

**UNIVERSIDAD NACIONAL TECNOLÓGICA DE LIMA SUR**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y GESTIÓN**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA**



**“DISEÑO DEL SISTEMA DE UTILIZACIÓN EN MEDIA TENSIÓN 22.9KV  
PARA SUMINISTRAR ENERGÍA AL CONDOMINIO VALLE  
ESCONDIDO”**

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL**

Para optar el Título Profesional de

**INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA**

**PRESENTADO POR EL BACHILLER**

**ESPETIA TORRES, FRANCISCO ELVIS**

**Villa El Salvador**

**2018**

## **DEDICATORIA**

**A DIOS:** En quien encomiendo todos mis caminos y siempre pido en oración.

**A MI AMADA ESPOSA:** Quien siempre me estuvo apoyando a lo largo todos los años y por creer en mi capacidad.

**A MIS PADRES:** Que siempre confiaron y tuvieron la esperanza en mí.

**A MIS HIJOS:** Que son mi fuente de motivación e inspiración para poder superarme cada día más.

## **AGRADECIMIENTO**

A la Universidad Tecnológica de Lima Sur, por haberme otorgado la oportunidad de forjar una carrera profesional.

A los docentes, quienes inculcaron los conocimientos necesarios y me prepararon para afrontar nuevos retos.

A mi familia quienes me brindaron su apoyo y me impulsaron a seguir adelante.

## ÍNDICE

INTRODUCCIÓN .....	1
<b>CAPITULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b>	
1.1. DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA.....	2
1.2. JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA .....	3
1.3. DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA.....	3
1.3.1. ESPACIAL.....	3
1.3.2. TEMPORAL.....	3
1.4. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	4
1.4.1. PROBLEMA GENERAL .....	4
1.4.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS .....	4
1.5. OBJETIVOS.....	4
1.5.1. OBJETIVO GENERAL.....	4
1.5.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	4
<b>CAPITULO II: MARCO TEÓRICO</b>	
2.1. ANTECEDENTES .....	5
2.2. BASES TEÓRICAS.....	8
2.2.1. LOS SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA .....	8
2.2.2. SISTEMA DE UTILIZACIÓN.....	9
2.2.3. SISTEMA DE UTILIZACIÓN EN MEDIA TENSIÓN .....	9
2.2.4. NIVELES DE TENSIÓN .....	9
2.2.5. ESQUEMAS DE DISTRIBUCIÓN .....	10
2.2.6. SUBESTACIONES DE DISTRIBUCIÓN.....	11
2.2.7. LINEAS SUBTERRANEAS .....	12
2.2.8. CABLES SUBTERRANEAS.....	13
2.2.9. EL TRANSFORMADOR .....	14
2.2.10. TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN .....	15
2.2.11. SUBESTACIONES ELÉCTRICAS.....	16
2.2.12. NORMAS TÉCNICAS .....	19
2.2.13. PUNTO DE DISEÑO .....	20
2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS.....	21
<b>CAPITULO III: DESARROLLO DEL TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL</b>	

<b>3.1. DESCRIPCIÓN .....</b>	<b>24</b>
<b>3.1.1. LUGAR DE EJECUCIÓN.....</b>	<b>24</b>
<b>3.1.2. ALCANCE DEL PROYECTO .....</b>	<b>25</b>
<b>3.1.3. DETERMINACIÓN DE LA TRAYECTORIA, RECORRIDO DE LA RED ELÉCTRICA .....</b>	<b>25</b>
<b>3.1.4. DESCRIPCIONES DEL PROYECTO .....</b>	<b>27</b>
<b>3.1.5. DEMANDA MÁXIMA .....</b>	<b>28</b>
<b>3.1.6. PARAMETROS CONSIDERADO .....</b>	<b>29</b>
<b>3.1.7. SISTEMA TARIFARIO EN MEDIA TENSIÓN.....</b>	<b>29</b>
<b>3.2. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LOS EQUIPOS .....</b>	<b>33</b>
<b>3.2.1. CABLES PARA RED SUBTERRÁNEA .....</b>	<b>33</b>
<b>3.2.2. POSTES DE CONCRETO .....</b>	<b>38</b>
<b>3.2.3. TERMINALES TERMOCONTRAIBLES .....</b>	<b>40</b>
<b>3.2.4. CINTAS SEÑALIZADORAS .....</b>	<b>40</b>
<b>3.2.5. MÉNSULAS .....</b>	<b>41</b>
<b>3.2.6. AISLADORES Y ACCESORIOS .....</b>	<b>41</b>
<b>3.2.7. CONECTORES AÉREOS.....</b>	<b>42</b>
<b>3.2.8. PUESTA A TIERRA.....</b>	<b>43</b>
<b>3.2.9. SUBESTACIÓN DE TRANSFORMACIÓN.....</b>	<b>43</b>
<b>3.2.10. PROTECCIÓN EN LADO PRIMARIO .....</b>	<b>45</b>
<b>3.3. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL MONTAJE .....</b>	<b>46</b>
<b>3.3.1. CABLES PARA RED SUBTERRÁNEA .....</b>	<b>47</b>
<b>3.3.2. CRUZADAS DE CONCRETO.....</b>	<b>48</b>
<b>3.3.3. POSTE DE CONCRETO.....</b>	<b>50</b>
<b>3.4. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS .....</b>	<b>54</b>
<b>3.4.1. CÁLCULO DE DEMANDA MÁXIMA .....</b>	<b>54</b>
<b>3.4.2. CÁLCULO DE CAÍDA DE TENSIÓN Y DIMENSIONAMIENTO DE LOS CABLES .....</b>	<b>55</b>
<b>3.4.3. CÁLCULO DE LA PUESTA A TIERRA.....</b>	<b>63</b>
<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>65</b>
<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>66</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>67</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>69</b>

## INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de suficiencia profesional tiene por objetivo, desarrollar el diseño del sistema de utilización en media tensión 22.9kv para suministrar energía al condominio Valle Escondido

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

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

Este trabajo presenta los siguientes capítulos

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

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

En el capítulo III Se desarrolla el trabajo de suficiencia profesional

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

## **CAPITULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

### **1.1 DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA**

En el mes de marzo del año 2017; existía un problema para los propietarios del condominio denominado “Valle Escondido” situado en la provincia de Cañete, distrito de Mala, los propietarios se empezaron a quejar a la administración del condómino por los constantes cortes de fluido eléctrico que malograban sus aparatos electrodomésticos, este malestar afectaba a cada propietario de los 20 departamentos. Frente a este problema y asesorados por un especialista en el tema. La junta de propietarios solicito mediante una carta a la concesionaria Luz del Sur, un aumento de potencia en el suministro existente N°1580924 en B.T; la concesionaria respondió a ello, indicando que sus redes eléctricas están sobrecargadas y por ley de concesiones eléctricas, así como las normas de distribución, tenían un plazo de atención de 12 meses. Esta respuesta preocupo a los propietarios, quienes buscaron una pronta solución, frente a las consultas realizadas a la concesionaria, indico una alternativa en obtener en menos tiempo el suministro en MT

En tal sentido las Juntas de Propietarios en una reunión acordaron contratar un profesional especialista en el tema el Ing. Joel Moreno Yataco con CIP N° 87861, para

poder presentar un proyecto que haga factible el desarrollo de un sistema de utilización en M.T. Motivo por el cual describo el trabajo de suficiencia profesional.

## **1.2 JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA**

El desarrollo inmobiliario va en aumento por la necesidad de la población a acceder a una vivienda; dentro del desarrollo de estos grandes proyectos, contemplan el suministro de los servicios básicos, como es el suministro de agua, energía eléctrica, gas natural; que satisfagan las necesidades de los usuarios, ofreciendo un servicio de calidad; este presente proyecto, es referido a obtener un suministro eléctrico para obtener una potencia adecuada que satisfaga la máxima demanda de cada usuario

Por tal motivo el presente proyecto eléctrico propone el diseño del sistema de utilización en Media Tensión 22,9 Kv para el Condominio Valle Escondido

## **1.3 DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA**

El proyecto tiene como delimitación, diseñar el sistema de utilización en media tensión 22.9 KV para el Condominio Valle Escondido

### **1.3.1 ESPACIAL**

El diseño del proyecto mecánico eléctrico se desarrollará en el Valle de Mala UCV 08160 distrito de Mala, Provincia de Cañete y Departamento de Lima

### **1.3.2 TEMPORAL**

El diseño del proyecto mecánico eléctrico fue desarrollado durante el periodo de abril del 2017 a julio del 2017



## **1.4 FORMULACION DEL PROBLEMA**

### **1.4.1 PROBLEMA GENERAL**

¿Cuál será el diseño del sistema de utilización en media tensión 22.9Kv para suministrar energía eléctrica al Condominio Valle Escondido?

### **1.4.2 PROBLEMAS ESPECIFICOS**

¿Cuál será la máxima demanda del Condominio Valle Escondido, para el dimensionamiento de la subestación?

¿Cuál será la mejor trayectoria en media tensión 22.9KV, para el tendido de la red eléctrica del Condominio Valle Escondido?

## **1.5 OBJETIVOS**

### **1.5.1 OBJETIVO GENERAL**

Desarrollar el diseño del Sistema de Utilización en Media Tensión 22.9kv para suministrar energía eléctrica al Condominio Valle Escondido

### **1.5.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS**

Determinar la máxima demanda del Condominio Valle Escondido, para el dimensionamiento de la subestación

Determinar la mejor trayectoria en media tensión 10/22.9 KV, para el tendido de la red eléctrica del Condominio Valle Escondido

## CAPITULO II MARCO TEORICO

### 2.1 ANTECEDENTES

Lujan, J. (2014). ***“Diseño y ejecución de un sistema de utilización en media tensión 22.9 KV (operación inicial 10 KV).”*** Trabajo de investigación para optar el título de Ingeniero Mecánico Eléctrico. Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur. Perú; en su objetivo refiere.

Elaboración y ejecución de un proyecto para el aumento de carga en media tensión y su respectiva subestación de transformación particular para suministrar energía eléctrica a las instalaciones de la empresa “CONCYSSA S.A.”

En sus conclusiones manifiesta.

Solicitar un aumento de carga en media tensión a la concesionaría siempre es factible, considerando que las redes estén implementadas

Meza, F. (2015). ***“Diseño del sistema de utilización en media tensión 22.9 Kv para la empresa IESA S.A.”*** Tema de investigación para optar el título de Ingeniero Mecánico Eléctrico. Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur. Perú; en su objetivo refiere.

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

En sus conclusiones manifiesta.

Se desarrolló el proyecto eléctrico denominado: Diseño del sistema de utilización en media tensión 22.9 Kv, para la empresa IESA S.A. cumpliendo con las estipulaciones de las normas vigentes en nuestro país.

Como resultado de este trabajo la empresa IESA S.A. podrá continuar con el proceso de solicitud del suministro eléctrico para su establecimiento destinado como taller de metalmecánica.

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

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

En sus conclusiones manifiestan.

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

La importancia de los instrumentos eléctricos de medición es incalculable, ya que mediante el uso de ellos se miden e indican magnitudes eléctricas, como corriente,

carga, potencial y energía o las características eléctricas de los circuitos, como la resistencia, la capacidad, la capacitancia y la inductancia. Además, que permiten localizar las causas de una operación defectuosa en aparatos eléctricos en los cuales, como es bien sabidos, no es posible apreciar su funcionamiento en forma visual, como en el caso de un aparato mecánico

Zerpa, K. (2013) ***“Evaluación de la eficiencia energética y diseño óptimo de una línea de distribución en media tensión -10KV”*** Tesis para optar el título de Ingeniero Mecánico- Eléctrico. Universidad de Piura. Perú. En sus conclusiones manifiesta.

En resumen, en la presente tesis se ha realizado el diseño de una línea de distribución eléctrica o también conocido como sistema de utilización en media tensión que permitirá el suministro de potencia y energía a las instalaciones de la empresa DEEPER BLUE SEA LLC en forma óptima y eficiente. Para tal efecto se ha procedido, en primer lugar, a establecer el recorrido de la línea en base a normativas que establecen los criterios necesarios basados en distancias de seguridad, facilidad de instalación y mantenimiento; seguidamente, se ha hecho una preselección del calibre del conductor en base a la calidad de energía lograda; de esta manera fueron descartados aquellas secciones que producían caídas de tensión mayores a lo requerido

## 2.2 BASES TEORICAS

### 2.2.1 LOS SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN DE ENERGIA ELÉCTRICA

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

Dependiendo de las características de las cargas, los volúmenes de energía involucrados, y las condiciones de fiabilidad y seguridad con que deban operar, los sistemas de distribución se clasifican en: Industriales, Comerciales, Urbanos, y Rurales

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

Los sistemas de distribución rural se encargan del suministro eléctrico a zonas de menor densidad de cargas, por lo cual requiere de soluciones especiales en cuanto a equipos y a tipos de red. Debido a las distancias largas y las cargas pequeñas, es elevado el coste del KWh consumido. En algunos casos es incluso justificado, desde el punto de vista económico, la generación local en una fase inicial, y sólo en una fase posterior, puede resultar económica y práctica la interconexión para formar una red grande (Harper, E. (2008). *Sistemas de transmisión y distribución de potencia eléctrica*, p 23-26)

## **2.2.2 SISTEMA DE UTILIZACIÓN**

Es un conjunto de instalaciones destinado a llevar energía eléctrica a cada usuario, desde el punto de entrega hasta los diversos artefactos eléctricos en los que se produzca su transformación en otras formas de energía (Ministerio de Energía y Minas. (2006). *Código Nacional Electricidad Utilización*. p. 23)

## **2.2.3 SISTEMA DE UTILIZACIÓN EN MEDIA TENSIÓN**

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

Estas instalaciones pueden estar ubicadas en la vía pública o en propiedad privada, excepto la subestación, que siempre deberá instalarse en la propiedad del Interesado. Se entiende que quedan fuera de este concepto las electrificaciones para usos de vivienda y centros poblados. (Ministerio de Energía y Minas. (2012). *Normas de procedimientos RD N°018-200 –EM/DGE*).

## **2.2.4 NIVELES DE TENSIÓN**

Podrá continuar utilizándose los niveles de tensión existentes y las tensiones recomendadas siguientes:

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 (Ministerio de Energía y Minas. (2011). *Código Nacional de Electricidad* p.8)

## 2.2.5 ESQUEMAS DE DISTRIBUCIÓN

Definen básicamente la topología de la red

Para la determinar el esquema de la red de distribución, se debe considerar los siguientes aspectos:

- a) **Seguridad de Suministro:** de acuerdo a las cargas que hay que alimentar, se requiere mayor o menor confiabilidad o seguridad, de modo que las interrupciones de servicio no afecten especialmente a las mayores confiabilidad de servicio
- b) **Caída de tensión:** la calidad de servicio requiere que las caídas de tensión a los suministros sean las mínimas permitidas por las normas de modo que las tensiones que se reciban en un suministro estén dentro del rango de tensiones que permita la operación de sus equipos eléctrico

**Sistemas de protección eléctrica:** Se utilizan en los sistemas eléctricos de potencia para evitar la destrucción de equipos o instalaciones por causa de una falla que podría iniciarse de manera simple y después extenderse sin control en forma encadenada.

**Planeamiento:** se deberá tomar en cuenta el crecimiento de la carga y ampliaciones futuras (Sarzo, A. (2007). *Proyectos de electrificación*, p. 77)

## 2.2.6 SUBESTACIONES DE DISTRIBUCION

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

### 2.2.6.1 TIPOS

a) **ÁREA.** - Tipo exterior, instalado sobre el nivel del piso en uno o más postes

b) **COMPACTA.** –

- **Bóveda (Subterránea).** - Transformador compacto, dispositivos de protección y maniobra incorporados, instalación en bóveda subterránea. Tableros de distribución y control en murete a nivel del piso
- **Pedestal.** - Transformador compacto, dispositivos de protección y maniobra incorporados, instalación en base de concreto a nivel de piso. Area circundante prevista para maniobras y trabajo

c) **AL INTERIOR DE EDIFICIOS (En caseta).** – Instalación en ambiente apropiado que forma parte del edificio, el cual puede ser usado para otros propósitos.

d) **CONDICIONES PARA LA SELECCIÓN**

- ✓ Tensión en el punto de alimentación
- ✓ Tensión de usuario





## 2.2.8 CABLES SUBTERRANEAS

Los conductores eléctricos son de cobre recocido o aluminio semiduro, cableados a base de hilos redondos (cuerda) para conductores unipolares. Para secciones iguales o mayores a  $50\text{mm}^2$  en cables multipolares se utilizan cuerdas sectoriales. La resistividad del aluminio es 1.64 veces mayor que el de cobre; pero a igualdad de resistencia eléctrica en tres conductores el peso del aluminio es la mitad de cobre

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

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

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

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

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

Las cubiertas de los cables protegen las armaduras metálicas contra la corrosión y la acción de agentes químicos. Si la armadura es de plomo la cubierta no es necesaria. Actualmente la mayoría de las cubiertas se hacen de materiales termoplásticos PVC y poliolefina termoplástica(Z1) (Garcia, J. (2007). *Instalaciones eléctricas en media y baja tensión*, p. 119-121)

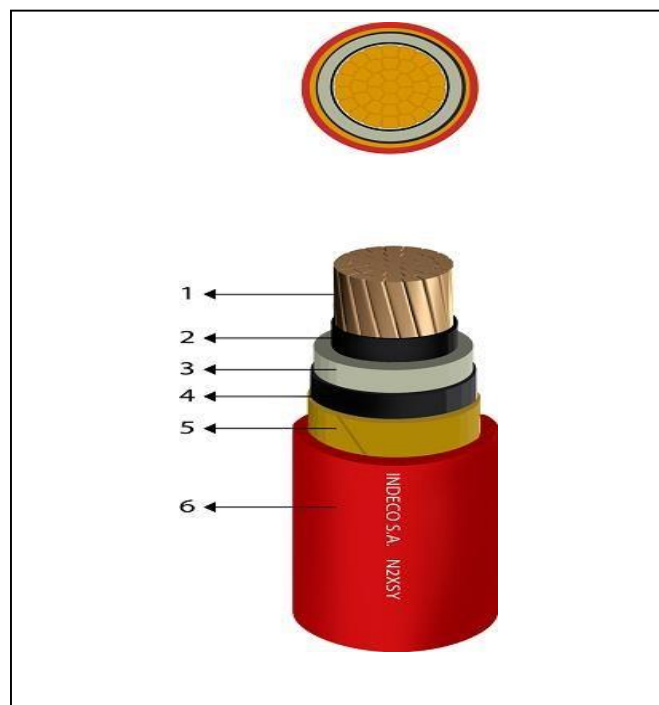


Figura N°3: Cable N2XSY 18/30 Kv, de Media Tensión para instalación subterránea ,

### 2.2.9 EL TRANSFORMADOR

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

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

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

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

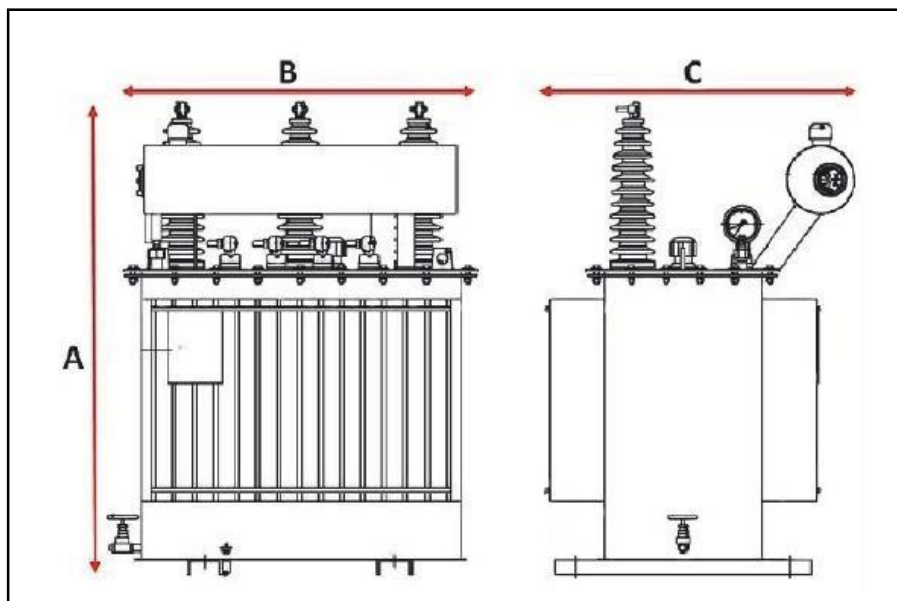


Figura N°4: Transformador de distribución

### 2.2.10 TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCION

Los transformadores de distribución son utilizados para reducir la tensión trifásica en redes de distribución eléctrica a tensión de consumo domiciliaria, principalmente en áreas metropolitanas y para aplicaciones industriales, ver anexo 2



*Figura N°5: Transformador de distribución, Marca Promelsa,*

#### **2.2.10.1 TRANSFORMADORES TIPO SECO**

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

#### **2.2.10.2 TRANSFORMADORES EN ACEITE**

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

#### **2.2.11 SUBESTACIONES ELÉCTRICAS**

Una subestación eléctrica es una instalación destinada a modificar y establecer los niveles de tensión de una infraestructura eléctrica, para facilitar el transporte y distribución de la energía eléctrica, su equipo principal es el transformador

### **2.2.11.1 SUBESTACIÓN DE DISTRIBUCIÓN ÁREA**

Es la subestación de distribución cuyo equipamiento es del tipo exterior (a la intemperie) y está instalado sobre el nivel del piso en uno o dos soportes. Si la subestación aérea esta soportada en un poste (generalmente de concreto armado pretensado) es tipo Monoposte, y si esta soportado por 2 postes unidos entre si por una plataforma en la que se asienta el transformador (generalmente de concreto armado pretensado) es tipo Biposte

En la subestación área Biposte se instala un transformador trifásico y en la subestación área Monoposte se instala 2 o 3 transformadores monofásico en conexión trifásica, aunque también podría instalarse un transformador trifásico de hasta 100KV como máximo si su peso así lo permite

#### **a) SUBESTACIÓN DE DISTRIBUCIÓN ÁREA MONOPOSTE (SAM)**

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

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



Figura N°6: Subestación Aérea Monoposte.

#### **b) SUBESTACIÓN DE DISTRIBUCIÓN ÁREA MONOPOSTE (SAB)**

Son subestaciones que están soportadas en 2 postes unidos entre sí por una plataforma en la que se asienta el transformador (generalmente de concreto armado pretensado) ver anexo 4

En la subestación área biposte se instalan transformadores trifásicos, si la SAB es de 10/ 0.23KV, el transformador puede ser de : 50,100,160,250,400 o 630 KVA nominales ,( Charry, J. (2017) *Equipamiento de subestaciones de distribución*)



*Figura N°7: Subestación Aérea Biposte,*

### **2.2.12 NORMAS TECNICAS**

La norma estipula los requisitos para establecer un sistema de aseguramiento de calidad o para dar confianza de que un producto satisface los requisitos para la calidad. Las normas más conocidas para los transformadores de potencia son: IEC (internacional electrotechnical comisión) ANSI (American National Standard Institute) IEE (The Institution of Electrical Engineers) NEMA (National Electrical Manufacturers Association)

Todas estas normas tienen diferente nivel de exigencia y las empresas fabricantes y comercializadoras de transformadores de potencia se caracterizan por las normas que rigen su proceso de fabricación y control de la calidad. ( Fraile, M. y col. (2004). Líneas e instalaciones eléctricas)



### **2.2.13 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 (Ministerio de Energía y Minas. (2012). *Normas de procedimientos RD N°018-200 –EM/DGE*, p.7).

#### **Consideraciones de diseño**

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

- ✓ Decreto Ley N° 25844 “Ley de Concesiones Eléctricas” y su Reglamento.
- ✓ Norma Técnica de Calidad de los Servicios Eléctricos.
- ✓ Código Nacional Electricidad Suministro.
- ✓ Calificación eléctrica
- ✓ Plano de lotización en escala adecuada y documento de aprobación emitido por la Municipalidad del Distrito o Provincia según corresponda.
- ✓ Normas DGE “Terminología en Electricidad” y “Símbolos Gráficos en Electricidad”.
- ✓ Condiciones técnicas indicadas en el documento de punto de diseño emitido por el Concesionario.
- ✓ Lista de Equipos y materiales técnicamente aceptables del concesionario respectivo
- ✓ Normas técnicas de las instalaciones del Concesionario.
- ✓ Disposiciones municipales según corresponda.
- ✓ Reglamento Nacional de Construcciones vigente.

- ✓ Ley de Protección del Medio Ambiente y Protección del Patrimonio Cultural de la Nación según corresponda.
- ✓ Sistema Legal de Unidades de Medida del Perú (SLUMP).
- ✓ Norma técnica DGE de alumbrado de vías Públicas. ((Ministerio de Energía y Minas. (2012). *Normas de procedimientos RD N°018-200 –EM/DGE*, p.15).

### 2.3 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

**Acometida.** - Parte de una instalación eléctrica comprendida entre la red de distribución

(incluye el empalme) y la caja de conexión y medición o la caja de toma.

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

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

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

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

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

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

**Energizado.** - Eléctricamente conectado a una diferencia de potencial o eléctricamente cargado de modo que tenga un potencial contra tierra. Sinónimo: vivo. transformador y equipos de maniobra, pero no incluye elementos tales como equipos tipo pedestal, instalaciones en buzones de inspección y cámaras.

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

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

**Punto de entrega.** - Punto de interfaz entre una red de energía eléctrica y un usuario de la energía eléctrica; el usuario podría ser un usuario final o una organización para la distribución de energía eléctrica a los usuarios finales. El Reglamento de la Ley de Concesiones considera el punto de entrega, para los suministros en baja tensión, como la conexión eléctrica entre la acometida y las instalaciones del concesionario. En los casos de media y alta tensión, el concesionario establecerá el punto de entrega en forma coordinada con el usuario, lo que deberá constar en el respectivo contrato de suministro.

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

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

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

**Tensión.** - La diferencia de potencial eficaz entre dos conductores cualquiera o entre un conductor y la tierra. Las tensiones están expresadas en valores nominales a menos que se indique lo contrario. La tensión nominal de un sistema o circuito es el valor asignado al sistema o circuito para una clase dada de tensión con el fin de tener una designación adecuada. La tensión de operación del sistema puede variar por encima o por debajo de este valor. (Ministerio de Energía y Minas. (2011). *Código Nacional de Electricidad*, p 8-19)

## CAPITULO III: DESARROLLO DEL TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

### 3.1 DESCRIPCIÓN

El presente proyecto contempla el diseño y cálculo de la red del Sistema de Utilización en MT para dotar de energía eléctrica al: CONDOMINIO “VALLE ESCONDIDO”

#### 3.1.1 LUGAR DE EJECUCIÓN

El condominio se encuentra en el Valle de Mala UCV 08160 distrito de Mala, Provincia de Cañete y Departamento de Lima, tal como se observa en la Figura 08

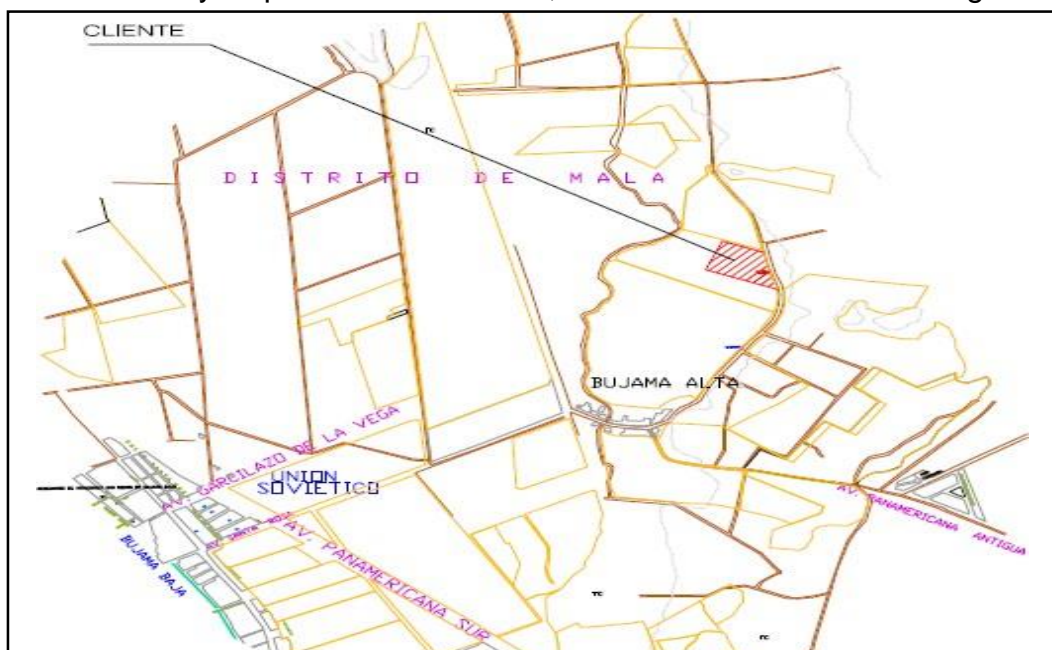


Figura N°8: Croquis de ubicación

### **3.1.2 ALCANCE DEL PROYECTO**

El presente proyecto comprenderá el diseño y cálculo de:

- ✓ Red de Media Tensión Particular en 22.9KV, preparado para operar a una tensión inicial de 10kv KV.
- ✓ Subestación Aérea Biposte en 22.9KV preparado para operar a una tensión inicial de 10 KV.
- ✓ Cliente cuenta con suministro eléctrico N° 1580924 en BT, carga contratada actual es de 19.9kW y quedara fuera de funcionamiento cuando se tenga el nuevo suministro en MT-3. Según precios para la venta de energía eléctrica de empresa de distribución eléctrica Luz Del Sur S.A.A., ver anexo 7

La factibilidad del suministro de energía y fijación del punto de alimentación para la electrificación del condominio cerrado, ha sido otorgado por LUZ DEL SUR, mediante documento DPMT 1071121,

El cual señala como punto de alimentación el PMI proyectado según se señala el plano adjunto al mismo documento; con una potencia de cortocircuito de 100 MVA y 200 MVA, en 10 y 22.9 KV respectivamente

### **3.1.3 DETERMINACION DE LA TRAYECTORIA, RECORRIDO DE LA RED ELECTRICA**

El criterio de evaluación de la ruta depende y varía de acuerdo con los siguientes factores:

**Tabla N° 1 Factores a considerar en la trayectoria**

Factores	Variables a considerar	
Tensión de línea	Baja Tensión	Media tensión
Topografía predominante, considerando el tipo de terreno	Plano	Irregular
Condiciones meteorológicas	Precipitaciones	Descargas atmosféricas
Uso del suelo	Agrícola	Urbano
Viabilidad de apoyo	Autopistas	Carreteras pavimentadas
Tipo de asentamiento humanos y su probable expansión	Ciudades poblados	Caserío
Tipo de vegetación	Árida	cultivos
Factibilidad y facilidad para adquirir el permiso de paso	Áreas en concesión de terceros	vías metropolitanas
Protección ambiental	zonas de protección estricta	zonas de amortiguamiento

Fuente: Garcia, J. (2007). *Instalaciones eléctricas en media y baja tensión*

Para el diseño del presente proyecto, que opere de manera confiable y con el mínimo impacto ambiental, también hemos considerado los siguientes aspectos:

- ✓ La mejor longitud posible, basándose en el principio geométrico que la distancia más cercana entre 2 puntos sea la línea recta
- ✓ El menor número de puntos de inflexión
- ✓ Menor número de cruzamientos con líneas de servicio público

Actividades realizadas en campo

- ✓ Actualización en campo del plano constructivo, registrando todas las interferencias encontradas
- ✓ Reconocimiento terrestre en forma detallada de todas las opciones de ruta consideradas y de las que surjan como factibles

La trayectoria determinada tiene una Longitud aproximada de 250 metros cuya trayectoria es la que se muestra en el plano 2, ver anexo 3

### 3.1.4 DESCRIPCIONES DEL PROYECTO

Características de la Red de Media Tensión en 10-22.9 kV :

- Sistema adoptado : Trifásico Subterráneo, 1 terna
- Nivel de Tensión : Tensión Inicial 10kV y futuro 22.9 kV
- Frecuencia : 60 Hz
- Conductor : Cable tipo N2XSJY 3-1x50mm<sup>2</sup> 18/30kV (Norma LD- CD-9-310) ver anexo 5

Características de las Sub-estación Aérea Biposte

- Dos postes de C.A.C. de 13m/400/180/375 (Norma LD-9-310)
- Ménsula de C. A.V. de M/0.75/250 (Norma LE-9-015)
- Ménsula de C.A.V. de M/1.00/250 (LD- SAB -DNC-480)
- Palomilla de C.A. de 2300 MMLX290MMD, para soporte de Seccionadores tipo Cut- Out. (LD- SAB -DNC-480)
- Plataforma de C.A. para Transf.100-400KVA,1150MM-350MMD; para soporte del transformador. (LD- SAB -DNC-480)

Sistema de Protección:

- Tres Seccionadores fusibles unipolares (Cut-Out) 27 kV 100 A 150 kVBIL (Norma LD-PE-9-312) ver anexo 6

Transformador de Distribución:



- Transformador con una potencia 100 kVA, 3 $\phi$  - 22.9/10kV para atender la demanda de acuerdo al proyecto, el cual tiene una relación de transformación de 10-22.9/0.23 kV

Puesta a Tierra:

- Según especificación técnica y Plano adjunto.

### 3.1.5 DEMANDA MÁXIMA:

Los criterios para el cálculo de la demanda máxima de energía eléctrica que se proyecta utilizar en el condominio, son los siguientes:

- La potencia asignada a cada departamento, según la evaluación de máxima demanda en cada usuario.
- Cantidad de unidades de alumbrado público en ambientes y/o áreas comunes.
- Factor de potencia.
- Factor de simultaneidad.

**Tabla N° 2 de cargas**

Tipo de Carga	Cantidad	Potencia (KW)	cos $\phi$	Factor de Simultaneidad	de Demanda Máxima(KW)
Vivienda	20	6	0.9	0.50	54.00
Especiales	2	5	0.9	0.75	6.75
Luminarias 70W NA	10	0.0805	0.9	1.00	0.72
<b>Totales</b>					<b>61.47</b>

*Fuente: propia*

### **3.1.6 PARAMETROS CONSIDERADO**

#### **3.1.6.1 Caída de Tensión**

La máxima caída de tensión permitida para los sistemas de utilización es del 5% de la tensión nominal, se tomarán como parámetros la Intensidad (I), la longitud(L) y el FCT del conductor, para su determinación

#### **3.1.6.2 Factores de Potencia:**

- ✓ Vivienda : 0.9
- ✓ Especiales : 0.9
- ✓ Luminarias : 0,9

#### **3.1.6.3 Factores de Simultaneidad:**

- ✓ Vivienda : 0,5
- ✓ Especiales : 0,75
- ✓ Luminarias : 1

### **3.1.7 SISTEMA TARIFARIO EN MEDIA TENSIÓN**

Son usuarios en media tensión (MT) aquellos que están conectados con su empalme a redes cuya tensión de suministro es superior a 1 kV y menor a 30 kV.

#### **Horas de Punta (HP) y Horas Fuera de Punta (HFP)**

- a) Se entenderá por horas de punta (HP), el período comprendido entre las 18:00 y las 23:00 horas de cada día de todos los meses del año. Si el equipo de medición correspondiente a la opción tarifaria elegida por el usuario lo permite o si el usuario acondiciona su sistema de medición, se

exceptuará en la aplicación de las horas de punta, los días domingos, los días feriados nacionales del calendario regular anual y los feriados nacionales extraordinarios programados en días hábiles.

- b) Se entenderá por horas fuera de punta (HFP), al resto de horas del mes no comprendidas en las horas de punta (HP).

### **Demanda Máxima Mensual y Demanda Máxima Mensual en Horas de Punta**

- a) Se entenderá por demanda máxima mensual, al más alto valor de las demandas integradas en períodos sucesivos de 15 minutos, en el periodo de un mes.
- b) Se entenderá por demanda máxima mensual en horas de punta, al más alto valor de las demandas integradas en períodos sucesivos de 15 minutos, en el periodo de punta a lo largo del mes.
- c) Se entenderá por demanda máxima mensual fuera de punta, al más alto valor de las demandas integradas en períodos sucesivos de 15 minutos, en el periodo fuera de punta a lo largo del mes.

**Opción Tarifaria En Media Tensión** Las opciones tarifarias para usuarios en media tensión (MT) son las siguientes:

- ✓ MT 2
- ✓ MT3
- ✓ MT4

**Tabla N° 3 Opciones tarifarias en Media tensión**

<b>Media Tensión</b>		
<b>Opción Tarifaria</b>	<b>Sistema y Parámetros de Medición</b>	<b>Cargos de Facturación</b>
<b>MT2</b>	Medición de dos energías activas y dos potencias activas (2E2P) Energía : Punta y Fuera de Punta Potencia: Punta y Fuera de Punta Modalidad de facturación de potencia activa variable.	a) Cargo fijo mensual. b) Cargo por energía activa en horas de punta. c) Cargo por energía activa en horas fuera de punta. d) Cargo por potencia activa de generación en horas de punta. e) Cargo por potencia activa por uso de las redes de distribución en horas de punta. f) Cargo por exceso de potencia activa por uso de las redes de distribución en horas fuera de punta. g) Cargo por energía reactiva.
<b>MT3</b>	Medición de dos energías activas y una potencia activa (2E1P) Energía: Punta y Fuera de Punta Potencia: Máxima del Mes Modalidad de facturación de potencia activa: Contratada o Variable. Calificación de Potencia: P: Usuario presente en punta FP: Usuario presente fuera de punta	a) Cargo fijo mensual. b) Cargo por energía activa en horas de punta. c) Cargo por energía activa en horas fuera de punta. d) Cargo por potencia activa de generación. e) Cargo por potencia activa por uso de las redes de distribución. f) Cargo por energía reactiva.
<b>MT4</b>	Medición de una energía activa y una potencia activa (1E1P) Energía: Total del mes. Potencia: Máxima del mes Modalidad de facturación de potencia activa: Contratada o Variable Calificación de Potencia: P: Usuario presente en punta FP: Usuario presente fuera de punta	a) Cargo fijo mensual. b) Cargo por energía activa. c) Cargo por potencia activa de generación. d) Cargo por potencia activa por uso de las redes de distribución. e) Cargo por energía reactiva.

*Fuente:* Norma “Opciones Tarifarias y Condiciones de Aplicación de las Tarifas a Usuario Final OSINERG

### **Selección de la Opción Tarifaria.**

Para una correcta elección tarifaria es importante conocer los parámetros eléctricos a facturar, para lo cual se deben realizar mediciones de carga con un equipo analizador de redes instalado en el alimentador general del suministro con intervalos de cada 15 minutos, lo que es compatible con el tiempo de registro de los medidores instalados por las distribuidoras de electricidad, las mediciones pueden ser

efectuadas por un período de 48 a 72 horas, éstas mediciones permitirán conocer entre otros los siguientes parámetros:

- ✓ Máxima demanda del suministro.
- ✓ Picos de consumo eléctrico
- ✓ Consumos horarios de energía y potencias
- ✓ Factor de Potencia.
- ✓ Tensiones y Corrientes por Fase.

Con estos parámetros fácilmente se puede determinar la mejor tarifa de nuestro sistema.

### **Tarifa Más Optima**

Una tarifa será optima dependiendo exclusivamente de la forma de operación del suministro; Por ejemplo, la tarifa MT3, es más apropiada para aquellos suministros que tengan un consumo de Energía en Horas Punta que represente menos del 24 % de la Energía Activa Total o en todo que tengan un trabajo en Horas Punta (17 a 23 horas), hasta las 20 horas; Si por el contrario, su Energía en Horas Punta es mayor al 24 % de la total, la mejor tarifa MT4, estos suministros por lo general trabajan hasta las 22 horas ó todo el día (tres turnos).

La tarifa MT2 es recomendable para aquellos suministros que trabajen hasta las 18 horas (6 de la tarde), o en todo caso cuando la Potencia en Horas Punta represente un 46% de la Potencia Fuera de Punta. En el caso de esta tarifa, es necesario indicar que, si no se cumple con mantener una potencia en Horas Punta mucho menor a la de Fuera de Punta, esta tarifa será la más cara de todas. Como puede apreciarse cada tarifa depende en sí, de cómo trabaje el suministro.

**Tabla N° 4 Precios para la venta de energía eléctrica**

<b>MEDICION DOBLE DE ENERGIA Y UNA POTENCIA CONTRATADA (2E1P) Unidad MT3</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>2013</b>	<b>2018</b>
Cargo Fijo mensual	S./Usuario	3.40	3.85
Cargo por Energía en punta	cent S./kW.h	18.86	28.19
Cargo por Energía fuera de punta	cent S./kW.h	16.18	23.67
Cargo por potencia activa de generación para calificación "Presentes punta"	S./kW-mes	26.27	55.58
Cargo por potencia activa de generación para calificación "Fuera punta"	S./kW-mes	16.17	37.88
Cargo por potencia activa por uso redes de distribución para calificación "Presentes punta"	S./kW-mes	11.99	12.66
Cargo por potencia activa por uso redes de distribución para calificación "Fuera punta"	S./kW-mes	12.27	12.65
Cargo por energía reactiva que exceda del 30% del total de la energía activa	cent S./kvarh	3.79	5.05

*Fuente:* Empresa de distribución eléctrica Luz del Sur S.A.A.

### **3.2 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LOS EQUIPOS**

Las especificaciones técnicas de los materiales, detallan las características mínimas que deberán cumplir los equipos y accesorios a emplearse en la instalación de la red subterránea del Sistema de Utilización.

#### **3.2.1 CABLES PARA RED SUBTERRÁNEA**

Los cables serán conductores de cobre compacto clase 2, con aislamiento reticulado (XLPE) y cubierta externa de cloruro de polivinilo con retardante a la llama (PVC) y cumplirán las siguientes condiciones:

##### **3.2.1.1 Normas de Fabricación y Pruebas:**

Los cables deberán cumplir con la norma INTINTEC - DNC-ET-092, la cual, regula la fabricación y pruebas para cables de energía.

Norma Internacional IEC 60502 – 2

### 3.2.1.2 Conductor:

- Material: Conductores de cobre, cableado redondo compactado (Clase 2).
- 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  $E_0/E = 18/30$  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.
- Rotulado: Todos los cables deberán llevar impreso sobre la cubierta, los siguientes datos:
  - Designación del cable y sección en mm<sup>2</sup>.
  - Tensión de diseño  $E_0/E$  en kV.
  - Nombre del fabricante
  - Año de fabricación
  - Metrado correlativo

Estas marcas irán impresas sucesivamente a no más de un metro, a excepción del metrado correlativo que irá a cada un metro.

### 3.2.1.3 Condiciones de Servicio

Condiciones de Instalación: Normalmente los cables serán directamente enterrados a una profundidad como máximo 1.2 metros.

- Temperatura media del terreno : 25 °C
- Temperatura de operación : 80°C
- Resistividad térmica del terreno : 150 °C-cm/W

Condiciones de Operación: Para el Sistema de Utilización trifásico, tenemos los siguientes parámetros eléctricos:

- Sistema de 10 kV:

Sistema trifásico, con neutro aislado con las siguientes características de operación:

- Tensión nominal del sistema: 10 kV
- Tensión máxima de operación: 12 kV
- Frecuencia del sistema: 60 Hz
- Máximo nivel de potencia de cortocircuito: hasta 100 MVA
- Tiempo de regulación de la protección: hasta 0.02 seg.
- T° de operación Máxima en régimen permanente: 60°C
- T° de operación en emergencia: 75°C.

- Sistema de 22,9 kV:

Sistema trifásico, con neutro sólidamente aterrado con las siguientes características de operación:



- Tensión nominal del sistema: 22,9 kV
- Tensión máxima de operación: 24 kV
- Frecuencia del sistema: 60 Hz
- Máximo nivel de potencia de cortocircuito: hasta 200 MVA
- Tiempo de regulación de la protección: hasta 0.02 seg.
- T° de operación Máxima en régimen permanente: 60°C
- T° de operación en emergencia: 75°C.

#### **3.2.1.4 Características Técnicas:**

Pruebas:

##### **Pruebas de Aislamiento Hi-pot:**

Cuando se realiza la prueba de resistencia de aislamiento se aplica una corriente directa al elemento que se va a medir y sirve para garantizar que no existe ningún cortocircuito o falla de aislamiento antes de energizar definitivamente la instalación.

Los parámetros que se deben considerar en la prueba son:

- La Tensión aplicada puede ser de 5000 o 10000 Volts en corriente directa.

Pruebas a efectuarse:

1. Las pruebas a llevarse a cabo, son las siguientes:
  - Entre cada uno de los conductores activos y tierra.
  - Entre todos los conductores activos.

Esta prueba se necesita solo para los conductores situados como es en la

Acometida, cables alimentadores y otros puntos de los cuales el circuito puede ser interrumpido.

2. Durante las pruebas, la instalación deberá ser puesta fuera de servicio por la desconexión en el origen de todos los conductores activos.

### **Pruebas de Continuidad:**

Deben efectuarse desde los extremos del cable o conductor, cortocircuitando el otro extremo del mismo.

Esto nos permitirá saber si existe algún tramo de cable cortado o sin continuidad. Se ha de medir continuidad, para lo que se hacen varios bucles juntando dos conductores en un extremo y midiendo resistencia entre estos en el otro extremo.

### **Medición de Puesta a tierra:**

Una vez instalado el sistema de puesta a tierra, nos basaremos en el método de caída de potencial y con el teluometro realizaremos la verificación de la resistencia del pozo a tierra. La resistencia a tierra máxima obtenible por el sistema no deberá ser mayor a 25 ohmios según lo estipula el CNE.

Se registrará un protocolo de la prueba, el cual será firmado por un profesional Ing. Electricista o Mecánico electricista colegiado y habilitado.

Este método internacionalmente aceptado para verificación de dicho parámetro; consiste en clavar 2 electrodos de exploración alineados o en diferentes ángulos a partir del electrodo de puesta a tierra. Por el electrodo del extremo se inyecta una corriente hacia el sistema de puesta a tierra y mediante el electrodo intermedio se mide el potencial de puesta a tierra referencial.

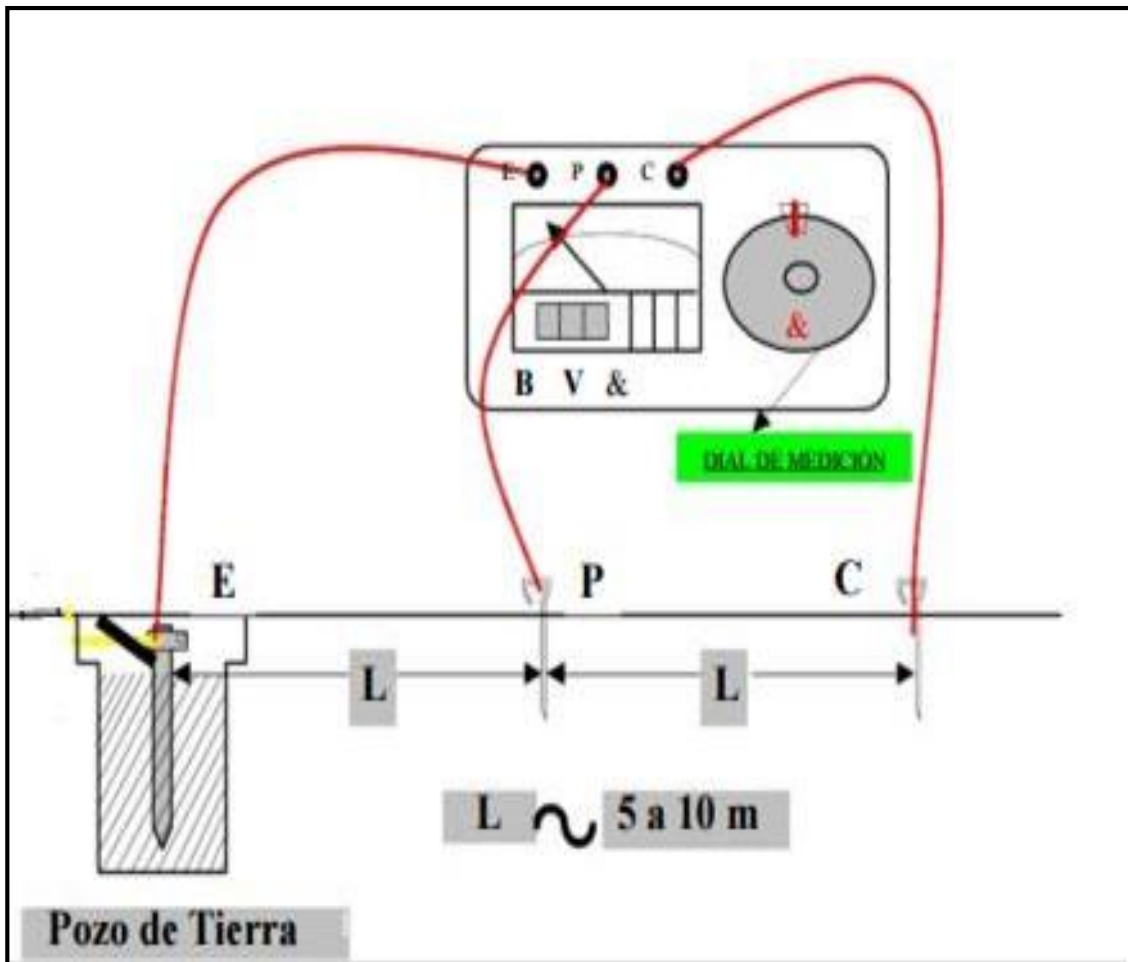


Figura N°9, Esquema de medición puesta tierra

### 3.2.2 POSTES DE CONCRETO

Los postes serán de forma troncocónica, sus secciones transversales serán circulares anulares. Las dimensiones de los postes, ubicación y dimensiones de los agujeros deberán ser según lo indicado en las especificaciones técnicas de Luz del Sur DNC-ET-075B y norma técnica peruana ITINTEC 339.027. Los postes serán fabricados de un solo cuerpo.

Las armaduras de los postes solo podrán ser fabricadas utilizando varillas de acero corrugado con grado 60 de carbono, como elementos de refuerzo embebidos en el concreto. Las varillas de acero estarán libres de escamas provenientes de oxidación avanzada y de manchas de grasa, aceite u otras adherencias extrañas. La armadura

principal, será continua en toda su longitud. Las varillas longitudinales y transversales, estarán unidas entre sí por puntos de soldadura o bien mediante ataduras de alambre (entorchado).

El recubrimiento de la armadura es un requisito fundamental para garantizar la durabilidad de los postes, que en conjunto con un concreto de alto grado de compactación y la materia prima seleccionada para la elaboración del concreto, permitirán que el poste tenga una mayor vida útil. El recubrimiento mínimo utilizado para los postes será de 15 mm. Para lograr este recubrimiento se utilizara separadores (rórdanas) de concreto de idéntica resistencia a la compresión, a la utilizada para el poste.

La resistencia mínima a la compresión del concreto deberá ser 350 kg/cm<sup>2</sup>. El porcentaje de volumen de poros permeable deberá no exceder el 17 %.

El acabado de los postes deberá ser uniforme; las aristas deberán tener una apariencia neta y definida, las posibles fisuras que presenten los postes no deberán ser superiores a 0.3 mm.

#### Identificación o Rotulado:

- Cada poste poseerá el siguiente rotulado permanente:
  - Marca o nombre del fabricante (MF)
  - Año de fabricación (YYYY)
  - Carga de trabajo transversal (FFF)
  - Altura en metros (L)
  - Señalización de Centro de Gravedad (C.G.)

- Adicionalmente en cada poste se indicarán los límites de empotramiento:

Directamente enterrado (E), aun décimo de la altura total del poste más 60cm Empotramiento con cimentación (C), aun décimo de la altura total del poste.

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

### **3.2.3 TERMINALES TERMOCONTRAIBLES**

Se utilizarán terminales exteriores para cable seco N2XSY 22,9 KV, resistente a ambientes de alta contaminación, tensión de clase 25KV y llevarán 3 campanas exteriormente con línea de fuga mínima de 800 mm (corrosión severa).

- Serán suministrados en Kits, cada kit contiene material para realizar montajes de tres terminaciones unipolares.
- Componentes principales:
  - Tubo termocontraible de control de campo.
  - Tubo termocontraible aislante.
  - Cintas de mastic sellante.
  - Campanas termocontraibles.
  - Cinta de cobre preformado para tierra.

### **3.2.4 CINTAS SEÑALIZADORAS**

Las cintas señalizadoras serán de polietileno de alta calidad, resistente a los ácidos y Álcalis. Será de material Polivinilo (PVC) con cierta resistencia al traqueteo y al medio ambiente.

Se usará cinta señalizadora de PVC, de color celeste, de 10 cm. de ancho, esta será utilizada para diferenciar los cables particulares de los cables de Luz del Sur S.A.A.

Los cables particulares serán identificados, por estar cubierto en todo su recorrido con la cinta señalizadora adhesiva de color celeste.

En cuanto a la identificación de cables de energía de media tensión, estas serán de color rojo, de 12.5cm de ancho y espesor 0.1mm, elongación 250%. Contendrán inscripciones con letras negras que no pierdan su color con el tiempo.

### **3.2.5 MÉNSULAS**

De concreto armado vibrado de 1.00 m de longitud y 250 Kg de carga trabajo transversal.

### **3.2.6 AISLADORES Y ACCESORIOS**

#### **3.2.6.1 Aislador tipo Pin:**

- Material Aislante: Polimérico resistente a la erosión y rayos U.V.
- Longitud: 370mm
- Material del Pin: Acero galvanizado
- Carga (min.) a Voladizo: 816 Kg
- Distancia de Arco Seco: Min. 280mm aprox.
- Línea de Fuga: Min. 850mm aprox.
- Tensión de Descarga Positiva: 195 kV
- Onda de Impulso 1.2/50us: Negativa 230 kV
- Peso Aproximado: 4.5 kg

Accesorios para aislador:

Todos los accesorios serán de acuerdo a las normas de distribución de LUZ DEL SUR S.A.A., material de acero forjado o hierro maleable galvanizado en caliente con carga de rotura mínima de 5350 kg.

### **3.2.7 CONECTORES AÉREOS.**

Debido a que los conductores de la subestación aérea serán de cobre, para los empalmes de cambio de calibre o derivaciones se podrá emplear el siguiente tipo de conector:

#### **3.2.7.1 Conectores de Aluminio a Compresión tipo “G” (BURNDY):**

- Características Básicas:
  - Material: Aleación de Cobre.
  - Inscripciones: En bajo relieve, sección (principal/derivado) del cable en mm<sup>2</sup>, dado, herramienta y número de compresiones; un símbolo que identifique la sección principal de la derivada.
  - T° de Operación: 90° C.
  - Tensión Mecánica: Máximo 5% de carga de rotura del conductor
- Aplicación:

Para unir conductores de redes aéreas de baja o media tensión, desnudos o protegidos de Cu.

El conector se podrá utilizar para secciones de 16mm<sup>2</sup> hasta 240mm<sup>2</sup>.

En uniones de conductores protegidos siempre se deberán proteger con aislamiento.

### **3.2.8 PUESTA A TIERRA**

#### **3.2.8.1 Tipo Convencional:**

Será del tipo tratado con relleno de Sal industrial y Bentonita, cada pozo estará conformado por las siguientes características y materiales:

- Dimensiones: 0.80 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 (16mm<sup>2</sup>) x 2400mm LE-7-555.
- Borne: Conector de bronce tipo AB
- Conductor: De cobre cableado tipo TW 35 mm<sup>2</sup>
- Tapa: Bóveda de concreto tipo "olla" Norma DNC-145.

La resistencia de puesta a tierra no será mayor a 25 ohm para el lado de MT y menor o igual a 15 ohm para el lado de BT.

### **3.2.9 SUBESTACIÓN DE TRANSFORMACIÓN**

#### **3.2.9.1 Subestación Aérea:**

Estructura Biposte:

- Dos (2) postes de 13/400/180/375.
- Seis (6) ménsulas de concreto de 7" x 5" x 4".
- Dos (2) plataforma de concreto para soporte de transformador de 1,300Kg. tipo avión.
- Cuarenta y ocho (48) metros de cable amarillo TW de 35 mm<sup>2</sup>.
- (8m) Cable de comunicación con cable tipo NYY.
- Norma de anclaje soporte del transformador; TE-9-132.



### 3.2.9.2 Transformador de Distribución:

- Potencia Nominal: 100, KVA.
- Norma de Fabricación: ITINTEC 370.002
- Numero de Fases : 3
- Frecuencia: 60 Hz.
- Altitud de Trabajo: 1000msnm.
- Relación de Transf.: 22,9 – 10/0.23kV.
- Grupo De Conexión: Ynyn5 – Dyn5.
- Tensión Primaria: 22.9-10 KV
- Tensión Secundaria: 0.23KV
- Regulación Lado Prim.: 22,9 – 10 KV +/- 2x2.5% V/0, 23KV.
- 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.
  - Deberá adjuntarse el protocolo de pruebas del transformador.
  - Deberá adjuntarse el certificado de no presencia de PCB DEL ACEITE (prueba cromatografía) del transformador a instalar.

### 3.2.9.3 Tablero de Distribución

Será con las siguientes características:

- Caja para tablero de distribución, de plancha de hierro laminado en frío brillante de 2.0 mm de espesor, con base epóxica cromato de zinc de espesor mínimo de 50micras y dimensiones: 800 x 1000 x 400 mm.
- Dos (2) Interruptores Termomagneticos Regulables 3Φ, 220 V, (80-120) A, curva C
- Un (2) Interruptor Termomagnético 3Φ, 220 V, 16 A, curva C
- Una (2) base de madera 425 mm x 171 mm x 1/2" c/ retardante.
- Un (2) contactor de 32 A.
- Una (2) célula de control fotoeléctrico, 1kW, 220V
- Reservas Dos (2) interruptores termomagnéticos 3Φ, 30 A, 220V, curva C.
- Barra colectora de Cu. de 5 x 50 mm<sup>2</sup>.

### 3.2.10 PROTECCIÓN EN LADO PRIMARIO

Para la protección del transformador se usarán seccionadores unipolares tipo CUT-OUT con Fusibles incorporados para instalación exterior, de las siguientes características:

#### 3.2.10.1 Base Unipolar:

- Tensión nominal: 22,9KV (alta contaminación)
- Corriente nominal: 100 A
- Capacidad de interrupción Simétrica: 8 KA r.m.s.
- Capacidad de interrupción Asimétrica: 12 KA r.m.s.

- Nivel básico de aislamiento (BIL): 150 kV
- Línea de fuga (mayor o igual a): 600 mm

### **3.2.10. 2 Fusibles con cabeza removible e intercambiable:**

- Tipo: ANSI
- Características de operación: K
- Capacidad de interrupción: 15 KA r.m.s.

### **3.3 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL MONTAJE**

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, así como 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 ó Mecánico Electricista, colegiado y hábil para ejercer la profesión.

El contratista efectuara todos los trabajos necesarios para la construcción de las redes de servicio particular y alumbrado público, 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 efectuará 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.

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.

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.

### **3.3.1 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 1,0m, 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 evitará 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 riesgos.

Las Zanjas serán de 60cm de ancho por 1,2m de profundidad como máximo, los cables se instalarán sobre una capa de 5cm de tierra cernida compactada e irán cubiertos por otra de 15cm de tierra cernida compactada. Luego irá 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 30cm de tierra original compactada (sin piedras). En caso exista vereda, esta será construida sobre la última capa.

### **3.3.2 CRUZADAS DE CONCRETO**

En los cruces de calle se instalarán ductos de concreto de 4 vías de 90 mm de diámetro y 1m de longitud.

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

**Material e instalación del ducto:** Será tal que la falla de un cable en un ducto no dañe a este ni a los cables instalados en ductos adyacentes.

**Trazo:** En su instalación se procurará que constituyan, en lo posible, en tramos rectos. Cuando existan obstáculos en la ruta y por lo tanto sea indispensable formar curvas, éstas deben ser suaves y no exceder del 1% de desviación (es decir, una desviación máxima de 1cm por cada metro), para evitar que al jalar el cable roce con las paredes de los ductos, siendo permitido solamente hacer una curva en un sentido. Si no es posible cumplir con estos requisitos, será necesario prever un buzón extra en el lugar. Los extremos de las cruzadas no deberán estar ubicados frente a puertas de inmuebles, puertas de garajes, medidores de agua, buzones telefónicos y etc. En todos los casos será necesario efectuar previamente sondeo en los extremos de las cruzadas, con la finalidad de detectar la existencia de tuberías de agua, ductos telefónicos, canales de regadío subterráneo y etc. Esto servirá para determinar la profundidad y ubicación de las mismas. Deberá tenerse en consideración futuras ampliaciones y remodelaciones de la zona de trabajo, ya que ellas influirán tanto en la ubicación como en la longitud de la cruzada.

**Pendiente:** Los ductos deben tener una ligera inclinación de aproximadamente 1/500. Este desnivel debe ser de arriba hacia abajo, de uno a otro buzón o hacia ambos buzones a partir del punto medio del recorrido. La finalidad es que corra el agua que pueda penetrar en los ductos. En caso de ductos empleados en cruzadas no se considerará pendiente.

**Profundidad de instalación:** La parte superior del ducto deberá estar localizada a una profundidad no menor de 60cm; los ductos ingresaran en la vereda una longitud no menor de 50cm, medidos del filo de la vereda.

**Apoyo y sujeción:** Previamente a la instalación de los ductos se construirá un solado o apoyo uniforme y continuo. Las curvas y terminales estarán adecuadamente

instalados para mantenerlos en su posición cuando se realice el tendido de los cables. Cuando exista peligro de hundimiento se utilizarán ductos debidamente reforzados o se instalarán sobre bases suficientemente resistentes.

**Unión de ductos:** Las uniones formaran una superficie interior continua lisa entre las secciones de los ductos unidos, tal que el cable no sea dañado cuando sea tirado a través de ella.

**Entradas y salidas de los ductos:** Las salidas como las entradas de los ductos, deben ser taponadas para evitar el ingreso de los roedores, materiales extraños al ducto y filtraciones. Deben estar emboquilladas, evitando aristas o perfiles afilados que dañarían al cable durante su instalación y/o movimientos de contracción o dilatación.

**Sujeción del cable en el ducto:** Para que el cable tenga libertad de dilatarse y contraerse durante los cambios cíclicos de temperatura, debe utilizarse un anillo de yute sin alquitranar (u otro material adecuado) alrededor del cable y rellenarse con masilla plástica o material alternativo que permanezca elástica a través del tiempo.

**Empalme de cables:** No existirá ninguna conexión o empalme de cables en el interior de los ductos.

### **3.3.3 POSTE DE CONCRETO**

Para el montaje final del poste se debe utilizar equipos mecánicos adecuados, tales como grúas hidráulicas, drisas, estrobos, etc. Para ello se tomará un punto proporcional de acuerdo al tamaño del poste y carga de trabajo, verificando que no se produzca la fisuración del material. Por ningún motivo se utilizará cadenas para el levantamiento e izaje del poste.

En principio los postes se alinearán en una paralela de la línea de fachada, si por razones de fuerza mayor no se pudiese, se tratará que los desfases no afecten la estética del sistema.

Se tomará las precauciones necesarias para evitar derrumbes durante la excavación, las cuales serán hechas con las dimensiones especificadas en los planos respectivos y se hará de forma tal que la tierra de alrededor sea afectada lo menos posible.

Los postes se instalarán conforme se indica en el plano proyecto, durante las maniobras de transporte e instalación, no deberá producirse deterioro en el acabado de los postes, deberá verificarse el alineamiento correcto de la postería y su verticalidad, incluyendo los postes de anclaje y ángulo que se colocaran con una inclinación opuesta a la resultante de las fuerzas, para que queden verticales cuando estén con carga.

Serán capaces de poderse izar desde su centro de gravedad sin exceder el esfuerzo de diseño.

El error de verticalidad del eje del poste no deberá exceder de 5 mm/m. Todo el equipo y accesorios deberán ser colocados en el poste completamente limpio. Los postes descansarán en un solado de concreto de 0.05 m. de espesor. Todo el material sobrante de las excavaciones deberá ser retirado.

#### **3.3.3.1 Procedimiento:**

- Se despejará la zona donde se instalará el poste; siempre se ubicará en forma paralela a la vía con la base del poste lo más cercana al punto en donde será instalado.



- Para el levantamiento del poste y su instalación, se usarán drisas enganchadas al brazo de la grúa. Estas se amarrarán al poste entre su mitad y los 2/3 de su longitud medidos desde la base.
- Se amarrarán sogas a 20cm de la base del poste dejando tramos libres de 50cm como mínimo, las cuales servirán para dirigir al poste durante el izaje.
- Luego se desatarán las sogas de la base del poste y se comenzara a izar con mucho cuidado. Se preparará un elemento deslizante de apoyo para los casos en que solo se desee mover y así evitar posibles daños a su estructura.
- En todo el tiempo que dure la instalación, el poste deberá permanecer atado con la drisa hacia el gancho de la grúa.
- En caso de que las drisas quedaran cortas, se hará extensivo mediante una soga de material similar a la drisa.

### **3.3.3.2 Cimentación de Poste:**

- Los postes de concreto serán cimentados conforme lo indica la norma LD-7-350, se utilizará una solera y cimiento de concreto de 100kg/cm<sup>2</sup> como mínimo, al realizar la cimentación se debe fijar el poste mediante el apuntalamiento en por los menor dos niveles, utilizando piedras angulares que ejerzan una fuerza de compresión desde el poste hacia las paredes del hoyo. Estas piedras se instalan concéntricamente alrededor del poste en por lo menos cinco piedras.
- Asimismo, en casos en que el proyecto lo justifique, podrá modificarse las dimensiones de los cimientos, utilizando los criterios de diseño dados en el acápite 3 de la norma antes mencionada. En lo posible, debe determinarse para cada caso específico las características del suelo en base a pruebas de

campo. Por lo que, para toda zona de corrosión severa el poste irá con cimentación y además el concreto de ésta, será con cemento tipo V.

- El macizo se formará solamente con concreto, sin la utilización de varillas de fierro.
- Para cimentaciones muy cercanas o dentro de taludes, cuestas o zonas de inundaciones, deben adaptarse obras de reforzamiento para asegurar una estabilidad adecuada; tal es el caso de terrenos arenosos, donde el viento desplaza la arena de un lugar a otro.
- Para casos de estructuras con cables de subida y/o de línea de puesta a tierra, se utilizará en el cimientado tubería de PVC para posibilitar el paso de dichos conductores.

### **3.3.3.3 MÉNSULA**

Antes de proceder al montaje, se deberá verificar el estado de los diferentes elementos.

La instalación de las ménsulas y accesorios se realizará antes del izado de postes, cuidando que las ménsulas guarden perfecta perpendicularidad respecto al eje del poste y poniendo especial cuidado en el fraguado del mismo.

Para el ensamblaje de las ménsulas de concreto al poste se deberá utilizar mezcla de concreto fino, que deberá cubrir uniformemente la parte periférica del poste y la interna del hueco de embone de la ménsula.

Además, deberá verificar que el fraguado del concreto se haya realizado antes del izado del poste.

### 3.4 CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

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

El cálculo del sistema de Utilización, cumple con los requisitos del Código Nacional de Electricidad, Ley de Concesiones Eléctrica (Decreto Ley N° 25844 y su Reglamento Nacional de Construcciones y las Normas 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

#### 3.4.1 CÁLCULO DE DEMANDA MÁXIMA

Considerando las potencias asignadas a cada lote, así como los factores de potencia y simultaneidad, se ha determinado la siguiente potencia para la subestación:

##### 3.4.1.1 Subestación Particular: SAB 100 KVA:

Tabla N° 5 de cargas

Tipo de Carga	Cantidad	Potencia (KW)	cos $\phi$	Factor de Simultaneidad	Demanda Máxima(KW)
Vivienda	20	5.4	0.9	0.50	54.00
Especiales	2	4.5	0.9	0.75	6.75
Luminarias 70W NA	10	0.0805	0.9	1.00	0.72
<b>Totales</b>					<b>61.47</b>

Fuente: propia

$$\text{KVA} = \text{MD} / \text{Cos } \phi = 68.30 \text{ KVA}$$

Se considera una reserva del 20% de la potencia del Transformador para futuro crecimiento.

### 3.4.2 CÁLCULO DE CAÍDA DE TENSIÓN Y DIMENSIONAMIENTO DE LOS CABLES

#### 3.4.2.1 Cálculo de Corriente de Carga:

Para 10KV

- Tensión nominal (V): 10 KV
- Potencia instalada: 100 KVA

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \times V} \quad I = \frac{100KVA}{\sqrt{3} \times 10KV} \quad I = 5.77A$$

Conclusión:

- El cable de tipo N2XSY 18/30 KV de 3-1x50 mm<sup>2</sup> tiene una capacidad nominal de 250 A, por lo tanto, cumple con la primera condición para su uso.
- Factores de Corrección por condiciones de instalación según Norma Técnica de LDS CD – 9-320.

Para 22.9KV

- Tensión nominal (V): 22.9 KV
- Potencia instalada: 100 KVA

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \times V} \quad I = \frac{100KVA}{\sqrt{3} \times 22.9KV} \quad I = 2.52A$$

Conclusión:

- El cable de tipo N2XSY 18/30 KV de 3-1x50 mm<sup>2</sup> tiene una capacidad nominal de 250 A, por lo tanto, cumple con la primera condición para su uso.
- Factores de Corrección por condiciones de instalación según norma de LDS CD – 9-320

**Tabla N° 6 Factores de corrección relativos a la temperatura del suelo**

Máxima temp. admisible del conductor °c	Temperatura del suelo en °c								
	5	10	15	20	25	30	35	40	45
90	1.14	1.11	1.07	1.04	1	0.96	0.92	0.88	0.83

*Fuente:* CNE- Utilización

**Tabla N° 7 Factores de corrección relativos a la resistividad térmica del suelo**

Sección del conductor (mm <sup>2</sup> )	Resistividad térmica del suelo (°C-cm/W)								
	50	70	80	100	120	150	200	250	300
50 a 240	1.5	1.34	1.27	1.17	1.09	1	0.88	0.8	0.74

*Fuente:* CNE- Utilización

**Tabla N°8 Factores de corrección debido al agrupamiento de cables directamente enterrados**

Numero de sistemas de cables unipolares en la misma zanja	Sección (mm <sup>2</sup> )	Separación entre cables "d" (cm)		
		7	10	15
2	50			
	95			
	120	0.85	0.85	0.87
	185			
	400			

*Fuente:* CNE- Utilización

**Tabla N° 9 Factores de corrección de la capacidad de corriente relativos a la profundidad del tendido**

Profundidad de tendido (m)	(Sección mm <sup>2</sup> )	
	Hasta 300	Mayor 300
0.5	1.02	1.03
0.6	1.01	1.02
0.7	1	1
0.8	0.98	0.97
1	0.96	0.95
1.2	0.95	0.94
1.5	0.94	0.92

*Fuente:* CNE- Utilización

De las tablas expuestas se tiene los siguientes resultados:

- Profundidad de Tendido en el suelo (1.0m) : 0.96
- Temperatura de instalación (30 ° C) : 0.96
- Resistividad térmica del suelo
- (150°C-cm/W) : 1.00
- Por Agrupamiento de cables directamente enterrados (En el futuro) : 0.85

Entonces el factor de corrección total es:

$$f.c. \text{ total} = f.c.t.s \times f.c.p.c \times f.c.r.t.t \times f.c.p.t$$

$$f.c. \text{ total} = 0.78$$

Entonces la corriente admisible de diseño en condiciones reales del cable subterráneo será:

$$ID = IN / f.c. \text{ total}$$

Concluimos que:

Para 10 KV

$$ID = 5.77/0.78$$

$$ID = 7.39 \text{ A.}$$

Para 22.9 KV

$$ID = 2.527/0.78$$

$$ID = 3.23 \text{ A.}$$

Conclusión:

- El cable N2XSY 3-1x50 mm<sup>2</sup> con capacidad nominal de 250 A transportará la corriente actual.

### 3.4.2.2 Calculo de corriente de cortocircuito (I<sub>cc</sub>)

Para 10 KV

Condiciones

- Potencia de cortocircuito del sistema (P<sub>cc</sub>): 100 MVA
- Tensión nominal (V): 10 KV
- Duración del cortocircuito (ts): 0.02s

$$I = \frac{P_{cc}}{\sqrt{3} \times V} \quad I = \frac{100MVA}{\sqrt{3} \times 10KV} \quad I = 5,77KA$$

Para 22.9 KV

Condiciones

- Potencia de cortocircuito del sistema (P<sub>cc</sub>): 200 MVA
- Tensión nominal (V): 22.9 KV
- Duración del cortocircuito (ts): 0.02s

$$I = \frac{P_{cc}}{\sqrt{3} \times V} \quad I = \frac{200MVA}{\sqrt{3} \times 22.9KV} \quad I = 2,52KA$$

### 3.4.2.3 Calculo por corriente de cortocircuito térmicamente admisible (I<sub>km</sub>):

Condiciones

- Corriente de cortocircuito térmicamente admisible por el cable (I<sub>km</sub>): KA



- Sección del cable o conductor (S): 50 mm<sup>2</sup>
- Duración del cortocircuito (ts): 0.02 s

$$I_{km} = \frac{122.4 \times S}{\sqrt{ts}}$$

$$I_{km} = \frac{122.4 \times 50}{\sqrt{0.02}}$$

$$I_{km} = 43,27 \text{ KA}$$

Conclusión:

- Para el cable N2XSY, se obtuvo que su  $I_{km} > I_{cc}$ , en tal sentido la sección del conductor es la correcta.

#### 3.4.2.4 Cálculos de Caída de Tensión

$$\Delta V = \frac{I_x L_x FCT}{1000}$$

Donde:

- P : Potencia 100 (KVA)
- L : Longitud del tramo 250 (m)
- FCT : Factor de Caída de Tensión

**Tabla N° 10 FCT del conductor**

Sección mm <sup>2</sup>	R20 ohm/km	R60 ohm/km	X1 ohm/km	FCT
50	0.387	0.494	0.2761	<b>0.978</b>

Fuente: propia

$\Sigma \Delta V = 1.411 \text{ VOLT.}$

#### **3.4.2.4 cálculo para la determinación del fusible del transformador.**

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

Donde:

S = Potencia = 100 KVA

U = Tensión de operación = 10 KV.

Reemplazando valores:

$$I_n = 5.77 \text{ A}$$

Para la determinación del fusible primario a utilizar, el valor obtenido lo reemplazamos en:

$$12 I_n \quad t = 0.1 \text{ seg.} \quad 12 I_n = 69.24 \text{ A}$$

$$20 I_n \quad t = 0.2 \text{ seg.} \quad 20 I_n = 115.4 \text{ A}$$

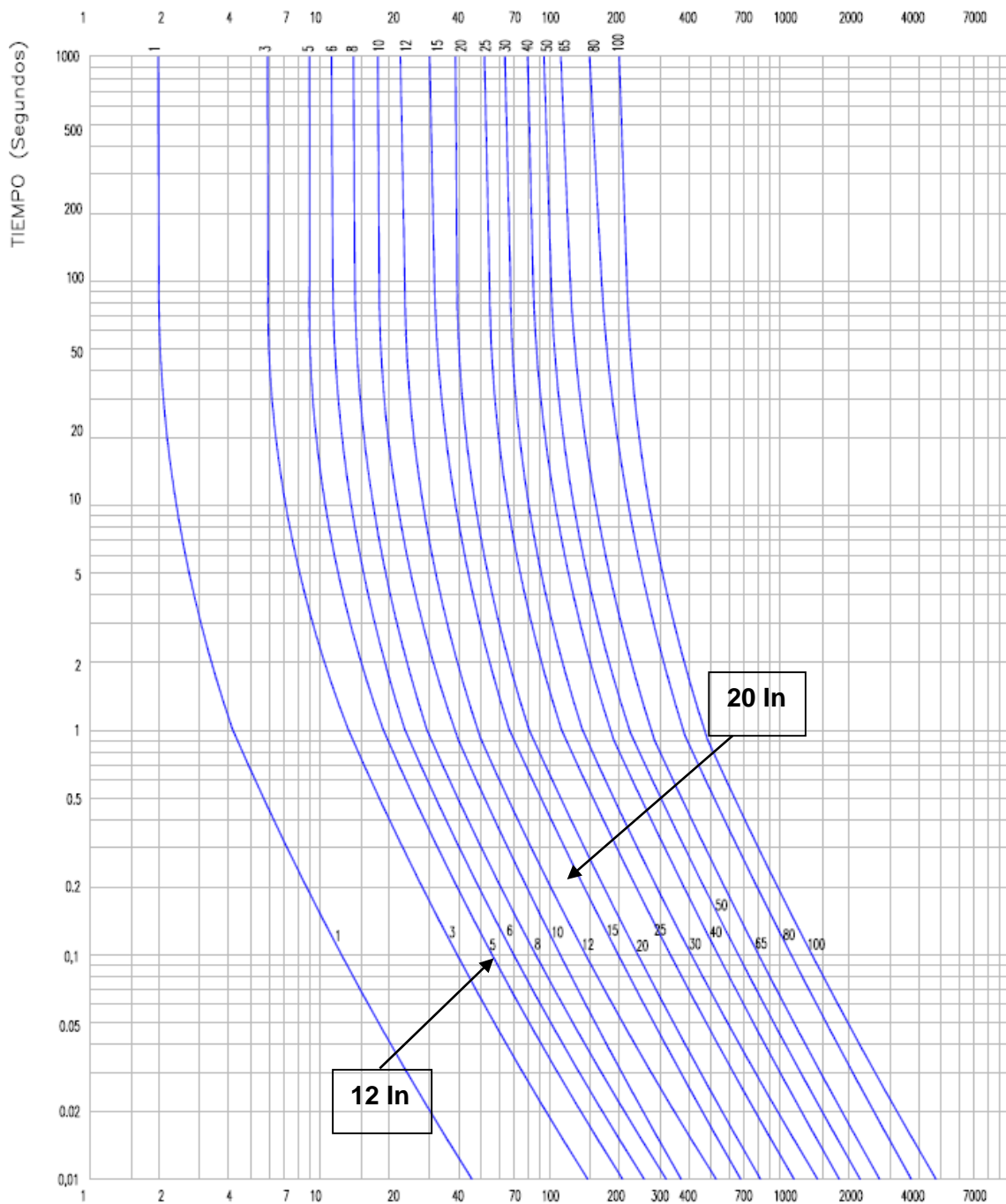


Figura 10 : Curvas de ajuste tiempo corriente para la selección del fusible

Fuente propia

Por lo tanto, la curva que se encuentra en los rangos y valores obtenidos determina el uso de un fusible de 10 A tipo link.

### 3.4.3 CALCULO DE LA PUESTA A TIERRA

#### Sistema de Puesta a Tierra

Se ha considerado según el Código Nacional de Electricidad SUMINISTROS, una resistencia máxima de Puesta a Tierra de 25 ohms, para lo cual se ha utilizado la siguiente expresión:

Donde:

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

$R_t$  = Resistencia de la puesta a tierra, ohm.

$R_p$  = Resistividad del terreno, ohm / m : 40 ohm/m

$L$  = Longitud del electrodo : 2.40 m

$r$  = Radio del electrodo : 0.0079 m

$$R_t = \left( \frac{40}{2\pi \times 2.4} \right) \left( \ln\left(\frac{4 \times 2.4}{0.0079}\right) - 1 \right)$$

$R_t = 16.187 \Omega < 25 \Omega$  (Recomendación del CNE)

La resistencia calculada es menor que la establecida por el CNE; sin embargo este valor será aún menor al 50% cuando se allá tratado con las dosis químicas, por lo que se considera aceptable el cálculo.

Una vez instalado el pozo de tierra, el contratista deberá efectuar la medición de ésta, cuyo resultado deberá cumplir con lo indicado:

- Resistencia de Puesta a Tierra en M.T. menor o igual a 10 ohm
- Resistencia de Puesta a Tierra en B.T. menor o igual a 15 ohm

### **Selección del Cable a Tierra**

Basados en el Código Nacional de Electricidad-SUMINISTRO y según las normativas de la empresa eléctrica de distribución se recomienda usar para el cable de BT 35mm<sup>2</sup> y para el cable MT 16mm<sup>2</sup>

## CONCLUSIONES

- ✓ Se desarrolló el diseño del sistema de utilización en media tensión 22.9kv, cuya operación inicial será en 10Kv para suministrar energía eléctrica al Condominio Valle Escondido; se concluye que, el diseño evitara los constantes cortes de fluido eléctrico que afectan actualmente a los propietarios del condominio.
- ✓ Se concluye que la máxima demanda del Condominio Valle Escondido, es de 68.30 Kv; cuyo valor fue de utilidad, para el dimensionamiento de los equipos a instalar en la subestación. También servirá para la selección de la tarifa en media tensión
- ✓ La trayectoria del recorrido de la red eléctrica se basó en los principios de: La distancia más cercana entre 2 puntos sea la línea recta, el menor número de puntos de inflexión y menor número de cruzamientos con líneas de servicio público; por lo que concluimos que se determinó la mejor trayectoria, ver plano anexo 3

## RECOMENDACIONES

- ✓ Se recomienda que se revisen y tomen en cuenta los criterios del diseño al momento de la ejecución
- ✓ Cuando se construya más departamentos en el Condómino Valle Escondido, se recomienda determinar nuevamente la máxima demanda, así como la mejor opción tarifa
- ✓ para el desarrollo de futuros proyectos, se recomienda, tener la normativa actualizada que rige en el sector eléctrico

## BIBLIOGRAFÍA

1. Charry, J. (2017) *Equipamiento de subestaciones de distribución*. Recuperado de <https://www.slideshare.net/yoelascenciocharri/equipamiento-de-subestaciones-de-distribucion>
2. Fraile, M. y col. (2004). *Líneas e instalaciones eléctricas*. Recuperado de. [www.etsii.uned.es/programas\\_sellados\\_industriale/PLAN%2064%20.../643073.pdf](http://www.etsii.uned.es/programas_sellados_industriale/PLAN%2064%20.../643073.pdf)
3. Garcia, J. (2007). *Instalaciones eléctricas en media y baja tensión*. International Barcelona, España: Thomson Editores Spain Paraninfo S.A.
4. Harper, E. (2008). *Sistemas de transmisión y distribución de potencia eléctrica*. Mexico, Mexico: Limusa S.A.
5. Lujan, J. (2014). *Diseño y ejecución de un sistema de utilización en media tensión 22.9 KV (operación inicial 10 KV)*. Trabajo de investigación para optar el título de Ingeniero Mecánico Eléctrico. Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur. Perú
6. Meza, F. (2015). *Diseño del sistema de utilización en media tensión 22.9 Kv para la empresa IESA S.A.* Tema de investigación para optar el título de Ingeniero Mecánico Eléctrico. Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur. Perú
7. Montero, E. (2015). *Sistema de utilización en 22.9 Kv, 3  $\Phi$  para el varadero de embarcaciones artesanales en el distrito de los órganos*. Tesis para optar el título de Ingeniero Electricista. Universidad Nacional Del Callao. Perú
8. Ministerio de Energía y Minas. (2002). *Norma DGE - símbolos gráficos en electricidad*. Recuperado de *Código Nacional de Electricidad*. Recuperado de



- queestanpensando.zonalibre.org/Simbolos%20Graficos%20en%20electricidad.pdf .
9. Ministerio de Energía y Minas. (2006). *Código Nacional Electricidad Utilización*. Recuperado de [www.pqsperu.com/Descargas/Normas%20Legales/CNE.pdf](http://www.pqsperu.com/Descargas/Normas%20Legales/CNE.pdf)
  10. Ministerio de Energía y Minas. (2011). *Código Nacional de Electricidad*. Suministro. Recuperado de [spij.minjus.gob.pe/Graficos/Peru/2011/Mayo/05/RM-214-2011-MEM-DM.pdf](http://spij.minjus.gob.pe/Graficos/Peru/2011/Mayo/05/RM-214-2011-MEM-DM.pdf).
  11. Ministerio de Energía y Minas. (2012). *Normas de procedimientos RD N°018-200 –EM/DGE*. Recuperado de [srvapp03.osinerg.gob.pe:8888/snl/normaPortalGeneral.htm?\\_formAction](http://srvapp03.osinerg.gob.pe:8888/snl/normaPortalGeneral.htm?_formAction).
  12. Sarzo, A. (2007). *Proyectos de electrificación*. Lima, Perú: Megabyte S.A.C. grupo editorial.
  13. Osinerming. (2012). *Reglamento de ley de concesiones eléctricas*. Recuperado de <https://www.osinergmin.gob.pe/cartas/.../DS-009-93-EM-REGLAMENTO-LCE.pdf>.
  14. Osinerming. (2012) *Norma “Opciones Tarifarias y Condiciones de Aplicación de las Tarifas a Usuario Final”* Recuperado de [www.osinergmin.gob.pe/seccion/centro.../OSINERGMIN-N206-2013-OS-CD.pdf](http://www.osinergmin.gob.pe/seccion/centro.../OSINERGMIN-N206-2013-OS-CD.pdf)
  15. Zerpa, K. (2013). Evaluación de la eficiencia energética y diseño óptimo de una línea de distribución en media tensión -10KV. Tesis para optar el título de Ingeniero Mecánico- Eléctrico. Universidad de Piura. Perú.

## **ANEXOS**

## **ANEXO 1**

## N2XSY

### Usos

Distribución y subtransmisión subterránea de energía. Como alimentadores de transformadores en sub-estaciones. En centrales eléctricas, instalaciones industriales y de maniobra, en urbanizaciones e instalaciones mineras, en lugares secos o húmedos.

### Descripción

Conductor de cobre electrolítico recocido, cableado compactado. Compuesto semiconductor extruido sobre el conductor. Aislamiento de Polietileno Reticulado (XLPE), compuesto semiconductor extruido y cinta o alambres de cobre electrolítico sobre el conductor aislado. Cubierta externa de PVC.

### Características

Temperatura del conductor de 90°C para operación normal, 130°C para sobrecarga de emergencia y 250°C para condiciones de corto circuito. Excelentes propiedades contra el envejecimiento por calor. Resistencia al impacto y a la abrasión. Resistente a la luz solar, intemperie, humedad, ozono, ácidos, álcalis y otras sustancias químicas a temperaturas normales. Retardante a la llama.

### Marca

INDECO S.A. N2XSY <Voltaje> <Sección> <Año> <Metrado Secuencial>

### Calibres

10 mm<sup>2</sup> - 500 mm<sup>2</sup>

### Embalaje

En carretes de madera; en longitudes requeridas.

### Colores

Aislamiento: Natural.  
Cubierta<sup>1</sup>: Rojo.



### Norma(s) de Fabricación

NTP-IEC 60502-2

### Tensión de servicio

3.6/6kV, 6/10kV, 8.7/15kV,  
12/20kV, 18/30 kV

### Temperatura de operación

90°C

(<sup>1</sup>) A solicitud del cliente se puede cambiar de color.

## TABLA DE DATOS TECNICOS N2XSy 3.6/6 kV

### PARAMETROS FISICOS

SECCION NOMINAL	NUMERO HILOS	DIAMET CONDUCT	ESPESOR		DIAMETRO EXTERIOR	PESO
			AISLAM.	CUBIERTA		
mm <sup>2</sup>		mm	mm	mm	mm	Kg/Km
10	7	3.70	2.5	1.2	14.3	291
16	7	4.67	2.5	1.2	15.3	366
25	7	5.88	2.5	1.2	16.5	475
35	7	6.92	2.5	1.2	17.6	586
50	19	8.15	2.5	1.2	18.8	718
70	19	9.78	2.5	1.2	20.4	939
95	19	11.55	2.5	1.2	22.2	1216
120	37	13	2.5	1.2	23.6	1468
150	37	14.41	2.5	1.2	25.1	1745
185	37	16.16	2.5	1.3	27	2131
240	37	18.51	2.6	1.3	29.5	2714
300	37	20.73	2.8	1.4	32.4	3353

### PARAMETROS ELECTRICOS

SECCION NOMINAL	RESISTENCIA DC a 20°C	RESISTENCIA AC		REACTANCIA INDUCTIVA		AMPACIDAD ENTERRADO (20°C)		AMPACIDAD AIRE (30°C)	
		(A)	(B)	(A)	(B)	(A)	(B)	(A)	(B)
mm <sup>2</sup>	Ohm/Km	Ohm/Km	Ohm/Km	Ohm/Km	Ohm/Km	(A)	(B)	(A)	(B)
10	1.83	2.333	2.333	0.3257	0.1806	110	95	105	90
16	1.15	1.466	1.466	0.3092	0.168	135	125	140	120
25	0.727	0.927	0.927	0.293	0.1562	180	160	190	160
35	0.524	0.668	0.669	0.2816	0.1484	210	190	230	195
50	0.387	0.494	0.494	0.2672	0.1378	250	220	280	235
70	0.268	0.342	0.342	0.2547	0.1301	305	270	345	290
95	0.193	0.247	0.247	0.2439	0.1239	360	320	420	355
120	0.153	0.196	0.197	0.2351	0.1186	405	365	480	405
150	0.124	0.159	0.16	0.2288	0.1162	440	405	540	460
185	0.0991	0.127	0.129	0.2217	0.1125	495	455	615	525
240	0.0754	0.098	0.099	0.213	0.1085	560	525	715	620
300	0.0601	0.078	0.081	0.2067	0.107	625	590	810	710

(A)= 3 cables unipolares en formación tripolar, tendidos paralelos con una separación de 7 cm.

(B)= 3 cables unipolares en formación tripolar, tendidos, agrupados en triángulo, en contacto.

**BAJO LAS SIGUIENTES CONDICIONES:**

- TEMPERATURA DEL SUELO = 20°C
- TEMPERATURA DEL AIRE = 30°C
- RESISTIVIDAD DEL SUELO = 1k.m/W
- PROFUNDIDAD DE INSTALAC. = 700 mm.

## TABLA DE DATOS TECNICOS N2XSY 6/10 kV

### PARAMETROS FISICOS

SECCION NOMINAL	NUMERO HILOS	DIAMET CONDUCT	ESPESOR		DIAMETRO EXTERIOR	PESO
			AISLAM.	CUBIERTA		
mm <sup>2</sup>		mm	mm	mm	mm	Kg/Km
16	7	4.67	3.4	1.2	17.1	414
25	7	5.88	3.4	1.2	18	512
35	7	6.92	3.4	1.2	18.9	621
50	19	8.15	3.4	1.2	20.3	785
70	19	9.78	3.4	1.2	22.2	1003
95	19	11.55	3.4	1.2	23.8	1272
120	37	13	3.4	1.2	25.4	1541
150	37	14.41	3.4	1.3	27.1	1832
185	37	16.16	3.4	1.3	28.8	2212
240	37	18.51	3.4	1.4	31.2	2795
300	37	20.73	3.4	1.5	33.8	3431
400	61	23.51	3.4	1.6	36.8	4292
500	61	26.57	3.4	1.6	39.9	5347

### PARAMETROS ELECTRICOS

SECCION NOMINAL	RESISTENCIA DC a 20°C	RESISTENCIA AC		REACTANCIA INDUCTIVA		AMPACIDAD ENTERRADO (20°C)		AMPACIDAD AIRE (30°C)	
		(A)	(B)	(A)	(B)	(A)	(B)	(A)	(B)
		Ohm/Km	Ohm/Km	Ohm/Km	Ohm/Km	Ohm/Km	(A)	(B)	(A)
16	1.15	1,466	1,466	0.3108	0.1757	140	125	140	120
25	0.727	0.927	0.927	0.2945	0.1634	180	160	195	165
35	0.524	0.668	0.669	0.2831	0.1552	215	190	235	195
50	0.387	0.494	0.494	0.2687	0.1442	250	220	280	235
70	0.268	0.342	0.342	0.2562	0.136	305	270	345	295
95	0.193	0.247	0.247	0.2453	0.1293	360	325	420	355
120	0.153	0.196	0.196	0.2368	0.1248	405	365	485	410
150	0.124	0.159	0.160	0.2302	0.1210	445	405	540	460
185	0.0991	0.127	0.129	0.2231	0.1170	495	460	615	530
240	0.0754	0.098	0.099	0.2144	0.1130	560	530	720	625
300	0.0601	0.078	0.080	0.2076	0.1095	630	595	815	710
400	0.047	0.062	0.065	0.2006	0.1068	680	665	905	815
500	0.0366	0.050	0.053	0.1940	0.1036	745	740	1010	925

(A)= 3 cables unipolares en formación tripolar, tendidos paralelos con una separación de 7 cm.

(B)= 3 cables unipolares en formación tripolar, tendidos, agrupados en triángulo, en contacto.

**BAJO LAS SIGUIENTES CONDICIONES:**

- TEMPERATURA DEL SUELO = 20°C
- TEMPERATURA DEL AIRE = 30°C
- RESISTIVIDAD DEL SUELO = 1k.m/W
- PROFUNDIDAD DE INSTALAC. = 700 mm.

## TABLA DE DATOS TECNICOS N2XSY 8.7/15 kV

### PARAMETROS FISICOS

SECCION NOMINAL	NUMERO HILOS	DIAMET CONDUCT	ESPESOR		DIAMETRO EXTERIOR	PESO
			AISLAM.	CUBIERTA		
mm <sup>2</sup>		mm	mm	mm	mm	Kg/Km
25	7	5.88	4.5	1.8	22.0	773
35	7	6.92	4.5	1.8	23.1	890
50	19	8.15	4.5	1.8	24.3	1032
70	19	9.78	4.5	1.8	26.0	1262
95	19	11.55	4.5	1.8	27.7	1549
120	37	13	4.5	1.9	29.4	1823
150	37	14.41	4.5	1.9	30.6	2106
185	37	16.16	4.5	2	32.5	2505
240	37	18.51	4.5	2.1	35.1	3107
300	37	20.73	4.5	2.2	37.5	3742
500	61	26.57	4.5	2.4	43.9	5702

### PARAMETROS ELECTRICOS

SECCION NOMINAL	RESISTENCIA DC a 20°C	RESISTENCIA AC		REACTANCIA INDUCTIVA		AMPACIDAD ENTERRADO (20°C)		AMPACIDAD AIRE (30°C)	
		(A)	(B)	(A)	(B)	(A)	(B)	(A)	(B)
		Ohm/Km	Ohm/Km	Ohm/Km	Ohm/Km	Ohm/Km	(A)	(B)	(A)
25	0.727	0.927	0.927	0.2964	0.1713	180	160	195	165
35	0.524	0.668	0.669	0.2849	0.1627	215	190	235	200
50	0.387	0.494	0.494	0.2704	0.1513	250	225	280	240
70	0.268	0.342	0.342	0.2579	0.1426	305	275	350	295
95	0.193	0.247	0.247	0.2474	0.1365	360	325	420	360
120	0.153	0.196	0.196	0.2385	0.1305	405	370	485	410
150	0.124	0.159	0.160	0.2319	0.1264	445	410	540	465
185	0.0991	0.127	0.128	0.2250	0.1230	495	460	615	530
240	0.0754	0.098	0.099	0.2160	0.1177	570	535	720	625
300	0.0601	0.078	0.08	0.2091	0.1139	630	600	815	715
500	0.0366	0.050	0.053	0.1957	0.1081	750	745	1010	925

(A)= 3 cables unipolares en formación tripolar, tendidos paralelos con una separación de 7 cm.

(B)= 3 cables unipolares en formación tripolar, tendidos, agrupados en triángulo, en contacto.

**BAJO LAS SIGUIENTES CONDICIONES:**

- TEMPERATURA DEL SUELO = 20°C
- TEMPERATURA DEL AIRE = 30°C
- RESISTIVIDAD DEL SUELO = 1k.m/W
- PROFUNDIDAD DE INSTALAC. = 700 mm.

## TABLA DE DATOS TECNICOS N2XSY 12/20 kV

### PARAMETROS FISICOS

SECCION NOMINAL	NUMERO HILOS	DIAMET CONDUCT	ESPESOR		DIAMETRO EXTERIOR	PESO
			AISLAM.	CUBIERTA		
mm <sup>2</sup>		mm	mm	mm	mm	Kg/Km
35	7	6.92	5.5	1.2	23.8	749
50	19	8.15	5.5	1.2	25.0	933
70	19	9.78	5.5	1.2	26.7	1178
95	19	11.55	5.5	1.3	28.6	1483
120	37	13	5.5	1.4	30.3	1769
185	37	16.16	5.5	1.5	33.6	2466
240	37	18.51	5.5	1.6	36.3	3078
300	37	20.73	5.5	1.6	38.5	3706
400	61	23.51	5.5	1.6	41.3	4563

### PARAMETROS ELECTRICOS

SECCION NOMINAL	RESISTENCIA DC a 20°C	RESISTENCIA AC		REACTANCIA INDUCTIVA		AMPACIDAD ENTERRADO (20°C)		AMPACIDAD AIRE (30°C)	
		(A)	(B)	(A)	(B)	(A)	(B)	(A)	(B)
mm <sup>2</sup>	Ohm/Km	Ohm/Km	Ohm/Km	Ohm/Km	Ohm/Km	(A)	(B)	(A)	(B)
35	0.524	0.668	0.668	0.2865	0.1689	215	190	235	200
50	0.387	0.494	0.494	0.272	0.1572	250	225	270	240
70	0.268	0.342	0.342	0.2598	0.1492	305	275	350	300
95	0.193	0.247	0.247	0.2489	0.1416	365	325	420	360
120	0.153	0.196	0.196	0.240	0.1353	410	370	485	415
185	0.0991	0.127	0.128	0.2264	0.1274	500	465	615	535
240	0.0754	0.098	0.099	0.2174	0.1217	570	535	720	630
300	0.0601	0.078	0.08	0.2108	0.1185	635	605	815	715
400	0.047	0.062	0.064	0.2034	0.1143	690	675	905	820

(A)= 3 cables unipolares en formación tripolar, tendidos paralelos con una separación de 7 cm.

(B)= 3 cables unipolares en formación tripolar, tendidos, agrupados en triángulo, en contacto.

**BAJO LAS SIGUIENTES CONDICIONES:**

- TEMPERATURA DEL SUELO = 20°C
- TEMPERATURA DEL AIRE = 30°C
- RESISTIVIDAD DEL SUELO = 1k.m/W
- PROFUNDIDAD DE INSTALAC. = 700 mm.



## TABLA DE DATOS TECNICOS N2XSY 18/30 kV

### PARAMETROS FISICOS

SECCION NOMINAL	NUMERO HILOS	DIAMET CONDUCT	ESPESOR		DIAMETRO EXTERIOR	PESO
			AISLAM.	CUBIERTA		
mm <sup>2</sup>		mm	mm	mm	mm	Kg/Km
50	19	8.15	8.0	2	33.5	1367
70	19	9.78	8.0	2.1	35.3	1636
95	19	11.55	8.0	2.1	37.1	1940
120	37	13	8.0	2.2	38.8	2235
240	37	18.51	8.0	2.4	44.7	3676
300	37	20.73	8.0	2.5	47.1	4350
500	61	26.57	8.0	2.9	59.1	7206

### PARAMETROS ELECTRICOS

SECCION NOMINAL	RESISTENCIA DC a 20°C	RESISTENCIA AC		REACTANCIA INDUCTIVA		AMPACIDAD ENTERRADO (20°C)		AMPACIDAD AIRE (30°C)	
		(A)	(B)	(A)	(B)	(A)	(B)	(A)	(B)
mm <sup>2</sup>	Ohm/Km	Ohm/Km	Ohm/Km	Ohm/Km	Ohm/Km	(A)	(B)	(A)	(B)
50	0.387	0.494	0.494	0.2761	0.1711	250	230	280	245
70	0.268	0.342	0.342	0.2638	0.1622	305	280	350	300
95	0.193	0.247	0.247	0.2528	0.1539	365	330	425	365
120	0.153	0.196	0.196	0.2439	0.1471	410	375	485	420
240	0.0754	0.098	0.098	0.2211	0.1317	580	545	720	630
300	0.0601	0.078	0.08	0.2143	0.1278	645	610	815	720
500	0.0366	0.05	0.052	0.2004	0.1194	770	765	1015	930

(A)= 3 cables unipolares en formación tripolar, tendidos paralelos con una separación de 7 cm.

(B)= 3 cables unipolares en formación tripolar, tendidos, agrupados en triángulo, en contacto.

**BAJO LAS SIGUIENTES CONDICIONES:**

- TEMPERATURA DEL SUELO = 20°C
- TEMPERATURA DEL AIRE = 30°C
- RESISTIVIDAD DEL SUELO = 1k.m/W
- PROFUNDIDAD DE INSTALAC. = 700 mm.

## **ANEXO 2**



### Función

Permite elevar o reducir la tensión en un sistema o circuito eléctrico de corriente alterna; la energía eléctrica alterna de un cierto nivel tensión es transformada en energía alterna de otro nivel de tensión por medio de interacción electromagnética.

### Aplicación

Zonas urbanas, industrias, minería, explotaciones petroleras, grandes centros comerciales y toda actividad que requiera la utilización intensiva de energía eléctrica.

## 1.- Características Técnicas

<b>Potencia</b>	5 KVA hasta 5000 KVA
<b>Lado de Media Tensión</b>	
Tensión nominal	4,16,7.62,10,13.2,22.9,33 kV
Tensión máxima de servicio	12,17.5,24,36 kV
Bil exterior	95,125,170,200 kV
Tensión de prueba a 60 Hzx1 minuto	34,38,50,70
Número determinales	3, 4
Conexión	Delta / Estrella
<b>Lado de Baja Tensión</b>	
Tensión nominal	230,398,400,460,480,600V
Tensión máxima de diseño	1.1 kV
Tensión de prueba a 60 Hzx1 minuto	3 kV
Número determinales	3, 4, 6, 7
Conexión	Delta / Estrella
Grupos de conexión	Dyn5,Dd6,Dd0,Yyn6,Yyn0

Frecuencia	50, 60 Hz
Tipo de aislador	Porcelana, Polimérico
Tipo de montaje	Exterior, Interior
Rango de altura de operación	1000, 5000 msnm
Línea de fuga	25 mm/kV, 31 mm/kV

### Normas de Referencia:

Diseño, fabricación y pruebas	IEC-60076, NTP 370.002
Capacidad de sobrecarga y condiciones térmicas	IEC-354
Norma para aceite aislante	IEC-296

\*Normas Nacionales e Internacionales NTP-ITINTEC, IEC, ANSI, así como especificaciones técnicas particulares del cliente.

## 2.- Características Constructivas

### 2.1 Núcleo

Fabricado con láminas de acero silicoso de grano orientado de alta permeabilidad magnética con recubrimiento aislante (**Carlyte**). Utilizamos dos tipos de núcleos:

- Núcleo del tipo Columna, conformada por chapas cortadas a 45° y apiladas formando escalones para obtener la sección circular más optimizada.
- Núcleo del tipo Enrollado, conformada por chapas cortadas a 90° y dobladas en "C" formando una sección sólida cuadrangular, esta particular solución favorece el flujo magnético obteniéndose características constructivas del transformador más compacta.

Los sistemas empleados en la construcción de los núcleos proporciona reducidos niveles de pérdidas, intensidad de vacío y ruido.



Núcleo Enrollado



Núcleo Columnas o Apilados

### 2.2 Bobinas

Los bobinados de M.T. y B.T. son fabricados con cobre electrolítico de alta conductividad y están provistos de canales de refrigeración. Las bobinas de M.T. están fabricadas con conductores eléctricos de sección circular recubiertas con doble capa de esmalte clase térmica 180°C, y las bobinas de B.T. son fabricadas con platina de Cu de sección rectangular forradas con papel Kraft.

Los aislamientos usados son de clase térmica 120 °C consistentes en papel kraft, cartón y papel presspahn y papel crepé, estos se destacan por sus excelentes propiedades mecánicas y dieléctricas a los esfuerzos electrodinámicos y sobre tensiones transitorias que se presentan en la línea.



Alambre de cobre electrolítico esmaltado

### 2.3 Tanque

Fabricados de acero laminado en frío de primera calidad y con espesores adecuados para evitar cualquier tipo de deformación o fisuras, las costuras de soldadura son verificadas presurizando el tanque y con un detector ultrasónico se descartan probables filtraciones.

La refrigeración del Transformador se realiza por medio de radiadores por donde circula el fluido aislante.



### 2.4 Fluido Aislante

El interior del Transformador se encuentra sumergido en un fluido aislante, el que cumple la función de dar la rigidez dieléctrica y refrigerar el transformador. El sistema de refrigeración puede ser **ONAN** (refrigeración externa Aire Natural) ó **ONAF** (refrigeración externa Aire Forzada, con instalación de ventiladores).

En función a las características de seguridad ambiental requeridas, podemos suministrar inmersos en:

- Aceites Dieléctricos Minerales : Con punto de inflamación aproximado de 155°C.

- Fluidos Dieléctricos Ecológicos ( *Silicona ó Envirotemp FR3* ) : Con punto de inflamación superior a los 350°C.

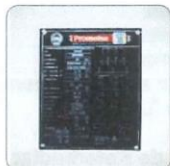


## 3.- Accesorios

### 3.1 Accesorios Estandar



Aislador



Placa de características.



Tanque conservador  
(para potencias > 100 KVA).



Indicador de nivel de aceite  
sin contactos.



Conmutador con mando  
exterior, maniobrar sin tensión



Niple de llenado de aceite  
con tapón incorporado



Orejas de izaje.



Válvula de sobrepresión.



Válvula para vaciado y toma  
de muestras de aceite



Bornes de puesta a tierra



Bases con canal "U"  
para su fijación.



Ruedas orientables  
en ambos sentidos.  
(para potencias  $\geq$  500kVA).

### 3.2 Accesorios Opcionales

- Relé Buchholz con contactos.
- Indicador de nivel de aceite con contactos.
- Termómetro de aceite con ó sin contactos.
- Relé de Imagen Térmica con contactos.
- Válvula de sobrepresión con contactos.
- Válvula para filtrado de aceite.
- Deshumedecedor de Aire.
- Tapa de protección de aluminio para Conmutador.
- Cajuela de protección para aislar los bornes de MT y BT.

#### Nota

- Las pruebas de rutina se realizan en nuestro laboratorio que cuenta con equipos calibrados y certificación vigente. Las pruebas tipo se realizan a solicitud del cliente.
- Nuestra política de calidad, medio ambiente y prevención de riesgos establece los compromisos de promoción e integración de una cultura responsable con el entorno. En este contexto nuestro sistema de gestión de la calidad alcanza el reconocimiento internacional mediante la certificación ISO 9001-2008.

## 4.- Beneficios

- Reducción del mantenimiento y mayor vida útil.
- Mínimo impacto ambiental.
- Cero posibilidad de filtraciones o fugas de aceite.
- Dimensiones optimizadas del transformador.
- Transformadores con pérdidas reducidas.

- Bajo nivel de ruido.
- Robustez de la cuba o tanque.
- Equipos adaptables a la evolución de la red.
- No agresión al entorno o medio ambiente.

## 5.- Consideraciones para el Transporte

- £ Tomar en cuenta las dimensiones y peso del transformador.
- £ Confirmar si el transformador lleva embalaje de madera.
- £ Para realizar la carga y descarga del transformador es necesario utilizar grúa o montacargas cuya capacidad debe ser superior al peso bruto del transformador.
- £ La movilidad de transporte debe tener una capacidad de carga superior al peso del transformador.

- £ Para transformadores que no llevan embalaje de madera, pero si llevan ruedas, se recomienda para el transporte quitar las ruedas a fin de evitar desplazamientos y sujetar correctamente el transformador de las orejas de izaje, nunca de los aisladores ni accesorios.

## 6.- Consideraciones para su Instalación

- Las características del transformador deben corresponder a las condiciones de operación requeridas (tensión de línea y capacidad solicitada, entre otras). Verifique esto en la placa de características.
- Verifique que el transformador y sus accesorios no hayan sufrido daños durante su montaje.
- Verifique el nivel de aceite.
- Compruebe que la relación de transformación esté correcta en las 5 posiciones del conmutador de tomas. Asegúrese de que el transformador no esté en corto o que alguno de los devanados esté abierto. Instrumento a utilizar DTR.
- Verifique la resistencia de los aislamientos y asegúrese de que los devanados no estén en corto entre ellos o a masa. Instrumento a utilizar Megger.
- Si lleva deshumecedor de aire asegúrese que éste quede correctamente instalado una vez que el transformador quede ubicado y fijado en su lugar de instalación.

- Asegúrese de conectar sólidamente a tierra la carcasa del transformador.
- Verifique que el transformador no presente fugas ni aisladores o accesorios dañados.
- Verifique que las protecciones o accesorios no incluidos en el transformador sean los apropiados conforme a las especificaciones técnicas o de coordinación requeridas.
- Verifique que los cables de alimentación primaria y salidas secundarias estén correctamente instalados y fijados sobre los soportes, de esta manera se pueda evitar que se genere esfuerzos sobre sus aisladores.
- En caso de que se instale el transformador en el interior de un ambiente cerrado, haga las provisiones necesarias de entrada y salida de aire para una ventilación adecuada.
- Verifique la resistencia a tierra y compruebe que el sistema de tierras sea el adecuado para el sitio de instalación del transformador. Instrumento a utilizar Telurómetro.

### Nota

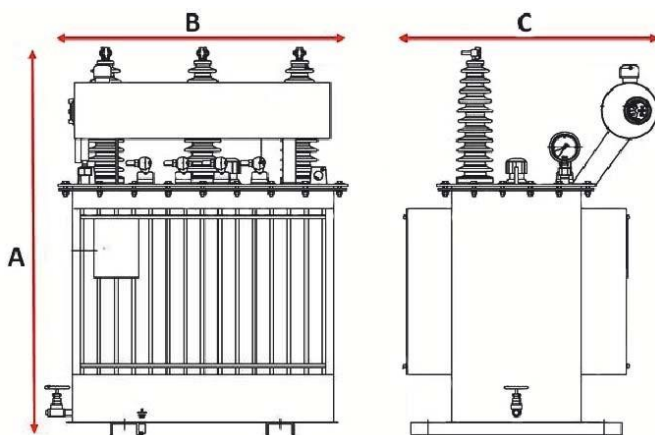
- Los transformadores "Promelsa" se envían con las conexiones internas establecidas en la norma IEC o bien, conforme a las especificadas por el cliente, las mismas que se encuentran indicadas en la placa de características.
- Si usted requiere cambiar la conexión de su transformador, solicítelo a fábrica y evite que personal no calificado o autorizado hagan el cambio de conexión ya que el riesgo de una condición insegura, invalida su garantía.
- Los valores registrados en la medición de la resistencia de aislamiento y relación de transformación deber ser comparados con lo indicado en el Protocolo de Pruebas del transformador.

## 7.- Mantenimiento

COMPROBAR Y CONTROLAR	PERIODO
Temperatura del transformador	Periódicamente
El nivel de aceite.	6 meses
Hermeticidad del tanque, sin fugas de aceite.	6 meses
El deshumecedor y su agente higroscópico.	6 meses
Aisladores limpios.	6 meses
Las conexiones en MT y BT, ajuste de sus pernos.	12 meses
Funcionamiento de los equipos de protección.	12 meses
Rigidez dieléctrica del aceite y su análisis físico químico.	12 meses
Valor de la resistencia de puesta a tierra de los puntos neutros y el tanque del transformador.	12 meses
Análisis cromatográfico del aceite.	24 meses



## 8.- Dimensiones y peso



POTENCIA KVA	A (mm)	B (mm)	C (mm)	PESO (Kg)
15	970	620	330	220
25	980	650	340	260
37.5	1000	750	480	300
50	1010	820	590	340
75	1070	820	610	420
100	1120	850	630	490
125	1130	900	650	550
160	1170	1000	750	610
200	1200	1050	790	750
250	1260	1100	820	890
315	1280	1120	850	985
400	1320	1180	870	1400
500	1370	1360	910	1640
630	1410	1420	940	1760
800	1460	1490	970	2250
1000	1820	1866	1050	2800

## 9.- Otros productos de la línea

- Transformadores de Distribución Monofásico
- Transformadores de Potencia
- Transformadores tipo Pedestal
- Transformadores Mixtos de Medida
- Transformadores Secos
- Autotransformadores
- Transformadores de Aislamiento
- Transformador tipo Zig-zag
- Reguladores de Tensión
- Núcleos para Transformadores
- Insumos y accesorios para transformadores

Soluciones y Servicios Integrales para sus Proyectos

### PRINCIPAL:

Av. Nicolás Arriola 899 Santa Catalina La Victoria

### SUCURSALES:

Prolongación Parinacochas 765 La Victoria

Jr. Raúl Porras Barrenechea 1982 Chacra Ríos

### PROVINCIAS:

Jr. Huánuco 753 Piura T: 073 608896

Jr. Unión 403 431 Trujillo T: 044 232143

### CENTRAL:

712 5500

### VENTAS:

712 5555

### FAX:

471 0641

### LINEA GRATUITA: (PROVINCIAS)

0 800 77 800

### EMAIL:

promotores@promelsa.com.pe / servicioalcliente@promelsa.com.pe

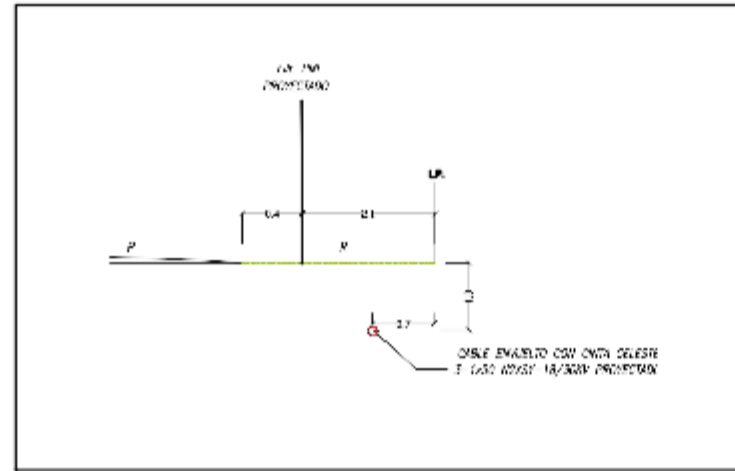
WWW.PROMELSA.COM.PE



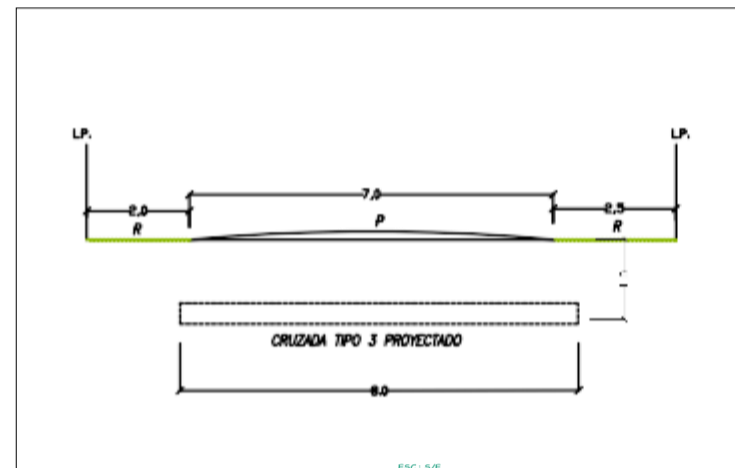
432385 QM

## **ANEXO 3**

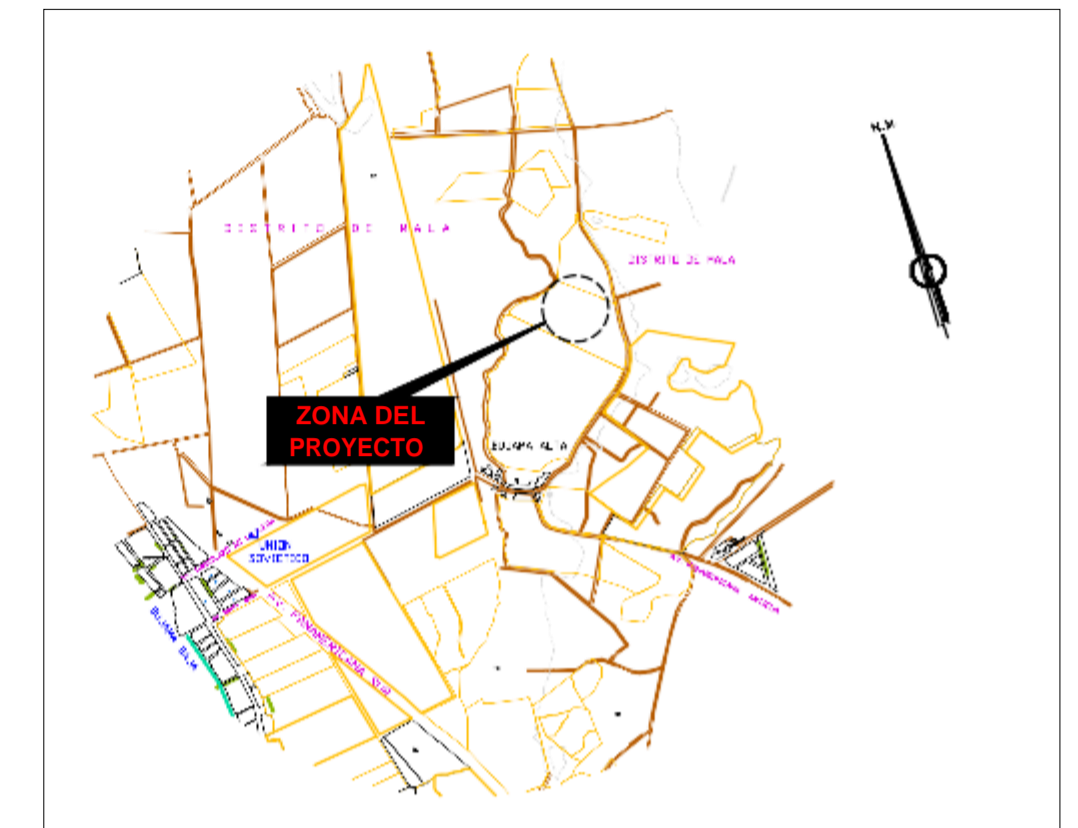
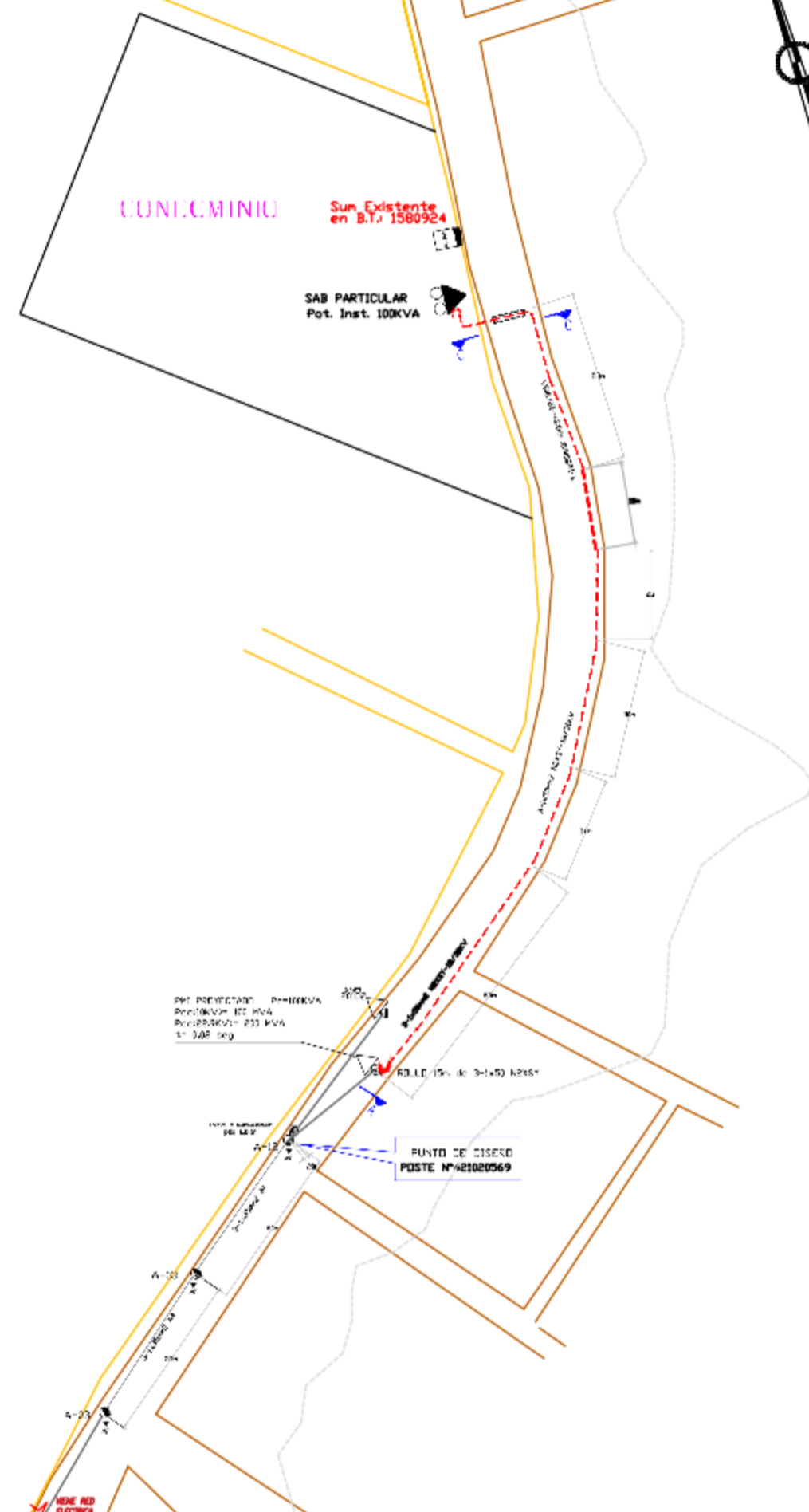
# DISTRITO DE MALA



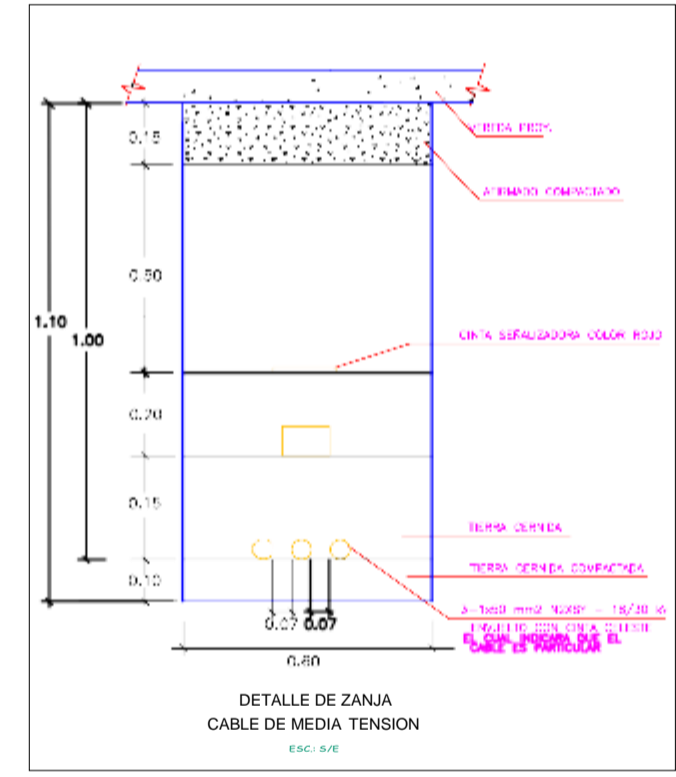
CORTE A-A



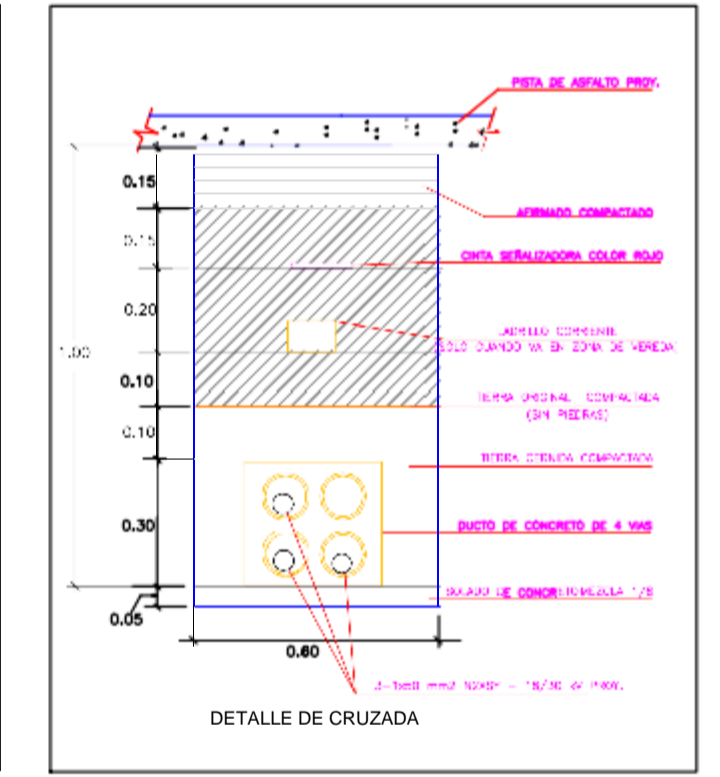
CORTE C-C



CORQUIS DE UBICACIÓN



DETALLE DE ZANJA CABLE DE MEDIA TENSION



DETALLE DE CRUZADA

# BUJAMA ALTA

VISTA EN PLANTA  
ESC. 1/250

Representante Técnico

Prop.	Edif.	Relvo	DESCRIPCION
			POSTE DE MEDIA TENSION
			CRUZADA 4 VAS
			CABLE SUBTERRANEO 10-22.9 KV.-SECCION INDICADA
			PUNTO DE MEDICION A LA INTENSIDAD
			SUBESTACIONES AERIAS

LEYENDA

**CONDOMINIO VALLE ESCONDIDO**

PROPIETARIO: Sr. ALEJANDRO DANIEL UREN MERRINO

PROYECTO: CABLE SUBTERRANEO 10-22.9KV PARA ALIMENTAR SUBESTACION PARTICULAR (OPERACION INICIAL 10KV) RECORRIDO DE ALIMENTADOR 10 KV (CORTES Y DETALLES DE INSTALACION DEL CABLE).

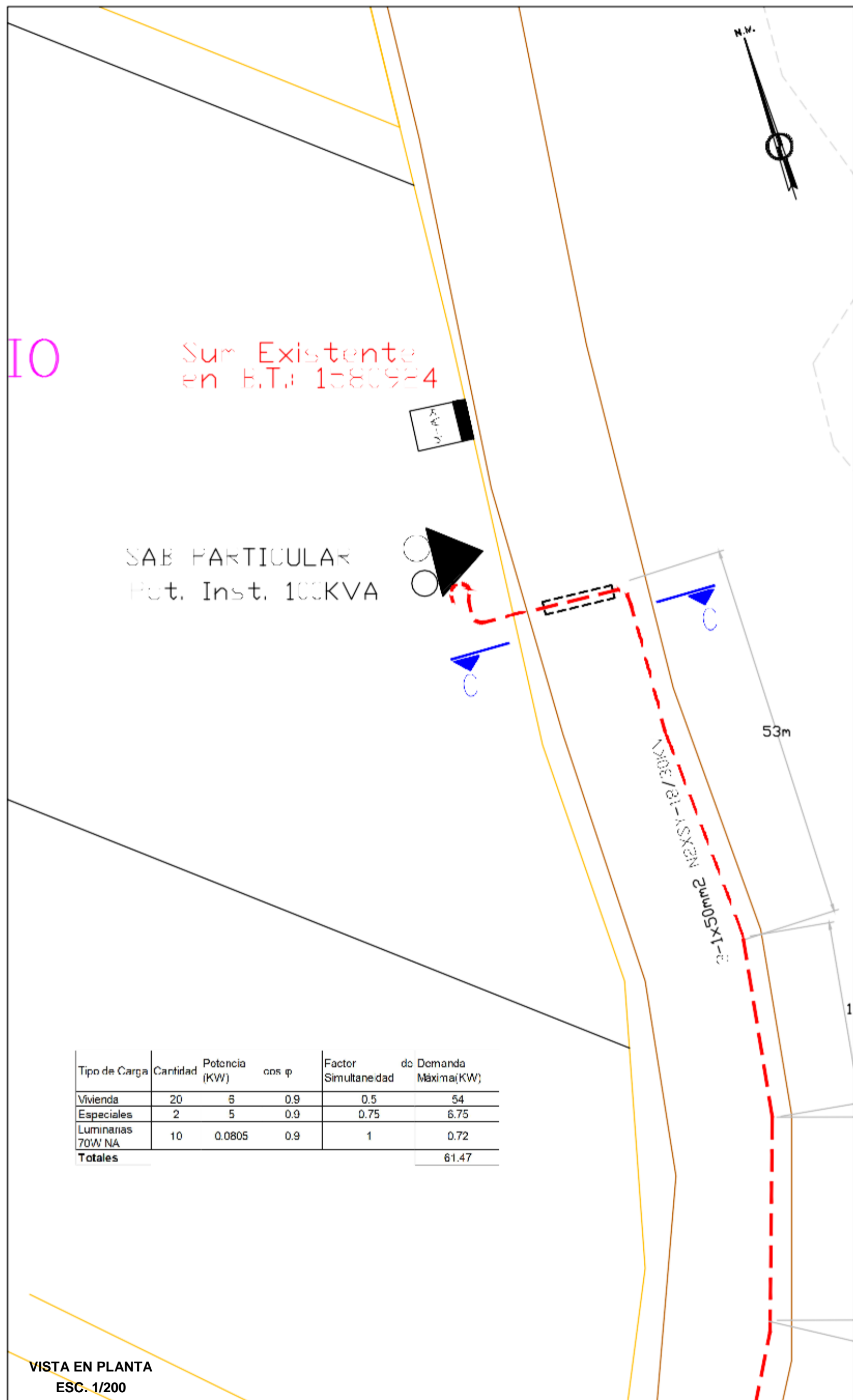
PROFESIONAL RESPONSABLE: Ing. JOEL MORENO YATACO  
CIP N° 87881

FECHA: F.E.E.T. ESCALA: INDICADA DIA: F.E.E.T. MES: JULIO - 2017

DEPARTAMENTO: LIMA  
PROVINCIA: CAJATE  
DISTRITO: MALA  
N° DE PLANO: IE-01



## **ANEXO 4**

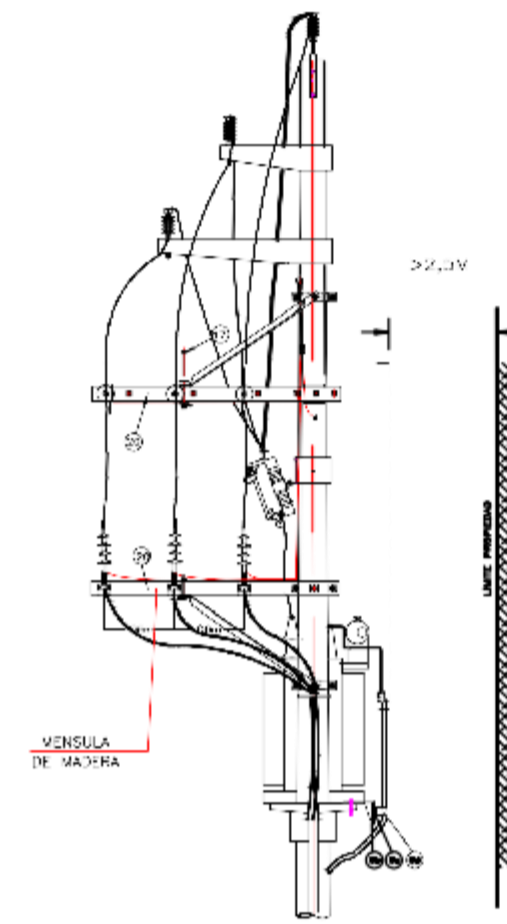


Tipo de Carga	Cantidad	Potencia (KW)	cos φ	Factor Simultaneidad	de Demanda Máxima (KW)
Vivienda	20	6	0.9	0.5	54
Especiales	2	5	0.9	0.75	6.75
Luminarias 70W NA	10	0.0805	0.9	1	0.72
<b>Totales</b>					<b>61.47</b>

VISTA EN PLANTA  
ESC. 1/200

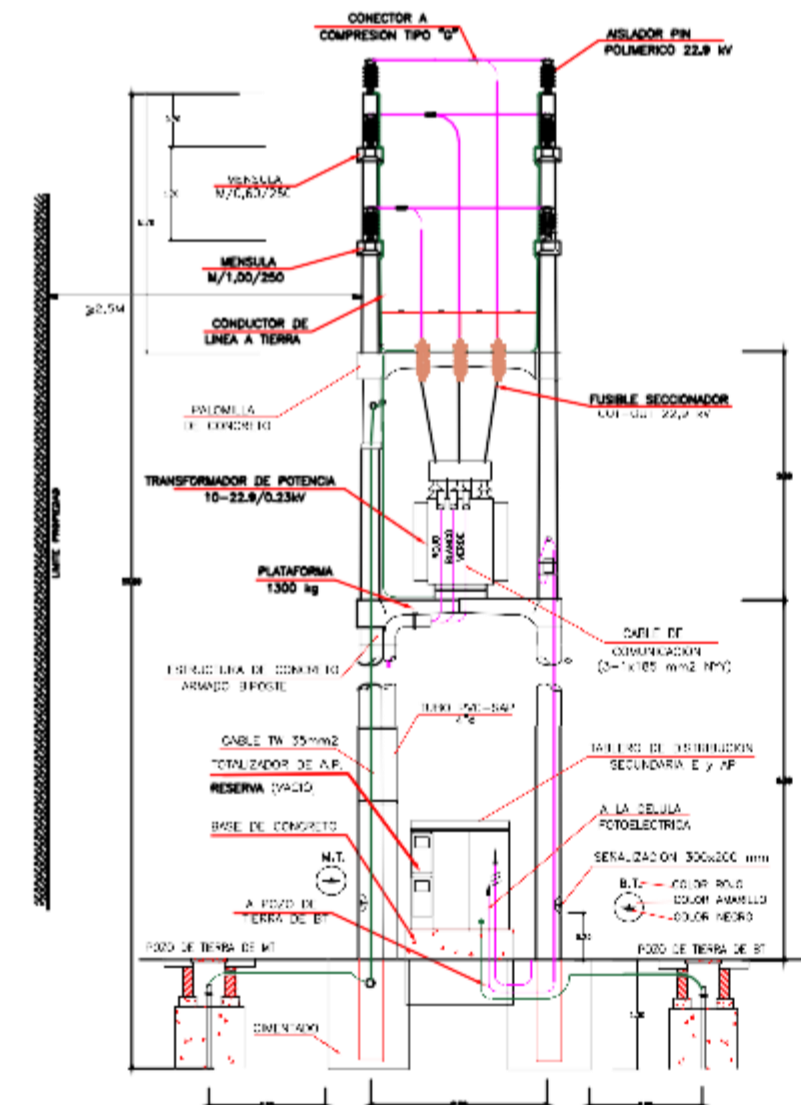
SUBSTACION AEREA BIPOSTE DE 13.00 m

VISTA LATERAL

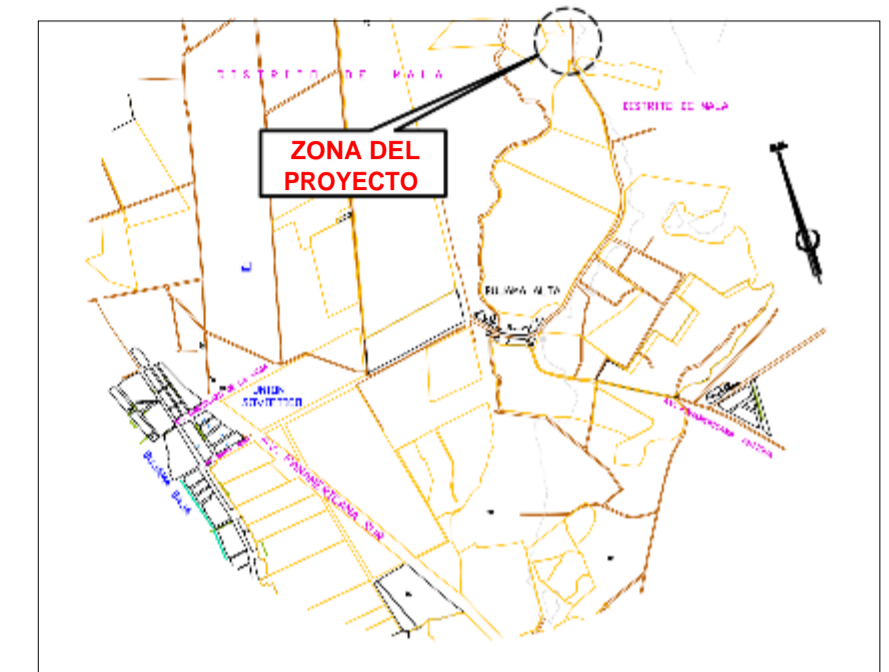


ESC. 1/120

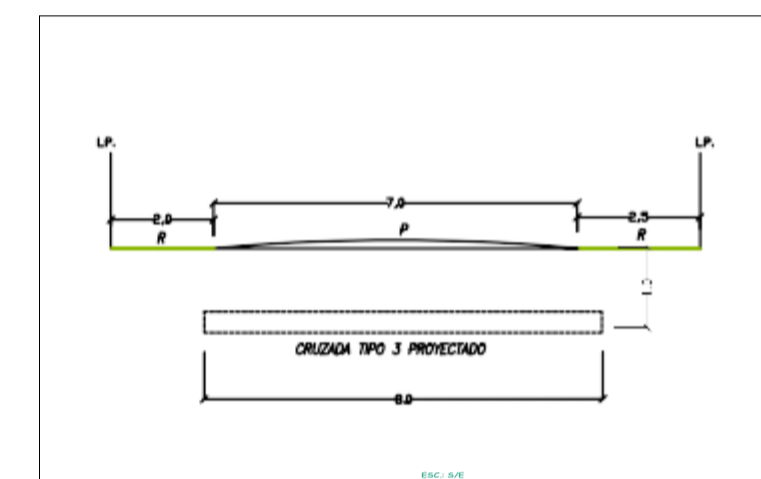
SUBSTACION AEREA BIPOSTE DE 13.00 m



ESC. 1/120



UBICACIÓN



CORTE C-C

Representante Técnico

Simbolo	Descripción
(Linea roja)	POSTE DE MEDIA TENSION
(Linea azul)	CRUZADA 4 VMS
(Linea verde)	CAB - SUBTERRANEO 10-22.8 KV.-SECCION INDICADA
(Linea amarilla)	PUNTO DE MEDICION A A. INTERPERIE
(Linea magenta)	SUBSTACIONES AERIAS
(Linea roja)	PREP.
(Linea azul)	INST.
(Linea verde)	REBRO
(Linea amarilla)	DISCRIPCIÓN

LEYENDA

**CONDOMINIO VALLE ESCONDIDO**

PROPIETARIO: Sr. ALEJANDRO DANIEL URENÁ MERRINO


PROYECTO: CABLE SUBTERRANEO 10-22.8KV PARA ALIMENTAR SUBSTACION PARTICULARES (OPERACION INICIAL 10KV)  
DETALLE DE SUBSTACION AEREA BIPOSTE

PROFESIONAL RESPONSABLE: Ing. JOEL MURENU YATACO  
CIP N° 87881

FECHA: F.E.E.T. INDICADA  
DIA: 10  
MES: JUNIO  
AÑO: 2017

DEPARTAMENTO: MALA  
PROVINCIA: CAJATE  
DISTRITO: MALA  
N° DE PLANO: IE-02

## **ANEXO 5**

6						
5	DICIEMBRE 2011					
4	JUNIO - 2009					
3	MAYO-2009					
2	MARZO-2007					
1	DICIEMBRE-2004					
0	NOVIEMBRE-2001					
	V. B. Rev.					
<b>CABLE DE COBRE TIPO N2XSY CON PANTALLA DE HILOS DE COBRE PARA REDES SUBTERRÁNEAS DE M.T. – 22,9 kV</b>						
	 <b>LUZ DEL SUR S.A.</b>	NORMA DE DISTRIBUCIÓN		CD-9-310		

1) APLICACIÓN

Esta norma se aplica en las nuevas instalaciones, ampliaciones y renovaciones de las redes subterráneas de distribución de media tensión en el área de concesión regional de LUZ DEL SUR S.A.A.

2) CONDICIONES NORMALES DE INSTALACIÓN DE CABLES DIRECTAMENTE ENTERRADOS

Las siguientes condiciones de instalación son consideradas como normales:

- a) Resistividad térmica del terreno : 150 °C-cm/W
- Temperatura del terreno : °C
- c) Profundidad de instalación : 1,0 m
- d) Cantidad de cables en la zanja : 3
- e) Separación entre cables. : 70 mm
- f) Conexión a tierra de la pantalla del cable : En ambos extremos y en los empalmes.

Por lo tanto los valores de capacidad de corriente de estos cables dados en las normas correspondientes, están referidos a estas condiciones.

Se aceptarán proyectos con secciones de cables cuyas capacidades de corriente se han determinado bajo otras condiciones de resistividad térmica y temperatura del terreno, siempre y cuando se adjunten los valores de las mediciones efectuadas en época apropiada del año (verano).

Para condiciones de instalación distintas a las normales, se aplicarán los factores de corrección indicados más adelante.

3) CONFORMACIÓN

Cable de energía con conductor de cobre electrolítico recocido, con aislamiento de polietileno reticulado y cubierta externa de cloruro de polivinilo (PVC).

4) ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Las especificaciones técnicas, con los aspectos de diseño y fabricación de este tipo de cable, están dados en el documento [DNC-ET-021e](#).

Modif: 6  
 Fecha: 5  
 V. B. Rev. 4  
 3  
 2  
 1  
 0

DICIEMBRE 2011  
 JUNI - 2009  
 MAYO-2009  
 MARZO-2007  
 DICIEMBRE-2004  
 NOVIEMBRE-2001  
 DICIEMBRE-2001

Las características más importantes son:

4.1) CONDUCTOR

La conformación del conductor es la siguiente:

SECCIÓN mm <sup>2</sup>	50	70	120	240	300
CONFORMACIÓN DEL CONDUCTOR	COBRE ELECTROLITICO RECOCIDO, CABLEADO REDONDO COMPACTADO (CLASE 2) (sentido de la mano izquierda)				

4.2) AISLAMIENTO Y PANTALLAS ELÉCTRICAS

El cable lleva sobre el conductor una capa de material semiconductor del tipo extruído, resistente a la deformación. El aislamiento es de polietileno reticulado (XLPE) con grado de aislamiento E<sub>0</sub>/E=18/30 kV. y sobre es adherida una capa de semiconductor del tipo extruído de fácil retiro (easy-stripping).

4.3) BLINDAJE METÁLICO

constituído por un conjunto de hilos de cobre recocido y una cinta helicoidal de cobre aplicada en hélice abierta (discontinua) en contraespira alrededor de los hilos. El conjunto no debe superar los siguientes valores de resistencia eléctrica:

- 1.2 ohm/km para 50, 70 y 120 mm<sup>2</sup>.
- 0.75 ohm/km para 240 y 300 mm<sup>2</sup>.

Adicionalmente y de acuerdo al requerimiento (tipo de zona de instalación), el fabricante adicionará un bloqueador eficaz de penetración longitudinal para la humedad entre la capa semiconductor y hilos de cobre y entre cinta de cobre y la cubierta externa.

4.4) CUBIERTA EXTERNA

Esta constituído por un compuesto de cloruro de polivinilo (PVC) del tipo ST2, resistente a ultravioletas.

4.5) COLORES

El aislamiento del cable será de color natural.  
 la cubierta externa del cable será de color rojo.

5) DIMENSIONES

Las dimensiones teóricas del cable son las siguientes:

SECCIÓN mm <sup>2</sup>	Ø CONDUCTOR (mm)	ESPESOR AISLAMIENTO (mm)	Ø SOBRE EL AISLAMIENTO (mm)	ESPESOR PVC (mm)	Ø EXTERIOR (mm)
50	8,0	8,0	25,1	2,0	31,0
70	10,0	8,0	27,0	2,2	33,0
120	13,0	8,0	30,5	2,2	37,0
240	19,0	8,0	36,6	2,4	43,5
300	21,0	8,0	37,0	2,5	47,1

CABLE DE COBRE TIPO N2XSJY CON PANTALLA DE HILOS DE COBRE PARA REDES SUBTERRÁNEAS DE M.T. – 22,9 kV



LUZ DEL SUR S.A.

NORMA DE DISTRIBUCIÓN

CD-9-310

Modifi: 6  
 Fecha: 5  
 V. B. Rev. 4  
 3  
 2  
 1  
 0

DICIEMBRE-2011  
 JUNI - 2009  
 MAYO-2009  
 MARZO-2007  
 DICIEMBRE-2004  
 NOVIEMBRE-2001

6) CAPACIDAD DE CORRIENTE EN CONDICIONES NORMALES DE OPERACIÓN

La capacidad de corriente indicada en el cuadro "A" considera:

- Está referida a las condiciones normales de instalación dadas en la pag. 1 de la presente norma.
- La temperatura máxima sobre el conductor en condiciones normales de operación es de 90 °C.
- Considera tres cables unipolares, instalados directamente enterrados en forma horizontal en un mismo plano y con una separación entre cables igual a 7 cm.

CUADRO "A"  
CAPACIDAD DE CORRIENTE

SECCIÓN mm2	CORRIENTE (A)		
	F.C. =1	F.C. <=0.75 *	F.C. <=0,6 **
50	193	222	243
70	234	272	300
120	314	366	407
240	447	527	587
300	506	599	667

- \* Corresponde a los tipos de cargas siguientes: Comercial, Residencial, Industrial, Hospital.
- \*\* Corresponde a los tipos de carga siguiente: Residencial, Pueblo Joven Residencial Comercial, con un F.C. no mayor de 0,6, con una punta cuyo valor no sea mayor 18% del correspondiente para un F.C. = 1 y con una duración de no más de 4 horas.

Estos valores han sido calculados tomando en cuenta las normas vigentes IEC-287, IEC-853, el software "CYMCAP-CYME", Especificaciones Técnicas y condiciones de instalación propias de Luz del Sur.

7) CAPACIDAD DE CORRIENTE EN CONDICIONES DE EMERGENCIA

Se entiende por condiciones de emergencia, aquellas magnitudes de corriente que ocasionan un aumento de temperatura por encima de valor normal y que está dispuesto a soportar el cable (en este caso el aislamiento), por un tiempo máximo de 2 horas.

- La máxima temperatura en condiciones de emergencia para los cables con aislamiento de polietileno reticulado es de 130 °C.
- La corriente en estas condiciones significa aumentar valores de capacidad de corriente en condiciones normales de operación en un 19 %.
- El número máximo de períodos de emergencia en 12 meses consecutivos es 3, y la duración cada período es de 36 horas.

**CABLE DE COBRE TIPO N2XSY CON PANTALLA DE HILOS DE COBRE PARA REDES SUBTERRÁNEAS DE M.T. - 22,9 kV**



NORMA DE DISTRIBUCIÓN

CD-9-310

6						
5	DICIEMBRE 2011					
4	JUNIO - 2009					
3	MAYO-2009					
2	MARZO-2007					
1	DICIEMBRE-2004					
0	NOVIEMBRE-2001					

8) CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO

La corriente de cortocircuito máxima  $I_{km}$  (corriente media eficaz) en función del tiempo, se presentan en las curvas dadas a continuación y calculadas según la siguiente expresión:

$$I_{km} = 0,14356 \frac{S}{\sqrt{t}}$$

donde:

- $I_{km}$  = corriente media eficaz de cortocircuito (kA)
- $S$  = sección nominal del conductor (mm<sup>2</sup>)
- $t$  = tiempo (s)

temperatura de cortocircuito = 250 °C  
temperatura máxima de operación = 90 °C

El tiempo no deberá ser mayor de 5 seg. en ningún caso.

Estos cables van protegidos con seccionadores fusibles de potencia automático, equipados con fusibles tipo limitador corriente rápido accionamiento.

La gráfica adjunta (ver pag. 6) puede ser usada para las siguientes situaciones:

- a.- Para determinar la máxima corriente de cortocircuito permitida en el cable.
- b.- Para determinar la sección del conductor necesario para soportar una particular condición de cortocircuito.
- c.- Para determinar el tiempo máximo que un cable puede funcionar con una particular corriente de cortocircuito, sin dañar el aislamiento.

9) PARÁMETROS ELÉCTRICOS

En el cuadro siguiente se representan los valores de resistencia, reactancia inductiva y capacidad de los cables unipolares N2XSY (tres dispuestos en forma horizontal en un mismo plano) y con una separación entre cables igual a 7 cm.

SECCIÓN mm <sup>2</sup>	R 20°C ohm/km	Re ohm/km	X1 ohm/km	C uf/km	K 3ø (V/A x km)
50	0.387	0,493	0,252	0,1238	0,946
70	0.268	0,342	0,235	0,1394	0,718
120	0.153	0,195	0,215	0,1696	0,494
240	0.0754	0,096	0,187	0,2204	0,327
300	0.0601	0,077	0,179	0,2280	0,293

- R20 = Resistencia a la corriente continua a 20 °C
- = Resistencia a temperatura operación
- X1 = Reactancia inductiva
- = Capacidad de servicio.

CABLE DE COBRE TIPO N2XSY CON PANTALLA DE HILOS DE COBRE PARA REDES SUBTERRÁNEAS DE M.T. - 22,9 kV



6  
 5  
 4  
 3  
 2  
 1  
 0

DICIEMBRE 2011  
 JUNI - 2009  
 MAYO-2009  
 MARZO-2007  
 DICIEMBRE-2004  
 NOVIEMBRE-2001

GABRIEL BARRIO  
 GABRIEL BARRIO  
 GABRIEL BARRIO  
 GABRIEL BARRIO  
 GABRIEL BARRIO  
 GABRIEL BARRIO

10) FACTORES DE CORRECCIÓN

Para las condiciones de instalación distintas a las normales se aplicarán los factores de corrección indicados:

10.1 FACTORES DE CORRECCIÓN RELATIVOS A LA TEMPERATURA DEL SUELO

MÁXIMA TEMP. ADMISIBLE DEL CONDUCTOR °C	TEMPERATURA DEL SUELO EN °C									
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	
90	1,14	1,11	1,07	1,04	1,00	0,96	0,92	0,88	0,83	

10.2 FACTORES DE CORRECCIÓN RELATIVOS A LA RESISTIVIDAD TÉRMICA DEL SUELO

SECCIÓN DEL CONDUCTOR (mm <sup>2</sup> )	RESISTIVIDAD TÉRMICA DEL SUELO (°C-cm/W)									
	50	70	80	100	120	150	200	250	300	
50 a 240	1,5	1,34	1,27	1,17	1,09	1,00	0,88	0,80	0,74	

10.3 FACTORES DE CORRECCIÓN DEBIDO AL AGRUPAMIENTO DE CABLES DIRECTAMENTE ENTERRADOS

NÚMERO DE SISTEMAS DE CABLES UNIPOLARES EN LA MISMA ZANJA **	SECCIÓN mm <sup>2</sup>	SEPARACIÓN ENTRE CABLES "d" (cm)		
		3	7	15
2	50 70 120 240	0,81	0,83	0,85

\*\* Cada sistema tiene tres cables unipolares.

CABLE DE COBRE TIPO N2XSY CON PANTALLA DE HILOS DE COBRE PARA REDES SUBTERRÁNEAS DE M.T. - 22,9 kV



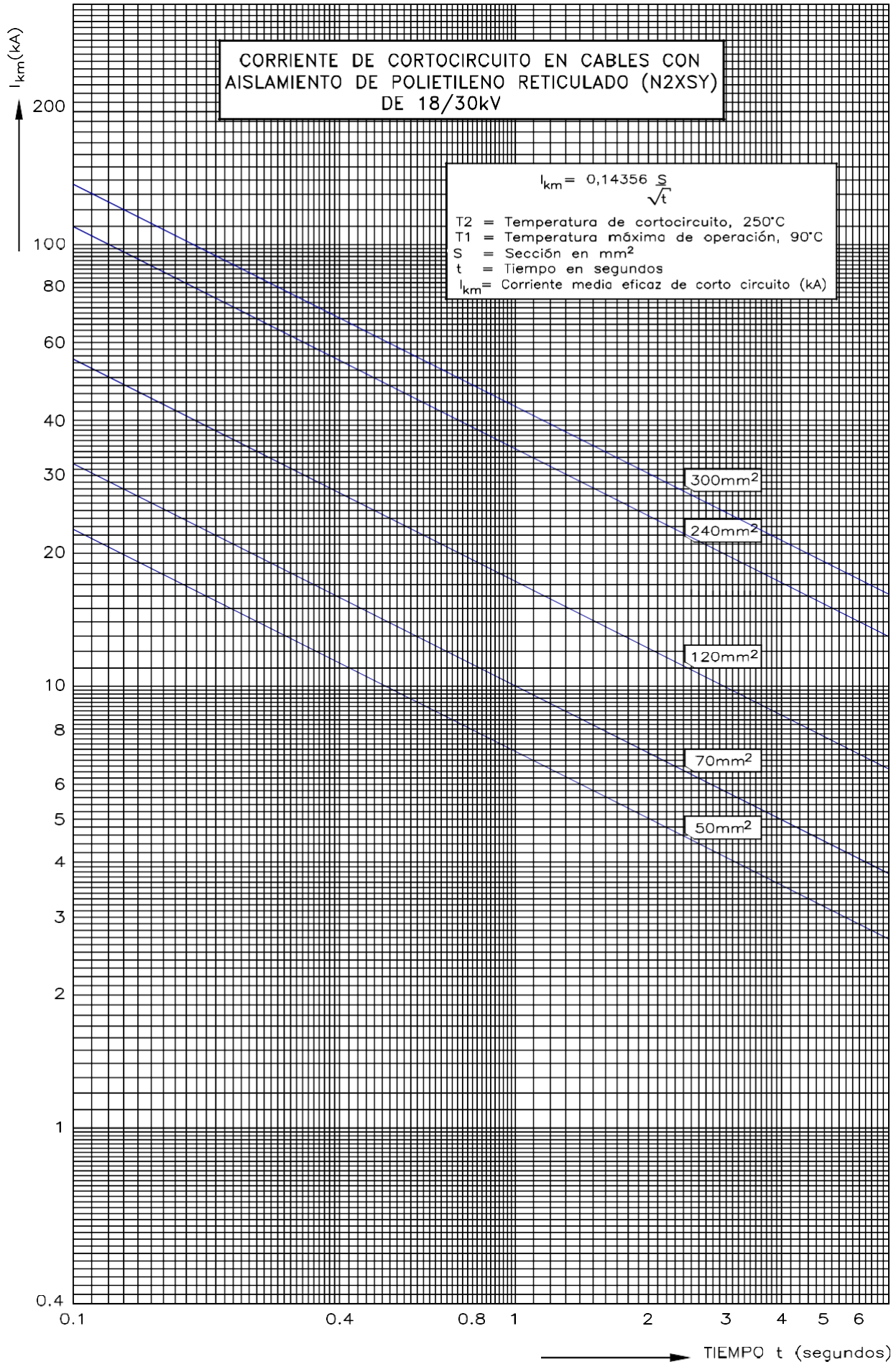
NORMA DE DISTRIBUCIÓN

CD-9-310



Modif:	0	NOVIEMBRE-2001	1	DICIEMBRE-2004	2	MARZO-2007	3	MAYO-2009	4	JUNIO-2009	5	DICIEMBRE 2011	6
--------	---	----------------	---	----------------	---	------------	---	-----------	---	------------	---	----------------	---

ICAPI-0004  
 CABLES PARA  
 CABLES PARA  
 CABLES PARA

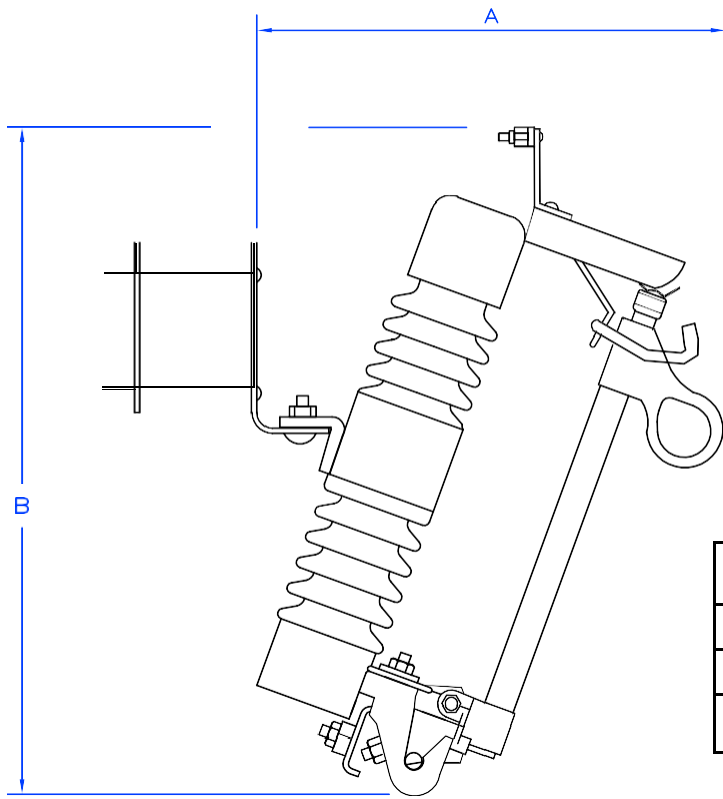


**CABLE DE COBRE TIPO N2XSY CON PANTALLA DE HILOS DE COBRE PARA REDES SUBTERRÁNEAS DE M.T. - 22,9 kV**

## **ANEXO 6**

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

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



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

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

**APLICACIÓN**

ESTAN PREVISTOS PARA ALOJAR A LOS FUSIBLES DE EXPULSION. PUEDEN OPERARSE SIN CARGA, USANDO UNA PERTIGA AISLADA; Y CON CARGA, USANDO UNA PERTIGA

APERTURA (NORMA PE-9-381).

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

REFERENCIA : ESPECIFICACION TECNICA: DNC-ET-039g

FABRICANTE : VER LA LIMAT VIGENTE

BASE UNIPOLAR (CUT OUT)

SECCIONADOR FUSIBLE UNIPOLAR AEREO EN 22,9 KV



NORMA DE DISTRIBUCION

PE-9-312

## **ANEXO 7**

**EMPRESA DE DISTRIBUCION ELECTRICA LUZ DEL SUR S.A.A.**

**PRECIOS PARA LA VENTA DE ENERGIA ELECTRICA (Incluye IGV)**

PLIEGO TARIFARIO:04ENERO2013 (1)

LDS2013-01

MEDICION DOBLE DE ENERGIA Y CONTRATACION O MEDICION DE DOS POTENCIAS (2E2P)	Unidad	Media Tensión MT2	Baja Tensión BT2
Cargo Fijo mensual	S./Usuario	4,07	4,07
Cargo por Energía en punta	cent S./kW.h	18,86	20,64
Cargo por Energía fuera de punta	cent S./kW.h	16,18	17,71
Cargo por potencia activa de generación en horas punta	S./kW-mes	32,71	34,75
Cargo por potencia activa por uso redes de distribución en horas punta	S./kW-mes	11,26	52,50
Cargo por exceso de potencia por uso redes distribución en horas fuera de punta	S./kW-mes	12,74	43,06
Cargo por energía reactiva que exceda del 30% del total de la energía activa	cent S./kvarh	3,79	3,79
MEDICION DOBLE DE ENERGIA Y UNA POTENCIA CONTRATADA (2E1P)	Unidad	Media Tensión MT3	Baja Tensión BT3
Cargo Fijo mensual	S./Usuario	3,40	3,40
Cargo por Energía en punta	cent S./kW.h	18,86	20,64
Cargo por Energía fuera de punta	cent S./kW.h	16,18	17,71
Cargo por potencia activa de generación para calificación "Presentes punta"	S./kW-mes	26,27	26,38
Cargo por potencia activa de generación para calificación "Fuera punta"	S./kW-mes	16,17	16,31
Cargo por potencia activa por uso redes de distribución para calificación "Presentes punta"	S./kW-mes	11,99	51,77
Cargo por potencia activa por uso redes de distribución para calificación "Fuera punta"	S./kW-mes	12,27	48,34
Cargo por energía reactiva que exceda el 30% del total de la energía activa	cent S./kvarh	3,79	3,79
SIMPLE MEDICION DE ENERGIA Y UNA POTENCIA CONTRATADA (1E1P)	Unidad	Media Tensión MT4	Baja Tensión BT4
Cargo Fijo mensual	S./Usuario	3,40	3,40
Cargo por Energía	cent S./kW.h	16,79	18,40
Cargo por potencia activa de generación para calificación "Presentes punta"	S./kW-mes	26,27	26,38
Cargo por potencia activa de generación para calificación "Fuera punta"	S./kW-mes	16,17	16,31
Cargo por potencia activa por uso redes de distribución para calificación "Presentes punta"	S./kW-mes	11,99	51,77
Cargo por potencia activa por uso redes de distribución para calificación "Fuera punta"	S./kW-mes	12,27	48,34
Cargo por Energía Reactiva que exceda el 30% del total de la Energía Activa	cent S./kvarh	3,79	3,79
DOBLE MEDICION DE ENERGIA (2E)	Unidad	Baja Tensión BT5A	
Cargo Fijo mensual	S./Usuario	3,40	
Cargo por Energía en punta para demandas hasta 20 kW en horas punta y fuera punta	cent S./kW.h	100,08	
Cargo por Energía en punta para demandas hasta 20 kW en hor.punta y 50 kW en fra.punta	cent S./kW.h	92,19	
Cargo por Energía fuera de punta	cent S./kW.h	17,71	
Cargo por exceso de potencia en horas fuera de punta	S./kW-mes	43,54	
Cargo por exceso de potencia en horas de punta	S./kW-mes	43,54	
SIMPLE MEDICION DE ENERGIA (1E)	Unidad	Baja Tensión BT5C	Baja Tensión BT5C-AP
Cargo Fijo mensual	S./Usuario	2,86	3,98
Cargo por Energía	cent S./kW.h	44,43	43,39
CLIENTES A PENSION FIJA	Unidad	Baja Tensión BT6	
Cargo Fijo mensual	S./Usuario	2,86	
Cargo mensual por Potencia	cent S./Watt	17,20	
SERVICIO PREPAGO	Unidad	Baja Tensión BT7	
BT7 No Residencial			
Cargo Fijo mensual - Códigos	S./Usuario	2,58	
Cargo Fijo mensual - Tarjetas	S./Usuario	2,58	
Cargo por Energía	cent S./kW.h	39,80	
BT7 Residencial			
a) Para clientes con consumos menores o iguales a 100 kW.h por mes			
0 - 30 kW.h			
Cargo Fijo mensual - Códigos	S./Usuario	2,53	
Cargo Fijo mensual - Tarjetas	S./Usuario	2,53	
Cargo por Energía Activa	cent S./kW.h	29,16	
31 - 100 kW.h			
Cargo Fijo mensual - Códigos	S./Usuario	2,53	
Cargo Fijo mensual - Tarjetas	S./Usuario	2,53	
Cargo por Energía Activa - Primeros 30 kW.h	S./Usuario	8,74	
Cargo por Energía Activa - Exceso de 30 kW.h	cent S./kW.h	38,87	
b) Para clientes con consumos mayores a 100 kW.h por mes			
Cargo Fijo mensual - Códigos	S./Usuario	2,58	
Cargo Fijo mensual - Tarjetas	S./Usuario	2,58	
Cargo por Energía Activa	cent S./kW.h	39,80	

SIMPLE MEDICION DE ENERGIA (1E) - NO RESIDENCIAL	Unidad	Baja Tensión BT5B	Baja Tensión BT5D	Baja Tensión BT5E
Cargo Fijo mensual	S./Usuario	2,86	2,86	2,66
Cargo por Energía	cent S./kW.h	40,39	31,71	40,36
SIMPLE MEDICION DE ENERGIA (1E) - RESIDENCIAL	Unidad	Baja Tensión BT5B	Baja Tensión BT5D	Baja Tensión BT5E
a) Usuarios con consumos menores o iguales a 100 kW.h por mes				
0 - 30 kW.h				
Cargo Fijo Mensual	S./Usuario	2,78	2,78	2,60
Cargo por Energía Activa	cent S./kW.h	29,58	23,22	29,56
31 - 100 kW.h				
Cargo Fijo Mensual	S./Usuario	2,78	2,78	2,60
Cargo por Energía Activa - Primeros 30 kW.h	S./Usuario	8,87	6,96	8,87
Cargo por Energía Activa - Exceso de 30 kW.h	cent S./kW.h	39,45	30,96	39,41
b) Usuarios con consumos mayores a 100 kW.h por mes				
Cargo Fijo Mensual	S./Usuario	2,86	2,86	2,66
Cargo por Energía Activa	cent S./kW.h	40,39	31,71	40,36

(1) Aplicación de los factores de actualización para Precios a Nivel de Generación (Art. 3 de la Resolución N° 234-2012-OS/CD, y costos de Distribución (Art. 2 Res.181-2009-OS/CD).

Costos de Distribución				
Fecha:	IPM	TC	ICu	IPAL
Al 04/11/12	208,93	2,59	355,86	2.041,46
Al 04/01/13	208,22	2,55	359,13	2.011,67
Variación	-0,3%	-1,6%	0,9%	-1,5%

NOTA : Las tarifas de Distribución se reajustan en función a la variación de los indicadores macro- económicos: IPM=índice de precios al por mayor; TC=tipo de cambio (S./US\$); TA=tasa arancelaria (%); IPAL=índice de precio del aluminio (US\$/Tn), ICu=índice de precio del Cobre (centUS\$/lb).

# EMPRESA DE DISTRIBUCION ELECTRICA LUZ DEL SUR S.A.A.

Fecha de Vigencia : A partir del 2013.01.04

## FORMATO 1

Presupuestos de Conexiones en Baja Tensión - Nuevos Soles (\*)

Mes : Enero 2013

Tipo	Subtipo	Nivel de tensión	Fases	Potencia conectada	Opción tarifaria	Aérea		Subterránea		Mixta (aérea/subterránea)	
						Simple	Doble	Simple	Doble	Simple	Doble
C1	C1.1	Baja Tensión 220 V	Monofásica	Hasta 3 kW	BT5A	609	550	675	573	658	565
					BT5B (2 hilos)	276	218	345	242	327	235
					BT5B (3 hilos)	280	221	347	244	329	237
	C1.2	Baja Tensión 220 V	Monofásica	Mayor a 3kW hasta 10kW	BT6	215	157	283	182	267	173
					BT5A	670	701	679	585	662	582
					BT5B (2 hilos)	339	369	348	254	330	249
C2	C2.1	Baja Tensión 220 V	Trifásica	Hasta 10 kW	BT5A	1.089	1.132	1.143	1.015	1.112	999
					BT5B	498	542	553	425	522	408
					BT6	319	359	368	238	335	222
					BT2	1.573	1.612	1.621	1.493	1.589	1.476
					BT3	1.573	1.612	1.621	1.493	1.589	1.476
					BT4	1.408	1.447	1.456	1.326	1.424	1.311
	C2.2	Baja Tensión 220 V	Trifásica	Mayor a 10 kW hasta 20 kW	BT5A	1.189		1.145		1.113	
					BT5B	598		555		523	
					BT6	419		368		337	
					BT2	1.720		1.670		1.638	
					BT3	1.720		1.670		1.638	
					BT4	1.555		1.503		1.471	
C3	C3.1	Baja Tensión 220 V	Trifásica	Mayor a 20 kW hasta 50 kW	BT5A	2.015		2.159		2.136	
					BT5B	2.015		2.159		2.136	
					BT2	2.015		2.159		2.136	
					BT3	2.015		2.159		2.136	
C4	C4.1	Baja Tensión 220 V	Trifásica	Mayor a 50 kW hasta 75 kW	BT2	2.032		2.695		2.511	
					BT3	2.032		2.695		2.511	
					BT4	1.866		2.529		2.343	
	C4.2	Baja Tensión 220 V	Trifásica	Mayor a 75 kW hasta 150 kW	BT2			3.902			
					BT3			3.902			
					BT4			3.736			
	C4.3	Baja Tensión 220 V	Trifásica	Mayor a 150 kW hasta 225 kW	BT2			5.263			
					BT3			5.263			
					BT4			5.096			
	C4.4	Baja Tensión 220 V	Trifásica	Mayor a 225 kW hasta 300 kW	BT2			6.418			
					BT3			6.418			
					BT4			6.252			

### Presupuestos de Conexiones en Baja Tensión Múltiples - Nuevos Soles (\*)

Tipo	Subtipo	Nivel de tensión	Fases	Potencia conectada	Opción tarifaria	Subterránea			
						Conexión	Caja toma De 3 a 6 usuarios	Caja toma De 7 a 12 usuarios	Caja toma De 13 a 18 usuarios
C1	C1.1	Baja Tensión 220 V	Monofásica	Hasta 3 kW	BT5B (2 hilos)	166	66	55	46
					BT5B (3 hilos)	169	66	55	46
	C1.2	Baja Tensión 220 V	Monofásica	Mayor a 3kW hasta 10kW	BT5B (2 hilos)	211	113	110	127
					BT5B (3 hilos)	214	113	110	127
C2	C2.1	Baja Tensión 220 V	Trifásica	Hasta 10 kW	BT5B	367	109	111	127
	C2.2	Baja Tensión 220 V	Trifásica	Mayor a 10 kW hasta 20 kW	BT5B	441	235	227	254

### Otros Costos en Baja Tensión - Nuevos Soles (\*)

Descripción	Unidad	S/.
Rotura y resane de vereda en baja tensión	m2	100
Murete	Unidad	211
Mástil metálico de 3 m	Unidad	125
Mástil metálico de 6 m	Unidad	212

(\*) Incluye IGV

# EMPRESA DE DISTRIBUCION ELECTRICA LUZ DEL SUR S.A.A.

Fecha de Vigencia : A partir del 2013.01.04

## FORMATO 2

Presupuestos de Conexiones Básicas en Media Tensión - Nuevos Soles (\*)

Mes : Enero 2013

Tipo	Subtipo	Nivel de tensión	Fases	Potencia conectada	Opción tarifaria	10 kV		22.9/13.2 kV	
						PMI	Celda	PMI	Celda
C5	C5.1	Media tensión	Trifásica	Hasta 100 kW	MT2/MT3	9.383	13.558	12.148	20.547
					MT4	9.222	13.398	12.007	20.406
	C5.2	Media tensión	Trifásica	Mayor a 100 kW hasta 400 kW	MT2/MT3	9.617	11.933	12.148	20.547
					MT4	9.454	11.771	12.007	20.406
	C5.3	Media tensión	Trifásica	Mayor a 400 kW hasta 700 kW	MT2/MT3	9.617	11.293	12.778	23.817
					MT4	9.454	11.131	12.637	23.674
	C5.4	Media tensión	Trifásica	Mayor a 700 kW hasta 1000 kW	MT2/MT3	10.188	10.594	13.077	23.067
					MT4	10.028	10.434	12.936	22.925
	C5.5	Media tensión	Trifásica	Mayor a 1000 kW hasta 2500 kW	MT2/MT3	11.193	11.201	14.416	20.983
					MT4	11.033	11.039	14.273	20.841

### Presupuestos de Otros Elementos Electromecánicos en Media Tensión - Nuevos Soles (\*)

Elemento	Tipo de red	Potencia Conectada (Pc)	Descripción	10 kV	22.9/13.2 kV	
Empalme de acometida	Aérea	Pc ≤ 1000 kW	A red aérea con cable autoportante	1.023	841	
			A red aérea con conductor desnudo	171	171	
		1000 kW < Pc ≤ 2500 kW	A red aérea con cable autoportante	1.023	841	
			A red aérea con conductor desnudo	171	171	
	Subterránea	1000 kW < Pc ≤ 2500 kW	A red subterránea	5.647	5.647	
			A red subterránea	5.647	5.647	
Cable de acometida	Aérea	Pc ≤ 1000 kW	Con cable autoportante y salida a red subterránea	5.395	5.173	
			Con conductor desnudo y salida a red aérea	3.660	3.866	
			Con conductor desnudo y salida a red subterránea	4.122	4.020	
		1000 kW < Pc ≤ 2500 kW	Con cable autoportante y salida a red subterránea	5.854	5.173	
			Con conductor desnudo y salida a red aérea	4.570	3.866	
			Con conductor desnudo y salida a red subterránea	4.770	4.020	
	Subterránea-Aérea	1000 kW < Pc ≤ 2500 kW	Con conductor desnudo y salida a red subterránea	5.500	6.091	
			Con conductor desnudo y salida a red subterránea	6.271	6.091	
	Caja de protección	Subterránea	Pc ≤ 1000 kW	Para celda interior	4.561	4.602
			1000 kW < Pc ≤ 2500 kW	Para celda interior	4.561	4.602
Sistema de protección y seccionamiento	Aérea	Pc ≤ 100 kW	Con seccionador cut-out	1.385	1.694	
		100 kW < Pc ≤ 400 kW	Con seccionador cut-out	1.396	1.696	
		400 kW < Pc ≤ 700 kW	Con seccionador cut-out	1.412	1.697	
		700 kW < Pc ≤ 1000 kW	Con seccionador cut-out	1.429	1.699	
		1000 kW < Pc ≤ 2500 kW	Con seccionador cut-out	3.653	3.463	
	Subterránea	Pc ≤ 1000 kW	Con seccionador de potencia para celda interior	10.913	14.821	
		1000 kW < Pc ≤ 2500 kW	Con seccionador de potencia para celda interior	18.646	14.703	
Protección sobretensión	Aérea		Para instalación exterior	851	1.115	
	Subterránea		Para instalación interior	1.617	2.254	
Zanja (metro lineal)	Aérea/Subterránea		Para PMI o celda interior	34	34	
Rotura y reparación de vereda (m2)	Aérea/Subterránea		Para PMI o celda interior	100	100	
Murete	Aérea		Para PMI	211	211	
Protección de estructuras	Aérea		Bloque de concreto	402	402	
			Riel de acero	127	127	

(\*) Incluye IGV

**EMPRESA DE DISTRIBUCION ELECTRICA LUZ DEL SUR S.A.A.**

Fecha de Vigencia : A partir del 2013.01.04

**FORMATO 3**

Cargos de Reposición y Mantenimiento de Conexiones en Baja Tensión - Nuevos Soles (\*)

Mes : Enero 2013

Tipo	Subtipo	Nivel de tensión	Fases	Potencia conectada	Opción tarifaria	Aérea		Subterránea		Mixta (aérea/subterránea)						
						Simple	Doble	Simple	Doble	Simple	Doble					
C1	C1.1	Baja Tensión 220 V	Monofásica	Hasta 3 kW	BT5A	1,18	1,18	1,23	1,18	1,24	1,22					
					BT5B-EN (2 hilos) - C. Pol.	0,68	0,65	0,70	0,67	0,73	0,71					
					BT5B-EN (2 hilos) - C. Met.	0,73	0,70	0,74	0,73	0,79	0,77					
					BT5B-EM (2 hilos) - C. Pol.	1,12	1,09	1,13	1,11	1,17	1,14					
					BT5B-EM (2 hilos) - C. Met.	1,17	1,13	1,18	1,16	1,23	1,20					
					BT5B-EN (3 hilos) - C. Pol.	0,68	0,68	0,70	0,67	0,73	0,71					
					BT5B-EN (3 hilos) - C. Met.	0,73	0,73	0,74	0,73	0,79	0,77					
					BT5B-EM (3 hilos) - C. Pol.	1,12	1,12	1,13	1,11	1,17	1,14					
					BT5B-EM (3 hilos) - C. Met.	1,17	1,17	1,18	1,16	1,23	1,20					
	C1.2	Baja Tensión 220 V	Monofásica	Mayor a 3 kW hasta 10 kW	BT6	0,54	0,54	0,58	0,52	0,60	0,57					
					BT5A	1,22	1,22	1,23	1,20	1,24	1,24					
					BT5B-EN (2 hilos) - C. Pol.	0,71	0,71	0,70	0,67	0,73	0,71					
					BT5B-EN (2 hilos) - C. Met.	0,77	0,77	0,74	0,73	0,79	0,77					
					BT5B-EM (2 hilos) - C. Pol.	1,14	1,14	1,13	1,11	1,17	1,14					
					BT5B-EM (2 hilos) - C. Met.	1,20	1,20	1,18	1,16	1,23	1,20					
					BT5B-EN (3 hilos) - C. Pol.	0,71	0,71	0,70	0,67	0,73	0,71					
					BT5B-EN (3 hilos) - C. Met.	0,77	0,77	0,74	0,73	0,79	0,77					
					BT5B-EM (3 hilos) - C. Pol.	1,14	1,14	1,13	1,11	1,17	1,14					
C2	C2.1	Baja Tensión 220 V	Trifásica	Hasta 10 kW	BT6	0,57	0,57	0,58	0,52	0,60	0,57					
					BT5A	1,40	1,43	1,42	1,39	1,46	1,43					
					BT5B-EN	1,11	1,11	1,13	1,07	1,14	1,11					
					BT5B-EM	1,52	1,52	1,55	1,49	1,56	1,52					
					BT2	2,57	2,60	2,56	2,54	2,63	2,60					
					BT3	2,57	2,60	2,56	2,54	2,63	2,60					
					BT4	2,54	2,54	2,54	2,48	2,57	2,54					
					C2.2	Baja Tensión 220 V	Trifásica	Mayor a 10kW hasta 20kW	BT5A	1,43		1,42		1,46		
									BT5B-EN	1,14		1,13		1,14		
	BT5B-EM	1,56		1,55						1,56						
	BT6	0,61		0,60						0,65						
	BT2	2,63		2,60						2,67						
	BT3	2,63		2,60						2,67						
	BT4	2,57		2,54						2,60						
	C3	C3.1	Baja Tensión 220 V	Trifásica					Mayor a 20kW hasta 50kW	BT5A	3,68		3,58		3,78	
										BT5B	3,69		3,59		3,79	
					BT2	3,68		3,58			3,78					
					BT3	3,68		3,58			3,78					
BT4					3,61		3,50			3,71						
C4					C4.1	Baja Tensión 220 V	Trifásica	Mayor a 50kW hasta 75kW		BT2	3,68		3,74		3,87	
										BT3	3,68		3,74		3,87	
										BT4	3,61		3,71		3,84	
										BT2			4,15			
	C4.2	Baja Tensión 220 V	Trifásica	Mayor a 75kW hasta 150kW	BT3			4,15								
					BT4			4,09								
					BT2			4,59								
					BT3			4,59								
	C4.3	Baja Tensión 220 V	Trifásica	Mayor a 150kW hasta 225kW	BT4			4,54								
					BT2			4,99								
					BT3			4,99								
					BT4			4,92								
C4.4	Baja Tensión 220 V	Trifásica	Mayor a 225kW hasta 300kW	BT3			4,99									
				BT4			4,92									

Cargos de Reposición y Mantenimiento de Conexiones en Baja Tensión Múltiples - Nuevos Soles (\*)

Tipo	Subtipo	Nivel de tensión	Fases	Potencia conectada	Opción tarifaria	Subterránea		
						Conexión De 3 a 6 usuarios	Conexión De 7 a 12 usuarios	Conexión De 13 a 18 usuarios
C1	C1.1	Baja Tensión 220 V	Monofásica	Hasta 3 kW	BT5B-EN (2 hilos) - C. Pol.	0,70	0,70	0,70
					BT5B-EN (2 hilos) - C. Met.	0,74	0,74	0,74
					BT5B-EM (2 hilos) - C. Pol.	1,13	1,13	1,13
					BT5B-EM (2 hilos) - C. Met.	1,19	1,19	1,19
					BT5B-EN (3 hilos) - C. Pol.	0,70	0,70	0,70
					BT5B-EM (3 hilos) - C. Met.	0,74	0,74	0,74
	C1.2	Baja Tensión 220 V	Monofásica	Mayor a 3 kW hasta 10 kW	BT5B-EN (3 hilos) - C. Pol.	1,13	1,13	1,13
					BT5B-EM (3 hilos) - C. Met.	1,19	1,19	1,19
					BT5B-EN (2 hilos) - C. Pol.	0,72	0,72	0,72
					BT5B-EN (2 hilos) - C. Met.	0,77	0,77	0,77
					BT5B-EM (2 hilos) - C. Pol.	1,16	1,16	1,16
					BT5B-EM (2 hilos) - C. Met.	1,22	1,22	1,22
C2	C2.1	Baja Tensión 220 V	Trifásica	Hasta 10 kW	BT5B-EN (3 hilos) - C. Pol.	0,76	0,76	0,76
					BT5B-EM (3 hilos) - C. Met.	0,79	0,79	0,79
					BT5B-EM (3 hilos) - C. Pol.	1,19	1,19	1,19
	C2.2	Baja Tensión 220 V	Trifásica	Mayor a 10kW hasta 20kW	BT5B-EM (3 hilos) - C. Met.	1,24	1,24	1,24
					BT5B-EN	1,12	1,12	1,12
					BT5B-EM	1,55	1,55	1,55

(\*) Incluye IGV

BT5B - EN : Medidor Electrónico

BT5B - EM : Medidor Electromecánico



## FORMATO 4

Cargos de Reposición y Mantenimiento de Conexiones en Media Tensión - Nuevos Soles (\*)

Mes : Enero 2013

Tipo	Subtipo	Nivel de tensión	Fases	Potencia conectada	Opción tarifaria	10 kV		22.9/13.2 kV	
						PMI	Celda	PMI	Celda
C5	C5.1	Media tensión	Trifásica	Hasta 100 kW	MT2/MT3	14,41	19,20	15,92	23,61
					MT4	14,37	19,14	15,88	23,55
	C5.2	Media tensión	Trifásica	Mayor a 100 kW hasta 400 kW	MT2/MT3	14,50	18,68	15,92	23,61
					MT4	14,44	18,61	15,88	23,55
	C5.3	Media tensión	Trifásica	Mayor a 400 kW hasta 700 kW	MT2/MT3	14,50	18,46	16,13	24,70
					MT4	14,44	18,40	16,07	24,64
	C5.4	Media tensión	Trifásica	Mayor a 700 kW hasta 1000 kW	MT2/MT3	14,68	18,24	16,23	24,45
					MT4	14,63	18,17	16,15	24,38
	C5.5	Media tensión	Trifásica	Mayor a 1000 kW hasta 2500 kW	MT2/MT3	15,48	19,12	17,36	24,26
					MT4	15,41	19,06	17,32	24,20

(\*) Incluye IGV

### EMPRESA DE DISTRIBUCION ELECTRICA LUZ DEL SUR S.A.A.

Importes Máximos de Corte y Reconexión (\*)

Fecha de Vigencia : A partir del 2013.01.04

Mes : Enero 2013

#### BAJA TENSION

Tipo	Descripción	Monofásicas hasta 10 kW (BT5A, BT5B y BT6)		Trifásicas hasta 20 kW (BT5A, BT5B y BT6)		Trifásicas hasta 20 kW (BT2, BT3 y BT4)		Trifásicas mayor a 20 kW (BT2, BT3 y BT4)	
		Traslado	Costo Total \$/.	Traslado	Costo Total \$/.	Traslado	Costo Total \$/.	Traslado	Costo Total \$/.
Corte	Fusible o interruptor (Tapa sin ranura)		4,43	Ponderado	5,40	Camioneta	21,03	Camioneta	29,44
	Interruptor (Tapa con ranura)		5,64	Ponderado	8,79	Camioneta	28,11		
	Caja de medición (aislamiento acometida)		6,08	Ponderado	9,19	Camioneta	28,51	Camioneta	37,31
	Caja de medición (aislamiento acometida bloqueada)	Camioneta	31,48	Camioneta	31,49				
	Línea aérea (empalme)		15,00	Camioneta	21,03	Camioneta	31,42	Camioneta	41,49
Reconexión	Fusible o interruptor (Tapa sin ranura)		5,08	Ponderado	7,14	Camioneta	32,86	Camioneta	44,19
	Interruptor (Tapa con ranura)		6,14	Ponderado	9,84	Camioneta	29,44		
	Caja de medición (aislamiento acometida)		6,73	Ponderado	11,10	Camioneta	40,08	Camioneta	50,45
	Caja de medición (aislamiento acometida bloqueada)	Camioneta	29,13	Camioneta	29,81				
	Línea aérea (empalme)		18,21	Camioneta	24,71	Camioneta	44,23	Camioneta	59,21
Retiro	Conexión aérea	Camioneta	45,18	Camioneta	58,13	Camioneta	58,13	Camioneta	78,21
	Conexión subterránea	Camioneta	45,01	Camioneta	52,71	Camioneta	52,71	Camioneta	72,77
	Conexión subterránea (empalme y cable de acometida)	Camioneta	143,90	Camioneta	154,72				
	Conexión mixta	Camioneta	45,01	Camioneta	52,71	Camioneta	52,71	Camioneta	72,77
	Conexión mixta (empalme y cable de acometida)	Camioneta	143,90	Camioneta	154,72				
Reinstalación	Conexión aérea	Camioneta	78,60	Camioneta	91,14	Camioneta	100,50	Camioneta	118,33
	Conexión subterránea	Camioneta	59,35	Camioneta	66,58	Camioneta	75,93	Camioneta	97,59
	Conexión subterránea (empalme y cable de acometida)	Camioneta	203,60	Camioneta	234,51				
	Conexión mixta	Camioneta	59,35	Camioneta	66,58	Camioneta	75,93	Camioneta	97,59
	Conexión mixta (empalme y cable de acometida)	Camioneta	203,60	Camioneta	234,51				

#### MEDIA TENSION

Tipo	Descripción	Traslado	Costo Total \$/.
Corte	Sistema de Protección - PMI	Camioneta	53,47
	Sistema de Protección - Celda	Camioneta	45,25
Reconexión	Sistema de Protección - PMI	Camioneta	58,81
	Sistema de Protección - Celda	Camioneta	53,47
Retiro	PMI	Camioneta	197,78
	Celda	Camioneta	83,97
Reinstalación	PMI	Camioneta	315,19
	Celda	Camioneta	175,84

(\*) Incluye IGV

**EMPRESA DE DISTRIBUCION ELECTRICA LUZ DEL SUR S.A.A.  
CONEXIONES PREPAGO (\*) - Precio en Soles**

Fecha de Vigencia : A partir del 2013.01.04

Cargo de Mantenimiento y Reposición de Conexiones en Baja Tensión

Mes : Enero 2013

Tipo de medidor	Tecnología	Tipo	Subtipo	Fases	Potencia Conectada	Opción tarifaria	Aérea		Subterránea		Mixta (aérea/subterránea)	
							Simple	Doble	Simple	Doble	Simple	Doble
Monocuerpo	Códigos	C1	C1.1	Monofásica	Pc ≤ 3 kW	BT7 (2 hilos)	1,35	1,35	1,37	1,33	1,42	1,38
						BT7 (3 hilos)	1,78	1,76	1,75	1,78	1,85	1,82
			C1.2		3 kW < Pc ≤ 10 kW	BT7 (2 hilos)	1,38	1,38	1,37	1,33	1,42	1,38
						BT7 (3 hilos)	1,78	1,82	1,75	1,78	1,85	1,82
		C2	Trifásica	Pc ≤ 10 kW	BT7	2,45	2,45	2,49	2,42	2,49	2,45	
					10 kW < Pc ≤ 20 kW	BT7	2,49		2,49		2,49	
	Tarjetas	C1	C1.1	Monofásica	Pc ≤ 3 kW	BT7 (2 hilos)	1,09	1,09	1,14	1,11	1,14	1,12
						BT7 (3 hilos)	1,38	1,35	1,39	1,37	1,43	1,42
			C1.2		3 kW < Pc ≤ 10 kW	BT7 (2 hilos)	1,12	1,12	1,14	1,11	1,14	1,14
						BT7 (3 hilos)	1,38	1,42	1,39	1,37	1,43	1,42
		C2	Trifásica	Pc ≤ 10 kW	BT7	1,85	1,85	1,88	1,84	1,91	1,85	
					10 kW < Pc ≤ 20 kW	BT7	1,89		1,88		1,91	
Bicuerpo	Códigos	C1	C1.1	Monofásica	Pc ≤ 3 kW	BT7 (2 hilos)	1,43	1,42	1,46	1,43	1,50	1,46
						BT7 (3 hilos)	1,98	1,95	2,01	1,98	2,04	1,98
			C1.2		3 kW < Pc ≤ 10 kW	BT7 (2 hilos)	1,43	1,46	1,46	1,43	1,50	1,46
						BT7 (3 hilos)	1,98	1,98	2,01	1,98	2,04	2,02
		C2	Trifásica	Pc ≤ 10 kW	BT7	2,62	2,64	2,63	2,61	2,67	2,64	
					10 kW < Pc ≤ 20 kW	BT7	2,64		2,63		2,67	
	Códigos	C2	Trifásica	10 kW < Pc ≤ 20 kW	BT7	2,64		2,63		2,67		

Cargo de Mantenimiento y Reposición de Conexiones en Baja Tensión Múltiples

Tipo de medidor	Tecnología	Tipo	Subtipo	Fases	Potencia Conectada	Opción tarifaria	Subterránea		
							Conexión De 3 a 6 usuarios	Conexión De 7 a 12 usuarios	Conexión De 13 a 18 usuarios
Monocuerpo	Códigos	C1	C1.1	Monofásica	Pc ≤ 3 kW	BT7 (2 hilos)	1,37	1,37	1,37
						BT7 (3 hilos)	1,88	1,88	1,88
			C1.2		3 kW < Pc ≤ 10 kW	BT7 (2 hilos)	1,39	1,39	1,39
						BT7 (3 hilos)	1,90	1,90	1,90
		C2	Trifásica	Pc ≤ 10 kW	BT7	2,48	2,48	2,48	
					10 kW < Pc ≤ 20 kW	BT7	2,54	2,54	2,54
	Tarjetas	C1	C1.1	Monofásica	Pc ≤ 3 kW	BT7 (2 hilos)	1,11	1,11	1,11
						BT7 (3 hilos)	1,37	1,37	1,37
			C1.2		3 kW < Pc ≤ 10 kW	BT7 (2 hilos)	1,17	1,17	1,17
						BT7 (3 hilos)	1,42	1,42	1,42
		C2	Trifásica	Pc ≤ 10 kW	BT7	1,88	1,88	1,88	
					10 kW < Pc ≤ 20 kW	BT7	1,96	1,96	1,96
Bicuerpo	Códigos	C1	C1.1	Monofásica	Pc ≤ 3 kW	BT7 (2 hilos)	1,45	1,45	1,45
						BT7 (3 hilos)	1,97	1,97	1,97
			C1.2		3 kW < Pc ≤ 10 kW	BT7 (2 hilos)	1,49	1,49	1,49
						BT7 (3 hilos)	2,03	2,03	2,03
		C2	Trifásica	Pc ≤ 10 kW	BT7	2,66	2,66	2,66	
					10 kW < Pc ≤ 20 kW	BT7	2,73	2,73	2,73

(\*) Incluye IGV

**EMPRESA DE DISTRIBUCION ELECTRICA LUZ DEL SUR S.A.A.**  
**CONEXIONES PREPAGO (\*) - Precio en Soles**

Fecha de Vigencia : A partir del 2013.01.04

Presupuesto de Conexiones en Baja Tensión

Mes : Enero 2013

Tipo de medidor	Tecnología	Tipo	Subtipo	Fases	Potencia Conectada	Opción tarifaria	Aérea		Subterránea		Mixta (aérea/subterránea)		
							Simple	Doble	Simple	Doble	Simple	Doble	
Monocuerpo	Códigos	C1	C1.1	Monofásica	Pc ≤ 3 kW	BT7 (2 hilos)	559	502	628	528	610	518	
						BT7 (3 hilos)	765	706	653	730	815	722	
			C1.2		3 kW < Pc ≤ 10 kW	BT7 (2 hilos)	622	651	631	537	614	532	
		BT7 (3 hilos)				826	856	699	741	818	738		
		C2	C2.1		Trifásica	Pc ≤ 10 kW	BT7	1.063	1.108	1.120	990	1.087	974
							10 kW < Pc ≤ 20 kW	BT7	1.165		1.120		1.089
	C2.2												
	Tarjetas	C1	C1.1	Monofásica	Pc ≤ 3 kW	BT7 (2 hilos)	444	385	511	409	493	401	
						BT7 (3 hilos)	565	507	634	531	616	524	
			C1.2		3 kW < Pc ≤ 10 kW	BT7 (2 hilos)	505	535	514	420	497	417	
		BT7 (3 hilos)				628	657	636	543	620	538		
		C2	C2.1		Trifásica	Pc ≤ 10 kW	BT7	784	828	840	710	807	694
10 kW < Pc ≤ 20 kW							BT7	884		840		808	
C2.2													
Bicuerpo	Códigos	C1	C1.1	Monofásica	Pc ≤ 3 kW	BT7 (2 hilos)	573	514	640	539	624	530	
						BT7 (3 hilos)	824	766	891	789	874	781	
			C1.2		3 kW < Pc ≤ 10 kW	BT7 (2 hilos)	635	664	644	550	628	546	
		BT7 (3 hilos)				885	916	894	801	878	797		
		C2	C2.1		Trifásica	Pc ≤ 10 kW	BT7	1.138	1.181	1.193	1.064	1.160	1.048
							10 kW < Pc ≤ 20 kW	BT7	1.239		1.194		1.162
	C2.2												

Presupuesto de Conexiones en Baja Tensión Múltiples

Tipo de medidor	Tecnología	Tipo	Subtipo	Fases	Potencia Conectada	Opción tarifaria	Subterránea				
							Conexión	Caja toma De 3 a 6 usuarios	Caja toma De 7 a 12 usuarios	Caja toma De 13 a 18 usuarios	
Monocuerpo	Códigos	C1	C1.1	Monofásica	Pc ≤ 3 kW	BT7 (2 hilos)	448	66	55	46	
						BT7 (3 hilos)	832	66	55	46	
			C1.2		3 kW < Pc ≤ 10 kW	BT7 (2 hilos)	493	113	110	127	
		BT7 (3 hilos)				835	113	110	127		
		C2	C2.1		Trifásica	Pc ≤ 10 kW	BT7	933	109	111	127
							10 kW < Pc ≤ 20 kW	BT7	1.037	235	227
	C2.2										
	Tarjetas	C1	C1.1	Monofásica	Pc ≤ 3 kW	BT7 (2 hilos)	332	66	55	46	
						BT7 (3 hilos)	454	66	55	46	
			C1.2		3 kW < Pc ≤ 10 kW	BT7 (2 hilos)	378	113	110	127	
		BT7 (3 hilos)				499	113	110	127		
		C2	C2.1		Trifásica	Pc ≤ 10 kW	BT7	654	109	111	127
10 kW < Pc ≤ 20 kW							BT7	758	235	227	254
C2.2											
Bicuerpo	Códigos	C1	C1.1	Monofásica	Pc ≤ 3 kW	BT7 (2 hilos)	461	66	55	46	
						BT7 (3 hilos)	712	66	55	46	
			C1.2		3 kW < Pc ≤ 10 kW	BT7 (2 hilos)	507	113	110	127	
		BT7 (3 hilos)				758	113	110	127		
		C2	C2.1		Trifásica	Pc ≤ 10 kW	BT7	1.007	109	111	127
							10 kW < Pc ≤ 20 kW	BT7	1.110	235	227
C2.2											

Costo por Metro de Cable de Conexiones

Tipo de Medidor	Tipo	Subtipo	Fases	Potencia Conectada (Pc)	Opción tarifaria	Costo
Monocuerpo	C1	C1.1	Monofásica	Pc ≤ 3 kW	BT7	5
		C1.2		3 kW < Pc ≤ 10 kW	BT7	9
	C2	C2.1	Trifásica	Pc ≤ 10 kW	BT7	9
		C2.2		10 kW < Pc ≤ 20 kW	BT7	17
Bicuerpo	C1/C2	Todos	Todas	Pc ≤ 20 kW	BT7	4

Costo por Cambio a Conexión Eléctrica

Tipo de medidor	Tecnología	Tipo	Subtipo	Fases	Potencia conectada (Pc)	Opción tarifaria	Costo	
Monocuerpo	Códigos	C1	C1.1	Monofásica	Pc ≤ 3 kW	BT7 (2 hilos)	353	
						BT7 (3 hilos)	556	
			C1.2		3 kW < Pc ≤ 10 kW	BT7 (2 hilos)	353	
		BT7 (3 hilos)				556		
		C2	C2.1		Trifásica	Pc ≤ 10 kW	BT7	763
							10 kW < Pc ≤ 20 kW	BT7
	C2.2							
	Tarjetas	C1	C1.1	Monofásica	Pc ≤ 3 kW	BT7 (2 hilos)	237	
						BT7 (3 hilos)	359	
			C1.2		3 kW < Pc ≤ 10 kW	BT7 (2 hilos)	237	
		BT7 (3 hilos)				359		
		C2	C2.1		Trifásica	Pc ≤ 10 kW	BT7	485
10 kW < Pc ≤ 20 kW							BT7	485
C2.2								
Bicuerpo	Códigos	C1	C1.1	Monofásica	Pc ≤ 3 kW	BT7 (2 hilos)	352	
						BT7 (3 hilos)	599	
			C1.2		3 kW < Pc ≤ 10 kW	BT7 (2 hilos)	352	
		BT7 (3 hilos)				599		
		C2	C2.1		Trifásica	Pc ≤ 10 kW	BT7	805
							10 kW < Pc ≤ 20 kW	BT7
C2.2								

(\*) Incluye IGV

## EMPRESA DE DISTRIBUCION ELECTRICA LUZ DEL SUR S.A.A.

### ALICUOTAS DE ALUMBRADO PUBLICO (Soles/mes)

Vigencia : Desde 01 Enero 2013

Rangos de consumo	Sin IGV	IGV	Con IGV
Hasta 30 kW.h	0,37	0,07	0,44
mayor a 30 hasta 100 kW.h	1,21	0,22	1,43
mayor a 100 hasta 150 kW.h	2,08	0,37	2,45
mayor a 150 hasta 300 kW.h	4,33	0,78	5,11
mayor a 300 hasta 500 kW.h	6,06	1,09	7,15
mayor a 500 hasta 750 kW.h	12,11	2,18	14,29
mayor a 750 hasta 1000 kW.h	13,84	2,49	16,33
mayor a 1000 hasta 1500 kW.h	20,76	3,74	24,50
mayor a 1500 hasta 3000 kW.h	24,22	4,36	28,58
mayor a 3000 hasta 5000 kW.h	25,95	4,67	30,62
mayor a 5000 hasta 7500 kW.h	43,25	7,79	51,04
mayor a 7500 hasta 10000 kW.h	51,90	9,34	61,24
mayor a 10000 hasta 12500 kW.h	69,20	12,46	81,66
mayor a 12500 hasta 15000 kW.h	86,50	15,57	102,07
mayor a 15000 hasta 17500 kW.h	121,10	21,80	142,90
mayor a 17500 hasta 20000 kW.h	155,70	28,03	183,73
mayor a 20000 hasta 25000 kW.h	190,30	34,25	224,55
mayor a 25000 hasta 30000 kW.h	216,25	38,93	255,18
mayor a 30000 hasta 50000 kW.h	259,50	46,71	306,21
mayor a 50000 hasta 75000 kW.h	302,75	54,50	357,25
mayor a 75000 hasta 100000 kW.h	346,00	62,28	408,28
mayor a 100000 hasta 200000 kW.h	519,00	93,42	612,42
mayor a 200000 hasta 400000 kW.h	692,00	124,56	816,56
mayor a 400000 kW.h	865,00	155,70	1.020,70