>METRADO TOTAL DE MATERIALES INSTALADOS-RED PRIMARIA CIRCUITO TAHUAYCANI</u></b>			
<b><u>ITEM</u></b>	<b><u>DESCRIPCION</u></b>	<b><u>UNIDAD</u></b>	<b><u>METRADO</u></b>
1	CABLE N2XSY 120 mm2	m	4,450.43
2	CABLE AAAC 120 mm2	m	379.08
3	CAMARAS DE PASO INSTALADAS	Unid	33.00

<b><u>METRADO TOTAL DE MATERIALES INSTALADOS-RED PRIMARIA CIRCUITO TAHUAYCANI</u></b>			
<b><u>ITEM</u></b>	<b><u>DESCRIPCION</u></b>	<b><u>UNIDAD</u></b>	<b><u>METRADO</u></b>
4	TAPA DE ACERO GALVANIZADA 60 cm DE DIAMETRO	Unid	34.00
5	TUBO PVC 4" DE DIAMETRO TIPO SAP X 6 m	Unid	3,558.00
6	BANDEJAS DE ACERO GALVANIZADO (600X100mm) 6m	Unid	18.00
7	TAPAS DE BANDEJAS DE ACERO GALVANIZADO (600X100mm) x 3 m.	pza.	36.00
8	ESCALERA DE INSPECCION TIPO GATO	Unid	34.00
9	RETENIDAS AEREA	Unid	1.00
10	POSTE CAC 14/400	Unid	4.00
11	POSTE CAC 13/400	Unid	1.00
12	POSTE CAC 15/600	Unid	1.00
13	TERMINACIÓN EXTERIOR PARA CABLE N2XSY 15KV, 120MM2 UNIPOLAR	kit	3.00
14	TERMINACIÓN INTERIOR PARA CABLE N2XSY 15KV, 120MM2 UNIPOLAR	kit	4.00
15	PUESTA A TIERRA TIPO PAT-1	jgo	3.00
16	PUESTA A TIERRA TIPO PAT-2	jgo	1.00
17	CELDA TIPO REMONTE (GAM2)	cjto	1.00
18	CELDA TIPO SECCIONADOR (IMB)	cjto	1.00
19	CELDA TIPO REMONTE (GMB)	cjto	1.00
20	CELDA SECCIONADOR TIPO SALIDA (IM)	cjto	2.00
21	CELDA DE PROTECCION DE TRANSFORMADOR (QM)	cjto	1.00
22	TABLEROS DE DISTRIBUCION	cjto	1.00
23	TRANSFORMADORES DE 100 KVA	Unid	1.00
24	CASETA DE SUB-ESTACIÓN ELÉCTRICA	Unid	1.00
25	CAJA DE PROTECCION MECANICA PARA EL TRANSFORMADOR	Unid	3.00
26	AISLADOR POLIMERICO TIPO PIN	Unid	9.00
27	AISLADOR POLIMERICO SUSPENSIÓN	Unid	12.00

Fuente Propia

Tabla 32.- Metrado De Cable AAAC 120 mm2

METRADO DE CABLE AAAC 120 mm2						
ITEM	POSTE DE ORIGEN	POSTE DE LLEGADA	CABLE UNIPOLAR TIPO	DISTANCIA (m)	CANTIDAD	CANTIDAD PARCIAL(m)
1,00	35402,00	35401,00	AAAC 120mm2	29,43	3,00	88,29
2,00	35401,00	SED 1262	AAAC 120mm3	18,29	3,00	54,87
3,00	SED 1262	35400,00	AAAC 120mm4	27,24	3,00	81,72
4,00	35400,00	35399,00	AAAC 120mm5	25,29	3,00	75,87
5,00	35399,00	35398,00	AAAC 120mm6	17,14	3,00	51,42
6,00	35398,00	35397,00	AAAC 120mm7	8,97	3,00	26,91
TOTAL (m)						379,08

Fuente Propia

Tabla 33.- Metrado De Cable N2XSY 120 mm2 – AMT Tahuaycani

METRADO DE CABLE N2XSY 120 mm2								
ITEM	CAMARA DE ORIGEN	CAMARA DE LLEGADA	PROGRESIVAS		CABLE UNIPOLAR TIPO	DISTANCIA ENTRE CAMARAS (m)	CANTIDAD	CANTIDAD PARCIAL(m)
1	T02	T01	4+060	4+057	N2XSY 120 mm2	9.11	3.00	27.33
2	T01	T03	4+057	3+988	N2XSY 120 mm2	70.45	3.00	211.35
3	T03	T04	3+988	3+962.25	N2XSY 120 mm2	26.44	3.00	79.32
4	T04	T05	3+962.25	3+950	N2XSY 120 mm2	17.11	3.00	51.33
5	T05	T06	3+950	3+900	N2XSY 120 mm2	50.35	3.00	151.05
6	T06	T07	3+900	3+832	N2XSY 120 mm2	68.00	3.00	204.00
7	T07	T08	3+832	3+773	N2XSY 120 mm2	58.00	3.00	174.00
8	T08	T09	3+773	3+711	N2XSY 120 mm2	60.62	3.00	181.86
9	T09	T10	3+711	3+668	N2XSY 120 mm2	43.01	3.00	129.03
10	T10	T11	3+668	3+630	N2XSY 120 mm2	39.48	3.00	118.44
11	T11	T12	3+630	3+582	N2XSY 120 mm2	45.96	3.00	137.88
12	T12	T13	3+582	3+559	N2XSY 120 mm2	23.40	3.00	70.20

**METRADO DE CABLE N2XSY 120 mm<sup>2</sup>**

ITEM	CAMARA DE ORIGEN	CAMARA DE LLEGADA	PROGRESIVAS		CABLE UNIPOLAR TIPO	DISTANCIA ENTRE CAMARAS (m)	CANTIDAD	CANTIDAD PARCIAL (m)
13	T13	T14	3+559	3+562	N2XSY 120 mm <sup>2</sup>	45.96	3.00	137.88
14	T14	T15	3+562	3+451	N2XSY 120 mm <sup>2</sup>	60.10	3.00	180.30
15	T15	T16	3+451	3+381	N2XSY 120 mm <sup>2</sup>	69.76	3.00	209.28
16	T16	T17	3+381	3+321	N2XSY 120 mm <sup>2</sup>	60.25	3.00	180.75
17	T17	T18	3+321	3+262	N2XSY 120 mm <sup>2</sup>	59.30	3.00	177.90
18	T18	T19	3+262	3+200	N2XSY 120 mm <sup>2</sup>	62.30	3.00	186.90
19	T19	T20	3+200	3+141	N2XSY 120 mm <sup>2</sup>	58.81	3.00	176.43
20	T20	T21	3+141	3+099	N2XSY 120 mm <sup>2</sup>	38.56	3.00	115.68
21	T21	T22	3+099	3+032	N2XSY 120 mm <sup>2</sup>	63.32	3.00	189.96
22	T22	T23	3+032	2+989	N2XSY 120 mm <sup>2</sup>	38.74	3.00	116.22
23	T23	T24	2+989	2+946	N2XSY 120 mm <sup>2</sup>	39.78	3.00	119.34
24	T24	T25	2+946	2+937	N2XSY 120 mm <sup>2</sup>	9.76	3.00	29.28
25	T25	T26	2+937	2+933	N2XSY 120 mm <sup>2</sup>	13.85	3.00	41.55
26	T26	T27	2+933	2+821	TRAMO AEREO CABLE AAAC 120 mm <sup>2</sup>			
27	T27	T28	2+821	2+777	N2XSY 120 mm <sup>2</sup>	40.76	3,00	122,28
28	T28	T29	2+777	2+742	N2XSY 120 mm <sup>2</sup>	32.79	3,00	98,37
29	T29	T30	2+742	2+700	N2XSY 120 mm <sup>2</sup>	39.08	3,00	117,24
30	T30	T31	2+700	2+624	N2XSY 120 mm <sup>2</sup>	70.91	3,00	212,73
31	T31	T32	2+624	2+615	N2XSY 120 mm <sup>2</sup>	7.46	3,00	22,38
32	T32	T33	2+615	2+547	N2XSY 120 mm <sup>2</sup>	63.85	3,00	191,55
33	BAJADA DE CABLE EN POSTE T00				N2XSY 120 mm <sup>2</sup>	16.00	3.00	48.00

<b>METRADO DE CABLE N2XSY 120 mm2</b>							
<b>ITEM</b>	<b>CAMARA DE ORIGEN</b>	<b>CAMARA DE LLEGADA</b>	<b>PROGRESIVAS</b>	<b>CABLE UNIPOLAR TIPO</b>	<b>DISTANCIA ENTRE CAMARAS (m)</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>CANTIDAD PARCIAL(m)</b>
34	SUBIDA DE CABLE EN POSTE 35402			N2XSY 120 mm2	22.00	3.00	66.00
35	BAJADA DE CABLE EN POSTE 35397			N2XSY 120 mm2	15.00	3.00	45.00
<b>SUBTOTAL</b>							<b>4,320.81</b>
<b>RESERVA(3%)</b>							<b>129.62</b>
<b>TOTAL (m)</b>							<b>4,450.43</b>

Fuente Propia

Tabla 34.- Presupuesto en Distribución Primaria de AMT Tahuaycani

<b>METRADO VALORIZADO-AMT TAHUAYCANI</b>					
<b>DESCRIPCION</b>		<b>UNIDAD</b>	<b>METRADO</b>	<b>PRECIO UNITARIO S/.</b>	<b>PRECIO PARCIAL S/.</b>
<b>ITEM</b>	<b>ACCESORIOS</b>				
1	Terminación exterior 15 kV, 120 mm2	kit	3,00	4,257.68	12,773.04
2	Terminación interior 15 kV, 120 mm2	kit	4,00	4,257.68	17,030.72
3	Bandejas de acero galvanizado (600x100x6000 mm) c/ tapa	Unid	18,00	1,042.74	18,769.32
4	Retenida tipo aérea	Glb	1,00	94.30	94.30
5	Escalera de inspección tipo gato x 1.60 m	Unid	34,00	320.10	10,883.40
6	Aisladores polimérico tipo PIN	Unid	9,00	324.00	2,916.00
7	Aisladores polimérico de suspensión	Unid	12,00	324.00	3,888.00
<b>MONTAJE ELECTROMECHANICO</b>					
8	celda tipo remonte ( GAM2)	Glb	1,00	27,928.64	27,928.64
9	celda tipo seccionador ( IMB)	Glb	1,00	49,287.74	49,287.74
10	celda tipo remonte ( GMB)	Glb	1,00	49,287.74	49,287.74
11	Celda seccionador tipo salida (MI)	Glb	2,00	49,287.74	98,575.48

<b>METRADO VALORIZADO-AMT TAHUAYCANI</b>					
<b>DESCRIPCION</b>		<b>UNIDAD</b>	<b>METRADO</b>	<b>PRECIO UNITARIO S/.</b>	<b>PRECIO PARCIAL S/.</b>
<b>ITEM</b>	<b>ACCESORIOS</b>				
12	celda de protección de transformador (QM)	Glb	1,00	33,137.74	33,137.74
13	Tablero de Distribución	Unid	1,00	33,137.74	33,137.74
14	Transformador de 100 KVA	Unid	1,00	850.00	850.00
15	Postes CAC 14/400	Unid	4,00	1,901.38	7,605.52
16	Postes CAC 13/400	Unid	1,00	1,901.38	1,901.38
17	Postes CAC 15/600	Unid	1,00	1,901.38	1,901.38
<b>CABLE</b>					
18	Cable N2XSY 120 mm2 (m)	m	4,450.43	75.49	335,962.96
19	Cable AAAC 120 mm2	m	379.08	27.00	10,235.16
20	Tubo PVC SAP 4" Æ x 6 m	Unid	3,558.00	85.29	30,461.82
<b>MONTAJE DE ARMADOS</b>					
21	Soporte de ángulo vertical	Unid	6.00	1,024.70	6,148.20
<b>OBRAS CIVILES</b>					
22	Cámaras de media tensión 1.2x 1.2 x 1.8 c/ tapa de fierro	Unid	33.00	1,817.71	59,984.43
23	Cámara subterránea para subestación c/ tapa de fierro	Unid	1.00	2,454.56	2,454.56
<b>SISTEMAS DE PUESTA A TIERRA</b>					
24	SPT (tipo 1 y tipo 2)	jgo	4.00	1,685.65	6,742.60
<b>TOTAL (S/.)</b>					<b>1,094,957.87</b>

- Monto Referencial del Costo sin IGV
- Presupuesto a mayo del 2023

Fuente Propia

Tabla 35.- Metrado y Presupuesto de AMT Tahuaycani en Baja Tensión

<b>METRADO GENERAL AMT - TAHUAYCANI</b>		
<b>DESCRIPCION</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>METRADO</b>
cable NYY 3x25+16+N25 mm <sup>2</sup>	m	113.77
cable NYY 1x16+N16 mm <sup>2</sup>	m	877.42
cable NYY 3x16+16+N25 mm <sup>2</sup>	m	144.7
cable NYY 1x16+N25 mm <sup>2</sup>	m	50.76
poste metálico de 9 metros	unidad	13
poste CAC de 9/200	unidad	20
Luminaria vapor de sodio 250 W	unidad	44
Luminaria LED 50 W	unidad	2
cable NLT 2x12 AWG	m	330
Pastoral de acero galvanizado simple (Unid)	unidad	46
Abrazadera para doble pastoral (Unid)	unidad	26
Abrazadera para pastoral simple (Unid)	unidad	40
sistema de puesta a tierra	global	0
empalme subterráneo para BT 3M	unidad	20
cámaras de paso para BT de 0.9x0.9x0.6 m	unidad	21
Porta-fusible	unidad	33
Fusible 3 <sup>a</sup>	unidad	13
Fusible 1 <sup>a</sup>	unidad	20

Fuente Propia

Tabla 36.- Presupuesto red de distribución secundaria e Iluminación AMT - Tahuaycani

<b><u>PRESUPUESTO RED DE DISTRIBUCION SECUNDARIA E ILUMINACION AMT - TAHUAYCANI</u></b>				
<b>DESCRIPCION</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>METRADO</b>	<b>PRECIO</b>	<b>PARCIAL</b>
<b>MATERIALES</b>				
cable NYY 3x25+16+N25 mm2	M	113.77	55.97	6,367.71
cable NYY 1x16+N16 mm2	M	877.42	20.46	17,952.01
cable NYY 3x16+16+N25 mm2	M	144.7	70.97	10,269.36
cable NYY 1x16+N25 mm2	M	50.76	20.46	1,038.55
cable NLT 2x12 AWG	M	330	6.80	2,244.00
<b>MONTAJE ELECTROMECHANICO</b>				
poste metálico de 9 metros	Unid	13	1,482.00	19,266.00
poste CAC de 9/200	Unid	20	1,482.00	29,640.00
pastoral c/Luminaria vapor de sodio 250 W	Unid	44	1,600.50	70,422.00
pastoral c/Luminaria LED 50 W	Unid	2	1,230.10	2,460.00
sistema de puesta a tierra	Global	0	3,446.48	-
empalme subterráneo para BT 3M	Unidad	20	86.83	1,736.60
cámaras de paso para BT de 0.9x0.9x0.6 m	Unidad	21	1,064.60	22,356.60
pruebas eléctricas	Global	1	2,696.02	2,696.02
suministros	Unidad	10	364.65	3,646.50
			<b>TOTAL. S/</b>	<b>172,143.34</b>

- Monto Referencial del Costo sin IGV
- Presupuesto a mayo del 2023

Fuente Propia

Tabla 37.- *Metrado De Cable En SED 5616 - Distribución Secundaria AMT Tahuaycani*

<b>METRADO DE CABLE EN SED 5616</b>						
<b>CIRCUIT O</b>	<b>DESDE</b>	<b>HASTA</b>	<b>CABLE NYY 3x25+16+N 25 mm<sup>2</sup> (m)</b>	<b>CABLE NYN 3x16+1x16+N 25 mm<sup>2</sup> (m)</b>	<b>CABLE NYY 1x16+N1 6 mm<sup>2</sup> (m)</b>	<b>CABLE NYY 1x16+N2 5 mm<sup>2</sup> (m)</b>
C-1	CI-01	CI-02	13.67	----	----	----
	CI-02	CI-03	22.95	----	----	----
	CI-03	CI-04	40.65	----	----	----
	CI-04	SED 5616	13.71	----	----	----
	CI-05	CI-06	22.79	----	----	----
	CI-06	CI-07	----	----	53,15	----
	CI-07	CI-08	----	----	36,74	----
C-2	SED 5616	149223	----	----	19,7	----
	149221	149222	----	----	30,13	----
	149222	149223	----	----	33,78	----
	149223	149224	----	----	33,78	----
	149224	149225	----	----	33,78	----
	149225	149226	----	----	33,78	----
	149226	149227	----	----	33,78	----
C-3	CI-03	CD-01	----	34.3	----	----
	149140	CD-01	----	----	29,92	----
	CD-01	CD-02	----	33.9	----	----
	CD-02	CD-03	----	35.63	----	----
	CD-03	CD-04	----	40.87	----	----
	CD-04	CD-05	----	----	----	26,55
	CD-05	CI-22	----	----	----	24,21
<b>TOTAL=</b>			113,77	144,7	338.54	50.76

Fuente Propia

Tabla 38.- *Medrado De Materiales En Los Sistemas De Iluminación SED 5616 - AMT Tahuaycani*

<b>METRADO DE MATERIALES EN LOS SISTEMAS DE ILUMINACION SED 5616</b>											
<b>ESTRUCTUR A</b>	<b>Poste metálic o 9 metros (Unid)</b>	<b>Poste CAC 9/200 (Unid)</b>	<b>Luminari a vapor de sodio 250 W (Unid)</b>	<b>Cable NLT 2x12 AWG (m)</b>	<b>Pastoral de acero galvanizad o simple (Unid)</b>	<b>Abrazader a para doble pastoral (Unid)</b>	<b>Abrazader a para pastoral simple (Unid)</b>	<b>Sistema de puesta a tierra (global)</b>	<b>Porta- fusible (Unid)</b>	<b>Fusible 3A (Unid)</b>	<b>Fusible 1A (Unid)</b>
149140	----	1	1	8	1	----	2	----	1	-----	1
149141	----	1	1	8	1	----	2	----	1	-----	1
149142	----	1	1	8	1	----	2	----	1	-----	1
149143	----	1	1	8	1	----	2	----	1	-----	1
149144	----	1	1	8	1	----	2	----	1	-----	1
149145	----	1	1	8	1	----	2	----	1	-----	1
149146	----	1	1	8	1	----	2	----	1	-----	1
149182	----	1	1	8	1	----	2	----	1	-----	1
149183	----	1	1	8	1	----	2	----	1	-----	1
149184	----	1	1	8	1	----	2	----	1	-----	1
149185	----	1	1	8	1	----	2	----	1	-----	1

**METRADO DE MATERIALES EN LOS SISTEMAS DE ILUMINACION SED 5616**

<b>ESTRUCTUR A</b>	<b>Poste metálic o 9 metros (Unid)</b>	<b>Poste CAC 9/200 (Unid)</b>	<b>Luminari a vapor de sodio 250 W (Unid)</b>	<b>Cable NLT 2x12 AWG (m)</b>	<b>Pastoral de acero galvanizad o simple (Unid)</b>	<b>Abrazader a para doble pastoral (Unid)</b>	<b>Abrazader a para pastoral simple (Unid)</b>	<b>Sistema de puesta a tierra (global)</b>	<b>Porta- fusible (Unid)</b>	<b>Fusible 3A (Unid)</b>	<b>Fusible 1A (Unid)</b>
<b>149186</b>	-----	1	1	8	1	-----	2	-----	1	-----	1
<b>149187</b>	-----	1	1	8	1	-----	2	-----	1	-----	1
<b>149221</b>	1	-----	2	16	2	2	-----	-----	1	1	-----
<b>149222</b>	1	-----	2	16	2	2	-----	-----	1	1	-----
<b>149223</b>	1	-----	2	16	2	2	-----	-----	1	1	-----
<b>149224</b>	1	-----	2	16	2	2	-----	-----	1	1	-----
<b>149225</b>	1	-----	2	16	2	2	-----	-----	1	1	-----
<b>149226</b>	1	-----	2	16	2	2	-----	-----	1	1	-----
<b>149227</b>	1	-----	2	16	2	2	-----	-----	1	1	-----
<b>TOTAL=</b>	<b>7</b>	<b>13</b>	<b>27</b>	<b>216</b>	<b>27</b>	<b>14</b>	<b>26</b>	<b>0</b>	<b>20</b>	<b>7</b>	<b>13</b>

Fuente Propia

Tabla 39.- *Metrado De Cable En SED 1262 - Distribución Secundaria AMT Tahuaycani*

<b>METRADO DE CABLE EN SED 1262</b>					
<b>CIRCUITO</b>	<b>DESDE</b>	<b>HASTA</b>	<b>CAAI- 3X16+N16 mm2</b>	<b>CABLE NYN 3x16+1x16+N25 mm2 (m)</b>	<b>CABLE NYN 1x16+N16 mm2 (m)</b>
C-1	SED 1262	CI-11	----	----	45,18
	CI-11	CI-10	----	----	23,16
	CI-10	CI-09	----	----	38,33
	CI-9	R2	----	----	45,67
C-2	SED 1262	CI-11	----	----	45,18
	CI-11	149230	----	----	26,70
	149228	149229	----	----	41,8
	149229	149230	----	----	33,56
	149230	149231	----	----	33,56
	149231	149232	----	----	33,56
C-3	SED 1262	CI-11	----	----	45,18
	CI-11	CI-12	----	----	10,35
	CI-12	CI-13	----	----	21,01
	CI-13	CI-14	----	----	26,12
	CI-14	CI-15	----	----	10,21
	CI-15	149193	----	----	21,8
	CI-15	Reflectores	----	----	37,17
	SED 1262	150887	76,3		
<b>TOTAL=</b>			76,3	0	538,54

Fuente Propia

Tabla 40.- *Medrado De Materiales En Los Sistemas De Iluminación SED 1262 - Distribución Secundaria AMT Tahuaycani*

<b>METRADO DE MATERIALES EN LOS SISTEMAS DE ILUMINACION SE 1262</b>												
<b>ESTRUCTUR A</b>	<b>Poste metálic o 9 metros (Unid)</b>	<b>Poste CAC 9/200 (Unid)</b>	<b>Luminari a vapor de sodio 250 W (Unid)</b>	<b>Cable NLT 2x12 AWG (m)</b>	<b>Pastoral de acero galvanizad o simple (Unid)</b>	<b>Abrazader a para doble pastoral (Unid)</b>	<b>Abrazader a para pastoral simple (Unid)</b>	<b>Sistem a de puesta a tierra (global )</b>	<b>Porta - fusibl e (Unid )</b>	<b>Fusibl e 3A (Unid)</b>	<b>Fusibl e 1A (Unid)</b>	<b>Luminari a tipo led 50 W</b>
149188	----	1	1	8	1	----	2	----	1	-----	1	-----
149189	----	1	1	8	1	----	2	----	1	-----	1	-----
149190	----	1	1	8	1	----	2	----	1	-----	1	-----
149191	----	1	1	8	1	----	2	----	1	-----	1	-----
149192	----	1	1	8	1	----	2	----	1	-----	1	-----
149193	1	-----	-----	16	2	2	----	----	1	1	-----	2
150887	----	1	1	8	1	-----	2	----	1	-----	1	-----
150886	----	1	1	8	1	-----	2	----	1	-----	1	-----
149228	1	-----	2	16	2	2	----	-----	1	1	-----	-----
149229	1	-----	2	16	2	2	----	-----	1	1	-----	-----
149230	1	-----	2	16	2	2	----	-----	1	1	-----	-----

<b>METRADO DE MATERIALES EN LOS SISTEMAS DE ILUMINACION SE 1262</b>												
<b>ESTRUCTURA</b>	<b>Poste metálico 9 metros (Unid)</b>	<b>Poste CAC 9/200 (Unid)</b>	<b>Luminaria a vapor de sodio 250 W (Unid)</b>	<b>Cable NLT 2x12 AWG (m)</b>	<b>Pastoral de acero galvanizado o simple (Unid)</b>	<b>Abrazadera para doble pastoral (Unid)</b>	<b>Abrazadera para pastoral simple (Unid)</b>	<b>Sistema de puesta a tierra (global)</b>	<b>Porta-fusible (Unid)</b>	<b>Fusible 3A (Unid)</b>	<b>Fusible 1A (Unid)</b>	<b>Luminaria a tipo led 50 W</b>
<b>149231</b>	1	-----	2	16	2	2	-----	-----	1	1	-----	-----
<b>149232</b>	1	-----	2	16	2	2	-----	-----	1	1	-----	-----
<b>TOTAL=</b>	6	7	17	152	19	12	14	0	13	6	7	2

Fuente Propia

Tabla 41.- Medrado y Presupuesto de Acometida a Backus en 33 KV

Descripción	Unid.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Obras eléctricas alta tensión 33 kV - acometida Backus</b>				<b>S/. 719,383.64</b>
<b>Instalaciones</b>				<b>S/. 715,980.57</b>
Instalación de sistema de protección - recloser 36 kV	Unid	1.00	S/. 133,926.91	S/. 133,926.91
Instalación de conductor de cobre n2xsy de 185 mm2	m	2,010.00	S/. 283.63	S/. 570,096.30
Ejecución de terminaciones para conductor de cobre 185 mm2	kit	2.00	S/. 3,167.90	S/. 6,335.80
Instalación de aislador compuesto de suspensión 36 kV	Unid	3.00	S/. 734.18	S/. 2,202.54
Instalación de sistema de puesta a tierra de 36 kV	Unid	2.00	S/. 1,709.51	S/. 3,419.02
<b>Obras civiles Backus</b>				<b>S/. 2,813.95</b>
Instalación de tubos PVC 4"x6m SAP	Unid	6.00	S/. 53.85	S/. 323.10
Apertura y cierre de zanjas para electroductos	m3	6.40	S/. 105.21	S/. 673.34
Cámara de paso	cjto	1.00	S/. 1,817.51	S/. 1,817.51
<b>Armados</b>				<b>S/. 589.12</b>
Armado de acero galvanizado	Unid	1.00	S/. 589.12	S/. 589.12
<b>COSTO DIRECTO</b>				<b>S/. 719,383.64</b>

- Monto Referencial del Costo sin IGV
- Presupuesto a mayo del 2023

Fuente Propia

## 5.2. Listado de Insumos de Presupuesto

Tabla 42.- Listado de Insumos de Proyecto

Recurso	Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	.h-h	4.66	22.94	106.90
Operario	.h-h	2164.36	22.94	49650.42
Peón	.h-h	693.39	16.7	11579.61
Operador de equipo	.h-h	1.08	22.94	24.78
Oficial	.h-h	2023.87	15.34	31046.17
				<b>92407.87</b>

Recurso	Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Acero corrugado fy = 4200 kg/cm2 grado 60 de 3/8"	kg	199.5	3.16	630.42
Piedra chancada 1"	m3	6	55	330.00
Piedra grande 10"	m3	3.6	70	252.00
Arena fina	m3	6	40	240.00
Arena gruesa	m3	6	40	240.00
Hormigón	m3	2.2	55	121.00
Cemento portland tipo IP (42.5 kg)	bol	32	23	736.00
Cemento portland tipo IP (42.5 kg)	bol	12	23	276.00
Tubería PVC 4"x6m	Unid	18.5	35	647.50
Pintura base acrílica	gal	262.04	65	17032.60
Cable de guarda 120 mm2	m	70	80	5600.00
Conductor de cobre n2xsy 33kv 185 mm2 unipolar	m	2010	255	512550.00
Alambre de ahogo. N°16	kg	5.7	5	28.50
Terminación para cable n2xsy 185 mm2	Unid	4	2,750.00	11000.00
Conductor de cobre desnudo 70mm2	m	411.95	25	10298.75
Kit de puesta a tierra	Unid	11	300	3300.00
Aislador compuesto de suspensión 36 kV	Unid	9	105	945.00
Perno tipo ojo de 5/8" x 12" con tuerca y volanda	Unid	90	15	1350.00
Grapa de anclaje para cable 240 mm2	Unid	54	72	3888.00
Armado tipo psve-3 y kit de accesorios	Unid	4	500	2000.00
Armado tipo pa1ve-3 y kit de accesorios	Unid	4	800	3200.00
Terminación para exterior para cable n2xsy 15 kV 120 mm2 unipolar (kit para tres fases)	kit	2	3,920.00	7840.00
Poste CAC14/400	Unid	5	1,500.00	7500.00
Poste CAC 15/600	Unid	1	1,600.00	1600.00
Poste CAC 13/400	Unid	1	1,200.00	1200.00
Conductor de aluminio AAAC 120 mm2	m	390	11	4290.00
Conductor de aluminio AAAC 135 mm2	m	153	9	1377.00
Aislador compuesto de suspensión 15 kV polimérico	Unid	21	300	6300.00
Kit de empalme en terna trifásica 120mm2	kit	1	45	45.00
Kit de empalme subterráneo para BT 3m	kit	14	35	490.00

Recurso	Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Abrazadera para pastoral de fierro galvanizado	Unid	1	35	35.00
Fusibles eléctricos	Unid	1	12	12.00
Porta fusible para poste de concreto	Unid	1	28	28.00
Cable vulcanizado tipo NLT	m	0	5.5	0.00
Luminaria con equipo y lámpara de 250 w	Unid	1	1,450.00	1450.00
Pastoral de F°G° 38x500x	Unid	1	105	105.00
Luminaria completa con equipo para lámpara de 400w halogenuro de mercurio	Unid	1	2,400.00	2400.00
Tapa para caja de paso PVC SAP de 1 1/2"	Unid	15	3.5	52.50
Cinta aislante 3/4" x 20m	Unid	15	6.5	97.50
Caja fierro galvanizado porta medidor	Unid	15	150	2250.00
Tubo PVC SAP e/c para instalaciones eléctricas 1 1/2"x3m	pza.	90	25	2250.00
Curva PVC SAP para instalaciones eléctricas 1 1/2" x 3m	pza.	15	7.2	108.00
Conductor subterráneo nyy-3x25+1x16+n25 mm2	m	309	21	6489.00
Conductor subterráneo nyy1-1x16+n16 mm2	m	215	16.7	3590.50
Poste CAC 9/300	Unid	1	1,500.00	1500.00
Alambre negro recocido # 16	kg	0.7	4.5	3.15
Alambre negro recocido # 8	kg	0.7	4.5	3.15
Tapa de concreto armado para cámara de paso	Unid	1	280	280.00
Ducto de PVC-SAP 2" x 6m	Unid	58	46	2668.00
Aislador compuesto tipo pin 15 KV polimérico	Unid	15	300	4500.00
Estructura para seccionadores	Unid	1	1,700.00	1700.00
Sistema de protección auto recloser ovr-38 12.5 kV	Unid	1	135,000.00	135000.00
Crucetas de acero galvanizado 2.20 m	Unid	1	250	250.00
Perno maquinado con tuerca 5 pulg.	m	1.5	25	37.50
Estructura metálica tubular de anclaje x 25m	Unid	1	110,000.00	110000.00
Brazo riostra acero galvanizado 90 cm	Unid	2	130	260.00
Disco de corte	Unid	0.07	30	2.10

Recurso	Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Rejilla metálica 0.4mx3m	m	20.75	160	3320.00
Llave termo magnética trifásica	Unid	20	500	10000.00
				<b>893699.17</b>
Herramientas manuales	%mo			26361.80
Auto hormiguera	.h-m	2	110	220.00
Camión grúa	.h-m	77.19	220	16981.80
Telurometro	.h-m	24	150	3600.00
Megometro	.h-m	24	170	4080.00
				<b>51243.60</b>
<b>PRECIO DE LISTADO DE INSUMOS TOTAL</b>				<b>1,037,350.64</b>

- Monto Referencial del Costo sin IGV
- Presupuesto a mayo del 2023

Fuente Propia

## CONCLUSIONES

1. Se ha realizado el replanteo de las redes eléctricas de Alimentador Huayco y Tahuaycani, para el nivel de distribución Primaria en 10 kV, obteniendo un sistema eléctrico con Estabilidad y continuidad del Servicio Eléctrico.
2. En el Nivel de subtransmisión en 33 kV, con los datos dados por Sociedad Eléctrica del Sur Oeste S.A., se ha realizado el diseño subterráneo de las redes eléctricas, así mismo el conductor eléctrico para la empresa Backus.
3. Se ha realizado el cálculo y dimensionamiento de los equipos Eléctricos de Protección en distribución Primaria para las Celdas Eléctricas y en Subtransmisión en la selección del Reconector Automático (Recloser)
4. Se ha diseñado las dimensiones de las cámaras eléctricas para el paso del conductor eléctrico y dimensiones de las subestaciones eléctricas para albergar las celdas eléctricas y los transformadores con el fin de evitar accidentes Eléctricos.
5. El costo de la inversión en un sistema subterráneo es mucho mayor en relación a la instalación de forma aérea, por el sistema de protecciones que ejercen en la misma instalación subterránea y la confiabilidad del sistema, Así mismo, El proyecto beneficiará a los usuarios brindando una estabilidad de servicio, así mismo se incrementará la potencia de los transformadores para conexión de nuevos usuarios.

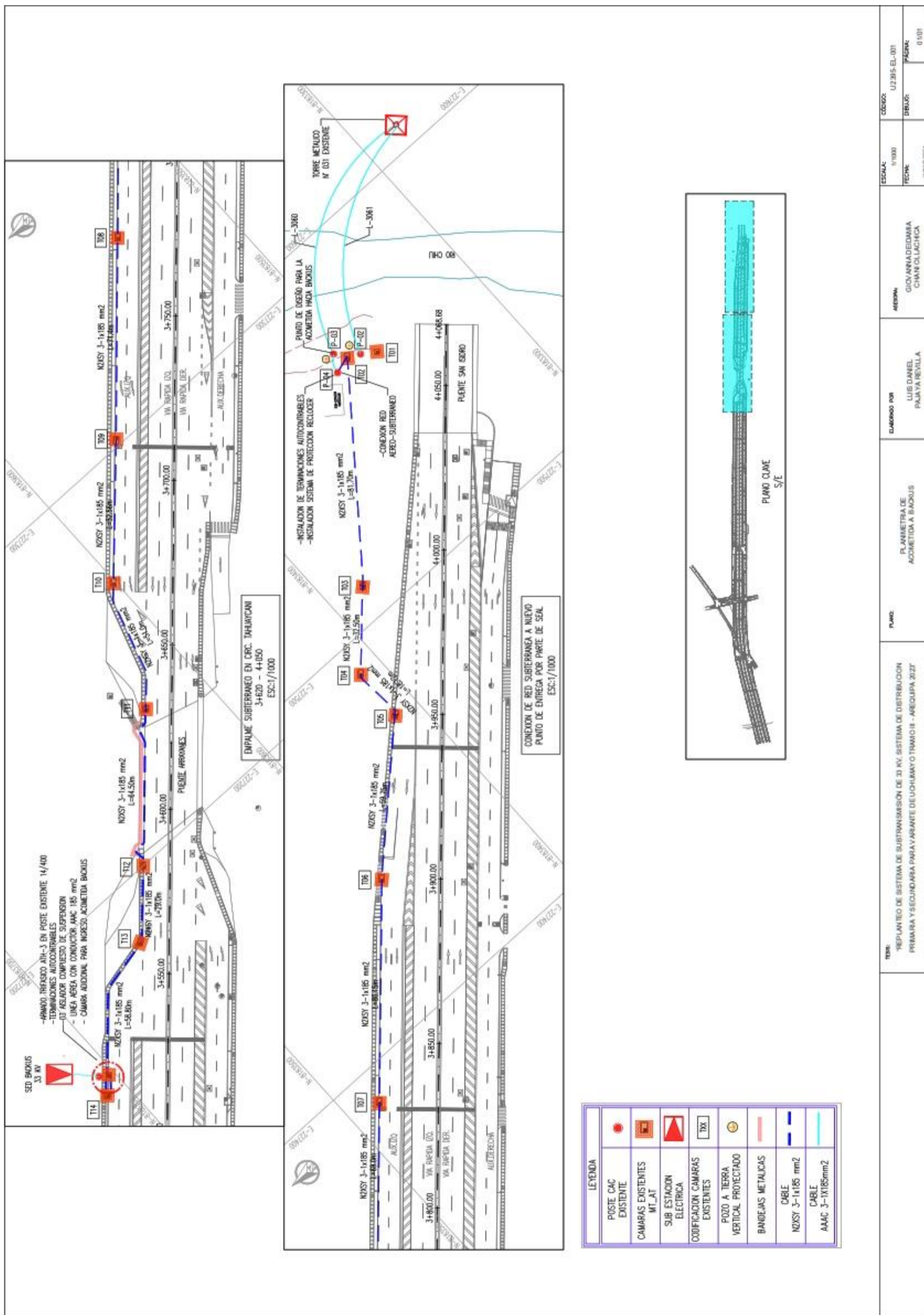
## RECOMENDACIONES

1. Evitar realizar variaciones en la secuencia de la red eléctrica, en la zona aledaña existe empresas que usan diferentes motores trifásicos y/o molinos industriales, si se realiza alguna modificación se debe realizar la medición de la secuencia antes de aperturar el sistema, con el fin de eliminar posibles daños a terceros.
2. Realizar el mantenimiento preventivo cada seis meses, con el fin de salvaguardar los equipos de las subestaciones, ya que están propensos a la contaminación y agentes naturales (polvo, tierra, agua, etc.).
3. El sistema en el parque industrial debe estar conectado en estrella delta, a fin de que elimine los armónicos generados en la red del sistema.
4. Balancear la carga en los tableros eléctricos de cada subestación, a fin de salvaguardar las protecciones eléctricas, los transformadores, los cables etc., ya que si se satura el sistema produce una apertura de sistema.
5. Realizar el aterramiento de las celdas de media tensión a fin de salvaguardar al personal que se encuentra operando dicha subestación, ya que las empresas que se encuentren en dicha red pueden activar sus generadores eléctricos.

## REFERENCIAS

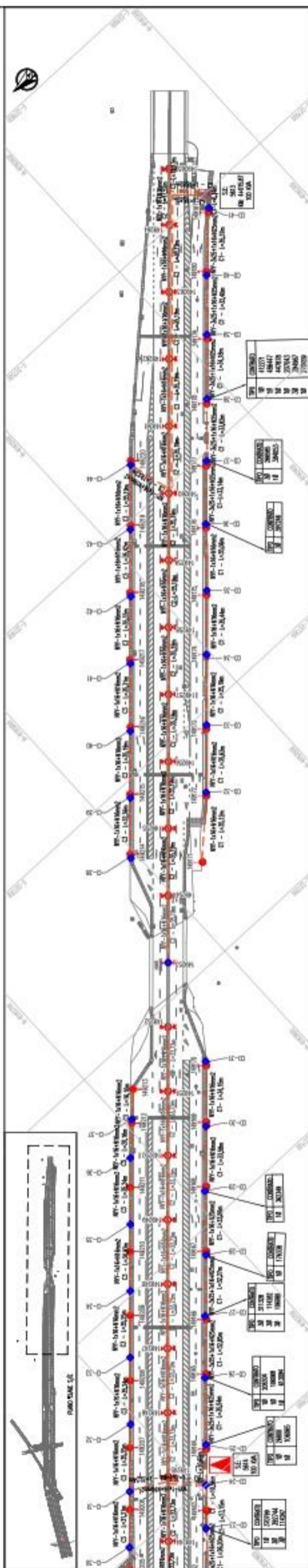
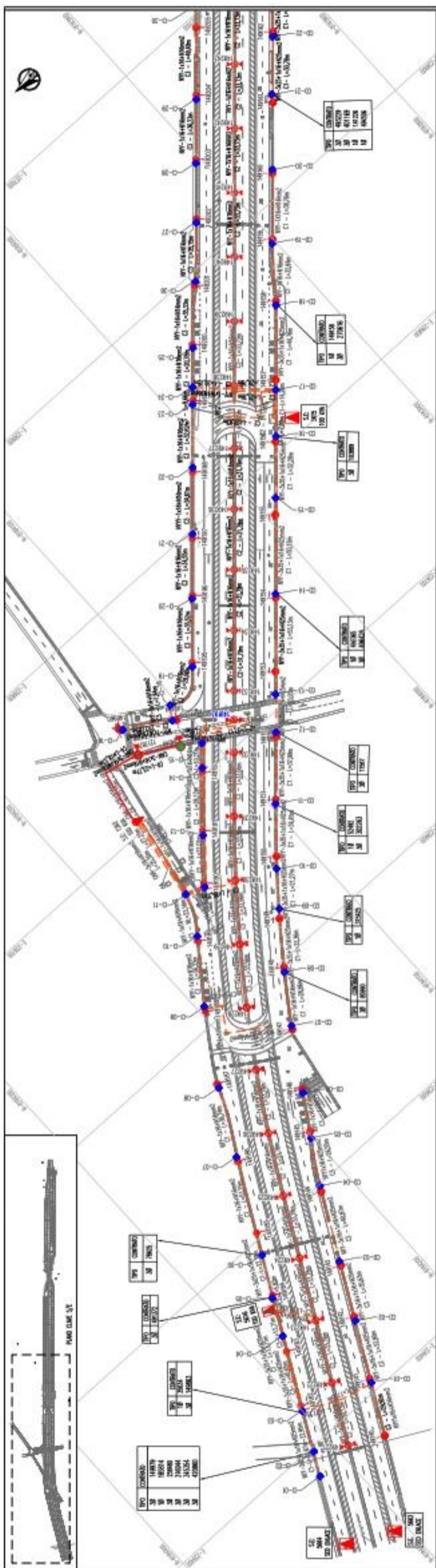
- Código nacional de electricidad de utilización – Perú
- Ley de concesiones eléctricas OSINERGMIN
- Redes de distribución de energía Samuel Ramírez Castaño
- Líneas de transporte de energía, Luis María Checa, Año 1988.
- Instalaciones de distribución, Toledano Gasca, José Carlos, Sanz Serrano, José Luis; año 2013.
- Instalaciones de distribución, Rodríguez Fernández, Julián; Año 2020.
- Sistemas de energía eléctrica, Barrero González, Fermín; Año 2004.
- Proyectos para el desarrollo de instalaciones eléctricas de distribución, José Luis Sanz Serrano, José Carlos Toledano Gasca; Año 2000.
- Sistemas eléctricos de distribución, Juan Antonio Yebra Morón; Año 2021
- Santacruz, E. (2018). Despliegue óptimo de redes de distribución eléctricas soterradas usando métodos meta heurísticos y simulación. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/15076/4/UPS-KT01468%20.pdf>
- Turner, S. (2017). Soterrad eléctrico en el centro histórico de Santiago de Cuba. Redalyc. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/1813/181320170009.pdf>
- Inga, R. (2019). Remodelación del sub sistema de distribución primaria en 10kv, para mejorar la calidad de energía en la Troncal A4003 del distrito San Juan Bautista de la región Ayacucho. Obtenido de: [https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/6956/4/IV\\_FIN\\_109\\_TSP\\_I nga\\_Lopez\\_2019.pdf](https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/6956/4/IV_FIN_109_TSP_I nga_Lopez_2019.pdf)

- Munarriz , Ezequiel . Línea De Transmisión En 22,9 kV. Se Pallasca – SE Comarsa (Pregrado). Lima, Universidad Nacional de Ingeniería. Perú : s.n., 2008.
- Holguin, Marcos y Gómez, David. Análisis De Calidad De Energía Eléctrica En El Nuevo Campus De La Universidad Politécnica Salesiana (Pregrado). Ecuador : s.n., 2010.
- Sector Electricidad. Artículos Técnicos. Introducción a las líneas de transmisión de energía eléctrica. [En línea] 17 de mayo de 2015.  
<http://www.sectorelectricidad.com/12443/introduccion-a-las-lineas-de-transmision-deenergia-electrica/>.
- MEM. Dirección General De Electricidad. Bases Para El Diseño De Líneas Y Redes Primarias Para Electrificación Rural. Setiembre de 2015.
- Transmisión eléctrica. [En línea] febrero de 2008.  
<http://files.pucp.edu.pe/departamento/economia/LDE-2008-02-07.pdf>.
- Ministerio de la Producción. Decreto Supremo que Aprueba el Reglamento Técnico Sobre Conductores Eléctricos de Cobre de Baja Tensión de Uso en Edificaciones Domiciliarias, Comerciales y Usos Similares, Pub. L. No. 013-2016- PRODUCE (2016).
- OSINERMIN. (2021). Pliego Tarifario Máximo del Servicio Público de Electricidad.  
<https://www.osinergmin.gob.pe/Tarifas/Electricidad/PliegoTarifario.aspx?Id=40000>
- Norma IEC. Coordinación De Aislamiento. [En línea] 2011.  
[file:///C:/Users/GARAY/Downloads/NORMA\\_CEI\\_INTERNACIONAL\\_IEC\\_60071-1%20\(3\).pdf](file:///C:/Users/GARAY/Downloads/NORMA_CEI_INTERNACIONAL_IEC_60071-1%20(3).pdf).





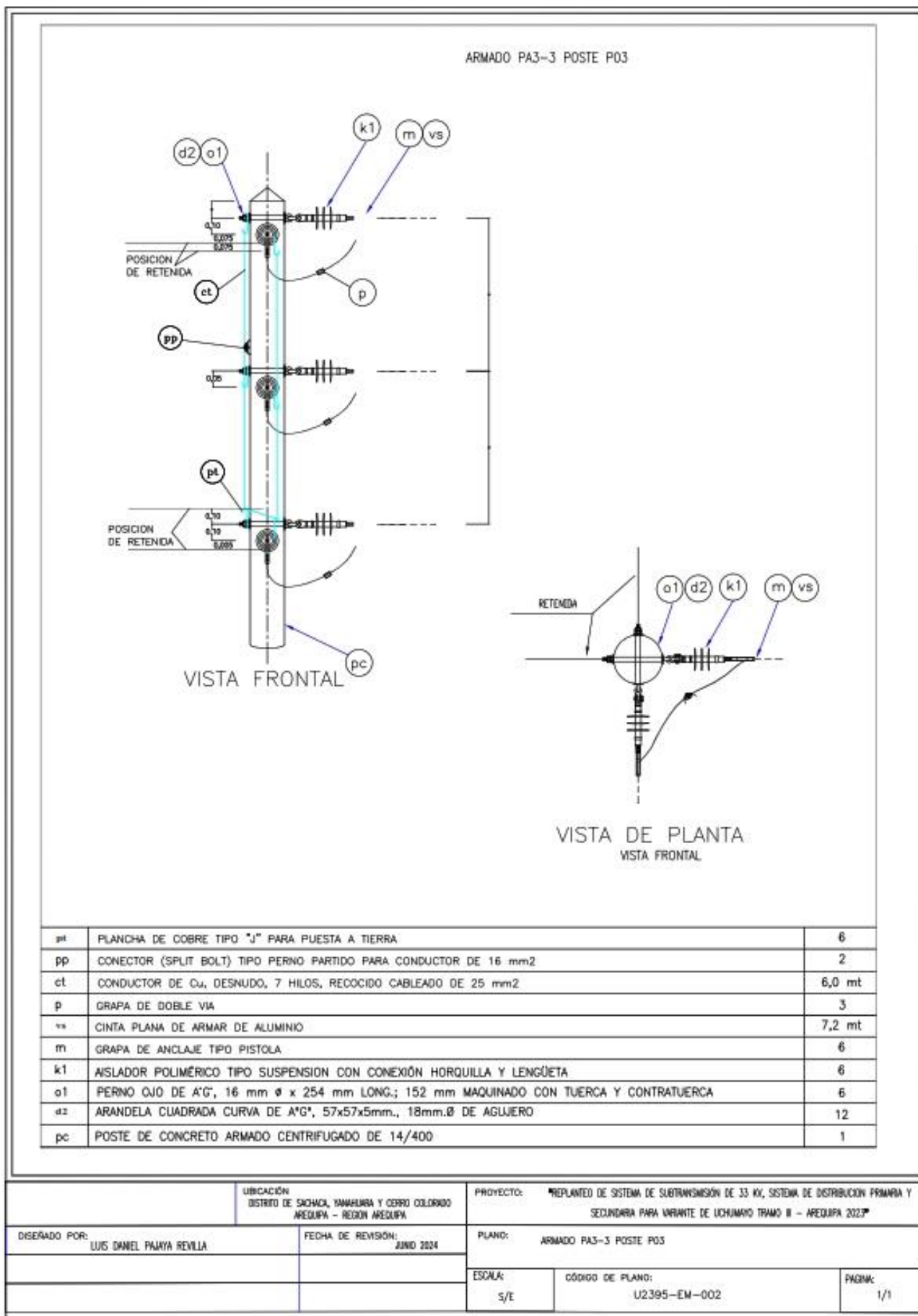




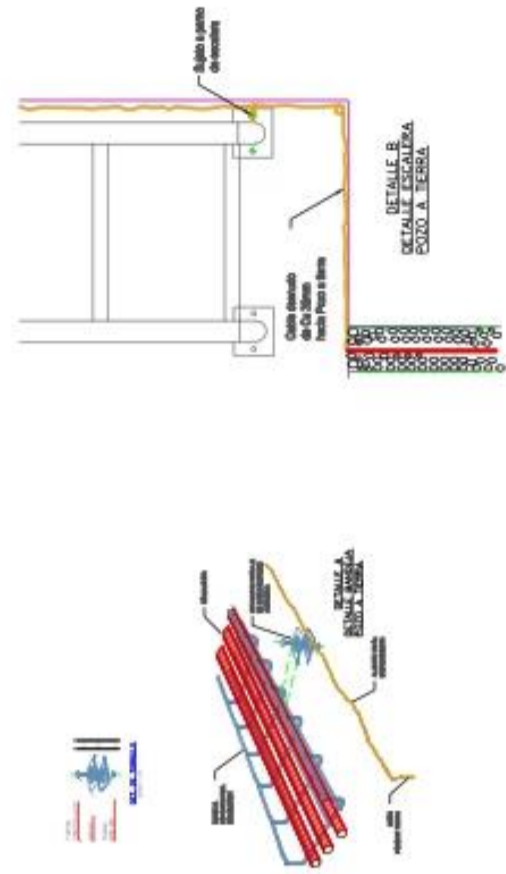
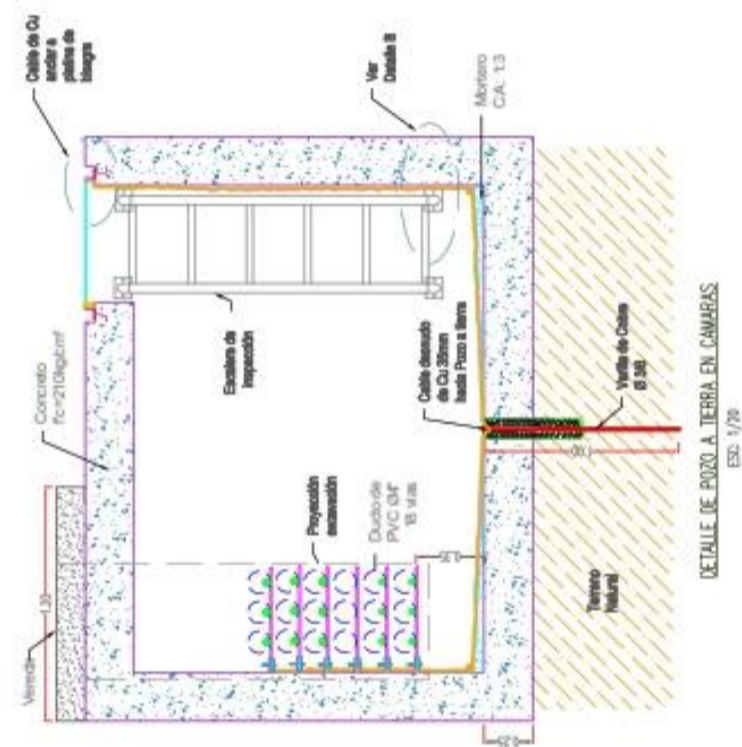
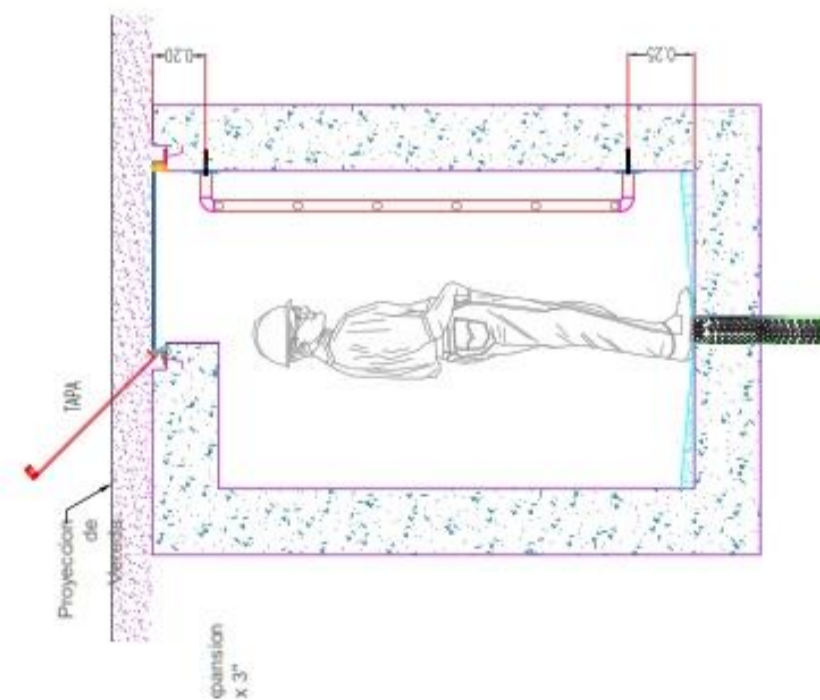
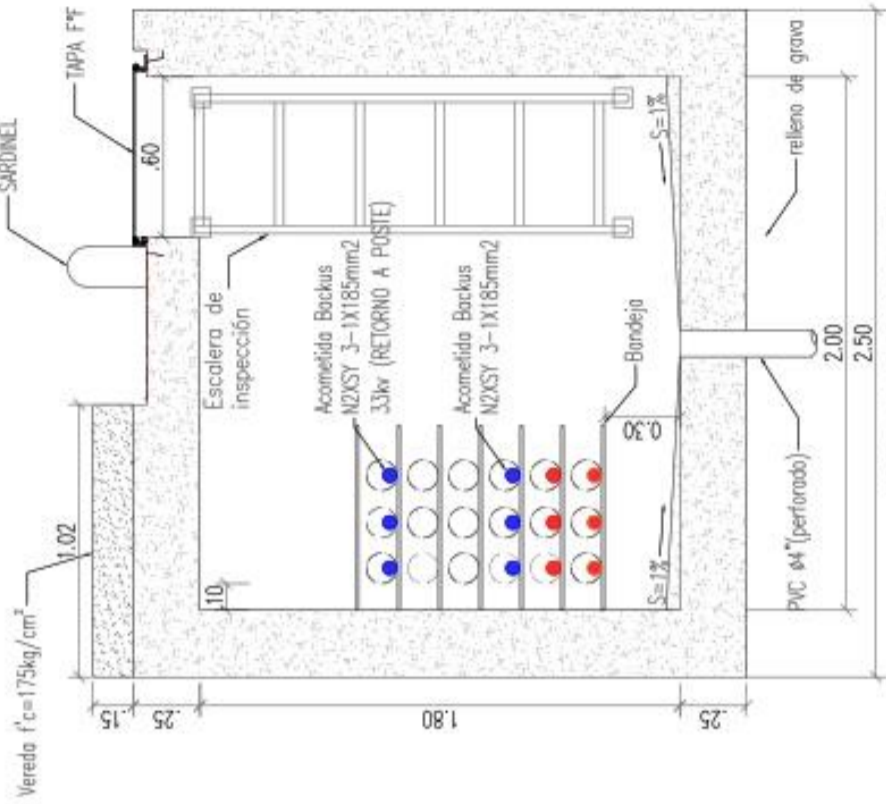
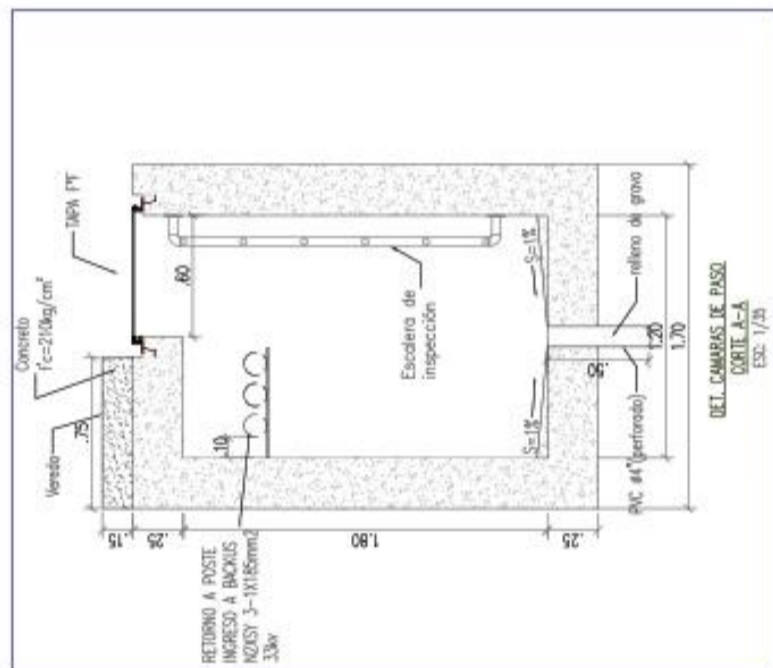
PLANIMETRÍA OBLICA TENSION (VARIANTE TRAMO II)

OPERA:	MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA VARIANTE DE UCHIMAYO, ENTRE EL PUENTE SANTIBORJO Y LA VÍA DE ENLACE DE LOS PUENTES SAN JUAN Y CERRO COLORADO, PROVINCIA DE AREQUIPA-REGION AREQUIPA	PLANO:	PLANIMETRÍA GENERAL DE BAJA TENSION TRAMO II	ELABORADO POR:	LUIS DANIEL PANVA RENDIL	ESCALA:	MECADA TECN:	FECHA:	ABRIL 2024	CODIGO:	BT-11 DRUD: PASNA: 01161
--------	--	--------	--	----------------	--------------------------	---------	-----------------	--------	------------	---------	-----------------------------------



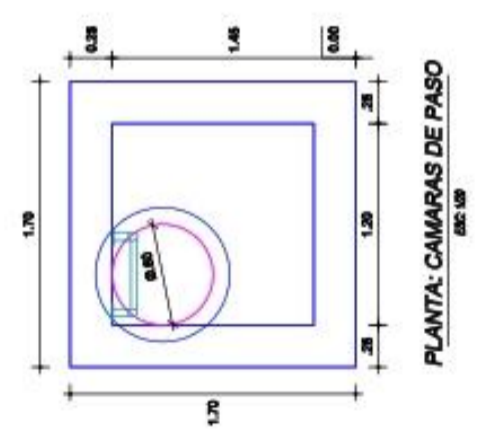
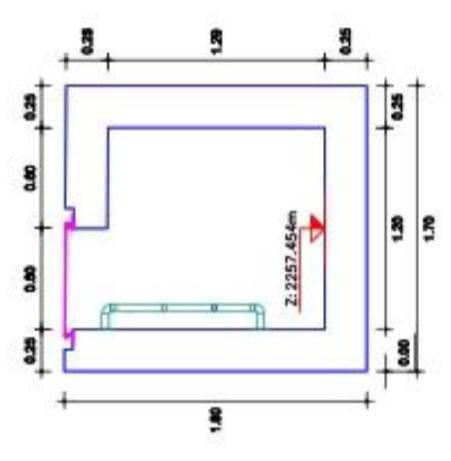
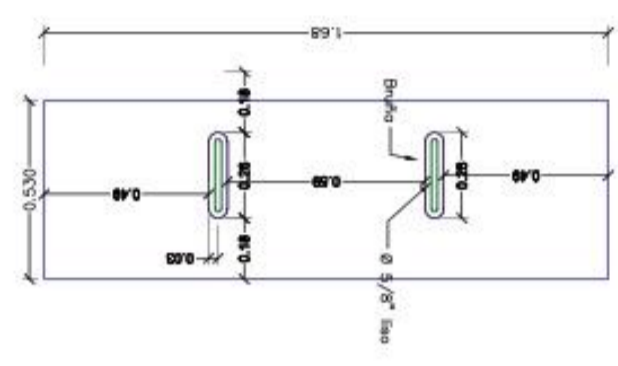
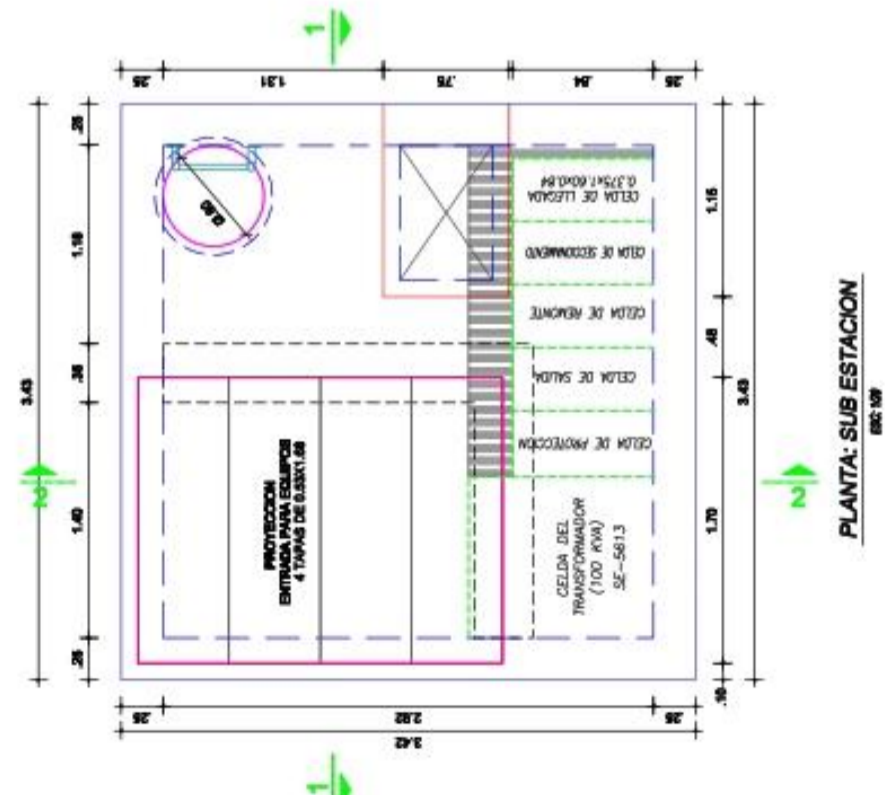
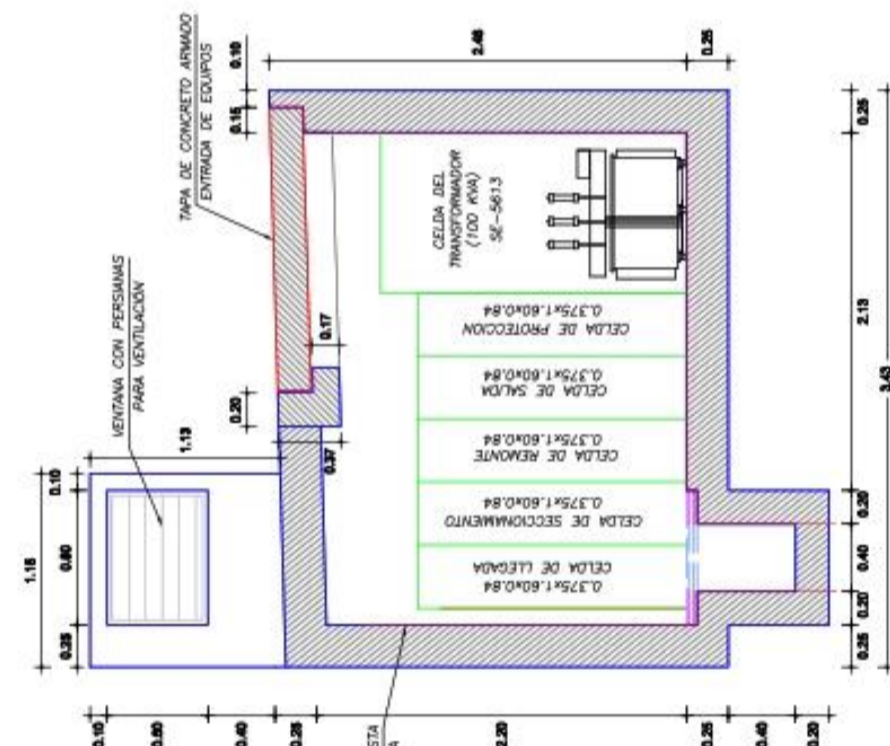
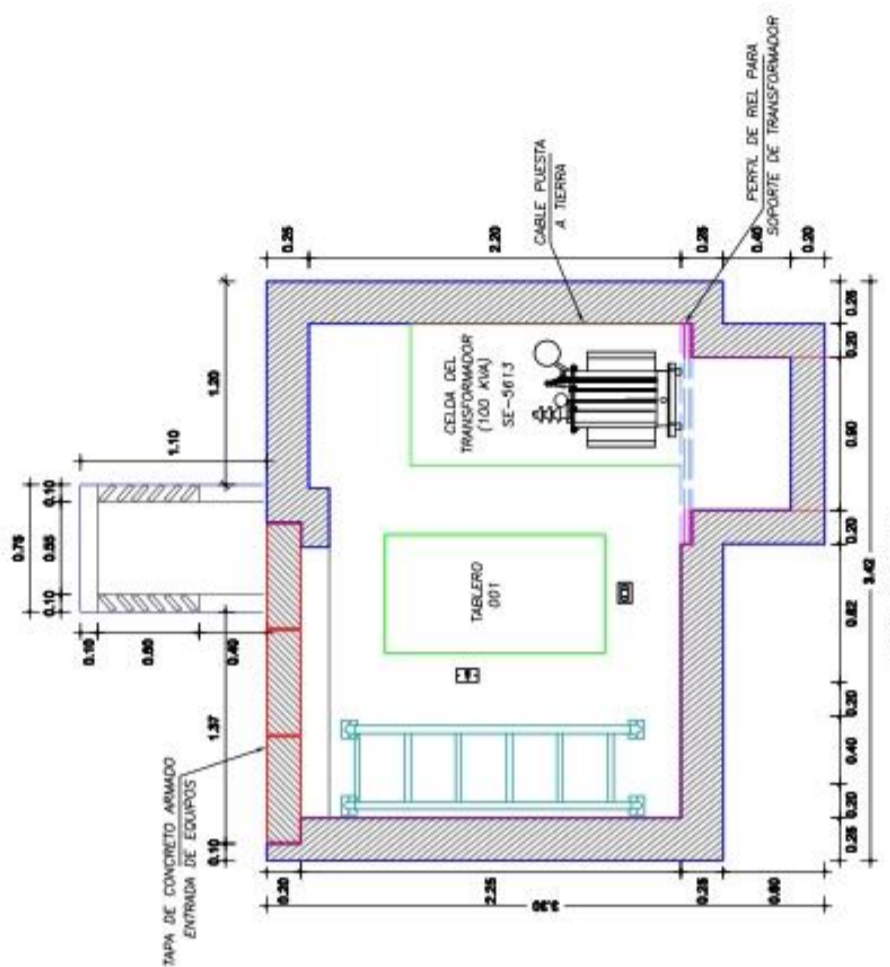






<p>OPERA: "RE PLANTEO DE SISTEMA DE SUBTRANSMISIÓN DE 33 KV. SIS. TEMA DE DISTRIBUCIÓN PRIMARIA Y SECUNDARIA PARA VARIANTE DE UCHUMAYO TRAMO II - AREQUIPA 2021"</p>	<p>PLANO: CORTE EN CAMARA DE PASO NUEVA T-14 PARA TIENDIDO PROYECTADO ACOMETIDA BACKUS</p>	<p>ELABORADO POR: LUIS DANIEL PALATA REVILLA</p>	<p>ACCION: GIOVANNIA DEDAMIA CHANI OLLACHICA</p>	<p>ESCALA: 1/35 FECHA: JUNIO 2024</p>	<p>CODIGO: U2395-OC-002 DIBUJO: PAGINA: 01/01</p>
--	--	--	--	---	---





AS BUILT

PROYECTO:	MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA VARIANTE DE UCHAMAYO, ENTRE EL PUENTE SAN ISIDRO Y LA VIA DE EVITAMERCO, DISTRITO SACHA, YANAHUASO Y CENRO COLONADO, PROVINCIA DE AREQUIPA-REGION AREQUIPA	PROYECTO:	CAMARA DE SUBESTACION ELECTRICA SAN ISIDRO KM 4+15.87 DETALLE DE CAMARA	ESCALA:	INDICADA	FECHA:	ABRIL 2024	PROYECTISTA:	LUIS DANIEL PAJAYA REVILLA	PROYECTISTA:	MIT-018	PROYECTISTA:	01/01
-----------	---	-----------	---	---------	----------	--------	------------	--------------	----------------------------	--------------	---------	--------------	-------

## Características de Celdas Eléctricas

CARACTERISTICAS DE CELDAS DE MEDIA TENSION

Tabla de Datos Técnicos - Celda de Remonte GAM2


ITEM	DESCRIPCIÓN	UNID.	SOLICITADO	PROVEEDOR
<b>1,00</b>	<b>CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA SE</b>			
1,01	Función		Celda de Remonte	
1,02	Unifilar			
1,03	Tensión Nominal de operación	kV	10,5	
1,04	Altura de instalación	msnm	2500	
1,05	Frecuencia nominal		60 HZ	
<b>2,00</b>	<b>DATOS GENERALES DEL EQUIPO</b>			
2,01	Nombre de la gama		Por proveedor	
2,02	Modelo (designación de fábrica)		Por proveedor	
2,03	Norma de construcción y ensayo		IEC 62271-200	
2,04	Tipo de tecnología de aislamiento		AIS	
2,05	Categoría de Continuidad de Servicio (según IEC 62271- 200)		LSC2A	
2,06	Clasificación de Partición (según IEC 62271-200)		PI	
2,07	Clasificación Arco interno (según IEC 62271-200)		IAC - AFL	
2,08	Instalación		Interior	
2,09	Acceso		Frontal	
2,10	Construcción modular		Si / Extensible por ambos lados	
2,11	Vida útil de funcionamiento esperada	Años	30	
2,12	Capacidad de resistencia sísmica	g	0,5	
<b>3,00</b>	<b>DATOS NOMINALES Y CARACTERÍSTICAS</b>			
3,01	Tensión nominal del equipo	kV	24	
3,02	Tensión de servicio del equipo	kV	10 / 22,9	
3,03	Frecuencia de la red	Hz	60	
3,04	Corriente nominal de barras principales	A	630	
3,05	Corriente de cortocircuito (Icc)	kA	20	
3,06	Duración del cortocircuito	seg.	1	
3,07	Grado de protección mecánica		IP 3X	
3,08	Tensiones de prueba			
	- De impulso BIL (onda 1,2/50 mseg.)	kVp	125	
	- A frecuencia industrial (1 min.)	kVef	50	
3,09	Barras principales			
	- Material		Cu	
3,10	Dimensiones del conjunto			
	- Ancho (máximo)	mm	≤375	
	- Profundidad (máxima)	mm	≤940	
	- Altura (máxima)	mm	≤1800	
3,11	Señalización de presencia de tensión		Si	



Tabla de Datos Técnicos - Celda de protección IBM

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNID.	SOLICITADO	PROVEEDOR
<b>1.00</b>	<b>CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA SE</b>			
1.01	Función		Celda de protección	
1.02	Unítilar			
1.03	Tensión Nominal de operación	kV	10.5	
1.04	Altura de instalación	mm	2500	
1.05	Frecuencia nominal		60 HZ	
<b>2.00</b>	<b>DATOS GENERALES DEL EQUIPO</b>			
2.01	Nombre de la gama		Por proveedor	
2.02	Modelo (designación de fábrica)		Por proveedor	
2.03	Norma de construcción y ensayo		IEC 62271-200	
2.04	Tipo de tecnología de aislamiento		AIS	
2.05	Categoría de Continuidad de Servicio (según IEC 62271-200)		LSC2A	
2.06	Clasificación de Partición (según IEC 62271-200)		Pt	
2.07	Clasificación Arco interno (según IEC 62271-200)		IAC - AFL	
2.08	Instalación		Interior	
2.09	Acceso		Frontal	
2.10	Construcción modular		SI / Caserones por arcos	
2.11	Vida útil de funcionamiento esperada	Años	30	
2.12	Capacidad de resistencia sísmica	g	0.5	
<b>3.00</b>	<b>DATOS NOMINALES Y CARACTERÍSTICAS</b>			
3.01	Tensión nominal del equipo	kV	24	
3.02	Tensión de servicio del equipo	kV	10.5	
3.03	Frecuencia de la red	Hz	60	
3.04	Corriente nominal de barras principales	A	630	
3.05	Corriente de cortocircuito (Icc)	kA	20	
3.06	Duración del cortocircuito	seg.	1	
3.07	Grado de protección mecánica		IP 3X	
3.08	Tensión auxiliar de motorización	Vcc	24	
3.09	Tensiones de prueba			
	- De impulso BIL (onda 1,2/50 ms/seg.)	kVp	125	
	- A frecuencia industrial (1 min.)	kVef	50	
3.10	Barras principales			
	- Material		Cu	
3.11	Sistema de puesta a tierra			
	- Material		Cu	
3.12	Dimensiones del conjunto			
	- Ancho (máximo)	mm	5750	
	- Profundidad (máxima)	mm	51300	
	- Altura (máxima)	mm	52200	
3.13	Señalización de presencia de tensión		Si	
<b>4.00</b>	<b>INTERRUPTOR DE POTENCIA</b>			
4.01	Norma a la que responde el aparato ofrecido		IEC 62271-100	
4.02	Medio de extinción		SF6	
4.03	Tipo de uso		Interior	
4.04	Tipo de ejecución		Fijo	
4.05	Tipo de operación		Tripolar	
4.06	Medio de acumulación de la energía de operación		Resorte	
4.07	Tensión nominal	kV	24	
4.08	Corriente nominal	A	630	
4.09	Frecuencia nominal	Hz	60	
4.10	Corriente de corta duración admisible (Icc)	kA/1seg	20	
4.11	Tensión a frecuencia industrial (60 Hz - 1 min.)	kV	50	
4.12	Tensión resistida al impulso	kV	125	
4.13	Tensión de control	Vcc	24	
4.14	Contador de maniobras		Si	
4.15	Endurancia			
	- Mínimo número de operaciones mecánicas		Mínimo 10 000	
<b>5.00</b>	<b>SECCIONADOR</b>			
5.01	Tipo de uso		Interior	
5.02	Tipo de operación		Tripolar	
5.03	Instalación		Horizontal	
5.04	Tensión nominal	kV	24	
5.05	Corriente nominal	A	630	
5.06	Frecuencia nominal	Hz	60	
5.07	Endurancia			
	- Mínimo número de operaciones mecánicas		Mínimo 1 000	
5.08	Valor de corte y puesta a tierra plenamente visible		Requerido	
<b>6.00</b>	<b>SENSORES DE CORRIENTE</b>			
6.01	Instalación		Interior	
6.02	Frecuencia de la red	Hz	60	
6.03	Núcleo de protección			
	- Corriente en el primario	A	5 a 630	
	- Corriente en el secundario	A	5	
	- Clase de precisión		5P	
<b>7.00</b>	<b>RELE MULTIFUNCIÓN</b>			
7.01	Tensión de alimentación externa	Vcc	24	
7.02	Funciones de protección:		ANSI / IEEE / IEC	
	- 50/51		Si	
	- 50N/51N		Si	
	- 49 RMS		Si	
	- 46		Si	
7.03	Protocolo de comunicación		Ethernet	

Tabla de Datos Técnicos - Celda de Remonte GAM2


ITEM	DESCRIPCIÓN	UNID.	SOLICITADO	PROVEEDOR
1,00	<b>CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA SE</b>			
1,01	Función		Celda de Remonte	
1,02	Unifilar			
1,03	Tensión Nominal de operación	kV	10.5	
1,04	Altura de instalación	m snm	2500	
1,05	Frecuencia nominal		60 HZ	
2,00	<b>DATOS GENERALES DEL EQUIPO</b>			
2,01	Nombre de la gama		Por proveedor	
2,02	Modelo (designación de fábrica)		Por proveedor	
2,03	Norma de construcción y ensayo		IEC 62271-200	
2,04	Tipo de tecnología de aislamiento		AIS	
2,05	Categoría de Continuidad de Servicio (según IEC 62271-200)		LSC2A	
2,06	Clasificación de Partición (según IEC 62271-200)		PI	
2,07	Clasificación Arco interno (según IEC 62271-200)		IAC - AFL	
2,08	Instalación		Interior	
2,09	Acceso		Frontal	
2,10	Construcción modular		SI / CONSTRUCCIÓN POR MÓDULOS	
2,11	Vida útil de funcionamiento esperada	Años	30	
2,12	Capacidad de resistencia sísmica	g	0,5	
3,00	<b>DATOS NOMINALES Y CARACTERÍSTICAS</b>			
3,01	Tensión nominal del equipo	kV	24	
3,02	Tensión de servicio del equipo	kV	10 / 22.9	
3,03	Frecuencia de la red	Hz	60	
3,04	Corriente nominal de barras principales	A	630	
3,05	Corriente de cortocircuito (Icc)	kA	20	
3,06	Duración del cortocircuito	seg.	1	
3,07	Grado de protección mecánica		IP 3X	
3,08	Tensiones de prueba			
	- De impulso BIL (onda 1,2/50 mseg.)	kVp	125	
	- A frecuencia industrial (1 min.)	kVef	50	
3,09	Barras principales			
	- Material		Cu	
3,10	Dimensiones del conjunto			
	- Ancho (máximo)	mm	≤375	
	- Profundidad (máxima)	mm	≤940	
	- Altura (máxima)	mm	≤1600	
3,11	Señalización de presencia de tensión		SI	




Tabla de Datos Técnicos - Celda de protección con Relé M				
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNID.	SOLICITADO	PROVEEDOR
1.00	<b>CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA SE</b>			
1.01	Función:		Celda de protección con Relé	
1.02	Unifilar:			
1.03	Tensión Nominal de operación:	kV	10.5	
1.04	Altura de instalación:	mm/m	2500	
1.05	Frecuencia nominal:		60 HZ	
2.00	<b>DATOS GENERALES DEL EQUIPO</b>			
2.01	Nombre de la gama:		Por proveedor	
2.02	Modelo (designación de fábrica):		Por proveedor	
2.03	Norma de construcción y ensayo:		IEC 62271-200	
2.04	Tipo de tecnología de aislamiento:		AIS	
2.05	Categoría de Continuidad de Servicio (según IEC 62271-200):		LSC2A	
2.06	Clasificación de Partición (según IEC 62271-200):		P1	
2.07	Clasificación Arco interno (según IEC 62271-200):		IAC - AFL	
2.08	Instalación:		Interior	
2.09	Acceso:		Frontal	
2.10	Construcción modular:		Si / Extraíble por ambos lados	
2.11	Vida útil de funcionamiento esperada:	Años	30	
2.12	Capacidad de resistencia sísmica:	g	0,5	
3.00	<b>DATOS NOMINALES Y CARACTERÍSTICAS</b>			
3.01	Tensión nominal del equipo:	kV	24	
3.02	Tensión de servicio del equipo:	kV	10.5	
3.03	Frecuencia de la red:	Hz	60	
3.04	Corriente nominal de barras principales:	A	630	
3.05	Corriente de cortocircuito (Icc):	kA	20	
3.06	Duración del cortocircuito:	seg.	1	
3.07	Grado de protección mecánica:		IP 3X	
3.08	Tensión auxiliar de motorización:	Vcc	24	
3.09	Tensiones de prueba: - De impulso BIL (onda 1,2/50 mseg.) - A frecuencia industrial (1 min.)	kVp kVef	125 50	
3.10	Barras principales: - Material:		Cu	
3.11	Sistema de puesta a tierra: - Material:		Cu	
3.12	Dimensiones del conjunto: - Ancho (máximo) - Profundidad (máxima) - Altura (máxima)	mm mm mm	≤750 ≤1300 ≤2200	
3.13	Señalización de presencia de tensión:		Si	
4.00	<b>INTERRUPTOR DE POTENCIA</b>			
4.01	Norma a la que responde el aparato ofrecido:		IEC 62271-100	
4.02	Medio de extinción:		SF6	
4.03	Tipo de uso:		Interior	
4.04	Tipo de ejecución:		Fijo	
4.05	Tipo de operación:		Tripoler	
4.06	Medio de acumulación de la energía de operación:		Resorte	
4.07	Tensión nominal:	kV	24	
4.08	Corriente nominal:	A	630	
4.09	Frecuencia nominal:	Hz	60	
4.10	Corriente de corta duración admisible (Icc):	kA/1seg	20	
4.11	Tensión a frecuencia industrial (60 Hz - 1 min.):	kV	50	
4.12	Tensión resistida al impulso:	kV	125	
4.13	Tensión de control:	Vcc	24	
4.14	Contador de maniobras:		Si	
4.15	Endurancia: - Mínimo número de operaciones mecánicas:		Mínimo 10 000	
5.00	<b>SECCIONADOR</b>			
5.01	Tipo de uso:		Interior	
5.02	Tipo de operación:		Tripoler	
5.03	Instalación:		Horizontal	
5.04	Tensión nominal:	kV	24	
5.05	Corriente nominal:	A	630	
5.06	Frecuencia nominal:	Hz	60	
5.07	Endurancia: - Mínimo número de operaciones mecánicas:		Mínimo 1 000	
5.08	Visor de corte y puesta a tierra plenamente visible:		Requerido	
6.00	<b>SENSORES DE CORRIENTE</b>			
6.01	Instalación:		Interior	
6.02	Frecuencia de la red:	Hz	60	
6.03	Núcleo de protección: Corriente en el primario Corriente en el secundario Clase de precisión:	A A	5 a 630 5 5P	
7.00	<b>RELE MULTIFUNCIÓN</b>			
7.01	Tensión de alimentación externa:	Vcc	24	
7.02	Funciones de protección: - 50/5T - 50N/51N - 49 RMS - 4E		ANSI / IEEE / IEC Si Si Si Si	
7.03	Protocolo de comunicación:		Ethernet	

Tabla de Datos Técnicos - Celda de protección con seccionador fusible QM

ITEM	DESCRIPCION	UNID.	SOLICITADO	PROVEEDOR
<b>1,00</b>	<b>CARACTERISTICAS GENERALES DE LA SE</b>			
1,01	Función		Celda de protección con seccionador fusible	
1,02	Unifilar			
1,03	Tensión Nominal de operación	kV	10.5	
1,04	Altura de instalación	m/sn/m	2500	
1,05	Frecuencia nominal		60 HZ	
<b>2,00</b>	<b>DATOS GENERALES DEL EQUIPO</b>			
2,01	Nombre de la gama		Por proveedor	
2,02	Modelo (designación de fábrica)		Por proveedor	
2,03	Norma de construcción y ensayo		IEC 62271-200	
2,04	Tipo de tecnología de aislamiento		AIS	
2,05	Categoría de Continuidad de Servicio (según IEC 62271-200)		LSC2A	
2,06	Clasificación de Partición (según IEC 62271-200)		PI	
2,07	Clasificación Arco interno (según IEC 62271-200)		IAC - AFL	
2,08	Instalación		Interior	
2,09	Acceso		Frontal	
2,10	Construcción modular		Si / Extensible por ambos lados	
2,11	Vida útil de funcionamiento esperada	Años	30	
2,12	Capacidad de resistencia sísmica	g	0,5	
<b>3,00</b>	<b>DATOS NOMINALES Y CARACTERÍSTICAS</b>			
3,01	Tensión nominal del equipo	kV	24	
3,02	Tensión de servicio del equipo	kV	10.5	
3,03	Frecuencia de la red	Hz	60	
3,04	Corriente nominal de barras principales	A	630	
3,05	Corriente de cortocircuito (Icc)	kA	20	
3,06	Duración del cortocircuito	seg.	1	
3,07	Grado de protección mecánica		IP 3X	
3,08	Tensión auxiliar de motorización	Vcc	24	
3,09	Tensiones de prueba			
	- De impulso BIL (onda 1,2/50 mseg.)	kVp	125	
	- A frecuencia industrial (1 min.)	kVef	50	
3,10	Barras principales			
	- Material		Cu	
3,11	Sistema de puesta a tierra			
	- Material		Cu	
3,12	Dimensiones del conjunto			
	- Ancho (máximo)	mm	≤375	
	- Profundidad (máxima)	mm	≤940	
	- Altura (máxima)	mm	≤1600	
3,13	Señalización de presencia de tensión		Si	





## DATASHEET CELDAS DE MEDIA TENSIÓN



# 8

## Sistemas de protección y maniobras en Media Tensión

	Páginas
Celdas SM6	
Celdas de Media Tensión SM6, distribución secundaria	
uso interior hasta 36 Kv	8/2
Gama SM6, principales características	8/4
Gama SM6, descripción de funciones	8/5
Gama SM6, descripción de los aparatos de maniobra	8/8
Gama SM6, mecanismos de operación	8/10
Fusibles Fusarc CF, selección de calibres	
Fusibles Fusarc CF, características y referencias	8/12
Relé de Protección Sepam	
Sepam, series 20, 40 y 80, relés de protección MT/BT	8/16
Guía de selección, Sepam serie 20	8/17
Guía de selección, Sepam serie 40	8/18
Guía de selección, Sepam serie 80	8/19
Accesorios	8/21
Easergy, gestión de redes en Media Tensión	8/22

Celdas de protección  
y maniobras en  
Media Tensión

Celdas de Media Tensión SM6  
distribución secundaria  
uso interior hasta 36kV



**Generalidades**

La gama **SM6** esta compuesta por unidades modulares bajo envolventes metálicas del tipo compartimentadas equipadas con aparatos de corte y seccionamiento que utilizan el hexafluoruro de azufre (SF6) como elemento aislante y agente de corte en los siguientes componentes:

- seccionadores bajo carga,
- interruptores automáticos SF6, SF1 o SFset,
- contactores Rollarc 400 o 400D, y
- seccionadores de aislamiento

Las unidades **SM6** son usadas para cumplir con las funciones y requerimientos propios de la media tensión en las subestaciones transformadoras de MT / BT, en los sistemas de distribución pública y en estaciones distribuidoras de grandes consumidores, hasta 36 kV.

Las excepcionales características técnicas de la gama **SM6**, son complementadas con el desarrollo del diseño enfocado hacia el cumplimiento de las exigencias en materia de la seguridad del personal y de los bienes, y a la facilidad de instalación y explotación.

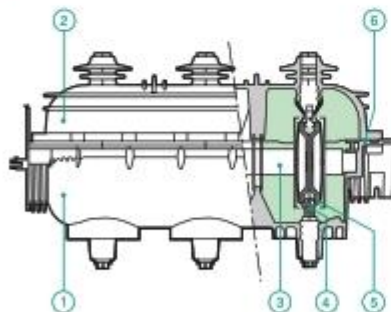
Las unidades **SM6** están concebidas para instalaciones de interior (IP2XC). Sus dimensiones reducidas son:

	SM6 24	SM6 36
Ancho	entre 375 y 750 mm	entre 375 y 750 mm
Altura	1600 mm	1600 mm
Profundidad	840 mm	840 mm

Están fabricadas para ser instaladas en salas reducidas o en subestaciones prefabricadas.

Los cables se conectan desde el frente de cada unidad. Todas las funciones de control están centralizadas sobre un panel frontal, esto simplifica la operación. Las unidades pueden ser equipadas con una amplia gama de accesorios (relés, transformadores toroidales, transformadores de medición, etc.).

- 1 Envolvente
- 2 Cubierta
- 3 Eje de accionamiento
- 4 Contacto fijo
- 5 Contacto móvil
- 6 Sello



**Normas**

Las unidades **SM6** cumplen con las siguientes recomendaciones, normas y especificaciones internacionales:

- Recomendaciones IEC 60298, 60265, 60129, 60684, 60420, 60056, 61958;
- UTE normas NFC 13.100, 13.200, 64.130, 64.160;
- EDF especificaciones HN 64-S-41, 64-S-43.

**Denominación**

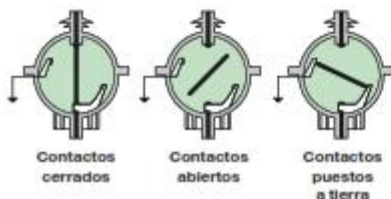
Las unidades **SM6** se identifican con un código compuesto por:

- Una identificación de la función; por ejemplo, el código del diagrama eléctrico: IM - QM - DM1 - CM - etc.,
- El valor de la corriente nominal: 630 A,
- El valor de la tensión máxima de servicio: 7,2 - 12 - 17,5 - 24 kV,
- La máxima corriente resistida de corta duración: 12,5 - 16 - 20 - 25 kA / 1s.

**Definiciones**

El siguiente listado de la gama **SM6**, corresponde a las unidades usadas en subestaciones transformadoras de MT / BT. Y estaciones de distribución industrial y/o terciaria, hasta 36 kV.

- IM, IMB: unidades equipadas con seccionador bajo carga.
- QM, QMB: unidades equipadas con seccionador bajo carga y fusible.
- DM1-A, DM1-D: unidades equipadas con interruptor automático y seccionador de aislamiento.
- CM: unidad equipada con transformadores de tensión y seccionador de aislamiento.
- GBC-A, GBC-B: unidades para medición de tensión y/o corriente.
- GAM2: unidad para la conexión de cables de entrada.
- GBM: unidad de transposición de barras.
- Otras unidades: consultar.



*Celdas de protección  
y maniobras en  
Media Tensión*

**Gama SM6**  
distribución secundaria

Tensión nominal Un.(Kv)	Celda Tipo	Alto (mm.)	Ancho (mm.)	Prof. (mm.)	Peso (kg.)
24 kv	IM, IMB	1600 <sup>(1)</sup>	375	940	120
	QM, QMB	1600 <sup>(1)</sup>	375	940	130
	DM1-A, DM1-D	1600 <sup>(1)</sup>	750	1220	400
	CM	1600 <sup>(1)</sup>	375	940	190
	GBC-A, GBC-B	1600 <sup>(1)</sup>	750	1020	290
	GBM	1100 <sup>(1)</sup>	375	940	120
	GAM2	1600 <sup>(1)</sup>	375	940	120
30	IM	2250	750	1400 <sup>(3)</sup>	310
	IMB	2250	750	1400 <sup>(3)</sup>	420
	QM, QMB	2250	750	1400 <sup>(3)</sup>	330
	DM1-A	2250	1000	1400 <sup>(3)</sup>	600
	DM1-D	2250	1000	1400 <sup>(3)</sup>	560
	CM	2250	750	1400 <sup>(3)</sup>	420
	GBC-A, GBC-B	2250	750	1400 <sup>(3)</sup>	420
	GBM	2250	750	1400 <sup>(3)</sup>	260
	GAM2	2250	760	1400 <sup>(3)</sup>	250

(1) Las alturas están dadas desde la superficie del piso.  
(2) La profundidad de estas unidades es 1615 mm. con - box B) extendido.  
(3) La profundidad de estas unidades es 1500 mm. con el box B) estándar.

Sistema de Protección y Maniobra en Media Tensión

8



**Índice de protección**

- Celdas: IP2XC
- Entre compartimientos: IP2X

**Resistencia al arco interno**

- 16 kA. .1 seg. (opcional)
- 12,5 kA. 1 seg.

**Compatibilidad electromagnética**

- Para los relés: resistencia 4 kV, según recomendación IEC 6080 1-4;
- Para los compartimientos:
  - Campo eléctrico:
    - 40 dB de atenuación en 100 MHz;
    - 20 dB de atenuación en 200 MHz;
  - Campo magnético:
    - 20 dB de atenuación por debajo de 30 MHz.

**Color de la celda**

- RAL 9002

**Temperaturas**

- Las celdas deben ser almacenadas dentro de un local seco libre del polvo, con variaciones de temperaturas ilimitadas.
- Almacenamiento: de -40 °C a +70 °C,
  - Funcionamiento: de -5 °C a +40 °C,
  - Para otras temperaturas, consúltenos.

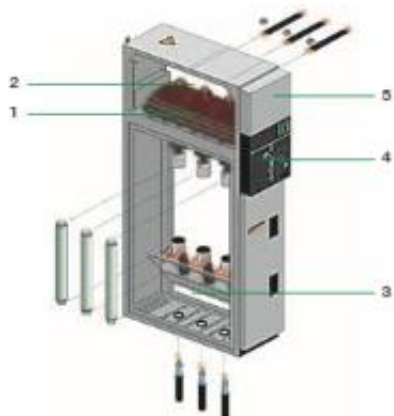
Dimensiones: CAP 12



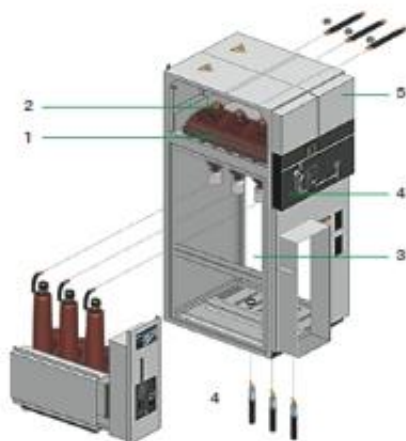
B/3

*Celdas de protección  
y maniobras en  
Media Tensión*

**Gama SM6**  
principales características



- 1 Aparatos
- 2 Barras
- 3 Conexión
- 4 Mecanismos de operación
- 5 Baja tensión



- 1 Aparatos
- 2 Barras
- 3 Conexión y equipo de maniobra
- 4 Mecanismos de operación
- 5 Baja tensión

**Características eléctricas principales**

Los valores indicados son válidos para una temperatura ambiente de -5 °C a +40 °C, y para una altura de instalación hasta los 1000 metros.

Tensión asignada (kV)	7,2	12	17,5	24	36
<b>Nivel de aislamiento</b>					
50 Hz/1 mm, aislamiento	20	28	38	50	70
(kV eficaz) seccionamiento	23	32	45	60	80
1.2/50 ms aislamiento	60	75	95	125	170
(kV cresta) seccionamiento	70	85	110	145	195
<b>Poder de corte</b>					
Transformador en vacío (A)	18	1			
Cables en vacío (A)	25				50
Corriente admisible de corta duración (kA/1s)	25	630 A - 1250 A			
	20	630 A - 1250 A			
	16	630 A - 1250 A			
	12.5	630 A - 1250 A			

La capacidad de cierre es equivalente a 2,5 veces la corriente de corta duración. \* para las unidades CRM es 60 kV cresta.

**Características generales**

<b>Máxima capacidad de ruptura</b>					
Tensión asignada (kV)	7,2	12	17,5	24	36
<b>Celdas</b>					
IM - IMB	630 A				630 A
QM - QMB	25 kA		20 kA	16 kA	

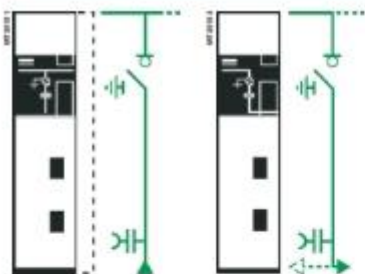
<b>Interruptor automático con corte en SF6</b>		
Celdas	Resistencia mecánica	Resistencia eléctrica
DM1-A, DM1-D	25 kA	20 kA 16 kA

<b>Capacidad máxima de apertura</b>		
Celdas	Resistencia mecánica	Resistencia eléctrica
IM, IMB, QM, QMB	IEC 60265	IEC 60265
	10.000 maniobras	100 cortes
	Clase M1	a ln, cos φ = 0,7
		Clase E3

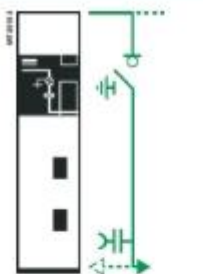
<b>Interruptor automático con corte en SF6</b>			
Celdas	Seccionador	IEC 60625	
		1.000 maniobras	
	Interruptor SF	IEC 62271-100	IEC 62271-100
		10.000 maniobras	40 cortes a 16kA
			10.000 cortes
			a ln, cos φ = 0,7

Celdas de protección  
y maniobras en  
Media Tensión

Gama SM6  
descripción de funciones



Unidad con seccionador  
de entrada o salida  
IM (375 mm.) 24 kV  
IM (750 mm.) 36 kV



Unidad con seccionador  
de salida lateral con  
barras, derecha o  
izquierda  
IMB (375 mm.) 24 kV  
IMB (750 mm.) 36 kV

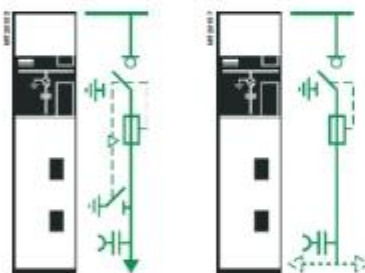
**IM/IMB**

Unidad de Entrada / Salida de línea con seccionador de operación bajo carga  
Equipo Base:

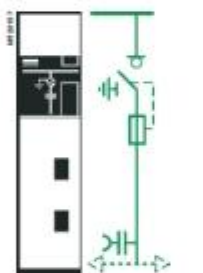
- Seccionador de operación bajo carga 630 Amp en SF6
- Seccionador de puesta a tierra superior (SF6)
- Juego de barras tripolar para conexión superior
- Mando seccionador manual CIT
- Indicador de presencia de tensión
- Bornes para conexión inferior de cable seco unipolar (solo para IM).
- Juego de barras tripolar para conexión inferior (solo para IMB)
- Resistencia calefactora de 50W para 24kV / 150W para 36kV

Accesorios:

- Motorización
- Contactos auxiliares: 1NA + 1NC para seccionador principal
- Contactos auxiliares: 1NA + 1NC para seccionador PAT
- Compartimiento de baja tensión
- Enclavamiento por llave
- Contador de operaciones sin señalización



Unidad con  
seccionador-fusible  
QM (375 mm.) 24 kV  
QM (750 mm.) 36 kV



Unidad con  
seccionador-fusible  
salida lateral con barras,  
derecha o izquierda  
QMB (375 mm.) 24 kV  
QMB (750 mm.) 36 kV

**QM / QMB**

Unidad de protección con seccionador bajo carga y base portafusibles  
Equipo Base:

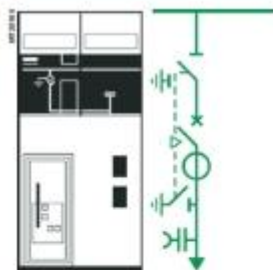
- Seccionador de operación bajo carga 630 Amp en SF6
- Seccionador de puesta a tierra superior (SF6)
- Seccionador de puesta a tierra inferior (aire) (solo para QM)
- Juego de barras tripolar para conexión superior 630 A
- Mando seccionador manual C1 (opción C12)
- Indicador de presencia de tensión
- Disparo tripolar por fusión fusibles
- Base portafusibles para 3 fusibles normas DIN
- Señalización mecánica fusión fusible
- Bornes para conexión inferior de cable seco unipolar (solo para QM)
- Juego de barras tripolar para conexión inferior (solo para QMB)
- Resistencia calefactora de 50W para 24kV / 150W para 36kV

Accesorios:

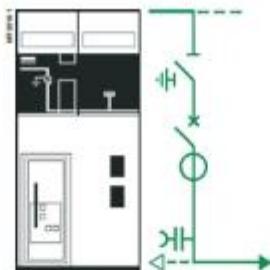
- Bobina de apertura
- Motorización
- Contactos auxiliares: 1NA + 1NC para seccionador principal
- Contactos auxiliares: 1NA + 1NC para seccionador PAT
- Compartimiento de baja tensión
- Enclavamiento por llave
- Tres (3) fusibles normas DIN (consultar)

Celdas de protección  
y maniobras en  
Media Tensión

Gama SM6  
descripción de funciones



Unidad con interruptor  
automático y seccionador de  
aislamiento  
DM1-A (750 mm.) 24 kV  
DM1-A (1000 mm.) 36 kV



Unidad con interruptor  
automático y seccionador de  
aislamiento, salida lateral con  
barras, derecha o izquierda  
DM1-D (750 mm.) 24 kV  
DM1-D (1000 mm.) 36 kV

DM1-A / DM1-D

Unidad de protección con interruptor y seccionador de aislamiento

Equipo Base:

- Interruptor automático SF1 o SFset en SF6
  - Seccionador de operación sin carga en SF6
  - Tres (3) transformadores de corriente
  - Bornes para conexión inferior de cable seco unipolar (solo para DM1-A)
  - Juego de barras tripolar para conexión inferior (solo para DM1-D)
  - Seccionador de puesta a tierra inferior en aire con poder de cierre (solo para DM1-A)
  - Juego de barras tripolar para conexión superior 630 A.
  - Mando seccionador manual CS
  - Seccionador de puesta a tierra superior en SF6
  - Indicador de presencia de tensión
  - Resistencia calefactora de 50W para 24kV i 150W para 33kV
  - Relé de protección autoalimentada VIP300(\*)
- (\*) Solamente para la versión con interruptor SFset.

Accesorios:

- Compartimiento de baja tensión
- Mando interruptor automático RI motorizado
- Bobina de apertura de mínima tensión (MN)
- Contador de operaciones
- Pilotos de señalización
- Contactos auxiliares: 1NA + 1NC para seccionador principal
- Contactos auxiliares: 1NA + 1NC para seccionador PAT
- Enclavamiento por cerradura en mando CS (consultar)
- Un (1) relé de protección SEPAM
- Un (1) medidor multifunción Power/logic con o sin comunicación



Unidad de transposición de barras, salida derecha o izquierda  
GMB (375 mm.) 24 kV  
GMB (750 mm.) 36 kV



Unidad para la conexión de cables de entrada  
GAM2 (375 mm.) 24 kV  
GAM2 (750 mm.) 36 kV

GAM-2

Unidad de acometida de cables con barras horizontales

Equipo Base:

- Juego aisladores soportes (horizontal)
- Juego de barras tripolar para conexión superior con celda contigua SM6
- Bornes para conexión inferior de cable seco unipolar
- Indicador de presencia de tensión

GBM

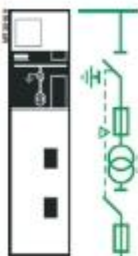
Unidad de transposición de barras, salida derecha o izquierda

Equipo Base:

- Juego de aisladores soportes (Horizontal)
- Juego de barras tripolar para conexión superior con celda contigua SM6
- Juego de barras tripolar para conexión inferior

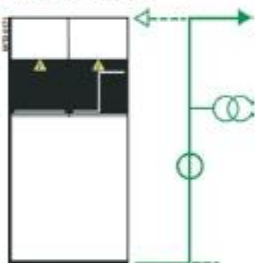
Celdas de protección  
y maniobras en  
Media Tensión

Gama SM6  
descripción de funciones



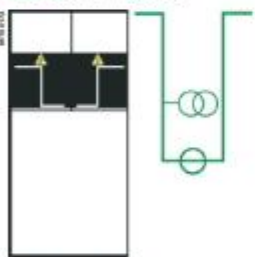
Unidad con seccionador de aislamiento y transformadores de tensión en sistemas con neutro rígido a tierra

CM (375 mm.) 24 kV  
CM (750 mm.) 36 kV



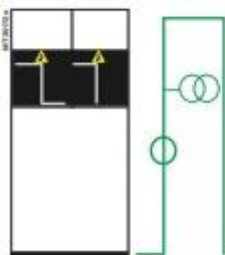
Unidad de medición de corriente y/o tensión, salida lateral con barras derecha o izquierda

GBC-A (750 mm.) 24 kV  
GBC-A (750 mm.) 36 kV



Unidad de medición de corriente y/o tensión, salida lateral con barras superiores

GBC-B (750 mm.) 24 kV  
GBC-B (1000 mm.) 36 kV



Unidad de medición de corriente y/o tensión, salida interior por cable

GBC-C (750 mm.)

**CM**

Unidad de medición con seccionador de aislamiento y transformador de tensión

Equipo base:

- Seccionador de operación sin carga 630 Amp en SF6
- Seccionador de puesta a tierra superior (SF6)
- Juego de barras tripolar para conexión superior
- Tres (3) transformadores de tensión
- Tres (3) fusibles HH 13,2 kV; 6,3 A
- Mando seccionador manual CS

Accesorios:

- Compartimiento de baja tensión
- Contactos auxiliares: 1NA + 1NC para seccionador principal
- Contactos auxiliares: 1NA + 1NC para seccionador PAT

**GBC-A / GBC-B / GBC-C (Hasta 17,5 kV)**

Unidad de medición de corriente y/o tensión.

Equipo base:

- Juego de barras tripolar para conexión superior y/o inferior
- Bornes para conexión inferior de cable seco unipolar (solo para GBC-C)
- Tres (3) Transformadores de corriente
- Tres (3) Transformadores de tensión
- Indicador de presencia de tensión

Accesorios:

- Compartimiento de baja tensión
- Un (1) medidor multifunción Powerlogic con o sin comunicación
- Fusibles de protección primario (opción para TI)

Sistema de Protección y Maniobra en Media Tensión

8

Celdas de protección  
y maniobras en  
Media Tensión

Gama SM6  
descripción de los aparatos de maniobra



Seccionador bajo carga o de aislamiento

Seccionador bajo carga o de aislamiento y  
seccionador de puesta a tierra

Los tres contactos rotativos están ubicados en una envolvente llena de gas a una presión relativa de 0,4 bar. Este sistema ofrece máxima seguridad de operación:

**Estanqueidad de la envolvente**

La envolvente llena con gas SF<sub>6</sub> satisface los requerimientos establecidos para los «sistemas sellados a presión» y la estanqueidad del sello es verificada en fábrica.

**Seguridad en las operaciones**

- El seccionador puede estar en una de las tres posiciones, «cerrado», «abierto» o «puesto a tierra», y esto representa un sistema natural de bloqueo que previene maniobras incorrectas.
- La rotación de los contactos móviles es efectuada por un mecanismo de operación rápida, independiente de la voluntad del operador accionado por resortes.
- El dispositivo combina las funciones de apertura y seccionamiento.
- El seccionador de puesta a tierra está inmerso en gas SF<sub>6</sub>, tiene capacidad de cierre en cortocircuito y cumple con los requerimientos de las normas.
- Cualquier sobrepresión accidental es eliminada por la apertura de la membrana de seguridad, en tal caso el gas es dirigido hacia la parte posterior de la unidad, eliminando los efectos indeseables en la parte frontal.

**Principio de corte**

Las excepcionales características del gas SF<sub>6</sub> se utilizan para extinguir el arco eléctrico. Para aumentar el enfriamiento del arco se genera un movimiento relativo entre el arco y el gas. El arco aparece cuando los contactos fijos y móviles se separan. La combinación de la corriente de arco y un campo magnético provisto por un imán permanente provoca la rotación del arco alrededor del contacto fijo, logrando su alargamiento y enfriamiento hasta su extinción cuando la corriente pasa por cero.

Las distancias entre los contactos fijos y móviles son suficientes para resistir la tensión de restablecimiento.

Este sistema simple y eficiente obtiene una importante mejora en la vida eléctrica del equipo, debido al mínimo desgaste de los contactos.

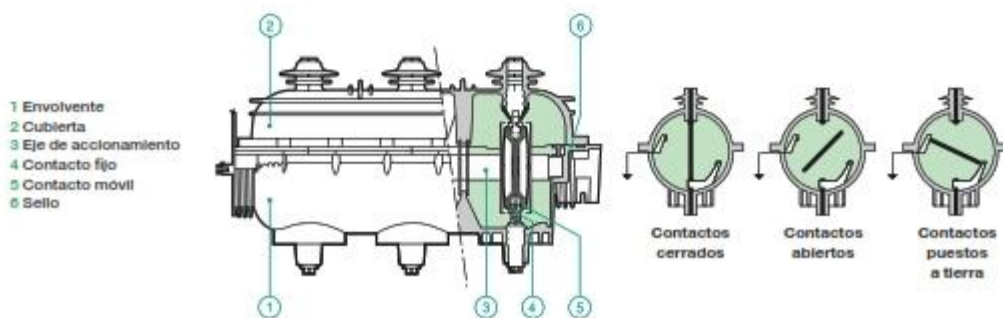
**SF<sub>6</sub>**

Todos los seccionadores y los interruptores automáticos Fluarc SFset y SF1 utilizan el gas hexafluoruro de azufre (SF<sub>6</sub>) como medio de aislamiento y corte.

Las partes activas están ubicadas en una envolvente aislante que cumple con la definición dada en el anexo EE de la norma IEC 56 para los sistemas sellados a presión.

Los equipos de las unidades SM6 ofrecen inmejorables características:

- larga vida en servicio,
- partes activas libres de mantenimiento,
- vida eléctrica elevada,
- nivel de sobretensión de maniobra muy bajo,
- seguridad en las maniobras.



*Celdas de protección  
y maniobras en  
Media Tensión*

**Gama SM6**  
descripción de los aparatos de maniobra



Interrupción automática SF6

**Interrupción automática SFset o SF1**

El interruptor automático Fluarc SFset o SF1 está constituido por tres polos separados, fijados sobre un chasis que soporta el mando. Cada polo contiene todas las partes activas en el interior de una envolvente estanca de material aislante llena de SF6 a la presión relativa de 0,5 bar. Este sistema ofrece máxima seguridad de operación:

**Estanqueidad**

La envolvente de cada polo llena con gas SF6 satisface los requerimientos establecidos para los «sistemas sellados a presión» y la estanqueidad del sello es sistemáticamente verificada en fábrica.

**Seguridad en las operaciones**

De la misma manera que en el seccionador cualquier sobrepresión accidental es eliminada por la apertura de la membrana de seguridad.

**Principio de corte**

El interruptor automático utiliza el principio de la autocompresión del gas SF6. Las cualidades intrínsecas de este gas y el corte suave aportado por esta técnica reducen las sobretensiones de maniobra.

**Precompresión**

Cuando comienza la apertura, el pistón provoca una ligera sobrepresión de SF6 en la cámara de compresión.

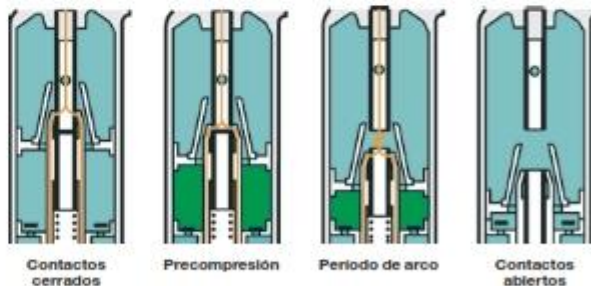
**Periodo de arco**

Se inicia cuando los contactos de arco se separan y continúa durante la carrera descendente del pistón. Una pequeña cantidad de gas, canalizada por la tobera aislante, es inyectada sobre el arco.

El enfriamiento se efectúa por convección forzada para el corte de las intensidades débiles; por el contrario, en el caso de intensidades elevadas es el efecto de la expansión térmica el responsable de la circulación de gases calientes hacia las regiones frías. La distancia entre los dos contactos de arco es entonces suficiente para que, al paso de la corriente por cero, esta sea interrumpida de manera definitiva gracias a las cualidades dieléctricas del SF6.

**Recorrido de estabilización**

Las partes móviles finalizan su carrera, mientras que la inyección de gas frío persiste hasta la apertura completa de los contactos.



Sistema de Protección y Maniobra en Media Tensión

8

Celdas de protección  
y maniobras en  
Media Tensión

Gama SM6  
mecanismos de operación



Mecanismo de operación CIT  
con opción motor

Motor opcional y bobinas de disparo para celdas con  
seccionador bajo carga

Los mecanismos CIT, CI1 y CI2 pueden ser motorizados (rogamos consultar).

Un		CC	CA (50 Hz)*	
Tensión de alimentación	(V)	24 48 110 125 220	120	220
<b>Motor opcional</b>				
	(W)	200		
	(VA)		200	
tiempo de armado	CIT	1 a 2 (s)		
	CIT, CI2	4 a 7 (s)		
<b>Operación de apertura</b>				
<b>bobina de disparo</b>				
	(W)	200 250 300 300 300		
	(VA)		400	750
tiempo respuesta	(ms)	35		
<b>Bobina de mínima tensión</b>				
momentanea	(W)	160		
	(VA)		280	550
permanente	(W)	4		
	(VA)		50	40
tiempo respuesta	(ms)	45		
<b>Operación de cierre</b>				
<b>bobina de disparo</b>				
	(W)	200 250 300 300 300		
	(VA)		400	750
tiempo respuesta	(ms)	50		

\* favor consultar, por otras frecuencias

Motor opcional y bobinas de disparo para celdas con  
interruptor automático

El mecanismo de operación RI puede ser equipado con el motor opcional para la función de recarga de resortes.

Un		CC	CA (50 Hz)*	
Tensión de alimentación	(V)	24 48 110 125 220	120	220
<b>Motor opcional</b>				
	(W)	300		
	(VA)		380	
tiempo de armado	(ms)	15	15	
<b>Operación de apertura</b>				
Mitop (bajo consumo)	(W)	3		
	(VA)	30		
<b>bobina de disparo</b>				
	(W)	85		
	(VA)		180	
tiempo respuesta	(ms)	45		
<b>bobina de mínima tensión</b>				
momentanea	(W)	160		
	(VA)		280	550
permanente	(W)	10		
	(VA)		50	40
tiempo respuesta	(ms)	55		
<b>Operación de cierre</b>				
<b>bobina de disparo</b>				
	(W)	85		
	(VA)		180	
tiempo respuesta	(ms)	65		

\* favor consultar, por otras frecuencias



Mecanismo de operación RI

*Celdas de protección  
y maniobras en  
Media Tensión*

**Fusibles Fusarc CF**  
selección de calibre

**Tabla de selección**

El código de colores está vinculado con la tensión asignada del fusible.  
Calibre en A - utilización sin sobrecarga a  $-5^{\circ}\text{C} < t < 40^{\circ}\text{C}$ .  
En caso de sobre carga, o con más de  $40^{\circ}\text{C}$ , favor consultarnos.

Tipo de Tensión fusible	Potencia del transformador (kVA)															Tensión asignada (kV)		
de servicio	25	50	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	
<b>Fusarc CF (normas DIN)</b>																		
3.3	16	25	40	50	50	80	80	100	125	125	160	200						7.2
5.5	10	16	31.5	31.5	40	50	50	63	80	100	125	125	160	160				
6.6	10	16	25	31.5	40	50	50	63	80	80	100	125	125	160				
10	6.3	10	16	20	25	31.5	40	50	50	63	80	80	100	100	125	200		12
13.8	6.3	10	16	16	20	25	31.5	31.5	40	50	50	63	80	80	100	125		17.5
15	6.3	10	10	16	16	20	25	31.5	40	50	50	63	80	80	100	125	125	
20	6.3	6.3	10	10	16	16	25	25	31.5	40	40	50	50	63	80	100	125	24
22	6.3	6.3	10	10	10	16	20	25	25	31.5	40	40	50	50	80	80	100	

Sistema de Protección y Maniobra en Media Tensión  
**8**

Celdas de protección  
y maniobras en  
Media Tensión

Fusibles Fusarc CF  
características y referencias



**Generalidades**

Los fusibles a ser utilizados en la gama SM6 para las unidades de protección y maniobras tipo QM y QMB dependen entre otros aspectos de los siguientes criterios:

- tensión de servicio;
  - potencia del transformador;
  - tecnología de los fusibles (fabricante);
- Los fusibles Fusarc CF de Merlin Gerin componen una amplia gama de fusibles limitadores de Media Tensión, de tipo Acompañamiento, de Alto Poder de Ruptura, para uso interior y/o exterior. Los fusibles Fusarc CF ofrecen una protección fiable a los efectos térmicos y dinámicos causados por cortocircuitos o sobrecargas de valores iguales o superiores a las corrientes mínimas de corte de los fusibles.

**Normas**

Los fusibles Fusarc CF de Merlin Gerin, han sido diseñados y fabricados conforme a las siguientes recomendaciones normas y especificaciones técnicas:

- IEC-282-1, IEC-787
- DIN 43625
- VDE 0670-402
- UNE-EN 60282-1
- R.U.-6.405

**Campo de aplicación**

Protección de:

- Receptores de media tensión (transformadores, motores, condensadores, etc.).

- Redes de distribución de Compañías Eléctricas e Industriales.

Condiciones de instalación

La instalación de los fusibles Fusarc CF de Merlin Gerin, puede realizarse, tanto al aire libre como en celdas compactas (SF6).

**Principales características**

Las características técnicas básicas que definen la gama de fusibles Fusarc CF de Merlin Gerin son:

- Alta capacidad de ruptura.
- Alto efecto limitador.
- Baja sobretensión de corte.
- Bajos valores de I<sub>2t</sub>.
- Bajas pérdidas eléctricas.
- Bajos valores de la corriente mínima I<sub>3</sub>.
- Percutor único (señalización y disparo).
- Uso interior y exterior (según casos).
- Sin mantenimiento ni envejecimiento.

Las bajas sobretensiones de corte de nuestros fusibles permiten su uso a tensiones de servicio muy inferiores a su nominal.

**Calidad**

La amplia gama de certificados de ensayos de tipo de laboratorios internacionalmente reconocidos (CESI, LES RENARDIERS, etc.); los Sistemas de Aseguramiento de la Calidad, según ISO 9001 y de la Calidad Medioambiental, según ISO 14001, certificados por AENOR (IQ-Net), avalan la calidad de los productos Fusarc CF de Merlin Gerin.

Voltaje Nominal (kV)	Corriente Nominal (A)	Longitud L (mm.)	Percutor	Referencia
<b>12</b>				
Interior y exterior				
1	292	292	No	51311000M0
2.5	292	292	No	51311003M0
4	292	292	Si	51311007M0
6.3	292	292	Si	51005511M0
10	292	292	Si	51005512M0
16	292	292	Si	51005513M0
20	292	292	Si	51005514M0
25	292	292	Si	51005515M0
31.5	292	292	Si	51005516M0
40	292	292	Si	51005517M0
50	292	292	Si	51005518M0
63	292	292	Si	51005519M0
80	292	292	Si	51005520M0
100	292	292	Si	51005521M0
Solo interior				
125	442	442	Si	0757364CN
160	442	442	Si	0757354CP
200	442	442	Si	0757354CQ
<b>17.5</b>				
Interior y exterior				
10	292	292	Si	51005522M0
16	292	292	Si	51005523M0
25	292	292	Si	51005524M0
31.5	292	292	Si	51005525M0
40	292	292	Si	51005526M0
4	367	367	Si	51311008M0
6.3	367	367	Si	51005527M0
10	367	367	Si	51005528M0
16	367	367	Si	51005529M0
20	367	367	Si	51005530M0
25	367	367	Si	51005531M0
31.5	367	367	Si	51005532M0
40	367	367	Si	51005533M0
50	367	367	Si	51005534M0
63	367	367	Si	51005535M0
80	367	367	Si	51005536M0
100	367	367	Si	51005537M0
<b>24</b>				
Interior y exterior				
6.3	367	367	Si	51108807M0
16	367	367	Si	51108808M0
20	367	367	Si	51108813M0
25	367	367	Si	51108814M0
31.5	367	367	Si	51108809M0
40	367	367	Si	51108810M0
1	442	442	No	51311001M0
2.5	442	442	No	51311004M0
4	442	442	Si	51311009M0
6.3	442	442	Si	51005538M0
10	442	442	Si	51005539M0
16	442	442	Si	51005540M0
20	442	442	Si	51005541M0
25	442	442	Si	51005542M0
31.5	442	442	Si	51005543M0
40	442	442	Si	51005544M0
50	442	442	Si	51005545M0
63	442	442	Si	51005546M0
80	442	442	Si	51005547M0
100	442	442	Si	51005548M0
<b>30</b>				
Interior y exterior				
2.5	537	537	No	51311005M0
4	537	537	Si	51311010M0
6.3	537	537	Si	51005549M0
10	537	537	Si	51005550M0
16	537	537	Si	51005551M0
20	537	537	Si	51005552M0
25	537	537	Si	51005553M0
31.5	537	537	Si	51005554M0
40	537	537	Si	51005555M0
50	537	537	Si	51005556M0
63	537	537	Si	51005557M0

Curvas : pág. 10/21

Dimensiones: pág. 12/44

8/12



Celdas de protección  
y maniobras en  
Media Tensión

Sepam  
relés de protección MT/BT



Instalación



Configuración



Operación local



Supervisión

Ahorre tiempo en cada etapa de desarrollo y ejecución del proyecto para cumplir con los plazos de entrega comprometidos.

Rumbo a la simplicidad

- Con los relés multifuncionales Sepam es posible proteger, medir, gerenciar y realizar el diagnóstico de las aplicaciones existentes en una instalación. Su modularidad permite seleccionar correctamente las funciones que se adecuan a sus necesidades, logrando optimizar el uso del relé de protección.
- La gama Sepam está diseñada para aplicaciones típicas (subestaciones, transformadores, generadores, condensadores, barras y motores) y proporciona las funciones necesarias para cada aplicaciones (medida, control y monitoreo etc.)
- Con una unidad base se puede ir construyendo soluciones más completas, con más funciones, a través de la incorporación de módulos de entradas y salidas, sensores de temperatura, módulos de comunicación etc.

Fácil configuración y parametrización

- Existe un único software de configuración en español para toda la gama de relés Sepam. El software es de uso amigable e intuitivo que orienta al usuario desde la programación inicial hasta la puesta en marcha, siendo fácil el ingreso de los parámetros de las protecciones. Presenta la opción de generar informes con el detalle de las configuraciones realizadas.
- El Sepam serie 80 posee un cartucho de memoria extraíble en la parte frontal, que puede ser cambiado en caso de necesidad, disminuyendo los tiempos de detención de la instalación.

Comunicación: abriendo nuevos caminos

- A los protocolos DNP3.0, IEC 60870-5-103 se suma el protocolo IEC61850, para la estandarización de las comunicaciones.

Sistema de Protección y Maniobra en Media Tensión

8



Es el tiempo requerido para disponer de un relé Sepam desde el Centro de Adaptación Local de Schneider Electric Chile.



Norma IEC 61850

*Celdas de protección  
y maniobras en  
Media Tensión*

**Sepam**  
relés de protección MT/BT  
puesta en marcha

**La puesta en marcha nunca ha sido más fácil**

La programación y operación de los relés Sepam se realiza a través de un único software. Su uso simple y amigable permite que la puesta en marcha de estos equipos sea más rápida.

**Configuración**

**Configuración de Hardware**

Configuración de diversos módulos (entradas/salidas, display, comunicación, sensores).

**Configuración de IHM display mímico**

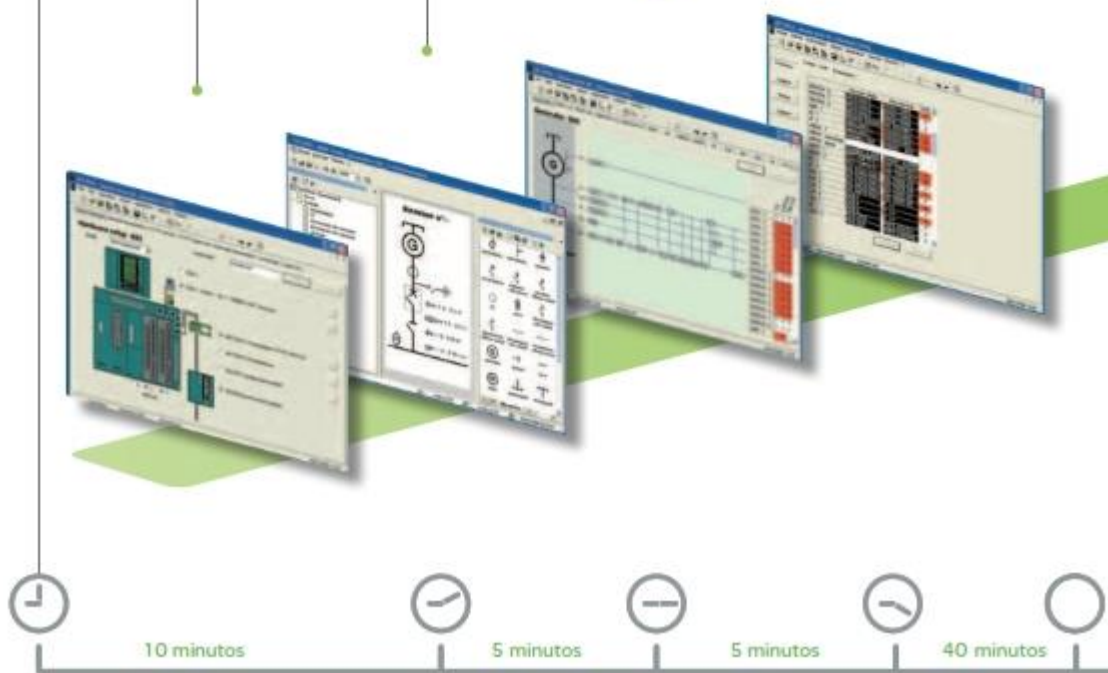
Diseño personalizado del diagrama unilineal o rescato de la biblioteca Sepam.

**Configuración de protecciones**

Configuración de los ajustes de protecciones a través de una interfaz gráfica e intuitiva.

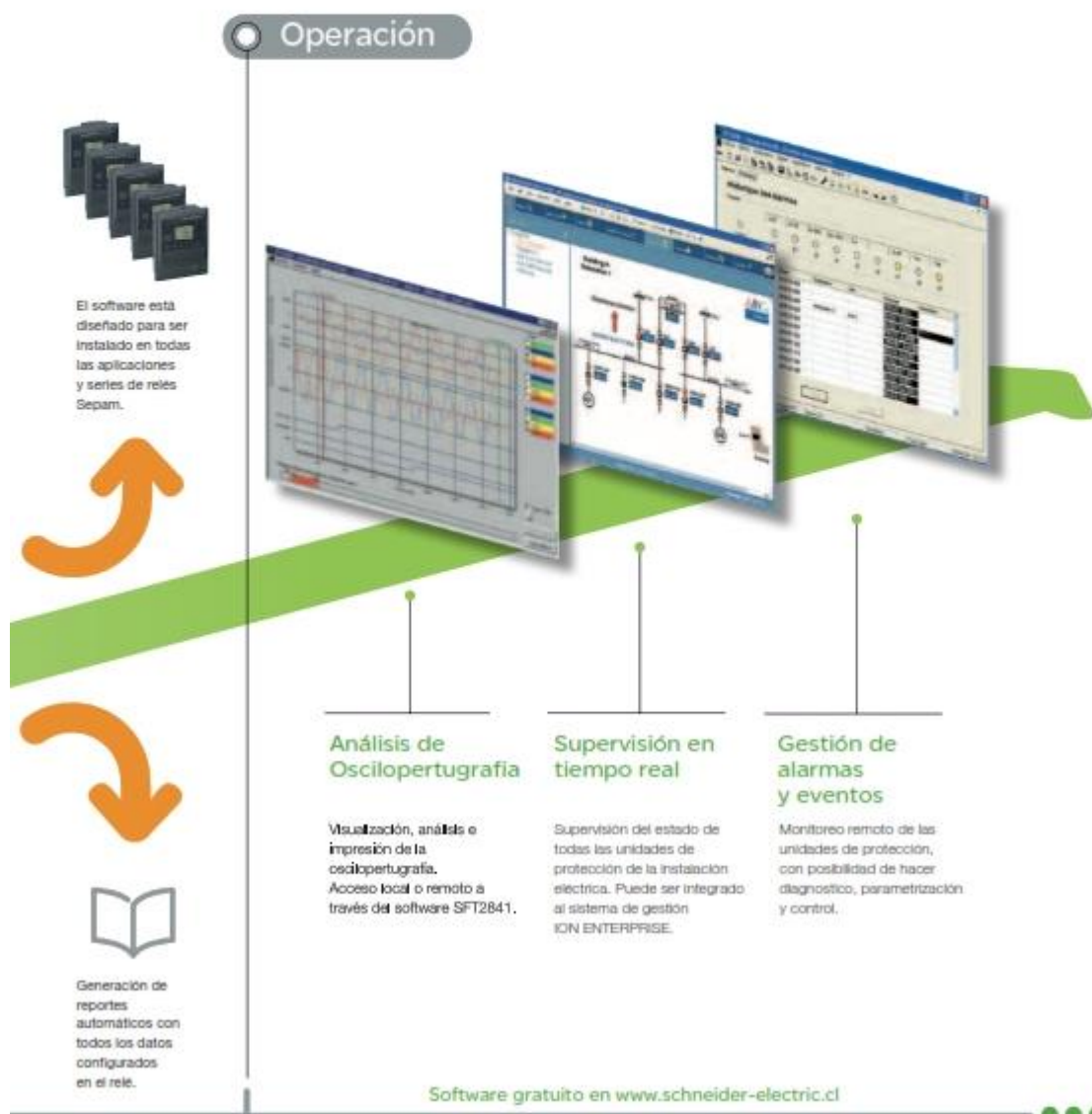
**Configuración de funciones adicionales**

Asignación fácil y rápida de funciones de protección, control, medida y monitoreo.



*Celdas de protección  
y maniobras en  
Media Tensión*

**Sepam**  
relés de protección MT/BT  
puesta en marcha



Sistema de Protección y Maniobra en Media Tensión  
**8**

*Celdas de protección  
y maniobras en  
Media Tensión*

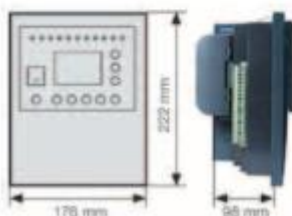
**Sepam series 20, 40 y 80**  
relés de protección MT/BT



**Configurando su solución**

- 1 **Unidad Base**  
> con IHM avanzada integrada o remota  
> o IHM integrada con display mimico
- 2 **Modulo de entradas y salidas logicas para integrar funciones de control de dispositivos**
- 3 **Módulos de comunicación para redes RS485/2 o 4 hilos) o fibra optica. Protocolos Modbus, IEC 60870-5-103, DNP3.0 e IEC 61850.**
- 4 **Módulos para medición de temperaturas a través de las sondas PT100, NI100 o NI120, para proteger motores, transformadores y generadores.**
- 5 **Salida analógica(0-10, 4-20, 0-20 mA) para transmisión de medidas.**
- 6 **Módulos de sincronismo para el acoplamiento entre dos redes (serie 80)**
- 7 **Software gratuito en español.**  
> Para parametrizar las protecciones, configurar y personalizar funciones de control de las protecciones  
> Operación local o remota de la instalación  
> Adquisición de oscilopertografias

**Compacto y liviano,  
adaptable a su instalación**



**Sepam serie 80**

**Para aplicaciones complejas y automatizadas**

- Dimensiones normalizadas para todas las aplicaciones de protección: subestaciones, transformadores, motores, generadores, barras, condensadores .
- Protección diferencial de transformador o unidad máquina-transformador.
- Protección diferencial para motores y generadores
- Protección para alimentadores de barra (incomers), acoplamientos y alimentadores (feeders).
- Programación de funciones de automatismo a través de diagrama de escaleras.
- Software gráfico para la configuración de protecciones.
- Incorporación de una batería para el almacenamiento de histórico de alarmas, registro de fallas y oscilopertografía.
- Display con mimico para la visualización de diagrama unilineal, diagrama fasorial.

**Sepam serie 40**

**Para aplicaciones exigentes**

- Compacto con dimensiones normalizadas (<100 mm de profundidad).
- Protección de sobrecorriente direccional para sistemas con doble alimentación.
- Entradas de corriente y de tensión.
- Programación a través de ecuaciones lógicas.
- Supervisión de las bobinas de cierre y apertura y de los CT / VT.
- 19 segundos de registro oscilopertografico con posibilidad de configurar el número de capturas, memorización del contexto de disparo de 5 eventos, registro de 250 alarmas.
- 16 entradas para sondas de temperatura.

**Sepam serie 20**

**Para aplicaciones habituales**

- Display gráfico de LCD en español.
- 18 curvas de tiempo inverso para sobrecorriente.
- Software de configuración en español y de uso amigable.
- Registro oscilopertografico de 2 eventos de 86 ciclos, almacenamiento del último fallo, registro de 64 alarmas.
- Autotes-Diagnostico.
- Alimentación auxiliar en CA y DC.
- Función de falla del interruptor para S23 y T23.



Sepam serie 80



Sepam serie 40



Sepam serie 20

Celdas de protección  
y maniobras en  
Media Tensión

Sepam serie 20  
tabla de selección

Protección	Código ANSI	Bubestación		Transformador		Motor	Barras		
		S20	S23	T20	T23	M20	B21 <sup>(2)</sup>	B22	
Máxima intensidad de fase	50B1	4	4	4	4	4			
Máxima intensidad de tierra, tierra sensible	50N/51N 50G/51G	4	4	4	4	4			
Falla del interruptor	50BF		1		1				
Desbalance/sequencia negativa	46	1	1	1	1	1			
Imagen térmica	49RMS			2	2	2			
Mínima intensidad de fase	37					1			
Arranque demasiado largo, rotor bloqueado	45/51LR/14					1			
Limitación del número de arranques	66					1			
Mínima tensión directa	27D/47						2	2	
Mínima tensión remanente	27R						1	1	
Mínima tensión compuesta	27						2	2	
Mínima tensión simple	27S						1	1	
Máxima tensión compuesta	59						2	2	
Desplazamiento de tensión del neutro	59N						2	2	
Máxima frecuencia	81H						1	1	
Mínima frecuencia	81L						2	2	
Derivada de frecuencia	81R							1	
Reenganchador (4 ciclos)	79	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>						
Termoestado / Buchholz	26/83			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
Control de temperatura (8 sondas)	35/49T			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
<b>Medidas</b>									
Intensidad de fase I1, I2, I3 RMS, intensidad residual IO		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>			
Corriente media I1, I2, I3, máximo de corriente IM1, IM2, IM3		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>			
Tensiones compuestas U21, U32, U13, V1, V2, V3, voltaje residual VO							<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Tensión directa VD / sentido de rotación							<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Frecuencia							<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Temperatura				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
<b>Diagnóstico de la red y de la máquina</b>									
Corriente de disparo TripI1, TripI2, TripI3, TripIO		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>			
Índice de desequilibrio / corriente inversa II		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>			
Osciloperturbografía		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Calentamiento		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>			
Tiempo de funcionamiento restante antes del disparo por sobrecarga		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>			
Tiempo de espera después del disparo por sobrecarga		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>			
Contador horario / tiempo de funcionamiento		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>			
Corriente y duración del arranque		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>			
Duración de la prohibición de arranque, número de arranques antes de la prohibición		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>			
<b>Diagnóstico del interruptor</b>									
Total de amperios cortados		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>			
Supervisión del circuito de disparo		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Número de maniobras, duración de cada maniobra, tiempo de resarme		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
<b>Control y monitoreo</b>									
Mando interruptor / contactor <sup>(1)</sup>	94/69	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Enganche / acuse de recibo	66	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Selectividad lógica	66	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
Basculamiento de los juegos de ajustes		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>			
Inhibición de protección 50N/51N por una entrada		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
Señalización local	30	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
<b>Módulos Adicionales</b>									
5 entradas de sondas de temperatura -Módulo MET146-2				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
1 salida analógica de bajo nivel-Módulo MSA141		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Módulo de entradas y salidas lógicas. MES114/MES114E/ MES114F - (10E/4S)		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Módulo de comunicación. ACE949-2, ACE909, ACE 937, ACE909TP-2 o ACE909F0-2		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

■ estándar,  según el parámetro y los módulos opcionales de entradas/salidas MES114/MES114E/MES114F o MET146-2.  
 (1) Para bobina de emisión o de falta de tensión según parámetro.  
 (2) 4 ejemplares con posibilidad de selectividad lógica o basculamiento de un juego de ajuste de 2 ejemplares en otro de 2 ejemplares (elección exclusiva).  
 (3) Realiza las funciones del Sepam B20.

Sistema de Protección y Maniobra en Media Tensión

8

Celdas de protección  
y maniobras en  
Media Tensión

Sepam serie 40  
tabla de selección

Protecciones	Código ANSI	Subestación				Transformador		Motor	Generador
		S40	S41	S42	S43	T40	T42	M41	G40
Máxima intensidad de fase	50/51	4	4	4	4	4	4	4	
Máxima intensidad de fase con retención de tensión	50V/51V							1	
Máxima intensidad de tierra, tierra sensible	50N/51N 50G/51G	4	4	4	4	4	4	4	
Fallo disyuntor (breaker failure)	50BF	1	1	1	1	1	1	1	
Desbalance/secuencia negativa	46	2	2	2	2	2	2	2	
Máxima corriente de fase direccional	67			2			2		
Máxima de corriente a tierra direccional	67N/67NC		2	2	2		2		
Máxima potencia activa direccional	32P		1	1	1			1	
Máxima potencia reactiva direccional	32Q/40							1	
Imagen térmica	48RMS					2	2	2	
Mínima intensidad de fase	37							1	
Arranque demasiado largo, rotor bloqueado	45/51LR/14							1	
Limitación del número de arranques	66							1	
Mínima tensión directa	27D							2	
Mínima tensión remanente	27R							1	
Mínima tensión <sup>IM</sup>	27/27S	2	2	2		2	2	2	
Máxima tensión <sup>IR</sup>	56	2	2	2		2	2	2	
Desplazamiento de tensión del neutro	59N	2	2	2		2	2	2	
Máximo de tensión inversa	47	1	1	1	1	1	1	1	
Máxima frecuencia	61H	2	2	2		2	2	2	
Mínima frecuencia	61L	4	4	4		4	4	4	
Reenganchador (4 ciclos)	79	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>	
Control de temperatura (8 o 16 sondas)	36/49T					<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Temostato / Buchholz	26/63					<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
<b>Medidas</b>									
Intensidad de fase I1, I2, I3 RMS, corriente residual I0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Corriente media I1, I2, I3, maxímetro de corriente IM1, IM2, IM3		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Tensión U21, U32, U13, V1, V2, V3, tensión residual Vo		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Tensión directa V0 / sentido rotación, tensión inversa Vi		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Frecuencia		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Potencia activa, reactiva y aparente P, Q, S		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Maxímetro de potencia PM, QM, factor de potencia		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Cálculo de Energía activa y reactiva (+Wh, +varh)		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Energía activa y reactiva por conteo de impulsos (+Wh, +varh)		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Temperatura		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
<b>Diagnóstico de la red y de la máquina</b>									
Contexto de disparo		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Corriente de disparo Trip1, Trip2, Trip3, Trp I0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Índice de desequilibrio / corriente inversa Ii		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Desfase $\theta_0, \theta_1, \theta_2, \theta_3$		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Osciloperturbografía		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Calentamiento		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Tiempo de funcionamiento restante antes del disparo por sobrecarga		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Tiempo de espera después del disparo por sobrecarga		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Contador horario / tiempo de funcionamiento		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Intensidad y duración del arranque		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Duración de la prohibición de arranque, número de arranques antes de la prohibición		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
<b>Diagnóstico del interruptor</b>									
Total de amperios cortados		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Supervisión del circuito de disparo		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Número de maniobras, duración de cada maniobra, tiempo de rearme		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Vigilancia CT/VT 60FL		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
<b>Control y monitoreo</b>									
Mando interruptor / contactor <sup>(1)</sup>	Código ANSI 84/69	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Enganche / acuse de recibo	66	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Selectividad lógica	66	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Basculamiento de los juegos de ajuste		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Señalización local	30	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Editor de ecuaciones lógicas		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
<b>Modulos Adicionales</b>									
8 entradas de sondas de temperatura -Módulo MET146-2 <sup>(2)</sup>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
1 salida analógica de bajo nivel-Módulo MSA141		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Módulo de entradas y salidas lógicas, MES114/MES114E/ MES114F - (10E/4S)		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Módulo de comunicación, ACE949-2, ACE959, ACE 937, ACE959TP-2, ACE959FO-2 o ECI050		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

Celdas de protección  
y maniobras en  
Media Tensión

Sepam serie 80  
tabla de selección

Protecciones	Código ANSI	Subestación				Transformador Motor				Generador			Barras		Cap.		
		S80	S81	S82	S84	T81	T82	T87	M81	M87	M88	G82	G87	G88	B80	B83	C86
Máxima intensidad de fase (1)	50/51	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Máxima intensidad de tierra, tierra sensible (1)	50N/51N 50G/51G	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fallo del disyuntor	50BF	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Desbalance/secuencia negativa	46	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Imagen térmica de cable	49RMS	2	2	2													
Imagen térmica de máquina (1)	49RMS					2	2	2	2	2	2	2	2	2			
Imagen térmica del condensador	49RMS																2
Desequilibrio gradual de condensadores 51C																	0
Diferencial de tierra restringida	64REF					2	2	2				2	2				
Diferencial de transformador (2 bobinados)	67T							1			1			1			
Diferencial de máquina	67M								1				1				
Máxima intensidad de fase direccional (1) 67			2	2		2	2					2	2	2			
Máxima intensidad de tierra direccional (1) 67N/67NC		2	2	2		2	2	2	2	2	2	2	2	2			
Máxima potencia activa direccional	32P		2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2			
Máxima potencia reactiva direccional	32Q								1	1	1	1	1	1			
Mínima potencia activa direccional	37P				2							2					
Mínima intensidad de fase	37								1	1	1						
Arranque demasiado largo, rotor bloqueado	46/51LR								1	1	1						
Limitación del número de arranques	66								1	1	1						
Pérdida excitación (impedancia mín.) 40									1	1	1	1	1	1			
Pérdida de sincronismo	76PS								1	1	1	1	1	1			
Máxima velocidad (2 umbrales) (2)	12								□	□	□	□	□	□			
Mínima velocidad (2 umbrales) (2)	14								□	□	□	□	□	□			
Máxima corriente con retención de tensión 50V/51V												2	2	2			
Impedancia mínima	21B											1	1	1			
Puesta en tensión accidental	50/27											1	1	1			
Tercer armónico de mínima tensión/ 100% estator falla a tierra	27TN/64G2 64G											2	2	2			
Sobretensión (V/Hz)	24							2				2	2	2			
Mínima tensión directa	27D	2	2	2	4	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Mínima tensión remanente	27R	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Mínima tensión (L-L o L-N)	27	4	4	4	2	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Máxima tensión (L-L o L-N)	59	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Desplazamiento de tensión del neutro 59N	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
Máximo de tensión inversa	47	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Máxima frecuencia	61H	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Mínima frecuencia	61L	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Derivada de frecuencia	61R				2												
Reenganchador (4 ciclos) (3)	79	□	□	□	□												
Termostato/Buchholz (3)	26/63					□	□	□	□	□	□	□	□	□			
Supervisión de temperatura (16 sondas) (3)	36/45T					□	□	□	□	□	□	□	□	□			□
Control de sincronismo (4)	25	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□
<b>Control y Monitoreo</b>																	
Mando disyuntor/contactador	94/69	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□
Automatismo de transferencia de fuentes (AT) (4)		□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□
Deslastado/rearranque automático									■	■	■						
Desexcitación												■	■	■			
Parada del grupo												■	■	■			
Desequilibrio gradual de condensadores (4)																	□
Selectividad lógica (4)	66	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□
Enganche/acuse de recibo	66	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Señalización local	30	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Basculamiento de los juegos de ajustes		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Adaptación por ecuaciones lógicas		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Programación con Logipam (lenguaje escalera)		□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□

■ estándar, □ opcional.  
 (1) Funciones de protección con dos grupos de ajustes.  
 (2) Según la configuración de los ajustes y los módulos de entradas y salidas MES120.  
 (3) Con módulo de temperatura MET146-2.  
 (4) Con módulo de sincronismo.

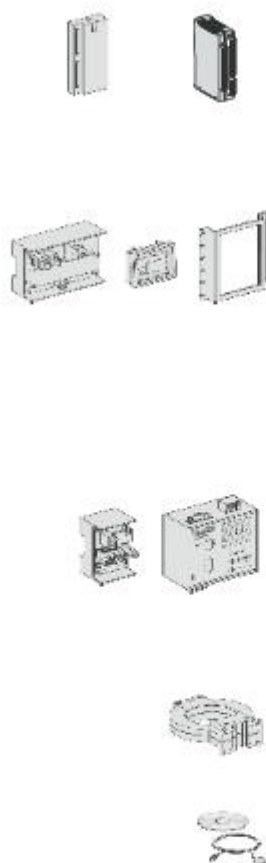
Celdas de protección  
y maniobras en  
Media Tensión

Sepam serie 80  
tabla de selección

	Subestación				Transformador			Motor			Generador			Barras			Cap.
Medidas	S80	S81	S82	S84	T81	T82	T87	M81	M87	M88	G82	G87	G88	B80	B83	C86	
Intensidad de fase RMS I1, I2, I3	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Corriente residual medida IO, calculada IOE	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Corriente media I1, I2, I3	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Maxímetro de corriente IM1, IM2, IM3	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Corriente residual medida IO	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Tensión U21, U32, U13, V1, V2, V3	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Tensión residual VO	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Tensión directa Vd/sentido de rotación	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Tensión inversa Vi	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Frecuencia	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Potencia activa P, P1, P2, P3	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Potencia reactiva Q, Q1, Q2, Q3	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Potencia aparente S, S1, S2, S3	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Maxímetro de potencia PM, QM	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Factor de potencia	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Calculo de la energía activa y reactiva (±Wh, ±var.h)	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Energía activa y reactiva mediante conteo de impulso (± Wh, ± var.h) (2)	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	
Corriente de fase RMS F1, F2, F3	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Corriente residual calculada IOE	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Tensión U'21, V'1 y frecuencia	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Tensión U'21, U'32, U'13, V'1, V'2, V'3, V'd, V'1 y frecuencia	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Tensión residual VO	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Monitoreo de temperatura (16 sondas) (3)	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Velocidad de rotación (4)	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Tensión de punto neutro Vnt	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
<b>Diagnóstico de la red y de la máquina</b>																	
Contexto de disparo	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Corriente de disparo Trip1, Trip2, Trip3	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Número de disparos por fallo de fase y por fallo de tierra	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Índice de desequilibrio/corriente inversa I	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Distorsión armónica (THD), corriente y tensión Ithd, Uthd	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Desfase φ0, φ0, φ0E	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Desfase φ1, φ2, φ3	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Osciloperturbografía	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Calentamiento	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Duración funcionamiento restante antes disparo sobrecarga	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Tiempo de espera después del disparo por sobrecarga	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Contador horario/tiempo de funcionamiento	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Corriente y duración del arranque	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Duración de la prohibición de arranque	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Número de arranques antes de la prohibición	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Índice de desequilibrio/corriente inversa II	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Corriente diferencial Id#1, Id#2, Id#3	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Corrientes atravesantes I#1, I#2, I#3	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Desfase de corriente B	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Impedancias aparentes directas Zd	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Impedancia aparente entre fases Z21, Z32, Z13	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Tercer armónico de voltaje, punto neutro o residual	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Diferencia de amplitud, frecuencia y fase de las tensiones comparadas por el módulo de sincronismo (5)	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	
Capacidad y corrientes de desequilibrio condensador b	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
<b>Diagnóstico del interruptor ANSI code</b>																	
Vigilancia CT/VT 60/60FL	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Supervisión del circuito de disparo (6) 74	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	
Supervisión de alimentación auxiliar	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Supervisión del total de amperios cortados	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Número de maniobras, duración de cada maniobra, tiempo resame, número desconexiones disyuntor (7)	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	
<b>Modbus, IEC60870-5-103, comunicación DNP3 o IEC61850</b>																	
Lectura de las medidas (8)	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	
Telesenalización y fechado de los sucesos (9)	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	
Telemandos (9)	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	
Telesetpunto de las protecciones (9)	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	
Transferencia de registros de osciloperturbografía (9)	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	

Celdas de protección  
y maniobras en  
Media Tensión

Sepam  
accesorios



Modulos de entrada y salida	Modelo	Serie	Ref.
10 entradas y 4 salidas 24-250 Vdc (fig. 1)	MES 114	20,40	59646
10 entradas y 4 salidas 110-125 Vdc/Vac	MES 114E	20,40	59651
10 entradas y 4 salidas 220-250 Vdc/Vac	MES 114F	20,40	59652
14 entradas y 6 salidas 24-250 Vdc (fig.2)	MES 120	solo 80	59715
14 entradas y 6 salidas 220-250 Vdc	MES 120G	solo 80	59716
14 entradas y 6 salidas 110-125 Vdc	MES 120F	solo 80	59722

Modulos remotos y cables de conexión	Modelo	Serie	Ref.
Mod. 8 sondas de T° PT100, NI100, NI120	MET148-2	20,40,80	59641
Modulo una salida analógica (fig. 1)	MSA 141	20,40,80	59647
Display remoto para unidad básica (fig.2)	DSM303	20,40,80	59608
Cable de conexión módulo remoto L=0,6	CCA670	20,40,80	59660
Cable de conexión módulo remoto L=2m	CCA772	20,40,80	59661
Cable de conexión módulo remoto L=4m	CCA774	20,40,80	59662
Placa de montaje (fig 3)	AMT840	20,40	59670
Placa de montaje (fig. 3)	AMT880	solo 80	59706
Mod. de sincronismo (con cable CCA785)	MCS025	solo 80	59712
Cable de conexión modulo	CCA785	solo 80	59665

Accesorios de comunicación	Modelo	Serie	Ref.
Mod. de comunicación 2 hilos RS485 (fig.1)	ACEB49-2	20,40,80	59642
Modulo de comunicación 4 hilos RS485	ACE 958	20,40,80	59643
Mod. para fibra óptica (no incluye CCA612)	ACE 937	20,40,80	59644
Interfaz multiprotocolo RS485	ACE969TP-2	20,40,80	59723
Interfaz multiprotocolo Fibra óptica	ACE969FO-2	20,40,80	59724
Cable de Comunicación L=3 m	CCA 612	20,40,80	59663
Convertor activo RS485/RS232 (fig.2)	AC909-2	20,40,80	59648
Interfaz RS485/RS485 (AC)	ACEB19CA	20,40,80	59649
Interfaz RS485/RS485 (DC)	ACEB19CC	20,40,80	59650

Toroides y adaptadores	Modelo	Serie	Ref.
Toroides para corriente Residual φ 120	CSH120	20,40,80	59635
Toroides para corriente Residual φ 200	CSH200	20,40,80	59636
Adaptador para TC y entrada IO	CSH30	20,40,80	59634
Adaptador de toroide	ACE990	20,40,80	59672

Software	Modelo	Serie	Ref.
Kit software + cable de conexión para operación y programación via PC	Kit SFT2841	20,40,80	59671

Sistema de Protección y Maniobra en Media Tensión



Configuración de referencia Sepam



Maniobras en  
Media Tensión

Easergy  
gestión de redes en Media Tensión

Control remoto de redes		Monitoreo remoto de redes		Indicador de fallo local	
<b>T200 P</b>	<b>T200 I</b>	<b>Filite 110-SA/G200</b>	<b>Filite 110-8A</b>	<b>Filair 219, 279</b>	
Unidad de control Switch aéreo	Unid. control MV y subestación MV/ML	Det. de corriente de fallo c/comunicación p/lineas aéreas	Detectores corriente falla de una red aérea	Detectores corriente falla de subestación	
Control de 1 a 2 interruptores	Control de 1 a 16 interruptores	Detector amperimetro monofásico	Detector amperimétrico monofásico	Detector amperimétrico trifásico	
<b>Funciones principales</b>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Montado en poste</li> <li>■ Montado en muro</li> <li>■ Control y monitoreo de interruptor.</li> <li>■ Detector de corriente de fallo.</li> <li>■ Automatización de sistemas: seccionador, cambio de fuente de poder.</li> <li>■ Medición: I, U, P, Q, S, energía y factor potencia <math>\cos\phi</math></li> <li>■ Medición: I, U.</li> <li>■ Concentración de equipos con comunicación Modbus.</li> <li>■ Almacenamiento de archivos de medición y datos.</li> <li>■ Respaldo de alimentación para la unidad de control, interruptor y equipo de transmisión.</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Filite 110:</li> <li>■ Instalación en línea.</li> <li>■ Detector de corriente de fallo fase a fase y fase a tierra.</li> <li>■ Medición de presencia de I y U.</li> <li>■ Manejo de comunicación con G200.</li> <li>■ Alimentación por batería litio G200:</li> <li>■ Montado en poste.</li> <li>■ Concentrador Filite 110.</li> <li>■ Procesamiento y registro.</li> <li>■ E/S libres: 3 salidas digitales y 6 entradas digitales.</li> <li>■ Alimentación de 220 Vac, solar o de 12 Vdc.</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Instalación en línea</li> <li>■ Detector de corriente de fallo fase a fase y fase a tierra.</li> <li>■ Indicación de fallas transientes y permanentes</li> <li>■ Alimentación con batería de litio</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Montado en muro</li> <li>■ Detector de corriente de fallo fase a fase y fase a tierra</li> <li>■ Alimentación: <ul style="list-style-type: none"> <li>□ Filair 279 -220 Vac (batería de respaldo)</li> <li>□ Filair 219 -batería</li> </ul> </li> </ul>
<b>Comunicación</b>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ De 1 a 2 puertos de comunicación serial</li> <li>■ 1 puerto Ethernet</li> <li>■ Gestión de funcionamiento de puertos de comunicación</li> <li>■ Interfase de transmisión: RTPC, radio, GSM, GPRS, Ethernet, línea dedicada, RS232, RS485.</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Comunicación por radio de corto alcance a 915 MHz.</li> <li>■ 1 puerto de comunicación SCADA.</li> <li>■ Interfase de transmisión: radio, GSM, GPRS, CDMA</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Contacto de señalización para RTU</li> </ul>	
<b>Protocolo de comunicaciones</b>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ IEC 670-5-101 e IEC 670-5-104</li> <li>■ DNP3 serial y TCP/IP</li> <li>■ Modbus serial y TCP/IP</li> <li>■ HNZ, WISP+ y otros protocolos exclusivos</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>■ IEC 670-5-101</li> <li>■ DNP3 serial y TCP/IP</li> <li>■ Modbus</li> </ul>			
<b>Configuración de datos</b>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Servidor Web integrado</li> <li>■ Configuración local y remota</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Configuración local y remota con W500 Easergy.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Por microinterruptores</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Por microinterruptores</li> </ul>	
<b>Accesorios</b>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Pruebas y herramientas de simulación</li> <li>■ Sensores de secuencia cero y fase abierta</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Herramienta de instalación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Herramienta de instalación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Sensor secuenciador de cero y fase abierta</li> </ul>	

## Maniobras en Media Tensión

## Easergy sistema de gestión energética a distancia

*Frente al inminente crecimiento en el consumo de energía tanto en el plano doméstico como industrial, se hace necesario optimizar el manejo energético de manera más eficiente. Schneider Electric ha desarrollado una oferta de equipos para reducir los tiempos por corte de energía en los alimentadores de redes de distribución en media tensión.*



*El equipo está tiene forma de armario de acero inoxidable con fijaciones murales.*

### Easergy T200 I

Es una Unidad de control para subestaciones de MV (Figura N° 1), esta unidad de control es modular de 1 a 16 Switch. Está destinada para instalarse en redes y subestaciones de MT. Reune el conjunto de funciones necesarias para el control y comando de celdas motorizadas:

- **Gestión del mando eléctrico de apertura/cierre de los interruptores MT**
- **El comando eléctrico puede activarse por acción de TELEMANDO procedente del supervisor de telecontrol, o por un comando operación LOCAL (botón pulsador) o bien, por AUTOMATISMOS internos.**
- **Detección de corriente de falla entre fases o entre fase y tierra.**
- **Telemedida de la corriente efectiva que circula en cada línea de MT.**
- **Adquisición y procesamiento de las medidas**

El modelo básico del T200I integra para cada canal la medida siguiente, cuando la opción detección de defecto está presente:

- Medida de las corrientes en cada fase.
- Cálculo de la corriente de carga media, Medida de corriente homopolar, Medida de tensión monofásica o trifásica, Medida del desvío de fase entre las tensiones aguas arriba/aguas abajo para la gestión de los puntos de apertura, Cálculo de las potencias activa, Cálculo de la energía activa (opcional), Cálculo del factor de potencia (opcional), Medida de la frecuencia.

### ■ **Vigilancia, para teleseñalización y/o visualización local de la información de la subestación MT y de T200 I**

- Eventos Registrados Fechados (ERF)
- Automatismos

SEC (Seccionalizador): automatismo de apertura del interruptor MT como resultado de la detección de un número de corrientes de defecto en el ciclo de conexión de la subestación fuente.

ACO (Auto Change Over): permutación automática de fuente por falla de tensión detectada en uno de los canales.

BTA (Bus tie coupling): es un sistema de automatización para el cambio de fuentes.

### ■ **Alimentación auxiliar**

### ■ **Comunicación local o hacia el centro de telecontrol**

- Selección del modem para cada puerto que permita todo tipo de soporte:
- Radio (600/1200 bds FSK o 1200/2400 FFSK),
- PSTN aislado a 8 kV (300 a 144400 bits/s - V32 bis),
- GSM/GPRS (bi-banda 900 MHz - 1800 MHz), tarjeta SIM accesible en la cara frontal,
- LL aislada a 8 kV (1200 bds FSK),
- RS232 o RS485 aislado a 2 kV (19200 bds).

## Maniobras en Media Tensión

## Easergy sistema de gestión energética a distancia



El equipo tiene forma de un armario de acero inoxidable previsto para fijarse a un poste mediante un soporte de fijación

### Easergy T200 P

Es una unidad de control para subestaciones de MT orientada a la automatización de seccionadores (Figura N° 2). Está destinado a instalarse con interruptores aéreos y Telecomandados de red MT. Agrupa el conjunto de funciones necesarias para el control y mando de las celdas motorizadas:

- **Gestión del mando eléctrico de apertura/cierre de los interruptores MT**  
El comando eléctrico puede activarse por acción de TELEMANDO procedente del supervisor de telecontrol, o por un comando operación LOCAL (botón pulsador) o bien, por AUTOMATISMOS Internos.
- **Detección de corriente de falla entre fases o entre fase y tierra.**
- **Telemedida de la corriente efectiva que circula en cada línea de MT.**
- **Vigilancia de la subestación MT y del Easergy T200 P mediante teleseñalización y/o visualización local de la información.**

- Eventos Registrados Fechados (ERF)
- Automatismos

SEC (Seccionalizador): automatismo de apertura del interruptor MT como resultado de la detección de un número de corrientes de defecto en el ciclo de conexión de la subestación fuente.

VT (Voltage Time): la detección de ausencia de tensión (interruptor cerrado), provoca la apertura del canal y posteriormente su cierre cuando vuelve la tensión.

- **Alimentación auxiliar**
- **Comunicación local o hacia el centro de telecontrol**

Para el conjunto de los componentes de la unidad de control, los equipos de transmisión y la motorización del interruptor con una autonomía de varias horas en caso de desaparición de U alterna con una autonomía de varias horas en caso de desaparición de U alterna.

- **Comunicación con el supervisor de telecontrol por medio de un protocolo:** Modbus, CEI 870-5, DNP3, HNZ, PUR 2.2, otros...



### Easergy L500

Es un SCADA para redes de MT que incluye un editor del sistema supervisión llamado Easergy Supervisor V7.20c (Figura N° 3), para redes de media tensión distribución de energía eléctrica. Ofrece comunicación en tiempo real y el control de funciones para Easergy T200 gama de equipos instalado en la red de distribución eléctrica. Las aplicaciones de supervisión pueden ser generadas a partir de un paquete de software específicos de Easergy L500.

Las aplicaciones Easergy creadas por la herramienta de configuración se puede cambiar con la misma aplicación de configuración.

Un máximo de 500 equipos que se pueden crear en una aplicación Supervisor. Easergy L500 funciona en computadores compatibles. El L500 software es muy fácil de instalar desde el CD-ROM suministrado con el kit.

- **El T200 cuenta con acceso para equipo de comunicaciones utilizando el Modbus II**

Protocolo y los diferentes tipos de envío

- enlace a tiempo completo (RS232 o RS 485)
- Teléfono enlace (RTC, GSM)
- No a tiempo completo vínculo (Radio)
- No hay señalización remota (no de comunicación: los datos se genera a nivel local por la Supervisor)

**Nota:** El enlace de radio requiere el uso de un nuevo tipo de comunicación gateway G500 y un sistema de radio. Para los que no son de modos de comunicación a tiempo completo (PSTN, Radio), es posible definir consulta por ciclos. El periodo que se define como un número de días entre el 1 y el 30. El tiempo de consulta base también puede configurarse. La supervisión de la estación puede estar equipado con una impresora en tiempo real para la impresión de los eventos.

Maniobras en  
Media Tensión

Easergy  
sistema de gestión energética a distancia



**Fiite 110-SA**

**Indicador de falla para líneas aéreas**

■ **Aplicaciones**

Un Indicador de Falla (IF) es obligatorio para localizar averías en redes de distribución. Debe satisfacer todas las necesidades del cliente y ser muy visible para ayudar al personal de mantenimiento a localizar rápidamente las fallas de las redes aéreas. Un IF se debe coordinar con el reconectador o el interruptor aguas arriba y por lo tanto, dependiendo de su localización en la red de MT, el valor del disparo puede cambiar.

- Fiite110-SA es ajustable en campo, gracias a sus dip-switches
- Un solo producto puede cubrir todos los requerimientos del cliente.

Un IF puede siempre indicar fallas permanentes, pero las utilidades están interesadas a menudo para seguir también fallas transitorias (una falla es transitoria cuando el dispositivo aguas arriba de la protección elimina la falla y se reconecta con éxito).

- Fiite110-SA ofrece ambos tipos de falla con la misma unidad, destellando diferente sobre fallas permanentes y fallas transitorias, con la misma potencia de destello. Esa característica es ajustable en campo por el usuario.
- Por lo que un solo producto cubre estas dos aplicaciones.

■ **Detección de Falla**

Fiite110-SA tiene dos sensores, uno que mide el campo magnético (imagen de la corriente) y otro que mide el campo eléctrico (imagen del voltaje). Una falla es al pasar sobre un umbral actual absoluto (Imax) o una variación actual (di/dt).

■ **Operación**

En el momento de la instalación en un conductor energizado, Fiite110-SA se ajusta a la frecuencia de la corriente y el voltaje de la red, quedando listo automáticamente para la detección de falla.

- Tipos de Fallas: Fiite110-SA detecta e indica fallas a tierra y cortocircuitos entre las fases. Además Fiite110-SA indica fallas permanentes y transitorias.
- Confirmación de falla: para evitar indicaciones falsas, las fallas se confirman con una inmersión del voltaje que ocurre dentro de 70s después de que se haya alcanzado el umbral, que indica que el sistema de protección aguas arriba ha abierto el circuito o ha empezado un ciclo de reconexión.
- Corriente de magnetización: sobre la línea energizada un filtro de la corriente de magnetización evita la posible falsa indicación de la falla debida a las corrientes que magnetizan los transformadores de MT/BT aguas abajo del IF.
- Restablecimiento: una vez que una avería permanente haya sido detectada y el destello ha comenzado, si regresa la energía, FLITE 110-SA espera que la MT se estabilice antes de apagar su destello, así se evita parar el destellar si no ha sido la falla corregida.
- Evolución de la Falla transitoria: una vez que Fiite110-SA esté ocupado destellando para una falla transitoria, si ocurre una falla permanente, la indicación de destello de la falla cambia automáticamente de transitorio a permanente, así ayudando al personal de mantenimiento a tratar las prioridades de las fallas.

**Datasheet de Conductores Electricos**

DATASHEET CABLES ELÉCTRICOS 185 mm<sup>2</sup>

## ANEXOS

### 8.1 DATASHEET CABLE N2XSY 18/30 KV

## N2XSY 18/30 kV

Distribución de energía en media tensión.

**DESCRIPCIÓN**

**Aplicación**

Distribución de energía en media tensión. Como alimentadores de transformadores en sub-estaciones. En centrales eléctricas, instalaciones industriales y de maniobra, en urbanizaciones e instalaciones mineras, en lugares secos o húmedos.

**Construcción**

1. Conductor: Cobre blando compactado, clase 2.
2. Semi-conductor interno: Compuesto extruido.
3. Aislamiento: Polietileno reticulado XLPE-TR (Tree retardant).
4. Semi-conductor externo: Compuesto extruido pelable.

Estos tres últimos componentes extruidos en CV (vulcanización continua) de triple extrusión en el proceso de curado en seco.

5. Pantalla: Cintas de cobre.
6. Cubierta externa: Compuesto de PVC.

**Principales características**

Excelentes propiedades contra el envejecimiento por calor. Resistencia a la abrasión, humedad y a los rayos solares. Adecuada resistencia a las grasas y aceites. No propaga la flama.

**Sección:**

Desde 50 mm<sup>2</sup> hasta 630 mm<sup>2</sup>.

**Marcación:**

INDECO S.A. N2XSY 18/30 kV - Sección - Año - Medrado secuencial

**Embalaje:**

En carretes de madera no retornables.

**Color:**

Aislamiento: Natural.

**Contacto**  
Ventas Local  
ventas\_peru@nexans.com  
exportaciones\_peru@nexans.com



**NORMA**

**Internacional IEC 60228:**  
IEC 60332-1-2; IEC 60502-2;  
IEC 60811-401; IEC 60811-402;  
IEC 60811-409; IEC 60811-601;  
IEC 60811-602; IEC 60811-604;  
IEC 60811-605; IEC 60811-608;  
IEC 60811-607; IEC 60811-606;  
IEC 60811-609

**Nacional NTP-IEC 60228; NTP-IEC 60502-2; UL 2556**



**Libre de plomo**  
Pb



**Tensión nominal de servicio**  
18/30 kV



**Resista Radiación UV**  
UL 2556 - Resistencia a los rayos solares



**No propagación de la flama**  
IEC 60332-1-2; FT1



**Resistencia a aceites**  
Eterna



**Temperatura máxima operativa**  
90 °C

## N2XSY 18/30 kV

### Contacto

Ventas Local  
ventas.peru@nexans.com  
exportaciones.peru@nexans.com

Cubierta externa: Rojo.

### Normas nacionales

**NTP-IEC 60228:** Conductores para cables aislados.

**NTP-IEC 60502-2:** Cables de energía con aislamiento extruido y sus aplicaciones para tensiones nominales desde 6 kV hasta 30 kV.

### Normas internacionales aplicables

**IEC 60228:** Conductores para cables aislados.

**IEC 60502-2:** Cables de energía con aislamiento extruido y sus aplicaciones para tensiones nominales desde 6 kV hasta 30 kV.

**IEC 60332-1-2:** Ensayo de propagación de flama vertical para un alambre o cable simple - Procedimiento para flama premezclada de 1kW.

**UL 2556:** Métodos de ensayo para alambre y cable. **Sección 9.3:** Ensayo de propagación de flama - FT-1 (muestra vertical).

**IEC 60811-401:** Métodos de envejecimiento térmico. Envejecimiento en horno de aire.

**IEC 60811-402:** Ensayo de absorción de agua.

**IEC 60811-409:** Ensayo de pérdida de masa de aislamientos y cubiertas termoplásticas.

**IEC 60811-501:** Ensayos para la determinación de las propiedades mecánicas.

**IEC 60811-502:** Ensayo de contracción para aislamientos.

**IEC 60811-504:** Ensayo de doblado a baja temperatura para aislamientos y cubiertas.

**IEC 60811-505:** Elongación a baja temperatura para aislamientos y cubiertas.

**IEC 60811-506:** Ensayo de impacto a baja temperatura para aislamientos y cubiertas.

**IEC 60811-507:** Ensayo de alargamiento en caliente para materiales reticulables.

**IEC 60811-508:** Ensayo de presión a alta temperatura para aislamientos y cubiertas.

**IEC 60811-509:** Ensayo de resistencia al agrietamiento para aislamientos y cubiertas.

**UL 2556:** Métodos de ensayo para alambre y cable. **Sección 4.2.8.5:** Ensayo de resistencia a los rayos solares en arco xenón/arco carbón.



Libre de plomo  
Si



Tensión nominal de servicio  
ULU  
18/30 kV



Resist. Radiación UV  
UL 2556 - Resistencia a los  
rayos solares



No propagación de la  
flama  
IEC 60332-1-2; FT1



Resistencia a aceites  
Buena



Temperatura máxima  
operación  
90 °C

## N2XSY 18/30 kV

**Contacto**  
Ventas Local  
ventas.peru@nexasans.com  
exportaciones.peru@nexasans.com

### CARACTERÍSTICAS

#### Características de construcción

Material del conductor	Cobre Temple Blando
Material del semi-conductor interno	Compuesto extruido
Material de aislamiento	XLPE-TR
Material del semi-conductor externo	Compuesto extruido pelable
Pantalla	Cinta de cobre, helicoidal
Cubierta exterior	PVC
Color de cubierta	Rojo
Libre de plomo	Si

#### Características eléctricas

Tensión nominal de servicio U <sub>0</sub> /U	18/30 kV
Rigidez dieléctrica mínima en CC (conductor-pantalla)	63.0 kV
Tiempo Rigidez Dieléctrica Vca al aislamiento	5 min.
Tensión de Descarga Parcial	31.1 kV
Descarga Parcial Máxima	10 pC
Tensión de Impulso	170 kV

#### Características de uso

Resistencia a Radiación Ultravioleta	UL 2556 - Resistencia a los rayos solares
No propagación de la flama	IEC 60332-1-2; FT1
Resistencia a aceites	Buena
Temperatura máxima operación	90 °C
Temperatura de sobrecarga de emergencia	130 °C
Temperatura máxima del conductor en corto-circuito	250 °C

### DATOS DIMENSIONALES

Sección [mm <sup>2</sup> ]	N° total alambres	Diám. Conductor [mm]	Diám. sobre aislam. [mm]	Diám. sobre pantalla [mm]	Diám. sobre cubierta [mm]	Peso aprox. [kg/km]
50	19	7.9	23.6	25.3	28	1068
70	19	9.5	25.2	26.9	29.6	1304
95	19	11.2	26.9	28.6	31.5	1612
120	37	12.8	28.5	30.2	33.3	1852
150	37	14.2	29.9	31.6	34.7	2180
185	37	15.8	31.4	33.2	36.6	2589
240	37	18.0	33.7	35.4	38.8	3178



Libre de plomo  
Si



Tensión nominal de servicio  
U<sub>0</sub>/U  
18/30 kV



Resist. Radiación UV  
UL 2556 - Resistencia a los  
rayos solares



No propagación de la  
flama  
IEC 60332-1-2; FT1



Resistencia a aceites  
Buena



Temperatura máxima  
operación  
90 °C

## N2XSy 18/30 kV

### Contacto

Ventas Local  
ventas.peru@nexans.com  
exportaciones.peru@nexans.com

Sección [mm²]	Nº total alambres	Diám. Conductor [mm]	Diám. sobre aislam. [mm]	Diám. sobre pantalla [mm]	Diám. sobre cubierta [mm]	Peso aprox. [kg/km]
300	37	20,1	35,8	37,5	40,9	3799
400	61	23,3	38,9	40,7	44,3	4717
500	61	26,2	41,9	43,6	47,4	5800
630	61	30,0	45,6	47,4	51,6	7304

### DATOS ELÉCTRICOS - I

Sección [mm²]	Max. DC Resist. Cond. 20°C [Ohm/km]	Resistencia del conductor en CA a 90° C - formación plana [Ohm/km]	Resist. Conduct. CA 90° C - form. triang. [Ohm/km]	React. Induct. 60 Hz - formac. plana [Ohm/km]	React. Induct. 60 Hz - formac. triang. [Ohm/km]
50	0,367	0,4937	0,4938	0,2362	0,1665
70	0,268	0,3421	0,3422	0,2265	0,1568
95	0,193	0,2466	0,2468	0,2187	0,1491
120	0,153	0,1958	0,1961	0,2129	0,1432
150	0,124	0,1589	0,1594	0,2081	0,1385
185	0,0991	0,1274	0,128	0,2041	0,1344
240	0,0754	0,0975	0,0985	0,1979	0,1282
300	0,0601	0,0784	0,0797	0,1943	0,1247
400	0,047	0,0622	0,064	0,1892	0,1195
500	0,0366	0,0495	0,0519	0,1855	0,1158
630	0,0283	0,0397	0,0427	0,1817	0,112

### DATOS ELÉCTRICOS - II

Sección [mm²]	Ampac. enter. 20°C - formac. plana [A]	Ampac. Enter. 20°C - formac. triang. [A]	Ampac. aire 30°C - formac. plana [A]	Ampac. aire 30°C - formac. triang. [A]
50	203	196	286	238
70	246	239	356	296
95	293	285	434	361
120	332	323	500	417
150	366	361	559	473
185	410	408	637	543
240	470	469	745	641
300	524	526	846	735



Libre de plomo  
Bi



Tensión nominal de servicio  
U<sub>0/U</sub>  
18/30 kV



Resist. Radicción UV  
UL 2556 - Resistencia a los  
rayos solares



No propagación de la  
llama  
IEC 60332-1-2; FT1



Resistencia a aceites  
Buenos



Temperatura máxima  
operación  
90 °C

## N2XSY 18/30 kV

### Contácto

Ventas Local  
ventas.peru@nexans.com  
exportaciones.peru@nexans.com

Sección [mm <sup>2</sup> ]	Ampac. enter. 20°C - formac. plana [A]	Ampac. Enter. 20°C - formac. triang. [A]	Ampac. aire 30°C - formac. plana [A]	Ampac. aire 30°C - formac. triang. [A]
400	572	590	938	845
500	651	673	1025	917
630	695	725	1221	1079

### LISTA DE PRODUCTOS

Ref. Nexans	Nombre	Sección [mm <sup>2</sup> ]	Diám. Conductor [mm]	Diám. sobre aislam. [mm]	Diám. sobre pantalla [mm]	Diám. sobre cubierta [mm]	Peso aprox. [kg/km]
☎ P00015697-1	N2XSY 18/30 kV 50 mm <sup>2</sup>	50	7,9	23,6	25,3	28	1066
☎ P00000720-1	N2XSY 18/30 kV 70 mm <sup>2</sup>	70	9,5	25,2	26,9	29,6	1304
☎ P00000721-1	N2XSY 18/30 kV 95 mm <sup>2</sup>	95	11,2	26,9	28,6	31,5	1612
☎ P00000717-1	N2XSY 18/30 kV 120 mm <sup>2</sup>	120	12,8	28,5	30,2	33,3	1892
☎ P00000718-2	N2XSY 18/30 kV 150 mm <sup>2</sup>	150	14,2	29,9	31,6	34,7	2180
☎ P00025535-0	N2XSY 18/30 kV 185 mm <sup>2</sup>	185	15,8	31,4	33,2	36,6	2589
☎ P00023427-1	N2XSY 18/30 kV 240 mm <sup>2</sup>	240	18,0	33,7	35,4	38,8	3178
☎ P00004297-2	N2XSY 18/30 kV 300 mm <sup>2</sup>	300	20,1	35,8	37,5	40,9	3799
☎ P00000719-1	N2XSY 18/30 kV 400 mm <sup>2</sup>	400	23,3	38,9	40,7	44,3	4717
☎ P00006096-2	N2XSY 18/30 kV 500 mm <sup>2</sup>	500	26,2	41,9	43,6	47,4	5800
☎ P00015698-1	N2XSY 18/30 kV 630 mm <sup>2</sup>	630	30,0	45,6	47,4	51,6	7304

☎ = Realizar pedido, 📦 = Reservar stock

### RADIO DE CURVATURA UNA VEZ INSTALADO EN M.T.

$$R=Dxf$$

R: Radio de curvatura una vez instalado (mm)



Libre de plomo  
81



Tensión nominal de servicio  
U<sub>0</sub>/U<sub>m</sub>  
18/30 kV



Resist. Radiación UV  
UL 2556 - Resistencia a los  
rayos solares



No propagación de la  
llama  
IEC 60332-5-2: FT1



Resistencia a aceites  
Buena



Temperatura máxima  
operación  
90 °C

## 8.2 DATASHEET CABLE AAAC 120 mm<sup>2</sup>

### AAAC ALUMINIO mm<sup>2</sup>

AAAC 120 mm<sup>2</sup>

Contacto  
Venta Local  
ventas.peru@nevens.com

En líneas aéreas de transmisión.

#### DESCRIPCIÓN

##### Aplicación:

En líneas aéreas de transmisión de energía en media y alta tensión.

##### Construcción:

Conductor: Aluminio H16 (EC-1350), clase 2.

##### Principales características:

Resistencia a la tracción y menor peso.

##### Sección:

Desde 25 mm<sup>2</sup> hasta 400 mm<sup>2</sup>.

##### Embalaje:

En carretes de madera no retornables.

##### Normas nacionales:

MTP 370.256: Alambre de aluminio duro para conductores de líneas aéreas.

MTP 370.258: Conductores con alambres redondos de aluminio cableados concéntricamente para líneas aéreas.

##### Normas internacionales aplicables:

IEC 60060: Alambre de aluminio duro para conductores de líneas aéreas.

IEC 61089: Conductores de alambre redondo cableado concéntricamente para líneas aéreas.



#### CARACTERÍSTICAS

##### Características de construcción

Materia del conductor	Aluminio 1350
Clase del conductor	Clase 2

##### Características dimensionales

Sección del conductor	120 mm <sup>2</sup>
Número de alambres de Aluminio	19
Diámetro Alambre de Aluminio	2.63 mm
Diámetro del conductor	14.1 mm
Peso aproximado	329 kg/km

Todos los datos, especificaciones, precios y fechas están sujetos a modificaciones, sin avisar. Para más información, comuníquese con el departamento de ventas al por mayor. Nevens, S.A. - Calle Comercio 1000, Lima. T: (01) 476 0000. E: ventas.peru@nevens.com. Página 112



## AAC ALUMINIO mm<sup>2</sup>

AAC 120 mm<sup>2</sup>

Contacto  
Venta Local:  
ventas.peru@hexants.com

Características eléctricas	
Amperaje en aire 40°C	385 A
Resistencia máxima del conductor en CC a 20° C	0.2434 Ohm/km
Características mecánicas	
Mínima Resistencia a la Tracción del conductor	19,38 kN

### CONDICIONES DE CÁLCULO DE CORRIENTE ALUMINIO

#### CONDICIONES DE CÁLCULO DE CORRIENTE

Temperatura máxima del conductor: 80°C

Temperatura ambiente: 40°C

Velocidad del viento: 2.0 km/h

### 8.3 DATASHEET AISLADOR POLIMERICO

ITEM	CARACTERÍSTICAS	UNIDAD	ESPECIFICADO
1	País de procedencia		
2	Fabricante		
3	Designación, modelo		
4	Normas		IEC 61108, ANSI C29.13
5	Características de Fabricación		
	Material del núcleo (core)		Fibra de vidrio con barra Fiberglas Round Rod tipo ECR
	Material aislante de revestimiento y aletas (housing and sheds):		Goma silicona alta consistencia tipo HTV o LSR
	- Resistencia al tracking y erosión del material aislante: Goma silicona		Clase 2A, 6kV (Según ASTM D2303 - IEC 60587)
	Material de los herrajes de acoplamiento		Acero forjado
	Galvanización de los herrajes		Según ASTM A153/A153M, espesor promedio de 86µm
	Tipos de acoplamiento		Clevis - Tongue,
	Chaveta		Acero inoxidable
6	Valores Eléctricos:		
	Tensión máxima para el aislador $U_m$	kV <sub>rms</sub>	24
	Frecuencia nominal	Hz	60
	Máximo diámetro de la parte aislante	mm	200
	Distancia de fuga mínima	mm	600
	Distancia de arco mínima	mm	210
	Número de aletas	N°	
	Diámetro de las aletas	mm	
	Paso de las aletas	mm	
	Angulo de inclinación de las aletas	°	
	Tensión de sostenimiento a la frecuencia industrial:		
	- Húmedo	kV	≥100
	- Seco	kV	≥130
	Tensión de sostenimiento al impulso 1.2/50µs:		
	- Positivo	kV	≥190
	Tensión de prueba a baja frecuencia (RMS a Tierra)	kV	20
	RIV Máximo a 1000 KHz	µV	10
7	Valores mecánicos:		
	Carga mecánica máxima especificada (SML)	kN	70

	Carga mecánica de prueba especificada (RTL)	kN	35
	Esfuerzo de Torsión	N-m	47
	Diámetro del núcleo	mm	18
	Peso	kg	
	Longitud "L" según gráfico de Nota 1.	mm.	430±25
8	Ensayos de Diseño		Según cláusula 10 de IEC 61109
9	Ensayos de tipo		Según cláusula 11 de IEC 61109
10	Ensayos de muestreo		Según cláusula 12 de IEC 61109
11	Ensayos individuales		Según cláusula 13 de IEC 61109
12	Pruebas de resistencia a rayos UV		Según ASTM G154 y ASTM G155 ó ISO 4892-3 e ISO 16474-3

