

UNIVERSIDAD NACIONAL TECNOLÓGICA DE LIMA SUR

FACULTAD DE INGENIERÍA Y GESTIÓN
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA



“REDISEÑO EN SUMINISTRO DE MEDIA TENSIÓN 10KV, PARA UNA MÁXIMA DEMANDA DE 850 kW EN LA EMPRESA UNICON S.A.”

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

Para optar el Título Profesional de

INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA

PRESENTADO POR EL BACHILLER

ORONCOY ASTO, ALEX YHORDY

Villa El Salvador
2019

DEDICATORIA:

Dedico este trabajo a mis padres y familiares que me apoyaron; a mi futura esposa y a mi hija que son mis razones de vida.

AGRADECIMIENTOS:

Gracias a todos mis profesores y mentores que me inculcaron y apoyaron en esta hermosa carrera IME.

ÍNDICE

LISTA DE FIGURAS	VII
LISTA DE TABLAS	VIII
LISTA DE ANEXOS.....	IX
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPITULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
1.1 DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA	2
1.2 JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA	2
1.3 DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA	3
1.3.1 ESPACIAL	3
1.3.2 TEMPORAL	3
1.4 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	3
1.4.1 PROBLEMA GENERAL	3
1.4.2 PROBLEMAS ESPECIFICOS	3
1.5 OBJETIVOS	4
1.5.1 OBJETIVO GENERAL.....	4
1.5.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	4
CAPITULO II MARCO TEORICO.....	5
2.1 ANTECEDENTES	5
2.2 BASES TEÓRICAS	8
2.2.1 LOS SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN DE ENERGIA ELÉCTRICA.....	8

2.2.1.1 SUBSISTEMA DE DISTRIBUCIÓN PRIMARIA.....	9
2.2.1.2 SUBSISTEMA DE DISTRIBUCIÓN SECUNDARIA.....	9
2.2.1.3 INSTALACIONES DE ALUMBRADO PÚBLICO	9
2.2.2 SISTEMA DE UTILIZACIÓN.....	10
2.2.3 SISTEMA DE UTILIZACIÓN EN MEDIA TENSIÓN	10
2.2.4 NIVELES DE TENSIÓN	10
2.2.5 POTENCIA INSTALADA, POTENCIA CONECTADA Y POTENCIA CONTRATADA.....	11
2.2.6 SUBESTACIONES DE DISTRIBUCIÓN.....	12
2.2.7 ELEMENTOS DE LAS SUBESTACIONES.....	17
2.2.7.1 TRANSFORMADORES.....	17
2.2.7.2 SECCIONADORES DE POTENCIA.....	18
2.2.8 LÍNEAS SUBTERRÁNEAS.....	19
2.2.9 COMPONENTES DE LAS REDES SUBTERRÁNEAS	20
2.2.10 CABLES SUBTERRÁNEOS	20
2.2.11 PUNTO DE DISEÑO	22
2.3 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS	24
CAPITULO III: DESARROLLO DEL TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL	27
3.1 MODELO DE SOLUCIÓN PROPUESTO.....	27
3.1.1 ALCANCE DEL TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL.....	27
3.1.2 LUGAR DE EJECUCIÓN	27
3.1.3 DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DE SUFIENCIA PROFESIONAL	28

3.1.3.1 DETERMINACIÓN DE LA TRAYECTORIA, RED PARTICULAR EN MEDIA TENSIÓN	28
3.1.3.2 SUBESTACIÓN SEP	29
3.1.4 BASES DE CÁLCULO	32
3.1.5 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE EQUIPOS Y MATERIALES	33
3.1.5.1 CABLE NA2XSY 95 mm² DE 18/30 Kv.....	33
3.1.5.2 CINTA SEÑALIZADORA COLOR ROJO.....	36
3.1.5.3 CINTA SEÑALIZADORA COLOR CELESTE	36
3.1.5.4 TERMINAL INTERIOR PARA CABLE SECO - 25 kV	36
3.1.5.5 SUBESTACIÓN DE TRANSFORMACIÓN SE PARTICULAR SEP EXISTENTE	37
3.1.5.5.1 CELDA DE LLEGADA EXISTENTE	38
3.1.5.5.2 CELDA DE TRANSFORMACIÓN A INSTALAR	39
3.1.6 CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS	45
3.1.6.1 CABLE DE MEDIA TENSION.....	45
3.1.6.2 CÁLCULO DEL FUSIBLE.....	48
3.1.6.3 CALCULO JUSTIFICATIVO DE LA SUBESTACION SEP.....	52
3.1.6.3.1 DIMENSIONAMIENTO DE LAS BARRAS DE COBRE PARA SUBESTACION SEP 10KV (existente).....	52
3.1.6.3.2 DIMENSIONAMIENTO DE AISLADORES PORTABARRA PARA NUEVA CELDA DE TRASFORMACION 630kVA EN 10 kV.....	58
3.1.6.3.3 CALCULO JUSTIFICATIVO DE LA SUBESTACIÓN SEP (EXISTENTE)- 20KV CON TRANSFORMADOR PROYECTADO DE 630kVA	59

3.1.6.3.3.1 DIMENSIONAMIENTO DE LAS BARRAS DE COBRE PARA SUBESTACIÓN SEP 20kV.....	59
3.1.6.3.3.2 DIMENSIONAMIENTO DE AISLADORES PORTABARRA PARA NUEVA CELDA DE TRANSFORMACIÓN 630kVA, EN 20 kV	65
3.1.6.3.4 CÁLCULO DE PUESTA A TIERRA EN MEDIA TENSIÓN.....	66
3.1.6.3.4.1 DIMENSIONAMIENTO DEL CABLE.....	66
3.1.6.3.4.2 CALCULO DE PUESTA A TIERRA.....	67
3.1.7 PRUEBAS	68
3.2 RESULTADOS	70
CONCLUSIONES.....	71
RECOMENDACIONES	72
BIBLIOGRAFÍA.....	73
ANEXOS.....	75

LISTA DE FIGURAS

Figura N°1: Sistema de generación, transmisión, subtransmisión y distribución de energía eléctrica.	09
Figura N°2: Subestación aérea Biposte (SAB).	14
Figura N°3: Subestación Convencional UNICON.....	15
Figura N°4: Esquema de principio de una S.E. convencional.....	16
Figura N°5: Transformador de Potencia.....	17
Figura N°6: Seccionador de Potencia y fusible tipo CEF.....	19
Figura N°7: Detalle de zanja de cable de Media Tensión.....	20
Figura N°8: Cable Unipolar NA2XSY.....	22
Figura N°9: Croquis de ubicación.....	27
Figura N°10: Subestación eléctrica particular (SEP) Ancieta.....	30
Figura N°11: Espacio para celda proyectada.....	32
Figura N°12: Características del cable Unipolar NA2XSY.....	35

LISTA DE TABLAS

Tabla N° 1: Clasificación de las subestaciones eléctricas.....	13
Tabla N° 2: Información de punto de diseño.....	28
Tabla N° 3: Parámetros de cálculo.....	33
Tabla N° 4: Datos del conductor.....	35
Tabla N° 5: Características de la cinta señalizadora.....	36
Tabla N° 6: Datos del conductor a escoger.....	45
Tabla N° 7: Fusible para nueva celda de transformación – 10kV.....	49
Tabla N° 8: Fusible para nueva celda de llegada– 10kV.....	50
Tabla N° 9: Fusible para nueva celda de transformación - 20kV.....	51
Tabla N° 10: Fusible para nueva celda de llegada– 20kV.....	52
Tabla N° 11: Mediciones para prueba de aislamiento.....	69

LISTA DE ANEXOS

Anexo N° 1: Catalogo de cable NA2XSY.

Anexo N° 2: Recorrido de la red en media tensión.

Anexo N° 3: Dimensiones del transformador.

Anexo N° 4: Manual de seccionador de potencia tripolar SPAIL-B.

Anexo N° 5: Catálogo de transformador.

Anexo N° 6: Curva características de fusible.

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de suficiencia profesional tiene por objetivo, rediseñar el sistema de utilización en media tensión operación inicial 10 kV para suministrar energía a la empresa Unicon-Planta Ancieta.

El sistema de utilización en media tensión, es aquel constituido por el conjunto de instalaciones eléctricas de Media Tensión, comprendida desde el punto de entrega hasta los bornes de Baja Tensión del transformador, destinado a suministrar energía eléctrica a un predio.

Este trabajo presenta los siguientes capítulos

En el capítulo I se presenta el planteamiento de problema, la realidad problemática, la justificación, delimitación del problema y su formulación; además los objetivos que se espera alcanzar

En el capítulo II Se abordan los aspectos teóricos relacionados a los antecedentes, bases teóricas y definición de términos básicos.

En el capítulo III Se desarrolla el trabajo de suficiencia profesional y se presentan los resultados obtenidos.

Finalmente se presentan las conclusiones y recomendaciones del presente trabajo de suficiencia profesional.

CAPITULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA

En la actualidad la empresa UNICON S.A.- Planta Ancieta, ubicada en el distrito del Agustino se encuentra desarrollando diversos proyectos de mejora en el proceso de producción y operatividad de la planta, debido al montaje de nuevas plantas de concreto internamente (Planta 3 y 4).

Por su creciente demanda de energía actual y consumo ha decidido realizar un aumento de carga a 850 kW, para el cual no cuenta con una Subestación en condiciones que se adapte a estas necesidades de operatividad. Motivo por el cual describo el trabajo de suficiencia profesional.

1.2 JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

El boom de la construcción y la creciente demanda de concreto por el sector de civil incito al desarrollo a una de las empresas más importantes del sector concretero (Unicon), al verse con la necesidad de producir más del agregado opto por realizar el montaje de nuevas plantas internas en una da sus plantas fijas más grandes (UNICON-ANCIETA). Dichas plantas contemplan un cierto consumo de energía eléctrica para el cual la planta Unicon Ancieta no se encuentra preparada viéndose en la necesidad de solicitar un aumento de carga en su suministro energía eléctrica.

Por tal motivo el presente trabajo eléctrico propone el rediseño del sistema de utilización en Media Tensión operación inicial 10 kV (Operación final 20kV) para la empresa UNICON S.A.- Planta Ancieta.

1.3 DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA

El proyecto tiene como delimitación, rediseñar el sistema de utilización en media tensión operación inicial 10 KV para para la empresa UNICON S.A.- Planta Ancieta.

1.3.1 ESPACIAL

El diseño del proyecto se desarrollará la Av. Plácido Jiménez N° 958, Distrito de El Agustino, Provincia y Departamento de Lima.

1.3.2 TEMPORAL

El diseño del proyecto fue desarrollado durante el periodo de enero del 2019 a junio del 2019.

1.4 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.4.1 PROBLEMA GENERAL

¿En qué medida el aumento de carga hasta 850kW requiere el rediseño del Sistema de Utilización en media tensión de 10kv en la empresa UNICON S.A. - PLANTA ANCIETA EL AGUSTINO?

1.4.2 PROBLEMAS ESPECIFICOS

¿Cómo rediseñar una nueva celda de transformación en la subestación eléctrica para un aumento de carga a 850kW en la planta concretera UNICON S.A. - PLANTA ANCIETA EL AGUSTINO??

¿Cómo calcular el dimensionamiento del calibre y el tipo conductor a emplear en el rediseño del sistema de utilización para un aumento de carga a 850 kW en la planta concretera UNICON SA – PLANTA ANCIETA EL AGUSTINO??

1.5 OBJETIVOS

1.5.1 OBJETIVO GENERAL

- Rediseñar el Sistema de Utilización en media tensión de 10kV, para un aumento de carga de hasta 850 kW en la empresa UNICON S.A. - PLANTA ANCIETA EL AGUSTINO.

1.5.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Diseñar una nueva celda de transformación en la subestación eléctrica para un aumento de carga a 850 kW en la planta concretera UNICON S.A - PLANTA ANCIETA EL AGUSTINO.
- Realizar los cálculos para determinar el calibre y el tipo de conductor a emplear en el Sistema de Utilización para un aumento de carga a 850 kW en la planta industrial UNICON S.A – PLANTA ANCIETA EL AGUSTINO.

CAPITULO II MARCO TEORICO

2.1 ANTECEDENTES

Bravo, V. (2018). ***“Diseño del sistema de utilización en media tensión al nivel de 22.9 kV y subestación tipo caseta de 1000kVA para la empresa congelados Gutiérrez.”*** Trabajo de investigación para optar el título de Ingeniero Mecánico Eléctrico. Universidad Católica de Santa María. Perú; en su objetivo refiere.

Diseñar un sistema de utilización a nivel de 22.9 kV y subestación eléctrica tipo caseta de 1000KVA (1MVA) con Interruptor automático SF6 como sistema de protección, destinado para suministrar energía eléctrica a la planta industrial productora de hielo en bloques (80 Ton/día) para la empresa ‘CONGELADOS GUTIERRES’.

En sus conclusiones manifiesta.

. Se ha logrado el diseño de un sistema de utilización en media tensión a nivel de 22.9KV y subestación tipo caseta compuesto por transformador de potencia 1000KVA (1MVA) 22.9/0.44-0.23KV de marca Epli S.A.C con equipos de control de temperatura y gases que exige la norma DGE, y protección mediante celda de seccionamiento automática SM6 DM1-A y celda de remonte para entrada de cables GAM-2 de marca Schneider, que satisfacen las necesidades y demanda de energía de la empresa “Congelados Gutiérrez S.A ”.

Montero, E. (2015). ***“Sistema de utilización en 22.9 Kv, 3 Ø para el varadero de embarcaciones artesanales en el distrito de los órganos”*** Tesis para optar el título de Ingeniero Electricista. Universidad Nacional Del Callao. Perú; en su objetivo refiere.

El presente proyecto de electrificación para un sistema de utilización en Media tensión 22.9 KV, 3 Φ , se ha elaborado con la finalidad de suministrar energía eléctrica al varadero de embarcaciones pesqueras artesanales en el distrito de Los Órganos – Talara

En sus conclusiones manifiestan.

El desarrollo de la investigación, ha permitido identificar aspectos de las redes en MT que evidencian que esta tecnología debe ser considerada como una alternativa importante.

Las plantas transforman la energía con alto voltaje en energía con medio voltaje por medio de subestaciones, después pasan a los transformadores y la transforman en energía de bajo voltaje para que llegue a los locales. Un circuito eléctrico es una serie de elementos o componentes eléctricos, tales como resistencias, inductancias, condensadores y fuentes, o electrónicos, conectados eléctricamente entre sí con el propósito de generar, transportar o modificar señales eléctricas.

Espinoza, M & Beltrán, J. (2016) ***“Mejoramiento del sistema eléctrico de la ciudad de Puerto Maldonado en media tensión”*** Informe de suficiencia para optar el título de Ingeniero Electricista. Universidad Nacional de San Antonio de Abad del Cusco. Perú; En sus objetivos refiere.

Desarrollar el diagnóstico de calidad de energía, de los niveles de tensión en la subestación alimentadora de la ciudad de Puerto Maldonado de acuerdo al crecimiento de las futuras demandas eléctricas, adecuado a la Norma Técnica De Calidad De Los Servicios Eléctricos.

En sus conclusiones manifiesta.

Al proyectar las demandas de consumo en cada barra del Sistema Eléctrico de puerto Maldonado se muestra un incremento en la caída de tensión en los años próximos que superan los parámetros mínimos de caída, visualizando un escenario hasta el año en estudio 2023 se presentan niveles de caída de tensión de un 7.4% en los alimentadores PM-01, PM-02 Y PM-03 y de un 8.9% en los alimentadores PM-6 y PM-07, así mismo tienen una caída de 6%, en la barra Pto Maldonado 138 kV.

Román, L. (2016). ***“Proyecto y diseño de instalaciones en media y baja tensión para un edificio”*** Informe de suficiencia para optar el título de Ingeniero Mecánico Electricista Universidad Católica de Santiago de Guayaquil. Ecuador; en su objetivo refiere.

El objetivo principal de este informe es diseñar una metodología de cálculo para el sistema eléctrico de un edificio compuesto por 6 pisos y 49 oficinas.

En sus conclusiones manifiesta.

El diseño y cálculo se señalan los aspectos básicos que exige la empresa eléctrica de Guayaquil, en la aprobación de obras realizadas por ingenieros de diseño, cálculo de la demanda, memoria técnica, así como normas y cualidades que se toman en cuenta en nuestro país.

Se indican los aspectos principales para el diseño, revisión, ejecución, aprobación de sistema de distribución aéreo o subterráneo, en media y baja tensión, cuyo objetivo es el desarrollo para la ejecución de una red de distribución desde la acometida de media tensión por parte de profesionales.

2.2 BASES TEÓRICAS

2.2.1 LOS SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA

Un sistema de distribución de energía eléctrica es el conjunto de equipos que permiten energizar en forma segura y fiable un número determinado de cargas, en distintos niveles de tensión, ubicados generalmente en diferentes lugares.

Dependiendo de las características de las cargas, los volúmenes de energía involucrados, y las condiciones de fiabilidad y seguridad con que deban operar, los sistemas de distribución se clasifican en: Industriales, Comerciales, Urbanos, y Rurales. (Ver figura N° 1)

Los sistemas de distribución urbanos alimentan la distribución de energía eléctrica a poblaciones y centros urbanos de gran consumo, pero con una densidad de cargas pequeña. Son sistemas en los cuales es muy importante la adecuada selección de los equipos y su correcto dimensionamiento.

Los sistemas de distribución rural se encargan del suministro eléctrico a zonas de menor densidad de cargas, por lo cual requiere de soluciones especiales en cuanto a equipos y a tipos de red. Debido a las distancias largas y las cargas pequeñas, es elevado el coste del kW/h consumido. En algunos casos es incluso justificado, desde el punto de vista económico, la generación local en una fase inicial, y sólo en una fase posterior, puede resultar económica y práctica la interconexión para formar una red grande. (HARPER, 2008)

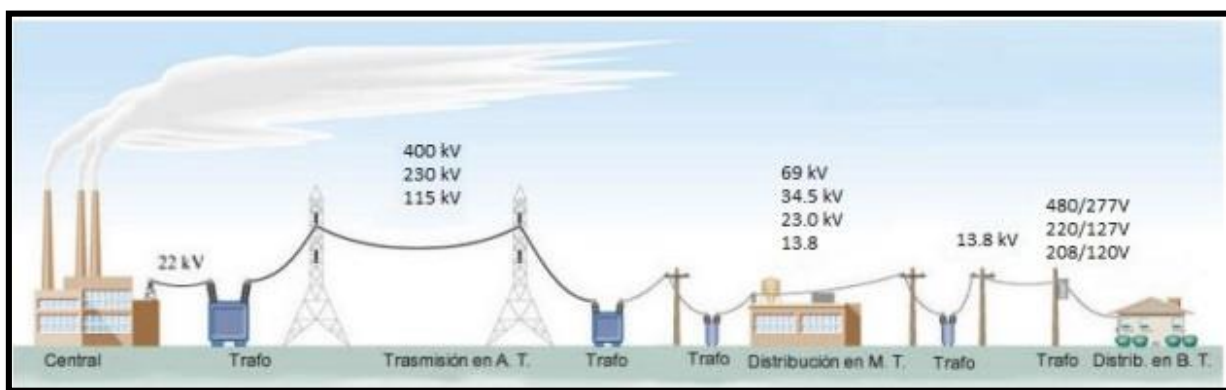


Figura N°1: Sistema de generación, transmisión, subtransmisión y distribución de energía eléctrica.

Fuente: *Apuntes de Subestaciones Eléctricas*, 2015, pág. 6.

2.2.1.1 SUBSISTEMA DE DISTRIBUCIÓN PRIMARIA

Son las redes y subestaciones cuyas tensiones de servicio son mayores de 1 kV y menores de 30 kV. (*RD N°018-2002 –EM/DGE, 2002, pág. 5*).

2.2.1.2 SUBSISTEMA DE DISTRIBUCIÓN SECUNDARIA

Son las redes de servicio público cuyas tensiones de servicio son iguales o menores a 1 kV. (*RD N°018-2002 –EM/DGE, 2002, pág. 5*).

2.2.1.3 INSTALACIONES DE ALUMBRADO PÚBLICO

Son las redes y unidades de alumbrado destinadas al alumbrado público de las vías, plazas y parques. (*RD N°018-2002 –EM/DGE, 2002, pág. 5*).

2.2.2 SISTEMA DE UTILIZACIÓN

Es un conjunto de instalaciones destinado a llevar energía eléctrica a cada usuario, desde el punto de entrega hasta los diversos artefactos eléctricos en los que se produzca su transformación en otras formas de energía. (*CNE Utilización, 2006, pág. 23*)

2.2.3 SISTEMA DE UTILIZACIÓN EN MEDIA TENSIÓN

Es aquel constituido por el conjunto de instalaciones eléctricas de Media Tensión, comprendida desde el punto de entrega hasta los bornes de Baja Tensión del transformador, destinado a suministrar energía eléctrica a un predio.

Estas instalaciones pueden estar ubicadas en la vía pública o en propiedad privada, excepto la subestación, que siempre deberá instalarse en la propiedad del Interesado. 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*).

2.2.4 NIVELES DE TENSIÓN

Uno de los valores de tensión nominal utilizados en un sistema dado, las tensiones recomendadas son las siguientes:

Baja Tensión:

380 / 220 V

440 / 220 V

Media Tensión:

20,0 kV (*)

22,9 kV

33 kV

Alta Tensión:

60 kV

138 kV

220 kV

Muy Alta Tensión:

500 kV

22,9 / 13,2 kV

33 / 19 kV

(CNE Suministro, 2011, pág. 8)

2.2.5 POTENCIA INSTALADA, POTENCIA CONECTADA Y POTENCIA CONTRATADA

a) Se entenderá por Potencia Instalada, a la sumatoria de las potencias activas nominales de todos los artefactos y equipos eléctricos que se alimenta de un suministro de electricidad.

b) Se entenderá por Potencia Conectada, aquella potencia activa máxima requerida por el usuario al momento de solicitar el suministro y que técnicamente soporta la conexión eléctrica; el mismo que debe adecuarse al derecho de potencia otorgado por cada tipo de conexión eléctrica establecido en la Resolución OSINERGMIN N° 153-2011-OS/CD, o la que la sustituya.

c) Se entenderá por Potencia Contratada, aquella potencia activa máxima que puede tomar un suministro y que ha sido convenida mediante contrato entre usuario y concesionaria. Al respecto, cualquier aumento de la mencionada potencia activa máxima, requerida por el usuario y que no exceda la potencia conectada, no deberá generar cobros adicionales por conceptos relacionados con los costos de conexión eléctrica y en tal sentido las empresas concesionarias de forma conjunta con el usuario deberán regularizar automáticamente la nueva potencia contratada. *(OSINERGMIN N° 206-2013-OS/CD, 2013. pág.5)*

2.2.6 SUBESTACIONES DE DISTRIBUCIÓN

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

Al diseñar una subestación eléctrica se deben considerar cuatro puntos:

- Tensiones máximas a las que trabajará
- Nivel de aislamiento admisible del equipo por instalar
- Corriente máxima de servicio continuo.
- Corriente máxima de falla (corto circuito)

Dependiendo de la función que desempeñan las subestaciones eléctricas se pueden clasificar: por su servicio, por su construcción o por su arreglo de barras, como indica la Tabla N°1.

Tabla 1 Clasificación de las subestaciones eléctricas.

Fuente: Apuntes de Subestaciones Eléctricas, 2015, pág. 6.

<u>CLASE</u>	<u>TIPO DE SUBESTACIÓN ELÉCTRICA</u>
<i>POR SU SERVICIO</i>	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Elevadora</i> • <i>Reductora</i> • <i>De maniobra</i>
<i>POR SU CONSTRUCCIÓN</i>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ <i>Intemperie</i> ➤ <i>Interior</i> ➤ <i>Blindada</i> ➤ <i>Hibridad (Encapsulada)</i>
<i>POR SU ARREGLO DE BARRAS</i>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ <i>Barra principal y de transferencia con interruptor de transferencia o amarre.</i> ✓ <i>Interruptor y medio en "i"</i> ✓ <i>Interruptor y medio en "j"</i> ✓ <i>Doble barra principal y barra de transferencia</i> ✓ <i>Doble barra y doble interruptor</i> ✓ <i>Barra principal y barra auxiliar con interruptor de transferencia o amarre.</i>

- a) **ÁREA.** - Tipo exterior, instalado sobre el nivel del piso en uno o más postes. (Ver figura N°2)



Figura N°2: Subestación Aérea Biposte (SAB)

Fuente Fotografía propia.

b) COMPACTA. –

- **Bóveda (Subterránea).** - Transformador compacto, dispositivos de protección y maniobra incorporados, instalación en bóveda subterránea. Tableros de distribución y control en murete a nivel del piso

- **Pedestal.** - Transformador compacto, dispositivos de protección y maniobra incorporados, instalación en base de concreto a nivel de piso. Área circundante prevista para maniobras y trabajo. (Aprox. 3x3 m2)
- c) AL INTERIOR DE EDIFICIOS (En caseta).** – Es la subestación de distribución cuyo equipamiento es del tipo interior, y está instalado en una caseta apropiada en la que se ha previsto pasadizos y espacios de trabajo. (Ver figura N°3)



Figura N°3: Subestación Convencional UNICON.

Fuente Fotografía propia.

d) CONDICIONES PARA LA SELECCIÓN

- ✓ Tensión en el punto de alimentación
- ✓ Tensión de usuario
- ✓ Potencia actual y futura
- ✓ Calidad de carga y medio ambiente
- ✓ Área disponible

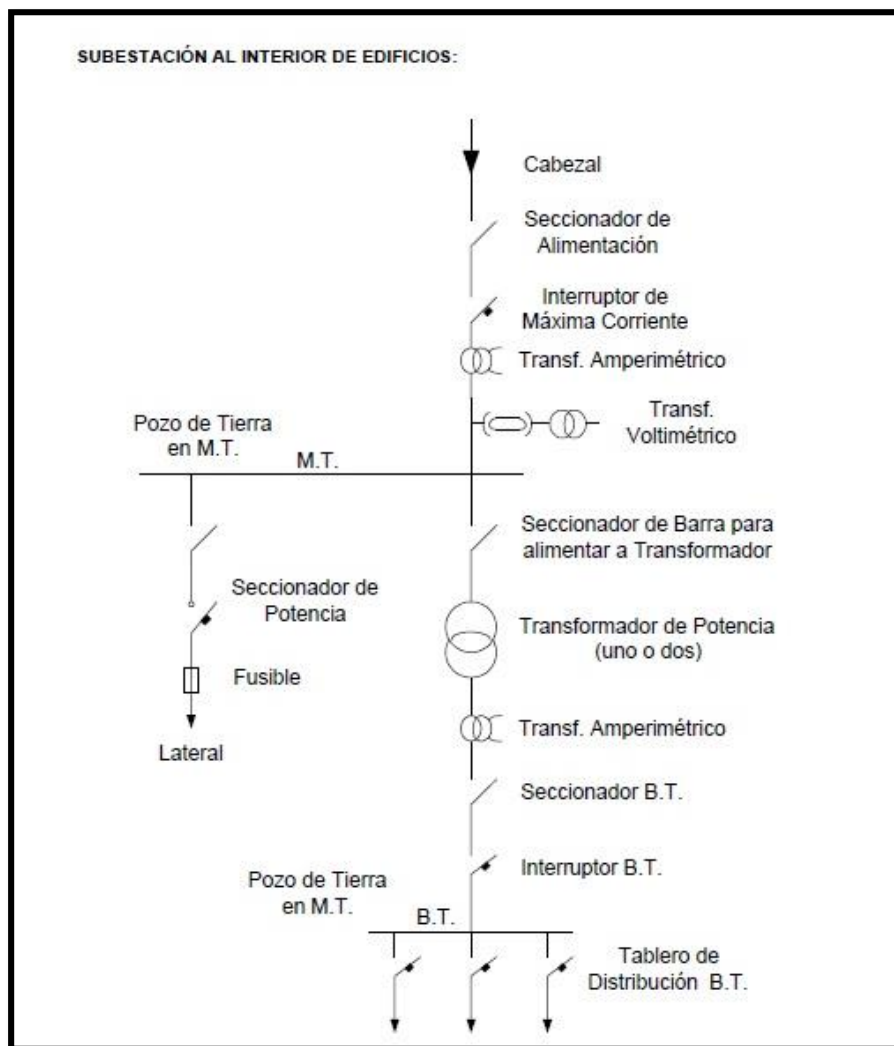


Figura N°4. Esquema de principio de una S.E. convencional.

Fuente *Curso de Instalaciones eléctrica Tecsup.*

2.2.7 ELEMENTOS DE LAS SUBESTACIONES

2.2.7.1 TRANSFORMADORES

Los transformadores se definen como máquinas estáticas que tienen la misión de transmitir, mediante un campo electromagnético alterno, la energía eléctrica de un sistema, con determinada tensión, a otro sistema con tensión deseada.

Sacrificando rigor, para ganar concreción, y en términos ideales útiles, puede añadirse que la función de esta máquina consiste en transformar la energía (potencia), en el sentido de alterar sus factores según la relación. (Enrique, 1994, pág. 21) (Ver figura N°5)



Figura N°5. Transformador de Potencia.

Fuente: Fotografía Propia.

2.2.7.2 SECCIONADORES DE POTENCIA

El seccionador es un dispositivo de maniobra de operación manual, aunque en algunas subestaciones se instala motorizado para facilitar su operación (evitando el uso de palancas para su maniobra).

Ambos dispositivos, seccionador y fusible, se instalan en una celda o gabinete, el cual tiene en su parte frontal los diferentes dispositivos de control y maniobra del conjunto seccionador - fusible.

El tipo de seccionador que generalmente se utiliza es bajo carga, es decir, el equipo se puede maniobrar con corriente circulante, sin ocasionar daño a éste, cumpliendo funciones de seccionamiento. El seccionador debe ser especificado cumpliendo los diferentes parámetros del sistema como tensión, corriente de cortocircuito, etc.

Con el seccionador se instala en serie un fusible, cuya función es de protección, tanto para sobrecargas como para cortocircuito, de forma que cuando el fusible actúe, por cualquiera de las razones anteriores, se accione un dispositivo que abre el seccionador, garantizando que la alimentación del circuito se interrumpa. El fusible debe ser calculado según la capacidad del transformador que se alimenta del conjunto seccionador - fusible y su curva de operación debe coordinarse con la curva del fusible del cortocircuitos de expulsión. (*Ramírez, 2003, pág. 636*) (Ver figura N°6)



Figura N°6. Seccionador de Potencia y fusible tipo CEF.

Fuente: Fotografía Propia.

2.2.8 LÍNEAS SUBTERRÁNEAS

Se utilizan en líneas de distribución en M.T. para núcleos urbanos y líneas en B.T. Las redes subterráneas tienen aplicación cuando se atienden grandes demandas de energía en donde se requiere una gran continuidad del servicio. Las redes subterráneas de distribución son más confiables porque no están expuestas a descargas atmosféricas, tormentas, choques de vehículos, caídas de árboles, lanzamiento de objetos, etc., como lo están las redes aéreas. (Juárez, J. 1995, pág. 32).

Las redes subterráneas presentan también algunas desventajas, entre las que sobresalen las siguientes:

- a) Su poca accesibilidad, lo que dificulta localizar las fallas.

- b) Una interrupción del servicio por falla más prolongada que en las redes aéreas.
- c) Mayor dificultad en los trabajos de mantenimiento.
- d) Un costo mucho mayor que el de redes aéreas.

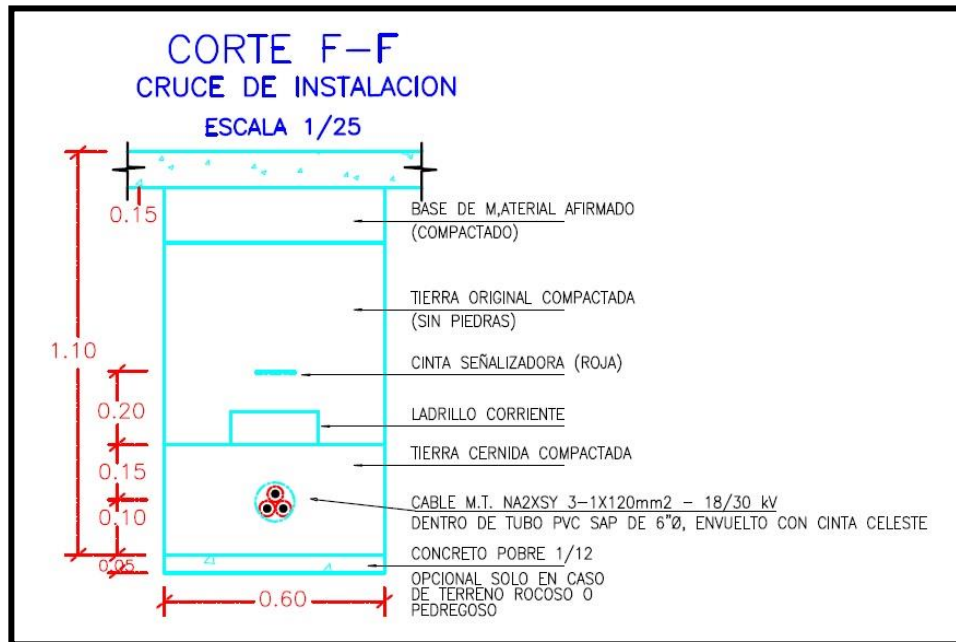


Figura N°7: Detalle de zanja de cable de Media Tensión.

Fuente Elaboración propia.

2.2.9 COMPONENTES DE LAS REDES SUBTERRÁNEAS

Para poder construir una red subterránea hacen falta algunos elementos, como ductos para los cables, pozos de visita para realizar empalmes de cables y bóvedas o locales para las subestaciones. (Juárez, J. 1995, pág. 32).

2.2.10 CABLES SUBTERRÁNEOS

Los conductores eléctricos son de cobre recocido o aluminio semiduro, cableados a base de hilos redondos (cuerda) para conductores unipolares.

Para secciones iguales o mayores a 50mm^2 en cables multipolares se utilizan cuerdas sectoriales. La resistividad del aluminio es 1.64 veces mayor que el de cobre; pero a igualdad de resistencia eléctrica en tres conductores el peso del aluminio es la mitad de cobre

La disposición de los cables de M.T. es la siguiente el conductor recubierto de una capa semiconductora revestido aislante, con una pantalla de cobre, un relleno y una armadura metálica; todo ello protegido por una cubierta. ver anexo N° 1

El cable puede ser unipolar (de una sola alma) y multipolar (de varias almas, con su propio aislante y pantalla). El cable multipolar sin pantallas solo se utiliza para tensiones hasta 15 KV (cables de campo no radial). Los aislantes empleados son: papel impregnados y termoplásticos(PVC) hasta 20KV; termoestables (EPR o XLPE) hasta 100KV.

Se utilizan aislantes especiales en cables anti mallas y en cables resistencia ambientes determinados

Las pantallas, realizadas habitualmente con hilos de cobre, mallas de cobre o hojas de aluminio, tienen por objeto mejorar la distribución del campo electricen le cable y evitar influencias de este campo eléctrico exterior. Para mejorar la distribución del campo eléctrico se utilizan también las capas semiconductoras y el aislante, entre este y la pantalla.

Las armaduras, realizadas habitualmente de fleje de acero, van colocadas sobre el asilamiento para protección mecánica del cable conductor.

Las cubiertas de los cables protegen las armaduras metálicas contra la corrosión y la acción de agentes químicos. Si la armadura es de plomo la

cubierta no es necesaria. Actualmente la mayoría de las cubiertas se hacen de materiales termoplásticos PVC y poliolefina termoplástica(Z1). (García, J. 2007, pág. 119).



Figura N°8: Cable Unipolar NA2XSY.

Fuente Catálogo Ceper Cables.

2.2.11 PUNTO DE DISEÑO

Es el lugar asignado por el concesionario a partir del cual se debe iniciar el proyecto del sistema de distribución o sistema de utilización en media tensión (RD N°018-2002 –EM/DGE, pág.4).

Consideraciones de diseño

El proyecto deberá cumplir con las exigencias técnicas de los dispositivos vigentes relacionados con el ámbito de la distribución, siendo relevantes los siguientes

- ✓ Decreto Ley N° 25844 “Ley de Concesiones Eléctricas” y su Reglamento.

- ✓ Norma Técnica de Calidad de los Servicios Eléctricos.
- ✓ Código Nacional Electricidad Suministro.
- ✓ Calificación eléctrica
- ✓ Plano de lotización en escala adecuada y documento de aprobación emitido por la Municipalidad del Distrito o Provincia según corresponda.
- ✓ Normas DGE “Terminología en Electricidad” y “Símbolos Gráficos en Electricidad”.
- ✓ Condiciones técnicas indicadas en el documento de punto de diseño emitido por el Concesionario.
- ✓ Lista de Equipos y materiales técnicamente aceptables del concesionario respectivo
- ✓ Normas técnicas de las instalaciones del Concesionario.
- ✓ Disposiciones municipales según corresponda.
- ✓ Reglamento Nacional de Construcciones vigente.
- ✓ Ley de Protección del Medio Ambiente y Protección del Patrimonio Cultural de la Nación según corresponda.
- ✓ Sistema Legal de Unidades de Medida del Perú (SLUMP).
- ✓ Norma técnica DGE de alumbrado de vías Públicas. (Ministerio de Energía y Minas. *Normas de procedimientos RD N°018-2002 – EM/DGE*, p.15).

2.3 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

Acometida. - Parte de una instalación eléctrica comprendida entre la red de distribución (incluye el empalme) y la caja de conexión y medición o la caja de toma.

Capacidad de corriente: Es la capacidad de conducir corriente de un conductor eléctrico bajo condiciones térmicas establecidas, expresada en amperes.

Cinta señalizadora: Cinta de material resistente y duradero a los agentes ambientales, llama la atención y señala el peligro y cuidados a tener con el material o producto que está después de ella y que podría ocasionar riesgo o accidente sino se tiene en cuenta su leyenda.

Conductor: Un material, usualmente en forma de alambre, cable o barra capaz de conducir corriente eléctrica.

Aislamiento. - Es el conjunto de aislantes aplicados alrededor de los conductores y destinados a aislarlos eléctricamente.

Aislante- Es un material cuya conductividad eléctrica es nula o muy pequeña.

Alambre. - Es el producto de cualquier sección maciza, obtenido a partir del alambrón por trefilación, laminación en frío o ambos procesos combinados, resultando un cuerpo de metal estirado, generalmente de forma cilíndrica y de sección circular.

Cable- Un conductor con aislamiento, o un conductor con varios hilos trenzados, con o sin aislamiento y otras cubiertas (cable mono polar o unipolar)

o una combinación de conductores aislados entre sí (cable de múltiples conductores o multipolar).

Cable con separadores. - Un tipo de construcción de líneas de suministro eléctrico que consiste de un conjunto de uno o más conductores cubiertos, separados entre ellos y soportados de un cable mensajero por separadores aislantes.

Cable subterráneo. - Conjunto de conductores aislados entre sí, con una o más cubiertas y que puede ir directamente enterrado.

Energizado. - Eléctricamente conectado a una diferencia de potencial o eléctricamente cargado de modo que tenga un potencial contra tierra. Sinónimo: vivo.

transformador y equipos de maniobra, pero no incluye elementos tales como equipos tipo pedestal, instalaciones en buzones de inspección y cámaras.

Fuera de servicio. -Las líneas y equipos son considerados fuera de servicio cuando están desconectados del sistema y no son capaces de suministrar energía ni señales de comunicaciones.

Puesto a tierra. - Conectado a tierra o en contacto con ella o conectado a un cuerpo conductor que actúe como la tierra

Punto de entrega. - Punto de interfaz entre una red de energía eléctrica y un usuario de la energía eléctrica; el usuario podría ser un usuario final o una organización para la distribución de energía eléctrica a los usuarios finales. El Reglamento de la Ley de Concesiones considera el punto de entrega, para los suministros en baja tensión, como la conexión eléctrica entre la acometida y

las instalaciones del concesionario. En los casos de media y alta tensión, el concesionario establecerá el punto de entrega en forma coordinada con el usuario, lo que deberá constar en el respectivo contrato de suministro.

Seccionador. - Un dispositivo mecánico de conexión y desconexión utilizado para cambiar las conexiones de un circuito, o para aislar un circuito o equipo de la fuente de alimentación.

Subestación. - Conjunto de instalaciones, incluyendo las eventuales edificaciones requeridas para albergarlas, destinado a la transformación de la tensión eléctrica y al seccionamiento y protección de circuitos o sólo al seccionamiento y protección de circuitos y está bajo el control de personas calificadas.

Suministro. - Conjunto de instalaciones que permiten la alimentación de la energía eléctrica en forma segura y que llega hasta el punto de entrega.

Tensión. - La diferencia de potencial eficaz entre dos conductores cualquiera o entre un conductor y la tierra. Las tensiones están expresadas en valores nominales a menos que se indique lo contrario. La tensión nominal de un sistema o circuito es el valor asignado al sistema o circuito para una clase dada de tensión con el fin de tener una designación adecuada. La tensión de operación del sistema puede variar por encima o por debajo de este valor.

CAPITULO III: DESARROLLO DEL TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

3.1 Modelo de solución propuesto

3.1.1 ALCANCE DEL TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

El presente trabajo de suficiencia profesional contempla lo siguiente:

- ✓ Las redes estarán diseñadas para operar a una tensión nominal final de 20kV - tensión de operación inicial de 10kV y a una frecuencia de 60Hz.
- ✓ Red subterránea de media tensión particular, desde la Celda N° 6 de la SED 01376S hasta la celda de llegada de la subestación particular.
- ✓ Rediseño de la SEP para un aumento de carga de 850 kW.

3.1.2 LUGAR DE EJECUCIÓN

El predio es propiedad de la empresa UNION DE CONCRETERAS S.A, donde se localiza la PLANTA ANCIETA, ubicada en la Av. Plácido Jiménez N° 958, Distrito de El Agustino, Provincia y Departamento de Lima.

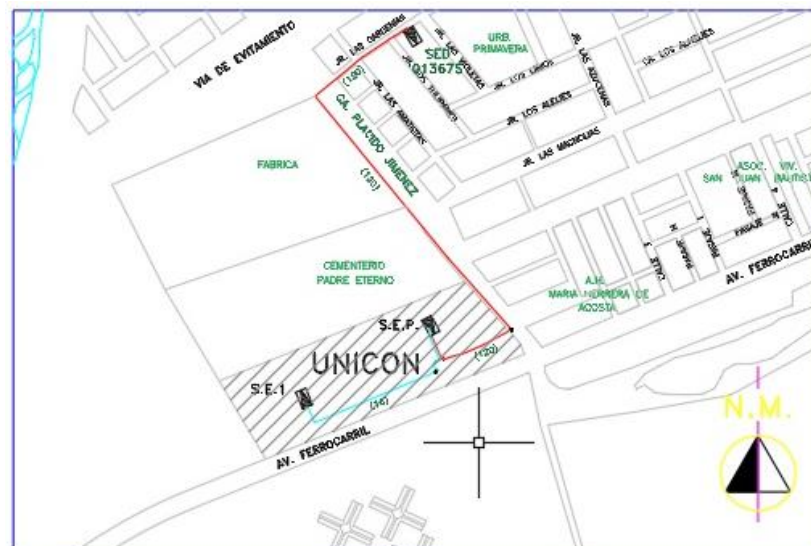


Figura N°9: Croquis de ubicación.

Fuente Elaboración propia.

3.1.3 DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DE SUFIENCIA PROFESIONAL

El presente trabajo refiere a la ampliación de carga en subestación SEP y al rediseño de la red primaria para operar a una tensión nominal final de 20kV (operación inicial 10kV) y a una frecuencia de 60 Hz, destinado a suministrar energía eléctrica al local de la empresa **UNION DE CONCRETERAS S.A - PLANTA ANCIETA.**

El proyecto se divide en el rediseño de la red primaria 10 kV y la celda de transformación adicional, en la subestación SEP.

El punto de entrega es existente, en servicio y ha sido fijado por ENEL DISTRIBUCION S.A.A. en la Celda N° 6 SED 01367S, lugar desde donde se inicia la red 10 kV que alimenta las Subestaciones Particulares actuales tipo Caseta. (Ver tabla 2)

Tabla N°2 Información de punto de diseño.

Fuente: Enel Distribución S.A.A.

Nivel de tensión	10kV	20kV
Potencia de cortocircuito	220 MVA	480 MVA
Tiempo de apertura	0.2s	0.2s

3.1.3.1 DETERMINACIÓN DE LA TRAYECTORIA, RED PARTICULAR EN MEDIA TENSIÓN

El cable proyectado se instalará de forma subterránea desde la celda N° 6 SED-01367S hasta la subestación SEP existente dentro del predio.

EN EL EXTERIOR DEL PREDIO

- Durante todo el recorrido exterior el cable irá directamente enterrado.
- En la entrada de UNICON DE CONRETERAS S.A (PLANTA ANCIETA), del cementerio y otras entradas como en los cruces de pista se utilizará ductos de concreto de 4 vías (enterrados).

EN EL INTERIOR DEL PREDIO

- Durante el recorrido, el cable se instalará bajo piso de concreto hasta su llegada a la subestación SEP existente.

INTERFERENCIA CON OTRAS REDES

Contando con la información correspondiente de la empresa de servicio de Gas – Calidda nos informan mediante la carta N°2016-020690 que existe interferencia de redes de gas el cual se toma en cuenta para el recorrido de nuestras redes, esto se puede observar en el anexo N°2.

3.1.3.2 SUBESTACIÓN SEP

La subestación particular SEP existente es del tipo Convencional en Caseta de construcción noble. En la celda de llegada se cambiarán los fusibles. Se instalará una celda de transformación con transformador de 630 kVA.

La Subestación quedará constituida por 4 celdas: una celda de llegada (existente), (SEP), Celda de transformación 1 (existente),

Celda de transformación 2 (existente), Celda de transformación 3 proyectado. (Ver figura N°10)



Figura N°10: Subestación eléctrica particular (SEP) Ancieta.

Fuente: Fotografía propia.

- Celda de transformación proyectada

- 03 Bases portafusiles.
- Fusible de 31.5 A para 10 kV / 20 A para 20kV.
- 01 Transformador de 630 kVA, 20/10/ 0,46 kV. (Ver anexo N° 3)

- Aislador Porta barra de 12 kV de material porcelana.

La extensión de las barras de cobre principales se realizará con pletinas de cobre electrolítico de 40x5mm y para barra a tierra cobre electrolítico de 30x5mm.

- **Celda transformación N°01 existente**

- 03 Bases portafusiles.
- Fusible de 25 A para 10 kV
- Transformador de 250 kVA, 10/ 0,46 kV.
- Aislador Portabarra de 12 kV de material porcelana.

- **Celda transformación N°02 existente**

- 03 Bases portafusiles.
- Fusible de 40 A para 10 kV
- Transformador de 400 kVA, 10/ 0,23 kV.
- Aislador porta barra de 12 kV de material porcelana.

En la figura N°11 se aprecia el espacio existente para el montaje de la nueva celda de transformación.



Figura N°11: Espacio para celda proyectada.

Fuente: Fotografía propia.

3.1.4 BASES DE CÁLCULO

Para la selección, dimensionamiento del cable, equipos y materiales especificados en el presente proyecto, se ha considerado lo siguiente:

- La Ley de Concesiones Eléctricas D.L N° 25844 y su Reglamento, Norma Técnica de Calidad de los Servicios Eléctricos.
- Código Nacional de Electricidad Suministro
- Norma R.D. N° 018- 2002- EM/ DGE: “Elaboración de Proyectos de Sistemas de Utilización del Ministerio de Energía y Minas.”
- Reglamento Nacional de Construcciones.

Tabla N° 03 Parámetros de cálculo.

Fuente: Elaboración propia

<u>PARÁMETROS DE CÁLCULO</u>	
<u>DESCRIPCIÓN</u>	<u>DATOS</u>
Caída de tensión máxima	5%
Tensión nominal	10kV, operación final 20 kV.
Potencia de diseño	1280 kVA
Máxima demanda	850 kW
Sistema	Trifásico
Factor de potencia, $\cos(\theta)$	0.85
Potencia de cortocircuito	220 MVA
Tiempo de apertura en seg.	0.2s
Frecuencia	60Hz
Recorrido de Red	Subterráneo

3.1.5 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE EQUIPOS Y MATERIALES

Las instalaciones existentes en la SEP: Celda de transformación N°1, Celda de transformación N°02, Celda de llegada SE1, estructuras, aisladores portabarras y demás equipos en la subestación que estén operando con tensión de 10 kV, deberán ser normalizados en una segunda parte por elementos que trabajen con tensión nominal en 20kV.

3.1.5.1 CABLE NA2XSY 95 mm² DE 18/30 Kv

Cable NA2XSY 95 mm² a utilizarse, compuesto de los siguientes elementos:

a) Conductor

De aluminio, cableado redondo compactado (Clase 2) (sentido de la mano izquierda).

b) Capa semiconductora sobre el conductor

El cable lleva sobre el conductor una capa de material semiconductora del tipo extruido, resistente a la deformación.

c) Aislamiento

El aislamiento es de polietileno reticulado (XLPE) con grado de aislamiento $E_0/E = 18/30$ kV.

d) Capa semiconductora sobre el aislamiento

Sobre el aislamiento lleva una capa de polietileno semiconductor extruido de fácil retiro (easy-stripping).

e) Pantalla metálica

Lleva una pantalla metálica constituido por cintas de cobre recocido (resistencia mínima de 1.2 Ohm/km), estas cintas son colocadas en forma helicoidal sobre la capa semiconductora easy-stripping. Sobre la pantalla metálica se coloca una cinta de poliéster que actúa como una barrera térmica de protección.

f) Cubierta externa

Está constituido por un compuesto de cloruro de polivinilo (PVC) del tipo ST2, resistente a rayos ultravioleta, el cable NA2XSY de 95 mm² a utilizarse tendrá las siguientes características:

En la figura N°12 se aprecia algunos datos del conductor NA2XSY, aplicaciones y normas. En la tabla N°4 se aprecian los datos del conductor.

Descripción


Aplicación
 Distribución y subtransmisión subterránea de energía. 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: Aluminio 1350 compactado, clase 2.
2. Semi-conductor interno: Compuesto extruído.
3. Aislamiento: Polietileno reticulado XLPE-TR (Tree retardant).
4. Semi-conductor externo: Compuesto extruído pelable.

Estos tres últimos componentes extruidos en CV (vulcanización continua) de triple extrusión.

5. Pantalla: Cintas de cobre.
6. Cubierta externa: Compuesto de PVC.



Norma

Internacional IEC 60228; IEC 60332-1; IEC 60502-2; IEC 60811-1-1; IEC 60811-1-2; IEC 60811-1-3; IEC 60811-1-4; IEC 60811-2-1; IEC 60811-3-1; IEC 60811-3-2

Nacional NTP-IEC 60228; NTP-IEC 60502-2

Figura N°12: Características del cable Unipolar NA2XSJY.

Fuente: Catálogo Indeco.

Tabla N°4 Datos del Conductor.

Fuente: Catalogo indeco.

DESCRIPCIÓN	DATOS
Sección	95 mm ²
Tensión nominal	18/30kV
Longitud	790m
Capacidad	229 A
Temperatura Max. de operación	90 °C
Resistencia del cable	0.411 Ω/km
Reactancia	0.218 Ω/km
Normas de fabricación	ITINTEC 370.050 – IEC 60502-2

3.1.5.2 CINTA SEÑALIZADORA COLOR ROJO

Tabla N°5 Características de la Cinta Señalizadora.

Fuente: Catalogo indeco.

<u>Material</u>	Cinta Polietileno, alta calidad resistencia ácidos y alcalisis
<u>Ancho</u>	125mm
<u>Elongación</u>	250%
<u>Color</u>	Rojo
<u>Inscripción</u>	“NO EXCAVE LINEAS DE ALTA TENSION”

3.1.5.3 CINTA SEÑALIZADORA COLOR CELESTE

La cinta señalizadora será de polietileno de alta calidad y resistente a los ácidos y álcalis, sus dimensiones de la cinta son de 152mm de ancho y un espesor de 0.1mm.

Esta cinta señalizadora de color celeste brillante con inscripción en letras negras que no pierda su color con el tiempo PELIGRO MUERTE, la elongación será de 250 %. Va envolviendo el cable e indicando que es de uso particular.

3.1.5.4 TERMINAL INTERIOR PARA CABLE SECO - 25 kV

El Terminal de 25 kV es para trabajo pesado, de una sola pieza, con terminaciones de silicona, calificado con el Standard 48-1996 Clase I de IEEE para aplicaciones en ambientes agresivos (interior).

Compuesto de aislador tubo altamente dieléctrico y sello del tope de silicona.

El aislante es fabricado de goma de silicona, con alta resistencia a la tracción y propiedades hidrófugas. El Terminal es para el cable de Media Tensión especificado anteriormente.

Características:

Tipo : Premoldeado, termo restringente.

Dimensión máxima : 311 mm

Distancia recorrido humedad : 470 mm

Distancia de arco : 311 mm

Para el tubo de control de alto esfuerzo:

Resistencia a la tracción

(ASTM D412) : 1500 PSI

Constante Dieléctrica (ASTM D150)

60 Hz @ 1000 V; 73 °F, 50%HR : 22

Factor de disipación

60 Hz @ 1000 V; 73 °F, 50%HR : 0.10

Fabricante : 3M N° 7692-S-4, EMOL o similar

3.1.5.5 SUBESTACIÓN DE TRANSFORMACIÓN SE PARTICULAR SEP EXISTENTE

En la subestación SEP existente, se instalará en la celda de llegada un nuevo seccionador de potencia y se instalará una celda de transformación adicional, con las siguientes componentes y características:

3.1.5.5.1 CELDA DE LLEGADA EXISTENTE

a) Seccionador de potencia existente

Modelo SPAIL-B de FELMEC. Dotado de 03 bases portafusibles de 400-12 kV y seccionador de línea-tierra. Incluye mecanismo de desconexión a la fusión de cualquiera de los fusibles con las siguientes características:

Tensión Nominal : 12 kV.

Corriente Nominal : 400 A.

Capacidad de interrupción : 400 A.

Capacidad de ruptura : 40 kA

Frecuencia : 60 Hz

Apertura : Manual

Disposición : Frontal

Norma de fabricación : IEC62271-105 y IEC 694

Lleva manija para apertura o cierre en forma mecánica.

Fusible Limitador de Corriente

- Tipo : Cartucho H-H

- Tensión nominal : 12 kV

- Intensidad nominal : 100 A (10 kV)

- Capacidad ruptura : 31,5 kA

- Norma de fabricación : IEC-60282

(Ver anexo N° 4, Manual de seccionador de potencia tripolar SPAIL-B)

b) Fusibles

Los fusibles a utilizados son del tipo CEF, Mesa, tienen las siguientes características.

- Alta capacidad de ruptura
- Alto efecto limitador
- Baja sobretensión de corte
- Bajos valores de I^2t
- Bajas pérdidas eléctricas
- Uso interior
- Sin mantenimiento o envejecimiento.

3.1.5.5.2 CELDA DE TRANSFORMACION A INSTALAR

Del tipo auto soportado, ejecución modular y con las siguientes características:

En estructura de perfil angular de 2" x 2" x 3/16", adecuado para el montaje sobre el piso.

La estructura de esta celda se debe preparar, para unirse rígidamente una al costado de otra mediante pernos, arandelas y tuercas de acero galvanizado.

Dos puertas frontales con cerradura y protecciones laterales e intermedias, en plancha de fierro LAF de 2mm de espesor.

Soportes de perfiles de acero para montaje de equipos, incluyendo aisladores y barras.

Decapada mecánicamente mediante arenado y pintada con dos capas de base anticorrosivo epóxico y dos capas de acabado con

pintura epóxica color gris.

La celda llevara un rótulo con símbolo de presencia de corriente eléctrica y leyenda "ALTA TENSION PELIGRO DE MUERTE" con letras negras y fondo amarillo.

La celda será accesible por la parte frontal, con fácil acceso hacia los bornes del transformador.

En esta celda se montará dos perfiles "H" para soportar al transformador.

Con las siguientes dimensiones:

- Ancho : 1.60 m.
- Profundidad : 1.32 m.
- Altura : 2.80 m.

La celda debe estar equipada con:

01 Transformador potencia : 630 kVA, 20-10/0.46 kV

02 Aisladores portabarra de porcelana

Tensión eficaz máxima a 60Hz : 50kV

Tensión de impulso (BIL) : 125kV

Resistencia mecánica : 750kg

Min (esfuerzo en punta)

Línea de fuga : 600mm

Barras principales y derivación de Cu electrolito de 40x5 mm.

Barra de tierra de platina de Cu electrolito de 30x5 mm

Base portafusiles con fusibles cartucho de 30 A para 10 kV.

a) Transformador de Potencia de 630 kVA a instalar

Sera del tipo trifásico de Potencia, para instalación interior, satisface las normas y recomendaciones de: IEC 76-1, 76-2, IEC 905, IEC 60076-3, IEC 60076-5/10/11, IEC 60270, Documentos de armonización HD, NTP 370.002, Normas Técnica­mente aceptadas por ENEL referente a transformadores trifásicos de distribución y tiene las siguientes características:

Potencia nominal	: 630 kVA.
Marca	: FASETRON
País de fabricación	: Perú
Tipo	: Transformador trifásico en baño de aceite
Norma de fabricación internacional	: ITINTEC 370.002, IEC 60076, 60076-7, 60296
Número de fases	: 3
Sistema de enfriamiento	: ONAN
Frecuencia	: 60 Hz.
Tensión primaria	: 10,000 - 20,000 V
Grupo de conexión	: Dyn5 (para 10 kV y 20 kV)
Tipo de arrollamiento M.T.	: Helicoidal
Regulación de tensión	: $\pm 2 \times 2.5\%$
Regulación de tensión	: Manual en vacío
Número de bornes M.T. / B.T.	: 3 / 7
Tensión secundaria	: 230 - 460 V
Altitud de instalación	: 1000 msnm

Servicio : Continuo

Aceite libre de contenido PCB : Menor a 2 p.p.m.

Nivel de aislamiento A.T. : 24/50/150 kV

Bil exterior : 170 kV

Nivel de aislamiento B.T. : 0.6/3/10 kV

Tensión de C.C. a 75° C : 4%

Temperatura a plena carga : 40 °C.

Accesorios

- Placa de características incluyendo diagrama de conexiones interiores.
- Tanque conservador con indicador de nivel de aceite completo.
- Conmutador de tomas de 5 posiciones para ser accionados sin tensión, con mando sobre la tapa y bloqueo mecánico en cada posición.
- Tubo de llenado de aceite con tapón incorporado
- Ganchos de suspensión para elevar la parte activa o el transformador completo.
- Válvula de vaciado y extracción de muestras de aceite.
- Borne de puesta a tierra para la carcasa, ruedas orientables.
- Orejas de izamiento.
- Dotación de aceite.
- Deshumecedor Silicagel.

Cuba colectora de aceite

Servirá ante cualquier eventual derrame de aceite dieléctrico del transformador, este sistema nos permitirá poder almacenar el 100% del aceite.

Sistema de Drenaje: El aceite se drenará por un sistema de tuberías a un tanque recolector. Se colocará un tubo con el borde superior al ras del piso para drenar, considerando que el escurrimiento se canalizará por gravedad con tubería conduit de acero galvanizado de 76.2 mmØ para que no se obstruya con facilidad, y evitar su mantenimiento. El otro extremo del sistema de tubería entra al tanque colector.

Así mismo, el piso tendrá una pendiente de 1% en dirección a la tubería de drenaje.

- Dimensiones de la cuba : 0.85x0.85x1.05 m³
- Volumen de Aceite del transformador : 0.573 m³
- Volumen que almacena la cuba : 0.760 m³

(Ver anexo N° 5, Catálogo de transformador)

b) Fusibles

Los fusibles a utilizar del tipo CEF, tienen las siguientes características.

- Alta capacidad de ruptura

- Alto efecto limitador
- Baja sobretensión de corte
- Bajos valores de I^2t
- Bajas pérdidas eléctricas
- Uso interior
- Sin mantenimiento o envejecimiento.

c) Barras colectoras y aisladores portabarras

Serán de cobre electrolítico con una pureza de 99.9 % con alta conductividad eléctrica, alta resistencia a la corrosión, adecuada maquinabilidad y excelentes propiedades, la sección de la barra de conexión entre las celdas de media tensión será de 5 x 40 mm. Las barras irán en posición horizontal.

Cada fase será pintada con dos capas de pintura de base de vinilo con colores distintos (rojo, blanco y verde) y de acuerdo al CNE. Cada tramo tendrá extremos sin pintar, una longitud de 2 cm, aproximadamente.

Para la conexión a tierra se colocará a lo largo de toda la cabina, de una barra de tierra de 3 x 25 mm de cobre electrolítico. Esta barra estará directamente accesible desde el compartimiento de cables sin tener que remover ninguna barrera. La conexión de esta barra está directamente al pozo de puesta a tierra de la subestación, los aisladores portabarras son de material aislante porcelana.

3.1.6 CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

Los cálculos justificativos, determinan las condiciones eléctricas que soportaran las instalaciones y determinan los valores mínimos que deberán cumplir los materiales.

3.1.6.1 CABLE DE MEDIA TENSION

Capacidad de Corriente:

$$I_N = \frac{S}{\sqrt{3}xU_N}$$

Donde:

I_N = Corriente nominal en A
 S = Potencia nominal de diseño en KVA
 U_N = Tensión nominal del sistema en kV

Datos:

P_i = (400+630+250) kVA = 1280 kVA
 U_N = 10 / 20 kV

Entonces:

I_N = 73.90 / 36.95 A
 $I_{dis.}$ = 1.25 I_N
 $I_{dis.}$ = 92.38 / 46.19 A

Tabla N°6 Datos de Conductor a Escoger.

Fuente: Catalogo indeco.

<u>Sección</u>	<u>Capacidad enterrado (I cat)</u>	<u>R 20 °C</u>	<u>Re</u>	<u>X1</u>
95 mm ²	229 A	0.32 ohm/Km	0.411 ohm/Km	0.218 ohm/Km

Con la I cat. Aplicamos los factores de corrección considerados por el CNE y evaluamos la I del Conductor.

$$I_{\text{conductor}} = I_{\text{cat.}} \times F_t \times F_r \times F_p \times F_{p.t}$$

I conductor. - Es la corriente que el conductor puede conducir sin problema alguno.

Factores de corrección por capacidad:

F_t Factor de corrección relativo a la temperatura del terreno (30° C) = 0.9600

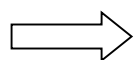
F_r Factor de corrección relativo a la resistividad térmica del suelo (2. 5° K- m/w) = 1.000

F_p Factor de corrección relativo a la proximidad de otros cables tendidos bajo el suelo = 0. 85

F_{p.t} Factor de corrección relativo a la profundidad de la instalación (a 1m) = 0.96

$$I_{\text{conductor}} = 229 \times 0.96 \times 1 \times 0.85 \times 0.96 = 179.39 \text{ A}$$

Como puede observarse la I conductor es mucho mayor que la I dis.

 **I conductor >>> I dis.**
Elegimos: 3-1x95 mm² NA2XSY

Caída de Tensión

$$\Delta V = \sqrt{3} I_x L (R \cos \phi + X \sin \phi)$$

Donde

I = In de carga en A = 73.90 (10 kV) / 36.95 (20 kV)

L = Longitud del cable en km = 0.79

R = Resistencia del cable en ohmios/km = 0.411

X = Reactancia del cable en ohmios/km = 0.218

$\cos\phi = 0.85$

$\text{sen}\phi = 0.527$

Entonces:

$$\Delta V\% = 46.94 \text{ (10kV)}$$

$$\Delta V\% = 23.47 \text{ (20kV)}$$

$$\Delta V\% = \frac{46.94 \times 100\%}{10000V} = 0.4694\% \ll 5.0\% \Rightarrow \text{CORRECTO}$$

$$\Delta V\% = \frac{23.47 \times 100\%}{20000V} = 0.11735\% \ll 5.0\% \Rightarrow \text{CORRECTO}$$

Corriente de cortocircuito:

$$I_{CC} = \frac{P_{CC}}{\sqrt{3} \times U_N}$$

Donde:

I_{cc} = Corriente de cortocircuito en kA

P_{cc} = Potencia cortocircuito en MVA

U_n = Tensión nominal del sistema en kV

Datos:

P_{cc} = 480 / 220 MVA

U_n = 20 / 10 kV

Entonces:

I_{cc} = 13.86 / 12.7 KA

Luego:

$$I_{km} = 0.0945 \frac{S}{\sqrt{t}}$$

Donde:

I_{km} = Corriente media eficaz de cortocircuito en KA

S = Sección nominal del conductor en mm²

t = Tiempo en seg.

Datos:

S = 95

t = 0.2

Entonces:

Para el cable NA2XSY, se obtuvo que su I_{km} (20.074kA) >> I_{cc} (12.7kA), en tal sentido la sección es la correcta.

3.1.6.2 CÁLCULO DEL FUSIBLE

Utilizando la tabla de selección de fusibles para transformadores, se adjunta catálogo de fusible se tiene:

Cálculo para 10kV

- Para nuevo transformador:

Capacidad de corriente:

$$I_N = \frac{S}{\sqrt{3}xU_N}$$

Donde:

I_N = Corriente nominal en A

S = Potencia nominal de diseño en KVA

U_N = Tensión nominal del sistema en kV

Datos:

$$\begin{aligned}
 S &= 630 \text{ kVA} \\
 U_n &= 10 \text{ kV} \\
 \text{Entonces:} \\
 I_n &= 36.37 \text{ A}
 \end{aligned}$$

Tenemos que:

Tabla N°7 Fusible para Nueva Celda de Transformación – 10kV.

Fuente: Elaboración propia.

<u>Potencia</u> (kVA)	<u>Tensión</u> (kV)	<u>In (A)</u>	<u>1.25X In</u> (A)	<u>Fusible</u>
630	10	36.37	45.47	63 A

Se usará fusibles tipo CEF: 12kV - 63 A

- **Para celda principal:**

Capacidad de corriente:

$$I_N = \frac{S}{\sqrt{3}xU_N}$$

Donde:

I_n = Corriente nominal en A
 S = Potencia nominal de diseño en KVA
 U_n = Tensión nominal del sistema en kV

Datos:

$$\begin{aligned}
 S &= 1280 \text{ kVA} \\
 U_n &= 10 \text{ kV}
 \end{aligned}$$

Entonces:

$$I_n = 73.90 \text{ A}$$

Corriente de inserción:

$$I_i = 73.90 \times 12$$

$$I_i = 886.8 \text{ A} \quad t = 0,1 \text{ s}$$

Corriente máxima admisible:

$$I_a = 73.90 \times 20$$

$$I_a = 1478 \text{ A} \quad t = 2 \text{ s}$$

Ver anexo N° 6, curvas características de fusibles:

Tabla N°8 Fusible para Celda de Llegada – 10kV.

Fuente: Elaboración propia.

<u>Pot. Transformadores</u> (kVA)	<u>Calibre en A</u>	<u>Tensión Nominal</u> (kV)	<u>Capacidad de</u> <u>ruptura (KA)</u>
1280	100	12	63

Se usará fusibles tipo CEF: 12kV - 100 A

➤ **PARA EL NIVEL DE TENSION 20kV**

- **Para nuevo transformador:**

Capacidad de corriente:

$$I_N = \frac{S}{\sqrt{3}xU_N}$$

Donde:

I_n = Corriente nominal en A

S = Potencia nominal de diseño en KVA

U_n = Tensión nominal del sistema en kV

Datos:

S = 630 kVA

U_n = 20 kV

Entonces:

I_n = 18.19 A

Tenemos que:

Tabla N°9 Fusible para Nueva Celda de Transformación - 20kV

Fuente: Elaboración propia.

<u>Potencia</u> (kVA)	<u>Tensión</u> (kV)	<u>In (A)</u>	<u>1.25X In</u> (A)	<u>Fusible</u>
630	20	18.19	22.73	31.5 A

Se usará fusibles tipo CEF: 24kV - 31.5 A

- **Para celda principal:**

Capacidad de corriente:

$$I_N = \frac{S}{\sqrt{3} \times U_N}$$

Donde:

In = Corriente nominal en A
S = Potencia nominal de diseño en KVA
Un = Tensión nominal del sistema en kV

Datos:

S = 1280 kVA
Un = 20 kV

Entonces:

In = 36.95 A

Corriente de inserción:

$$I_i = 36.95 \times 12$$

$$I_i = 443.4 \text{ A} \quad t = 0,1 \text{ s}$$

Corriente máxima admisible:

$$I_a = 36.95 \times 20$$

$$I_a = 730 \text{ A} \quad t = 2 \text{ s}$$

Ver anexo N° 6, curvas características de fusibles:

Tabla N°10 Fusible para celda de llegada – 20kV.

Fuente: Elaboración propia.

<u>Pot. Transformadores</u> (KVA)	<u>Calibre en A</u>	<u>Tensión Nominal</u> (kV)	<u>Capacidad de</u> <u>ruptura (KA)</u>
1280	63	24	63

Se usará fusibles tipo CEF: 24kV - 63 A

3.1.6.3 CALCULO JUSTIFICATIVO DE LA SUBESTACION SEP (EXISTENTE) CON TRANSFORMADOR PROYECTADO DE 630kVA

3.1.6.3.1 DIMENSIONAMIENTO DE LAS BARRAS DE COBRE PARA SUBESTACION SEP 10KV (existente)

Para el diseño de las barras de media tensión calcularemos la potencia de Cortocircuito a la entrada de la subestación existente.

a- Reactancia del Sistema (X_{sis})

$$X_{sis} = V_L^2 / P_{cc} \Omega$$

$$X_{sis} = (10)^2 / 220$$

$$X_{sis} = j \, 0.455 \, \Omega$$

b- Impedancia del cable (Z_c)

Cable NA2XSY 95 mm²

$$R_{95} = 0.411 \text{ } \Omega/\text{km}$$

$$X_{95} = 0.218 \text{ } \Omega/\text{km}$$

$$L_{95} = 0,790 \text{ km}$$

$$Z_{95} = (R_{95} + j X_{95}) \cdot (L_{95}) \text{ } \Omega$$

$$Z_{95} = (0.411 + j 0.218) (0,790)$$

$$Z_{95} = 0.324 + j 0,172 \text{ } \Omega$$

$$Z_C = Z_{95} \text{ } \Omega$$

$$Z_C = 0.324 + j 0,172 \text{ } \Omega$$

c- Impedancia total hasta la subestación existente

$$Z_{SMT} = X_{SIS} + Z_C \text{ } \Omega$$

$$Z_{SMT} = j 0.455 + (0.324 + j 0,172) \text{ } \Omega$$

$$Z_{SMT} = 0.324 + j 0.627 \text{ } \Omega$$

$$Z_{SMT} = 0.706 \text{ } \Omega$$

d- Potencia de cortocircuito a la entrada de la Subestación eléctrica existente en 10 kV (P_{CC SMT}).

$$P_{CC SMT} = V_L^2 / Z_{SMT} \text{ MVA}$$

$$P_{CC SMT} = (10)^2 / 0.706 \text{ MVA}$$

$$P_{CC SMT} = 141.64 \text{ MVA}$$

e- Corriente de Cortocircuito a la entrada de la Subestación eléctrica existente en 10 kV. (I_{CC SMT})

$$I_{CC SMT} = P_{CC SMT} / (\sqrt{3} \times V_L) \text{ kA}$$

$$I_{CC SMT} = 141.64 / (\sqrt{3} \times 10) \text{ kA}$$

$$I_{cc \text{ SMT}} = 8.18 \text{ kA}$$

El diseño de las barras de Media tensión (10 KV) se efectuará considerando las siguientes condiciones:

- Potencia cortocircuito calculado : **141.64 MVA**
- Corriente cortoc. I_{cc} , calculado : **8.18 kA**
- Tensión nominal : 10 kV
- Factor de seguridad : 1.25
- Barra rectangular de cobre asumida:
 - Posición : Horizontal
 - Ancho (b) : 4.00 cm
 - Espesor (h) : 0.50 cm
 - Separación fases (d) : 25 cm
 - Máxima distancia entre apoyos (l_b) : 120 cm

Cálculo de la corriente de choque (I_{ch})

$$I_{ch} = 1.8 \times \sqrt{2} \times I_{cc}$$

$$I_{ch} = 20.82 \text{ kA}$$

Esfuerzo electrodinámico entre dos barras en cortocircuito (F)

$$F = \frac{2.04 \times I_{ch}^2}{100} \times \left(\frac{l_b}{d} \right)$$

$$F = \frac{2.04 \times 20.82^2}{100} \times \left(\frac{120}{25} \right)$$

$$F = 42.446 \quad \text{kg-F}$$

Momento actuante (Mb) para las barras

$$M_b = \frac{(F \times l_b.)}{8}$$

$$M_b = \frac{42.446 \times 120}{8}$$

$$M_b = 636.69 \text{ Kg-cm}$$

Momento resistente de la barra (Wb)

$$W_b = \frac{M_b}{k_b}$$

Considerando el esfuerzo mínimo de rotura del cobre blando de 2500 Kg/cm² y con un factor de seguridad de 1.25, por lo que el esfuerzo máximo admisible del cobre (Kb) será de:

$$k_b = \frac{2500}{1,25}$$

$$K_b = 2000 \text{ Kg/cm}^2$$

Con lo que el momento resistente (Wb) de la barra seleccionada deberá ser:

$$W_b = \frac{639.69 \text{ kg-cm}}{2000 \text{ kg/cm}^2}$$

$$W_b = 0.32 \text{ cm}^3$$

Esfuerzo máximo (Wp) que soporta la barra

$$W_p = \frac{b^2 \times h}{6}$$

$$W_p = \frac{(4\text{cm})^2 \times 0.5\text{cm}}{6}$$

$$W_p = 1,33 \text{ cm}^3$$

Se observa que se cumple que el esfuerzo máximo que soporta la barra W_p (1,33) es mayor que el momento resistente calculado de la barra W_b (0,32) es decir que la barra asumida de 40x5 mm, en posición horizontal es la recomendada para soportar la fuerza de choque producida durante un eventual cortocircuito.

Efectos térmicos producidos en cortocircuito

La sobre temperatura, producida en las barras por efecto del cortocircuito es:

$$\Delta\theta = \frac{k}{q^2} I^2 ccll (t + \Delta t) \text{ en } ^\circ\text{C}$$

Donde:

- ΔT : Elevación de temperatura debido al cc.
- R: Constante del material (Cu) (0.0058)
- q: Sección de la barra 5 x 40 (200 mm²)
- t: Tiempo de apertura del dispositivo de protección, 0.2s.
- δt : Tiempo adicional debido a la I_{cc} .
- I_{cc} : Corriente de cortocircuito (8.18 kA)
- I_{ch} : Corriente de choque (20.82 kA)
- T_o : Temp. en barras previo al cortocircuito (60 °C)
- T_f : Temp. máxima en barras después del cc.

$$\delta t = \left(\frac{I_{ch}}{I_{cc}}\right)^2 \times 0,6$$

$$\delta t = \left(\frac{20.82}{8.18}\right)^2 \times 0,6$$

$$\delta t = 3,887 \text{ seg.}$$

Reemplazando:

$$\Delta T = \frac{0.0058 \times (8.18 \times 1000)^2 \times (0.2 + 3.887)}{(200)^2}$$

$$\Delta T = 39.653^\circ\text{C}$$

La temperatura que alcanzarían las barras, en eventos de cortocircuito será:

$$T = 60^\circ\text{C} + 39.653^\circ\text{C}$$

$$T = 99.653^\circ\text{C}$$

Este resultado es satisfactorio ya que en las barras de cobre es admisible una temperatura de hasta 200°C , por lo que podrán emplearse las barras asumidas $40 \times 5 \text{ mm}$ con su actual configuración.

Esfuerzo por resonancia mecánica

La resonancia natural de la barra (F_n) está dada por:

$$F_n = 112 \times \sqrt{\frac{(E \times J)}{(G \times L b^4)}} \text{ Hz} \quad (\alpha)$$

Donde

- E: Modulo elasticidad Cu ($1.25 \times 10^6 \text{ Kg/cm}^2$)
- G: Peso de la barra (0.0177 kg/cm)
- J: Momento de inercia de la barra

$$J = \frac{h \times (b)^3}{12}$$

$$J = \frac{0.5 \text{ cm} \times (4 \text{ cm})^3}{12}$$

$$J = 2.67 \text{ cm}^4$$

Reemplazando en (α), la frecuencia de resonancia de la barra:

$$F_n = 112 \times \sqrt{\frac{(1,25 \times 10^6) \times 2,67}{0,0177 \times (120)^4}} \text{ Hz}$$

$$F_n = 106.74 \text{ Hz.}$$

Debe cumplirse que la frecuencia natural de oscilación no se encuentra alrededor del $\pm 10 \%$ de la frecuencia de la red eléctrica 60 Hz., Ni del doble, o sea F_n debe estar fuera del siguiente rango:

$$54 \text{ Hz} < F_n < 66 \text{ Hz}$$

$$108 \text{ Hz} < F_n < 132 \text{ Hz}$$

Con lo que queda demostrado que la barra de cobre existente de 40x5 mm en forma horizontal cumple con la condición de resonancia y de las anteriores por lo que:

BARRA Cu EXISTENTE: 40x5 mm ES ACEPTABLE PARA LA AMPLIACIÓN

3.1.6.3.2 DIMENSIONAMIENTO DE AISLADORES PORTABARRA PARA NUEVA CELDA DE TRASFOMACION 630kVA EN 10 kV

Los aisladores deberán satisfacer una solicitud de carga (P) de:

Corriente de choque (I_{ch})

$$I_{ch} = 1.8 \times \sqrt{2 \times I_{cc}}$$

$$I_{ch} = 20.82 \text{ kA}$$

$$P = \frac{2.04 \times (I_{ch})^2 \times l_b}{100 \times d}$$

$$P = \frac{2.04 \times (20.82)^2 \times 120}{100 \times 25}$$

$$P = 42.446 \text{ kg}$$

Si asumimos un factor de seguridad de 3, se tendrá que el aislador deberá satisfacer una carga de 127.337kg. Se emplearán, entonces aisladores de 750 Kg de resistencia, que cumple con las exigencias.

3.1.6.3.3 CALCULO JUSTIFICATIVO DE LA SUBESTACIÓN SEP (EXISTENTE)-20KV CON TRANSFORMADOR PROYECTADO DE 630kVA

3.1.6.3.3.1 DIMENSIONAMIENTO DE LAS BARRAS DE COBRE PARA SUBESTACIÓN SEP 20KV

Para el diseño de las barras de media tensión calcularemos la potencia de Cortocircuito a la entrada de la subestación existente.

a- Reactancia del Sistema (X_{sis})

$$X_{sis} = V_L^2 / P_{cc}\Omega$$

$$X_{sis} = (20)^2 / 480$$

$$X_{sis} = j 0.833 \Omega$$

b- Impedancia del cable (Z_c)

Cable NA2XSY 95 mm²

$$R_{95} = 0.411 \Omega/\text{km}$$

$$X_{95} = 0.218 \Omega/\text{km}$$

$$L_{95} = 0,790 \text{ km}$$

$$Z_{95} = (R_{95} + j X_{95}) \cdot (L_{95}) \quad \Omega$$

$$Z_{95} = (0.411 + j 0.218) (0,790)$$

$$Z_{95} = 0.32469 + j 0,17222 \quad \Omega$$

$$Z_{\text{Cable}} = Z_{95} \quad \Omega$$

$$Z_c = 0.325 + j 0,172 \quad \Omega$$

c- Impedancia total hasta la subestación existente (Z_{SMT})

$$Z_{\text{SMT}} = X_{\text{SIS}} + Z_c \quad \Omega$$

$$Z_{\text{SMT}} = j 0.833 + (0.325 + j 0,172) \quad \Omega$$

$$Z_{\text{SMT}} = 0.325 + j 1.005 \quad \Omega$$

$$Z_{\text{SMT}} = 1.056 \quad \Omega$$

d- Potencia de cortocircuito a la entrada de la Subestación eléctrica existente en 20 kV ($P_{\text{CC SMT}}$).

$$P_{\text{CC SMT}} = V_L^2 / Z_{\text{SMT}} \text{ MVA}$$

$$P_{\text{CC SMT}} = (20)^2 / 1.056 \text{ MVA}$$

$$P_{\text{CC SMT}} = 378.79 \text{ MVA}$$

e- Corriente de Cortocircuito a la entrada de la Subestación eléctrica existente en 20 kV. ($I_{\text{CC SMT}}$)

$$I_{\text{CC SMT}} = P_{\text{CC SMT}} / (\sqrt{3} \times V_L) \text{ kA}$$

$$I_{\text{CC SMT}} = 378.79 / (\sqrt{3} \times 20) \text{ kA}$$

$$I_{cc \text{ SMT}} = 10.935 \text{ kA}$$

El diseño de las barras de Media tensión (20 KV) se efectúa considerando las siguientes condiciones:

- Potencia cortocircuito calculado : **378.79 MVA**
- Corriente cortoc. I_{cc} , calculado : **10.935 kA**
- Tensión nominal : 20 kV
- Factor de seguridad : 1.25
- Barra rectangular de cobre asumida:
 - Posición : Horizontal
 - Ancho (b) : 4.00 cm
 - Espesor (h) : 0.50 cm
 - Separación fases (d) : 25 cm
 - Máxima distancia entre apoyos (lb) : 120 cm

Cálculo de la corriente de choque (I_{ch})

$$I_{ch} = 1.8 \times \sqrt{2} \times I_{cc}$$

$$I_{ch} = 27.84 \text{ kA}$$

Esfuerzo electrodinámico entre dos barras en cortocircuito (F)

$$F = \frac{2.04 \times I_{ch}^2}{100} \times \left(\frac{Lb}{d} \right)$$

$$F = \frac{2.04 \times 27.84^2}{100} \times \left(\frac{120}{25} \right)$$

$$F = 75.89 \text{ kg-F}$$

Momento actuante (Mb) para las barras

$$M_b = \frac{(F \times l_b)}{8}$$

$$M_b = \frac{75.89 \times 120}{8}$$

$$M_b = 1138.35 \text{ Kg-cm}$$

Momento resistente de la barra (Wb)

$$W_b = \frac{M_b}{k_b}$$

Considerando el esfuerzo mínimo de rotura del cobre blando de 2500 Kg/cm² y con un factor de seguridad de 1.25, por lo que el esfuerzo máximo admisible del cobre (Kb) será de:

$$k_b = \frac{2500}{1,25}$$

$$K_b = 2000 \text{ Kg/cm}^2$$

Con lo que el momento resistente (Wb) de la barra seleccionada deberá ser:

$$W_b = \frac{1138.35 \text{ kg-cm}}{2000 \text{ kg/cm}^2}$$

$$W_b = 0.57 \text{ cm}^3$$

Esfuerzo máximo (Wp) que soporta la barra

$$W_p = \frac{b^2 \times h}{6}$$

$$W_p = \frac{(4\text{cm})^2 \times 0.5\text{cm}}{6}$$

$$W_p = 1,33 \text{ cm}^3$$

Se observa que se cumple que el esfuerzo máximo que soporta la barra Wp (1,33) es mayor que el momento resistente calculado de la barra Wb (0.57) es decir que la barra asumida de 40x5 mm, en posición horizontal es la recomendada para soportar la fuerza de choque producida durante un eventual cortocircuito.

Efectos térmicos producidos en cortocircuito

La sobre temperatura, producida en las barras por efecto del cortocircuito es:

$$\Delta T = \frac{R}{q^2} \times (I_{cc})^2 \times (t + \delta t)$$

Donde:

- ΔT : Elevación de temperatura debido al cc.
- R: Constante del material (Cu) (0.0058)
- q: Sección de la barra 5 x 40 (200 mm²)
- t: Tiempo de apertura del dispositivo de protección, 0.2s.
- δt : Tiempo adicional debido a la Icc.
- Icc: Corriente de cortocircuito (10.935 kA)
- Ich: Corriente de choque (27.84 kA)
- To: Temp. en barras previo al cortocircuito (60 °C)
- Tf: Temp. máxima en barras después del cc.

$$\delta t = \left(\frac{I_{ch}}{I_{cc}} \right)^2 \times 0,6$$

$$\delta t = \left(\frac{27.84}{10.935} \right)^2 \times 0,6$$

$$\delta t = 3.889 \text{seg.}$$

Reemplazando:

$$\Delta T = \frac{0.0058 \times (10.935 \times 1000)^2 \times (0.2+3.889)}{(200)^2}$$

$$\Delta T = 70.896^\circ\text{C}$$

La temperatura que alcanzarían las barras, en eventos de cortocircuito será:

$$T = 60^\circ\text{C} + 70.896^\circ\text{C}$$

$$T = 130.896^\circ\text{C}$$

Este resultado es satisfactorio ya que en las barras de cobre es admisible una temperatura de hasta 200°C, por lo que podrán emplearse las barras asumidas 40x5 mm con su actual configuración.

Esfuerzo por resonancia mecánica

La resonancia natural de la barra (F_n) está dada por:

$$F_n = 112 \times \sqrt{\frac{(E \times J)}{(G \times L b^4)}} \text{ Hz} \quad (\alpha)$$

Donde:

- E: Modulo elasticidad Cu ($1.25 \times 10^6 \text{ Kg/cm}^2$)
- G: Peso de la barra (0.0177 kg/cm)
- J: Momento de inercia de la barra

$$J = \frac{h \times (b)^3}{12}$$

$$J = \frac{0.5 \text{ cm} \times (4 \text{ cm})^3}{12}$$

$$J = 2.67 \text{ cm}^4$$

Reemplazando en (α), la frecuencia de resonancia de la barra:

$$F_n = 112 \times \sqrt{\frac{(1,25 \times 10^6) \times 2,67}{0,0177 \times (120)^4}} \text{ Hz}$$

$$F_n = 106.74 \text{ Hz.}$$

Debe cumplirse que la frecuencia natural de oscilación no se encuentra alrededor del $\pm 10\%$ de la frecuencia de la red eléctrica 60 Hz., Ni del doble, o sea F_n debe estar fuera del siguiente rango:

$$54 \text{ Hz} < F_n < 66 \text{ Hz}$$

$$108 \text{ Hz} < F_n < 132 \text{ Hz}$$

Con lo que queda demostrado que la barra de cobre de 40x5 mm en forma horizontal cumple con la condición de resonancia y de las anteriores por lo que:

BARRA Cu EXISTENTE: 40x5 mm ES ACEPTABLE PARA LA AMPLIACION

3.1.6.3.3.2 DIMENSIONAMIENTO DE AISLADORES PORTABARRA PARA NUEVA CELDA DE TRANSFORMACIÓN 630kVA, EN 20 kV

Los aisladores deberán satisfacer una solicitud de carga (P) de:

Corriente de choque (I_{ch})

$$I_{ch} = 1.8 \times \sqrt{2} \times I_{cc}$$

$$I_{ch} = 27.84 \text{ kA}$$

$$P = \frac{2.04 \times (I_{ch})^2 \times l_b}{100 \times d}$$

$$P = \frac{2.04 \times (27.84)^2 \times 120}{100 \times 25}$$

$$P = 75.90 \text{ kg}$$

Si asumimos un factor de seguridad de 3, se tendrá que el aislador deberá satisfacer una carga de 227.7 kg. Se emplearán, entonces aisladores de 750 Kg de resistencia, que cumple con las exigencias.

3.1.6.3.4 CÁLCULO DE PUESTA A TIERRA EN MEDIA TENSIÓN

3.1.6.3.4.1 DIMENSIONAMIENTO DEL CABLE.

Lado de media tensión

De acuerdo con lo estipulado por el CNE se tiene. Para un cortocircuito a tierra de 5.042 kA, considerando conductores con uniones emperradas y para una duración de falla de 0.5 segundos, se tendrá lo siguiente:

$$S = 4 \times I_{cc}$$

Donde:

S= Sección de puesta a tierra en mm²

I_{cc}= Corriente de falla en kA.

En tensión de 10kV:

$$I_{cc} = 12.70 \text{ kA}$$

$$S = 4 \times 12.7 = 50.8 \text{ mm}^2$$

$$S = 50.8 \text{ mm}^2$$

Por lo que se empleará un conductor de cobre desnudo de 50 mm²

En tensión de 20kV:

I_{cc}= 13.86 KA

S= 4x 13.86 = 55.44mm²

S= 55.44mm²

Por lo que se empleará un conductor de cobre desnudo de 50 mm²

3.1.6.3.4.2 CALCULO DE PUESTA A TIERRA

El terreno es tierra de cultivo, esto nos da una resistividad del terreno aproximado de 200 Ω-m, con una varilla de cobre de 2400mm de longitud. Calculemos la resistencia a tierra utilizando la fórmula:

$$R_t = \frac{\rho}{2\pi \times L} \ln(R/r) + \frac{\rho_n}{12\pi \times L} \ln(2L/R)$$

Dónde:

R_t : Resistencia de la puesta a tierra, Ohm

ρ : Resistividad del terreno del pozo, Ohm-m: 30 Ohm-m

ρ_n: Resistividad del terreno natural, Ohm-m: 200 Ohm-m

L : Longitud del electrodo, m: 2,40 m

r : Radio del electrodo, m: 0,00794 m

R : Radio del pozo, m= 0.5 m

Para el pozo de BT $R_t = 13,25\Omega < 15\Omega$

Para el pozo de MT y Neutro $R_t = 13,25\Omega < 25\Omega$

3.1.7 PRUEBAS

Finalizados todos los trabajos relacionados con la obra, el Contratista Especialista solicitará por escrito al Concesionario programar la fecha de ejecución de las pruebas correspondientes. (*R.D. N° 018-2002-EM/DGE, pág. 20*)

En los Conductores: Las pruebas serán las siguientes

a) Secuencia de fases

Se verificará que la posición de los conductores esté en secuencia de fases y que los colores normalizados usados correspondan a:

Fase R : Rojo

Fase S : Negro

Fase T : Azul

b) Conductividad Eléctrica

Se cortocircuitará uno de los extremos de los cables y se medirá la resistencia eléctrica de las tres fases.

c) Nivel de aislamiento

ENEL S.A.A. realizará las pruebas de aislamiento del cable de MT 20kV y dará la conformidad del Sistema de Utilización antes de la puesta en servicio.

Tabla N°11 Mediciones para pruebas de aislamiento

Fuente: R.D. N° 018-2002-EM/DGE, pág. 20

TIPO DE CONDICIONES	RED DE DISTRIBUCIÓN PRIMARIA	
<i>CONDICIONES NORMALES</i>	<i>Aéreas</i>	<i>Subterráneas</i>
<i>*Entre fases</i>	<i>100 MΩ</i>	<i>50 MΩ</i>
<i>* De fase a tierra</i>	<i>50 MΩ</i>	<i>20 MΩ</i>
 <i>CONDICIONES HÚMEDAS</i>		
<i>*Entre fases</i>	<i>50 MΩ</i>	<i>50 MΩ</i>
<i>* De fase a tierra</i>	<i>20 MΩ</i>	<i>20 MΩ</i>

En el transformador

Se analizarán los protocolos del fabricante, se verificará el nivel del aceite, se efectuará pruebas de continuidad en los devanados, de aislamiento entre bobinados y de estos respecto a tierra que con un megóhmetro de 5000V.

En el sistema de puesta a tierra

En la Subestación se medirá cada pozo de tierra su resistencia será:

Puesta a tierra	Resistencia	Cantidad
Media Tensión	$R \leq 25\Omega$	01
Baja Tensión	$R \leq 15\Omega$	01

3.2 Resultados

- Se obtuvo la potencia de cortocircuito a través de la concesionaria Enel; siendo $P_{cc} = 220\text{MVA}$, para una tensión de 10kV .
- Se determinó mediante los cálculos que el transformador de 630 kVA se empleara para realizar el aumento de carga de la SSEE a 850 kW .
- Se realizaron los cálculos de Ingeniería para determinar y seleccionar:
 - Calibre y tipo de conductor adecuado a usar.
 - La capacidad de fusible a usar.
 - Puesta a tierra.
 - Tipo de barra de Cu. (Espesor, ancho, largo)
 - Aisladores portabarra.

CONCLUSIONES

- Se rediseño el Sistema de Utilización en media tensión (Operación inicial 10kv), para un aumento de carga de hasta 850 kW en la empresa UNICON S.A. - PLANTA ANCIETA EL AGUSTINO, se concluye que la subestación estará preparada para a operar tanto cuando la red esté 10 kV o cuando se haga el cambio de nivel de tensión respectivo a 20 kV.
- Se realizó el diseño de una nueva celda de transformación en la subestación eléctrica para un aumento de carga a 850 kW en la planta concretera UNICON S.A - PLANTA ANCIETA EL AGUSTINO; la celda de transformación cumple con lo requerido para el proyecto en Media Tensión con un transformador proyectado de 630 kVA que abastecerá a la planta 3 y 4 de la concretera.
- Se realizó los cálculos para determinar el calibre y el tipo de conductor a emplear, teniendo como referencia el cable NA2XSY de 95mm². Se concluye que el conductor elegido es el correcto y satisfará las necesidades de operación de la subestación tanto cuando la red esté en 10kV y cuando se haga el cambio de nivel de tensión a 20kV.

RECOMENDACIONES

- ✓ Se recomienda realizar la ejecución del rediseño tal cual muestra el trabajo de suficiencia profesional.
- ✓ Una vez ejecutada la obra se recomienda realizar mantenimientos anuales para el correcto funcionamiento de la Subestación.
- ✓ Para el desarrollo de futuros proyectos, se recomienda, tener la normativa actualizada que rige en el sector eléctrico.

BIBLIOGRAFÍA

1. Minem. (2002). *Norma DGE - símbolos gráficos en electricidad*. Recuperado de *Código Nacional de Electricidad*.
2. Minem (2006), *Código Nacional Electricidad de Utilización*. Lima, Perú: Megabyte.
3. Minem (2011), *Código Nacional Electricidad de Suministro*. Lima, Perú: Megabyte.
4. Minem. (2012). *Normas de procedimientos RD N°018-200 –EM/DGE*.
5. Fraile, M. y col. (2004). *Líneas e instalaciones eléctricas*.
6. Garcia, J. (2007). *Instalaciones eléctricas en media y baja tensión*. International Barcelona, España.
7. Harper, E. (2008). *Sistemas de transmisión y distribución de potencia eléctrica*. México, Limusa S.A.
8. Lujan, J. (2014). *Diseño y ejecución de un sistema de utilización en media tensión 22.9 KV (operación inicial 10 KV)*. Trabajo de investigación para optar el título de Ingeniero Mecánico Eléctrico. Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur. Perú
9. Meza, F. (2015). *Diseño del sistema de utilización en media tensión 22.9 Kv para la empresa IESA S.A*. Tema de investigación para optar el título de Ingeniero Mecánico Eléctrico. Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur. Perú
10. De Paz, T. (2014) "Sistema de utilización en 22.9 kV para tierra nuevas del proyecto de irrigación Olmos, utilizando metodología Last Planner" Informe de

suficiencia para optar el título de Ingeniero Mecánico Electricista. Universidad Nacional de Ingeniería. Perú

11. Pacci, P. (2013). "Diseño eléctrico del cambio de nivel de tensión de 10kV a 20kV del sistema de utilización de una institución de Formación Técnica" Informe de suficiencia para optar el título de Ingeniero Mecánico Electricista Universidad Nacional de Ingeniería. Perú
12. Montero, E. (2015). *Sistema de utilización en 22.9 Kv, 3 Φ para el varadero de embarcaciones artesanales en el distrito de los órganos*. Tesis para optar el título de Ingeniero Electricista. Universidad Nacional Del Callao. Perú
13. Sarzo, A. (2007). *Proyectos de electrificación*. Lima, Perú.
14. Osinerming. (2012). *Reglamento de ley de concesiones eléctricas*.
15. Osinerming. (2012) *Norma "Opciones Tarifarias y Condiciones de Aplicación de las Tarifas a Usuario Final"*
16. Enrique. (1994). Transformadores de potencia de medida y de protección. En Enrique, Transformadores de potencia de medida y de protección (págs. 21 - 22). Barcelona: Boixareu.

ANEXOS

ANEXO N° 1

CATALOGO DE CABLE NA2XSY.

Distribución y subtransmisión subterránea de energía.

Descripción

Aplicación

Distribución y subtransmisión subterránea de energía. 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: Aluminio 1350 compactado, clase 2.
2. Semi-conductor interno: Compuesto extruído.
3. Aislamiento: Polietileno reticulado XLPE-TR (Tree retardant).
4. Semi-conductor externo: Compuesto extruído pelable.

Estos tres últimos componentes extruidos en CV (vulcanización continua) de triple extrusión.

5. Pantalla: Cintas de cobre.
6. Cubierta externa: Compuesto de PVC.

Principales características

Temperatura del conductor de 90°C para operación normal, 130°C para sobrecarga de emergencia y 250°C para condiciones de corto circuito. Excelentes propiedades contra el envejecimiento por calor. Resistencia a la abrasión y humedad. Adecuada resistencia a las grasas y aceites. No propaga la llama.

Calibre:

Desde 50 mm² hasta 630 mm²

Marcación:

INDECO S.A. NA2XSY 18/30 kV Sección.

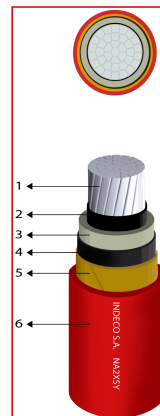
Embalaje:

En carretes de madera no retornables.

Color:

Aislamiento: Natural.

Cubierta externa: Rojo.



Norma

Internacional IEC 60228;
IEC 60332-1; IEC 60502-2;
IEC 60811-1-1; IEC 60811-1-2;
IEC 60811-1-3; IEC 60811-1-4;
IEC 60811-2-1; IEC 60811-3-1;
IEC 60811-3-2

Nacional NTP-IEC 60228; NTP-IEC 60502-2



Libre de plomo
Si



Tensión nominal de servicio
U₀/U
18/30 kV



No propagación de la
llama
IEC 60332-1



Resistencia a aceites
Buena



Temperatura máxima
operativa
90 °C

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 60332-1: Ensayo de propagación de llama vertical para un alambre o cable simple.

IEC 60502-2: Cables de energía con aislamiento extruido y sus aplicaciones para tensiones nominales desde 6 kV hasta 30 kV.

IEC 60811-1-1: Medición de espesores y dimensiones exteriores - Ensayos para la determinación de las propiedades mecánicas.

IEC 60811-1-2: Métodos de envejecimiento térmico.

IEC 60811-1-3: Ensayos de absorción de agua - Ensayo de contracción.

IEC 60811-1-4: Ensayo a baja temperatura.

IEC 60811-2-1: Ensayo de resistencia al ozono, ensayo de alargamiento en caliente y resistencia al aceite mineral.

IEC 60811-3-1: Ensayo de depresión a alta temperatura - Ensayo de resistencia al agrietamiento.

IEC 60811-3-2: Ensayo de pérdida de masa - Ensayo de estabilidad térmica.

Características

Características de construcción	
Material del conductor	Aluminio
Material del semi-conductor interno	Compuesto extruido
Material de aislamiento	XLPE
Material del semi-conductor externo	Compuesto extruido pelable
Pantalla	Cinta de Cobre
Cubierta exterior	PVC
Libre de plomo	Si
Color de cubierta	Rojo
Características eléctricas	
Tensión nominal de servicio U ₀ /U	18/30 kV
Características de uso	
No propagación de la llama	IEC 60332-1
Resistencia a aceites	Buena
Temperatura máxima operativa	90 °C



Libre de plomo
Si



Tensión nominal de servicio
U₀/U
18/30 kV



No propagación de la
llama
IEC 60332-1



Resistencia a aceites
Buena



Temperatura máxima
operativa
90 °C

Datos Dimensionales

Sección [mm ²]	Nº total alambres	Diam. Conductor [mm]	Esp. nom. aislación [mm]	Diám. sobre aislam. [mm]	Diám. sobre pantalla [mm]	Diám. sobre cubierta [mm]	Peso aprox. [kg/km]
50	7	7,89	8,0	23,55	25,3	28	784
70	19	9,62	8,0	25,28	27,0	29,7	899
95	19	11,33	8,0	26,99	28,7	31,6	1043
120	19	12,73	8,0	28,39	30,1	33,2	1174
150	19	14,11	8,0	29,77	31,5	34,6	1297
185	37	15,89	8,0	31,55	33,3	36,7	1482
240	37	18,2	8,0	33,86	35,6	39	1722
300	37	20,35	8,0	36,01	37,8	41,2	1963
400	61	23,12	8,0	38,78	40,5	44,1	2312
500	61	26,21	8,0	41,87	43,6	47,4	2743
630	61	29,77	8,0	45,43	47,2	51,4	3309

Datos Eléctricos - I

Sección [mm ²]	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	0,641	0,822	0,822	0,236	0,167
70	0,443	0,568	0,568	0,226	0,156
95	0,32	0,411	0,411	0,218	0,148
120	0,253	0,325	0,325	0,213	0,143
150	0,206	0,265	0,265	0,208	0,139
185	0,164	0,211	0,211	0,204	0,134
240	0,125	0,161	0,162	0,198	0,129
300	0,1	0,129	0,13	0,194	0,124
400	0,078	0,101	0,102	0,189	0,12
500	0,06	0,08	0,081	0,185	0,116
630	0,047	0,063	0,065	0,182	0,112

Datos Eléctricos - II

Sección [mm ²]	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	157	152	222	184



Libre de plomo
Si



Tensión nominal de servicio
U_o/U
18/30 kV



No propagación de la
llama
IEC 60332-1



Resistencia a aceites
Buena



Temperatura máxima
operativa
90 °C

NA2XSJ 18/30 kV

Sección [mm ²]	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]
70	192	186	278	230
95	229	221	338	280
120	260	252	391	324
150	267	281	440	368
185	324	317	504	424
240	373	367	593	502
300	419	414	677	577
400	466	470	769	673
500	512	528	868	769
630	570	596	994	889

Lista de Productos

= Realizar pedido, = Reservar stock

Ref. Nexans	Nombre	Sección (mm ²)	Nº total a lambres	Diam. Conductor (mm)	Esp. nom. aislación (mm)	Diám. sobre aislam. (mm)	Diám. sobre pantalla (mm)	Diám. sobre cubierta (mm)	Peso aprox. (kg/km)
P00003669	NA2XSJ 18/30 kV 50 mm ²	50	7	7,89	8,0	23,55	25,3	28	784
P00012662	NA2XSJ 18/30 kV 70 mm ²	70	19	9,62	8,0	25,28	27,0	29,7	899
P00003967	NA2XSJ 18/30 kV 95 mm ²	95	19	11,33	8,0	26,99	28,7	31,6	1043
P00011985	NA2XSJ 18/30 kV 120 mm ²	120	19	12,73	8,0	28,39	30,1	33,2	1174
P00003968	NA2XSJ 18/30 kV 150 mm ²	150	19	14,11	8,0	29,77	31,5	34,6	1297
P00012670	NA2XSJ 18/30 kV 185 mm ²	185	37	15,89	8,0	31,55	33,3	36,7	1482
P00003969	NA2XSJ 18/30 kV 240 mm ²	240	37	18,2	8,0	33,86	35,6	39	1722
P00011992	NA2XSJ 18/30 kV 300 mm ²	300	37	20,35	8,0	36,01	37,8	41,2	1963

= Realizar pedido, = Reservar stock



Libre de plomo
Si



Tensión nominal de servicio
U_o/U
18/30 kV



No propagación de la
llama
IEC 60332-1



Resistencia a aceites
Buena



Temperatura máxima
operativa
90 °C

NA2XSY 18/30 kV

Ref. Nexans	Nombre	Sección (mm ²)	Nº total a lambres	Diam. Conductor (mm)	Esp. nom. aislación (mm)	Diám. sobre aislam. (mm)	Diám. sobre pantalla (mm)	Diám. sobre cubierta (mm)	Peso aprox. (kg/km)
☎ P00006793	NA2XSY 18/30 kV 400 mm ²	400	61	23,12	8,0	38,78	40,5	44,1	2312
☎ P00002092	NA2XSY 18/30 kV 500 mm ²	500	61	26,21	8,0	41,87	43,6	47,4	2743
☎ P00006794	NA2XSY 18/30 kV 630 mm ²	630	61	29,77	8,0	45,43	47,2	51,4	3309

☎ = Realizar pedido, 📦 = Reservar stock

CONDICIONES DE CALCULO DE CORRIENTE

BASADOS EN NPT-IEC 60502-2 Anexo B

Temperatura máxima del conductor: 90°C

Temperatura ambiente: 30°C

Temperatura del terreno: 20°C

Profundidad de tendido: 0.8 m

Resistividad térmica del terreno: 1.5 K.m/W

Pantallas a tierra en ambos extremos.



Libre de plomo
Si



Tensión nominal de servicio
U₀/U
18/30 kV



No propagación de la
llama
IEC 60332-1



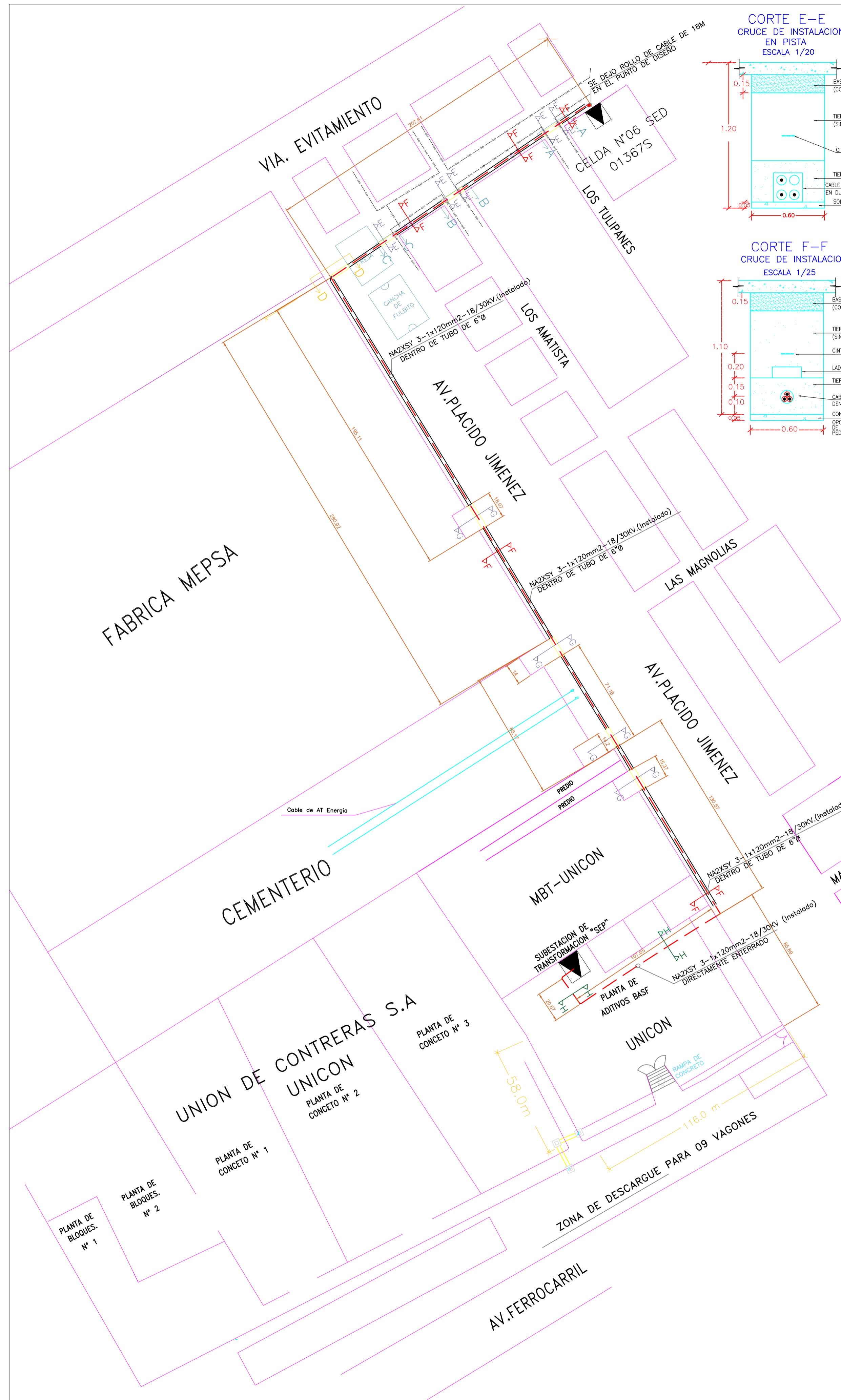
Resistencia a aceites
Buena



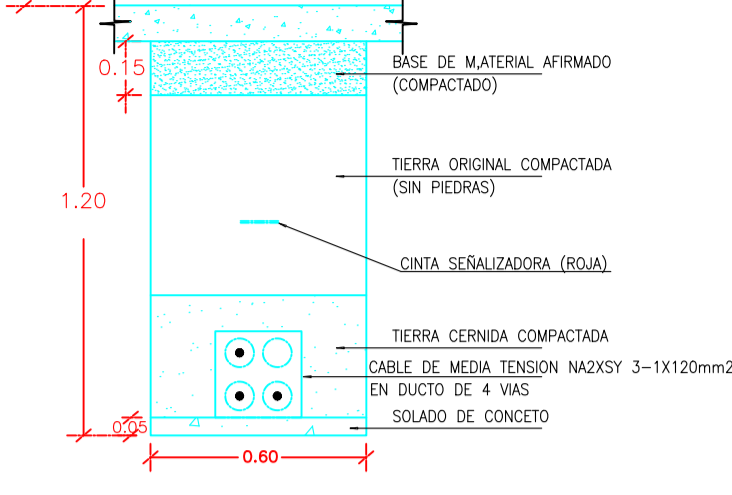
Temperatura máxima
operativa
90 °C

ANEXO N° 2

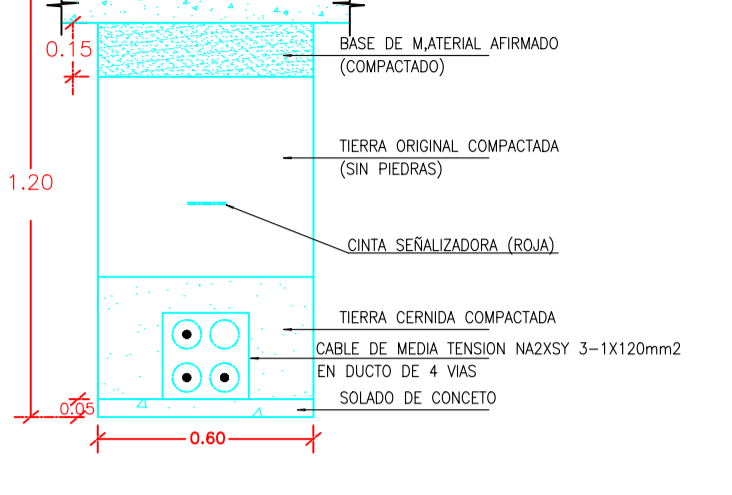
RECORRIDO DE LA RED EN MEDIA TENSIÓN.



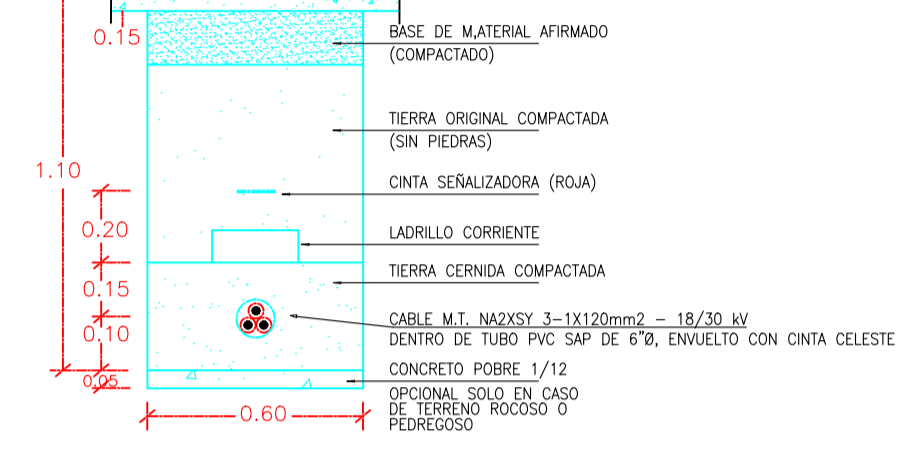
CORTE E-E
CRUCE DE INSTALACION
EN PISTA
ESCALA 1/20



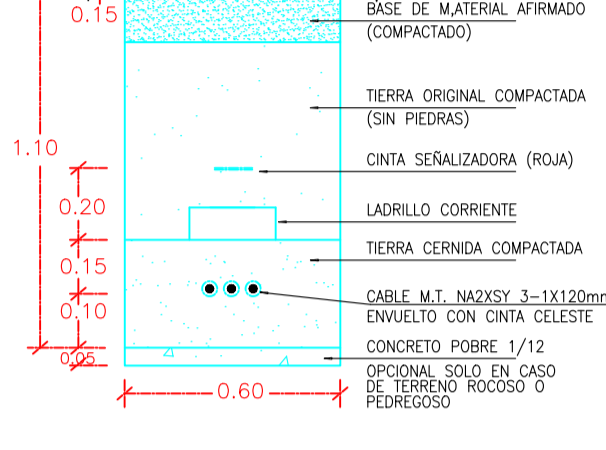
CORTE G-G
CRUCE EN ENTRADAS
ESCALA 1/20



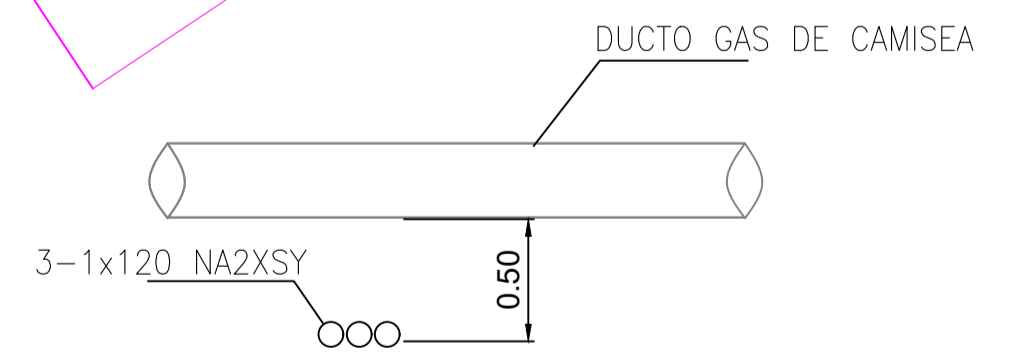
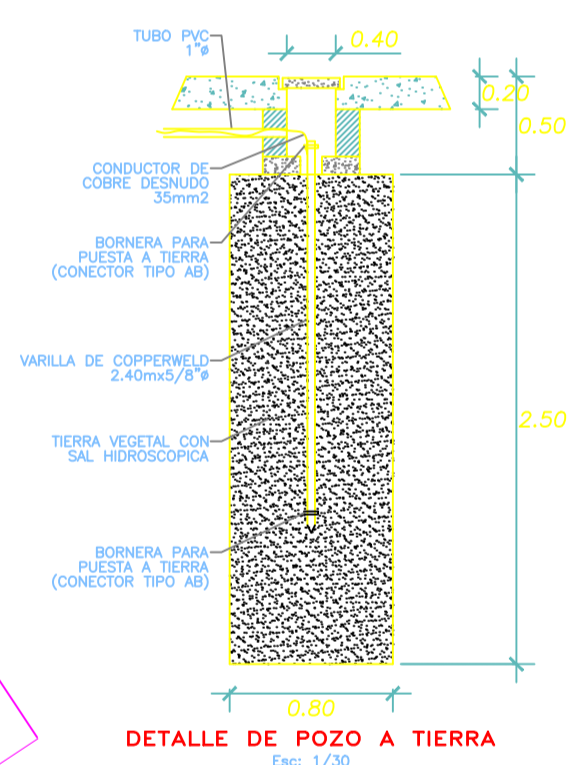
CORTE F-F
CRUCE DE INSTALACION
ESCALA 1/25



CORTE H-H
CRUCE DE INSTALACION
ESCALA 1/25

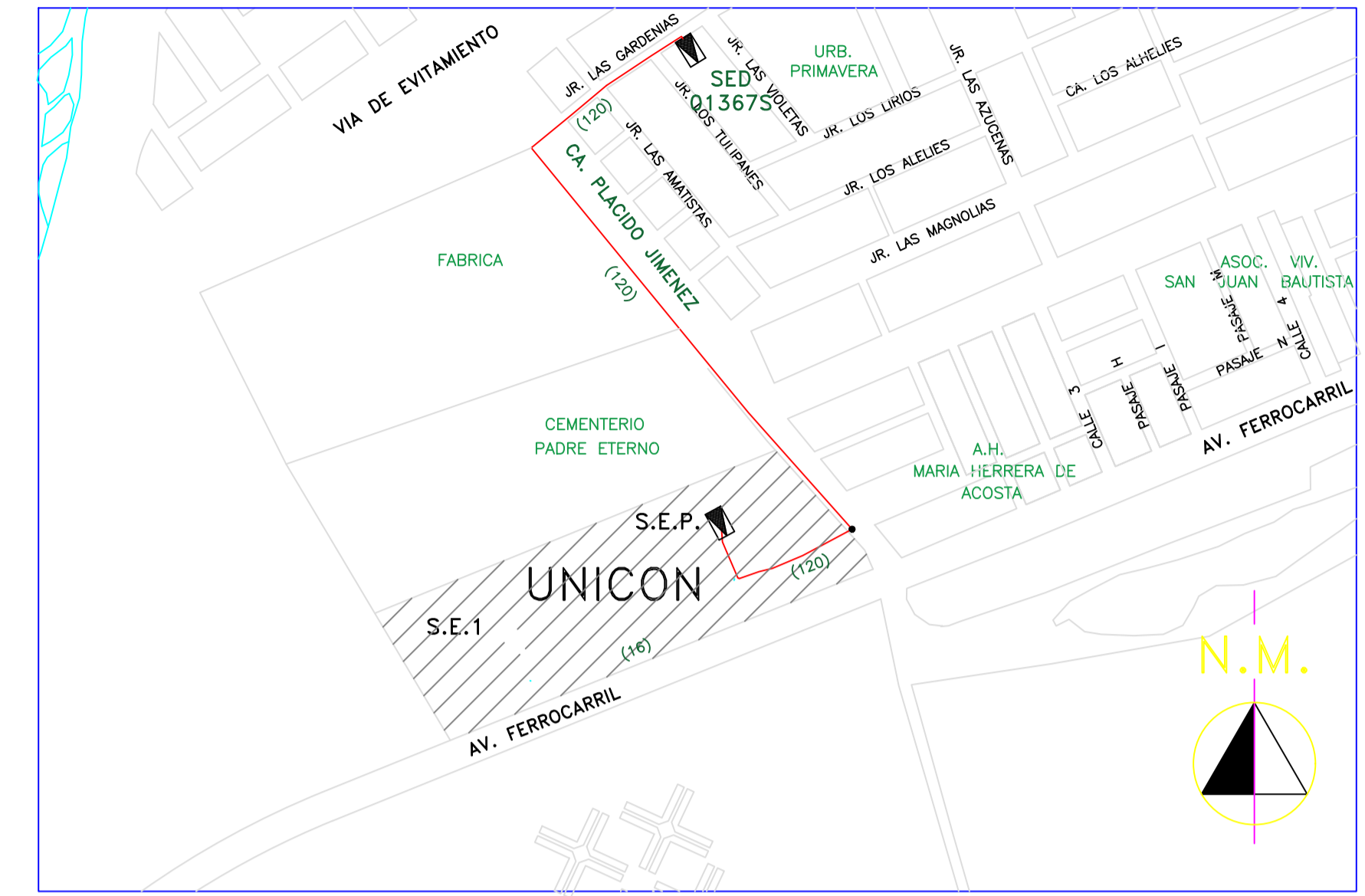


LEYENDA		
TIPO DE CABLE	SIMBOLO	INSTALACION
CABLE NA2XSY 120mm2 18/30 kV (Instalado)		Subterráneo
CABLE NKY 16mm2 (existente) de SEP a SE1		Subterráneo
CABLE DE GAS		Subterráneo
SUBESTACION		

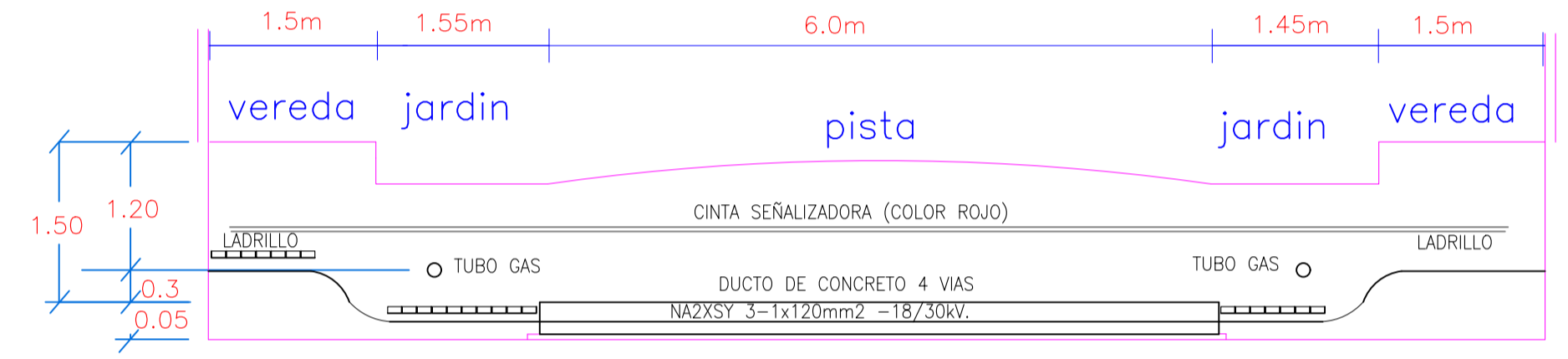


CNE: 2011 353.A.1 Y 354 (pag 271 y 272)
SEPARACION HORIZONTAL Y VERTICAL EN EL CASO DE TUBERIAS DE COMBUSTIBLE LIQUIDO O GAS, LA DISTANCIA RADIAL SERÁ LO MAS LEJANO POSIBLE Y UN MINIMO DE 50cm DE LA SUPERFICIE EXTERNA DE LA TUBERIA O TANQUE

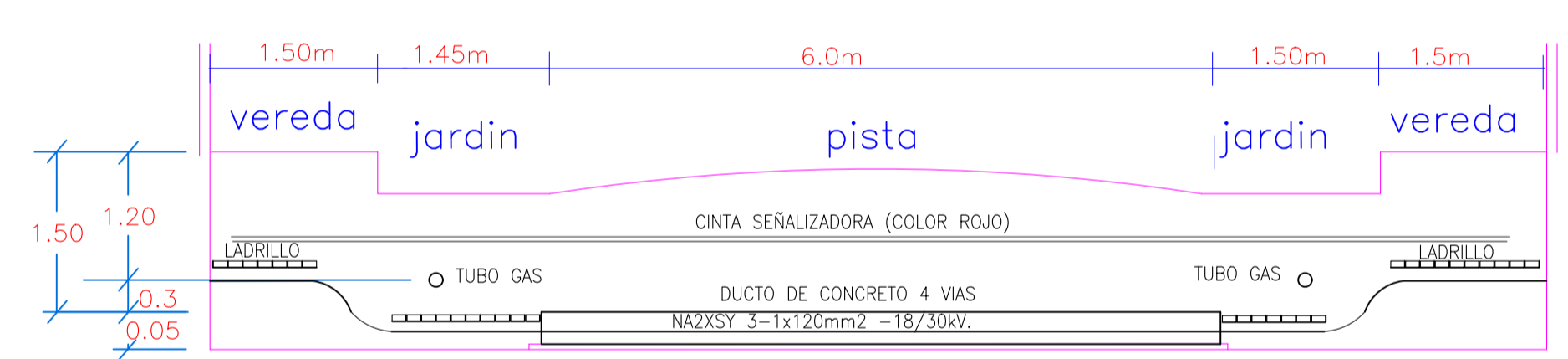
PLANO DE UBICACION



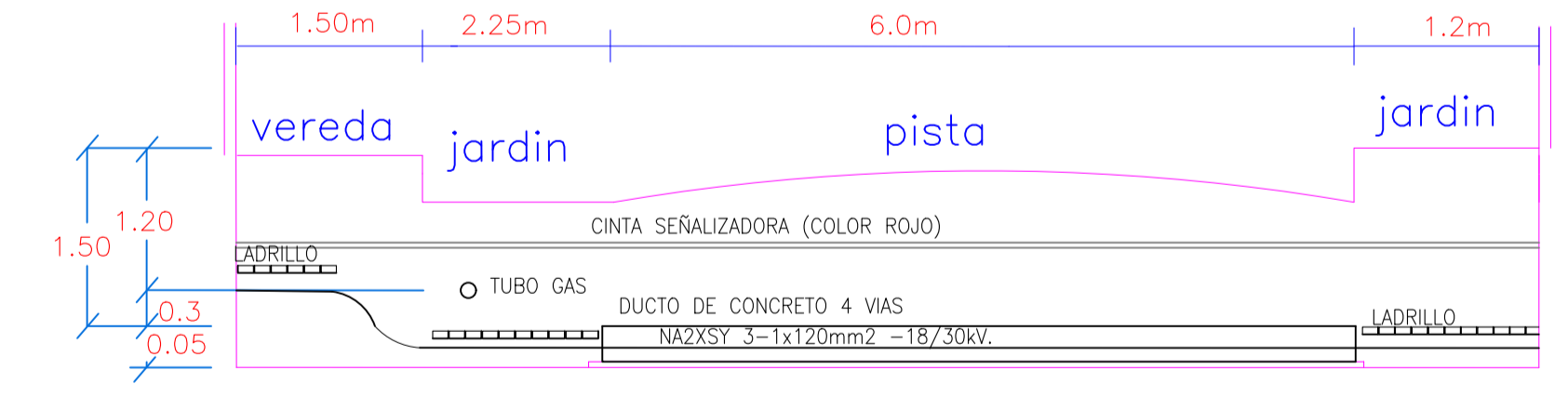
CORTE A-A
ESCALA 1/100



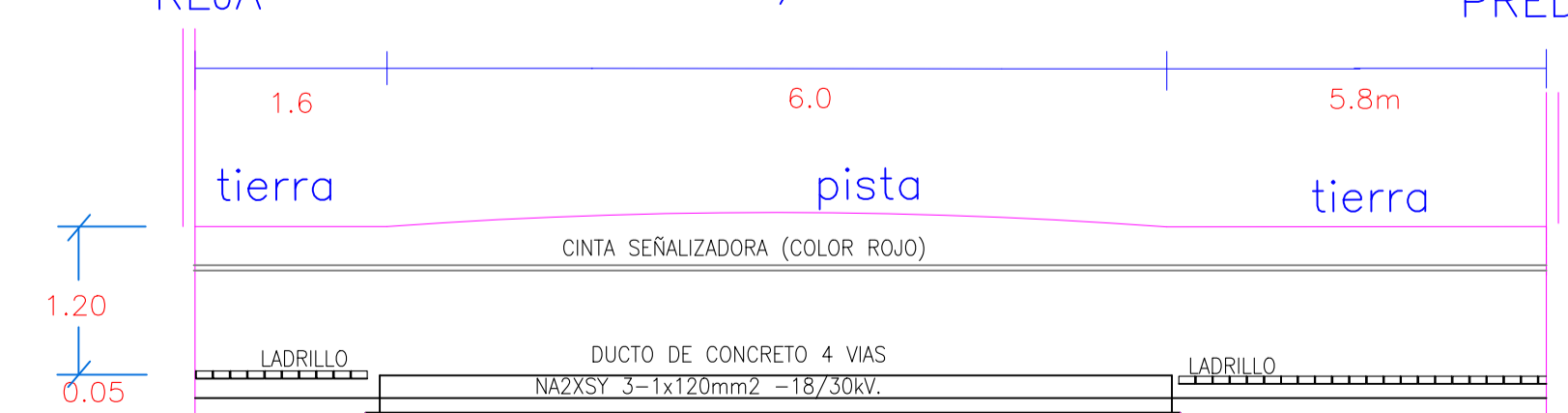
CORTE B-B
ESCALA 1/100



CORTE C-C
ESCALA 1/100



CORTE D-D
ESCALA 1/100



PROFESIONAL RESPONSABLE:

FIRMA Y SELLO:

DIBUJO:

ALEX ORONCOY

INDICACIONES

INCREMENTO DE CARGA EN SUMINISTRO DE MEDIA TENSION
20KV OPERACION INICIAL EN 10KV. PARA UNA MAXIMA
DEMANDA HASTA 650KW. TARIFA MT3.

UBICACION:

Av. PLACIDO JIMENEZ N°630
DISTR. EL AGUSTINO PROVINCIA
Y DEPARTAMENTO LIMA.

PROPIETARIO:



FECHA: MAYO 2019

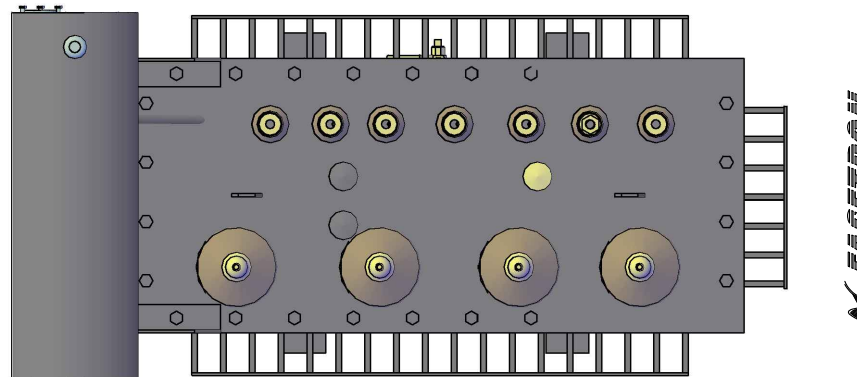
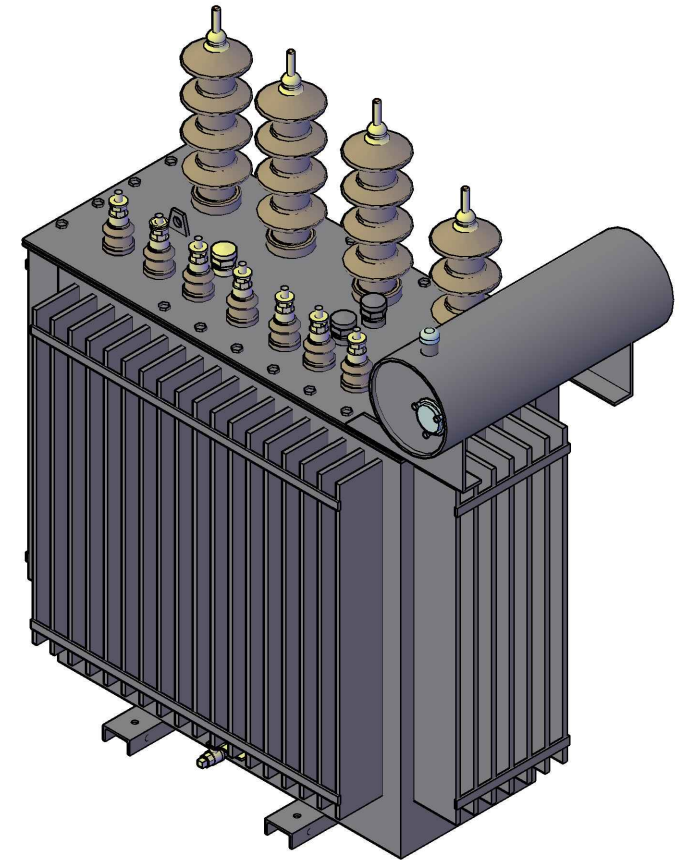
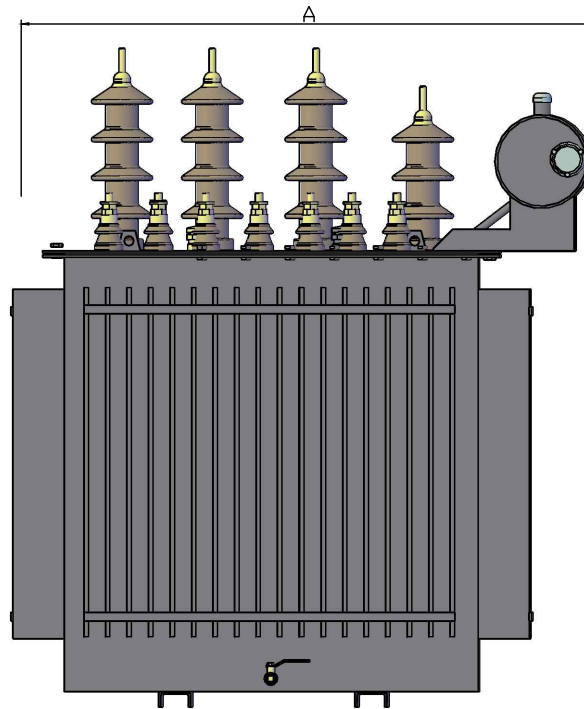
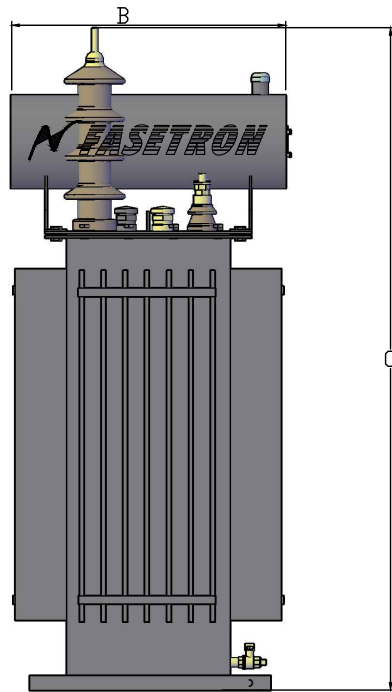
ESCALA: 1/50

LAMINA:

PL-00129-EP

ANEXO N° 3

DIMENSIONES DEL TRANSFORMADOR.



ELECTROTEC

TENSION	POTENCIA	CORRIENTE
230 V	189 KVA (30%)	475 A
460 V	441 KVA (70%)	554 A

POTENCIA	DIMENSIONES APROXIMADAS DE TRANSFORMADOR TRIFASICO DE DISTRIBUCION (m.m)					
	A	B	C			
KVA						
630	1530	900	1680			



CLIENTE : <div style="text-align: center; font-weight: bold;">UNICON</div>	DIMENSIONES GENERALES DEL TRANSFORMADOR TRIFASICO DE DISTRIBUCION				CONFIRMACION: XXXXXXX SERIE: 280323
	Denominación: TRANSFORMADOR DE 630 KVA; 10-20kV/0.46-0.23 kV; DE 1000 msnm AISLADORES BUSHING PORCELANA				
	Ing. responsable : XXXXXX	Dibujo CAD : XXXXX	Revisado : XXXXX	Aprobado : XXXXXXX	
	Fecha: 07/07/2018	Form: A - 4	Escala: S / E	Supervisado : XXXXX	

ANEXO N° 4

MANUAL DE SECCIONADOR DE POTENCIA TRIPOLAR SPAIL-B



ELECIN



Equipos Electroindustriales S.A.
Calle Las Fraguas 167, Independencia, Tlf 7150952, 5233165
Av. San Luis 1986, San Borja, Tlf 7151168, 2243571
elecinc@elecinsa.com; www.elecincperu.com

MANUAL 2016

MANUAL DEL SECCIONADOR DE POTENCIA TRIPOLAR "FELMEC" TIPO Spal-B - SpalT-B - SpalL-B

- 1.- REVISAR QUE EL SECCIONADOR DE POTENCIA POSEA LOS SIGUIENTES ACCESORIOS:
 - TIPO Spal-B:
 - 01 Mando de accionamiento tipo "RQ".
 - 01 Disco de bronce con levas de regulación colocado en el eje de mando de seccionador.
 - 01 Palanca de accionamiento.
 - 01 Tubo de extensión.
 - 06 Pinzas Porta Fusibles.
 - TIPO SpalT-B, SpalL-B:
 - 02 Mandos de accionamiento tipo "RQ".
 - 02 Discos de bronce con levas de regulación colocado en el eje de mando de seccionador.
 - 01 Palanca de accionamiento.
 - 02 Tubos de extensión.
 - 06 Pinzas Porta Fusibles.
- Nota: Verificar que el Seccionador cuente con el sello de Garantía. De no contar con el sello o se encuentre roto, el equipo pierde toda Garantía sobre su Fabricación.**
- 2.- SOLICITAR, CONJUNTAMENTE CON EL SECCIONADOR DE POTENCIA, UN SOBRE CON LOS SIGUIENTES DOCUMENTOS:
 - Recomendaciones Generales para la Selección e Instalación de Seccionadores de Potencia "FELMEC".
 - Manual de Instrucciones de Instalación y Regulación del Mecanismo de Mando Tipo "RQ".
 - Manual de Operaciones de Seccionador de Potencia Tripolar "FELMEC".
 - Hoja de Mantenimiento.
 - Protocolo de pruebas.
- 3.- POR RAZONES DE SEGURIDAD EN EL TRANSPORTE, EL SECCIONADOR DE POTENCIA SE SUMINISTRA EN POSICIÓN ABIERTO, PERO CON LAS CUCHILLAS EN LA POSICIÓN CERRADA y LAS LEVAS AISLANTES DE SECCIONAMIENTO (COLOR ROJO) DESLIGADAS.
- 4.- REALICE EL MONTAJE DEL SECCIONADOR DE POTENCIA SEGÚN RECOMENDACIONES DE INSTALACION Y MANUAL DE INSTRUCCIONES.
- 5.- CONSEGUIR LA POSICIÓN ABIERTA DE LAS CUCHILLAS DE LA SIGUIENTE MANERA:
 - Retire el pasador de aleta del pin que une las cuchillas de cada fase.
 - Retire el pin de las cuchillas de cada fase.
 - Desligar manualmente las cuchillas llevándolas hacia la posición abierta.
 - La posición abierta se logra, haciendo coincidir el hueco de la leva aislante con las cuchillas.
 - Conseguida la posición abierta, colocar el pin y asegurar con el pasador de aleta.
- 6.- REALICE LA REGULACION DEL MANDO TIPO "RQ" DEL SECCIONADOR DE POTENCIA SEGÚN MANUAL DE INSTRUCCIONES.
- 7.- REALIZAR LAS SIGUIENTES MANIOBRAS ANTES DE LA PUESTA EN SERVICIO, CULMINADO EL MONTAJE Y REGULACIÓN DEL SECCIONADOR:



ELECIN



Equipos Electroindustriales S.A.
Calle Las Fraguas 167, Independencia, Tlf 7150952, 5233165
Av. San Luis 1986, San Borja, Tlf 7151168, 2243571
elecins@elecinsa.com; www.elecinsperu.com

MANUAL 2016

- TIPO Spal-B:
 - Cierre del seccionador de potencia por palanca de accionamiento.
 - Apertura del seccionador de potencia por palanca de accionamiento.
 - Simule la apertura del seccionador de potencia por fusible accionando una de las tres levas de desconexión.
 - Retornar a su posición inicial (Seccionador Abierto) por palanca de accionamiento.
 - Realice estas operaciones en tres ocasiones.

 - TIPO SpalT-B:
 - Apertura de las cuchillas de puesta a tierra por palanca de accionamiento.
 - Cierre del seccionador de potencia por palanca de accionamiento.
 - Verificar que no se pueda cerrar las cuchillas de puesta a tierra por palanca de accionamiento.
 - Apertura del seccionador de potencia por palanca de accionamiento.
 - Cierre de las cuchillas de puesta a tierra por palanca de accionamiento.
 - Verificar que no se pueda cerrar el seccionador de potencia por palanca de accionamiento.
 - Simule la apertura del seccionador de potencia por fusible accionando una de las tres levas de desconexión.
 - Retornar a su posición inicial (Seccionador Abierto) por palanca de accionamiento.
 - Realice estas operaciones en tres ocasiones.

 - TIPO SpalL-B:
 - Cierre del seccionador de línea por palanca de accionamiento.
 - Cierre del seccionador de potencia por palanca de accionamiento.
 - Verificar que no se pueda abrir el seccionador de línea por palanca de accionamiento.
 - Apertura del seccionador de potencia por palanca de accionamiento.
 - Apertura del seccionador de línea por palanca de accionamiento.
 - Verificar que no se pueda cerrar el seccionador de potencia por palanca de accionamiento.
 - Simule la apertura del seccionador de potencia por fusible accionando una de las tres levas de desconexión.
 - Retornar a su posición inicial (Seccionador Abierto) por palanca de accionamiento.
 - Realice estas operaciones en tres ocasiones.
- 8.- REALICE EL MANTENIMIENTO DEL SECCIONADOR SEGUN HOJA DE MANTENIMIENTO.
- 9.- CUALQUIER CONSULTA COMUNICARSE CON EL FABRICANTE, TELEFONOS: (+51) 01 715-0952 / (+51) 01 715-0953 / (+51)01 715-0944.



ELECCIN

**Equipos Electroindustriales S.A.**

Calle Las Fraguas 167, Independencia, Tlf 7150952, 5233165

Av. San Luis 1986, San Borja, Tlf 7151168, 2243571

eleccin@eleccinsa.com; www.eleccinperu.com

MANUAL 2016

**RECOMENDACIONES GENERALES PARA LA SELECCIÓN E INSTALACION DE
SECCIONADORES DE POTENCIA "FELMEC"
TIPO Spal-B - SpalT-B - SpalL-B**

1.- TABLA DE ACCESORIOS DISPONIBLES:

TIPO	Desconexión por fusibles	Cuchillas de puesta a tierra	Seccionador de Línea	Contactos Auxiliares	Bobina de Desconexión	Mando Eléctrico Motorizado
Spal-A	NO	NO	NO	X	NO	X
Spal-B	SI	X	X	X	X	X

- (X) SI, Bajo pedido.

2.- CARACTERISTICAS ELECTRICAS:

- Los seccionadores de potencia se suministran para 12, 17.5, 24 y 36KV.

3.- POSICION DE INSTALACION:

- Los seccionadores de potencia FELMEC, se deben instalar solo de forma vertical. No se admite instalación vertical invertida.
- Pueden instalarse en una celda de forma FRONTAL o LATERAL.
- En la instalación frontal se requiere un mecanismo de mando denominado "RQ", para la maniobra desde el frente de una celda; para este efecto se suministra una palanca especial.
- En la instalación lateral, no se requiere del mecanismo de mando denominado "RQ"; en este caso el mando es directamente sobre el eje de maniobra y para este efecto se suministra una manivela especial. Esta posición permite reducir el ancho de la celda así como el bloqueo con puertas.

4.- LUGAR DE INSTALACION:

- Pueden instalarse directamente sobre la pared, en una celda especialmente diseñada para este efecto.
- En la instalación sobre la pared, se debe verificar que esté lo más nivelada posible, de manera que el seccionador se instale de forma firme sobre perfiles angulares. Los pernos de fijación deben ser lo suficientemente fuertes como para soportar la vibraciones durante las operaciones de cierre y apertura. No obstante este tipo de instalación es muy poco utilizada en la actualidad.
- La instalación en la celda es generalmente empleada, por lo cual se requiere que la celda tenga la suficiente fortaleza para soportar el seccionador.
- Cuando el seccionador se instale de forma frontal, se debe tener cuidado de colocar perfiles de fierro entre el marco posterior y el marco frontal, de manera de evitar vibraciones sensibles de las distancias durante las operaciones de cierre y/o apertura.
- En lugares muy contaminados como fundiciones, cementeras y similares en donde se pueden encontrar muchos residuos suspendidos en el medio ambiente y el local de la subestación no se encuentra debidamente aislado. En estos casos se recomienda instalar el seccionador en celdas con un Grado de Protección adecuado, al menos IP3X. También son lugares contaminados las instalaciones muy cercanas al mar.
- Para instalaciones superiores a los 1000 msnm es necesario tomar precauciones de corrección del nivel de aislamiento de acuerdo a Normas. Cuando los seccionadores se instalan en celdas y bajo estas condiciones, es recomendable instalar una resistencia de calefacción controlada por un termostato, para reducir la condensación de humedad ante cambios bruscos de temperatura. Nuestra empresa puede suministrar estos dispositivos.
- Similar precaución de instalar una resistencia de calefacción es recomendable en instalaciones muy cercanas al mar.



ELECIN



Equipos Electroindustriales S.A.

Calle Las Fraguas 167, Independencia, Tlf 7150952, 5233165
Av. San Luis 1986, San Borja, Tlf 7151168, 2243571
elecín@elecinsa.com; www.elecínperu.com

MANUAL 2016

5.- FUSIBLES:

- Los seccionadores de potencia FELMEC aceptan fusibles con tamaño según DIN 43625, marcas usuales: ETI, SIBA, WICKMMAN, ABB (Otras marcas consultar).
- El seccionador de potencia se entrega previsto para los siguientes largos de fusibles (Distancia "e")
 - Fusible 12KV: 292 mm
 - Fusible 17.5KV: 292 mm
 - Fusible 24KV: 442 mm
 - Fusible 36KV: 442 mm
- En los casos en que se utilice un seccionador de un nivel superior de aislamiento, debido a la altura sobre el nivel del mar de instalación, se puede adecuar la distancia ente mordazas de acuerdo al largo del fusible a utilizar, sobre pedido; por ejemplo, en caso de utilizar un seccionador de 24KV pero para una tensión nominal de la red de 10KV, se suministran accesorios para adecuar la distancia entre fusibles de 12KV. El caso también se presenta cuando se utilizan seccionadores de potencia de 12KV para una tensión de servicio de 4.16 o 7.2KV; de la misma forma se suministran los accesorios pertinentes (DIMENSIONES ESPECIALES SOBRE PEDIDO).

6.- ACOMETIDA O SALIDA DE CABLES:

- En caso de las celdas de llegada la acometida de los cables puede ser por la parte inferior o superior.
- Cuando la acometida es por la parte inferior es recomendable utilizar un juego de Seccionador de Línea, con bloqueo mecánico.
- En caso de las celdas de salida, considerando que siempre las barra colectoras están ubicadas en la parte superior, la salida de los cables será por debajo de la celda. Se recomienda utilizar cuchillas de puesta a tierra aguas abajo del seccionador de potencia.



ELECIN



Equipos Electroindustriales S.A.

Calle Las Fraguas 167, Independencia, Tlf 7150952, 5233165
Av. San Luis 1986, San Borja, Tlf 7151168, 2243571
elecín@elecinsa.com; www.elecínperu.com

MANUAL 2016

MANUAL DE INSTRUCCIONES DE INSTALACIÓN Y REGULACION DEL MECANISMO DE MANDO TIPO "RQ"
"FELMEC"
TIPO Spal-B - SpalT-B - SpalL-B

MONTAJE DEL SECCIONADOR:

- Los puntos de fijación (F) del seccionador (fig. 1) deben encontrarse en el mismo plano vertical.
- La altura del mando RQ (fig. 2) lo determinará el cliente, la cual no interfiere en la maniobra del seccionador.

MONTAJE DE CADA MANDO "RQ" Y POSICION DE LAS LEVAS "A" y "B" CON CADA TUBO "C":

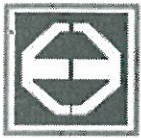
- Fijar el mando RQ en el punto escogido. El ángulo α entre el tubo "C" y la horizontal puede ser cualquiera (fig. 2).
- El mando debe estar montado en sus dos puntos de fijación (fig. 2). de tal forma que el indicador de abierto (A) quede ubicado en la parte inferior.
- Orientar la leva "A" de modo que quede paralela con respecto a la leva "B" (ver fig. 2 ejes X-X, Y-Y).
- Para conseguir que las levas estén paralelas, se debe hacer coincidir uno de los seis (6) huecos de la leva "A" con el hueco "E" de la leva interior (fig. 2).
- Orientar la leva "B" con respecto al disco de bronce montado en el eje de maniobra y el tubo "C" con la corona de huecos "G" (fig. 2).
- Hacer el montaje del tubo "C" con la platina de transmisión y la leva "B". En la platina de transmisión con los pernos en "U" y la leva "B" con un pin y su pasador que se suministran montados en el hueco "H" (fig. 2).

CONTROL:

- Accionar la palanca "D" hasta ubicarla en la posición horizontal y controlar a simple vista que el tubo "C" forma dos (2) ángulos rectos con las levas "A" y "B" (ver. Fig. 3); verificar esta posición pues es importante.
- Controlar que la distancia "A" mínima respete los valores según cuadro anexo a la fig. 1 (DISTANCIA ELECTRICA).

NOTAS:

- En caso de no cerrar el seccionador o quedar sensible a la apertura, será necesario cambiar la posición de una de las levas "A" y "B", la que no forme ángulo recto con respecto al tubo "C" en el momento del control.
- Normalmente, el tubo se debe fijar en el punto medio de los huecos "H" de la leva "B".



ELECIN



Equipos Electroindustriales S.A.
Calle Las Fraguas 167, Independencia, Tlf 7150952, 5233165
Av. San Luis 1986, San Borja, Tlf 7151168, 2243571
elecinc@elecinsa.com; www.elecincperu.com

MANUAL 2016

MANUAL DE OPERACIONES DE SECCIONADOR DE POTENCIA TRIPOLAR "FELMEC" TIPO Spal-B - SpalT-B - SpalL-B

1.- TIPO Spal-B:

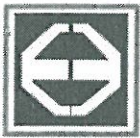
- **MANIOBRA DE CIERRE:**
 - Cerrar el Seccionador de Potencia, introduciendo la palanca en el mando de accionamiento tipo "RQ" y desplazarla hacia la posición "C" de cerrado.
- **MANIOBRA DE APERTURA:**
 - Abrir el Seccionador de Potencia, introduciendo la palanca en el mando de accionamiento tipo "RQ" y desplazarla hacia la posición "A" de abierto.

2.- TIPO SpalT-B:

- **MANIOBRA DE CIERRE:**
 - Abrir primero las cuchillas de puesta a tierra, introduciendo la palanca en el mando de accionamiento tipo "RQ" inferior y desplazarla hacia la posición "A" de abierto, luego proceder a cerrar el Seccionador de Potencia, introduciendo la palanca en el mando de accionamiento tipo "RQ" superior y desplazarla hacia la posición "C" de cerrado.
 - No se podrá realizar la maniobra de cierre del Seccionador de Potencia sin antes haber efectuado primero, la apertura de las cuchillas de puesta a tierra.
 - No se podrá realizar maniobras de cierre equivocadas, debido al enclavamiento mecánico entre ambos ejes de maniobra, que impide que se altere la secuencia antes descrita.
- **MANIOBRA DE APERTURA:**
 - Se procederá a desconectar el Seccionador de Potencia, para ello se introduce la palanca en el mando de accionamiento tipo "RQ" superior y desplazarla hacia la posición "A" de abierto, luego proceder a cerrar las cuchillas de puesta a tierra, introduciendo la palanca en el mando de accionamiento tipo "RQ" inferior y desplazarla hacia la posición "C" de cerrado.
 - Siempre que se efectúe la maniobra de apertura se tiene que realizar la secuencia completa, es decir con las cuchillas de puesta a tierra aterradas para la seguridad del personal.
 - Tener presente que la apertura por fusión de fusibles es totalmente independiente del enclavamiento mecánico que puedan existir entre ambos seccionadores.

3.- TIPO SpalL-B:

- **MANIOBRA DE CIERRE:**
 - Cerrar primero el Seccionador de Línea, introduciendo la palanca en el mando de accionamiento tipo "RQ" inferior y desplazarla hacia la posición "C" de cerrado, luego proceder a cerrar el Seccionador de Potencia, introduciendo la palanca en el mando de accionamiento tipo "RQ" superior y desplazarla hacia la posición "C" de cerrado.
 - No se podrá realizar la maniobra de cierre del Seccionador de Potencia sin antes haber efectuado primero, el cierre del Seccionador de Línea.
 - No se podrá realizar maniobras de cierre equivocadas, debido al enclavamiento mecánico entre ambos ejes de maniobra, que impide que se altere la secuencia antes descrita.
- **MANIOBRA DE APERTURA:**
 - Se procederá a desconectar el Seccionador de Potencia, para ello se introduce la palanca en el mando de accionamiento tipo "RQ" superior y desplazarla hacia la posición "A" de abierto, luego proceder a abrir el Seccionador de Línea, introduciendo la palanca en el mando de accionamiento tipo "RQ" inferior y desplazarla hacia la posición "A" de abierto y así este queda automáticamente con las cuchillas conectadas a tierra.
 - Siempre que se efectúe la maniobra de apertura se tiene que realizar la secuencia completa, es decir con las cuchillas del Seccionador de Línea aterradas para la seguridad del personal.
 - Tener presente que la apertura por fusión de fusibles es totalmente independiente del enclavamiento mecánico que puedan existir entre ambos seccionadores.

**ELECIN****Equipos Electroindustriales S.A.**Calle Las Fraguas 167, Independencia, Tlf 7150952, 5233165
Av. San Luis 1986, San Borja, Tlf 7151168, 2243571
elec@elecinsa.com; www.eleciperu.com

MANUAL 2016

HOJA DE MANTENIMIENTO DE SECCIONADORES DE POTENCIA "FELMEC"
TIPO Spal-B - SpalT-B - SpalL-B**RECOMENDACIONES GENERALES PARA CONDICIONES SEVERAS**

PARTES DEL SECCIONADOR	SEMESTRAL	ANUAL
AISLADORES / LEVA AISLANTE	<ul style="list-style-type: none"> ▪ INSPECCION ▪ MEDICION DE AISLAMIENTO 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ MEDICION DE AISLAMIENTO ▪ MANTENIMIENTO PREVENTIVO: <ul style="list-style-type: none"> ▫ Limpieza con trapo seco. ▫ Utilizar disolvente dieléctrico.
CONTACTOS FIJOS Y MOVILES	<ul style="list-style-type: none"> ▪ INSPECCION ▪ MEDICION DE RESISTENCIA DE CONTACTO. ▪ MEDICION DE TEMPERATURA 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ MEDICION DE RESISTENCIA DE CONTACTO. ▪ MEDICION DE TEMPERATURA ▪ LIMPIEZA ▪ ENGRASE CON LUBRICANTE CONDUCTOR
SISTEMA DE EXTINCION DEL ARCO ELECTRICO	<ul style="list-style-type: none"> ▪ INSPECCION 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ LIMPIEZA ▪ ENGRASE CON LUBRICANTE CONDUCTOR
RESORTES	<ul style="list-style-type: none"> ▪ INSPECCION 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ LIMPIEZA ▪ ENGRASE CON GRASA INDUSTRIAL
SISTEMA DE MANDO	<ul style="list-style-type: none"> ▪ INSPECCION 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ LIMPIEZA ▪ ENGRASE CON GRASA INDUSTRIAL ▪ AJUSTE DEL TUBO DE EXTENSION

RECOMENDACIONES GENERALES PARA CONDICIONES NORMALES

PARTES DEL SECCIONADOR	SEMESTRAL	ANUAL
AISLADORES / LEVA AISLANTE	<ul style="list-style-type: none"> ▪ INSPECCION 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ MEDICION DE AISLAMIENTO ▪ MANTENIMIENTO PREVENTIVO: <ul style="list-style-type: none"> ▫ Limpieza con trapo seco. ▫ Utilizar disolvente dieléctrico.
CONTACTOS FIJOS Y MOVILES	<ul style="list-style-type: none"> ▪ INSPECCION 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ MEDICION DE RESISTENCIA DE CONTACTO. ▪ MEDICION DE TEMPERATURA ▪ LIMPIEZA ▪ ENGRASE CON LUBRICANTE CONDUCTOR
SISTEMA DE EXTINCION DEL ARCO ELECTRICO	<ul style="list-style-type: none"> ▪ INSPECCION 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ LIMPIEZA ▪ ENGRASE CON LUBRICANTE CONDUCTOR
RESORTES	<ul style="list-style-type: none"> ▪ INSPECCION 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ LIMPIEZA ▪ ENGRASE CON GRASA INDUSTRIAL
SISTEMA DE MANDO	<ul style="list-style-type: none"> ▪ INSPECCION 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ LIMPIEZA. ▪ ENGRASE CON GRASA INDUSTRIAL. ▪ AJUSTE DEL TUBO DE EXTENSION



ELECIN



Equipos Electroindustriales S.A.

Calle Las Fraguas 167, Independencia, Tlf 7150952, 5233165

Av. San Luis 1986, San Borja, Tlf 7151168, 2243571

elecinc@elecinsa.com; www.elecincperu.com

MANUAL 2016

CONSIDERACIONES:

- 1.- EN CASO DE CONSTATAR OTROS TIPOS DE DEFECTOS, FAVOR CONSULTAR CON EL FABRICANTE.
- 2.- SE CONSIDERA CONDICION SEVERA CUANDO EL AMBIENTE ES:
 - MUY HUMEDO.
 - MUY CONTAMINADO.
 - ALTAMENTE CORROSIVO.
 - CON EXCESIVO POLVO.

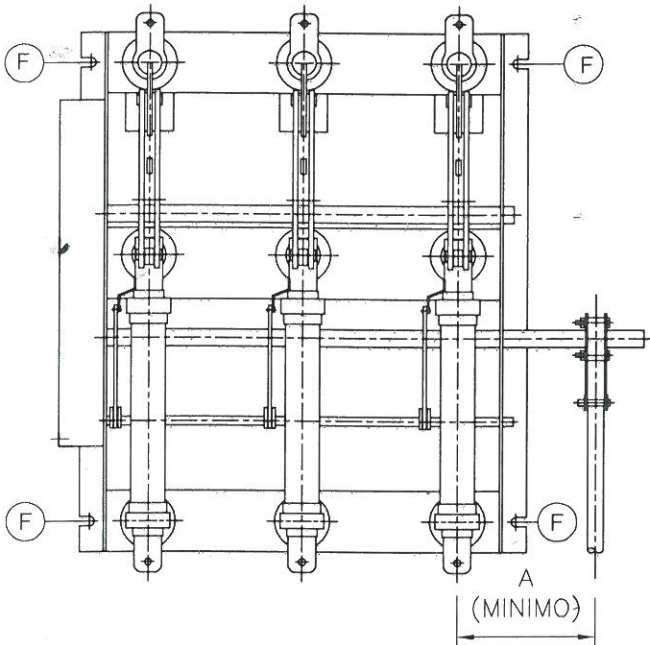
NOTA:

- RECOMENDAMOS QUE EL ENVOLVENTE METALICO CUENTE CON UN GRADO DE PROTECCION **IP3X**
 - SISTEMA ANTICONDENSACIÓN DE: 2x150W /220Vac.
- 3.- NO USAR AGUA NI LIQUIDOS INFLAMABLES PARA LIMPIEZA DE AISLADORES Y LEVAS AISLANTES
 - 4.- EN CASO DE IMPREGNACIÓN DE POLVO, GRASA, SALES, ETC., SE REMOVERA LOS MISMOS UTILIZANDO SOLVENTES DIELECTRICO (LECTRA SOLV-25 ó SS25 ó SIMILAR)
 - 5.- PARA EL ENGRASE DE PARTES MOVILES SE RECOMIENDA EL USO DE GRASA INDUSTRIAL (GRASA DE LITIO - 220°C), NO UTILIZAR GRASAS COMUNES.
 - 6.- PARA EL ENGRASE DE CONTACTOS FIJOS Y MOVILES Y SISTEMA DE EXTINCION DEL ARCO ELECTRICO, SE RECOMIENDA EL USO DE PASTA CONDUCTORA ANTIOXIDANTE CU/CU-260 °C.
 - 7.- LOS VALORES ACEPTABLES PARA LAS MEDICIONES DE RESISTENCIA DE CONTACTO DEBEN OSCILAR ENTRE 90 $\mu\Omega$ Y 120 $\mu\Omega$.

SECCIONADOR DE POTENCIA IME-FELMEC
TIPO Spal-B, SpalL-B, SpalT-B

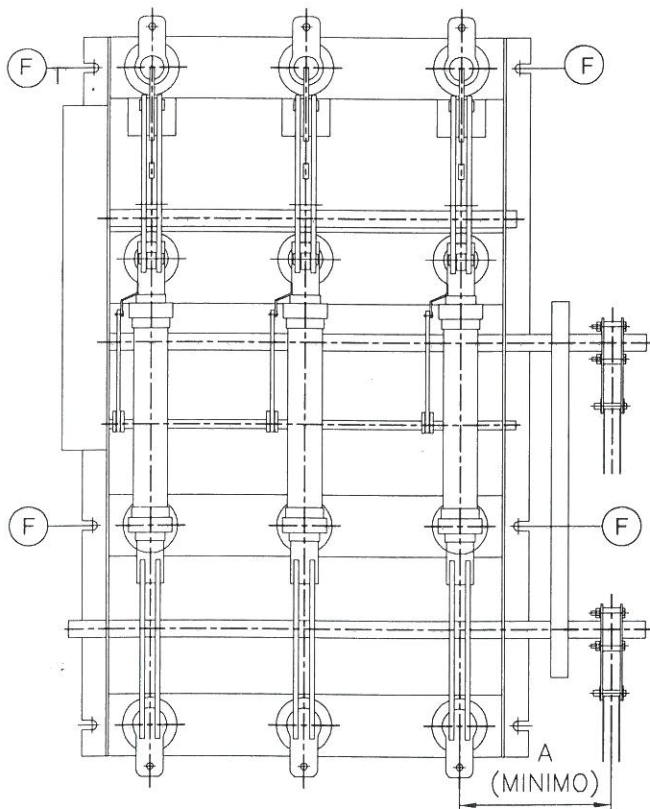
INSTRUCCIONES DEL MONTAJE Y
REGULACION DEL MANDO RQ

Seccionador de Potencia Spal-B

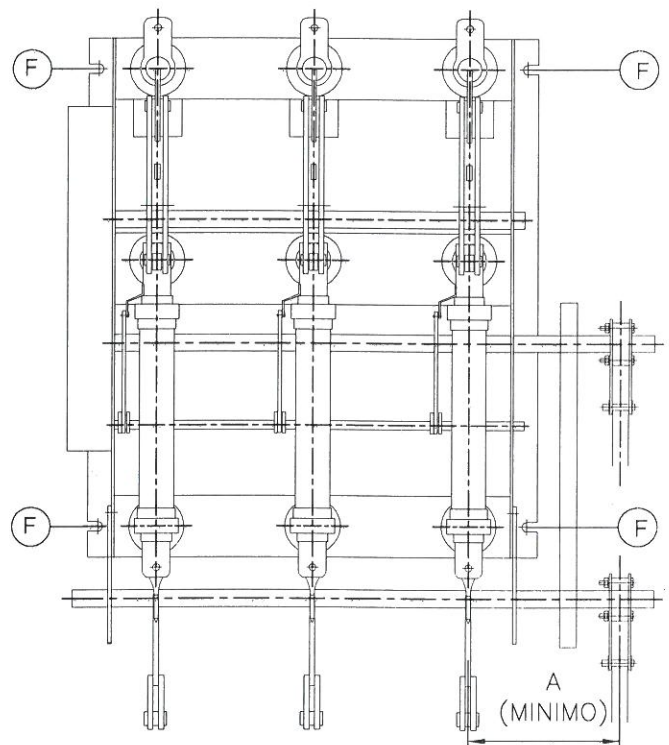


DISTANCIA ELECTRICA	
kV	A(MINIMO)
12	160
17,5	215
24	280
36	400

Seccionador de Potencia SpalL-B



Seccionador de Potencia SpalT-B



SECCIONADOR DE POTENCIA IME-FELMEC
TIPO Spal-B, SpalL-B, SpalT-B

INSTRUCCIONES DEL MONTAJE Y
REGULACION DEL MANDO RQ

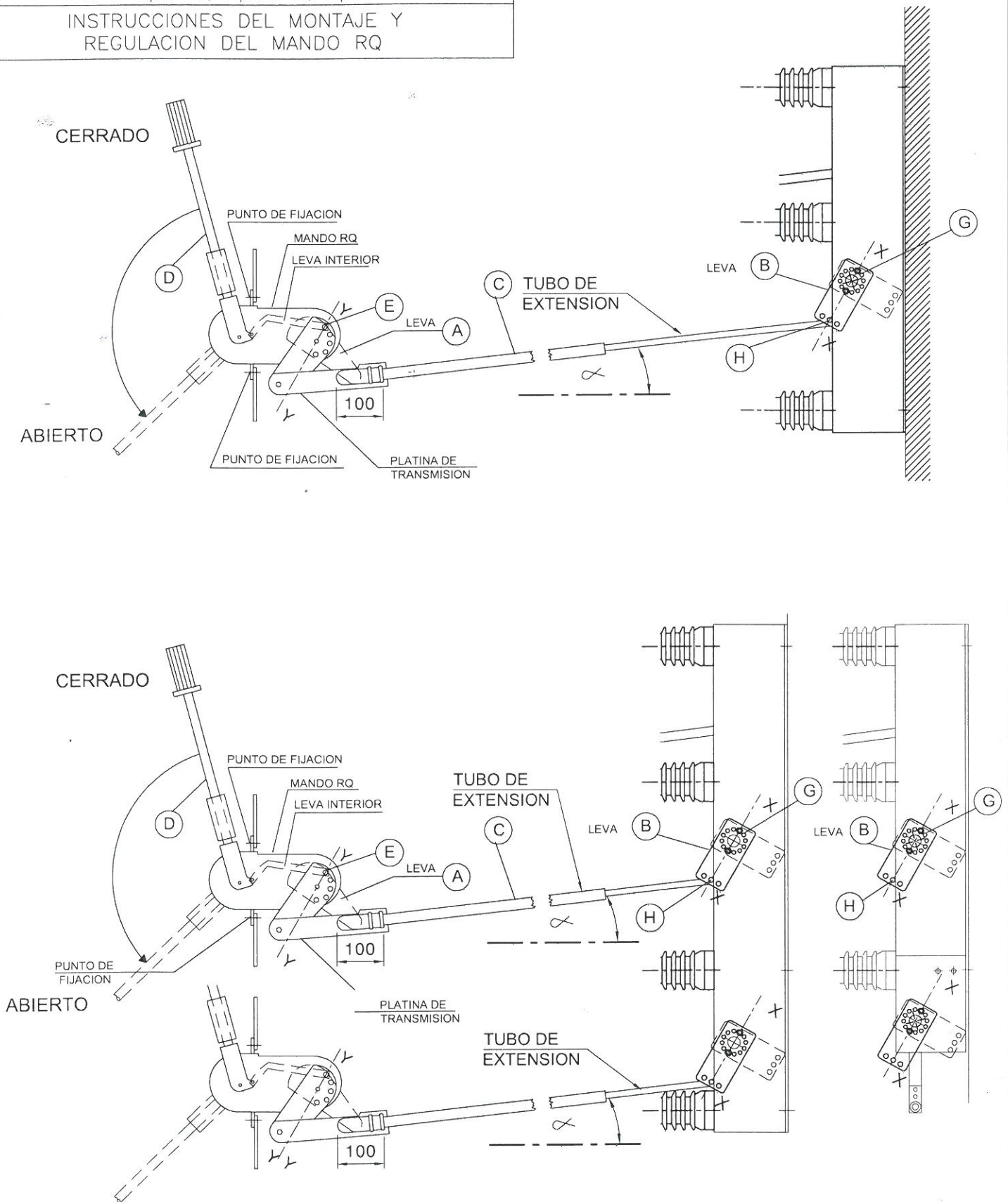


FIG. 2

EDICION	0	1	2
FECHA	18-12-14		
REALIZADO	C.S.Ch.		
APROBADO	M.C.M.		

SECCIONADOR DE POTENCIA IME-FELMEC
TIPO Spal-B, SpalL-B, SpalT-B

INSTRUCCIONES DEL MONTAJE Y
REGULACION DEL MANDO RQ

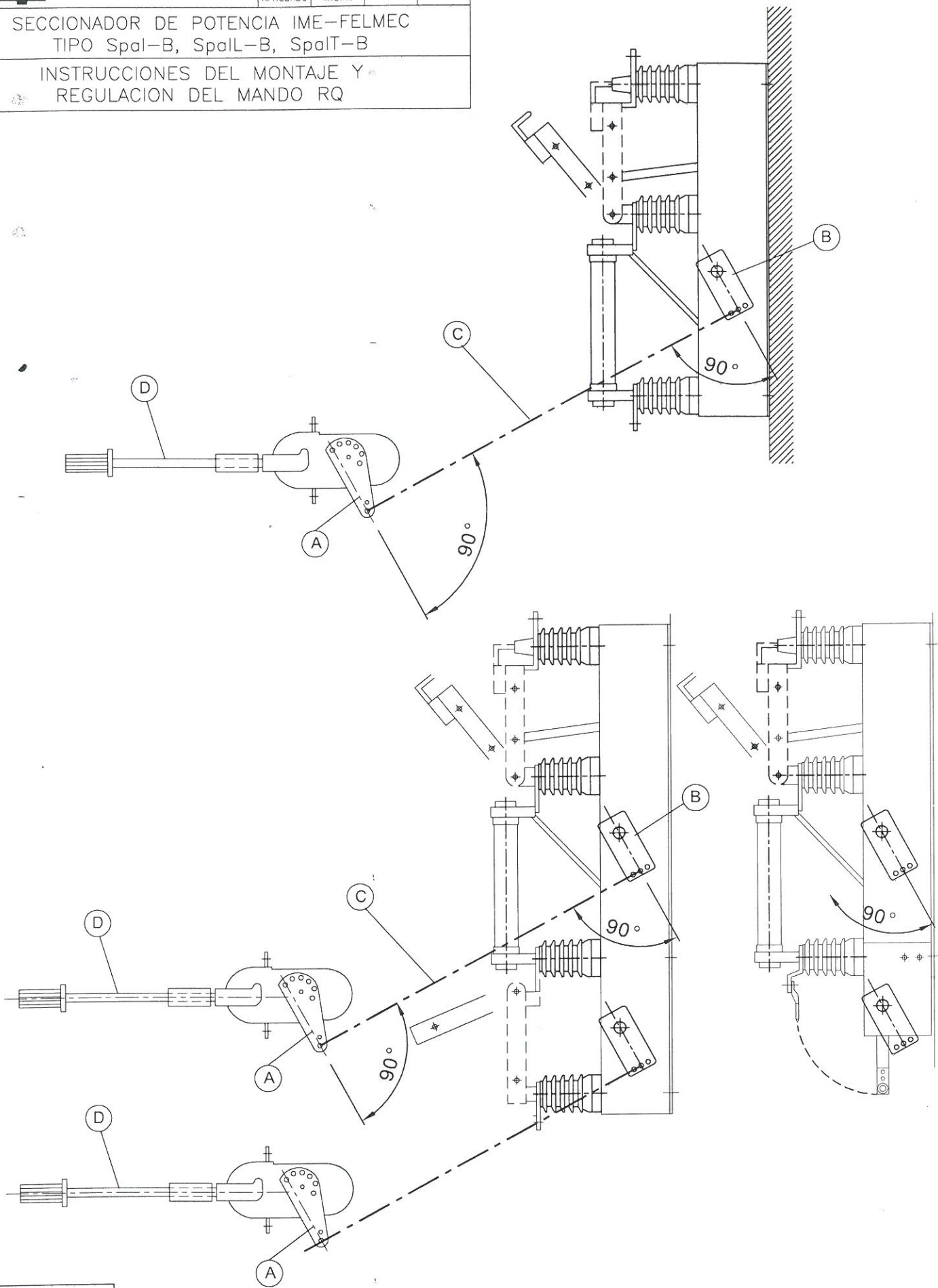


FIG. 3

ANEXO N° 5
CATÁLOGO DE TRANSFORMADOR.



CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS:

- Norma de Fabricación : IEC - 76 ITINTEC 370.002
- Potencia : de 10KVA a 2500KVA.
- Tensión Primaria : Hasta 33KV AC.
- Fases : TRIFÁSICO
- Frecuencia : 60Hz.
- Altitud de servicio : Hasta 4000 m.s.n.m. (a pedido)
- Refrigeración : ONAN
- Clase de Aislamiento : AO
- Temp. de ambiente máxima de servicio : 40°C.
- Temp. de ambiente mínima de servicio : 20°C.
- Temp. de ambiente prom. de servicio : 30°C.
- Aceite Mineral Dieléctrico : Libre de PCB



DIMENSIONES Y PESOS APROXIMADOS

PERDIDA Y DIMENSIONES EN TRANSFORMADORES TRIFASICO DE DISTRIBUCION 15.5 KV

MODELO	POT. (KVA)	DIMENSIONES Y PESO						PERDIDAS (W)				
		A PROF. (MM)	B ANCHO (MM)	C ALTO (MM)	E DIST. AIS. BT (MM)	F DIST. AIS. AT (MM)	PESO ACT. (kg)	PESO ACE. (kg)	PESO T. (kg)	PER. FIERRO	PER. COBRE 75°C	PER. TOTAL
BAT15KO	15	650	350	1150	80	80	85	70	180	110	475	585
BAT25KO	25	650	400	1100	80	80	110	65	205	120	690	810
BAT37K5	37,5	650	550	1100	80	80	140	65	255	170	890	1060
BAT50KO	50	700	550	1050	90	90	165	70	280	205	1115	1320
BAT75KO	75	900	650	1100	90	90	210	85	360	310	1590	1900
BAT100KO	100	900	650	1100	90	90	265	85	420	380	1740	2120
BAT125KO	125	1000	700	1150	110	110	320	115	510	450	2020	2470
BAT160KO	160	1000	700	1150	110	110	360	105	550	550	2400	2950
BAT200KO	200	1150	750	1200	110	110	445	145	690	655	2940	3595
BAT250KO	250	1150	800	1250	110	110	530	165	810	775	3360	4135
BAT320KO	320	1350	800	1350	150	110	630	205	990	930	4015	4945
BAT400KO	400	1350	800	1350	150	110	740	230	1120	1065	4815	5880
BAT500KO	500	1450	850	1400	150	110	820	280	1360	1400	5860	7260
BAT630KO	630	1500	850	1550	180	110	1090	320	1610	1630	6470	8100
BAT800KO	800	1600	900	1600	180	110	1250	390	1900	1835	8230	10065
BAT1000KO	1000	1700	950	1650	180	110	1470	480	2230	2180	9795	11975
BAT1250KO	1250	1700	950	1750	180	110	1770	540	2610	2690	11080	13770
BAT1600KO	1600	2000	1150	1750	180	110	2050	700	3150	3080	13690	16770
BAT2000KO	2000	2100	1200	1800	210	110	2630	820	3950	4040	14790	18830
BAT2500KO	2500	2200	1300	1900	210	110	3100	920	4700	4780	17650	22430

PERDIDA Y DIMENSIONES EN TRANSFORMADORES TRIFASICO DE DISTRIBUCION 24KV

MODELO	POT. (KVA)	DIMENSIONES Y PESO						PERDIDAS (W)				
		A PROF. (MM)	B ANCHO (MM)	C ALTO (MM)	E DIST. AIS. BT (MM)	F DIST. AIS. AT (MM)	PESO ACT. (kg)	PESO ACE. (kg)	PESO T. (kg)	PER. FIERRO	PER. COBRE 75°C	PER. TOTAL
BAT15KO	15	650	500	1050	80	280	95	60	170	115	450	565
BAT25KO	25	650	550	1100	80	280	115	70	220	130	710	840
BAT37K5	37,5	700	600	1100	80	280	150	80	280	180	960	1140
BAT50KO	50	700	650	1100	90	300	180	90	310	230	1190	1420
BAT75KO	75	850	650	1100	90	300	230	100	390	335	1560	1895
BAT100KO	100	950	700	1100	90	300	270	120	470	400	1790	2190
BAT125KO	125	1050	750	1150	110	300	340	140	550	485	2130	2615
BAT160KO	160	1050	750	1200	110	300	390	160	640	590	2600	3190
BAT200KO	200	1100	750	1250	110	300	450	170	730	700	3020	3720
BAT250KO	250	1200	800	1300	110	300	550	210	910	820	3590	4410
BAT320KO	320	1250	850	1400	150	300	670	260	1080	1020	4270	5290
BAT400KO	400	1200	900	1500	150	300	810	280	1250	1170	5050	6220
BAT500KO	500	1400	1000	1500	150	300	950	370	1550	1540	5810	7350
BAT630KO	630	1550	900	1150	180	320	1100	400	1750	1690	6950	8640
BAT800KO	800	1600	900	1700	180	300	1300	480	2050	1950	8350	10300
BAT1000KO	1000	1650	950	1750	180	320	1540	540	2450	2330	9740	12070
BAT1250KO	1250	1800	1000	1800	180	320	1800	660	2850	2750	11460	14210
BAT1600KO	1600	1950	1150	1800	180	320	2200	800	3550	3390	13510	16900
BAT2000KO	2000	2100	1250	1900	210	320	2720	1050	4450	4400	16120	20520
BAT2500KO	2500	2200	1300	2000	210	320	3200	1100	5050	5090	18120	23210

PERDIDA Y DIMENSIONES EN TRANSFORMADORES TRIFASICO DE DISTRIBUCION 36KV

MODELO	POT. (KVA)	DIMENSIONES Y PESO						PERDIDAS (W)				
		A PROF. (MM)	B ANCHO (MM)	C ALTO (MM)	E DIST. AIS. BT (MM)	F DIST. AIS. AT (MM)	PESO ACT. (kg)	PESO ACE. (kg)	PESO T. (kg)	PER. FIERRO	PER. COBRE 75°C	PER. TOTAL
BAT5KO	50	800	700	1250	90	300	210	115	400	255	1130	1670
BAT75KO	75	900	750	1250	90	300	260	125	480	405	1495	2130
BAT100KO	100	900	750	1350	90	300	300	145	560	460	1730	2480
BAT125KO	125	900	800	1350	110	320	370	165	640	540	2140	3040
BAT160KO	160	950	800	1400	110	320	420	185	730	635	2505	3585
BAT200KO	200	1000	850	1400	110	320	480	195	820	750	3040	4320
BAT250KO	250	1200	850	1450	110	320	580	235	1000	900	3430	5070
BAT320KO	320	1300	900	1500	150	320	700	285	1170	1080	4190	6015
BAT400KO	400	1250	900	1600	150	320	840	305	1340	1280	4940	7010
BAT500KO	500	1400	1000	1600	150	320	980	395	1640	1640	5260	7740
BAT630KO	630	1650	900	1700	180	320	1130	425	1840	1825	6620	9620
BAT800KO	800	1750	950	1800	180	320	1330	505	2140	2070	8130	11650
BAT1000KO	1000	1850	1000	1900	180	320	1570	565	2540	2480	9160	13640
BAT1250KO	1250	1900	1050	2000	180	340	1830	685	2940	3000	10915	16235
BAT1600KO	1600	2100	1100	1900	180	340	2230	825	3640	3520	13160	16680
BAT2000KO	2000	2200	1300	2000	210	340	2750	1075	4540	4480	15020	19500
BAT2500KO	2500	2300	1200	2100	210	340	3230	1125	5540	5320	17880	23200

GARANTIA Y ASISTENCIA TÉCNICA

Nuestra empresa, ofrece garantía contra defectos de fabricación y/o materiales, para sus transformadores en aceite cuando estos son operados apropiadamente, es decir correctamente instalados, adecuadamente protegidos y trabajando sin exceder los límites de su capacidad. Nuestros transformadores acreditan estar en servicio en diversas regiones de País, donde sin ninguna duda, nuestros equipos han tolerado cualquier problema presentado. En caso necesario, estamos en condiciones de prestar servicio de Asistencia Técnica para lo cual contamos con personal altamente calificado.

TODOS NUESTROS TRANSFORMADORES SE ENTREGAN CON CERTIFICADO LIBRE DE PCB

El diseño de nuestros equipos está en constante revisión y mejoramiento, por lo que cualquier equipo suministrado puede diferir en algunos detalles de los descriptos en esta publicación.

PRUEBAS ELECTRICAS DE Rutina de Acuerdo a Norma.

- En todos los transformadores se realizan los siguientes ensayos según la norma ITINTEC 370.002 / IEC - Pub 76, denominados ensayos individuales o de rutina.
- Medida de la resistencia de los arrollamientos.
 - Comprobación del grupo de conexión y la polaridad.
 - Medida de la relación de transformación y verificación del acoplo.
 - Medida de las pérdidas y de la corriente en vacío
 - Medida de las pérdidas debidas a la carga (pérdidas en bobinas)
 - Medida de la tensión de cortocircuito. (toma principal)
 - Medida de la resistencia de aislamiento.
 - Ensayo de tensión inducida en los devanados
 - Ensayo de tensión aplicada en los devanados

www.fasetron.com

OFICINA Y PLANTA:

Teléfonos: 551-1055 / 551-1212 / 551-2052 RPM: #541338 / #541339/ #558887 Nextel: 426*2976 / 404*9564 Cél: 998039933 / 998039966

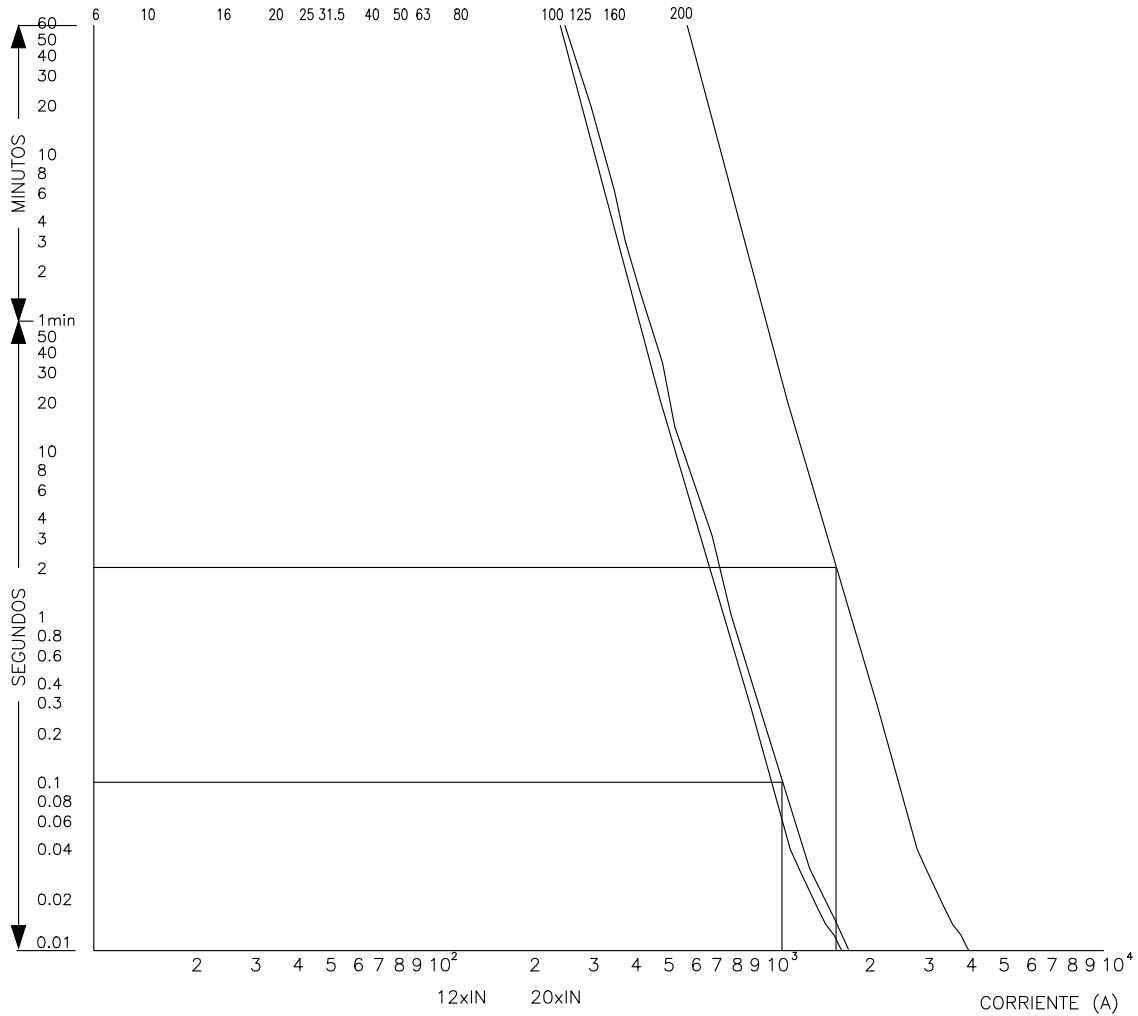
E-mail: fase@fasetron.com; ventas@fasetron.com

Calle los Rosales Mz. H Lt. 8 Urb. Shangri-La Puente Piedra

ANEXO N° 6

CURVA CARACTERÍSTICAS DE FUSIBLE.

FUSIBLES TIPO CEF



TENSION DE LINEA(KV)	POTENCIA DEL TRANSFORMADOR (KVA)																			
	25	50	75	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3000	3500
	FUSIBLES DE ALTA TENSION IN (A)																			
3	16	25	25	40	40	63	63	63	80	100	100	160	200	200	250*	315*				
5	10	16	25	25	25	40	40	63	63	63	80	100	100	160	200	200	250*	315*	315*	
6	10	16	16	25	25	25	40	40	63	63	63	80	100	100	160	200	200	250*	315*	315*
10	6	10	16	16	16	25	25	25	31.5	40	63	63	63	80	100	100	160	200	250*	250*
12	6	10	16	16	16	16	25	25	25	31.5	40	63	63	63	80	100	160	160	200	250*
15	6	10	10	16	16	16	16	20	25	25	31.5	40	63	63	63	100	100	125	200	200
20	6	10	10	10	16	16	16	20	20	20	31.5	31.5	40	63	63	63	80	100	125	160
24	6	10	10	10	10	16	16	20	20	20	31.5	31.5	40	40	63	63	63	80	125	125
30	6	10	10	10	10	10	16	16	16	16	25	25	25	40	40	40	2x40	2x40		
36	0	10	10	10	10	10	10	16	16	16	16	16	25	25	25	40	40	2x10	2x10	

*) CMF fusibles

SELECCION DE FUSIBLE TIPO CEF

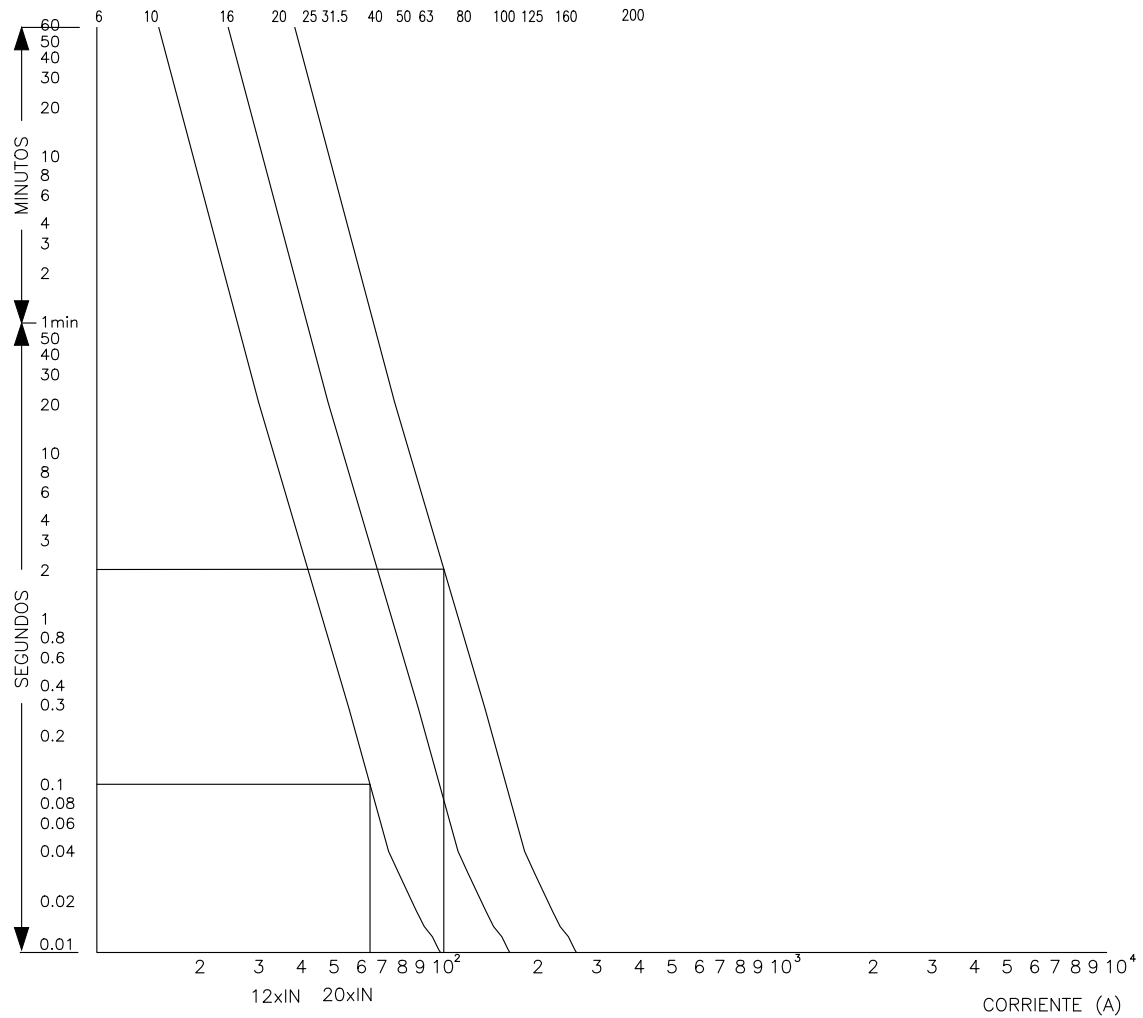


ELECTRIC PROJECT

10KV – 1485KVA

1-2

FUSIBLES TIPO CEF



TENSION DE LINEA (KV)	POTENCIA DEL TRANSFORMADOR (KVA)																			
	25	50	75	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3000	3500
	FUSIBLES DE ALTA TENSION IN (A)																			
3	16	25	25	40	40	63	63	63	80	100	100	160	200	200	250*	315*				
5	10	16	25	25	25	40	40	63	63	63	80	100	100	160	200	200	250*	315*	315*	
6	10	16	16	25	25	25	40	40	63	63	63	80	100	100	160	200	200	250*	315*	315*
10	6	10	16	16	16	25	25	25	31.5	40	63	63	63	80	100	100	160	200	250*	250*
12	6	10	16	16	16	16	25	25	25	31.5	40	63	63	63	80	100	160	160	200	250*
15	6	10	10	16	16	16	16	20	25	25	31.5	40	63	63	63	100	100	125	200	200
20	6	10	10	10	16	16	16	20	20	20	31.5	31.5	40	63	63	63	80	100	125	160
24	6	10	10	10	10	16	16	20	20	20	31.5	31.5	40	40	63	63	63	80	125	125
30	6	10	10	10	10	10	16	16	16	16	25	25	25	40	40	40	2x40	2x40		
36	0	10	10	10	10	10	10	16	16	16	16	16	25	25	25	40	40	2x10	2x10	

*) CMF fusibles

SELECCION DE FUSIBLE TIPO CEF



ELECTRIC PROJECT

22,9KV – 200KVA

1-2