



UNIVERSIDAD NACIONAL TECNOLÓGICA DEL
CONO SUR DE LIMA

**COORDINACIÓN DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y
TELECOMUNICACIONES, INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA Y
INGENIERÍA AMBIENTAL**

**CARRERA PROFESIONAL DE: INGENIERÍA MECANICA Y
ELECTRICA**

**“DISEÑO DEL SISTEMA DE UTILIZACIÓN EN MEDIA TENSIÓN 22.9KV
PARA LA EMPRESA “IESA”**

PRESENTADO POR EL BACHILLER:
FANNY CLAUDIA MEZA HUAYTA
LIMA – PERU
AÑO: 2015

DEDICATORIA

- ,
- A DIOS** : De quien he recibido el regalo más hermoso: La vida.
- A MIS PADRES** : Por su confianza en mí.
- A MIS HERMANOS** : Los más grandes amigos y Compañeros que tengo.
- A MI** : Por mi perseverancia y fortaleza para conseguir mis metas.

AGRADECIMIENTO

A la universidad tecnológica de Lima Sur, por haberme dado la oportunidad de enfrentar el mayor reto de mi vida.

Al facultad de ingeniería electrónica y telecomunicaciones, ingeniería mecánica y eléctrica y ingeniería ambiental, por ser el lugar donde pude forjar los conocimientos los conocimientos que me serían necesarios para desarrollar mi vida profesional.

A la empresa ELECTRIC PROJECT S.R.L, por permitir que el desarrollo de mi servicio profesional sea llevado a cabo, por el apoyo incondicional y la experiencia que me ha transmitido durante estos meses.

RESUMEN

La presente tesina está enfocada en un trabajo caso de la empresa IESA S.A ubicada Av. San Pedro Parcela A-2, Unidad Catastral N° 11074, Ex Fundo San Pedro, del distrito de Lurín, provincia y departamento de Lima, dedicada al rubro de la construcción y especializada en excavaciones subterráneas para empresas mineras; el cuál está acondicionando un establecimiento nuevo para cubrir la demanda y satisfacción de sus clientes, dicho establecimiento estará destinado como taller de metalmecánica. Para la implementación de dicho establecimiento requieren de los servicios básicos por ejemplo de energía eléctrica. Dentro de los requisitos solicitados por la concesionaria de energía eléctrica Luz del Sur S.A.A es presentar un proyecto eléctrico. Ya que la empresa IESA S.A no cuenta con dicho requisito la presente tesina está enfocada en el desarrollo de un proyecto eléctrico el cual será denominado como **“diseño del sistema de utilización en media tensión 22.9 kV para la empresa IESA S.A”**.

Para tal efecto se procedió a realizar el desarrollo del mencionado proyecto eléctrico el cual consta de 07 (siete) partes: Memoria descriptiva, especificaciones técnicas de equipos y materiales, especificaciones técnicas de montaje, cálculos justificativos eléctricos y mecánicos, cronograma de obra, metrado de obra además planos: de recorrido de las líneas y detalle de montajes de subestación.

ABSTRACT

This thesis is focused on a case company work IESA S.A located Av. San Pedro Plot A-2, UC 11074, Ex Fundo San Pedro, the district of Lurin, province and department of Lima, dedicated to the field of construction and specialized in underground excavations for mining companies; He is preparing a new facility to meet demand and customer satisfaction, this establishment will be allocated as metalworking shop. To implement such an establishment require basic services such as electricity. Among the requirements requested by the concessionaire of electricity Luz del Sur S.A.A is to present an electrical project. IESA S.A since the company has no such requirement this thesis is focused on the development of an electric project which will be referred to as "system design using medium voltage 22.9 kV for the company IESA SA" which facilitate their evaluation by the concessionaire also may determine the possibility of providing an electrical supply.

For this purpose I proceeded with the development of said electric project which consists of 07 (seven) parts: Descriptive report, technical specifications of equipment and materials, technical specifications assembly, supporting calculations electrical and mechanical work schedule, metrado of further work-up of bus routes and maps detailing substation assemblies.

INDICE

1 CAPITULO I: PROBLEMA, JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	1
1.1 DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA	2
1.2 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	2
1.3 DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	3
1.3.1 Espacial	3
1.3.2 Temporal	3
1.4 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	3
1.5 OBJETIVO	3
2 CAPITULO II: MARCO DE REFERENCIA TEÓRICO Y CONCEPTUAL	4
2.1 ANTECEDENTE DE LA INVESTIGACIÓN	5
2.2 MARCO TEÓRICO	6
2.3 MARCO CONCEPTUAL	8
3 CAPITULO III: DESARROLLO DEL TRABAJO CASO	14
3.1 ANÁLISIS DEL TRABAJO CASO	15
3.2 CONSTRUCCIÓN DEL TRABAJO CASO	15
3.2.1 Memoria descriptiva	15
3.2.2 Especificaciones técnicas de materiales	18
3.2.3 Especificaciones sobre montaje	28
3.2.4 Cálculos justificativos	32
3.3 INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS	44
4 CONCLUSIONES	46
5 RECOMENDACIONES	47

INDICE DE TABLAS

Tabla N° 1: Características de Cable NA2XSY 120mm ²	18
Tabla N° 2: Datos Técnicos De Cable NA2XSY 120mm ²	21
Tabla N° 3: Corriente de Inversión del Transformador	36
Tabla N° 4: Corriente Máxima Admisible.....	36
Tabla N° 5: Potencia Del Transformador.....	38

INDICE DE CUADROS

Cuadro N° 1 : De Cargas	17
Cuadro N° 2 : Interpretación De Resultados	44

INDICE DE GRÁFICAS

Gráfica N° 1: Fusibles Tipo CEF	37
---------------------------------------	----

1 CAPITULO I: PROBLEMA, JUSTIFICACION Y OBJETIVOS DE LA INVESTIGACION

1.1 DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA

La empresa IESA S.A ubicada Av. San Pedro Parcela A-2, unidad catastral N°11074, Ex Fundo San Pedro, del distrito de Lurín, provincia y departamento de Lima, dedicada al rubro de la construcción y especializada en excavaciones subterráneas para empresas mineras, está acondicionando un establecimiento nuevo para cubrir la demanda de sus clientes, dicho establecimiento estará destinado como taller de metalmecánica. Para la implementación de dicho establecimiento requieren de los servicios básicos por ejemplo de energía eléctrica. En tal sentido la empresa IESA S.A a solicitud de la concesionaria de energía eléctrica de esta zona (Luz del Sur S.A) necesita presentar un proyecto eléctrico que facilite evaluar a la concesionaria la posibilidad de dotar con un suministro eléctrico a la empresa IESA S.A.

1.2 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

El desarrollo económico de las industrias también está ligado directamente al consumo de la electricidad puesto que no siempre será un indicador de gasto si no también se podría interpretar como un aumento en la producción y como consecuencia se podrá cubrir la demanda de los clientes.

Con respecto al párrafo anterior las industrias consumen mayor cantidad de energía eléctrica, esta tendencia se debe a la cantidades de producción que generan, lo anterior conlleva a determinar un mayor consumo de electricidad por parte de las maquinarias y demás cargas en la industria, al respecto en nuestro país el ministerio de Energía y Minas reglamenta bajo los códigos y resoluciones reglamenta las opciones con las que cuenta el consumidor de escoger regímenes de consumos de energía, en este caso la empresa IESA S.A cuenta con la facultad de escoger para su industria un sistema de utilización en media tensión ya que en este régimen el costo kilowatt–hora es en

menor cuantía asimismo se puede obtener niveles de tensión de tal modo que puedan funcionar las máquinas y demás cargas, de esta manera se estaría optando por controlar y mejorar los costos en la producción.

Por tal motivo el presente proyecto eléctrico propone el diseño del sistema de utilización en Media tensión 22.9 kV para la empresa IESA S.A.

1.3 DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

El proyecto tiene como delimitación, diseñar el sistema de utilización en Media tensión 22.9 /0.23-0.46 kV para la empresa IESA S.A.

1.3.1 ESPACIAL

El proyecto mecánico eléctrico se desarrollará en la Av. San Pedro Parcela A-2, unidad catastral N°11074, Ex Fundo San Pedro, del distrito de Lurín, provincia y departamento de Lima.

1.3.2 TEMPORAL

El diseño del proyecto mecánico eléctrico fue desarrollado durante un periodo de setiembre del 2014 a enero 2015.

1.4 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿De qué forma estaría compuesto y desarrollado el proyecto mecánico eléctrico que facilite el requerimiento de energía eléctrica ante la concesionaria Luz del Sur?

1.5 OBJETIVO

Desarrollar el diseño del proyecto mecánico eléctrico : sistema de utilización en Media tensión 22.9 kV para la empresa IESA S.A

2 CAPITULO II: MARCO DE REFERENCIA TEORICO Y CONCEPTUAL

2.1 ANTECEDENTE DE LA INVESTIGACIÓN

Existe diversas empresas que han realizado su proyecto eléctrico tal es el caso de la empresa Glucom S.A.C que cuenta con un proyecto aprobado denominado: Diseño del sistema de utilización en Media Tensión 22.9 kV (operación inicial 10KV)

Luz del Sur S.A.A. ha fijado el punto de diseño en el Puesto de Medición a la Intemperie (PMI) proyectado a 30 m proyectado del poste de Media tensión N° 161005496, según la carta DPMT 1048075, con fecha 09 de diciembre del 2014, considerando la Máxima demanda a contratar: 250kW.

Con la finalidad de desarrollar el presente trabajo se ha considerado algunos detalles y procedimientos de proyecto eléctrico de la empresa en mención.

El presente proyecto de Mecánico eléctrico será elaborado bajo las normas vigentes como:

- Decreto Ley N° 25844 “Ley de Concesiones Eléctricas” y su Reglamento.
- Norma Técnica de Calidad de los Servicios Eléctricos
- Código Nacional Electricidad Utilización
- Normas DGE “Terminología en Electricidad” y “Símbolos Gráficos en Electricidad”.
- Condiciones técnicas indicadas en el documento del punto de diseño.
- 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).

2.2 MARCO TEÓRICO

Para el desarrollo del proyecto se detalla la teoría y los conceptos que he utilizado.

Sistema de Distribución.- Es el conjunto de instalaciones eléctricas comprendidas desde un sistema de generación o transformación a media tensión, hasta los puntos de entrega de los usuarios de media o baja tensión, inclusive las unidades de alumbrado público.

Comprende lo siguiente:

- ✓ **Subsistema de Distribución Primaria;** Son las redes y subestaciones cuyas tensiones de servicio son mayores de 1 kV y menores de 30 kV.
- ✓ **Subsistema de Distribución Secundaria;** Son las redes de servicio público cuyas tensiones de servicio son iguales o menores a 1 kV.
- ✓ **Instalaciones de Alumbrado Público** Son las redes y unidades de alumbrado destinadas al alumbrado público de las vías, plazas y parques. (1)

Niveles de tensión

Baja Tensión:

380 / 220 V

440 / 220 V

Media Tensión:

20,0 kV (*)

22,9 kV

33 kV

22,9 / 13,2 kV

33 / 19 kV

Alta Tensión:

60 kV

138 kV

220 kV

Muy Alta Tensión:

500 kV

(*) Tensión nominal en media tensión considerada en la NTP-IEC 60038:

“Tensiones normalizadas IEC”.

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. (1)

Contenido del proyecto (1)

- Memoria Descriptiva.
- Especificaciones técnicas de equipos, materiales y de montaje
- Planos del recorrido de las líneas primarias del tipo subterránea con indicación de la ubicación de las subestación, cortes transversales de vías, curvas de nivel, plano de ubicación con coordenadas geográficas, leyenda y notas.
- Planos con detalles de montaje de estructuras, subestaciones, cimentaciones de estructuras, puestas a tierra, ductos, diagrama unifilar y otros que fueran necesarios.
- Cálculos justificativos eléctricos y mecánicos.
- Cronograma de obra
- Metrado de obra.

2.3 MARCO CONCEPTUAL

En este apartado se incluyen las definiciones de términos y expresiones que son esenciales para la comprensión de trabajo caso el cual se detallan.

Aislamiento (aplicado a cables). Lo que permite aislar un conductor de los otros conductores o de partes conductoras o de la tierra. (1)

Aislamiento (aplicado a cables). Lo que permite aislar un conductor de los otros conductores o de partes conductoras o de la tierra. (1)

Buzón.- Abertura en un sistema subterráneo en la cual el personal técnico puede entrar con el propósito de instalación de cables, transformadores, cajas de unión y otros dispositivos, y para efectuar conexiones y pruebas. (1)

Barras.- Conductor que se utiliza como una conexión común para los conductores correspondientes a dos o más circuitos. (1)

Baja Tensión.-Concesionario de Distribución de Energía Eléctrica. Es la persona natural o jurídica, nacional o extranjera, que desarrolla actividades de distribución de energía eléctrica en una zona de concesión establecida por el Ministerio de Energía y Minas, cuya demanda supere los 500 kW. En el texto de esta norma se le denomina Concesionario. [1]

Canalización.-Cualquier canal diseñado expresamente para ser utilizado con el único propósito de alojar conductores. [2]

Capacidad de corriente. Es la capacidad de conducir corriente de un conductor eléctrico bajo condiciones térmicas establecidas, expresada en amperes. [2]

Cinta señalizadora. Cinta de material resistente y duradera 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. [2]

Conectores terminales. Accesorios instalados en los extremos de los conductores que permiten su conexión eléctrica segura a los demás elementos

del circuito eléctrico, para las condiciones preestablecidas, incluyendo las sobreintensidades. [1]

Conexión (Eléctrica-Red de Distribución Secundaria).- Conjunto de dispositivos e instalaciones requerido para la alimentación de un suministro; comprende la acometida y la Caja de Conexión, sea ésta Simple o en Derivación, pudiendo estar relacionado directamente con el (los) alimentador(es) y/o la(s) Caja(s) de Derivación o Toma. [1]

Conexiones de Media Tensión.-Conjunto de dispositivos e instalaciones efectuadas a tensiones mayores a 1 Kv y menores de 30 kV, comprende: los dispositivos de maniobra y dispositivos de protección, el sistema de medición y elementos complementarios, la estructura de soporte o compartimiento que alberga los equipos, las barras y accesorios para la conexión eléctrica correspondiente. [2]

Contratista Especialista.-Persona natural o jurídica especializado en la construcción de instalaciones electromecánicas de Sistemas de Distribución y Utilización con red aérea y subterránea, construcción de subestaciones eléctricas, incluye construcción civil requerida para este tipo de instalaciones, construcción de Instalaciones de Alumbrado Público y Conexiones Domiciliarias. Tiene conocimiento de la legislación vigente relacionada con otros servicios públicos que ocupan la misma vía o zona donde se ejecutarán las obras. Debe contar con la sustentación de su conocimiento, capacidad y profesionalismo para estos tipos de trabajo. Es el responsable de cumplir con las obligaciones técnicas, económicas y legales que se deriven de su actuación. Debe estar inscrito en el CONSUCODE o la entidad autorizada que registre Contratistas, como ejecutores de obras de esta naturaleza. Sin embargo en caso de sistemas de utilización en media tensión, puede obviarse esta exigencia, si acredita el ejercicio continuo en los últimos 5 años en construcción de estos sistemas. [3]

Concesionario de Distribución de Energía Eléctrica.-Es la persona natural o jurídico, nacional o extranjero, que desarrolla actividades de distribución de

energía eléctrica en una zona de concesión establecida por el Ministerio de Energía y Minas, cuya demanda supere los 500 kW. En el texto de esta norma se le denomina Concesionario. [3]

Cable.- Un conductor con aislamiento, o un conductor con varios hilos trenzados, con o sin aislamiento y otras cubiertas (cable monopolar o unipolar) o una combinación de conductores aislados entre sí (cable de múltiples conductores o multipolar).

Circuito. Un conductor o sistema de conductores concebido para que a través de ellos cuales pueda circular una corriente eléctrica.[1]

Cabeza terminal.-

Cables unipolares.-

Conectores terminales.- Accesorios instalados en los extremos de los conductores que permiten su conexión eléctrica segura a los demás elementos del circuito eléctrico, para las condiciones preestablecidas, incluyendo las sobrecargas. O 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. [3]

Conductor.-Un material, usualmente en forma de alambre, cable o barra capaz de conducir corriente eléctrica. [1]

Conexión equipotencial. Conexión permanente de baja impedancia, de partes metálicas normalmente no energizadas, para formar una vía eléctricamente conductiva que asegure Continuidad eléctrica y la capacidad para conducir con seguridad cualquier corriente impuesta. [1]

Cubierta metálica. Es aquella constituida usualmente por plomo o aleación de plomo o aluminio. [1]

En servicio. Las líneas y equipos son considerados en servicio, cuando están conectados al sistema y son capaces de suministrar energía o señales de comunicación. [1]

Energizado. Eléctricamente conectado a una diferencia de potencial o eléctricamente cargado de modo que tenga un potencial contra tierra. Sinónimo: vivo. [1]

Habilitación urbana.- Es el proceso mediante el cual un terreno rústico se anexa a la zona urbana, con lotes organizados por manzanas y vías públicas, con los servicios básicos de electricidad, agua y desagüe.

Ingeniero Projectista.- Ingeniero Electricista o Mecánico Electricista, habilitado por el Colegio de Ingenieros del Perú, especializado en la materia, sin impedimento legal para ejercer la profesión, que actúa a título personal o en representación de una empresa y quien es responsable de la elaboración del proyecto encargado por el Interesado. [1]

Ingeniero Residente.- Ingeniero Electricista o Mecánico Electricista, habilitado por el Colegio de Ingenieros del Perú, especializado en la materia, sin impedimento legal de ejercer la profesión, designado por el Contratista Especialista para llevar adelante la ejecución de las obras hasta su puesta en servicio.

Ingeniero Revisor del Proyecto.-Ingeniero Electricista o Mecánico Electricista, habilitado por el Colegio de Ingenieros del Perú, especializado en la materia, sin impedimento legal para ejercer la profesión, designado por el Concesionario para coordinar con el Ingeniero Projectista el desarrollo y revisión del proyecto para su aprobación. [3]

Intensidad de Corriente Admisible o Capacidad de Corriente (de un Conductor).-Valor de la corriente en amperes que puede transportar un conductor bajo condiciones de operación especificadas.

Línea. Es una disposición de conductores, materiales aislantes y accesorios para transmitir electricidad entre dos puntos de un sistema. [1]

Neutro.- Punto común de la estrella de un sistema polifásico, o punto de un sistema simétrico el cual está normalmente al potencial cero. (2)

Protegido (resguardo o protegido por guardas). Cubierto, enrejado, encerrado o protegido de otra manera por medio de elementos apropiados de

cobertura como tapas, carcasas, cubiertas, cajas, barreras, pantallas, pedestales o plataformas diseñados para limitar la posibilidad de aproximación o contacto de personas u objetos a un punto peligroso. [1]

Puesta a tierra.- Conectado a tierra o en contacto con ella o conectado a un cuerpo conductivo que actúe como la tierra. (3)

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.

Punto de Entrega.-Para los suministros en media o baja tensión, se considera como punto de entrega el empalme de las instalaciones de propiedad del usuario y las instalaciones del Concesionario. [3]

Red de Distribución Primaria.- Incluye los elementos de las redes primarias aéreas y subterráneas tales como conductores, cables, postes, aisladores, retenidas y accesorios, así como distancias mínimas de seguridad. [3]

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. [1]

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. [1]

Suministro Eléctrico (suministro).

Abastecimiento regular de energía eléctrica del Concesionario al usuario dentro del régimen establecido por la Ley de Concesiones Eléctricas y su Reglamento. [3]

Tablero de Distribución.- Panel sencillo, bastidor o conjunto de paneles de gran tamaño, en el que se montan, por delante o por la parte posterior, o por ambos, interruptores, dispositivos de protección contra sobrecorriente y otros dispositivos de protección, barras y conexiones diseñadas para transporta e

interrumpir las máximas corrientes de falla que puedan ocurrir en los alimentadores de ingreso o de salida, e instrumentos en general. Los tableros de distribución son accesibles generalmente por delante y por la parte posterior; y no están destinados para ser instalados dentro de gabinetes. (2)

Tensión nominal del sistema.- Es la tensión eficaz con la que se denomina un sistema y según la cual son determinadas ciertas características de su funcionamiento y aislamiento (2)

Zona de Concesión.-Zona geográfica delimitada por un polígono, cuyos vértices están expresados en coordenadas UTM pertenecientes a un datum horizontal wgs84 o psad56, dentro del cual el Concesionario está obligado a prestar servicio público de electricidad y a todos aquellos que con sus propias líneas lleguen a esta zona (2)

3 CAPITULO III: DESARROLLO DEL TRABAJO CASO

3.1 ANALISIS DEL TRABAJO CASO

En el presente capítulo se explica el desarrollo del trabajo caso el cual consta de ocho partes indicados en el siguiente detalle :

- Memoria descriptiva
- Especificaciones técnicas de materiales
- Cálculos eléctricos
- Especificaciones técnicas de montaje
- Seguridad y salud.

3.2 CONSTRUCCION DEL TRABAJO CASO

3.2.1 MEMORIA DESCRIPTIVA

3.2.1.1 Punto de Entrega:

La alimentación eléctrica para las redes del Sistema de Utilización en Media Tensión será a través del punto de entrega asignado por la concesionaria, Puesto de Medición a Intemperie (PMI) ubicado a 7 metros de la estructura designada con el código PMI-00980, conforme lo indica el croquis de ubicación de la carta de Punto de Diseño.

3.2.1.2 Redes Eléctricas:

Las redes del Sistema de Utilización en Media Tensión será subterráneo con 287 metros con cable de 120mm² del tipo NA2XSY de 18/30kV, respectivamente, conformados en sistema trifásico con neutro sólidamente aterrado. El sistema estará diseñado para operar a una tensión nominal de 22,9 KV; frecuencia de 60 Hz.

3.2.1.3 Bases para cálculo.

Para determinar si el tipo de cable y conductor son los adecuados para soportar las corrientes de falla en el sistema, y de igual modo, los equipos de protección estén calibrados para la apertura el circuito y soportar el esfuerzo mecánico de la misma falla, describimos a continuación los valores que nos servirán para efectuar los cálculos eléctricos y selección de los equipos en el presente proyecto:

- Max. Demanda del Punto de Diseño : 400kW
- Corriente de Corto-Circuito 22,9kV : 200MVA
- Tiempo de Apertura de Protección : 0.02seg

3.2.1.4 Demanda Máxima:

Los criterios que se utilizaran en el cálculo de la Demanda Máxima de la energía eléctrica requerida para la Caseta de Bombeo PD-05 (SEV-06), son los siguientes:

- a.La potencia de la caseta de bombeo y su cantidad, considerando la carga eléctrica mínima requerida y el tipo de suministro correspondiente.
- b.El Factor de Potencia para cada tipo de carga.
- c.El Factor de Simultaneidad para cada tipo de carga.

Cuadro N° 1 : De Cargas

Descripción	CANTIDAD	POTENCIA INSTALADA (HP)	POTENCIA INSTALADA (KW)	FACTOR DE DEMANDA	MAXIMA DEMANDA (KW)
Compresora de Aire de Planta	3	15	33.56	1.00	33.56
Torno	4	12.5	37.29	1.00	37.29
Fresadora	5	10	37.29	1.00	37.29
Maquina de soldar	4		32.00	1.00	32.00
Esmeril	3		24.00	1.00	24.00
Faja de Alimentacion	5	15	55.93	1.00	55.93
Faja de Descarga	5	20	74.57	1.00	74.57
Bomba Agua Planta	4	11.5	34.30	1.00	34.30
Extractor de Polvo (Dry Batch)	2	15	22.37	1.00	22.37
Iluminacion de Planta (220volt)	1		5.78	0.80	4.62
SSH (220volt)			2.25	0.80	1.80
Cocina (220volt)			2.80	0.80	2.24
Laboratorio (220volt)			5.00	0.80	4.00
Oficinas - Almacen (220volt)			6.45	0.80	5.16
Sub Total kW			373.58		369.12
Total kW			373.58		369.12

Fuente: Propia

3.2.1.5 Planos.

Los siguientes planos contienen el recorrido de las redes eléctricas del sistema de utilización, esquema unifilar, detalles y demás información:

- Plano 01: Sistema de Utilización Media Tensión - Red de Media Tensión.
- Plano 02: Detalle de la Subestación - Montaje Electromecánico.

3.2.2 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE MATERIALES

3.2.2.1 Consideraciones Generales.

Estas Especificaciones Técnicas describen las características básicas y condiciones mínimas, ambas requeridas, en los equipos y materiales a emplearse para la instalación del Sistema de Utilización en Media tensión.

Asimismo, siendo que dichas instalaciones se conectaran, a través del suministro en media tensión PMI al Subsistema de Distribución Primaria de la Concesionaria del servicio eléctrico de la zona, todos los materiales, equipos y accesorios a utilizarse en la ejecución de la obra del proyecto deberán cumplir con los parámetros técnicamente aceptables de dicha Concesionaria.

3.2.2.2 CABLES PARA RED SUBTERRÁNEA NA2XSY 120mm² 18/30KV.

-Sección	: 1x120 mm ²
-Tipo	: NA2XSY
-Tensión de diseño	: Eo/E2 18/30KV
-Tensión nominal de trabajo	: 22.9KV
-Corriente nominal	: 250 A
-Norma del fabricante	: IEC-60502-2

Los cables subterráneos instalados en el presente proyecto son del tipo NA2XSY con las siguientes características:

Tabla N° 1: Características de Cable NA2XSY 120mm²

Sección (S)mm ²	Diámetro de conductor	Espesor de la aislación mm	Diámetro sobre el aislamiento mm	Espesor de PVC mm	Diámetro exterior mm	COMFORMACION DEL CONDUCTOR
120.00	13.50	8.00	29.50	2.00	38.00	Aluminio, cableado redondo compactado (clase2) (sentido de la mano izquierda)

Fuente:

Son conductores de aluminio cumplen las siguientes condiciones:

3.2.2.2.1 Normas de Fabricación y Pruebas:

Los cables cumplen con la norma INTINTEC - DNC-ET-092 a, la cual, regula la fabricación y pruebas para cables de energía, aislados con material extruido sólido.

3.2.2.2.2 Cable NA2XSJ 3-1x120 mm² 18/30KV:

- Material: Conductores de aluminio cableado redondo compactado.
- Aislamiento: El cable lleva sobre el conductor una capa de material semiconductor del tipo extruido, resistente a la deformación. El aislamiento es de polietileno reticulado (XLPE) con grado de aislamiento E₀/E = 18/30 KV y sobre este es adherida una capa de semiconductor del tipo extruido de fácil retiro (easy-stripping).
- Blindaje Metálico: Está constituido por un conjunto de hilos de cobre recocido y una cinta helicoidal de cobre aplicada en hélice abierta (discontinua) en contra espira alrededor de los hilos. El conjunto no debe superar los siguientes valores de resistencia eléctrica: 1.2 ohm/km para el cable. Adicionalmente y de acuerdo al requerimiento de LDS (por el tipo de zona de instalación), el fabricante adicionará un bloqueador eficaz de la penetración longitudinal de la humedad entre la capa semiconductor y los hilos de cobre y entre la cinta de cobre y la cubierta externa.
- Cubierta Externa: Está constituido por un compuesto de cloruro de polivinilo (PVC) del tipo ST2, resistente a rayos ultravioleta.
- Rotulado: Todos los cables deberán llevar impreso sobre la cubierta, los siguientes datos:
 - Designación del cable y sección en mm².
 - Tensión de diseño E₀/E en kV.
 - Nombre del fabricante
 - Año de fabricación

- Medrado correlativo

Estas marcas están impresas sucesivamente a no más de un metro, a excepción del medrado correlativo que va a cada un metro.

- Colores:

Cubierta: Rojo

3.2.2.2.3 Condiciones de Servicio

Condiciones de Instalación: Los cables están directamente enterrados a una profundidad de 1.0 metro.

- Temperatura media del terreno :25° C
- Temperatura de operación :90° C
- Resistividad térmica del terreno :150° C-cm/W

Condiciones de Operación: Para el Sistema de Utilización trifásico con el neutro aislado.

- Tensión nominal del sistema :22900 V
- Tensión de Servicio :18/30 kV
- Frecuencia del sistema :60 Hz

3.2.2.2.4 Capacidad de Corriente en Condiciones Normales de Operación:

Considerando las siguientes condiciones normales de operación el cable subterráneo 3-1x120 mm² NA2XSY 18/30kV puede soportar una capacidad de corriente de 250A:

- La temperatura máxima sobre el conductor en condiciones normales de operación es de 90 °C.
- Los tres cables unipolares deberán instalarse directamente enterrados en forma horizontal, en un mismo plano y con una separación entre cables igual a 7 cm.

3.2.2.5 Parámetros Eléctricos

En el cuadro siguiente se representan los valores de resistencia, reactancia inductiva y capacidad de los cables unipolares NA2XSY (tres dispuestos en forma horizontal en un mismo plano) y con una separación entre cables igual a 7 cm.

Tabla N° 2: Datos Técnicos De Cable NA2XSY 120mm2

Sección mm ²	R 20°C Ohm/Km	Re 20°C Ohm/Km	X1 Ohm/Km	C Ohm/Km	K 3φ Ohm/Km
120	0.253	0.324	0.213	0.1571	0.670

Fuente:

R 20° C = Resistencia a la corriente continua a 20° C.

Re = Resistencia efectiva a la temperatura máxima de operación (90° C).

X1 = Reactancia inductiva.

C = Capacidad de servicio.

3.2.2.6 Instalación de Cable en Ducto de Concreto

Condiciones de Instalación: los cables están directamente enterrados a una profundidad de 1 metro.

- Temperatura media del terreno : 25° C
- Temperatura de operación : 90° C
- Resistividad térmica del terreno : 150° C-cm/W

Condiciones de Operación: Para el Sistema de Utilización trifásico con el neutro aislado.

- Tensión nominal del sistema : 22900 V
- Tensión de Servicio : 18/30 kV
- Frecuencia del sistema : 60 Hz

3.2.2.2.7 Norma de LDS: CD-9-320

Terminales – Raychem

Cabeza terminal para instalación tipo interior, con los accesorios para su montaje en la celda, con tensión nominal de 24 KV tipo Raychem, instalado para cable seco de 18/30 kV. 3-1x120 mm² NA2XSJ.

3.2.2.3 Cinta Señalizadora para redes de media tensión – color rojo.

Será de material de polietileno de alta calidad resistente a los álcalis y ácidos. De 150 mm de ancho con 0.1 mm de espesor, de color rojo y una elongación de 250%, cuyas inscripciones y modo de instalación serán de acuerdo a las normas de LDS en el momento de su ejecución.

3.2.2.3.1 Norma de la Concesionaria:

DNC-076

3.2.2.4 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.

3.2.2.5 Cruzada tubo de PVC con dado de concreto en zanja.

El cable está instalado en la zanja de 0,60 x1.20 m y está dentro de una tubería de PVC en dado de concreto en ciertos tramos de la red subterránea según se indica en el plano 177680-01-M, se relleno y compacto con tierra original libre de piedras por capa de 0.65 m colocando la cinta señalizadora, a 0.20 m se instaló ladrillos, a 0.15 m los cables con separación entre los conductores es 0.07 m. Colocados sobre una capa de tierra cernida de 0.15 m.

3.2.2.6 Pozo a Tierra.

Los valores de resistencia de puesta a tierra no serán mayores a 25 ohm para el lado de Media Tensión (22,9KV) y del neutro del transformado, y no mayor de 15 ohm para el lado de baja tensión.

3.2.2.6.1 Convencional para Subestaciones:

Debido a que se prepararan las instalaciones para trabajar a un sistema en 22,9kV con neutro sólidamente aterrado, la puesta a tierra será de tres (3) pozos, uno para Baja Tensión (Tablero de Distribución), Media Tensión (equipos metálicos de la estructura y trafo de la subestación) y Neutro del trafo. Serán del tipo tratado con relleno de Sal y Bentonita, cada pozo estará conformado por las siguientes características y materiales:

- Dimensiones : 1.00 m de Ø x 3.00 m de profundidad.
- Relleno : 150kg de Sal Industrial y 48kg de Bentonita.
- Electrodo : Tipo Copperweld o aleación de Cobre de 5/8" Ø (16mm²) x 2400mm LE-7-555.
- Borne : Conector de bronce tipo AB
- Conductor : De cobre cableado tipo TW 35 mm²
- Tapa : Bóveda de concreto tipo "olla" Norma DNC-145.

De ser necesario y para complementar el relleno, se adicionara tierra fina o de chacra o similar.

3.2.2.6.2 Varilla Enterrada para Estructuras:

Será del tipo directamente enterrado en el terreno y cada pozo estará conformado por las siguientes características y materiales:

- Dimensiones : 1m de Ø x 3.00 m de profundidad.
- Electrodo : Tipo Copperweld o aleación de Cobre de 5/8" Ø (16mm²) x2400mm LE-7-555

- Borne : Conector de bronce tipo AB
- Tapa : Bóveda de concreto tipo “olla” Norma DNC-145.
- Norma de LDS : SI-3-160.

3.2.2.7 SUBESTACIÓN DE TRANSFORMACIÓN

3.2.2.7.1 Subestación Convencional tipo interior a Nivel para 22.9kV:

La Subestación Convencional a Nivel será del tipo interior y tendrá las siguientes características:

- Estructura:
De Hierro laminado en frio angulares de 2x2x3/16”.
- Puertas Frontales:
De plancha hierro laminado en frio doblada de 2.5mm.
- Protecciones Laterales:
De plancha hierro laminado en frio doblada de 2.5 mm.
- Protecciones Posteriores:
De plancha hierro laminado en frio doblada de 2.5 mm.
- Techo:
De plancha hierro laminado en frio doblada de 2.5 mm.
- Rejillas de Ventilación:
Sobre el frente superior.
- Barrera de Seguridad:
De marco con malla en la celda de llegada.
- Barrera de Seguridad:
De marco con malla en la celda de transformación.
- Barrera de Seguridad:
En la canalización que une la Celda de Llegada y la Celda de Transformación.

- Pletina de Cobre:

De 5x40mm para las barras de media tensión.

De 3x30mm para protección a tierra.

- Luna Visora:

En la puerta de la celda de llegada. Las celdas estarán separadas entre ellas mediante protecciones laterales en plancha de fierro, las puertas frontales tienen llave y la señalización correspondiente del tipo de celda.

Todas las celdas estarán provistas de una platina de cobre para la puesta a tierra que será conectada al sistema de puesta a tierra correspondiente.

3.2.2.7.2 Celda de Llegada

Dimensiones:

- Ancho : 1400mm
- Profundidad : 1400mm
- Altura : 2800mm

En su interior serán instalados los siguientes equipos:

Tres (3) Terminales Termocontraíbles para cables tipo NA2XSY 18/30kV y de **montaje interior**.

Seccionador de Potencia tipo Spal-B para una tensión de 24kV y 400A, maniobra Tripolar, de apertura y cierra a plena carga montaje interior, mecanismo de mando independiente y con sistema de extinción del arco mediante soplo de aire.

- Poder de cierre : 31KA
- Frecuencia nominal : 60Hz
- Fusible : 31.5 A (22.9kV) para una Pot. 500kVA.

La fusión de cualquiera de los fusibles causará la desconexión automática del seccionador de potencia.

Barras colectoras, de cobre, de alta conductividad de 99.9% de pureza de sección rectangular de 5x40mm². El montaje de las barras se ha realizado a una distancia no menor de 350mm entre fases, las juntas empernadas llevarán arandelas, las barras estarán pintadas de colores diferentes por identificar las fases.

- Fase R : Verde
- Fase S : Blanco
- Fase T : Rojo

Los Aisladores Porta Barras serán de resina epóxica o de porcelana vidriada, densa y homogénea, libre de imperfecciones, con las siguientes características:

- Tensión eficaz máxima a 60Hz : 50kV
- Tensión de impulso (BIL) : 125kV
- Resistencia mecánica : 750kg
Min (esfuerzo en punta)
- Línea de fuga : 600mm

3.2.2.8 Celdas de Transformación:

Se instalará una (01) Celda de Transformación, de 22.9kV a 460-230V y contendrá un transformador de potencia de 500kVA.

Dimensiones:

- Ancho : 2000mm
- Profundidad : 1400mm
- Altura : 2800mm

Un (1) Transformador de Potencia Trifásico con las siguientes características:

- Potencia Nominal : 500kVA
- Norma de Fabricación : ITINTEC 370.002
- Número de Fases : 3
- Frecuencia : 60Hz

Altitud de Trabajo	:	2500msnm
Relación de Transf.	:	22.9/0.46kV(60%)-0.230KV(40%)
Grupo De Conexión	:	YNyn6-yn6
N° de Taps.	:	5
Tensión Primaria	:	22.9kV
Tensión Secundaria	:	0.46 - 0.23kV
Regulación Lado Prim.	:	22.9kV \pm 2x2.5%V/0.46 - 0.23kV
Tensión máxima del sistema	:	24kV
Factor de Potencia	:	0.85

Accesorios:

Indicador visual del nivel de aceite.

Válvula de vaciado y toma de muestra de aceite.

Conmutador accionable a mano con el transformador sin tensión

Válvula de seguridad

Ganchos de suspensión para levantar la parte activa ó el transformador completo.

Placa de características

Bornes de puesta a tierra

Dotación de aceite

Ruedas.

Deshumedecedor.

Deberá adjuntarse el protocolo de pruebas del transformador.

3.2.2.9 Tablero de Distribución en Baja Tensión.

Se instalaran Dos (2) Módulos para cada uno de los niveles de tensión, 230V y 460V, en el lado Secundario y terciario de la Subestación, las dimensiones de cada uno de ellos será el siguiente:

- Ancho : 600mm
- Profundidad : 600mm
- Altura : 2000mm

3.2.3 ESPECIFICACIONES SOBRE MONTAJE

3.2.3.1 Generalidades.

Las especificaciones técnicas del montaje, refieren a los trabajos a efectuar la contratista especialista, para la construcción de las redes del Sistema de Utilización, materia de este proyecto, y tienen como base lo establecido por el Código Nacional de Electricidad Utilización y Suministro, y las normas de la Dirección General de Electricidad del Ministerio de Energía y Minas.

Para la ejecución, el contratista nombrara como Residente de la Obra a un Ingeniero Electricista o Mecánico Electricista, colegiado y hábil para ejercer la profesión.

El contratista efectuara todos los trabajos necesarios para la construcción de las redes de media tensión y subestación, a fin de garantizar la conformidad de las pruebas eléctricas y el buen funcionamiento por cinco (5) años, posterior a la puesta en servicio.

Los trabajos deberán ser ejecutados por personal debidamente capacitado y cumpliendo lo establecido en el Reglamento de Seguridad e Higiene Ocupacional del Sub Sector Electricidad R.M. N° 263-2001-EM/VME.

El contratista efectuara los trabajos en estricta sujeción a los planos suministrados y aprobados por la concesionaria, cualquier cambio o variación que se considere ejecutar para mejorar la concepción básica, deberá previamente someterse a la aprobación del ingeniero supervisor y transcribir dichos cambios o acuerdos en el cuaderno de obra.

3.2.3.2 Alcance de los Trabajos.

- Transporte y retiro de los materiales hasta el lugar de su montaje.

- Instalación electromecánica según las especificaciones técnicas.
- Pruebas, recepción y puesta de servicio de la obra.

3.2.3.3 Transporte y Manipuleo de Materiales.

Los materiales que serán transportados hasta el almacén de la obra; al ser descargado de los vehículos (camiones) no deben ser arrastrados o rodados por el suelo. Todo material que resulte deteriorado durante el transporte, deberá ser reemplazado.

El ejecutor transportará y manipulará todos los materiales y equipos con el mayor cuidado, bajo su entera responsabilidad.

3.2.3.4 Cables para red subterránea.

Los cables serán enterrados en terrenos de dominio público, estos irán por debajo de las veredas, que fueron aprobadas dentro del proyecto de habilitación urbana, a una distancia no menor de 50cm de la línea de propiedad y una profundidad no menor de 1m, ni mayor de 2m del nivel de la vereda. Asimismo, para la iluminación de las zonas de esparcimiento será necesario ocupar el subsuelo de los jardines, parques y calzadas.

El trazado será lo más rectilíneo posible, paralelo en toda su longitud al límite de la propiedad, cuando sea necesario hacer curvas, éstas deberán tener un radio suficientemente grande como para evitar daños al cable.

Se evitara trazos a través de un suelo inestable como lodo, tierras movedizas, suelos corrosivos u otros obstáculos naturales, si la colocación de cables en terrenos de esa naturaleza es necesaria, los cables serán adecuadamente instalados, de tal manera que no sean afectados por estos riegos.

Las Zanjas serán de 60cm de ancho por 120cm de profundidad, los cables se instalarán sobre una capa de 15cm de tierra cernida compactada e irán cubiertos por otra de 15cm de tierra cernida compactada, Luego señalizada en todo su recorrido irá una hilera continua de ladrillos, adicionalmente una capa de 15cm de tierra original compactada (sin piedras) en donde irá instalada la

cinta señalizadora (Roja) y se cubrirá con una capa final de 70cm de tierra original compactada (sin piedras). En caso exista vereda, esta será construida sobre la última capa. Esta disposición se indica en el plano 177680-01

3.2.3.4.1 Montaje de la subestación.

La ubicación de las celdas deberá respetarse en lo posible, no admitiéndose variaciones y en todo caso deberán ser aprobados por el Ingeniero Supervisor.

Dada la delicadeza del trabajo, se deberá encomendar el montaje de la subestación a personal experto y con experiencia en el ramo. Antes de proceder a efectuar el montaje de la subestación interior, se verificará que las obras civiles estén concluidas como: canaletas, buzones, ductos, tuberías, etc. Así mismo las paredes y techos deberán estar concluidas acabados, pintados y con las luminarias instaladas.

Se procederá a montar la subestación, de acuerdo a orden siguiente:

- Montaje de las celdas metálicas con sus accesorios.
- Montaje del Seccionador de potencia en la celda de llegada.
- Armado de la cabeza terminal e interconexión a los seccionadores unipolares.
- Instalación del transformador de potencia.
- Colocación de aisladores portabarras, barras, conexiones mediante platinas al seccionador y a los transformadores, pintado de platinas según Normas.
- Conexionado de las partes metálicas de las celdas, de los seccionadores unipolares, seccionador de potencia, puesta a tierra de las cabezas terminales interior, bases porta-fusibles y transformadores al pozo de tierra de media tensión ubicado al exterior del local de la S.E.

Cada una de las pletinas de cobre 5 x 40 mm para la puesta a tierra, será fijado a cada equipo mediante perno, arandela y tuerca, todas de bronce o

acero inoxidable, empleándose terminales de cobre de soldar o de presión, no permitiéndose el entorche.

3.2.3.5 Montaje y preparación de terminales de cable seco.

La ejecución de este trabajo será realizado por personal especializado y teniendo en cuenta las siguientes recomendaciones:

- Tener en cuenta las recomendaciones del fabricante.
- En la conexión de los conductores a los terminales unipolares, deberán tenerse especial cuidado de que no existan pérdidas de aislamiento ni que pueda existir el peligro de entrada de humedad en el aislamiento del cable.
- Todos los trabajos serán realizados en la superficie del terreno, cuidando de que los elementos y equipos no se impregnen de suciedad alguna.
- En el montaje se debe tener presente la secuencia de fases.

3.2.4 CALCULOS JUSTIFICATIVOS

3.2.4.1 Generalidades.

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

3.2.4.2 Calculo de Caída de Tensión y Dimensionamiento de los Cables.

3.2.4.2.1 Calculo de Corriente de Carga:

Condiciones:

Potencia a transmitir (P) : 470.59kVA

Tensión nominal (V) : 22.9kV

Potencia instalada : 500kVA

Para 22.9kV:

$$I = P/(\sqrt{3} \times V) \quad I = 500kVA/(\sqrt{3} \times 22.9kV) \quad I = 12.60A$$

Conclusión:

El cable de tipo NA2XSY 18/30 KV de 3-1x120 mm² tiene una capacidad nominal de 250A, por lo tanto, cumple con la primera condición para su uso.

3.2.4.2.2 Calculo de Corriente de Cortocircuito (Icc):

Condiciones

Para 22.9 Kv

Potencia de cortocircuito del sistema (Pcc) : 200 MVA

Tensión nominal (V)	:	22.9 KV
Duración del cortocircuito (ts)	:	0.02s

$$I = P_{cc}/(\sqrt{3} \times V) I = 200MVA/(\sqrt{3} \times 22.9kV) I = 5.04kA$$

Conclusión:

La Corriente de Cortocircuito en el presente sistema es de 5.04kA.

3.2.4.2.3 Calculo por corriente de cortocircuito térmicamente admisible (I_{km}):

Condiciones para el Cable Subterráneo NA2XSY de 120mm²:

Sección del cable o conductor (S)	:	120 mm ²
Duración del cortocircuito (ts)	:	0.02 s

$$I = (0.0945 \times S)/\sqrt{ts}$$

$$I=(0.0945 \times 120)/\sqrt{0.02} \quad I=80.19 KA$$

Conclusión:

Para el cable NA2XSY, se obtuvo que su *I_{km}* (80.19KA) > *I_{cc}*, en tal sentido la sección es la correcta.

3.2.4.2.4 Calculo de caída de tensión:

Fórmula utilizada:

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

Dónde:

ΔV	\approx	Variación de Tensión (V)
I	\approx	Corriente presente en el cable (A)
L	\approx	Longitud del tramo de la Red (km)

$R_e \approx$ Resistencia del Conductor a la T° máxima de operación
(Ω/km)

$X_1 \approx$ Reactancia Inductiva (Ω/km)

$\cos \phi \approx$ Factor de Potencia del sistema (0.85)

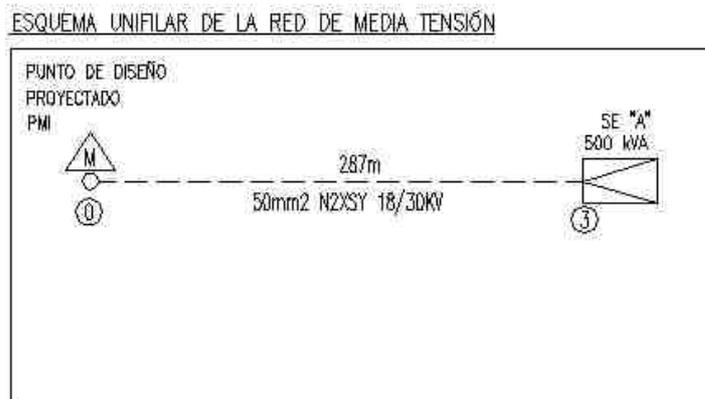
$\sin \phi \approx$ Correspondiente al $\cos \phi$ (0.435)

Para el cable subterráneo de 120 mm² NA2XSY 18//30 KV:

$R_e \approx 0.324 \Omega/km$

$X_1 \approx 0.213 \Omega/km$

3.2.4.2.5 Diagrama:



Fuente: Propia

Para el cálculo de la caída de tensión se considerará lo siguiente:

$$\begin{array}{ll}
 L = 0.287 & \text{Km} \\
 r = 0.324 & \Omega/\text{Km} \dots\dots (1) \\
 I_c(22.9\text{kv}) = 12.61 & \\
 \text{Cos } \Phi = 0.85 & \\
 x = 0.213 & \Omega/\text{Km} \dots\dots(1) \\
 \text{Sen } \Phi = 0.5268 &
 \end{array}$$

Reemplazando valores:

$$\begin{array}{ll}
 \text{para 22.9KV} & \\
 \Delta V = & 2.4289 \\
 \% \Delta V = & 0.01 \%
 \end{array}$$

Conclusión:

La máxima caída de tensión dentro del circuito es de 0.01%, cuyo valor es menor al 3.5 % indicado en la norma.

3.2.4.3 Cálculos De La Puesta A Tierra.

Se ha considera según el Código Nacional de Electricidad, una resistencia máxima de puesta a tierra de 25 ohms para MT Y Neutro y 15 ohmios para B.T.; para lo cual se ha considerado la siguiente expresión:

$$R_t = \frac{\rho}{(2\pi \times L)} \text{Ln}(R / r) + \frac{\rho n}{(12\pi \times L)} \text{Ln}(2L / r)$$

Dónde:

R_t: Resistencia de la puesta a tierra, ohms

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

P_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

$$R_t = 13,08$$

Para el pozo de BT $R_t = 13,08\Omega < 15\Omega$

Para el pozo de MT y Neutro $R_t=13,08\Omega < 25\Omega$

3.2.4.4 Cálculo de fusibles de media tensión.

Dimensionamiento de los fusibles para protección del Seccionador de Potencia Tripolar.

Por Corriente de Inserción.

Para la coordinación de las protecciones, consideramos lo siguiente:

La curva característica del fusible (tiempo inicial de fusión), debe quedar a la derecha del punto que indica 12 veces la corriente nominal en 0.1Seg, considerada como corriente de inserción del transformador.

Tabla N° 3: Corriente de Inversión del Transformador

22.9KV	
I (inserción)=	12 x 12.61A
I (inserción)=	151.27A

Por Corriente Máxima Admisible (Efectos térmicos).

La curva característica del fusible (Tiempo total de Fusión) que protegerá al transformador debe quedar, en el gráfico, a la izquierda del punto que indica la máxima resistencia de los transformadores los efectos térmicos de una corriente de cortocircuito de 20 veces la corriente nominal, durante 2Seg (ITINTEC 37.002-CEI-76).

Tabla N° 4: Corriente Máxima Admisible

22.9KV	
I (termica)=	20 x 12.61A
I (termica)=	252.12A

Asimismo, para el cálculo de los fusibles se tendrá en cuenta que la corriente del mismo debe ser 1.5 veces la corriente nominal de la suma de los transformador.

22.9KV	
1.5 In =	1.5 x 12.61A
1.5 In =	18.91A

En tal sentido, el fusible para 22.9kV sería el de 35.1A.

**3.2.4.5 Curvas de ajuste tiempo corriente para la selección de fusibles en
22.9kV**

Operación en 22.9KV – Seccionador de Potencia Tripolar.

Gráfica N° 1: Fusibles Tipo CEF

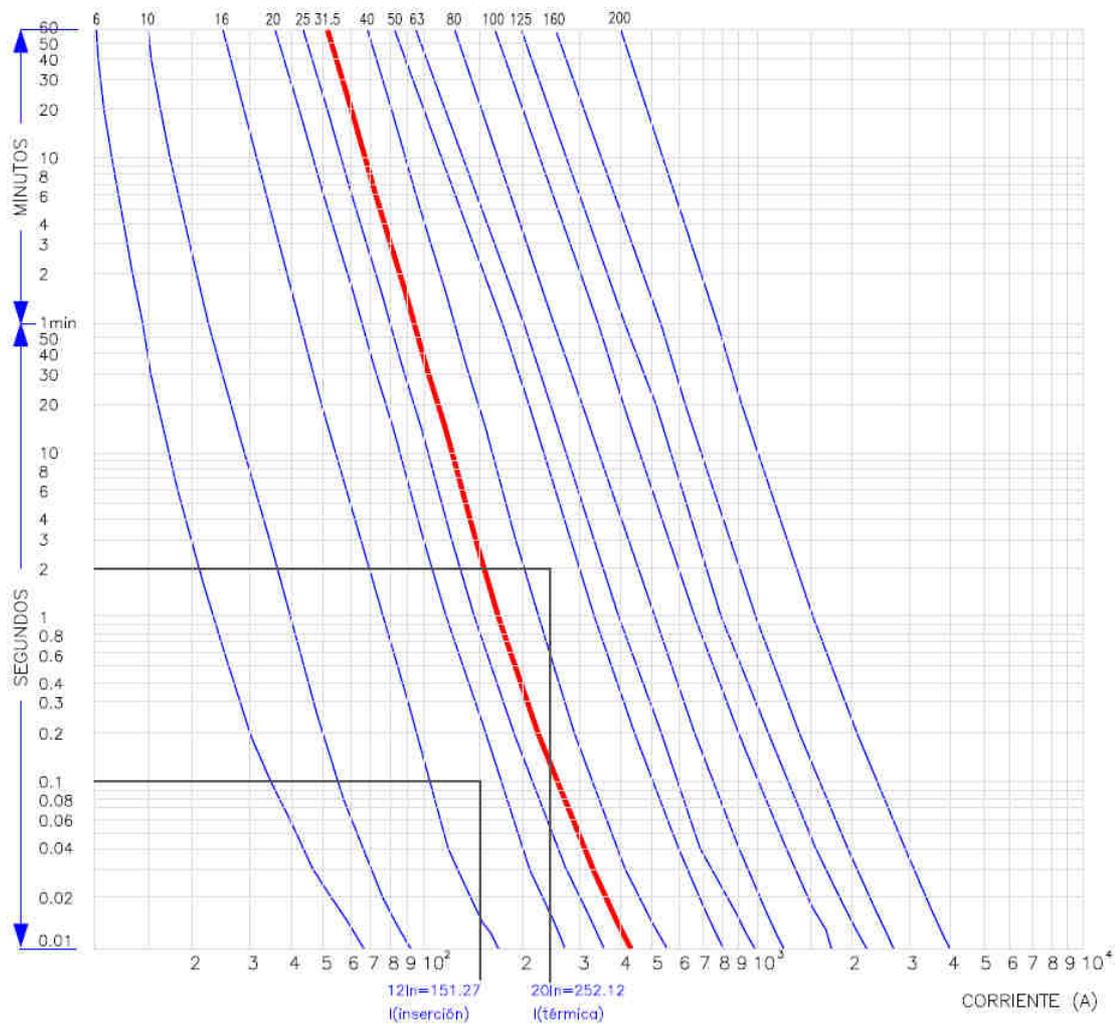


Tabla N° 5: Potencia Del Transformador

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	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	25	25	25	25	40	40	2x10	2x10		

3.2.4.6 Cálculo de barras de media tensión 22.9 kV

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

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

Dónde:

I_{cc} = Corriente de Corto Circuito

Para 22.9kV

$$I_{ch} = 2.55 \times 5.04 \text{ kV}$$

$$I_{ch} = 12.83 \text{ kA}$$

3.2.4.6.2 Fuerza entre Barras Colectora (F)

$$F = \frac{2.04}{100} \times \frac{I_{ch}^2}{n} \times \frac{Lb}{db}$$

Dónde:

I_{ch} = Corriente de Choque

n = Numero de barras por fase (1)

Lb = Longitud entre aisladores (110cm)

db = Separación de Barras (35cm)

Para 22.9kV

$$F = \frac{2.04}{100} \times \frac{12.83^2}{1} \times \frac{110}{35}$$

$$F = 10.55 \text{ kg}$$

3.2.4.6.3 Cálculo del momento flector máximo en barras (Mb)

$$Mb = (F \times Lb) / 8$$

Para 22.9kV

$$Mb = (10.55 \times 110) / 8$$

$$Mb = 145.06 \text{ kg-cm}$$

3.2.4.6.4 Módulo resistente mínimo (W_b), para el momento máximo

Considerando el esfuerzo mínimo de rotura del cobre blando de 2,500 Kg/cm² y un factor de seguridad de 2.5, el esfuerzo máximo admisible del cobre (K_b) será de 1000kg/cm².

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

Para 22.9kV

$$W_b = \frac{145.06}{1000}$$

$$W_b = 0.145 \text{ cm}^3$$

3.2.4.6.5 Módulo de resistente propio de la barra seleccionada (W_p)

Por uso común hemos elegido la barra de cobre 5mm x40mm.

$$W_p = (b^2 \times h)/6$$

Dónde:

$$b = 4.0 \text{ ancho en cm}$$

$$h = 0.5 \text{ espesor en cm}$$

$$W_p = \frac{4^2 \times 0.5}{6}$$

$$W_p = 1.33 \text{ cm}^3$$

Resultado:

Como puede observarse, tanto en 22.9kV, se cumple que el $W_p > W_b$, es decir, que la barra soportará la fuerza de choque producida durante un cortocircuito.

3.2.4.7 Cálculos de ventilación.

Dentro de la Subestación se ha proyectado alojar un transformador de 500kVA, está provisto de radiadores los cuales garantizan la ventilación natural por simple circulación de aceite. Asimismo, la subestación convencional se

instalará sobre nivel de suelo. Posee ventilación natural a través de una ventana enmallada en la puerta de acceso de la subestación y un ducto de ventilación que pasa por debajo de las celdas de transformación.

Las pérdidas totales para un transformador de 500kVA están dadas por la siguiente expresión:

$$Pt = Pfe + c^2 \times Pcu$$

Dónde:

Pt = Pérdidas Totales del Transformador

Pfe = Pérdidas en el núcleo del Transformador

Pcu = Pérdidas en los arrollamientos

c = Factor de Carga del Trafo

$$Pt = 1.5 + 0.85^2 \times 6.5$$

$$Pt = 7.37kW$$

Estas pérdidas serán disipadas a través de secciones de aireación suficientemente grandes, por debajo y encima del transformador; para calcular las secciones de entrada y salida consideraremos las pérdidas disipadas por la rejilla de protección como nula.

El área del canal de ingreso de aire (A1) es calculada por la siguiente relación:

$$A1^2 = \frac{13.2 \times Pt^2 \times R}{dt^3 \times H}$$

Dónde:

R = Resistencia en el trayecto de ventilación

dt = Elevación en la T° del aire en la SE (15°C)

H = Altura útil medida entre la mitad de la altura de la cuba del Transformador y la mitad del área de la ventana de salida 1.5m

La resistencia en el trayecto de ventilación se calcula mediante la siguiente expresión:

$$R = R1 + m^2 \times R2$$

Dónde:

R1 = Coeficiente de resistencia a la entrada

R2 = Coeficiente de resistencia a la salida

M = Relación entre secciones de entrada y salida

3.2.4.7.1 Cálculo del Coeficiente de Resistencia a la Entrada R1.

Por aceleración : 1.00

Por rejilla : 2.50

Por cambio de sección : 0.50

$$R1 = 4.00$$

3.2.4.7.2 Cálculo del Coeficiente de Resistencia a la Entrada R2.

Por aceleración : 1.00

Por rejilla : 2.50

Por cambio de sección : 0.50

$$R1 = 4.00$$

3.2.4.7.3 Relación entre secciones de entrada y salida

$$m = \frac{A1}{A2}$$

La sección de salida de aire caliente situada en la parte superior, generalmente se considera un 15 % mayor que la sección de entrada.

$$m = 0.87$$

Reemplazando las ecuaciones tenemos lo siguiente:

$$R = R1 + m^2 \times R2$$

$$R = 4 + 0.87^2 \times 4 = 7.03$$

$$A1^2 = \frac{13.2 \times Pt^2 \times R}{dt^3 \times H}$$

$$A1^2 = \frac{13.2 \times 7.37^2 \times 7.03}{15^3 \times 1.5} = 0.99m^2$$

Y por suposición que A2 es 15% mayor que A1, por lo que:

$$A2 = 1.15 \times A1 = 1.14m^2$$

Quedando demostrado que las secciones de entrada y salida proyectadas, están por encima de las secciones mínimas calculadas:

3.2.4.7.4 Sección de Entrada

Proyectada	:	$1.10 \times 1 = 1.10m^2$
Calculada	:	$0.99m^2$

3.2.4.7.5 Sección de Salida

Proyectada	:	$1.10 \times 2.15 = 2.37m^2$
Calculada	:	$1.14m^2$

Por lo tanto, luego de los cálculos efectuados y bajo las condiciones físicas de la instalación, la subestación no requerirá instalar ventilación adicional, pues con las rejillas de entrada y salida se garantiza una ventilación adecuada.

3.3 INTERPRETACION DE LOS RESULTADOS

En el siguiente cuadro se resume los resultados del desarrollo del trabajo caso.

Cuadro N° 2 : Interpretación De Resultados

Descripción	Valor	Interpretación
Cálculo de Corriente de Carga	12.60A	El cable de tipo NA2XSY 18/30 KV de 3-1x120 mm ² tiene una capacidad nominal de 250A, por lo tanto, cumple con la primera condición para su uso.
Calculo de Corriente de Cortocircuito (Icc)	5.04kA	La Corriente de Cortocircuito en el presente sistema es de 5.04kA.
Calculo por corriente de cortocircuito térmicamente admisible (Ikm)	80.19 KA	Para el cable NA2XSY, se obtuvo que su I_{km} (80.19KA) > I_{cc} (5.04kA), en tal sentido la sección es la correcta.
Cálculo de caída de tensión	0.01%	La máxima caída de tensión del circuito es 0.01% cuyo valor es menor al 5% indicado por la norma
Cálculos De La Puesta A Tierra - Baja tensión	13,08Ω	El valor de la resistencia de la puesta a tierra es de 13,08Ω el cual está por debajo del valor normado que es 15Ω
Cálculos De La Puesta A Tierra-Neutro	13,08Ω	El valor de la resistencia de la puesta a tierra es de 13,08Ω el cual está por debajo del valor normado que es 25Ω
Cálculos De La Puesta A Tierra - Media Tensión.	13,08Ω	El valor de la resistencia de la puesta a tierra es de 13,08Ω el cual está por debajo del valor normado que es 25Ω

Descripción	Valor	Interpretación
Cálculo de fusibles de media tensión.	35.1A	La corriente del fusible debe ser 1.5 veces la corriente nominal del transformador el cual es de 18.91A, Por lo que 35.1A está dentro del valor admitido.
Calculo de barras de media tensión 22.9 kV	5X40mm	De acuerdo a los cálculos se cumple que Módulo de resistente propio de la barra seleccionada (W_p) (1.33cm^3) $>$ Módulo resistente mínimo para el momento máximo (W_b) (0.145cm^3), es decir, que la barra soportará la fuerza de choque producida durante un cortocircuito. En efecto cálculos se consideró 5X40 mm las dimensiones de la barra de cobre.
Cálculos de ventilación. Sección de Entrada	1.10m ²	De los cálculos efectuados la sección de entrada es de 0.99m ² sin embargo estoy considerando una sección de 1.10m ² para garantizar una ventilación adecuada.
Cálculos de ventilación. Sección de Salida	2.37m ²	De los cálculos efectuados la sección de salida es de 1.14m ² sin embargo estoy considerando una sección de 2.37m ² para garantizar una ventilación adecuada.

4 CONCLUSIONES

- ✓ Se desarrolló el proyecto eléctrico denominado: Diseño del sistema de utilización en Media Tensión 22.9kV, para la empresa IESA S.A cumpliendo con las estipulaciones de las normas vigentes en nuestro país.
- ✓ Como resultado este trabajo la empresa IESA podrá continuar con el proceso de solicitud del suministro eléctrico para su establecimiento destinado como taller de metalmecánica.
- ✓ La importancia de haber diseñado el proyecto eléctrico es fundamental para la ejecución del mismo.
- ✓ Todos los valores de los cálculos justificativos están dentro de los valores permitidos por las normas vigentes.

5 RECOMENDACIONES

- ✓ Para el desarrollo efectivo de futuros diseños correspondiente a proyectos eléctricos se sugiere tener actualizado la normativa que que rige en temas del sector eléctrico.
- ✓ El proceso de solicitud de suministro de energía eléctrica ante la concesionaría Luz del Sur no culmina en la presentación del proyecto eléctrico por lo que sugiero investigar sobre el proceso hasta la obtención del suministro eléctrico.
- ✓ La importancia de haber diseñado el proyecto eléctrico es fundamental para la ejecución del mismo.
- ✓ Se recomienda modificar el proyecto eléctrico en caso de cambiar algún aspecto en la ejecución de obras.

6 Bibliografía

1. **Ministerio de Energía y Minas- Dirección General de Electricidad.** Resolución Directorial N°018-2002-EM-DGE. *RDN° 018-2002-EM/DGE- Ministerio de Energía y Minas.* [En línea] Dirección General de Electricidad, 26 de Setiembre de 2002. [Citado el: 10 de Octubre de 2014.] <http://intranet2.minem.gob.pe/web/archivos/dge/publicaciones/compendio/rd018-2002-em.pdf>.
2. **Ministerio de Energía y Minas - Dirección General de Electricidad.** Código Nacional de Electricidad Tomo IV - Sistema de distribución. [En línea] 30 de Mayo de 1978. [Citado el: 20 de Setiembre de 2014.] <http://www.minem.gob.pe/minem/archivos/file/electricidad/legislacion/rm303-78-em-vme.pdf>.
3. **Ministerio de Energía y Minas - Dirección General de Electricidad.** Reglamento de la ley de concesiones Electricas. *Decreto Supremo N° 009-93-EM.* [En línea] 19 de Febrero de 1993. [Citado el: 25 de Setiembre de 2014.] <http://www.minem.gob.pe/minem/archivos/file/Electricidad/normatividad/ds009-93.pdf>.
4. **Sociedad de Urbanistas del Perú .** Reglamento Nacional de Edificaciones. [En línea] 08 de Junio de 2006. [Citado el: 15 de Octubre de 2014.] <http://www.urbanistasperu.org/rne/reglamentonacionaldeedificaciones.htm>.
5. **Ministerio de Energía y Minas- Dirección General de Electricidad.** Terminología en Electricidad de Símbolos Gráficos. *Norma aprobadas por RM N°091-2002-EM/VME .* [En línea] 30 de Marzo de 2002. [Citado el: 16 de Octubre de 2014.] http://intranet2.minem.gob.pe/web/electricidad/normas_nortersimbo.asp.
6. **Instituto de Ciencia y Tecnología “Adolfo Vienrich”.** Sistema legal de Unidades y Medidas del Perú. *Ley 23560.* [En línea] 31 de Diciembre de 1982. [Citado el: 20 de Octubre de 2014.]

<http://es.scribd.com/doc/51195325/SLUMP-SISTEMA-LEGAL-DE-UNIDADES-Y-MEDIDAS-DEL-PERU#scribd>.

7. **Carmona Fernandez, Diego.** *Cálculo de Instalaciones y Sistemas Eléctricos - Proyecto a Través de Casos Prácticos.* Badajoz-España : Becedario, 2003.

8. **Ministerio de Energía y Minas.** Código Nacional de Electricidad - Suministro 2011. *Suministro 2011 Ministerio de Energía y Minas.* [En línea] Diario El Peruano, 25 de Abril de 2011. [Citado el: 17 de Octubre de 2014.] <http://www.minem.gob.pe/minem/archivos/R%20M%20%20y%20CNE%202011.pdf>.

9. **Ministerio de Energía y Minas Dirección General de Electricidad.** Código Nacional de Electricidad - Utilización - Resolución Ministeria N°037-2006-MEN/DM. *Código Nacional de Electricidad - Utilización-Ministerio de Energía y Minas.* [En línea] 17 de Enero de 2006. [Citado el: 05 de Octubre de 2014.] <http://intranet2.minem.gob.pe/web/cafae/Pdfs/CNE.PDF>.

10. **Glucom S.A.C.** Diseño Sistema de Utilización en Media Tensión 22.9/0.23-0.46 kV para la empresa GLUCOM S.A. Lima-Lurin : s.n., 2014.

ANEXOS

METRADO DE OBRA

CRONOGRAMA DE OBRA

CUADRO DE CARGAS

CARTA PUNTO DE DISEÑO

ESPECIFICACIONES TECNICAS DE EQUIPOS Y MATERIALES

PLANOS



Metrado Base

Cliente **IESA S.A.C**
 Atención **Ing. Pedro Ccoa Turpo**
 Proyecto **Sistema de Utilización en 22.9KV para una maxima demanda de 400KW**
 Local **Av. San Pedro Parcela A-2, UC 11074, Ex Fundo San Pedro, distrito de Lurin, provincia y departamento de Lima.**

Item	Descripcion	Und.	Metrado
	Suministro y Montaje de estructuras en Media Tensión		
1.00	Red Subterránea		
1.01	Apertura de zanja para media tensión 0.60x1.20m.	m	257.30
1.02	Cierre de zanja para media tensión 0.60x1.20m.	m	257.30
1.03	Instalación de tubo PVC - SAP 150mmØ	m	12.00
1.04	Instalación de cable NA2XSY 1x120mm ² 18/30kV	m	876.00
1.05	Suministro e instalación de cinta celeste para cables de media tensión	m	257.30
1.06	Suministro e instalación de cinta roja media tensión	m	257.30
1.07	Montaje de terminal termocontraible tipo interior p. NA2XSY 120mm ² 18/30kV	un	1.00
1.08	Pozo de puesta aTierra convencional	un	3.00
2.00	Equipos Eléctricos		
2.01	Suministro y montaje de Transformador trifásico 500KVA YNyn6-yn6 22.9/0.46 kV (300 kVA) - 0.23kV (200 kVA), refrigeración ONAN, altura de operación 1000 msnm.	un	1.00
2.02	Suministro y Montaje de Celda de transformación de 500 KVA, 24 kV.	un	1.00
2.03	Suministro y Montaje de Celda de llegada con seccionador de potencia modelo SPAI-BL, 24KV, 400 A. (Incluye fusibles 31.5 A, 24 kV).	un	1.00
2.04	Asistencia Puesta en Servicio	un	1.00

CUADRO DE CARGAS

Descripción	CANTIDAD	POTENCIA INSTALADA (HP)	POTENCIA INSTALADA (KW)	FACTOR DE DEMANDA	MAXIMA DEMANDA (KW)
Compresora de Aire de Planta	3	15	33.56	1.00	33.56
Torno	6	12.5	55.93	1.00	55.93
Fresadora	6	10	44.74	1.00	44.74
Maquina de soldar	4		32.00	1.00	32.00
Esmeril	3		24.00	1.00	24.00
Faja de Alimentacion	5	15	55.93	1.00	55.93
Faja de Descarga	5	20	74.57	1.00	74.57
Bomba Agua Planta	4	11.5	34.30	1.00	34.30
Extractor de Polvo (Dry Batch)	2	15	22.37	1.00	22.37
Iluminacion de Planta (220volt)	1		5.00	0.80	4.00
SSH (220volt)			3.00	0.80	2.40
Cocina (220volt)			9.00	0.80	7.20
Laboratorio (220volt)			5.00	0.80	4.00
Oficinas - Almacen (220volt)			6.25	0.80	5.00
Sub Total kW			405.65		400.00
Total kW			405.65		400.00



LUZ DEL SUR

Llevamos más que luz

DPMT.1278737

Chacarilla, 04 de Febrero de 2014

Señores
IESA S.A.
Av. Insurgentes 1075
Callao 4

Atención : Sr. Andrés Chiappori Samengo
Gerente General

Referencia : Punto de diseño en 22,9 kV, para una máxima demanda de 400 kW, para el predio de IESA S.A., ubicado la Av. San Pedro, Parcela A-2, U.C. 11074, Ex Fundo San Pedro, distrito de Lurin, provincia y departamento de Lima.

De nuestra consideración:

En atención a su solicitud, nos es grato manifestarle que hemos fijado el punto de diseño en 22,9 kV, para el predio de la referencia en el puesto de medición a la intemperie (PMI), proyectado a 7 metros del PMI 00980 de acuerdo al croquis adjunto.

Para el desarrollo del proyecto de sistema de utilización deberán considerar una potencia de cortocircuito en 22,9 kV de 200 MVA y un tiempo de apertura para la protección de 0,02 segundos, adecuándose a lo señalado por las normas técnicas legales vigentes:

1. 'Norma de Procedimientos para la elaboración de Proyectos y Ejecución de Obras en Sistemas de Distribución y Sistemas de Utilización en Media Tensión en Zonas de Concesión de Distribución', R.D. N° 018-2002-EM/DGE.
2. Código Nacional de Electricidad.
3. Ley de Concesiones Eléctricas D.L. 25844.
4. Reglamento de la Ley de Concesiones D.S. 9-93-EM.

Es oportuno mencionarle que la vigencia del punto de diseño es de dos (02) años y, asimismo, que las condiciones técnico económicas de atención le serán informadas cuando solicite el correspondiente presupuesto.

Cabe resaltar que deberán solicitar la autorización municipal para la instalación del puesto de medición a la intemperie en el lugar señalado en el croquis adjunto.

Los requisitos técnicos a cumplir para la elaboración de su proyecto son:

- La red de energía a instalar en la vía pública deberá estar señalizada en todo su recorrido y contar con la autorización municipal.
- La red a diseñar solo tendrá protección por cortocircuito en el punto de entrega, de ser necesarias protecciones adicionales por la naturaleza de su diseño deberán incluirlas en el proyecto.
- Programa de capacitación en operación y mantenimiento de la subestación a instalar.
- Equipos de protección personal para maniobras en media tensión que estén preparados para una tensión mayor a 22,9 kV en su subestación.

Single-core XLPE - insulated cables with PVC sheath

Descripción

Construction

stranded aluminium conductor - conductor screen of semiconducting compound - insulation of cross-linked polyethylen (XLPE) - screen of semiconducting compound plus copper wires and copper tape - separation tape - PVC sheath

Application

in ground, outdoors, indoors and in cable ducts



Estándares

Internacional IEC 60502-2



Libre de plomo
Sí



Minimum installation temperature
-20 °C



Temperatura máxima del conductor
90 °C



Bending factor when laying
15 (xD)

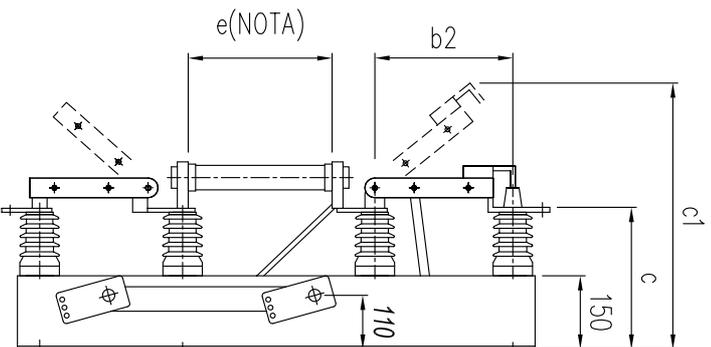


SECCIONADOR DE POTENCIA

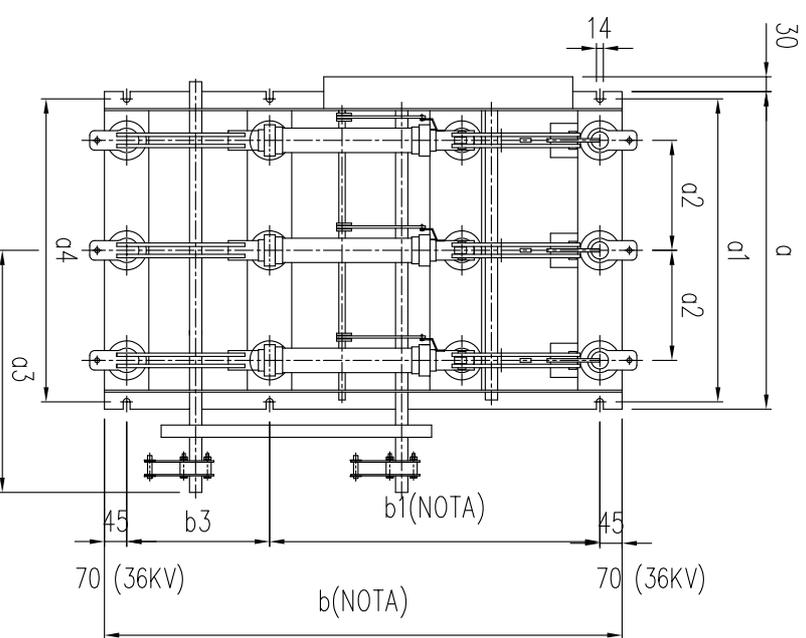
Gran confiabilidad de servicio
Robusta constitución mecánica
Extinción del arco por soplo de aire
Mando versátil

TIPO	EJECUCION BASICA	UNIFILAR BASICO	OPCIONALES
SpaI-A	Seccionador de potencia en aire para uso interior con mecanismo de mando tipo A. Palanca de mando manual		<ul style="list-style-type: none"> Bases portafusibles sin sistema de desconexión (T) Cuchillas de puesta a tierra con bloqueo mecánico Aisladores inferiores capacitivos Contactos auxiliares (M) Mando motorizado Ejes de acero inoxidable
SpaI-B	Seccionador de potencia en aire para uso interior con mecanismo de mando tipo B. Con bases portafusibles y sistema de desconexión automática a la fusión de cualquiera de los fusibles. Palanca de mando manual		<ul style="list-style-type: none"> (T) Cuchillas de puesta a tierra con bloqueo mecánico (L) Seccionador de Línea con bloqueo mecánico (B) Seccionador de Barras con bloqueo mecánico Aisladores inferiores capacitivos Bobina de desconexión 110, 220 VCA, 24, 48 VDC Contactos auxiliares (M) Mando motorizado Ejes de acero inoxidable

12, 24, 36 KV



NOTA
 - Para 12kV y 17.kV, incrementar 150mm. si fusible e=442.
 - Para 36kV, incrementar 95mm. si fusible e=537.



Tensión nominal	Dimensiones aproximadas en milímetros.											PESO	
kV	a	a1	a2	a3	a4	b	b1	b2	b3	c	c1	e	kg
12	650	620	225	495	628	1050	670	280	290	290	545	292	85
17.5	650	620	225	495	628	1050	670	280	290	335	610	292	92
24	800	770	300	630	778	1440	940	400	410	365	755	442	110
36	1000	970	400	830	978	1720	1050	510	530	490	925	442	110

MATERIALES:

- * Chasis de plancha de hierro doblada sometida a un proceso de limpieza profunda y aplicación de pintura en polvo electrostática y acabado al horno. Proviesta de perno de puesta a tierra.
 - * Aisladores de Resina
 - * Bornes de fundición de bronce (niquelado)
 - * Cuchillas Cu electrolítico (niquelado)
 - * Accionamiento por mando tipo RQ.
- (1) Con dimensiones reducidas.

Características Eléctricas

Voltage nominal	Un	kV	12	17,5	24	36
Corriente nominal	In	A	400	400	400	400
Corriente de corta duración	Ith	kA	630	630	630	630
Corriente pico soportable	Idyn	kA	16	16	16	16
Voltaje soportable a frecuencia industrial		kV	40	40	40	40
- A tierra y entre polos		kV	28	38	50	
- A través de la distancia de aislamiento		kV	32	45	60	
Voltaje de impulso soportable		kV	75	95	125	
- A tierra y entre polos		kV	85	110	145	
- A través de la distancia de aislamiento		kV				
Normas de fabricación				IEC 420		
				IEC 694		



BLECCIN
 EQUIPOS ELECTROINDUSTRIALES S.A.

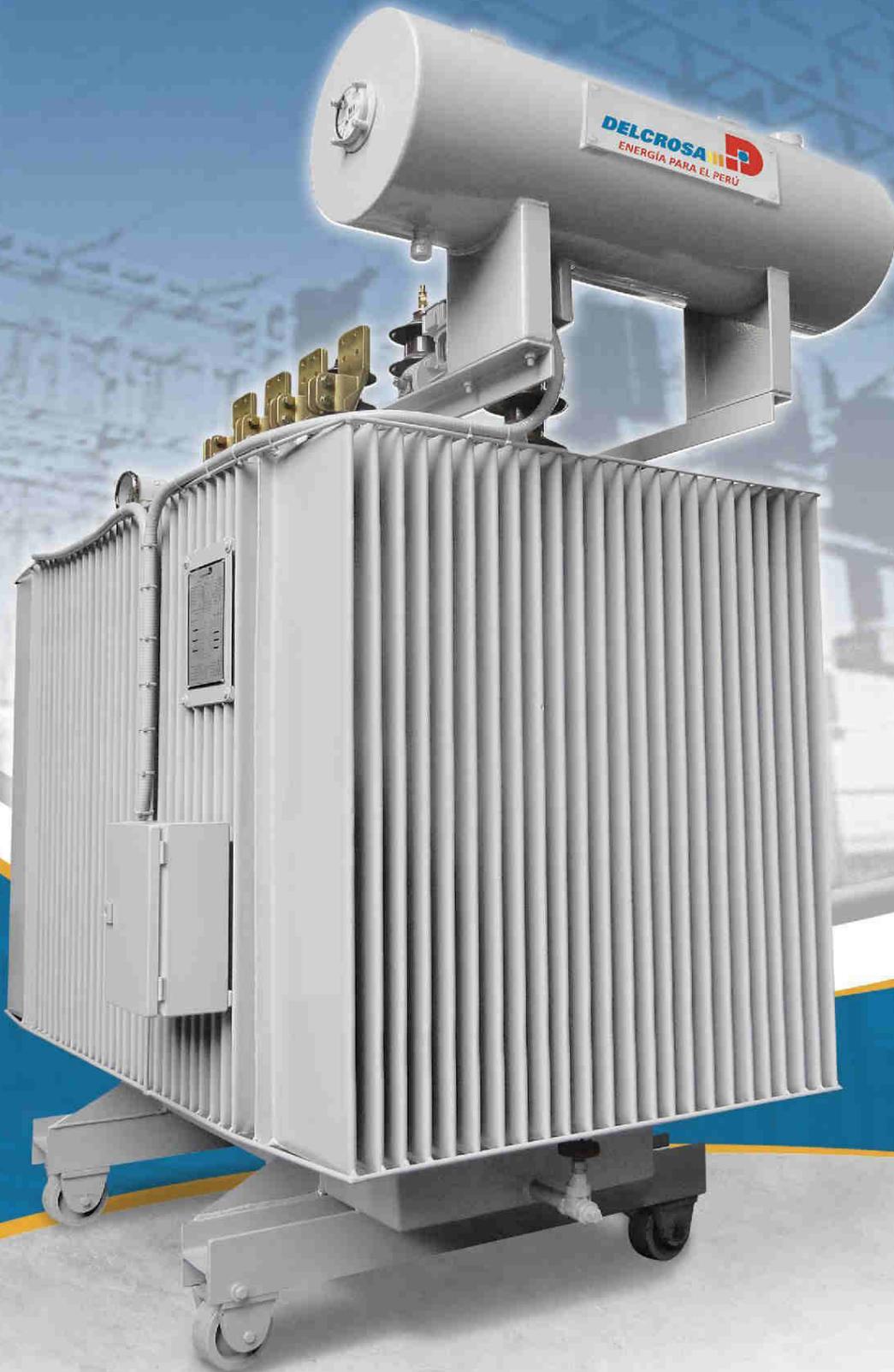
EDICION	0	1	2	3	4	5	6	7	8
FECHA	11.02.2004	22.09.2004	14-09-07						
REALIZADO	C.S.CH.	C.S.CH.	C.S.CH.						
APROBADO	M.C.M.	M.C.M.	M.C.M.						

SECCIONADOR DE POTENCIA TRIPOLAR
 CON SECCIONADOR DE LINEA-TIERRA
 TIPO SpAI-L

AP-0404-30-102
 Hoja N.º 1
 STANDARD

Trabajando
más de
55
Años
por el
Perú

Transformadores de Distribución



SISTEMA DE GESTIÓN
DE CALIDAD
ISO 9001:2008
CERTIFICADO

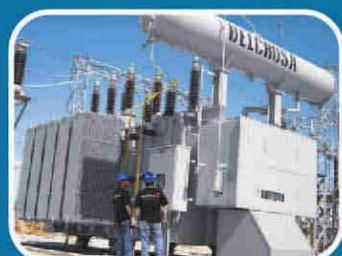
ISO 9001
BUREAU VERITAS
Certificación



DELCROSA 
ENERGÍA PARA EL PERÚ

FABRICACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN DE TRANSFORMADORES

Compra al Perú



FABRICACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN

- Transformadores de distribución
- Transformadores de potencia hasta 40 MVA y 138 kV (Fabricación)
- Transformadores de potencia hasta 400 MVA y 550 kV (Comercialización)
- Transformadores tipo seco
- Transformadores especiales
- Transformadores monofásico de distribución para electrificación rural
- Transformadores tipo bóveda y pedestal hasta 630 kVA
- Motores de alta eficiencia para uso minero
- Motores verticales para acoplamiento a bombas de agua de pozo profundo
- Variadores de frecuencia YASKAWA
- Reductores y motorreductores SITI, NORD y CHENTA
- Equipamientos de Media y Alta Tensión
- Obras electromecánicas

TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN DELCROSA

Introducción

Los transformadores son parte importante de los sistemas de energía y su campo de aplicación está en las Centrales de Generación, Sistemas de Transmisión e Interconexión y en la Distribución de Energía Eléctrica.

La fabricación de la serie de Transformadores **DELCROSA** se inició con tecnologías adquiridas de las fábricas OERLIKON (Suiza), INDUSTRIA ELÉCTRICA DE LEGNANO (Italia) y TAMINI (Italia). Actualmente, utilizando tecnología y diseños propios, los transformadores se fabrican mejorados y optimizados con diseños de vanguardia y con materiales importados cuidadosamente seleccionados, siendo todo su proceso de fabricación controlado y verificado de acuerdo al Sistema de Gestión de Calidad ISO 9001:2008.



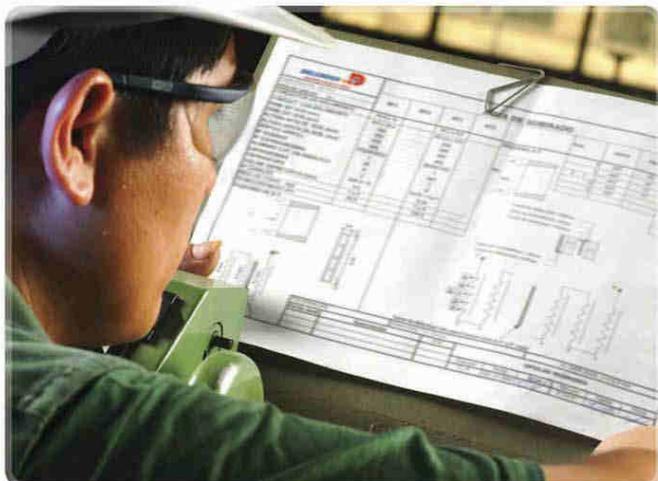
Las características del transformador tales como potencia, niveles de voltaje y otros parámetros son específicos en cada caso. Los transformadores de distribución **DELCROSA** cubren el rango de potencias de 15 kVA a 2500 kVA y niveles de voltaje de hasta 36 kV.

Para mayores potencias hasta 40 MVA y tensiones hasta 138 kV, ver catálogo de transformadores de potencia.

CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS

1 | Núcleo Magnético (tipo apilado ó columnas)

El núcleo magnético de los transformadores es construido con planchas de fierro silicoso, de grano orientado, cortado en ángulo de 45°, lo que facilita el paso del flujo magnético entre las columnas y los yugos, permitiendo obtener pérdidas y corriente de excitación más bajas. Durante el proceso de ensamblaje del núcleo, se tiene especial cuidado en reducir al mínimo los entrehierros entre láminas, ya que éstos causan incremento en la corriente de vacío.



Plano de bobinado



Armado de núcleo apilado

2 | Arrollamientos

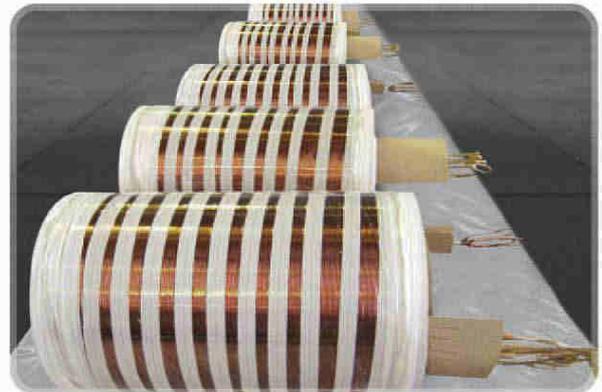
Los arrollamientos son fabricados en cobre electrolítico de alta pureza (DIN E-Cu57/ASTM B187).

El conductor empleado en el arrollamiento de Baja Tensión es, normalmente, de sección rectangular y está forrado con papel de celulosa pura. El arrollamiento de Alta Tensión es fabricado generalmente con conductor de cobre esmaltado de doble capa clase H y de sección circular.

El papel con pegamento especial utilizado como aislante entre capas, permite una excelente adhesión de los conductores después del tratamiento térmico de la parte activa, mejorando la resistencia del arrollamiento a los esfuerzos axiales de corto circuito.

Las bobinas son de forma cilíndrica y concéntrica y su diseño permite obtener las siguientes ventajas:

- Adecuada coordinación de aislamiento, que proporcionará una óptima resistencia dieléctrica a sobretensiones, debidas a maniobras y descargas atmosféricas.
- Mejor refrigeración, facilitando una óptima circulación del aceite para la disipación del calor generado por los bobinados.
- Mayor rigidez mecánica, que permite soportar mejor los esfuerzos radiales y axiales de cortocircuito.



Bobinas



Bobinado automatizado

3 | Aislamiento

La vida útil del transformador depende de la calidad de los aislamientos empleados, los que se degradan por las sobretensiones o elevaciones de temperatura debido a sobrecargas excesivas. Todos los aislamientos empleados son de origen natural (papel, cartón y madera) y no contaminan ni degradan el aceite aislante.

El alto índice de impregnación de estos materiales aislantes, permite una rigidez dieléctrica adecuada y un bajo índice de factor de potencia.



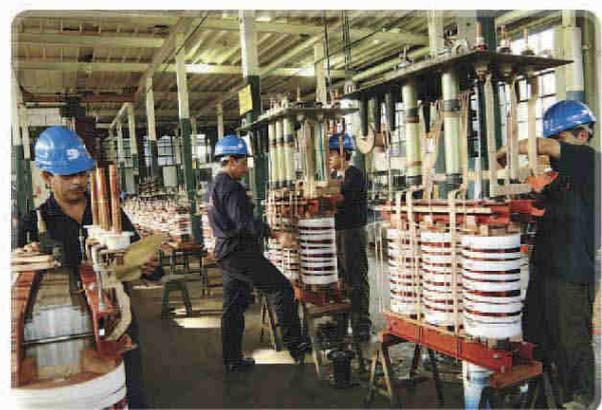
Forrado de conductores

4 | Parte Activa

El núcleo magnético, los arrollamientos y algunos accesorios se denominan parte activa.

Durante el proceso de ensamble se pone especial cuidado en el sistema de sujeción y prensaje del núcleo y arrollamientos, con el fin de garantizar el comportamiento del transformador cuando sea exigido por los esfuerzos de corto circuito; así como, para reducir el nivel de ruido producido durante la operación del transformador.

Todas las conexiones internas son soldadas con una aleación de cobre-plata, a fin de evitar falsos contactos y puntos calientes que puedan dañar los aislantes o el aceite.



Conexión y montaje

5 | Aceite

El aceite mineral es utilizado como medio aislante y refrigerante, y sus características cumplen con las exigencias de las normas ASTM D3487 o IEC 60296. Antes de ser utilizado en el transformador, el aceite es sometido a un tratamiento de filtrado y secado bajo termo-vacío y posteriormente, sometido a pruebas que garantizan sus características químicas y dieléctricas, para la óptima operación del transformador.

A solicitud, también, suministramos Transformadores sumergidos en aceites biodegradables de alto punto de inflamación (Envirotemp FR3, Silicona, etc.)



Máquinas de vacío y tratamiento de aceite

6 | Tanque

Los tanques de los transformadores **DELCROSA** son normalmente del tipo "tanque ondulado", esto significa que sus paredes laterales están formadas por conjunto de aletas, calculadas para brindar la superficie de disipación requerida en cada caso.

Están fabricados con planchas de acero laminado en frío (aletas) y en caliente (tapa y culata) de la mejor calidad; todas las unidades al término de proceso productivo son sometidas a una prueba de estanqueidad.

El sistema de preservación de aceite (transformadores mayores a 50 kVA) es mediante el uso de un conservador cilíndrico, soldado a la tapa, cuya forma permite disminuir la superficie de contacto aceite-aire, cuando se produce la dilatación del aceite durante la operación del transformador.



Tanque de transformador

El tanque, tapa y conservador son sometidos a un tratamiento de superficie que comprende:

- Proceso de granallado, para la limpieza total de la superficie.
- Pintado anticorrosivo epóxico, mediante la aplicación de pintura de alta calidad.
- Pintado de acabado, mediante la aplicación de esmalte epóxico de color gris RAL 7045.

El proceso total garantiza la buena conservación de las partes externas del transformador en instalaciones al exterior y en ambientes altamente corrosivos.



Cabina de Pintura y Granallado

7 | Ensayos

Todos los transformadores fabricados por **DELCROSA** son sometidos a los Ensayos de Rutina especificados en la norma IEC:

7.1 Medida de Resistencia Eléctrica.- Se mide con corriente continua la resistencia de cada bobina y se toma registro de la temperatura del bobinado en ese momento.

7.2 Pérdidas y Corriente en Vacío.- Se miden a la frecuencia nominal y aplicando en los bornes de baja tensión el voltaje nominal correspondiente estando los bornes de alta tensión en circuito abierto.



Sala de pruebas de rutina

7.3 Impedancia de Cortocircuito y Pérdidas con Carga.- Se miden a la frecuencia nominal y aplicando en los bornes de alta tensión una corriente cuyo valor especifica la Norma IEC 60076-1, estando los bornes de baja tensión cortocircuitados.

7.4 Relación de Transformación y Polaridad.- Se mide la relación de transformación en cada posición del conmutador y se comprueba el grupo de conexión.

7.5 Tensión Aplicada.- En esta prueba se aplica a los bornes de alta tensión cortocircuitados, el voltaje de prueba que indica la Norma IEC 60076-3 correspondiente a su voltaje nominal durante un minuto y estando los bornes de baja tensión cortocircuitados y junto al tanque, y el núcleo a tierra. De igual manera, se procede con los bornes de baja tensión. Con esta prueba se verifica el aislamiento entre las bobinas, el conmutador y los aisladores a las partes aterradas del transformador tales como el núcleo y el tanque.

7.6 Tensión Inducida.- En esta prueba se aplica a los bornes de baja tensión un voltaje igual a dos veces su voltaje nominal y a una frecuencia de 180 Hz durante un tiempo de 40 segundos, estando los bornes de alta tensión en circuito abierto. Con esta prueba se verifica el aislamiento de las bobinas, y entre las fases de las bobinas, conmutador y aisladores a las partes aterradas del transformador.

Igualmente y a requerimiento del cliente, se pueden efectuar **ENSAYOS TIPO** como calentamiento e impulso. Ambos tipos de prueba se pueden realizar bajo la norma IEC/IEEE/ANSI.

- **Ensayo de Calentamiento.-** En esta prueba se somete el sistema de enfriamiento de transformador a las pérdidas totales medidas con el objetivo de determinar la temperatura del aceite en la parte superior del tanque a régimen estable, y el calentamiento medio de las bobinas a su corriente nominal, con esta prueba se garantiza que el transformador puede entregar la potencia nominal especificado.

- **Ensayos de Impulso.-** En esta prueba se aplica sobre cada borne del transformador una onda de tensión con la forma y los valores señalados en la Norma IEC 60076-3, y estando los bornes restantes a tierra, sometiendo de esta manera al aislamiento externo e interno del transformador a una sobretensión similar a la producida a una descarga atmosférica.

8 | Normas

Los transformadores cumplen los requerimientos de las normas IEC 60076. Es posible, a pedido del cliente, desarrollar diseños que cumplan con normas como ANSI/NEMA, CSA y otras.

9 | Altitud de Instalación

Los transformadores están diseñados para entregar su potencia nominal hasta una altitud de instalación de 1000 m.s.n.m. Altitudes de instalación superiores a los 1000 m.s.n.m. demandan diseños especiales que tienen en cuenta la reducción de las sobretemperaturas aceite/cobre del transformador, así como la modificación e incremento de los aislamientos externos (aisladores), y sus distancias entre ellas y el tanque.

10 | Grupos de Conexión

Los transformadores trifásicos, generalmente, tienen un grupo de arrollamientos en triángulo y el otro en estrella. Los ángulos son generalmente de desfase entre tensiones de ambos arrollamientos 30°, 150° ó 330° grupos Dy1, Dy5, Dy11. Otros grupos vectoriales son posibles de suministrar a pedido.

11 | Sobrecargas

Las sobrecargas permisibles de los transformadores están de acuerdo a la guía de sobrecarga para transformadores sumergidos en aceite IEC 60076-7, ó ANSI/IEEE C57.91.

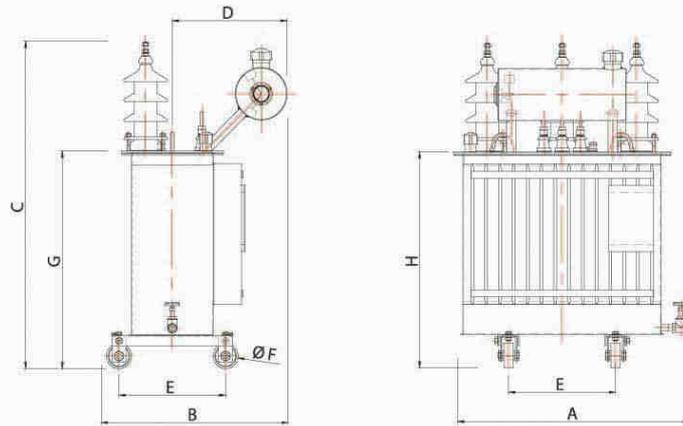
12 | Accesorios

Los accesorios estándar y opcionales se detallan en el cuadro de la página 16.



TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN DELCROSA DEL TIPO NÚCLEO APILADO

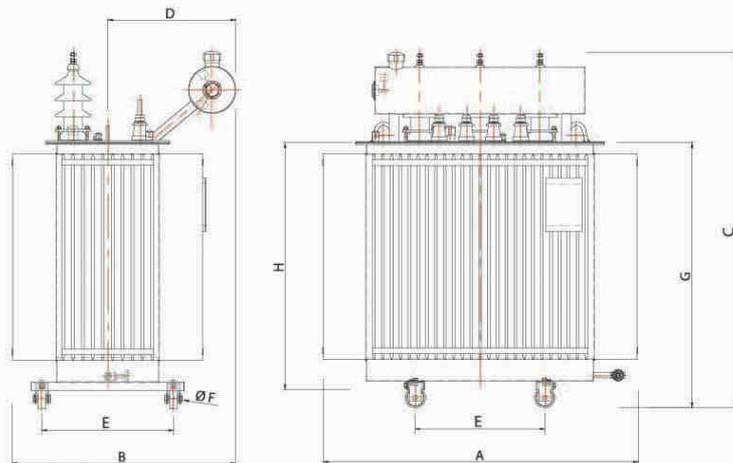
Serie 17,5 kV 1000 m.s.n.m.



Potencia (kVA)	Dimensiones Generales (mm)								Pesos Aprox.(kg)		
	A	B	C	D	E	F	G	H	P.Activa	Aceite	Total
15*	680	450	1150	-	310	90	700	610	110	40	170
15	680	650	1150	366	310	90	700	610	110	50	180
25*	685	400	1130	-	350	90	720	640	140	70	250
25	685	600	1105	420	350	90	720	640	140	80	260
50*	790	470	1150	-	380	90	770	690	185	85	340
50	790	680	1150	445	380	90	770	690	185	99	370

(*) Transformador sin conservador

Suministro de ruedas, según lista de accesorios.



Potencia (kVA)	Dimensiones Generales (mm)								Pesos Aprox.(kg)		
	A	B	C	D	E	F	G	H	P.Activa	Aceite	Total
80	860	675	1160	440	380	90	760	680	190	120	420
100	960	695	1240	430	450	90	860	780	230	155	510
125	990	720	1240	430	450	90	860	780	240	170	550
160	1000	745	1340	470	450	90	1000	920	400	220	690
200	1140	880	1440	530	450	90	1055	975	410	230	720
250	1200	890	1540	530	570	90	1150	1070	540	270	950
315	1280	990	1570	570	570	90	1165	1085	550	280	1000
400	1300	1020	1585	585	570	90	1175	1095	700	440	1480
500	1400	1020	1600	585	570	90	1190	1110	730	470	1550
630	1600	1150	1800	630	570	90	1260	1120	920	520	1670
800	1800	1350	2000	830	570	90	1460	1320	1050	600	1900

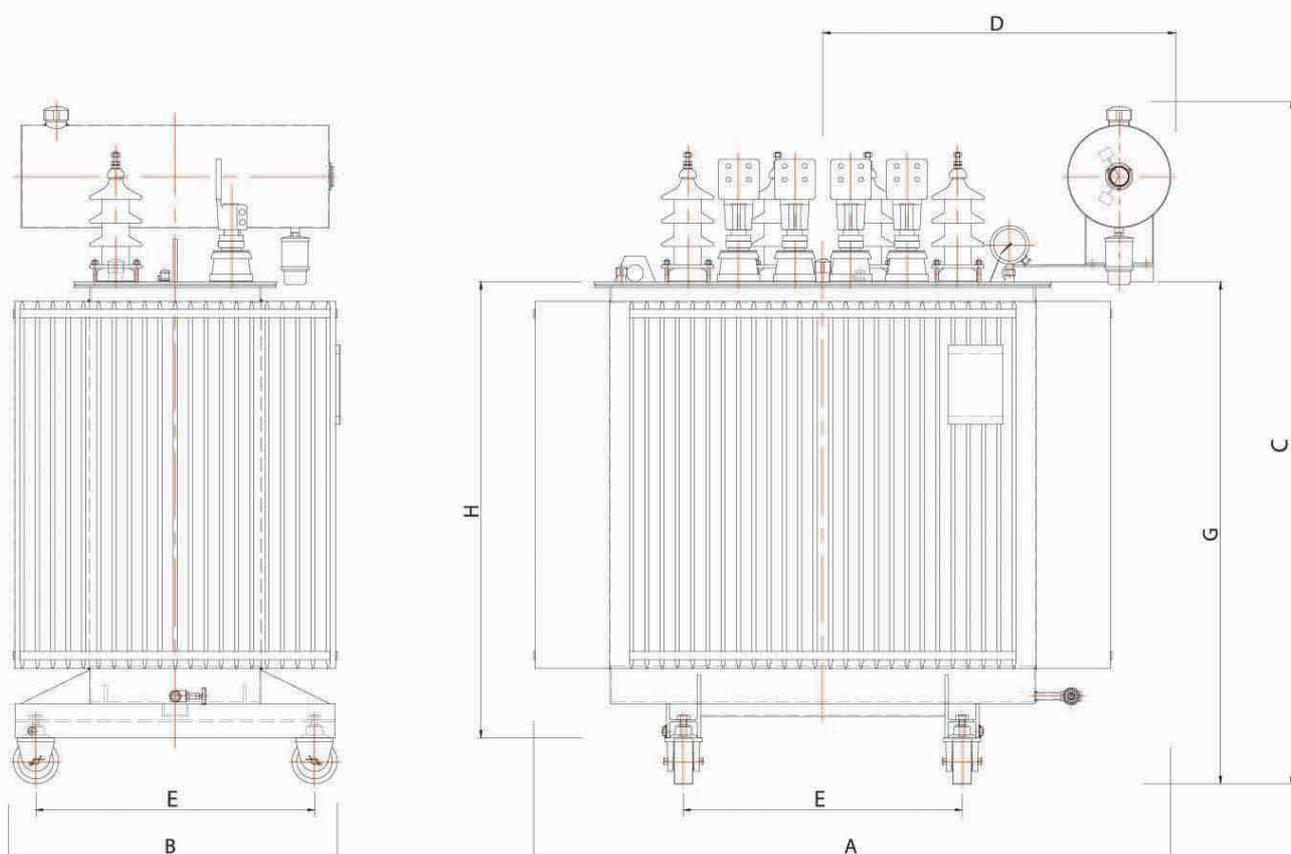
*Dimensiones aproximadas, sujetas a variación sin previo aviso.

*Para alturas mayores a 1000 m.s.n.m., consultar dimensiones.

- Suministro de Ruedas, según lista de accesorios.

TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN DELCROSA DEL TIPO NÚCLEO APILADO

Serie 17,5 kV 1000 m.s.n.m.



Potencia (kVA)	Dimensiones Generales (mm)								Pesos Aprox.(kg)		
	A	B	C	D	E	F	G	H	P.Activa	Aceite	Total
1000	1880	990	2150	1100	820	135	1590	1455	1270	720	2800
1250	1910	990	2150	1100	820	135	1590	1455	1430	720	2950
1600	2050	1120	2650	1120	820	135	1900	1765	2420	1260	4600
2000	2200	1260	2810	1210	820	135	1985	1850	2720	1410	5500
2500	2480	1560	2880	1410	820	135	2000	1870	3350	1660	6000

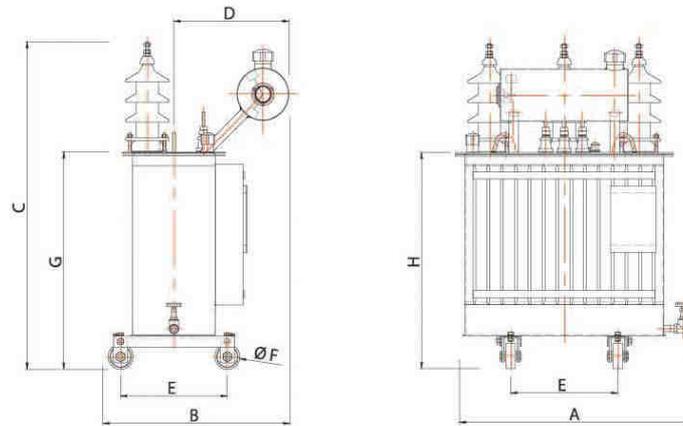
*Dimensiones aproximadas, sujetas a variación sin previo aviso.

*Para alturas mayores a 1000 m.s.n.m., consultar dimensiones.

- Suministro de ruedas, según lista de accesorios.

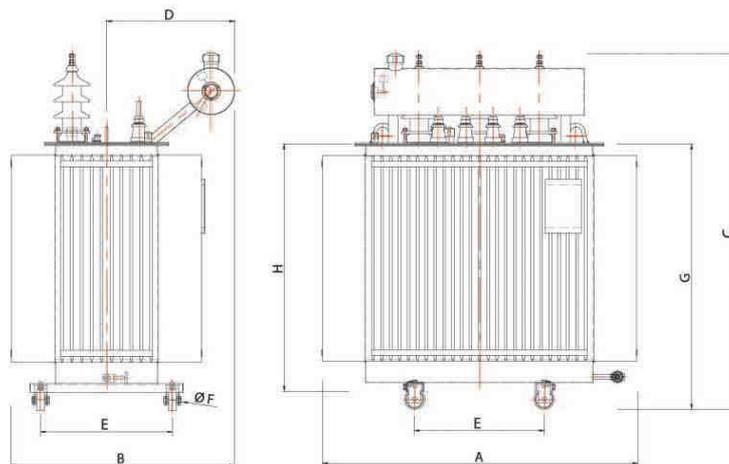
TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN DELCROSA DEL TIPO NÚCLEO APILADO

Serie 24 kV 1000 m.s.n.m.



Potencia (kVA)	Dimensiones Generales (mm)								Pesos Aprox. (kg)		
	A	B	C	D	E	F	G	H	P.Activa	Aceite	Total
15	680	450	1250	366	310	90	700	610	110	50	180
25	685	600	1250	420	350	90	720	640	140	80	260
50	790	680	1250	445	380	90	720	645	185	95	350

Suministro de ruedas, según lista de accesorios.



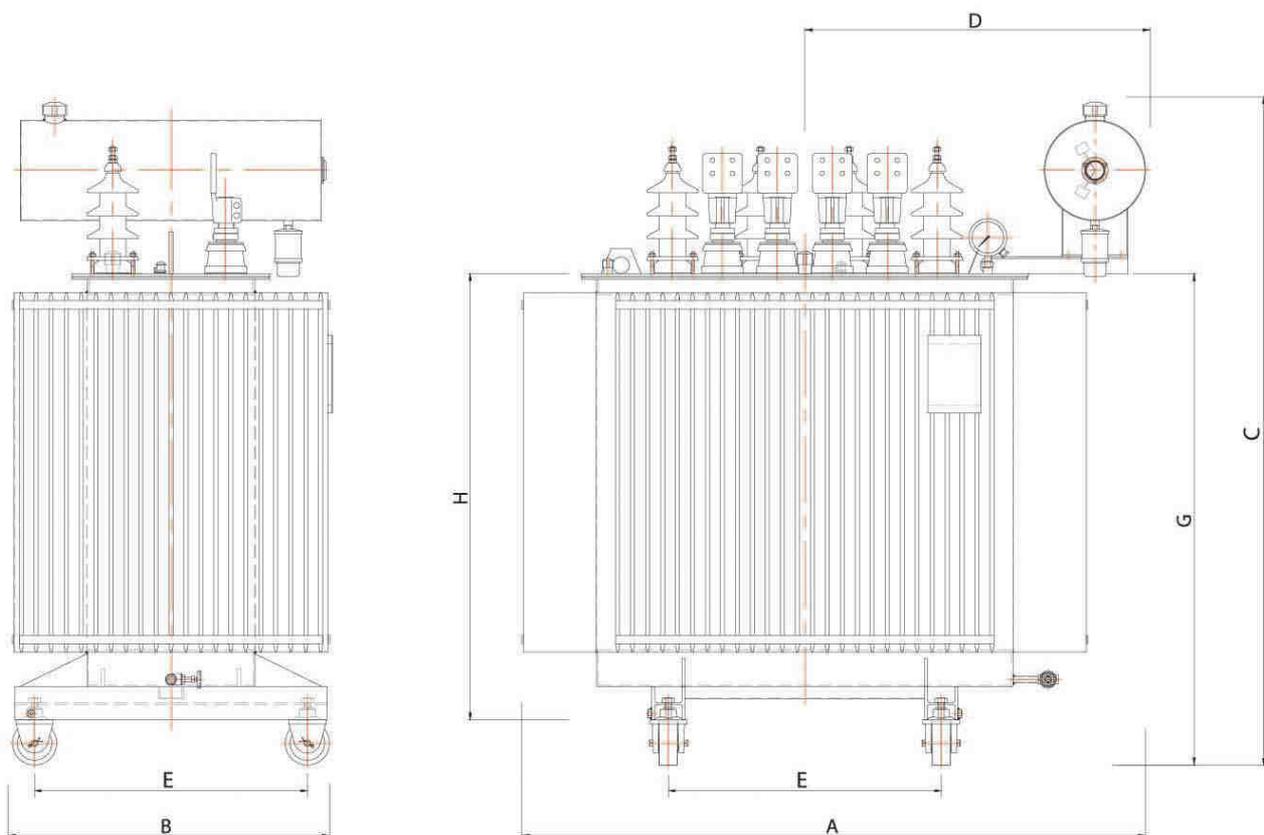
Potencia (kVA)	Dimensiones Generales (mm)								Pesos Aprox. (kg)		
	A	B	C	D	E	F	G	H	P.Activa	Aceite	Total
80	860	675	1260	440	380	90	760	680	190	120	420
100	960	695	1340	430	450	90	860	780	230	155	510
125	990	720	1340	430	450	90	860	780	240	170	550
160	1000	745	1440	170	450	90	1000	920	400	220	690
200	1140	880	1540	530	450	90	1055	975	410	230	720
250	1200	890	1640	530	570	90	1150	1070	540	270	950
315	1280	990	1670	570	570	90	1165	1085	550	280	1000
400	1300	1020	685	585	570	90	1175	1095	700	440	1480
500	1400	1020	1700	585	570	90	1190	1110	730	470	1550
630	1600	1150	1900	630	570	135	1360	1220	920	520	1670
800	1800	1350	2100	830	570	135	1560	1420	1050	600	1900

*Dimensiones aproximadas, sujetas a variación sin previo aviso.

*Para alturas mayores a 1000 m.s.n.m., consultar dimensiones.

TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN DELCROSA DEL TIPO NÚCLEO APILADO

Serie 24 kV 1000 m.s.n.m.



Potencia (kVA)	Dimensiones Generales (mm)								Pesos Aprox.(kg)		
	A	B	C	D	E	F	G	H	P.Activa	Aceite	Total
1000	1880	990	2250	1100	820	135	1590	1455	1270	720	2800
1250	1910	990	2250	1100	820	135	1590	1455	1430	720	2950
1600	2050	1120	2750	1120	820	135	1900	1765	2420	1260	4600
2000	2200	1260	2910	1210	820	135	1985	1850	2720	1410	5500
2500	2480	1560	2950	1410	820	135	2050	1915	3350	1660	6000

*Dimensiones aproximadas, sujetas a variación sin previo aviso.

*Para alturas mayores a 1000 m.s.n.m., consultar dimensiones.

- Suministro de ruedas, según lista de accesorios.

DISTANCIA NORMALIZADA ENTRE AISLADORES USO EXTERIOR

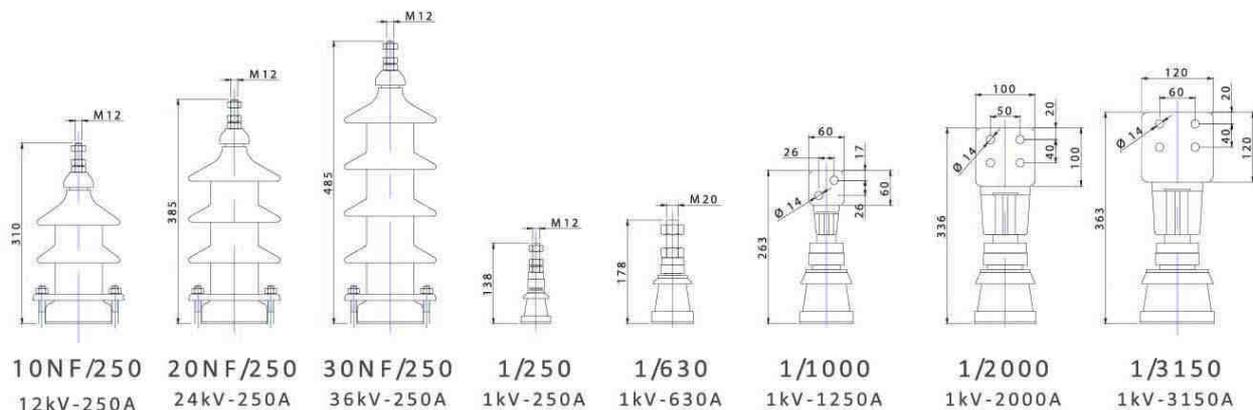
Hasta 24 kV - 1000 m.s.n.m.

POTENCIA (kVA)	Distancia Entre Ejes de Aisladores (mm)	
	B.T.	A.T.
15 - 125	100 (*)	265
160 - 2500	150-165 (1)	265

(1) 165 cuando se requieren aisladores de 3150 A

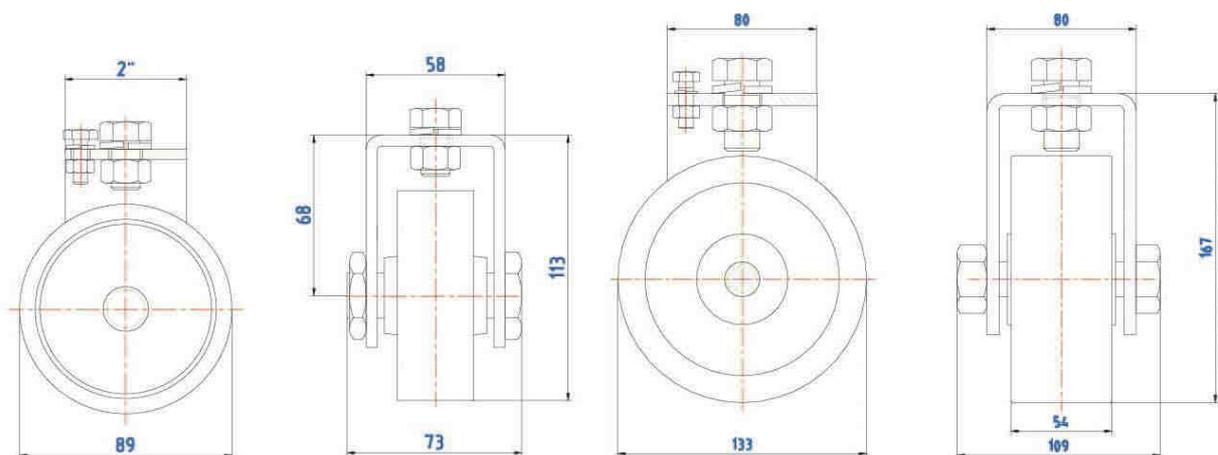
(*) Transformadores con (04) cuatro bornes máximo.

DETALLE DE LOS AISLADORES Y SUS TERMINALES DE CONEXIÓN



Dimensiones sujetas a variación sin previo aviso

RUEDAS BI - DIRECCIONALES NORMALIZADAS



TIPO: R85
kVA: 15 - 630

TIPO: R125
kVA: 630 - 2500

Dimensiones aproximadas, sujetas a variación sin previo aviso

SUBESTACIONES TRIFÁSICAS COMPACTAS

Subestaciones compactas son aquellas unidades de transformación que tienen sus dispositivos de protección y maniobra, (fusibles, seccionador, interruptor, etc). Adosados ó incorporados dentro del transformador fabricados según las normas de referencia para este tipo de subestaciones ANSI C57.12.22-1993 y ANSI C57.12.24-2000.

La subestación compacta del **tipo bóveda** es cuando el transformador está diseñado para ser instalado en una bóveda de concreto subterránea (bajo la vereda de la vía pública) y es del **tipo pedestal**, si el transformador está instalado sobre una base de concreto a nivel de la superficie del piso en un área libre de terreno.

Las subestaciones tipo Metal Enclosed, convencional y Metal Clad están diseñados para sistemas de energía industrial y comercial. Los diseños estándar son desarrollados para montaje interior como exterior.

Condiciones de servicio

1. Temperatura de operación

Los transformadores compactos son diseñados para las siguientes condiciones ambientales y de sobreelevación de temperatura:

Tipo Compacto Boveda (Underground-Type)

Temperatura ambiente máxima	: 50°C
Temperatura media diaria	: 40°C
Temperatura media del bobinado	: 55°C
"Hottest-spot temperature rise winding"	: 70°C
Temperatura máxima del aceite	: 55°C

Tipo Compacto Pedestal (Pad-Mounted)

Temperatura ambiente máxima	: 40°C
Temperatura media diaria	: 30°C
Temperatura media del bobinado	: 65°C
"Hottest-spot temperature rise winding"	: 80°C
Temperatura máxima del aceite	: 65°C

2. Altitud de operación

La altitud estándar es 1000 m.s.n.m., valores mayores según requerimiento del cliente.

3. Calentamiento y refrigeración

Están de acuerdo a la C57.12 / IEC 60076-2.

4. Niveles de Aislamiento

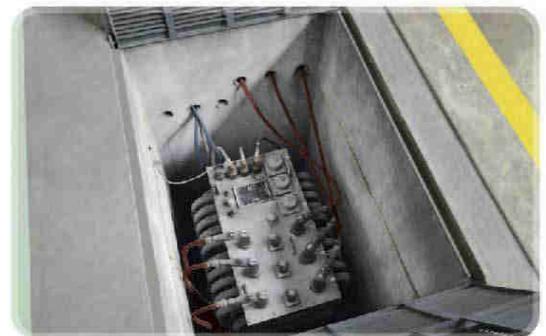
Están de acuerdo a la C57.12 / IEC 60076-3.



Subestación Metal Enclosed 1250 KVA 10/0.23 kV
Petroperú - Lima



Subestación Metal Enclosed 500 KVA 22.9/0.48 kV
Minera Sillustani - Puno



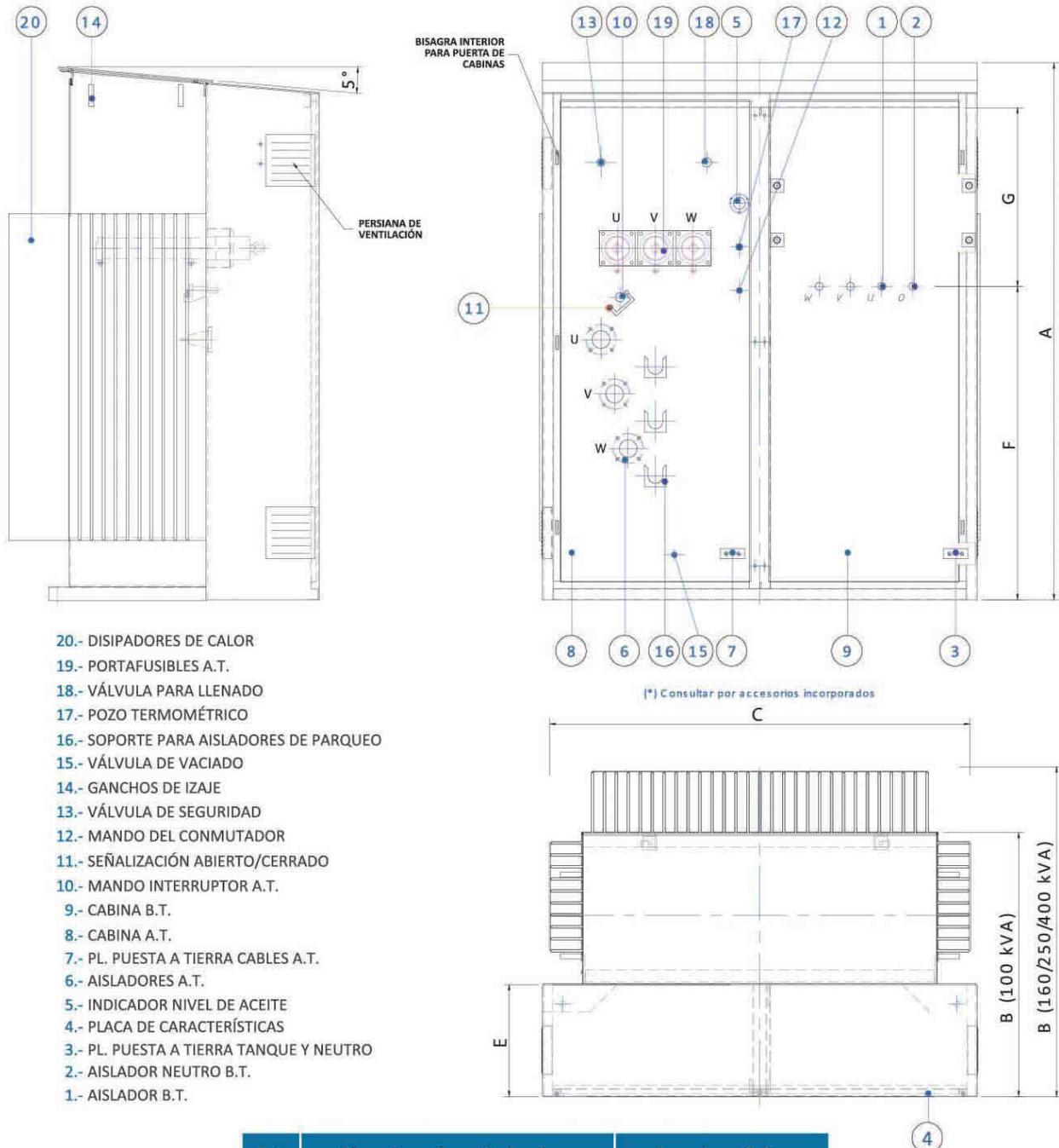
Transformador tipo bóveda (SPU) 160 KVA 10/0.23 kV
Delcrosa - Lima



Subestación tipo pedestal (PMT) 630 KVA 10/0.23 kV -
250 KVA 10/0.23 kV - 630 KVA 10/0.80 kV
Delcrosa - Lima

SUBESTACIÓN TRIFÁSICA PARA MONTAJE EN PEDESTAL

Serie 17.5 kV 1000 m.s.n.m.



- 20.- DISIPADORES DE CALOR
- 19.- PORTAFUSIBLES A.T.
- 18.- VÁLVULA PARA LLENADO
- 17.- POZO TERMOMÉTRICO
- 16.- SOPORTE PARA AISLADORES DE PARQUEO
- 15.- VÁLVULA DE VACIADO
- 14.- GANCHOS DE IZAJE
- 13.- VÁLVULA DE SEGURIDAD
- 12.- MANDO DEL CONMUTADOR
- 11.- SEÑALIZACIÓN ABIERTO/CERRADO
- 10.- MANDO INTERRUPTOR A.T.
- 9.- CABINA B.T.
- 8.- CABINA A.T.
- 7.- PL. PUESTA A TIERRA CABLES A.T.
- 6.- AISLADORES A.T.
- 5.- INDICADOR NIVEL DE ACEITE
- 4.- PLACA DE CARACTERÍSTICAS
- 3.- PL. PUESTA A TIERRA TANQUE Y NEUTRO
- 2.- AISLADOR NEUTRO B.T.
- 1.- AISLADOR B.T.

Pot.	Dimensiones Generales (mm)					Pesos Aprox.(kg)			
(kVA)	A	B	C	E	F	G	Parte Activa	Aceite	Total
*100	1600	920	1760	410	1020	500	360	450	1450
160	1600	1300			1020		400	1200	2450
250	1930	1400			1150	650	1600	3150	
400	1930	1400			1150	800	1280	3300	
630	1930	1400			1150	1200	1400	3500	

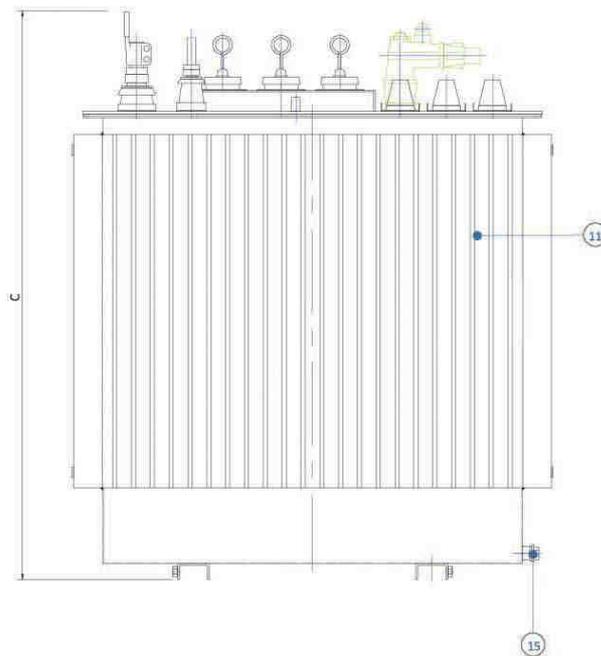
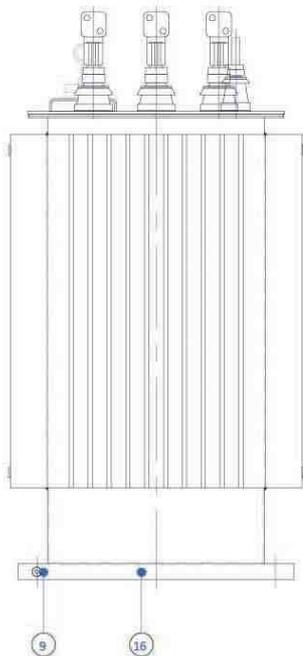
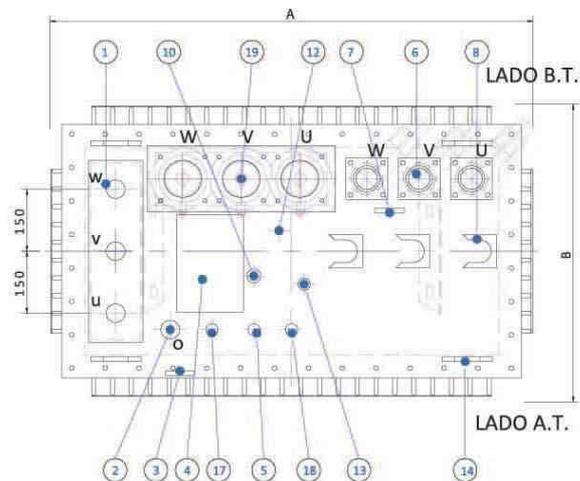
*Sin Disipadores de Calor.

Dimensiones aproximadas, sujetas a variación sin previo aviso.
Potencias y tensiones mayores a pedido.

SUBESTACIÓN TRIFÁSICA PARA MONTAJE EN BÓVEDA

Hasta 17.5 kV - 1000 m.s.n.m.

- 19.- PORTAFUSIBLES A.T.
- 18.- CONEXIÓN PARA PRUEBA DE PRESIÓN
- 17.- POZO TERMOMÉTRICO
- 16.- ESTRUCTURA BASE/SOPORTE
- 15.- VÁLVULA DE VACIADO
- 14.- GANCHOS DE IZAJE
- 13.- VÁLVULA DE SEGURIDAD
- 12.- MANDO DEL CONMUTADOR
- 11.- DISIPADORES DE CALOR
- 10.- MANDO INTERRUPTOR A.T.
- 9.- TOMA PARA PUESTA A TIERRA
- 8.- SOPORTE PARA AISLADORES DE PARQUEO
- 7.- PL. PUESTA A TIERRA CABLES A.T.
- 6.- AISLADORES A.T.
- 5.- INDICADOR NIVEL DE ACEITE
- 4.- PLACA DE CARACTERÍSTICAS
- 3.- PL. PUESTA A TIERRA TANQUE Y NEUTRO
- 2.- AISLADOR NEUTRO B.T.
- 1.- AISLADOR B.T.

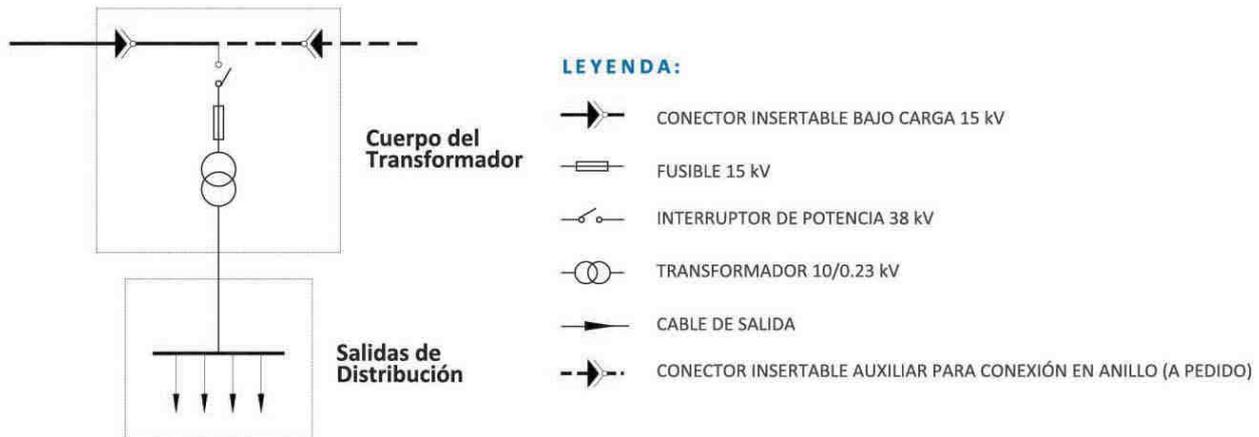


Pot.	Dimensiones Generales (mm)			
(kVA)	A	B	C	Peso (kg)
*100	1100	580	1450	1150
160	1200	800	1450	1250
250	1200	950	1450	1550
400	1300	1000	1650	1900

*Sin Disipadores de Calor.

Dimensiones aproximadas, sujetas a variación sin previo aviso.
Potencias y tensiones mayores a pedido.

ESQUEMA UNIFILARES BÁSICOS DE TRANSFORMADORES COMPACTOS



POTENCIA	FUSIBLE 15,5 kV HI-TECH TRANS-GUARD TIPO FX o EQUIV.	INTERRUPTOR DE POTENCIA TRIPOLAR DE 38 kV - 300A CENTRAL MOLONEY O EQUIVALENTE
50	CAT : HTFX240006 ó EQUIVALENTE	CAT : CM70343663 ó EQUIVALENTE
100	CAT : HTFX240010 ó EQUIVALENTE	CAT : CM70343663 ó EQUIVALENTE
160	CAT : HTFX240020 ó EQUIVALENTE	CAT : CM70343663 ó EQUIVALENTE
250	CAT : HTFX240020 ó EQUIVALENTE	CAT : CM70343663 ó EQUIVALENTE
400	CAT : HTFX240040 ó EQUIVALENTE	CAT : CM70343663 ó EQUIVALENTE
630	CAT : HTFX240040 ó EQUIVALENTE	CAT : CM70343663 ó EQUIVALENTE

ACCESORIOS NORMALIZADOS PARA TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN TRIFÁSICOS

ACCESORIO	MODELO	POTENCIA (kVA)																				
		15	25	40	50	80	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	
Conservador	1 kV < A.T. < 12 kV						S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
	A.T. > 12 kV	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
Ruedas	R85	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	S	S	S	S							
	R125														S	S	S	S	S	S	S	S
Válvula de Vaciado y Muestreo	Compuerta 1/2"	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S				
	Compuerta 3/4"																			S	S	S
Termómetro	Dial, bulbo rígido				X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Dial, bulbo rígido c/c																	X	X	X	X	X
	Dial, capilar flexible c/c																					X
Pozo Termométrico		X	X	X	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
Indicador de Nivel	Flotador (*)	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S						
	Dial, diam. 80 mm	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S						
	Dial, diam. 99 mm s/c																	S	S	S	S	S
	Dial, diam. 100 mm c/c																			X	X	X
Relé Buchholz	Diámetro interior 1"															X	X	X	X	X		
	Diámetro interior 2"																					X
Deshumecedor	TV75 - 1/2"G- 700KG aceite	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X						
	VE05 - 1/2"G- 1500KG aceite																	X	X	X	X	
	VE10 - 1"G - 3500KG aceite																					
Válvula de Seguridad		S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
Relé de Imagen Termica	MRST 150W																X	X	X	X	X	X

(S) Accesorios estándar incluidos en el Transformador

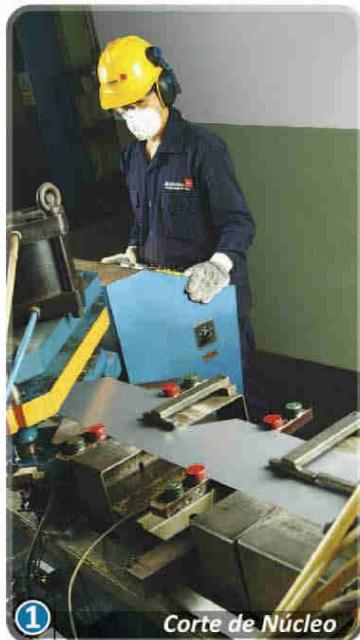
(X) Accesorios adicionales incluidos solo a pedido

(*) Aplica solo en Transformadores sin conservador

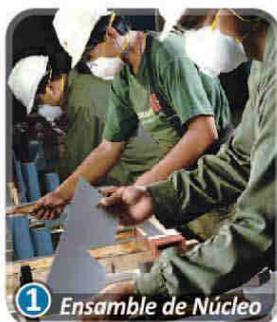
Nota: Las orejas de izaje o ganchos de suspensión, el perno de toma a tierra y la placa de características son accesorios que conforman la parte constructiva en todos los transformadores.

Procesos de Fabricación DE TRANSFORMADORES

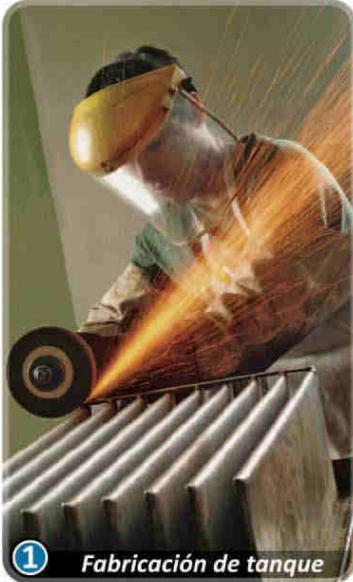
A Procesos Preliminares



B Parte Activa / Bobinado



C Carpintería Metálica



D Encubado y Pruebas



FORMULARIO TÉCNICO DE TRANSFORMADORES

1 POTENCIA ACTIVA, REACTIVA, APARENTE

$$S = \sqrt{3}UI$$

$$P = \sqrt{3}UI \cos \varphi$$

$$Q = \sqrt{3}UI \sin \varphi$$

$$S^2 = P^2 + Q^2$$

U = Voltaje de línea
 I = Corriente de línea
 S = Potencia aparente
 φ = Factor de potencia
 P = Potencia activa
 Q = Potencia reactiva

5 AUTOTRANSFORMADORES: POTENCIA DE PASO

$$\frac{P_{\text{aut}}}{P_{\text{transf}}} = \frac{U_1}{U_1 - U_2}$$

U₁ = Voltaje primario aut
 U₂ = Voltaje secundario aut
 P_{aut} = Potencia nominal autotransf.
 P_{transf} = Potencia nominal transformador

2 TENSIÓN DE CORTO CIRCUITO

$$U_{cc\%} = \frac{U_{cc}}{U_n} 100 = \frac{Z_{cc} I_n}{U_n} 100$$

U_{cc}% = Tensión de c.c.
 U_{cc} = Voltaje medido (prueba c.c.)
 U_n = Voltaje nominal (voltios)
 Z_{cc} = Impedancia c.c. (ohms)
 I_n = Corriente nominal (Amp)

3 CORRIENTE DE CORTO CIRCUITO

$$I_{cc} = \frac{100}{U_{cc}} \cdot I_n$$

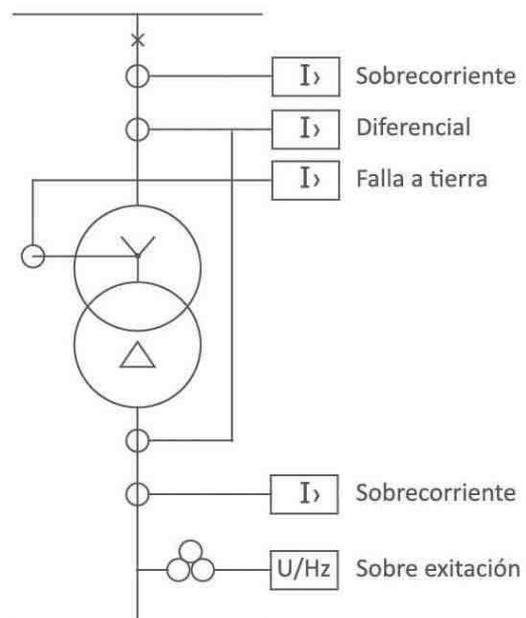
I_{cc} = Corriente de c.c. (pu)
 I_n = Corriente nominal
 U_{cc} = Tensión de c.c. (pu)

4 RESUMEN: PROPIEDADES GRUPOS DE CONEXIÓN

	ESTRELLA	TRIÁNGULO	ZIG ZAG
Tensión compuesta	U	U	U
Intensidad de línea	I	I	I
Intensidad por arrollamiento	I	$I/\sqrt{3}$	I
Sección arrollamiento (igual densidad de corriente)	S	$S/\sqrt{3}$	S
Número de espiras	N	$\sqrt{3}N$	$\frac{2}{\sqrt{3}} N$
Peso conductor (%)	100	100	115.5

6 PROTECCIÓN DE TRANSFORMADORES

a) En función de señales eléctricas:



b) En función de señales térmicas o mecánicas:

- Termómetros (temperatura aceite superior, temperatura bobinados).
- Relé a gas.
- Relé de presión súbita.
- Válvula de sobre presión.
- Indicadores de flujo de aceite.
- Indicadores de nivel de aceite.

TRANSFORMADOR AUTOPROTEGIDO



El nuevo concepto del diseño permite un mejor aprovechamiento para un diagrama de carga determinada.

- Su protección integrada mediante una coordinación adecuada de sus componentes permite la protección contra fallas externas e internas.
- Su aplicación extendida a un mayor número de unidades permite una reducción considerable de pérdidas de energía.

- Permite el reemplazo de unidades de mayor potencia, pues están diseñados para absorber sobrecargas de hasta el 200% en períodos de punta según el diagrama de carga.
- La evaluación económica de su sobrecargabilidad permite cuantificar los ahorros económicos en un período de tiempo determinado.



CONSTRUCCIONES ELECTROMECÁNICAS DELCROSA S.A.

Av. Argentina 1515 Lima 01 | Perú T. ++511 336 6614 F. ++511 336 8189
 N. 51*112*8070 | 51*827*5307 | 51*112*5988
 postmast@delcrosa.com.pe
 www.delcrosa.com.pe

Características generales

El seccionador de potencia ELECIN-FELMEC es un aparato de maniobra tripolar, de apertura y cierre a plena carga, para montaje interior, con mecanismo de mando independiente de la fuerza del operador, equipado con sistema de extinción del arco mediante sople de aire.

Chasis

Todos los elementos constitutivos del seccionador están montados sobre un chasis sólido de lámina de fierro de 4 mm de espesor. Sobre este chasis se encuentran los aisladores soporte de los contactos fijos y móviles, así como los aisladores de las bases portafusibles. Esta constitución unitaria garantiza el correcto alineamiento de los fusibles y la invariabilidad de la distancia "e"

Aisladores

Son de resina epóxica de larga línea de fuga. Los aisladores superiores, que soportan los contactos fijos, tienen un conducto que permite el flujo del aire para la extinción del arco eléctrico.

Contactos móviles y fijos

Los contactos móviles están formados por perfiles de cobre electrolítico (dos por polo) que garantizan gran rigidez mecánica. Los contactos móviles tienen además un juego de contactos auxiliares los cuales realizan el trabajo de ruptura de arco eléctrico con la ayuda de un fuerte sople de aire que se describe más adelante.

Sistema de extinción del arco eléctrico

La extinción del arco eléctrico, que se produce durante la maniobra de apertura entre contactos auxiliares y fijos, está garantizada por lo siguiente:

- Alta velocidad de apertura de los contactos móviles.
- Forma especial de los contactos auxiliares,
- Soplado enérgico de aire que circula a través de los contactos fijos. Para este efecto el seccionador cuenta con tres cilindros independientes, de acero inoxidable, provistos de pistones cuyo movimiento se realiza por medio de un sistema de transmisión acoplado los ejes principal y de contactos móviles.

Sistema de mando

El sistema de mando permite la apertura y cierre del seccionador en forma independiente de la velocidad y fuerza del operador; mediante un sistema de resorte siempre descargado; la carga de resorte ocurre en el momento en que el seccionador es accionado para la apertura o para el cierre. La operación de apertura o cierre se realiza un mecanismo y un tubo de extensión acoplado al eje principal mediante las levas correspondientes (cuando el seccionador está instalado de forma frontal) o directamente sobre el eje (cuando el seccionador está instalado de forma lateral).

Mecanismos de operación

Pueden ser de dos tipos:

- Tipo A: Tiene un solo resorte el que se carga y se descarga durante la operación de cierre o de apertura
- Tipo B: Tiene dos resortes, uno para el cierre y el otro para la apertura el cual se carga durante la operación de cierre.

Montaje en celda

Los seccionadores de potencia tipo Spal- A o B pueden instalarse de forma frontal, o lateral en un celda.
Montaje frontal: se requiere de una palanca, mecanismo de operación que se instala sobre el frente de maniobra de la celda y la transmisión correspondiente.
Montaje lateral: Sólo se requiere de una palanca y la operación es rotativa (ver fig 3)

Fusibles

Los fusibles son parte integrante de un seccionador de potencia que posea bases portafusibles integradas (tipo Spal-B). La selección de los fusibles debe ser adecuada cuando se trata de utilizarlos como medio de protección de un alimentador (salida de una subestación de distribución) o de un transformador. En ambos casos los fusibles sólo se aplican como protección contra sobre corrientes (cortocircuitos). Cuando se trata de un alimentador es recomendable observar que la corriente nominal del alimentador no supere el 70/80 % de la corriente nominal del fusible. Cuando se trata de proteger transformadores, generalmente, los fusibles deben seleccionarse con una corriente nominal del orden del 150 al 200 % de la corriente nominal del transformador (conviene observar las recomendaciones del fabricante defusibles - Ver tabla referencial en este folleto); la regla general a seguir es: Los fusibles debe seleccionarse de manera que; **a)** no se quemen con la corriente de inserción del transformador; **b)** actúen cuando la falla ocurre en el primario del transformador; **c)** cuando la falla es en la barra de baja tensión o en una salida, debe actuar primero el interruptor de protección respectivo

Aplicación en Subestaciones de Usuarios

El seccionador de potencia ELECIN-FELMEC es el aparato preferido como el más económico y confiable elemento de maniobra y protección principal en Subestaciones Eléctricas de usuarios finales. Usualmente y por limitación de los fusibles son aplicables, de forma holgada, para proteger transformadores de hasta 2000 KVA (en 10 KV), 3000 KVA (en 22.9 KV) y 4000 KVA (en 33 KV)

Poder de cierre

Una de las características a considerar cuando se selecciona un seccionador de potencia, es el denominado Poder de Cierre cuyo efecto se manifiesta si ocurre un cierre contra un cortociruito; ante tal ocurrencia, los efectos son de carácter electro dinámico por lo cual es de interés la corriente de pico o de choque. No obstante, si se trata de seccionadores de potencia con fusibles limitadores, la corriente de pico no es alcanzada pues es cortada por dichos fusibles. A este respecto ver, en la Nota 1, lo que dice la Norma IEC.

Protección contra sobrecargas y contra fallas a tierra

El seccionador de potencia ELECIN-FELMEC se puede aplicar como elemento de protección contra sobrecargas y contra fallas de puesta a tierra sólo mediante la adición de una bobina de desconexión que recibe la señal del relé corespondiente

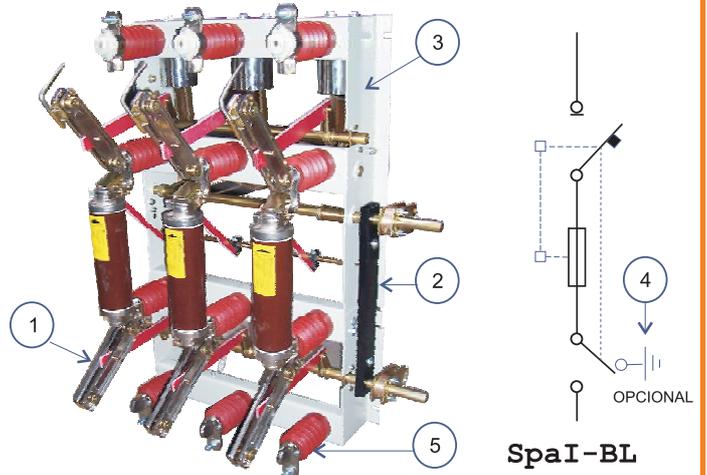
Normas

IEC 265, 420, 694

Aplicaciones

El Seccionador tipo SpAI-BL

Tiene aplicación muy extendida como elemento de maniobra en celdas de llegada, tanto en Subestaciones Convencionales como Compactas. Posee como accesorio especial un Seccionador Tripolar (1), denominado Seccionador de Línea que se abre, mediante mando por palanca, de abajo para arriba de modo que en su posición ABIERTO sus cuchillas quedan sin tensión. Posee un Bloqueo Mecánico (2) que impide que el Seccionador de Línea pueda abrirse cuando el seccionador de Potencia está en posición Cerrado; a su vez, el Seccionador de Potencia no podrá cerrarse si el Seccionador de Línea está en posición Abierto. Tanto el Seccionador de Potencia como el de Línea están montados sobre un Chasis (3) unitario lo que permite mantener su perfecta sincronización durante todo el período de vida del aparato. En caso sea requerido el Seccionador de Línea, en su posición Abierto, puede quedar automáticamente Puesto a Tierra (4). Los aisladores inferiores (5) pueden ser del tipo Capacitivos con lámparas de señalización de presencia de tensión



SpAI-BL

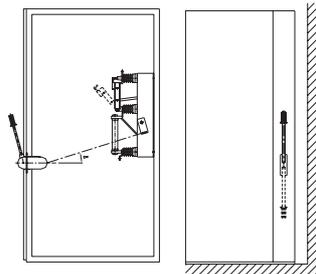
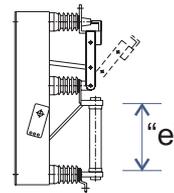


FIG 1

El seccionador de potencia se instala normalmente de forma frontal en cuyo caso se suministra (accesorio normal) un mando con palanca retirable y tubo de transmisión. El ángulo a no tiene restricciones por lo cual el mando puede instalarse a cualquier altura en el frente de la celda.

La palanca de mando se desplaza en un plano vertical (no rotativo), por lo tanto la celda puede instalarse de forma adyacente a una pared



La distancia "e" se define de acuerdo a los requerimientos del cliente. Normalmente, según la norma DIN 43625:

KV	e (mm)
12	292
17	367
24	442
36	537

FIG 2



Montaje lateral

El seccionador de potencia ELECIN-FELMEC puede instalarse de forma lateral; en este caso el mando es directamente sobre su eje, sin necesidad de mecanismo ni varillaje de transmisión, lo cual simplifica su instalación y maniobra. En la imagen se observa un seccionador de potencia tipo SpAI-B, instalado lateralmente en una celda que contiene también un TRAFOMIX

FIG 3



Mando motorizado

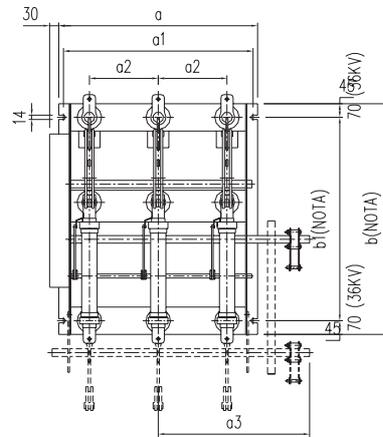
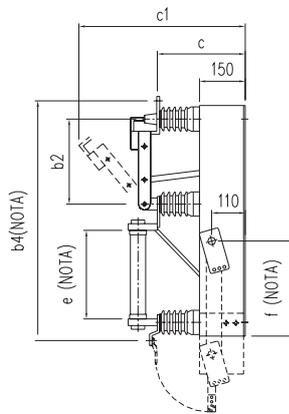
Los seccionadores de potencia tipo SpAI-A o SpAI-B pueden dotarse de un mecanismo de mando motorizado. El mecanismo se instala de forma independiente por lo cual también puede aplicarse a seccionadores de potencia ya instalados en subestaciones de usuarios o de centros de distribución. El tiempo de apertura es de 1 s el de cierre de 5 s, aproximadamente. En caso necesario, el mecanismo motorizado puede ser desactivado para el mando manual del seccionador. Fuente auxiliar: 110, 220 VCA

FIG 4

OTRAS APLICACIONES DEL SECCIONADOR DE POTENCIA

- En Celdas Modulares
- En Sistemas de Transferecia manual o automática
- En celdas para Minas, etc

Dimensiones y datos técnicos



NOTA

Para 12 y 17.5KV, incrementar 150 mm
si fusible "e" = 442
Para 36 KV, incrementar 95 mm
si fusible "e" = 537

KV	Dimensiones aproximadas en mm												Kg
	a	a1	a2	a3	b	b1	b2	b4	c	c1	e	f	
12	650	620	225	495	760	670	280	790	290	545	292	313	70
17.5	650	620	225	495	760	670	280	790	335	610	292	313	75
24	800	770	300	630	1030	940	400	1060	365	745	442	495	90
36	1000	990	400	830	1190	1050	510	1220	490	925	442	520	140

CARACTERISTICAS ELECTRICAS

Tensión nominal	KV	12	17.5	24	36
Nivel de aislamiento (BIL) a tierra y entre polos	KV	75	95	125	170
Nivel de aislamiento (BIL) a través de la distancia de seccionamiento	KV	85	110	145	195
Tension de prueba 1 min, a tierra y entre polos	KV	28	38	50	70
Tension de prueba, 1 min a través de la distancia de seccionamiento	KV	32	45	60	80
Corriente nominal	A	400,630	400,630	400,630	400
Poder de ruptura en circuitos de transformadores en vacio	A	16	16	16	16
Poder de ruptura en circuitos de cables en vacio	A	10	10	10	10
Corriente de corta duracion	A	16	16	16	16
Poder de cierre (valor pico)	KA	40	40	40	31.5

Tabla orientativa de selección de fusibles de acuerdo a la potencia del transformador

KVA	10 KV	22.9 KV	33 KV
	Corriente nominal del fusible		
100	10	4	3
160	16	7	5
200	20	9	6
250	25	11	7
320	31	14	10
400	39	17	12
500	49	21	15
630	62	27	19
800	79	34	24
1000	98	43	30
1250	123	54	37
1600	157	69	48
2000	196	86	59

Se recomienda seleccionar los fusibles de corriente nominal inmediatamente superior a la señalada, o consultar con el proveedor

Nota 1: Sobre este particular la Norma IEC 298 en su acápite 4.6 (rated peak withstand current) anota lo siguiente " In principle, the rated short time withstand current and the rated peak withstand current of main circuit cannot exceed the corresponding rated values of the weakest of its series connected components. However, for each circuit or compartment, advantage may be taken of apparatus limiting the short circuit current, as current-limiting fuses, reactors, etc".

Características

Características de construcción	
Forma del conductor	Circular stranded (RM)
Libre de plomo	Sí
Aislamiento	Polietileno reticulado
Pantalla	Hilos de cobre + cinta de continuidad de cobre
Material of bedding	Separation tape
Cubierta exterior	PVC
Características de uso	
Embalaje	Bobina
Minimum installation temperature	-20 °C
Temperatura máxima del conductor	90 °C
Temperatura máxima del conductor en corto-circuito	250 °C
Bending factor when laying	15 (xD)

Technical Data - NA2XSY 6/10 kV

Sección [mm ²]	Nom. insulation thick. [mm]	Screen section [mm ²]	Nom. outer sheath thick. [mm]	Diámetro exterior mínimo [mm]	Diámetro ext. máximo [mm]	Peso aprox. [kg/km]	Perm. current rating buried 20°C - trefoil formation [A]	current rating in air 30°C - trefoil [A]
35	3.4	16	2.5	23.0	28.0	700	145	153
50	3.4	16	2.5	24.0	29.0	750	171	183
70	3.4	16	2.5	26.0	31.0	850	208	228
95	3.4	16	2.5	26.0	32.0	950	248	278
120	3.4	16	2.5	28.0	34.0	1050	283	321
150	3.4	25	2.5	29.0	35.0	1300	315	364
185	3.4	25	2.5	31.0	37.0	1400	357	418
240	3.4	25	2.5	33.0	39.0	1650	413	494
300	3.4	25	2.5	36.0	41.0	1850	466	568
400	3.4	35	2.5	40.0	45.0	2300	529	660
500	3.4	35	2.5	43.0	48.0	2650	602	767

Technical Data - NA2XSY 12/20 kV

Sección [mm ²]	Nom. insulation thick. [mm]	Screen section [mm ²]	Nom. outer sheath thick. [mm]	Diámetro exterior mínimo [mm]	Diámetro ext. máximo [mm]	Peso aprox. [kg/km]	Perm. current rating buried 20°C - trefoil formation [A]	current rating in air 30°C - trefoil [A]
50	5.5	16	2.5	28.0	33.0	950	172	185
70	5.5	16	2.5	30.0	35.0	1050	210	231
95	5.5	16	2.5	31.0	36.0	1150	251	280
120	5.5	16	2.5	32.0	38.0	1300	285	323
150	5.5	25	2.5	34.0	39.0	1500	319	366
185	5.5	25	2.5	36.0	41.0	1650	361	420
240	5.5	25	2.5	38.0	44.0	1850	417	496

NA2XSY

Sección [mm ²]	Nom. insulation thick. [mm]	Screen section [mm ²]	Nom. outer sheath thick. [mm]	Diámetro exterior mínimo [mm]	Diámetro ext. máximo [mm]	Peso aprox. [kg/km]	Perm. current rating buried 20°C - trefoil formation [A]	current rating in air 30°C - trefoil [A]
300	5.5	25	2.5	40.0	46.0	2100	471	569
400	5.5	35	2.5	43.0	49.0	2550	535	660
500	5.5	35	2.5	46.0	52.0	2900	609	766

Technical Data - NA2XSY 18/30 kV

Sección [mm ²]	Nom. insulation thick. [mm]	Screen section [mm ²]	Nom. outer sheath thick. [mm]	Diámetro exterior mínimo [mm]	Diámetro ext. máximo [mm]	Peso aprox. [kg/km]	Perm. current rating buried 20°C - trefoil formation [A]	current rating in air 30°C - trefoil [A]
50	8.0	16	2.5	32.0	38.0	1150	174	187
70	8.0	16	2.5	34.0	40.0	1300	213	232
95	8.0	16	2.5	35.0	41.0	1450	254	282
120	8.0	16	2.5	37.0	43.0	1550	289	325
150	8.0	25	2.5	38.0	44.0	1800	322	367
185	8.0	25	2.5	40.0	46.0	1950	364	421
240	8.0	25	2.5	42.0	48.0	2200	422	496
300	8.0	25	2.5	45.0	51.0	2450	476	568
400	8.0	35	2.5	48.0	54.0	2900	541	650
500	8.0	35	2.6	51.0	57.0	3300	616	764

Información sobre entregas

Note: On request we are delivering three single core laid up cables on one drum

1) trefoil touching arrangement



LUZ DEL SUR

Llevamos más que luz

DPMT.1278737

- La subestación deberá estar ubicada dentro de su predio, con fácil y libre acceso para el montaje de los equipos desde la vía pública, y para definir el grado de protección (hermeticidad) de las celdas deberá tomarse en cuenta las instalaciones de combustible existentes y/o proyectadas.

Es oportuno indicarle que se ha asignado el número 177680, para los trámites correspondientes a su expediente; así mismo deberán numerar los planos del proyecto con los códigos 177680 - 01,02, etc.

Cualquier consulta que tuviese al respecto, nuestro equipo de especialistas estará gustoso de absolverla, llamando a fonoluz: 617-5000.

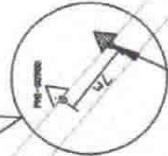
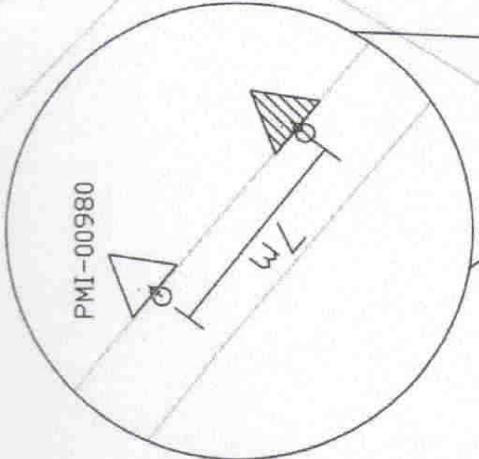
Atentamente,


Edwin Vivanco Zacarias
Dpto. Proyectos y Control de Obra MT

Exp. 177680
/ndie

AV. SAN PEDRO

PREDIO



PMI PROYECTADO
IESA S.A.
DM. 400kW
PCC=200MVA-22,9kV
t_a=0.02s