

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA



TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL
"IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE UTILIZACIÓN PARA
EL BOMBEO DE AGUA POTABLE PARA RESERVORIOS
Y CISTERNAS EN EL ASENTAMIENTO BAYÓVAR
SAN JUAN DE LURIGANCHO"

PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO ELECTRICISTA

ELABORADO POR:
CARLOS JACINTO MEGO ACUÑA

ASESOR:
Mg. CARLOS ALBERTO HUAYLLASCO MONTALVA

LIMA – PERÚ

2021

**IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE UTILIZACIÓN PARA
EL BOMBEO DE AGUA POTABLE PARA RESERVORIOS
Y CISTERNAS EN EL ASENTAMIENTO BAYÓVAR - SAN
JUAN DE LURIGANCHO**

Dedicatoria

“Dedico este Informe de Suficiencia Profesional a mis padres Amancio y Lucila quienes me apoyaron siempre en mi formación profesional.

A mi esposa e hijos por ser el motor y motivo de seguir adelante cada día.”

Agradecimiento

“En primer lugar agradecer a Dios por todas las bendiciones brindadas.

Y a mis profesores quienes gracias a sus enseñanzas me inculcaron a desarrollarme en mi vida profesional.”

RESUMEN

El presente trabajo de suficiencia profesional consiste en dotar de energía eléctrica a los equipos de bombeo de una cisterna del cual se bombea agua potable hasta un reservorio del cual se dotará del servicio de agua potable a las poblaciones de las zonas altas del Asentamiento humano Bayóvar del distrito de San Juan de Lurigancho, provincia de Lima. En el presente trabajo se trata de definir y describir las instalaciones eléctricas a implementar, ejecutar y la puesta en servicio de una línea subterránea de media tensión y una subestación de transformación. La instalación consiste en el tendido de una línea subterránea de media tensión desde el punto de medición PMI, localizado en el apoyo de una red aérea a 20 kV (operación inicial 10 kV), propiedad de la empresa distribuidora de energía eléctrica, hasta la subestación SAB situada dentro del predio donde se ubica la cisterna. Los sistemas de uso de media tensión son necesarios a partir de cierta demanda máxima de potencia, tienen la ventaja de tener energía eléctrica más confiable, de mejor calidad y a menor precio [1].

ABSTRACT

The present work of professional sufficiency consists of supplying electrical energy to the pumping equipment of a cistern from which drinking water is re-pumped to a reservoir from which the drinking water service will be provided to the populations of the high areas of the Bayóvar human Settlement of the district of San Juan de Lurigancho, province of Lima. This paper tries to define and describe the electrical installations to be implemented, executed and the commissioning of a medium voltage underground line and a transformation substation. The installation consists of the laying of an underground medium voltage line from the measurement point PMI, located in the support of an overhead network at 20 kV (initial operation 10 kV), owned by the electricity distribution company, to the substation SAB located inside of the property where the cistern is located. Medium voltage utilization systems are necessary from a certain maximum power demand, they have the advantage of having more reliable electrical energy, of better quality and lower price.

ÍNDICE

PRÓLOGO	1
CAPÍTULO I	2
INTRODUCCIÓN	2
1.1 Generalidades	2
1.2 Descripción del problema de investigación	2
1.2.1 Situación problemática	2
1.3 Problema a resolver	3
1.4 Objetivos del estudio	3
1.4.1 Objetivo general	3
1.4.2 Objetivos específicos	3
1.4.3 Indicadores de logro de los objetivos	3
1.5 Antecedentes investigativos	4
CAPÍTULO II	10
MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL	10
2.1 Marco teórico	10
2.2 Marco conceptual	16
2.2.1 Empresa de servicio público	16
2.2.2 Concesionario	16
2.2.3 Interesado	16
2.2.4 Zona de concesión	16
2.2.5 Punto de diseño	16
2.2.6 Punto de entrega	16
2.2.7 Suministro	16
2.2.8 Sistemas de utilización en media tensión	16
2.2.9 Nivel de tensión	17
2.2.10 Niveles de tensión	17
2.2.11 Tolerancias de la variación de tensión en el punto de entrega de energía .	17
2.2.12 Alimentador	18
2.2.13 Conexiones de media tensión	18
2.2.14 Subestación	18

2.2.15	Ingeniero residente	18
2.2.16	Ingeniero supervisor.....	18
2.2.17	Persona calificada.....	18
2.2.18	Contratista especialista.....	18
2.2.19	Cable subterráneo.....	19
2.2.20	Canalización.....	19
2.2.21	Cinta señalizadora.....	19
2.2.22	Expediente técnico de obra	19
2.2.23	Metrado.....	19
2.2.24	Infraestructura eléctrica	19
CAPÍTULO III		21
DESARROLLO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN		21
3.1	Modelo de solución propuesto.....	21
3.2	Ingeniería del proyecto.....	21
3.2.1	Generalidades.....	21
3.2.2	Descripción del proyecto	22
3.2.3	Demanda máxima de potencia	23
3.2.4	Bases de cálculo	23
3.2.5	Documentos del proyecto	24
3.2.6	Planos del proyecto	24
3.2.7	Especificaciones técnicas de materiales	24
3.2.8	Subestación aérea biposte	27
3.2.9	Puesta a tierra	42
3.2.10	Equipos de maniobra.....	42
3.2.11	Especificaciones de montaje electromecánico.....	44
3.2.12	Memoria de cálculo.....	55
3.2.13	Metrado.....	64
3.2.14	Presupuesto.....	67
3.2.15	Cronograma de ejecución de obra.....	68
CAPÍTULO IV		69
ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS		69
4.1	Análisis de resultados	69
4.2	Análisis de la adquisición de materiales y estructura de precios	70
4.2.1	Adquisición de equipos y materiales	70
4.2.2	Estructura de precios por montaje electromecánico	72
CONCLUSIONES.....		75

RECOMENDACIONES	77
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	78
ANEXOS.....	82
ANEXO A	83
PLANOS DE OBRA DEL SISTEMA DE UTILIZACIÓN	84
ANEXO B	86
PROTOCOLO DE PRUEBAS DE TRANSFORMADOR	87
ANEXO C	90
CONFORMIDAD DEL PROYECTO DEL SISTEMA DE UTILIZACIÓN EN 20 kV.....	91
ANEXO D	92
CARTA DE INICIO DE OBRAS DEL SISTEMA DE UTILIZACIÓN EN 20 kV	93
ANEXO E.....	94
CONFORMIDAD TÉCNICA DE EJECUCIÓN DE OBRA DEL SISTEMA DE UTILIZACIÓN EN 20 kV	95
ANEXO F.....	96
CATÁLOGO DEL TRANSFORMADOR.....	97
ANEXO G	100
CATÁLOGO DE CABLES N2XSY – 18/30 kV	101
ANEXO H	106
PROTOCOLO DE PRUEBAS DE POZOS A TIERRA	107

Índice de figuras

Fig. 2.1	Diagrama unifilar de la subestación aérea biposte SAB	11
Fig. 2.2	Seccionador cut out.....	14
Fig. 2.3	Transformador trifásico de distribución	71
Fig. 2.4	Detalle de un sistema de distribución	20
Fig. 3.1	Detalle de ductos de CAV.....	27
Fig. 3.2	Detalle del solado de concreto	32
Fig. 3.3	Detalle de la platina de unión de losas del transformador	33
Fig. 3.4	Detalle de plataforma – tipo media loza	33
Fig. 3.5	Detalle de la palomilla de C.A.V	34
Fig. 3.6	Gabinete del tablero de distribución	36
Fig. 3.7	Cinta bandit	37
Fig. 3.8	Armado de subestación aérea biposte	40
Fig. 3.9	Esquema del recorrido de la red subterránea	55
Fig. 3.10	Curvas para selección de fusibles tipo K en 10 kV.....	62
Fig. 3.11	Curvas para selección de fusibles tipo K en 20 kV.....	64

Índice de tablas

Tabla N° 1.1	Indicadores de logro de los objetivos	4
Tabla N° 2.1	Estándares nacionales de calidad ambiental para ruido	14
Tabla N° 2.2	Descripción de las partes del transformador	15
Tabla N° 2.3	Dimensiones del transformador	15
Tabla N° 2.4	Cuadro de niveles de tensión	17
Tabla N° 3.1	Cuadro de cargas de la cisterna CR-195	23
Tabla N° 3.2	Características del cable N2XSY	25
Tabla N° 3.3	Propiedades mecánicas del seccionador	28
Tabla N° 3.4	Propiedades eléctricas del seccionador	29
Tabla N° 3.5	Características del transformador	30
Tabla N° 3.6	Características del poste	32
Tabla N° 3.7	Características de la plataforma	33
Tabla N° 3.8	Características de la palomilla de C.A.V	34
Tabla N° 3.9	Características del cable de acero galvanizado	35
Tabla N° 3.10	Características del cable NYY	35
Tabla N° 3.11	Leyenda de armado de subestación aérea biposte	41
Tabla N° 3.12	Valores de pruebas de aislamiento	54
Tabla N° 4.1	Análisis de costos según tarifa MT3	69
Tabla N° 4.2	Análisis de costos según tarifa BT3	69
Tabla N° 4.3	Transformador trifásico de 15 a 630 kVA – Tipo 1	71
Tabla N° 4.4	Transformador trifásico de 15 a 630 kVA – Tipo 2	71

PRÓLOGO

La finalidad del presente informe es describir la solución a la falta del servicio de agua potable mediante la implementación del sistema de utilización para el bombeo de agua potable para reservorios y cisternas en el asentamiento Bayóvar en el distrito de San Juan de Lurigancho. En el presente trabajo se trata de definir y describir las instalaciones eléctricas a implementar, ejecutar y la puesta en servicio de una línea subterránea de media tensión y una subestación de transformación.

El alcance del presente informe consiste en el tendido de una línea subterránea de media tensión desde el punto de medición PMI, ubicado en el poste de una red aérea a 20 kV (operación inicial 10kV), propiedad de la empresa distribuidora de energía eléctrica, hasta la subestación situada dentro del predio donde se ubica la cisterna. Así mismo se describe el sistema a implementar y el presupuesto mostrando los costos de los suministros y actividades ejecutadas hasta la puesta en servicio del sistema de utilización. Este informe consta de cuatro capítulos los cuales se describen a continuación: En el capítulo I, se presentan las generalidades del proyecto, la descripción del problema de investigación, la situación problemática, el problema a resolver, los objetivos del informe y los indicadores del logro de los objetivos desarrollados, también se muestran los antecedentes investigativos. En el capítulo II, se presenta el marco teórico y el marco conceptual para una mejor comprensión del desarrollo de las actividades y de la solución propuesta. En el capítulo III, corresponde al desarrollo del trabajo de investigación en donde se exponen el modelo de solución propuesto y la ingeniería del proyecto en donde se presenta la descripción del proyecto, bases de cálculos, las especificaciones técnicas de los materiales suministrados e instalados, el montaje electromecánico, el metrado y presupuesto de la ejecución de la obra. En el capítulo IV, se muestra el análisis de resultados en donde se presenta la opción tarifaria y el nivel de tensión elegido de tal manera de ampliar la cobertura del servicio de agua potable. Así mismo se describe como se adquirieron los principales materiales y se realizó un análisis de precios unitarios por el montaje electromecánico de la obra.

Este informe servirá como medio de apoyo o guía para la implementación y ejecución de futuros sistemas de utilización en media tensión para los estudiantes de pregrado.

CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN

1.1 Generalidades

El Presente trabajo de suficiencia profesional se enmarca en el desarrollo del país a través del abastecimiento de agua potable, brindando mejores condiciones de vida a las poblaciones ubicadas en las zonas altas urbano-marginales cuyas características geográficas y económicas se encuentran alejadas de la ciudad.

La implementación del sistema de utilización para el bombeo de agua potable para reservorios y cisternas se desarrolló en el asentamiento Bayóvar en el distrito de San Juan de Lurigancho.

Para la ejecución de la obra se tuvieron en consideración las siguientes Normas:

- Código Nacional de Electricidad - Suministro-2011.
- Código Nacional de Electricidad - Utilización-2006.
- Ley de Concesiones Eléctricas - Ley 25844.
- Norma Técnica de Calidad de los Servicios Eléctricos [2].
- Norma de procedimientos para la elaboración de proyectos y ejecución de obras en sistemas de distribución y sistemas de utilización en media tensión en zonas de concesión de distribución [2].

El financiamiento de esta obra se realizó mediante la inversión pública, en este caso específico la inversión es con fondos provenientes del Programa Nacional de Saneamiento Urbano (PNSU) ente perteneciente al Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento.

1.2 Descripción del problema de investigación

1.2.1 Situación problemática

Para analizar la situación del problema, debemos mencionar su causa, que es de suministrar agua potable a las poblaciones de las zonas altas del asentamiento humano Bayóvar, ubicada en el distrito de San Juan de Lurigancho [3].

El 24 de marzo de 2017 el Programa Nacional de Saneamiento Urbano (PNSU) convocó la Licitación Pública N° LP-SM-1-2017-PNSU-1 para la obra Ampliación de los Sistemas de Agua Potable y Alcantarillado Bayóvar – Ampliación. San Juan de Lurigancho.

El 8 de agosto del 2017 el Programa Nacional de Saneamiento Urbano (PNSU) otorgó la buena pro al Consorcio Bayóvar I.

La empresa distribuidora de energía eléctrica mediante documento SGNE-SCEI-1084578-2014 de fecha 17 de enero de 2014, fijó el punto de diseño en 20 kV (operación inicial 10 kV), en el punto de medición a la intemperie PMI ubicado en el poste existente MT 33351 el cual dista 41 m. de la subestación SAB 2759A, ubicada en la Av. Integración.

La estación de bombeo existente anteriormente se alimentaba mediante un suministro eléctrico en baja tensión, en tarifa BT3, el cual fue deshabilitado cuando se puso en servicio el nuevo suministro eléctrico en media tensión con tarifa MT3.

Por lo tanto, es necesario proporcionar energía para sus instalaciones; utilizando un sistema de utilización de 20 kV (operación inicial 10 kV) [3].

Esta obra se ejecutó de acuerdo con la disposición contenida en la R.D. N° 018-2002 EM/DGE "Norma de procedimientos para la elaboración de proyectos y ejecución de obras en sistemas de distribución y sistemas de utilización en media tensión en zonas de concesión de distribución" [4] y los lineamientos de la empresa distribuidora de energía eléctrica, Código Nacional de Electricidad - Suministro-2011, Código Nacional de Electricidad - Utilización-2006 y las Normas Técnicas Peruana (NTP) [5].

1.3 Problema a resolver

Solucionar la deficiencia del abastecimiento de agua potable mediante la implementación del sistema de utilización para el bombeo de agua potable para reservorios y cisternas en el asentamiento Bayóvar del distrito de San Juan de Lurigancho.

1.4 Objetivos del estudio

1.4.1 Objetivo general

El objetivo de este trabajo de suficiencia profesional es la implementación del sistema de utilización de manera confiable y económico para el bombeo de agua potable para reservorios y cisternas en el asentamiento Bayóvar del distrito de San Juan de Lurigancho.

1.4.2 Objetivos específicos

Determinar como la influencia de un sistema de bombeo de agua potable influye en los parámetros eléctricos.

Determinar como la influencia de un sistema de bombeo de agua potable influye en las tarifas eléctricas.

Determinar como la influencia de un sistema de bombeo de agua potable influye en el equipamiento electromecánico.

Determinar como la influencia de un sistema de bombeo de agua potable influye en el beneficio de la población.

1.4.3 Indicadores de logro de los objetivos

Los indicadores del logro de los objetivos son los mostrados en la siguiente tabla:

Tabla N° 1.1 Indicadores de logro de los objetivos

OBJETIVO ESPECIFICO	INDICADOR DE LOGRO	MÉTRICA
Determinar como la influencia de un sistema de bombeo de agua potable influye en los parámetros eléctricos.	Nivel de tensión 10 kV Nivel de tensión 20 kV	Se mide en kV utilizado en zona de concesión.
Determinar como la influencia de un sistema de bombeo de agua potable influye en las tarifas eléctricas.	Tarifa MT3	Se mide en kW.h.
Determinar como la influencia de un sistema de bombeo de agua potable influye en el equipamiento electromecánico (Transformador de potencia, cables de MT, Cables de energía)	Caída de tensión Pérdidas de energía	Se mide en V Se mide en kW.h

Fuente: Propia

1.5 Antecedentes investigativos

Según **Rumiche Pinday, José Melanio** en su Informe de Competencia para optar el Título Profesional de Ingeniero Electricista “Proceso de Ejecución del Sistema de Utilización en Media Tensión 10 kV y Subestación del Hospital Essalud Santa Anita Ate-Vitarte - Lima [6]. Universidad Nacional de Ingeniería - Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica.

“Quien en su capítulo de conclusiones y recomendaciones describe lo siguiente:

“Dentro de las recomendaciones que se pueden formular para los trabajos de ejecución de obra y/ o montaje, se deben mencionar los siguientes:

1. En primer lugar, respecto al recurso humano; para llevar a cabo una ejecución óptima y confiable, se debe tener cuidado con la selección del personal técnico de montaje con que se va a contar; éstos deben tener alta capacidad técnica en la especialidad, de preferencia deben ser técnicos calificados de mucha trayectoria en la rama debido al alto riesgo que existe en estos trabajos.
2. Otro de los puntos importantes en un montaje eléctrico es la seguridad, se tiene que evitar accidentes de todo tipo sobre todo del personal, ya que como se sabe los trabajos de Instalaciones eléctricas son considerados de alto riesgo.
3. Tener presente que la seguridad de obra juega un papel importante en los centros de trabajo, sobre todo en la especialidad que estamos exponiendo. Al personal con que se cuenta para el montaje ya sea técnico con mucha o poca experiencia se le tiene que capacitar en este tema, dando charlas diarias de seguridad, enseñándoles y haciéndoles

recordar que en el campo deben cumplir ciertas normas de seguridad para evitar y preveer accidentes de trabajo, inculcarles diariamente que tienen que trabajar obligatoriamente con todos los implementos de seguridad tales como: cascos adecuados (certificados), lentes de protección, guantes dieléctricos, uniforme completo, botas dieléctricas (certificadas).

4. En toda obra de esta dimensión se debe de contar con una hoja de estándar de prevención de riesgos que deben cumplir los ingenieros residentes, supervisores, capataces, maestros de obra y trabajadores en general.
5. Como en el proceso de ejecución dado en este informe se ha cumplido con las especificaciones técnicas de montaje, mencionaremos algunas de las 58 recomendaciones complementarias que debemos tener en cuenta para mantener en óptimas condiciones el funcionamiento de nuestras instalaciones eléctricas descritas en este trabajo [6].
6. Una de las partes de la instalación ejecutada que debe permanecer con un buen mantenimiento es la Subestación, dentro de la cual están los equipos más importantes como son los transformadores y equipos de protección.
7. Dentro del proceso de mantenimiento de los transformadores es necesario llevar el control de la carga y la tensión de servicio tomando lecturas durante una semana completa cada 6 meses, esto indicará cual es la performance del transformador.
8. Dentro del mantenimiento del transformador es muy importante la revisión del estado en que está el aceite dieléctrico, cuyas funciones más importantes son aislar los arrollamientos del transformador es decir mantener la capacidad aislante y la refrigeración de la misma.
9. El aceite dieléctrico como elemento refrigerante nos va a mostrar también como se encuentra la parte activa, se recomienda la comprobación periódica de los valores y propiedades que determinan la calidad del aceite.
10. La prevención de fallas en los transformadores e interruptores de alta tensión exige la realización periódica del ensayo de rigidez dieléctrica del aceite que contienen dichos aparatos. El proceso de este ensayo se ha expuesto anteriormente.
11. Otro de los componentes que por alguna falla salen de operación son los fusibles; cuando esto ocurra con uno de ellos es recomendable cambiar los tres para asegurar una adecuada protección en caso de fallas futuras.
12. El sistema de puesta a tierra también tiene que estar en constante mantenimiento, se recomienda revisar y si fuera el caso renovar periódicamente los bornes de conexión del tipo AB ya que éstos tienden a sulfatarse o corroerse, se sugiere también inundar con unos 30 o 40 litros de agua al interior de la caja de registro o el hoyo exterior, para

que el pozo esté siempre húmedo; un tiempo prudente para el mantenimiento del pozo sería cada 3 a 4 meses, tener presente que la resistividad del terreno está en función de su temperatura y el grado de humedad.

13. Hacer un seguimiento para que la resistencia de dispersión no sobrepase los 25 Ω ., cuando esto ocurra se recomienda renovar el sistema utilizando la misma tierra del relleno del pozo, lijando completamente los electrodos y poniendo nuevos accesorios de conexión a presión; también se deberá revisar y probar la continuidad del conductor de conexión hasta la subestación; según la experiencia al final de estos trabajos se obtendrá una resistencia de dispersión mucho menor de 25 Ω .
14. Una vez concluido los trabajos de ejecución de una obra, se debe sugerir que la empresa cuente con personal calificado para mantenimiento, éste personal tiene que estar capacitado y de no ser así enviarlos a capacitarse frecuentemente, ya que la energía eléctrica es quizá uno de los factores más importantes que debe tener un hospital. a. Debe de estar operativo ininterrumpidamente; para esto el hospital tiene que contar con sistemas de emergencia especiales.
15. Los transformadores tienen una vida útil que se considera de 25 años; por ello, es recomendable crear un fondo para la adquisición en el futuro, de otro transformador de potencia.
Se recomienda también la adquisición de su reemplazo, antes de cumplirse la vida útil de éste. Además de que se contaría con respaldo (o reserva) del primer transformador en caso de falla permanente o por mantenimiento.
16. Puesto que los transformadores instalados son relativamente nuevos a la fecha, con el tiempo y con el aumento de la carga sufrirá recalentamientos. Recomendamos equipar ventiladores para enfriamiento por aire forzado para el transformador de 250 kVA, pues tiene refrigeración ONAN.
17. Se recomienda considerar el concepto de Equipamiento Progresivo, debe aplicarse en la instalación de una nueva subestación eléctrica.
18. A los responsables de obras eléctricas no deben tratar de ahorrar costos contando con personal no calificado o improvisados, sin experiencia que al final de cuentas por tratar de economizar: les resultaría más caro ya que pueden suceder accidentes lamentables, al terminar los trabajos pueden arrojar muchas observaciones técnicas, no prestan las garantías del caso; y esto da como consecuencia que el cliente se sienta inconforme con los trabajos ejecutados, implicando que siempre el cliente esté llamando a cada hora para tratar de solucionar los problemas o fallas de la mala instalación efectuada.
19. Todas estas anomalías generan gastos, desprestigio; tanto empresarial como profesional.

20. Para un proyecto de gran envergadura, el arquitecto que diseña tiene que coordinar necesariamente con el Ingeniero electricista, sobre todo para el diseño de los ambientes donde se equipará la Subestación; dado a que se tienen que cumplir ciertas normas para la disposición de los equipos como: los transformadores, celdas de llegada, celdas de salida. Se tiene que ver también que se cumplan las condiciones mínimas de ventilación. A todo lo mencionado en el párrafo anterior se da el caso en que cuando ya la edificación está bien avanzada, el ejecutor electricista que generalmente se aparece después de la primera etapa de ejecutado el proyecto de edificación; se da cuenta que no hay el espacio suficiente para maniobrar el ingreso de los equipos al ambiente, dando como consecuencia a que tenga que demoler muros y adecuar al ambiente de acuerdo con lo requerido.
21. Respecto a los transformadores, un sistema eléctrico con dos transformadores es más confiable que otro de uno solo debido a que si se malogra uno de ellos, el otro puede seguir alimentando a parte de la carga (carga crítica en el Hospital). En la práctica, las alternativas más usadas son de dos o tres transformadores en paralelo.
22. Para el transformador de 250 kVA; la refrigeración con aire de circulación forzada (con ventiladores) tiene la ventaja de incrementar la capacidad del transformador en un 25%, esto es cuando sufra sobrecarga.
23. La proyección, ejecución e implementación de una subestación eléctrica, requiere de la aportación conjunta de los diversos profesionales involucrados en el proyecto. Estos son: un ingeniero electricista, ingeniero mecánico electricista y un ingeniero civil y su personal adjunto.
24. La correcta puesta a tierra en el sistema eléctrico del Hospital de Santa Anita es de vital importancia para la seguridad de las personas y del equipo. Es también decisiva en la confiabilidad de la operación de los sistemas eléctricos. Una red que tenga un buen sistema de puesta a tierra tendrá mejores posibilidades para detectar y eliminar fallas de aislamiento de 61 manera oportuna, sin interrumpir el servicio de las demás cargas cuyo estado es correcto, en el anexo D hemos dado un alcance de los tipos de conexiones que en la actualidad se está usando en estos sistemas, se trata de la soldadura cadweld que bien utilizada en mallas de tierra.
25. Por contrapartida, una red con deficiente sistema de puesta a tierra tendrá fallas no detectables hasta que la misma sea tan grave que afecte drásticamente a toda la red.
26. Cuando se hace el presupuesto de la obra, se tiene que realizar necesariamente un análisis de costos unitarios, en este análisis se observa la incidencia ya sea de los materiales, equipos y/o instrumentos a utilizar, se ve también la incidencia de la mano de obra, dándonos así un valor más real del proyecto eléctrico. Dado a que muchos

egresados de ingeniería eléctrica se dedican a Costos y Presupuestos de proyectos eléctricos y se sabe que en el curriculum de nuestra especialidad no se toma en cuenta el cómo desarrollar un presupuesto de obra eléctrica, se sugiere a la facultad incluir este tema u organizar cursos sobre análisis y costos unitarios en un proyecto eléctrico” [6].

Según **Ccapa Rojas, Pedro** hace mención respecto al Trabajo de Suficiencia Profesional para optar el Título Profesional de Ingeniero Mecánico-Electricista “Implementación de un sistema de utilización en media tensión en 22,9 kV de la planta de cerámicos Atlas S.A.C. de 400,63 kW de potencia y niveles de tensión de 460 volt para las máquinas y 230 volt para equipos auxiliares e iluminación” [3].

Universidad Nacional de Ingeniería – Facultad de Ingeniería Mecánica.

Quien en su capítulo de conclusiones describe lo siguiente:

Respuestas a las Hipótesis planteadas:

- a) Si es posible el suministro de materiales y equipos, los cuales fueron seleccionados y aprobados por Hidrandina S.A., según consta en el documento de Conformidad de Proyecto N°GOHN-3655-2008 del 23-12-08.
La compra de los materiales las realizó el propietario con recursos propios, verificándose la calidad y sus especificaciones técnicas según proyecto aprobado, con el Ingeniero Supervisor de Hidrandina S.A. antes de su instalación.
Los equipos como transformadores y postes fueron probados en fábrica su buen funcionamiento y calidad antes de su traslado a obra.
En las pruebas eléctricas del transformador combinado de medida (trafomix), participó personal de Hidrandina para verificar la clase precisión de 0,2.
- b) Si es posible la instalación de los materiales y equipos, se presentó un Cronograma de actividades y el procedimiento de instalación al Ingeniero Supervisor; la ejecución de la obra fue en coordinación con la Supervisión.
Al finalizar la obra se efectuó la inspección y las pruebas de los materiales y equipos eléctricos, realizadas por el ingeniero residente antes de solicitar a la comisión nombrada por Hidrandina S.A.
- c) Si es posible el conexionado del sistema eléctrico, para lo cual finalizado la obra se efectuó las pruebas e inspección final con la comisión nombrada por Hidrandina, según consta en el Acta de Inspección y Pruebas. El concesionario emitió la Conformidad Técnica de Obra. Con la firma del contrato, se coordinó para la conexión en el punto de diseño y energización en la subestación.

Realizadas las pruebas finales de los niveles tensión, la diferencia entre el estándar y lo logrado deberá ser del 4% ($460 \pm 18,4$ volt) y ($230 \pm 9,2$ volt), según lo estipulado por el Código Nacional de Electricidad-Utilización 2006 (Regla 050-102) y se indican a continuación:

Para las máquinas: 458 volt ($441,6 - 478,4$ volt), si cumple.

Para iluminación y equipos auxiliares: 227 volt ($220,5 - 239,5$ volt), si cumple.

Por lo cual se concluye lo siguiente:

"Ha sido factible la implementación de un Sistema de Utilización en Media Tensión en 22,9 kV de la planta de Cerámicos ATLAS S.A.C. de 400,63 kW de potencia y niveles de tensión de $460 \pm 18,4$ volt para las máquinas y $230 \pm 9,2$ volt para equipos auxiliares e iluminación" [3].

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL

2.1 Marco teórico

Se describen a continuación algunos términos usados en el Informe.

Subestación de distribución

Conjunto de instalaciones para transformar y / o aislar la energía eléctrica que la recibe de una red de distribución primaria y las entrega a un subsistema de distribución [7] secundaria, a las instalaciones de iluminación pública a otra red primaria o a usuarios suministrados por tensiones primarias o secundarias.

Generalmente incluye el transformador de potencia, los equipos de maniobra, protección y control, tanto primarios como secundarios y posiblemente edificios para albergarlos [8].

En la Fig. 2.1 se muestra el diagrama unifilar de una subestación aérea biposte. (Artículo 2 de la R.M. N 065-87- EM/DGE del 1987.04.16) (Norma DGE-024-T).

Tipos:

Aérea: Tipo exterior, instalado sobre el nivel del piso en uno o más postes [9].

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 del piso [10].

Área circundante prevista para maniobras y trabajo [9].

Al interior de edificios (en caseta): Instalación en ambiente apropiado que forma parte del edificio, el cual puede ser usado para otros propósitos.

Consideraciones para la selección

- Tensión en el punto de alimentación.
- Tensión del usuario.
- Potencia actual y futura.
- Calidad de la carga y medio ambiente.
- Área disponible [9].

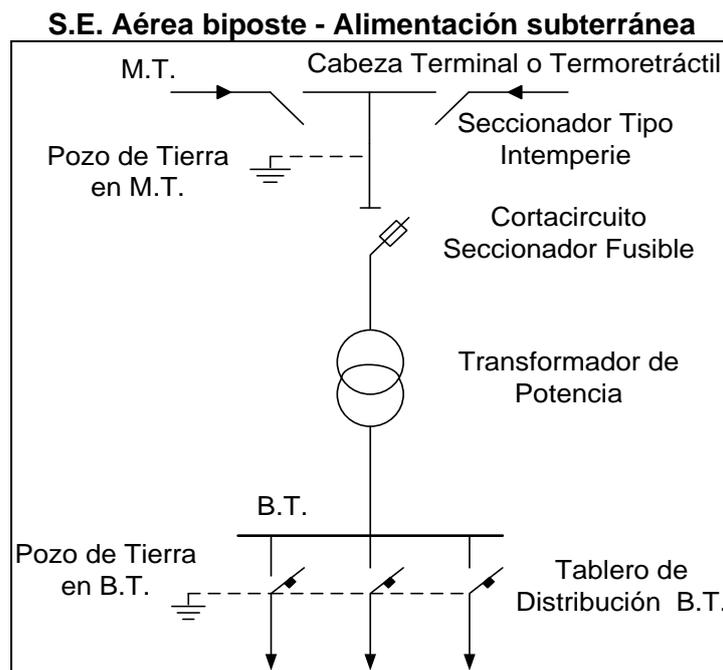


Fig. 2.1 Diagrama unifilar de la subestación aérea biposte SAB [11].

Consideraciones y normativa para el diseño de una subestación aérea

Por su importancia en seguridad, los postes de las subestaciones fueron instalados con cimentación en su base para evitar la corrosión prematura o caídas por inestabilidad del suelo, ya que no existe métodos prácticos que permitan al personal instalador determinar si un suelo tiene la suficiente dureza, humedad y salinidad [11].

Ley de concesiones eléctricas

El artículo 31° de la ley de Concesiones Eléctricas señala que los concesionarios están obligados a conservar y mantener sus obras e instalaciones en condiciones adecuadas para su operación eficiente, de acuerdo a lo previsto en su contrato de concesión y cumplir con las disposiciones del Código Nacional de Electricidad y demás normas técnicas aplicables.

Reglamento de seguridad e higiene ocupacional del subsector eléctrico

El reglamento de seguridad e higiene ocupacional del subsector eléctrico establece las [12]medidas de protección de usuarios y el público en general frente a los peligros de las instalaciones y actividades inherentes a la actividad eléctrica [12]. Todas estas normas son de cumplimiento obligatorio por parte de las empresas concesionarias de distribución Resolución de consejo directivo organismo supervisor de la inversión en energía OSINERG N° 011-2004-OS/CD.

Seguridad pública

Las condiciones que cumplir por las redes eléctricas administradas por el concesionario instaladas en la vía pública para que no afecten la integridad de las personas cumpliendo para ello dichas instalaciones con las normas técnicas pertinentes [8].

Punto fiscalizable

Corresponde al elemento de la instalación de la red de media tensión o subestación de distribución que debe revisarse en relación con la seguridad pública [12].

Por esta razón, el OSINERG ha emitido la resolución OSINERG N° 011-2004-OS/CD que determina el procedimiento de fiscalización y subsanación de deficiencias en instalaciones de media tensión y subestaciones de distribución eléctrica por seguridad pública, que en base a la normatividad vigente viene siendo aplicado en las instalaciones líneas y subestaciones de media tensión.

Código Nacional de Electricidad (C.N.E-Suministro 2011)**Sección 11: Ubicación de las subestaciones y estructuras y criterios de seguridad.****Regla 117.A. “Estructuras o postes de redes de distribución y de subestaciones aéreas y compactas “.**

Las estructuras o los postes de las redes de distribución y de las subestaciones aéreas y compactas, deberán ubicarse en lugares en los que se cumplan las distancias de seguridad establecidas en la Sección 23 y que no dificulten el libre acceso a las propiedades o predios adyacentes; en lo posible, su ubicación deberá ser de tal manera que su eje coincida con el lindero de los predios colindantes.

Asimismo, estas estructuras o postes no deberán obstaculizar el paso directo a los pasajes.

Nota: En el caso de incremento de carga que motive instalar una subestación, ésta deberá instalarse delante del predio del indicado usuario y no otro lugar que afecte predios diferentes al del interesado [12].

Regla 117.B. “Ubicación de subestaciones con respecto a lugares de pública concurrencia”

Las subestaciones de distribución aéreas, con el propósito de dar las facilidades de acceso y espacio, en casos de contingencias o emergencias, deberán estar ubicados a suficiente distancia respecto a los accesos o salidas de emergencia de cualquier edificación, destinada o con un proyecto aprobado por el municipio, para centro educativo, mercado, hospital, clínica, iglesia, teatro, locales de espectáculos u otros similares, de modo que se cumplan las indicaciones establecidas o coordinadas con el Instituto Nacional de Defensa Civil [12].

Nota: Para las distancias de seguridad respecto a lugares peligrosos y de manipulación de combustibles véase la Regla 127.

Código Nacional de Electricidad (C.N.E-Utilización 2006)**Sección 190: Instalaciones de alta tensión.****Regla 190-302: Electrodo de puesta a tierra de la subestación.**

Toda subestación a la intemperie debe estar puesta a tierra mediante un electrodo, que debe cumplir los requerimientos de la Regla 190-304, y debe:

- (a) Consistir de al menos dos varillas de puesta a tierra, de longitud no menor de 2 m y 16 mm de diámetro y espaciadas a una distancia mínima igual a la longitud de una varilla y cuando sea posible, adyacentes al equipo a ser puesto a tierra;
- (b) Tener las varillas de puesta a tierra interconectadas con conductores de puesta a tierra o malla de tierra, de sección mínima de 70 mm² de cobre desnudo, enterrados a una profundidad máxima de 600 mm bajo el nivel del suelo sin terminar de la subestación, y a una profundidad mínima de 150 mm del suelo terminado [14].

Anexo A-2: Prevención de los peligros de la electricidad

A2-4 Peligros originados por cargas estáticas y descargas atmosféricas

2 (b) Estructuras y sistemas a ser protegidos

Existen varias clasificaciones necesarias para protección contra descargas atmosféricas. Las centrales eléctricas, líneas de transmisión, plantas de energía y subestaciones, son una prioridad en la industria eléctrica, por lo que debe considerarse proporcionar una protección adecuada en dichas ubicaciones. En los sistemas de distribución y de alambrado interior, especialmente si es a la intemperie, en áreas con alta densidad de descargas atmosféricas, también deben considerarse la protección contra descargas atmosféricas, para salvaguardar la integridad del sistema, la seguridad y el bienestar del personal, de los clientes y del público en general [14].

Anexo C: Protección ambiental

C3.2 Subestaciones de potencia

Las subestaciones de potencia deben ser construidas de preferencia en zonas industriales o comerciales, con relación a las zonas residenciales. Si la subestación estuviese ubicada en un área todavía sin designación municipal, entonces se debe procurar que la futura designación sea industrial o comercial. Si fuese necesario desarrollar en una zona residencial, el equipo que produce el ruido debe ser ubicado tan lejos como sea posible de las residencias.

- ❑ Niveles máximos de ruido: El nivel máximo de ruido emitido por subestaciones nuevas se determina en base a las características del área donde está ubicada [5].

C3.3 Estándares nacionales de calidad ambiental para ruido

El reglamento de “Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido” - D.S. N° 085-2003-PCM, establece los estándares nacionales de calidad ambiental para ruido y los lineamientos para no excederlos, con el objetivo de proteger la salud, mejorar la calidad de vida de la población y promover el desarrollo sostenible. En la tabla N° 2.1 se dan los estándares nacionales de calidad ambiental para ruido [14].

Nivel de presión sonora continuo equivalente con ponderación A (L_{AeqT})

Es el nivel de presión sonora constante, expresado en decibeles A, que en el mismo intervalo de tiempo (T), contiene la misma energía total que el sonido medido

Zona de protección especial

Es aquella de alta sensibilidad acústica, que comprende los sectores del territorio que requieren una protección especial contra el ruido donde se ubican establecimientos de salud, establecimientos educativos, asilos y orfandad [14].

Zona residencial

Área autorizada por el gobierno local correspondiente para el uso identificado con viviendas o residencias, que permiten la presencia de altas, medias y bajas concentraciones poblacionales [14].

Zona comercial

Área autorizada por el gobierno local correspondiente para la realización de actividades comerciales y de servicios [14].

Zona industrial

Área autorizada por el gobierno local correspondiente para la realización de actividades industriales [14].

Tabla N° 2.1 Estándares nacionales de calidad ambiental para ruido

ZONAS DE APLICACIÓN	Valores Expresados en (L_{AeqT}) – dB	
	HORARIO DIURNO	HORARIO NOCTURNO
Zona de Protección Especial	50	40
Zona residencial	60	50
Zona Comercial	70	60
Zona Industrial	80	70

Fuente: C.N.E-Utilización 2006 [14].

Seccionador unipolar

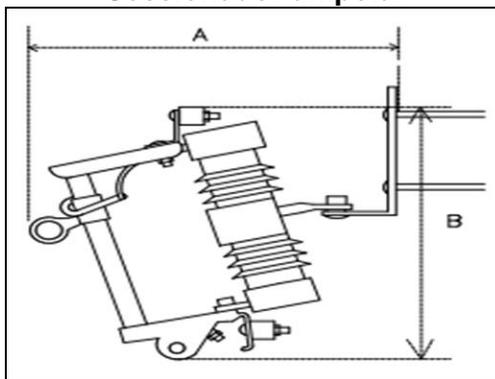


Fig. 2.2 Seccionador cut out [15].

Transformador de distribución trifásico

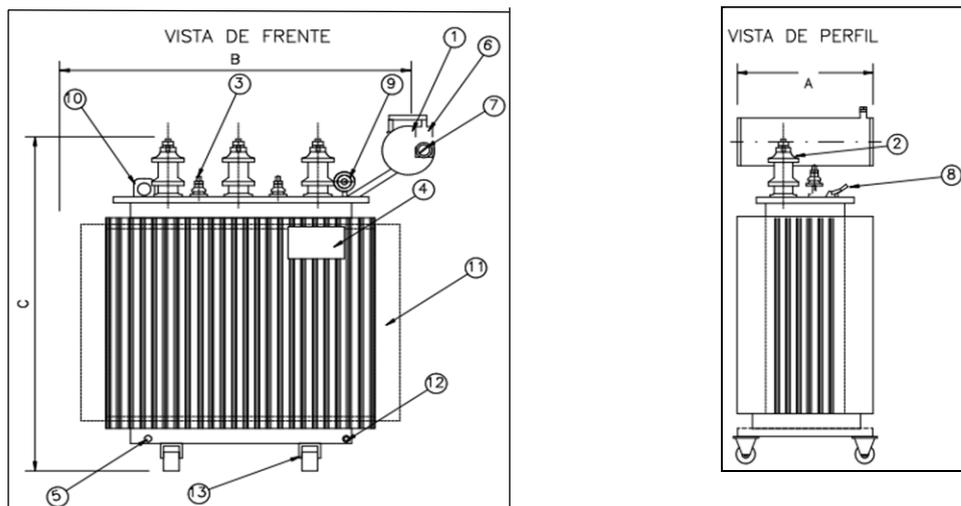


Fig. 2.3 Transformador trifásico de distribución [15].

Tabla N° 2.2 Descripción de las partes del transformador

ÍTEM	DESCRIPCIÓN
1	Tanque conservador de aceite
2	Aisladores pasa tapa de media tensión
3	Aisladores pasa tapa de baja tensión
4	Placa de características
5	Válvula para drenaje y toma de muestras de
6	Deshumedecedor
7	Indicador de nivel de aceite
8	Conmutador con mando exterior, maniobrar sin
9	Termómetro
10	Orejas de izaje
11	Tanque de aceite

Fuente: Catálogo Promelsa [15].

Tabla N° 2.3 Dimensiones del transformador

DIMENSIONES (mm) Y PESO APROXIMADO				
POTENCIA (kVA)	ANCHO (A)	LARGO (B)	ALTURA (C)	PESO (kg)
100	620	880	1 310	580
150	660	960	1 400	710
160	670	1 000	1 400	770
200	680	1 100	1 450	950
250	720	1 200	1 450	1 150
320	750	1 250	1 550	1 260
400	800	1 300	1 550	1 510
500	860	1 610	1 600	1 930
630	920	1 720	2 100	2 350
800	950	1 770	2 150	2 380

Fuente: Catálogo Promelsa [15].

2.2 Marco conceptual

2.2.1 Empresa de servicio público

Una organización responsable de la instalación, operación y mantenimiento de sistemas de suministro eléctrico o de comunicaciones y de su obligada comercialización al público[3].

2.2.2 Concesionario

Es la persona natural o jurídica, nacional o extranjera, que desarrolla actividades de distribución de energía eléctrica en una zona de concesión establecida por el Ministerio de Energía y Minas, cuya demanda supere los 500 kW [16].

2.2.3 Interesado

Persona natural o jurídica debidamente identificada, encargada de la gestión ante el Concesionario para la dotación y uso del suministro de energía eléctrica en un predio o conjunto de predios o lotes [16].

2.2.4 Zona de concesión

Zona geográfica delimitada por un polígono, cuyos vértices están expresados en coordenadas UTM pertenecientes a un datum horizontal wgs84 o psad56, dentro del cual el concesionario está obligado a prestar servicio público de electricidad y a todos aquellos que con sus propias líneas lleguen a esta zona [17].

2.2.5 Punto de diseño

Es el lugar asignado por el concesionario a partir del cual se debe iniciar el proyecto del sistema de distribución o sistema de utilización en media tensión [17].

2.2.6 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 [18].

2.2.7 Suministro

Conjunto de instalaciones que permiten la alimentación de la energía eléctrica en forma segura y que llega hasta el punto de entrega [19].

2.2.8 Sistemas 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 [17].

2.2.9 Nivel de tensión

Uno de los valores de voltaje nominal en un sistema dado [20].

Baja tensión (abreviatura: B.T.)

Conjunto de niveles de voltaje usado para distribución de energía eléctrica.

Su límite superior es generalmente $U \leq 1$ kV, donde U es la tensión nominal [20].

Media tensión (abreviatura: M.T.)

Cualquier conjunto de niveles de tensión comprendidos entre la alta tensión y la baja tensión. Los límites son $1 \text{ kV} < U \leq 35$ kV, siendo U la tensión nominal [20].

2.2.10 Niveles de tensión

Se continúan usando los niveles de voltaje existentes y los voltajes recomendados [20] siguientes (véase la definición nivel de tensión) en la tabla N° 2.4 se muestran un cuadro de niveles de tensión:

Tabla N° 2.4 Cuadro de niveles de tensión

NIVELES DE TENSIÓN			
BAJA TENSIÓN	MEDIA TENSIÓN	ALTA TENSIÓN	MUY ALTA TENSIÓN
380 / 220 V 440 / 220 V	20,0 kV (*) 22,9 kV 33 kV 22,9 / 13,2 kV 33 / 19 kV	60 kV 138 kV 220 kV	500 kV

Fuente: C.N.E-Suministro 2011 [21].

(*) Tensión nominal en media tensión considerada en la NTP-IEC 60038: "Tensiones normalizadas IEC" [20].

2.2.11 Tolerancias de la variación de tensión en el punto de entrega de energía

Las tolerancias admitidas sobre las tensiones nominales de los puntos de entrega de energía, en todas las etapas y en todos los niveles de tensión, es de hasta el $\pm 5,0\%$ de las tensiones nominales de tales puntos. Tratándose de redes secundarias en servicios calificados como Urbano- Rurales y/o Rurales, dichas tolerancias son de hasta el $\pm 7,5\%$.

Asimismo, la tolerancia admitida para media tensión de acuerdo a la Norma Técnica de Calidad de los Servicios Eléctricos Rurales es de $\pm 6,0 \%$.

Nota: Véase la Norma Técnica de Calidad de los Servicios Eléctricos, así como en Norma Técnica de Calidad de los Servicios Eléctricos Rurales [21].

2.2.12 Alimentador

Es la parte de un circuito eléctrico entre la caja de conexiones o caja de salida u otra fuente de alimentación y los dispositivos de sobrecorriente del circuito o circuitos derivados. [19].

2.2.13 Conexiones de media tensión

Conjunto de dispositivos e instalaciones realizadas a tensiones superiores a 1 kV e inferiores a 30 kV que incluyen: dispositivos de conmutación y de protección, el sistema de medición y elementos complementarios, la estructura de soporte o compartimiento que alberga los equipos, las barras y accesorios para la conexión eléctrica correspondiente [8].

2.2.14 Subestación

Conjunto de instalaciones, incluyendo las edificaciones necesarias para albergar, destinadas a la transformación de la tensión eléctrica para el aislamiento y protección de los circuitos o solo para y la protección de circuitos y está bajo el control de personas calificadas

2.2.15 Ingeniero residente

Ingeniero eléctrico o electromecánico, colegiado y habilitado por el colegio de ingenieros del Perú, especializados en la materia, sin impedimento para el ejercicio de la profesión, designado por el contratista especialista para realizar el trabajo hasta que sea puesto en servicio [17].

2.2.16 Ingeniero supervisor

Ingeniero eléctrico o electromecánico, a colegiado y habilitado por el colegio de ingenieros del Perú, especializados en la materia, sin impedimento para el ejercicio de la profesión, designado por el concesionario para supervisar la ejecución de las obras hasta su puesta en servicio [17].

2.2.17 Persona calificada

Quien ha sido entrenado y ha demostrado conocimiento adecuado de la instalación, construcción, u operación de líneas y equipos, y los riesgos involucrados, incluso en la identificación y exposición a las líneas o equipos de suministro eléctrico y de comunicación, dentro o cerca del espacio de trabajo [12].

2.2.18 Contratista especialista

Persona natural o jurídica especializado en la construcción de instalaciones electromecánicas de sistemas de distribución y utilización con red aérea y subterránea, construcción de subestaciones eléctricas, incluye construcción civil requerida para este tipo de instalaciones, construcción de instalaciones de alumbrado público y conexiones domiciliarias. Tiene conocimiento de la legislación vigente relacionada con otros servicios públicos que ocupan la misma vía o zona donde se ejecutarán las obras. Debe contar con la sustentación de su conocimiento, capacidad y profesionalismo para estos tipos de trabajo.

Es el responsable de cumplir con las obligaciones técnicas, económicas y legales que se deriven de su actuación.

Debe estar inscrito en el OSCE o la entidad autorizada que registre contratistas, como ejecutores de obras de esta naturaleza. Sin embargo, en caso de sistemas de utilización en media tensión, puede obviarse esta exigencia, si acredita el ejercicio continuo en los últimos 5 años en construcción de estos sistemas [17].

2.2.19 Cable subterráneo

Conjunto de conductores aislados entre sí, con una o más cubiertas y que puede ir directamente enterrado [12].

2.2.20 Canalización

Cualquier canal diseñado expresamente para ser utilizado con el único propósito de alojar conductores [12].

2.2.21 Cinta señalizadora

Cinta de material resistente y duradero a los agentes ambientales, llama la atención y señala el peligro y cuidados a tener con el material o producto que está después de ella y que podría ocasionar riesgo o accidente sino se tiene en cuenta su leyenda [12].

2.2.22 Expediente técnico de obra

Es el conjunto de documentos que comprende: memoria descriptiva, especificaciones técnicas, planos de ejecución de obra, metrados, presupuesto, fecha de determinación del presupuesto de obra, valor referencial, análisis de precios, calendario de avance, fórmulas polinómicas y, si el caso lo requiere, estudio de suelos, estudio geológico, de impacto ambiental u otros complementarios [12].

2.2.23 Metrado

En conformidad con el reglamento de la ley de contrataciones del estado, es el cálculo o la cuantificación por partidas de la cantidad de obra a ejecutar [22].

2.2.24 Infraestructura eléctrica

Los proyectos y obras que corresponden a las instalaciones eléctricas del sistema de distribución para el suministro de energía eléctrica tal como se muestra en la fig. 2.4 detalle de un sistema de distribución los cuales constan de lo siguiente:

- Subsistema de distribución primaria.
- Subsistema de distribución secundaria.
- Instalaciones de alumbrado público.
- Conexiones.
- Punto de entrega [6].

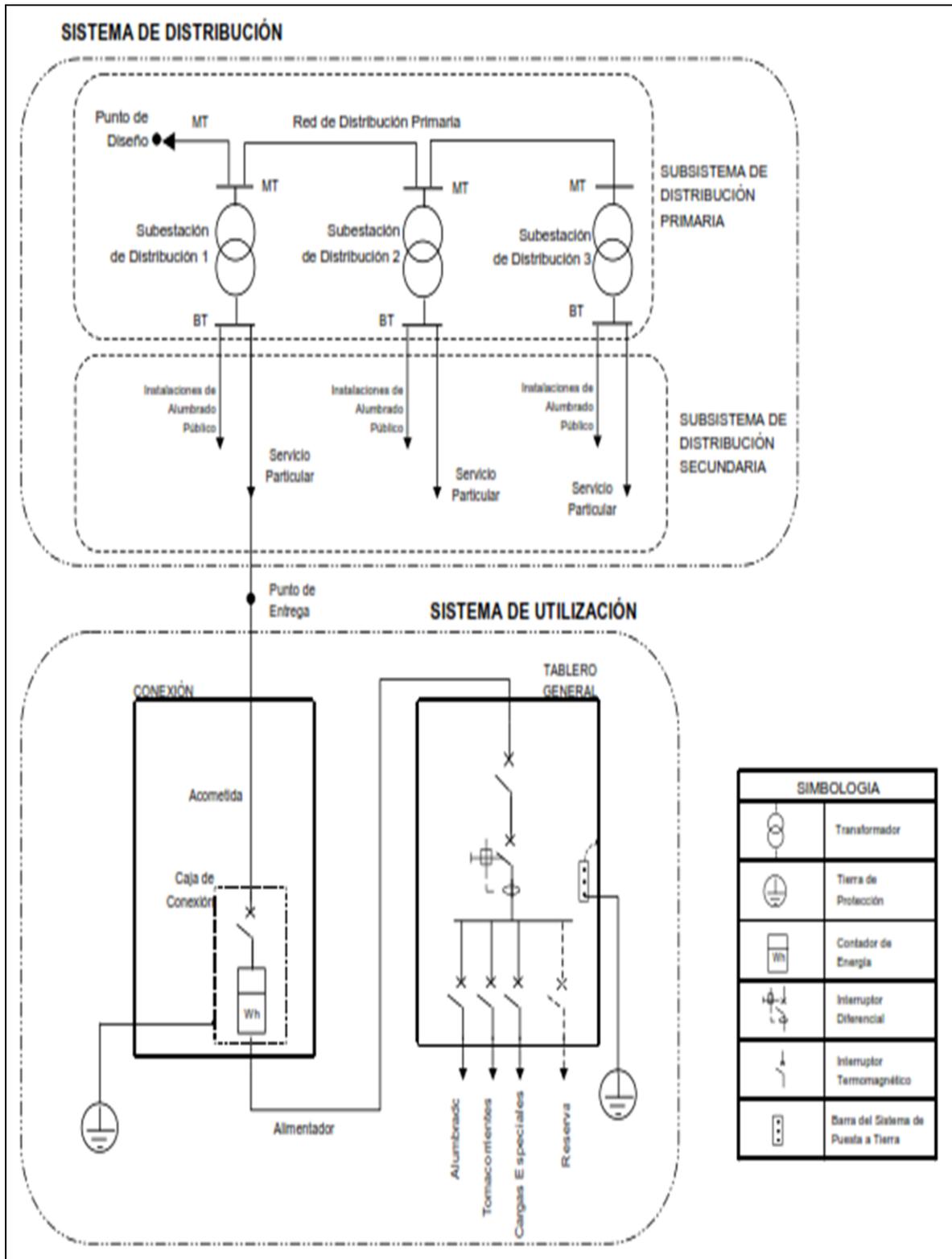


Fig. 2.4 Detalle de un sistema de distribución [23].

Nota: El metrado de los sistemas de utilización están considerados en los metrados para obras de edificación. Para la elaboración de estos proyectos se deben tomar en cuenta la norma aprobada mediante Resolución Directoral N° 018-2002- EM/DGE [12], así como las demás Normas de la Dirección General de Electricidad correspondientes.

CAPÍTULO III

DESARROLLO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

3.1 Modelo de solución propuesto

Para el funcionamiento del sistema de bombeo se propuso la ejecución de un sistema de utilización en media tensión en 20 kV (operación inicial 10 kV).

3.2 Ingeniería del proyecto

3.2.1 Generalidades

Ubicación geográfica

La cisterna de bombeo existente CR-195, de propiedad de Sedapal se encuentra ubicada en la Av. Integración, del asentamiento humano Bayóvar en el distrito de San Juan de Lurigancho, provincia y departamento de Lima.

Antecedentes

El interesado solicitó suministro eléctrico en media tensión para una carga contratada de 253 kW y Tarifa MT3.

La empresa distribuidora de energía eléctrica, otorgó el punto de diseño en 20 kV (operación inicial 10 kV), en el punto de medición a la intemperie PMI ubicado en Av. Integración.

La empresa distribuidora de energía eléctrica mediante documento DPyOMT36295859-2016 de fecha 25 de abril de 2016, otorgó la conformidad al proyecto del sistema de utilización en media tensión en 20 kV (operación inicial 10 kV), según documento mostrado en el Anexo C.

La estación de bombeo existente se alimentaba mediante un suministro eléctrico en baja tensión N° 1610601, en tarifa BT3, el cual fue deshabilitado cuando se puso en servicio el nuevo suministro eléctrico en media tensión en 20 kV (operación inicial 10 kV) con tarifa MT3.

Se solicitó inicio de obras según carta remitida por el contratista del propietario a la empresa distribuidora de energía eléctrica, según el documento del Anexo D.

El proyecto se ejecutó e implementó de acuerdo con la disposición contenida en la Norma R.D. N° 018-2002 EM/DGE "Norma de procedimientos para la elaboración de proyectos y ejecución de obras en sistemas de distribución y sistemas de utilización en media tensión en zonas de concesión de distribución" [4].

Punto de alimentación

El punto de alimentación se encuentra ubicado en el punto de medición a la intemperie PMI ejecutado en el poste existente MT 33351 ubicado a 41 m. de la subestación SAB 2759A, de la Av. Integración.

El nivel de tensión fijado por la empresa distribuidora de energía eléctrica para el sistema de utilización es en 20 kV (operación inicial 10 kV).

Asimismo, la empresa distribuidora de energía eléctrica fijó que las potencias de cortocircuito en el PMI para las tensiones en 10 kV y 20 kV sean de 100 MVA y 139 MVA respectivamente y el tiempo de actuación de la protección igual a 0,02 segundos para ambas tensiones.

Alcances

El trabajo refiere a la ejecución de una línea eléctrica subterránea de media tensión de 20 kV (operación Inicial 10 kV), una subestación aérea biposte de 400 kVA, la capacidad para abastecer las cargas de la cisterna de bombeo existente CR-195, para una máxima demanda de 253 kW [4].

El sistema de utilización considero lo siguiente:

Cable de alimentación subterráneo particular de 20 kV, el cual se ejecutó con cable N2XSY 3-1x50 mm² - 18/30 kV, que se inicia [4] en el punto de medición a la intemperie PMI (poste existente MT 33351 ubicado a 41 m de la subestación 2759A, ubicada en la Av. Integración); llegando dicha red con un recorrido de 120 m aproximadamente hasta la subestación aérea biposte particular ubicada al interior del predio de la cisterna CR-195.

La subestación aérea particular biposte de concreto armado centrifugado SAB, se encuentra equipada con un transformador trifásico de 400 kVA, con relación de transformación de 10-20/0,46 kV y grupo de conexión Dyn5 [4].

3.2.2 Descripción del proyecto

Red de media tensión 20 kV (operación inicial 10 kV)

La red eléctrica se ha ejecutado para instalación subterránea, directamente enterrada, para una tensión nominal de 20 kV (operación inicial 10 kV), sistema trifásico, tres hilos y frecuencia en 60 Hz [4].

El cable es de fabricación del tipo seco con conductores y aislamiento en polietileno reticulado XLPE, denominado N2XSY 3-1x50 mm² con una tensión nominal de 18/30 kV [4].

Subestación aérea biposte

Se ha considerado una subestación aérea biposte, constituida por:

- Dos postes de concreto armado centrifugado de 11,50/400/180/353.
- Dos medias lozas de concreto armado vibrado de 1,15 m y capacidad 1 300 kg.
- Una palomilla de concreto centrifugado armado vibrado Pa 2,20/250 [4].
- Un transformador trifásico de 400 kVA, 10-20/0,46 kV, grupo de conexión Dyn5 [4].

- Tres terminales unipolares de llegada al cut out, de 24 kV, para cable de 50mm² [4].
- Tres seccionadores cut out, 100 A, 27 kV, 150 kV Bil, con expansor polimérico [4].
- Un tablero de baja tensión, equipado con interruptor termomagnético de 630A.

3.2.3 Demanda máxima de potencia

Para las necesidades de la estación de bombeo se basaron cargas del estudio hidráulico del consultor contratado por Sedapal [4].

Cuadro de carga de la cisterna CR-195 (440 V), según detalle en tabla N° 3.1.

Tabla N° 3.1 Cuadro de cargas de la cisterna CR-195

DESCRIPCION	POTENCIA (kW)	F.D (Factor de demanda)	M.D (Máxima demanda)
02 Bomba tipo turbina 125 HP (Reservorio RE-3)	195,50	0,50	97,75
02 Bomba tipo turbina 125 HP (Reservorio RE-4)	195,50	0,50	97,75
Alumbrado interior y tomacorrientes	5,25	1,00	5,25
Alumbrado exterior	1,01	1,00	1,01
Tablero de comunicación y control	1,00	1,00	1,00
Total, potencia proyectada	398,26		202,76
Total, potencia incluyendo reserva del 25%			253,45
Selección del transformador			
Total, potencia aparente (kVA) (CosØ=0,85)			298,18
Potencia del transformador seleccionado (kVA)			400

Fuente: Expediente técnico de obra.

3.2.4 Bases de cálculo

Para el dimensionamiento de equipos y materiales se consideró lo siguiente:

- Tipo de cable subterráneo : N2XSY
- Sección : 50 m²
- Potencia de diseño : 400 kVA.
- Frecuencia : 60Hz
- Factor de potencia : 0,85
- Potencia de cortocircuito en punto de diseño : 100 MVA en 10 kV
- Potencia de cortocircuito en punto de diseño : 139 MVA en 20 kV
- Tiempo de actuación de la protección : 0,02 s
- Máxima Demanda : 253 kW
- Calda de tensión máxima permisible : 5%
- Tensión nominal actual : 10 kV
- Tensión nominal proyectada : 20 kV.

Normativa

El trabajo cumple con los requisitos exigidos en la Norma “Procedimientos para la elaboración de proyectos y ejecución de obras en sistemas de distribución y sistemas de utilización en media tensión en zona de concesión de distribución”, aprobado con R.D. N° 018-2002-EM/DGE [5] del Ministerio de Energía y Minas.

El Código Nacional de Electricidad – Suministro 2011.

El Código Nacional de Electricidad – Utilización 2006.

Decreto Ley N° 25844 “Ley de Concesiones Eléctricas y su Reglamento” [8].

Normas DGE “Terminologías en Electricidad y Símbolos Gráficos en Electricidad” [8].

Norma Técnica de Calidad de los Servicios Eléctricos vigente.

El Reglamento de Seguridad e Higiene Ocupacional del Sub Sector Electricidad.

El Reglamento Nacional de Edificaciones, el Sistema Legal de Unidades de Medida del Perú (SLUMP), entre otros.

Instalaciones de gas

En la zona del trabajo no existen instalaciones de gas natural.

3.2.5 Documentos del proyecto

El proyecto consta de los siguientes documentos:

- Ingeniería del proyecto
- Especificaciones técnicas de materiales
- Especificaciones de montaje
- Memoria de cálculos
- Planos

3.2.6 Planos del proyecto

El trabajo desarrollado contiene los siguientes planos:

- LMT-01 (01 de 02): Recorrido de línea de media tensión, secciones, diagrama unifilar y leyenda.
- LMT-01 (02 de 02): Detalle de SAB, detalles y cuadro de cargas.

Los planos desarrollados se muestran en el Anexo A.

3.2.7 Especificaciones técnicas de materiales

Cable subterráneo N2XSY 18/30 kV, 3 - 1 x 50 mm²

Los cables de distribución primaria instalados son tres cables del tipo N2XSY 18/30 kV, con conductor de cobre recocido, alambres concéntricos redondos 19, diámetro de alambre 8,7 mm. Cinta semiconductora extruida sobre el conductor.

Aislamiento de polietileno reticulado (XLPE) [4].

Chaqueta exterior de PVC rojo.

Cinta semiconductora y cinta de cobre electrolítico sobre el conductor aislado [8].

Temperatura máxima del conductor 90 °C para operación normal., 130 °C temperatura máxima para sobrecarga de emergencia y 250 °C temperatura máxima para condiciones de cortocircuito [4]. En la tabla N° 3.2 se detalla las características del cable N2XSY.

Tabla N° 3.2 Características del cable N2XSY

DESCRIPCIÓN	DIMENSIONES
Normas de Fabricación	NTP 370.050, IEC 502
Sección	50 mm ²
Tensión nominal de trabajo	20 kV
Tensión máxima de diseño [4]	18/30 kV [4]
Tipo	N2XSY Unipolar
Temperatura máxima de operación	90 °C [4]
Capacidad a 20 °C enterrado, forma tripolar [4]	203 A [4]
Resistencia a 90 °C	0,4937 Ω / km [4]
Resistencia a 20 °C	0,387 Ω / km
Reactancia inductiva	0,2354 Ω / km
Diámetro exterior del cable	31,9 mm
Peso del cable	1 351 kg / km

Fuente: [4] y **Catálogo de Cables Indeco** [24].

En el Anexo G se adjunta el catálogo del cable N2XSY instalados.

Características mecánicas:

Buena resistencia a la tracción, excelentes propiedades contra el envejecimiento por calor. Alta resistencia al impacto y a la abrasión. Excelente resistencia a la luz solar e intemperie. Altísima resistencia a la humedad. Excelente resistencia al ozono, ácidos alcalis y otras sustancias químicas a temperaturas normales.

No propaga la llama [4].

Zanjas para instalación de cable

El cable N2XSY se instaló directamente, colocada en zanjas de 0,60 m x 1,10 m de profundidad, conforme se indica en el plano LMT-01 (01 de 02) [4].

Se instaló en posición horizontal y se colocó sobre el cable una capa de tierra cernida compactada de 0,10 m de espesor, protegido por una capa de tierra cernida de 0,15 m de espesor sobre la cual se colocó una hilera continua de ladrillos y a 0,20 m medido desde base del ladrillo se instaló la cinta de señalización de color rojo, el resto de la zanja se rellenó con tierra original compactada al 95% [4].

Las superficies rígidas, pistas o veredas que se repararon y se dejó con mejor acabado que el que tenían inicialmente antes de su rotura [4]. Así mismo el cable N2XSY se envolvió

con cinta señalizadora celeste para identificar que es de uso particular, y se pusieron separados de acuerdo con las normas de 0,07 m entre ellos.

Ladrillos de protección

Se usó ladrillos de arcilla maciza, tipo corriente de 240x130x90 mm en toda la longitud de la zanja.

Como protección mecánica del cable en todo su recorrido subterráneo, de acuerdo al detalle de tendido que se muestra en el plano [4].

Cinta señalizadora

La cinta señalizadora de polietileno de alta calidad y resistente a los ácidos y álcalis, instalada tiene las siguientes dimensiones:

- Ancho de 5 pulgadas
- Espesor de 1/10 mm.
- Elongación es de 250%.
- Color: Rojo Brillante
- Inscripción: "PELIGRO DE MUERTE 20 000 VOLTIOS" Inscritas con letras negras que no pierdan su color con el tiempo y recubiertas con plástico [4].

Cinta señalizadora de cable particular (celeste)

Tienen las siguientes características:

- Material : Polietileno de alta calidad resistente a los álcalis y ácidos.
- Ancho : 152 mm
- Espesor : 1/10 mm
- Elongación : 250 %
- Colores : Celeste.

El material es de polivinílico dieléctrico con cierta resistencia al traqueo y al medio ambiente, de 10 cm de ancho.

La cinta señalizadora de pvc, de color celeste fue utilizada para diferenciar el cable de MT particular, de los cables de la empresa distribuidora de energía eléctrica [4].

Cruzadas

Están compuestos por ductos de concreto vibrado, 1,00 m de longitud y de cuatro vías de 90 mm de diámetro cada vía [17]. Los cuales se muestran en la fig. 3.1.

Zanja

Se ejecutó de 0,60 m de ancho y 1,10 m de profundidad perfectamente alineada y nivelada [17].

Instalación

Los ductos se instalaron sobre un solado de concreto, mezcla 1:8 de 0,05 m de espesor; luego se rellenó la zanja con tierra cernida hasta 0,20 m [17] de espesor, señalizada en todo su recorrido por una hilera continua de ladrillos a 0,20 m por encima del ducto de concreto

y cinta señalizadora plástica de color rojo especial colocada a 0,10 m, por encima de la hilera de los ladrillos.

Está dispuesto según se indica en la lámina LMT-01 (01 de 02).

La tierra de relleno se compactó por capas cada 0,20m, hasta rellenar totalmente la zanja.

Las uniones entre ductos se encuentran sellados con anillo de concreto y en los extremos de las cruzadas las vías están taponeadas con yute y breá [17].

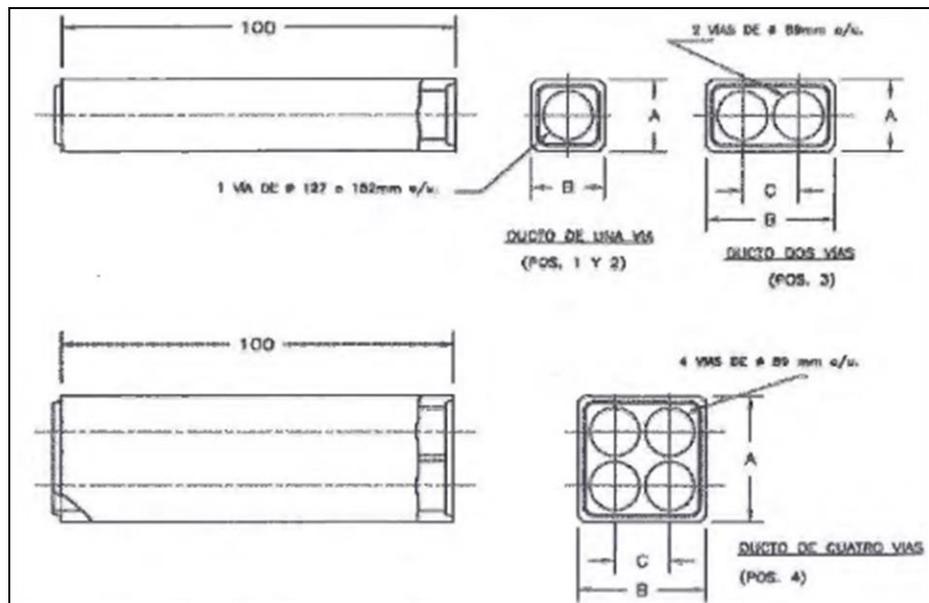


Fig. 3.1 Detalle de ductos de CAV [24].

3.2.8 Subestación aérea biposte

Terminales de cable unipolar

Se usó terminaciones exteriores tipo termocontraible adecuados para cable unipolar de sección nominal de 50 mm² del tipo N2XSY 18/30 kV [4].

Las terminaciones están instaladas con 3 campanas distanciadas entre sí, de tal manera para aumentar la línea de fuga y cumplen con los requerimientos que exige la Norma IEEE-48-1975 [4].

Componentes principales

Tubo control de campo, de permitividad y de resistividad voltimétrica para reducir el esfuerzo eléctrico en la terminación mastic de alivio de esfuerzo, que permite controlar la concentración del campo eléctrico en el corte de la capa semiconductor.

Los terminales están previstos de campanas de material sintético a prueba de la intemperie [4].

Los terminales unipolares usados tienen las siguientes características:

- Clase de tensión (kV) : 25 kV [4]
- Tensión sostenida AC durante 1 minuto : 65 kV
- Tensión sostenida DC durante 15 minutos : 105 kV

- Resistencia al impulso 1,2/50 μ s (Bil) : 150 kV pico
- Tensión sostenida en humedad en 10 s : 60 kV
- Tensión sostenida en seco en 6 horas : 55 kV
- Característica sello de humedad : Clase 1A, IEEE-48-1990.
- Tecnología de instalación : Por calentamiento.
- Sección : 50 mm² [4].

Terminales de compresión de cobre

Para la unión del cable de energía al terminal para uso exterior se utilizó conectores del tipo compresión, adecuados para una sección de 50 mm² [4].

Características básicas del mastic

Se aplicó sobre los terminales del bushing del transformador.

- Material : Mastic de sello y aislamiento antitracking de color rojo o negro.
- Fuerza adherencia : 4 lb / pulgada
- Rigidez dieléctrica : 200V / milésimas de pulgada.
- Elongación : 300% [4].

Características del tubo sellador

Se aplicó sobre los terminales del bushing del transformador.

Material: Polimérico reticulado por radiación para A.T. de 50 mm de diámetro para la parte ancha y 20 mm de diámetro para la parte angosta.

- Color : Rojo
- Relación de termocontracción : 50 / 20
- Rigidez dieléctrica : 130 kV / cm a 2 mm de espesor.

Seccionador cut-out 24 kV

Los seccionadores fusible tipo expulsión cut-out, son unipolares para uso exterior en la palomilla de concreto armado, de montaje vertical y para accionamiento mediante pértigas. Las bases son unipolares del tipo cartucho y los fusibles son del tipo chicote.

En la tabla 3.3 se detallan sus propiedades mecánicas y en la tabla 3.4 se detallan sus propiedades eléctricas.

Tabla N° 3.3 Propiedades mecánicas del seccionador

DESCRIPCIÓN	DIMENSIONES
Corriente nominal	100 A
Corriente de cortocircuito Simétrica	8 kA
Corriente de cortocircuito Asimétrica	12 kA
Prolongador	Si

Fuente: Catálogo de Chance.

Tabla N° 3.4 Propiedades eléctricas del seccionador

DESCRIPCIÓN	DIMENSIONES
Tensión de servicio de la línea a futuro	20 kV
Tensión máxima de servicio	24 kV
Tensión de impulso negativo	180 kV
Tensión de impulso positivo	150 kV
Tensión sostenimiento a 60 Hz en seco durante 1 minuto	95 kV
Tensión sostenimiento a 60 Hz en húmedo durante 10 s	75 kV
Distancia de arco	190 mm
Línea de fuga fase a tierra	900 mm
Corriente nominal fusible (inicial 10 kV)	25 A
Corriente nominal fusible (final 20 kV)	15 A

Fuente: Catálogo de Chance.

Los seccionadores fusibles instalados son del tipo poliméricos y están diseñados para un ambiente medianamente contaminado.

Tienen suficiente resistencia mecánica para soportar los esfuerzos por apertura y cierre, así como los debidos a sismos.

Los seccionadores fusibles están provistos de abrazaderas ajustables y fueron fijados a la palomilla de concreto armado vibrado [4].

El portafusil se rebatirá automáticamente con la actuación del elemento fusible y deberá ser separable de la base [4].

La bisagra de articulación tendrá doble guía. Los bornes están conectados a conductores de cobre de 50 mm² y serán del tipo de vías paralelas [4].

Los fusibles instalados son del tipo "K" de las capacidades que se muestran a continuación [4]:

Fusible tipo "K" para subestación SAB 400 kVA

- Corriente nominal fusible (inicial 10 kV) : 25 A
- Corriente nominal fusible (final 20 kV) : 15 A

Accesorios

Los seccionadores fusibles tienen los siguientes accesorios:

- Terminal de tierra.
- Placa de características.
- Accesorios para fijación [4] a cruceta concreto: Tipo B (según la Norma ANSI C37.42)
- Otros accesorios necesarios para un correcto transporte, montaje, operación y mantenimiento de los seccionadores.

Aislador polimérico expansor de línea de fuga.

Se usó como aislador extensor de línea de fuga, de los fusibles seccionadores (cut out) el cual se instaló en la estructura de la subestación aérea biposte SAB

Las características son las siguientes:

- Material aislante : Polimérico resistente al traqueo, erosión y rayos UV.
- Tensión nominal : 25 kV
- Línea de fuga : 40 mm
- Resistencia al torque : 20 kg-m

Transformador para subestación aérea

El Transformador trifásico en baño de aceite instalado cuenta con arrollamientos de cobre y núcleo de hierro laminado en frío [26], se instaló para montaje exterior con enfriamiento natural, adecuado para montaje sobre plataforma de concreto armado vibrado en una subestación aérea biposte SAB [4], en la tabla N° 3.5 se detallan sus características.

Tabla N° 3.5 Características del transformador

DESCRIPCIÓN	DIMENSIONES
Normas de ejecución	IEC
Potencia nominal continua	400 kVA
Altitud de servicio	1 000 m.s.n.m
Relación de transformación en vacío	10 000 - 20 000 \pm 2x2,5% V/460 V
Frecuencia	60 Hz
Numero de fases	3
Esquema lado de A.T. [25]	Triangulo con tomas conmutables [25]
Esquema lado de B.T.	Estrella con neutro accesible
Grupo de conexión en 10 kV	Dyn5
Grupo de conexión en 20 kV	Dyn5
N° de bornes en lado primario	3
N° de bornes en lado secundario	4
Tensión de cortocircuito [25]	4 % [25]
Nivel de aislamiento exterior A.T(Bil)	36/70/170 kV
Nivel de aislamiento interior B.T(Bil)	24/50/125 kV
Nivel de aislamiento interior	1/3 kV
Tensión de impulso valor pico	125 Kv
Sobre temperatura con carga continua	
En aceite	60 °C
Arrollamientos	65 °C
Ambiente máximo	35 °C

Fuente: [25] y **Catálogo Transformadores Promelsa** [15].

En el Anexo F se adjunta el catálogo del transformador instalado.

Accesorios

- Tanque conservador con tapón de llenado
- Válvula de vaciado y muestreo
- Pozo termométrico
- Indicador de nivel de aceite
- Borne de tierra
- Válvula de seguridad
- Placa de características
- Rejas de izaje
- Deshumecedor
- Termómetro de aceite sin contacto.
- Conmutador de 5 posiciones gaps con mando sobre la tapa [25].
- Conmutador de 2 posiciones para cambio de 10 kV a 20 kV con mando sobre la tapa [25].
- Accesorios para anclaje del transformador sobre la plataforma
- Dotación de aceite dieléctrico NYNAS tipo NITRO IZAR I libre de PCB.

Postes de concreto

Los postes cumplen con las prescripciones de las normas NTP 339.027. Además, se tomaron en cuenta las siguientes normas [26]:

- NTP 341.029: Barras de acero al carbono torcidas en frío para concreto armado
- NTP 341.030: Barras lisas de sección circular de acero al carbono para concreto armado
- NTP 341.031: Barras de acero al carbono con resaltes (corrugadas) para concreto armado.
- NTP 350.002: Alambre trefilado en frío para concreto armado
- NTP 334.009: Cemento portland tipo I normal [26].

Los postes de concreto son centrifugados y tienen forma troncocónica, el acabado exterior es homogéneo, sin fisuras, cangrejeras y escoriaciones; tienen las características [26] indicadas en la tabla N° 3.6 y sus dimensiones que se consignan líneas abajo.

La relación de carga de rotura a (0,10 m debajo de la cima) y la carga de trabajo es 2. A 4 m de la base del poste, en bajo relieve [27], se encuentra la que permite inspeccionar la profundidad de empotramiento luego de su instalación [27].

Los postes tienen impresa con caracteres legibles e indelebles en un lugar visible, la información siguiente:

Marca del fabricante.

Designación del poste: l/c/d/D; donde:

l= longitud en m.

c= carga de trabajo en kg.

d= diámetro de la cima en, mm.

D= diámetro de la base, en mm.

Fecha de fabricación=2018 [27].

Los postes de concreto armado tienen las siguientes características:

Tabla N° 3.6 Características del poste

DESCRIPCIÓN	DIMENSIONES
Longitud del poste (l)	11,50 m
Carga de trabajo a 10 cm de la cima (c)	400 kg
Diámetro en la cima (d) [7]	180 mm [7]
Diámetro de la base (D)	353 mm
Coefficiente de seguridad [7]	2 [7]

Fuente: [7] y Catálogo Postes Escarsa [24].

Solado de concreto

Es el concreto que se aplicó al fondo de las excavaciones con el fin de proteger el piso de cimentación y el refuerzo, de cualquier tipo de contaminación o alteración de las condiciones naturales del terreno. Se colocó una capa de concreto pobre con el fin de emparejar y mantener limpias las superficies, sobre las cuales se van a cimentar las estructuras de acuerdo al detalle de la fig. 3.2.

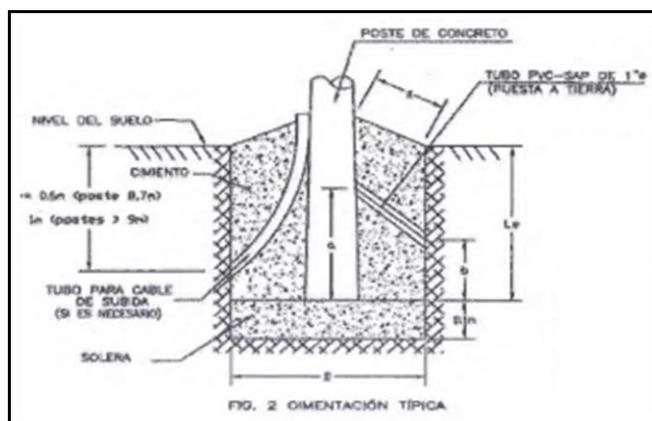


Fig. 3.2 Detalle del solado de concreto [29].

Platina de fierro galvanizado con pernos de sujeción

Es de acero galvanizado en caliente acero SAE 1020, cumpliendo la Norma ASTM A-153. Son de una sola pieza, tienen agujeros para sujetar con pernos las medias losas del transformador mediante pernos de 3/8" Øx4".

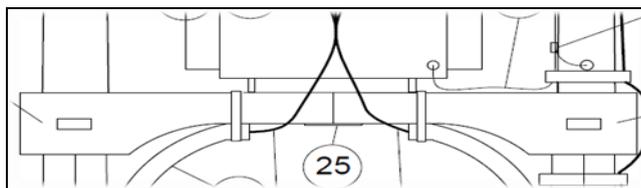


Fig. 3.3 Detalle de la platina de unión de losas del transformador [29].

Palomilla y plataforma de concreto

Las normas, descritas para los postes de concreto son válidas para las palomillas y plataforma (media loza). La Palomilla y la plataforma son de concreto armado vibrado, instalados en los postes de concreto de la subestación aérea biposte y fueron embonables. Los detalles de la plataforma y la palomilla se muestran en las fig. 3.4 y fig. 3.5 respectivamente.

La superficie externa tiene un acabado homogéneo, sin fisuras ni rebabas, tampoco presento excoiraciones ni cangrejas.

El recubrimiento de las varillas de acero no es inferior a 40 mm [29].

El coeficiente de seguridad de la palomilla y plataforma será igual a 2.

La palomilla y plataforma tendrán las siguientes características indicadas en la tabla N° 3.7 y tabla N° 3.8 respectivamente.

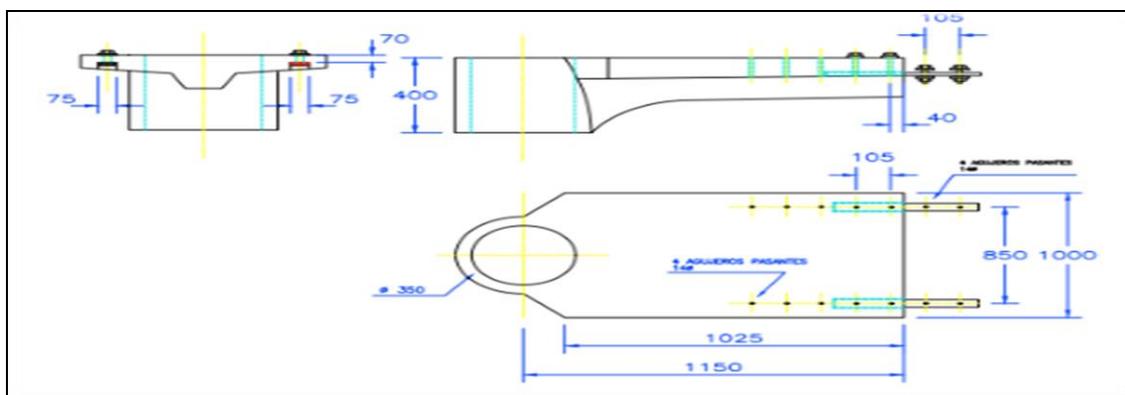


Fig. 3.4 Detalle de plataforma – tipo media loza [25].

Tabla N° 3.7 Características de la plataforma

DESCRIPCIÓN	DIMENSIONES
Longitud	1,15 m [4]
Ancho de la plataforma	1 000 mm.
Diámetro interior del embote	350 mm.
Altura del embote	400 mm. [4]
Carga de trabajo vertical	1 300 kg
Peso propio aproximado	180 kg

Fuente: [4] y Catálogo Postes Escarsa [25].

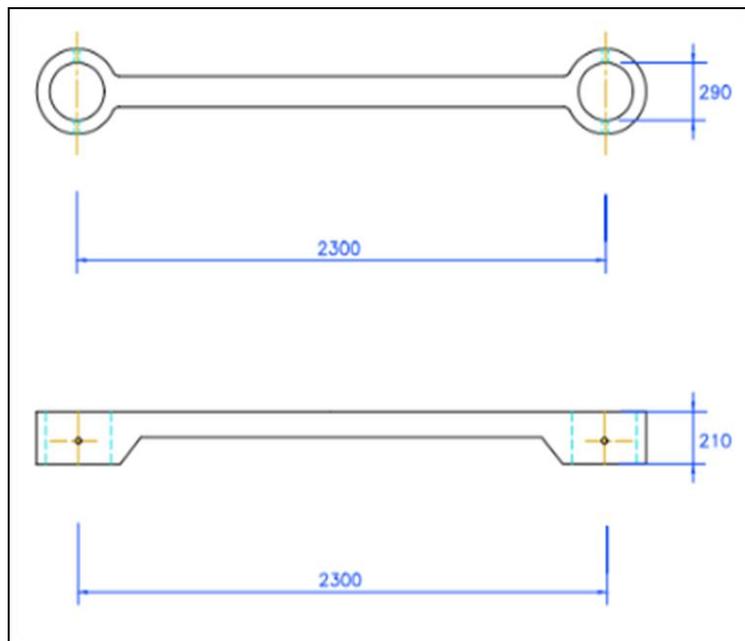


Fig. 3.5 Detalle de la palomilla de C.A.V [25].

Tabla N° 3.8 Características de la palomilla de C.A.V

DESCRIPCIÓN	DIMENSIONES
Longitud entre ejes	2,30 m
Diámetro interior de embone	230 mm
Altura del embote	210 mm
Carga de trabajo vertical	60 kg
Peso propio aproximado	120 kg

Fuente: Catálogo Postes Escarsa [25].

Ferretería eléctrica

Perno ojo

Fue usado para la sujeción de los cables unipolares secos N2XS_Y y facilitar su disposición en la subestación SAB, se utilizaron pernos ojal de acero forjado galvanizado en caliente de 240 mm de longitud y 16 mm de diámetro, colocados uno en cada poste.

En uno de los extremos tiene un ojal ovalado y está roscado en el otro extremo.

La carga de rotura mínima es de 55,29 kN [28].

El suministro incluyó una arandela cuadrada curva, tuerca cuadrada y una contratuerca de doble concavidad debidamente ensambladas al perno.

Cable de acero

Usado para la sujeción del cable unipolar seco N2XS_Y y facilitar su disposición en la subestación SAB, se utilizó cable de acero galvanizado de grado siemens-martín.

El galvanizado que tiene cada alambre corresponde a la clase C según la Norma ASTM A 90 [16]. Tiene las siguientes características indicadas en la tabla N° 3.9.

Tabla N° 3.9 Características del cable de acero galvanizado

DESCRIPCIÓN	DIMENSIONES
Diámetro nominal	10 mm
Numero de alambres	7
Sentido del cableado	izquierdo
Diámetro de cada alambre	3,05 mm
Carga rotura mínima	30,92 kN
Masa	0,40 kg/m

Fuente: Expediente técnico de obra.

Preformado

Usado para la sujeción del cable entre los dos pernos ojal fijados a los postes de la subestación aérea, se usaron varillas preformadas de acero galvanizado y adecuadas para el cable de acero galvanizado de 3/8" Ø, 7 hilos, cableado izquierdo.

Alimentador secundario

Cable de energía NYY unipolar 1kV, cableado

El alimentador secundario del transformador hacia el tablero de protección general TPG, instalado al pie de la subestación, es un cable tipo NYY, de cobre electrolítico temple suave cableado concéntrico, cubierto individualmente con asilamiento de cloruro de polivinilo especial (PVC), resistente al calor, a la humedad, a los ácidos, a los aceites y a los álcalis. Está siendo usado como conductores activos en alimentadores, circuitos de distribución de fuerza y especiales.

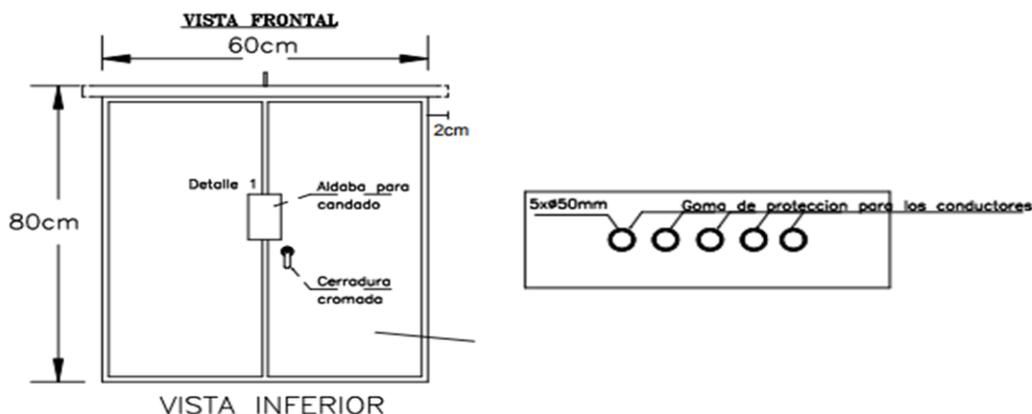
Las características técnicas son las indicadas en la tabla N° 3.10.

Tabla N° 3.10 Características del cable NYY

DESCRIPCIÓN	DIMENSIONES
Norma de fabricación	NTP 370.050
Tensión de servicio máxima	1 kV
Temperatura de trabajo	80 °C
Tensión de operación	440 V
Numero de ternas	2
Calibre	240 mm ²
Colores	Blanco - Negro - Rojo

Fuente: Catálogo Cables Indeco [24].

Gabinete del tablero de protección



Fuente: Expediente técnico de obra.

Fig. 3.6 Gabinete del tablero de distribución

Está fabricado íntegramente con planchas de acero laminado en frío de 2 mm de espesor, para uso exterior con grado de protección IP-65 con rejilla y filtro de ventilación en la parte frontal, las dimensiones son 800x600x350 mm (ancho x alto x profundidad) para alojar al interruptor termomagnético general de 3x630A. En la fig. 3.6 se muestra el detalle del gabinete del tablero de distribución.

El gabinete, la puerta del tablero, el bastidor y el mandil tienen un tratamiento de arenado y están protegidos con 2 capas de pintura anticorrosiva a base de cromato de zinc de la mejor calidad, seguido de 2 capas de acabado con esmalte de color gris.

El gabinete tiene techo inclinado y tiene la puerta frontal de dos (02) hojas y dos orejas para candado con protector tipo capucha antihurto. Tiene una junta de neopreno instalada alrededor del perímetro correspondiente a la puerta que permite obtener un alto grado de hermeticidad IP-65 [31].

Cualquiera que sea el equipo instalado, la parte inferior presenta los orificios necesarios para la entrada y salida del cable alimentador [31].

Cada agujero tiene equipado con accesorios para su hermeticidad para los conductores instalados para evitar la humedad y los insectos del interior del tablero.

Dentro del gabinete del panel, entre la puerta del equipo, se ha instalado una plataforma divisoria de acero de 2 mm de espesor.

Esta hoja de separación se fija manualmente mediante pernos y evita el acceso a los terminales de conexión [31].

El gabinete tiene compartimiento adecuado en la contracara de la puerta donde está alojado el esquema o diagrama solicitado para la unidad.

El gabinete es del tipo pedestal y fue instalado en la parte inferior de la subestación sobre un murete y cuenta con suficiente espacio para su maniobra.

Interruptor de protección

El interruptor es termomagnético del tipo caja moldeada con regulación electrónica, instalado en el interior del tablero TGP y está fijado mediante pernos cadmiados al bastidor metálico. El interruptor está provisto de barras terminales del tipo extensión y está asegurado mediante terminales de comprensión y pernos de fijación cadmiados, doble terna de cables alimentadores NYY de 240 mm² de sección, en posición de ingreso y salida verticales. Los bornes de ingreso y salida del interruptor general adicionalmente cuentan con barreras aislantes de protección.

El mecanismo de desconexión es del tipo de que la apertura de los polos es simultánea y evita la apertura [31].

Características técnicas del interruptor:

- Tensión máximo : 600 V
- Tensión nominal de servicio : 440 V
- Corriente nominal : 630 A
- Nivel de aislamiento : 1 000 V
- Capacidad de ruptura : 35 kA

Tubo PVC-P 100 mm Ø

Su uso fue para alojar y proteger cables en instalaciones eléctricas que se efectúen de acuerdo con lo establecido en el Código Nacional de Electricidad.

Cinta bandit metálica acero inoxidable

Su uso fue para sujeción de los tubos y conductos que se utilizaron en la obra, se empleó cinta metálica acerada de acero inoxidable bandit de 20 mm de ancho x 0,7 mm de espesor, asegurado y ajustado con sus grapas de acero con diseño apropiado (hebillas), mediante enzunchadora especial para estos fines, tal como se muestra en fig. 3.7 y tiene las siguientes características:

- Material : Acero inoxidable, tipo cinta bandit.
- Dimensiones : 0,7 mm x 20 mm x 10 m.
- Peso : 115 g/m.
- Accesorios : Para su ajuste y sujeción se usaron grapas de acero (hebillas).
- Herramienta : ST 58, de peso 2 kg.



Fig. 3.7 Cinta bandit

Montaje de la subestación aérea biposte SAB

Inspección de la zona de trabajo y replanteo de obra

Se inspeccionó previamente la zona de trabajo para determinar los materiales, equipos y magnitud de la obra a ejecutar de tal manera se realizó un plano de replanteo el cual fue presentado al supervisor de obra para su aprobación y posterior ejecución.

Posteriormente se adquirió la totalidad de los materiales y equipos a utilizar.

Se verificó durante el desarrollo de la obra que el personal cuente con todos los implementos de seguridad necesarios para esta actividad y en perfectas condiciones.

Se utilizó un camión grúa adecuada al tamaño y peso de los elementos a transportar.

Se colocaron las señales de aviso y protección en la zona de trabajo.

Se retiró de la zona de trabajo a las personas ajenas y se desvió el tránsito vehicular y peatonal.

Instalación de subestación aérea biposte SAB

Se realizaron las excavaciones de los hoyos para la cimentación de los postes de acuerdo a la zona, se preparó el poste con un elemento impermeabilizante contra la humedad (cristalflex), pintando el poste hasta 2,5 m. por encima de la base.

Antes de izar los postes se instalaron las medias plataformas de la subestación aérea biposte (SAB). Se pasó el cable para el pozo de tierra por el ducto del poste.

Se izaron los postes mediante el camión grúa, contando con el apoyo de técnicos a nivel del suelo, quienes dirigieron el poste al hoyo preparado y establecieron su posición y orientación correcta.

Se fijó la base de los postes, hasta que estos quedaron firmemente instalados.

Se subió la palomilla con el camión grúa, contando con el apoyo de un técnico en cada poste, debidamente estrobadado, para la fijación de estos elementos. Luego se procedió con el equipamiento de la SAB. Tal como se muestra en la fig. 3.8 y de acuerdo con lo indicado en la tabla N° 3.11.

Culminación y limpieza de zona de trabajo

Se recogieron los equipos y herramientas empleadas en el trabajo, verificando su operatividad para una próxima utilización.

Se ordenó la zona de trabajo, dejándola libre de restos de materiales y/o elementos extraños. Se retiró las señalizaciones en la zona de trabajo.

Se aseguró el cerrado de los dispositivos de seguridad contra accesos (candados, puertas, etc.) donde corresponda.

Símbolos y pintura para señalización de zonas de riesgo

Para marcar áreas donde se deben evitar o advertir peligros de PELIGRO ELÉCTRICO, los símbolos apropiados están etiquetados en partes visibles con las dimensiones y

características indicadas [28] en las normas técnicas DGE “Terminología en Electricidad” y “Símbolos Gráficos en Electricidad”, aprobadas según resolución ministerial N° 091-2002-EM/VME; Se señalizó en la estructura del punto de medición (PMI) y de la subestación aérea biposte SAB.

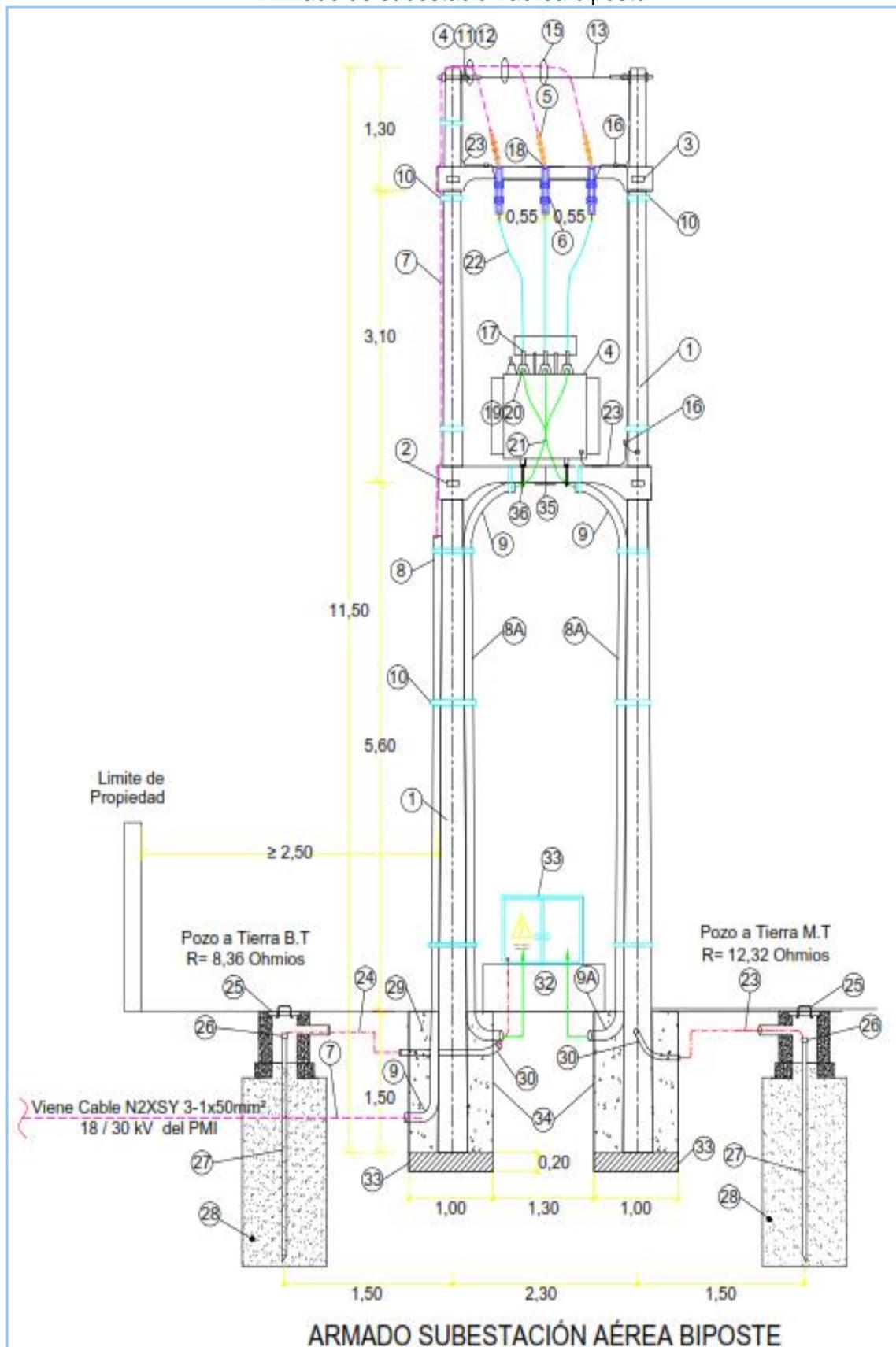
Las fases involucradas y su posición relativa.

Las puestas a tierra y su posición relativa.

Transformador y sistema de medición.

Las características particulares (ubicación, tipo y tamaño de las letras, diseños y simbología), son las que se usó conforme a los símbolos eléctricos del ministerio de energía y minas. Para estos trabajos se usó pinturas de colores conforme a los requerimientos y diseños de la empresa distribuidora de energía eléctrica, del tipo esmalte brillante que se aplicaron previa limpieza de las superficies preestablecidas.

Armado de subestación aérea biposte



Fuente: Expediente técnico de obra.

Fig. 3.8 Armado de subestación aérea biposte.

Tabla N° 3.11 Leyenda de armado de subestación aérea biposte

LEYENDA ARMADO SUBESTACIÓN AEREA BIPOSTE	
ITEM	DESCRIPCION
1	Poste C.A.C 11,50 / 400 / 180 / 353
2	Plataforma de tipo C.A.V tipo media loza, carga de trabajo 1 300 kg c/u
3	Palomilla C.A.V completa 2,30 m. entre ejes
4	Transformador trifásico 400 kVA, 10-20 / 0,46 kV grupo de conexión Dyn5
5	Terminal termocontraible unipolar 50 mm ² , 25kV - tipo exterior
6	Seccionador cut-out 27 kV, 100 A, 150 kV, Bil, 10 kA, c/ extensor de línea de fuga
7	Cable N2XSY 18/30 kV, 3-1x50 mm ²
8	Tubería de PVC-P DN 100 mm - cable de media tensión
8a	Tubería de PVC-P DN 100 mm - cable de baja tensión
9	Curva PVC-P DN 100 x 90°
10	Cinta bandit metálica acero inoxidable de 1,5mm x 20 mm x 2,00 m longitud.
11	Perno ojo A°G° 16 mm ø x 225 mm c/arandela cuadrada curva y tuerca
12	Preformado A°G°, amarre para cable acero galvanizado 3/8" Ø
13	Cable de acero galvanizado 7 hilos 3/8" Ø
14	Plancha de cobre tipo J
15	Cintillo de plástico de amarre , color negro
16	Conector tipo perno partido cobre 35 mm ²
17	Terminal de compresión para cable de 35 mm ²
18	Terminal de compresión para cable de 50 mm ²
19	Terminal de compresión para cable de 70 mm ²
20	Platina de cobre electrolítico de 60 x 5 mm espesor, pintada de acuerdo a las fase
21	Cable NYY, 1 kV, 2(3 - 1 x 240 mm ²)
22	Conductor p/ conexión entre seccionador cut-out y el transformador de potencia
23	Conductor línea tierra p/media tensión, THW 1x35mm ² - color amarillo
24	Conductor línea tierra p/baja tensión, THW 1x35 mm ² - color amarillo.
25	Marco y tapa C.A.V para pozo de tierra
26	Conector de Cu. Tipo AB
27	Varilla de cobre 16 mm Ø x 2,40 m de longitud.
28	Aplicación de tierra cernida + bentonita + sal industrial y cemento conductivo.
29	Tubería de PVC-P 25 mm Ø
30	Curva de PVC-P 25 mm Ø x 90°
31	Base de concreto tipo bóveda interior, medidas 1,00 m x 0,40 m x 1,20 m.
32	Tablero tipo intemperie protección IP-65
33	Solado de concreto
34	Cimentación de concreto 100 kg / cm ² , con 25% de piedra mediana
35	Platina F°G° con pernos de sujeción
36	Pernos para fijación de transformador con plataforma

Fuente: Expediente técnico de obra.

3.2.9 Puesta a tierra

Conductor

El conductor utilizado para la bajada a tierra es de cobre electrolítico temple blando forrado tipo THW, 7 hilos y 35 mm² de sección [4].

Electrodo de puesta a tierra

Es del tipo varilla de cobre electrolítico de 16 mm de diámetro y 2,40 de longitud.

Para el conexionado entre el cable de bajada y la varilla se usó el conector tipo AB [4].

Grapa de conexión

Para la conexión de la red de diferentes equipos de la subestación con bajada de tierra, se utilizaron conectores tipo perno partido (split bolt) de bronce para los conductores en cobre de 35 mm² [4].

Tratamiento de la Tierra

El tratamiento del pozo de tierra se realizó con la aplicación de tierra tamizada combinada con sal industrial y cemento conductor [4].

Una vez bien instalada, se midió, cuyo resultado cumple con las disposiciones del Código Nacional de Electricidad según lo siguiente:

- Resistencia de puesta a tierra en M.T $\leq 25 \Omega$
- Resistencia de puesta a tierra en B.T $\leq 15 \Omega$ [4].

Punto de medición tipo intemperie (PMI)

El punto de medición instalado es del tipo intemperie y fue habilitado en su totalidad por la empresa distribuidora de energía eléctrica. En dicha estructura se instalaron los equipos de medición, compuestos por el transformador mixto de tensión y de corriente (trafomix), Caja de contador y contador de energía [4].

3.2.10 Equipos de maniobra

La subestación cuenta con los siguientes equipos de maniobra, para su posterior mantenimiento y maniobras futuras [4].

Guantes aislantes de jebe para media tensión

Están fabricados en caucho y en caucho natural, resultado de múltiples procesos de inmersión en una solución que asegura una larga vida útil y máxima protección.

Tienen forma de puño entallado de 14" de largo. La tensión máxima de uso es hasta 30 000 V clase 3. Fabricado según normas internacionales ASTM D-120, CEI 903 [4].

Pértiga de maniobra

Pértiga fija con terminal del tipo K, son del tipo telescópica tropicalizada composición de fibra de vidrio, resina epoxi sobre goma espuma. Campanas aislantes de policarbonato. Las partes metálicas son de aleación de aluminio extrapuro de un solo cuerpo. Tiene un disco central para incrementar la distancia desde la superficie de bypass y una luz indicadora de

existencia de voltaje [32]. Dicha p ertiga fue diseñada según Norma internacional IEC 61235 para tensiones de aislamiento Bil 150 kV. Su uso es para maniobrar y accionar en vacío, seccionadores tipo interruptor unipolar [4].

Con las siguientes características técnicas:

- Tensión de aislamiento : 30 kV
- Longitud : 9 m
- Peso : 3 kg [4].

Revelador de tensión audible y luminoso

Revelador de tensión audible del modelo 275 HVD est  diseñado para determinar si un elemento conductor est  energizado sin establecer contacto físico con el mismo. Posee una llave selectora rotativa de ocho posiciones para elegir la escala de detección. El detector capta el campo eléctrico generado por el elemento y si el valor de tensión supera el rango seleccionado, se activa el zumbador del detector al tiempo que se enciende una brillante luz roja que advierte al operario la presencia de tensión en el elemento bajo prueba.

Es usado para realizar los trabajos de mantenimiento y tienen alarma sonora y luminosa.

La tensión de funcionamiento es de hasta 36 kV [4].

Casco dieléctrico de seguridad

Casco antigolpes dieléctrico en polietileno de densidad [4] y baja presión, ligero, con banda de sudor en plástico y fibra absorbente, con opción de barbiquejo, longitud de pico 50 mm y peso aproximadamente 362 gr. Regulación del casco hacia la cabeza por medio de ratchet, uso eléctrico hasta una tensión de 30 kV, con pantalla facial integrada.

El ajuste se realiza mediante un sistema facial, de regulación, de movimiento y suspensión de puntos. Fabricado según normas internacionales ANSI Z89.1-1997, CLASE E, tipo II [4]. Especificaciones eléctricas:

- Tensión de prueba a 60 Hz por 3 minutos : 30 kV
- Corriente máxima de fuga a la tensión de prueba : 9 MA [4]

Zapatos de seguridad dieléctrico

Son de cuero satinado color negro con planta y taco de caucho natural dieléctrico antideslizante, tienen un diseño especial con cerco de suela cosido a la entresuela con hilo de nylon y cubierto con un perfil de plástico que protege a la penetración del agua [4].

Guantes de seguridad dieléctrico

Guantes dieléctricos de jebe (látex puro) con aislamiento de 26.5 kV clase 3.

Guante levemente flexionado, gran resistencia mecánica.

Espesor máximo 3,5 mm.

Peso 560gr.

Ancho de la palma del guante 9 cm.

Máxima tensión de trabajo 26 500 VAC / 39 750 VDC.

Norma de fabricación IEC 60903.

Escalera de seguridad

La escalera reforzada con fibra de vidrio se puede acoplar en dos tramos de 6 m de largo [4].

Visor protector de la vista

Visera protectora, en mica acrílica transparente con cintillo de fijación [4].

Lentes de protección

Lentes de policarbonato incoloro, con lados no ajustables tiene mayor rango de protección, sirve como protección de los ojos contra objetos, cortocircuito, 100 % rayos UV, recomendado para trabajos de obras eléctricas, etc.

Banco de maniobra

Banco de operaciones con aislamiento para tensiones superiores a 24 kV [4].

Modelo interior. Fabricado con material aislante moldeado monoblock.

Plataforma de 50 x 50 cm.

Altura 220 mm.

Peso 3,7 kg.

Tensión de red 24 kV.

Norma de fabricación IEC 61111.

Extintores

Los extintores con polvos secos se utilizan principalmente para extinguir fuegos de líquidos y fuegos comunes. Por ser eléctricamente no conductores, también pueden emplearse contra fuegos de líquidos en que también participen equipos eléctricos bajo tensión. Los extintores de polvo seco normal se han ensayado por parte de laboratorios de ensayos de equipos de incendio en estas circunstancias y han demostrado que son aptos para su empleo contra incendios de líquidos inflamables y fuegos eléctricos.

3.2.11 Especificaciones de montaje electromecánico

Generalidades

Las especificaciones se refieren al trabajo realizado por el contratista para la construcción de la red correspondiente al sistema utilizando una tensión de distribución primaria en 20 kV; en base de lo establecido por el Código Nacional de Electricidad, Normativa vigente y práctica actual de la ingeniería [4].

El contratista ha realizado todas las obras necesarias para la realización de la red de media tensión y la subestación aérea SAB, por lo que el propietario tiene una instalación completa y operativa de las instalaciones existentes [4].

Para la ejecución de estas obras, el contratista nombró a un ingeniero mecánico electricista mecánico calificado y habilitado para ejercer la profesión y ser ingeniero residente de obra [4].

Las principales tareas realizadas se describen a continuación y sin embargo se entendió que incumbía al contratista la realización de todos los trabajos necesarios, indicados y / o descritos en las especificaciones técnicas [4].

Actividades realizadas para la instalación de la red

Responsabilidad

El residente de obra fue el responsable por el cumplimiento de los planes y procedimientos de trabajo.

Es quien dio las instrucciones oportunas y precisas, a todo el personal, para la realización de los trabajos.

El ingeniero de seguridad de obra es el responsable por el estricto cumplimiento del plan de trabajo y de los procedimientos aprobados, también por los respectivos AST's.

Cada uno de los trabajadores es responsable de su propia seguridad y la seguridad de todo el grupo de trabajo, así como de cumplir con eficiencia en cada una de las labores encomendadas.

Actividades previas al corte de energía

Instalación del cable y cruzada

Se instalaron los cables y cruzadas de acuerdo a lo considerado en los planos.

Procedimiento de maniobras

Pedido de maniobra

Es el documento escrito y firmado, que el ingeniero residente de obra del contratista envía al supervisor de obra, solicitando una maniobra para dejar fuera de servicio y a tierra un determinado circuito o equipo eléctrico. Debe estar consignado el tiempo de duración, el nombre y la firma del responsable del trabajo y el motivo de la maniobra.

Boleta de liberación y normalización

Documento que se entrega al responsable. En ella se consigna la fecha y hora de la ejecución de la maniobra, el nombre del operador, persona encargada del trabajo y otras especificaciones.

Los datos consignados fueron llenados por quien ejecuta la maniobra en los recuadros respectivos; los recuadros que no sean utilizados deben ser tarjados para evitar confusiones.

Tarjeta de seguridad personal

Es el documento que el responsable del trabajo entrega a cada persona de su cuadrilla que va intervenir en el circuito o equipo eléctrico. Este paso se realiza después de que dicho

circuito o equipo eléctrico ha sido puesto fuera de servicio y a tierra; el nombre y firma de la persona que intervendrá, y el circuito o equipo eléctrico por trabajar.

Cartel "Hombres Trabajando"

Es el cartel que el responsable del trabajo coloca en el lugar de puesta a tierra o en el pupitre de mando, después de desconectar el circuito fuera de servicio y a tierra.

Responsabilidades

Ingeniero residente de obra

Promover y controlar el cumplimiento de este procedimiento.

Planificar las actividades necesarias para el cumplimiento del procedimiento.

Ingeniero de seguridad e higiene ocupacional de la obra e ingenieros asistentes

Controlar el cumplimiento de estas disposiciones administrativamente y en el terreno

Coordinar la capacitación para el uso del procedimiento

Trabajadores

Cumplir con las disposiciones del presente procedimiento

Prevención de riesgos

Asesorar para el cumplimiento del presente procedimiento

Procedimiento

Cortar efectivamente todas las fuentes de tensión

El responsable del trabajo debe verificar coincidencia con el pedido de maniobra y firmar la "Boleta de liberación y normalización de los circuitos o equipos eléctricos, puestos fuera de servicio y a tierra, antes de iniciar los trabajos.

Cuando el circuito comprenda subestaciones aéreas se debe verificar en cada una: estén abiertas todas las llaves de B.T del tablero de distribución, retirados los fusibles primarios (cut out) o instalado una línea portátil de tal modo que se asegure que durante la ejecución de trabajos no haya tensión de retorno por el lado de B.T generados por grupos electrógenos del cliente.

Cuando las condiciones del clima no son favorables, tales como por ejemplo fuertes lluvias, neblina densa, vientos fuertes, etc., se debe esperar que este ambiente se despeje para iniciar los trabajos. Usar guantes dieléctricos clase 2.

En la maniobra de revelar y poner a tierra, se respetaron las distancias mínimas de seguridad, para eso se usará pértigas aisladas.

Revelar y comprobar que no haya tensión de retorno

La verificación se efectuó en las 3 fases del circuito sobre el cual se ejecuta la maniobra. Para revelar se debe primero probar el revelador, revelar, volver a probar el revelador. Colocar primero la mordaza de puesta a tierra, firmemente presionada.

Descargar la corriente capacitiva o inducida, haciendo contacto el extremo de una fase de la línea de tierra, sujetado con la pértiga, al circuito o equipo que se va a poner a tierra.

Finalmente asegurar las mordazas fase por fase.

El responsable del trabajo debe colocar el cartel de hombres trabajando.

Entrega de tarjeta de seguridad

Solo está autorizado para entrega de tarjetas de seguridad el personal responsable del circuito: ingeniero residente, los ingenieros asistentes supervisores de seguridad están autorizados solo si el responsable del trabajo les entrega una tarjeta de seguridad personal.

El Ingeniero residente, supervisor de seguridad del contratista o el ingeniero asistente del contratista entregará a cada uno de los trabajadores las tarjetas de seguridad personales para que estos puedan intervenir en el circuito liberado.

Al recibir la tarjeta, el trabajador debe leerlas e interpretarlas, solicitando si lo considera necesario las aclaraciones correspondientes al responsable del circuito y únicamente después de ello firmar la constancia de haberlas recibido.

Termino de trabajos

Después de terminar su trabajo, el trabajador devuelve la tarjeta al responsable del circuito y queda en ese mismo instante prohibido de reingresar a la zona de ejecución de trabajo, para el cual se le entregó la tarjeta.

El responsable del trabajo, una vez concluida su labor, retira completamente a su personal de la zona de trabajo, recabando todas las tarjetas de seguridad personal firmadas.

El responsable del trabajo procede a retirar las líneas portátiles de puesta a tierra que instaló, así como el cartel de hombres trabajando.

Luego procede recién a firmar la boleta de liberación y normalización en el acápite Autorización o entrega del circuito para normalización, además escribe la hora en que se retira del circuito o equipo eléctrico.

Registros

Tarjetas de seguridad personal.

Entrega de planos replanteados

El trazo de la línea a lo largo del perfil, así como los detalles [28] del recorrido de la red indicados en el replanteo del proyecto, fue parte integral del expediente técnico de replanteo y que sirvió para realizar los trabajos de campo estipulados en los mismos.

Ejecución del replanteo

El contratista realizó los trabajos necesarios de campo necesarios para replantear la ubicación [27] de:

- Del recorrido de la red
- Ubicación y eje de las cruzadas
- Ubicación y ejes de los buzones

El replanteo es efectuado por personal experimentado empleando equipos de medición de probada calidad.

En los tramos donde, debido a modificaciones en el uso del terreno, fenómenos geológicos o errores en el levantamiento topográfico del proyecto, fuese necesario introducir variantes en el trazo, el contratista efectúa tales trabajos de levantamiento topográfico, dibujo de planos y la pertinente localización de estructuras.

Excavaciones

Excavaciones en terreno normal

En las excavaciones, se tuvo el mayor cuidado en utilizar los métodos y equipos más adecuados para este tipo de terreno, para que no tuviera su cohesión natural, y para minimizar el volumen de afectados por excavación, alrededor de la cimentación [16].

Se evitó en lo posible efectuar cualquier excavación en exceso.

Las excavaciones se efectuaron conforme a las indicaciones de los respectivos planos, procurando que el terreno adyacente a la excavación se afecte lo menos posible y se verificaron se cumplan las dimensiones mínimas señaladas.

El área del fondo de la excavación fue plana y sólida, así como el apisonado firmemente, para permitir una distribución uniforme de las cargas verticales que actúan [28].

El material de relleno fue fuertemente apisonado hasta el nivel natural del terreno en capas sucesivas cuyo espesor no sobrepasó los 30 cm a fin de asegurar una perfecta consolidación.

Considerando que el terreno natural es un terreno conformado por arcillas superficiales con material granular para la compactación de arenas arcillosas o limo de consistencia media a firme [28], las herramientas consideradas para este tipo de terreno son las siguientes:

Barreta de fierro.

Pico.

Lampa chica.

Lampa grande.

Durante la ejecución de las excavaciones, se tomaron todas las precauciones para proteger a las personas.

Transporte y manipuleo

Todo el material se transporta y manipulan con el mayor gran cuidado, teniendo en cuenta que se especifica en la CNE asegurando la integridad del personal.

Los cables se suministraron en carretes de madera, fueron tratados contra los elementos y los insectos. El ejecutor ha transportado y manejado todos los materiales del equipo con el mayor cuidado, bajo su responsabilidad [4].

Cables subterráneos

Desde los bornes de salida del transformador mixto de tensión y de corriente (trafomix) ubicado en el punto de medición (PMI), la derivación se realizó con cables de cobre N2XSY de sección de 50 mm², los que llevan terminales termorretráctiles en el extremo del cable, dispuestos como se indica en el plano [4]. Estos cables bajan del poste (PMI) protegidos con tubería PVC-P y van directamente enterrados de acuerdo a los detalles y cortes que se muestran en los planos hasta llegar a la subestación aérea ubicada al interior de la cisterna de bombeo CR-195.

Poste de concreto, palomilla y media loza.

La instalación se realizó según lo indicado en el plano, la excavación para la cimentación del poste se realizó según lo indicado en planos y el fondo tiene un solado de concreto pobre 1 / 10, la cimentación se realizó con concreto de 100 kg / cm², con 25 % de piedra mediana a la profundidad indicada [33].

Antes de ser levantados, se revisaron cuidadosamente, ya que no presentan grietas ni resistencias mecánicas [33].

Durante el levantamiento se evitó flexiones innecesarias que [33] perjudique al poste, luego de su montaje con grúa hidráulica, se observó su verticalidad total [4].

La palomilla y media loza están y se han ajustado correctamente para evitar cambios de dirección o irregularidades [4].

Instalación de cable subterráneo en zanja.

El cable fue instalado en zanja de 0,60 x 1,10 m. sobre una cama de arena de 0,10 m de espesor, sobre el cable se cubrió con una capa de tierra cernida de 0,15 m. de espesor [34].

Luego se señalizó a lo largo con una fila continua de ladrillos a 0,15 m por encima del cable y cinta señalizadora color roja colocada a 0,10 m. por encima de la hilera de los ladrillos [17].

Está dispuesto según se indica en el plano LMT-01 (01 de 02). La tierra de relleno fue compactada por capas cada 0,20 m, hasta cubrir toda la zanja.

Ejecución de cruzadas

Las cruzadas están instaladas en zanjas de 0,60 m de ancho y 1,20 m de fondo perfectamente alineada y nivelada [4].

Los ductos están instalados sobre un solado de concreto, mezcla 1:8 de 0,05 m de espesor; luego se relleno la zanja con tierra tamizada hasta 0,20 m [4] de espesor, marcada en toda su longitud por una fila de ladrillos de 0,20 m por encima del [17] ducto de concreto y cinta señalizadora plástica de color rojo especial colocada a 0,10 m. por encima de la hilera de los ladrillos. Está dispuesto según se indica en el plano LMT-01 (01 de 02). La

tierra de relleno fue compactada por capas cada 0,20 m, hasta rellenar totalmente la zanja. Las uniones entre ductos están selladas con un anillo de hormigón y en los extremos transversales las vías se tapan con yute y alquitrán [17].

Sistema de medición

Equipo compacto de transformador de medida

Equipo suministrado e instalado por la empresa de distribución de energía eléctrica los cuales fueron cuidadosamente revisados cada uno de los accesorios y verificados su buen estado, quedo instalado sobre una plataforma de concreto liso y asegurado mediante pernos fijación, evitando posibles deslizamientos involuntarios y la carcasa está estrictamente conectado a tierra.

Montaje electromecánico de los equipos de la subestación.

El contratista fue responsable de las operaciones de instalación de los terminales termocontraíbles 25 kV, conectores de cobre, seccionadores unipolares cut out, transformador de potencia trifásico, y puesta a tierra hasta la culminación de la obra.

El contratista reviso y aseguro previamente la correcta verticalidad y cimentación de la estructura de concreto biposte, incluyendo la fijación de sus elementos de soportes lozas, palomillas. según el detalle del armado respectivo.

El contratista utilizo un camión grúa el cual se utilizó para el montaje del transformador de potencia.

Seccionador fusible tipo cut out.

Los seccionadores fusible cut out, se instalaron con sus abrazaderas en la palomilla de la subestación aérea, según se indica en los planos correspondientes, asegurándose de que el pivote de corte esté bajo y de que sea fácil de abrir con pértiga [4].

Transformador de potencia

Para el transformador, las pruebas en laboratorio indicado por las normas técnicas, estableciendo los protocolos en presencia del ingeniero residente y del supervisor de obra [4], tal como se muestra en el Anexo B.

Posteriormente fue montado en la subestación asegurándose de que los aisladores del transformador estén perfectamente limpios y en buen estado, que no presenten daños que afecten a su aislamiento y la carcasa metálica se conectó a tierra [4].

Se ha verificado el nivel de aceite en el tanque, se ha realizado la medición del aislamiento de cada una de las fases de media y baja tensión, alcanzando los valores autorizados por el Código Nacional de Electricidad y Normas Técnicas Peruanas [35].

El transformador de potencia fue sometido a las siguientes pruebas eléctricas:

- Medida de resistencia óhmica de los devanados [27].

- Medida y verificación de la relación de transformación del grupo conexión [27].
- Medida de las pérdidas de cobre y la tensión de cortocircuito.
- Medida de las pérdidas y de la corriente en vacío.
- Ensayos dieléctricos (tensión aplicada e inducida).
- Medida de la resistencia de aislamiento.

Bajada y subida de cable

El punto de medición a la intemperie PMI fue instalado por la empresa distribuidora de energía eléctrica quien fue el responsable de ejecutar dichos trabajos en esta estructura.

El contratista del propietario fue el responsable de habilitar un rollo de cable de 18 m al pie de la ubicación de PMI. El contratista eléctrico fue el responsable de realizar el trabajo de la culminación del tendido del cable hasta los bornes del PMI, para lo cual usó tubería de PVC-P de Ø 100 mm hasta una altura de 6,00 m sobre el suelo [6].

Las tuberías y el cable N2XSY se fijaron al poste del PMI [6], mediante cinta bandit de acero inoxidable de 1,5 mm espesor por 20 mm de ancho.

En la subestación aérea biposte SAB instalado por el contratista del propietario, así como para protección del cable se instaló tubería de PVC-P de Ø 100 mm con alturas similares al del PMI. Las tuberías, así como el cable N2XSY se fijaron a unos de los postes de la subestación SAB, mediante cinta bandit de acero inoxidable de 1,5 mm espesor por 20 mm de ancho.

Instalación de cables de energía en zanjas

La instalación de cable alimentador de la red de MT se instaló directamente enterrado, se efectuaron en el terreno de dominio público, bajo veredas en toda la zona de la empresa distribuidora de energía eléctrica.

El trazado fue lo más rectilíneo posible, cuando fue necesario realizar unas curvas se efectuaron con un radio suficientemente grande como para evitar daños en el cable de acuerdo con lo prescrito en la tabla 15 del Código Nacional de Electricidad - Utilización 2006. Regla 190-102 (Radios de curvatura - Cables de alta tensión).

El Radio de curvatura mínimo = $12 \times \text{diámetro exterior del cable (31,9 mm)} = 382,80 \text{ mm}$.

Se instaló en zanjas 0,60 x 1,10 m de profundidad desde la superficie del suelo y se colocó sobre una capa de tierra compactada de 0,10 m de espesor, protegida por una capa de tierra tamizada de 0,15 m de espesor sobre la cual se colocó un ladrillo continuo y a 0,20m de la base del ladrillo, se colocó la cinta señalizadora de color roja, el resto de la zanja se rellenó con tierra compactada al 95% [4].

Montaje de terminales termocontraibles.

La ejecución de este trabajo se realizó con personal especializado y teniendo en cuenta las siguientes recomendaciones:

Lectura de normas de seguridad y recomendaciones del fabricante.

Al conectar los conductores al cabezal del cable, se ha tenido especial cuidado para asegurar que no haya pérdidas de aislamiento o que pueda haber riesgo de penetración de humedad en el aislamiento del cable.

Todo el trabajo realizado en la superficie del terreno, procurando que los elementos y equipos no queden impregnados de suciedad [16].

Se tuvo presente la secuencia de fases para la identificación correcta de los colores de fase y la secuencia con el propio sistema.

La especificación de montaje que se tuvo en cuenta en este apartado fue para el terminal termocontraible tipo raychem.

El cable se ha preparado de modo que la longitud del cobre es igual a la longitud del tambor terminal la distancia entre el revestimiento aislante XLPE [4] debe de ser de 150 mm a partir de que solo será la cinta de cobre y la cinta semiconductor que tendrá una distancia de 50 mm desde la cubierta de PVC [4].

La trenza de puesta a tierra estaba de vuelta usando una espiral de acero para fijar la trenza, con una cinta de cobre autoadhesiva se termina de asegurar el espiral [4].

Se instaló el conector del terminal y luego se limpió y se eliminó la rugosidad del material. El tubo de control de campo se colocó a 25 mm del corte de la cubierta, luego aplicamos fuego lento y uniforme [4].

Luego con una ligera tensión aplicamos mastic sobre la cubierta de pvc en la trenza y sobre el tambor de terminal.

Se colocó el tubo de aislante rojo sobre el borde inferior del mastic hasta que se comience a contraer, la llama se aplicó en forma circular dirigida hacia el terminal y buscando que no quede aire atrapado.

Se colocaron las campanas con una distancia de separación de 110 cm. entre bordes, se procuró que las campanas se vean simétricas.

Finalmente se aplicó fuego lento alrededor del cuello exterior de la campana hasta que este quedo contraído.

Pozo de puesta a tierra.

El valor obtenido de la resistencia de puesta a tierra de la subestación de red de media tensión de 20 kV tal según lo establecido en el Código Nacional de Electricidad no es superior a 25Ω [36]. El sistema de conexión a tierra se ha conectado a tierra desde el equipo

de desconexión, desde el transformador hasta la pantalla protectora de los terminales del cable N2XSY [4].

Para el sistema de baja tensión debe tener un valor no mayor a 15 Ω .

Este sistema de puesta a tierra se conectó a la masa del tablero de distribución de la subestación.

En la obra ejecutada el tipo de suelo está constituido por gravas y arcilla en la cual se utilizó tierra natural de chacra, el cual fue tratado con sales, lo que permitió una reducción de la resistencia. La subestación cuenta con dos pozos a tierra uno para el lado de MT y uno para el lado de B.T.

Excavación y preparación del pozo

Para el electrodo de 2,40 m se perforó un pozo de 3 m de profundidad, con un diámetro con un diámetro 1 m. La preparación del lecho profundo consistió en verter 150 litros de agua en el pozo y esperando su total absorción [4].

Relleno, tratamiento y colocación del electrodo

El relleno preparado mediante mezcla seca con suelo de cultivo, bentonita sódica, sal industrial y cemento conductivo. Luego se esparció lentamente la mezcla compuesta por la tierra de cultivo, bentonita sódica, sal industrial y el cemento conductivo con mucha agua, para que se forme una argamasa [4].

A continuación, se realiza el relleno de la mezcla por capas de 20 cm y se vierte agua y se compacta con pisón de mano. La cubierta final se realiza con el mismo suelo del sitio para reproducir el aspecto exterior.

Después de 24 horas, el relleno se compacto y la superficie del área excavada deprimida por centímetros se llenó con suelo local [4].

Señalizaciones del poste PMI y de la estructura SAB

Luego de culminada la obra, el poste de la estructura de medición PMI fue señalizada por el instalador de la empresa distribuidora de energía eléctrica de acuerdo a sus normas y detalles según los tipos y características puntuales, alturas, color, etc.

Por otra parte, la estructura biposte de la subestación particular, fue marcadas por el contratista de acuerdo con las reglas y regulaciones Sedapal [4].

Las ubicaciones de los pozos a tierra están señalizadas en la caja de registro del pozo tierra.

Pruebas

Al concluir los trabajos se ejecutaron las pruebas detalladas a continuación en presencia del ingeniero supervisor utilizando las instrucciones y métodos de trabajo apropiados para este propósito. El contratista hizo las correcciones y reparaciones necesarias según el criterio del ingeniero supervisor [36].

Determinación de la secuencia de fases

El contratista ha realizado mediciones para demostrar que la posición relativa de los conductores en cada fase corresponde a la descrita [36].

Prueba de continuidad

Al efectuar las pruebas de continuidad se puso en cortocircuito las salidas de la subestación y posteriormente se probó en cada uno de los terminales la continuidad de la red [4].

Prueba de puesta a tierra

La resistencia a tierra de los pozos de tierra se realizó con un telurómetro y se certificó. El valor máximo aceptable según el C.N.E es de 25 Ω para la media tensión y 15 Ω para la baja tensión [4].

Las mediciones del pozo de tierra obtenido son menores a los prescritos en el C.N.E.:

Para el sistema de M.T se obtuvo una $R= 12,32 \Omega$. (valor menor al requerido según C.N.E)

Para el sistema de B.T se obtuvo una $R= 8,36 \Omega$. (valor menor al requerido según C.N.E)

Los valores obtenidos del sistema de puesta a tierra se muestran en el protocolo de pruebas de los pozos a tierra adjuntos en el Anexo H.

Pruebas de aislamiento

Las pruebas de aislamiento se realizaron en un solo tramo, obteniéndose valores menores a los descritos según los valores de aislamiento: Fijadas en R.D. 018-2002 EM/DGE. y en la tabla N° 3.12.

Tabla N° 3.12 Valores de pruebas de aislamiento

TIPO DE CONDICIONES	RED DE DISTRIBUCIÓN PRIMARIA	
	AÉREAS	SUBTERRÁNEAS
Condiciones normales - Entre fases - De fase a tierra	100 M Ω 50 M Ω	50 M Ω 20 M Ω
Condiciones húmedas - Entre fases - De fase a tierra	50 M Ω 20 M Ω	50 M Ω 20 M Ω

Fuente: [4] y R.D. 018-2002 EM/DGE [12].

Pruebas de puesta en servicio

El contratista ha realizado pruebas de puesta en servicio de acuerdo con las modalidades y el protocolo de pruebas aprobado [27].

El programa de las pruebas de puesta en servicio consistió en lo siguiente:

Determinación de la secuencia de fases.

Medida de la resistencia eléctrica de conductores de fase [27].

Medición de la resistencia de puesta a tierra de las subestaciones [27].

Medida de aislamiento fase-tierra, y fase-fase [27].

Medición de corriente, tensión, potencia y activa, reactiva, con tensión y en vacío.

En el transformador de distribución: las mediciones del aislamiento de bobinados, medición de voltaje sin carga y bajo carga [27], fueron realizadas en presencia de la supervisión de obra y el ingeniero residente las cuales se realizaron en el laboratorio del fabricante Promelsa, según los protocolos de pruebas.

La capacidad y la precisión del equipo de prueba suministrado por el contratista fueron [27] los que garantizaron los resultados precisos. Las pruebas de puesta en servicio fueron llevadas a cabo de acuerdo con un programa coordinado y aprobado por la supervisión.

Pruebas eléctricas a cargo del concesionario

Según presupuesto del concesionario por la nueva conexión de media tensión en 20 kV con tarifa MT3 [4].

La empresa distribuidora de energía efectuó la prueba eléctrica del cable subterráneo N2XSY con voltaje de choque de frecuencia industrial de acuerdo con sus estándares, antes de que la línea esté en servicio; que se ha coordinado para llevarse a cabo inmediatamente después del trabajo en como medida de protección contra el riesgo de sustracción de los cables subterráneos sin tensión [4].

Luego de la puesta en servicio la empresa distribuidora de energía eléctrica otorgo la Conformidad Técnica de Ejecución de Obra correspondiente al sistema de utilización según documento adjunto en el Anexo E.

3.2.12 Memoria de cálculo

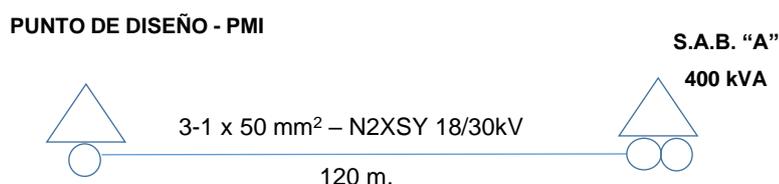


Fig. 3.9 Esquema del recorrido de la red subterránea

Dimensionamiento del cable subterráneo

Cálculo para tensión inicial de 10 kV

Condiciones:

❑ Potencia a transmitir	:	400 kVA [17]
❑ Tensión nominal	:	10 kV
❑ Factor de potencia	:	0,85
❑ Potencia de cortocircuito	:	100 MVA
❑ Tiempo actuación de protección	:	0,02 s

- Temperatura del terreno : 25 °C
- Profundidad de instalación del cable: 1,00 m
- Tipo de cable a utilizar : N2XSY [17]

Cálculo de la corriente de carga:

Cálculo de la sección mínima por corriente de carga nominal

Se tomó como base la potencia nominal del transformador 400 kVA para la situación más crítica, es decir en la etapa inicial 10 000 V de tensión de operación.

La determinación de la capacidad de conducción de corriente de los cables de alimentación es un problema de transferencia de calor donde [32] la capacidad se ve afectada por factores de corrección (tablas de factores de corrección tomados de catálogo de fabricante y considerando el terreno conglomerado seco):

Factores de corrección por condiciones de instalación [17]:

- Resistividad térmica del terreno 2.5 (°K.m/W) (Tabla 5B CNE-2006) : 1,00 [17]
- Temperatura del terreno 25 ° C. (Tabla 5A CNE-2006) : 0,96
- Profundidad de instalación (1,00 m)
(Tabla B.13 NTP-IEC 60502 - 2014 2da edición – revisada 2019) : 0,98

$$F_{eq} = 1,00 \times 0,96 \times 0,98 = 0,94$$

$$I_c = \frac{P(\text{kVA})}{\sqrt{3} \times V}$$

$$I_c = \frac{400}{\sqrt{3} \times 10}$$

$$I_c = 23,09 \text{ A}$$

Entonces, la corriente de diseño [17]:

$$I_d = I_c / F_{eq}$$

$$I_d = \frac{23,09}{0,94} = 30,70 \text{ A}$$

La capacidad de carga del cable de 1 x 50 mm² N2XSY 18/30 kV es de 203 A en condiciones normales y para un factor de carga ≤ 0,75. Por otra parte, la capacidad de carga corregida del cable considerando los factores es igual a:

$$I \text{ carga corregida} = 203 \times 0,94 = 190,82 \text{ A}$$

Que es superior a la corriente de carga de diseño ($I_d = 30,70 \text{ A}$).

El cable 3-1x50 mm² - N2XSY con capacidad nominal de 203 A puede transmitir una corriente [17] de carga proyectada o posible incremento de carga en el futuro.

Cálculo de la caída de tensión

La caída de tensión entre el punto de alimentación otorgado por la empresa distribuidora de energía eléctrica y la subestación aérea biposte que se encuentra ubicada al interior de la estación de bombeo, se calcula de la siguiente manera:

$$\Delta V = \frac{\sqrt{3} \cdot L \cdot I}{1000} (r \cdot \cos\phi + x \cdot \sin\phi)$$

L = 120 m.

cos ϕ = 0,85

sen ϕ = 0,527

Id = 41,56 A

Datos del cable de 50 mm² N2XSY:

r = 0,4937 Ω /km

x = 0,2354 Ω /km

Reemplazando valores:

$$\Delta V = \frac{\sqrt{3} \times 120 \times 32,99}{1000} (0,4937 \times 0,85 + 0,2354 \times 0,527)$$

$\Delta V = 3,73$ V; mucho menor que 500V

% $\Delta V = 0,0373$ % Vn

Entonces el conductor de 50 mm² tipo N2XSY satisface la condición de que la caída máxima de tensión entre el punto de alimentación asignado por la empresa distribuidora de energía eléctrica y el extremo terminal más alejado de la red no excede 5% de la tensión nominal, es decir 500 Volt.

Selección del cable M.T. por corriente de cortocircuito

Cálculo de las corrientes de cortocircuito

Debe comprobarse si el tipo de cable y accesorios elegidos son capaces de soportar las sollicitaciones dinámicas y térmicas debidas a los cortocircuitos:

Para cargas dinámicas, impulso de la corriente de cortocircuito I_s y para cargas térmicas la corriente efectiva media de la corriente de cortocircuito I_{cc} [6].

De la potencia inicial de cortocircuito simétrica (P_{cc}), se obtiene la intensidad de la corriente alterna de cortocircuito (I_{cc}), mediante la fórmula:

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

Condiciones:

- Potencia del sistema (P_{cc}) : 100 MVA [37]
- Tensión nominal (V) : 10 kV
- Duración del cortocircuito (T) : 0,02 s
- Corriente de cortocircuito permanente (I_{cc}) : kA [37]

$$I_{cc} = \frac{100}{\sqrt{3} \times 10}$$

$$I_{cc} = 5,773 \text{ kA}$$

Cálculo de la corriente de cortocircuito térmicamente admisible en el cable (I_{km})

La corriente de cortocircuito térmicamente admisible (I_{km}) para el cable N2XSY, en función del tiempo y la sección nominal del conductor, se calcula mediante la fórmula:

$$I_{km} = \frac{0,143 \times S}{\sqrt{t}}$$

Condiciones:

- Corriente de cortocircuito térmicamente admisible por el cable (I_{km}) : kA [17]
- Sección del cable (S) : 50 mm²
- Duración del cortocircuito (T) : 0,02 s [17]

$$I_{km} = \frac{0,143 \times 50}{\sqrt{0,02}}$$

$$I_{km} = 50,558 \text{ kA}$$

Se calculó $I_{cc} = 5,773 \text{ kA}$ en el sistema.

Ya que $I_{km} > I_{cc}$, la selección del cable de 50 mm² es la correcta [17].

Cálculo para tensión inicial de 20kV.

Condiciones:

- Potencia a transmitir : 400 kVA [17]
- Tensión nominal : 20 kV
- Factor de potencia : 0,85
- Potencia de Cortocircuito : 139 MVA
- Tiempo actuación de protección : 0,02 s
- Temperatura del terreno : 25 °C
- Profundidad de instalación del cable : 1,00 m
- Tipo de cable a utilizar : N2XSY [17]

Cálculo de la corriente de carga:

Cálculo de la sección mínima por corriente de carga nominal

Se tomo como base la potencia nominal del transformador 400 kVA para la situación más crítica, es decir en la etapa final 20 kV de tensión de operación.

La determinación de la capacidad de conducción de corriente en cables de energía es un problema de transferencia de calor donde [32] la capacidad se ve afectada por factores de corrección (tablas de factores de corrección tomados de catálogo de fabricante y considerando el terreno conglomerado seco):

Factores de corrección por condiciones de instalación:

- Resistividad térmica del terreno 2.5 (°K.m/W) (Tabla 5B CNE-2006) : 1,00 [17]

- Temperatura del terreno 25 ° C. (Tabla 5A CNE-2006) : 0,96
- Profundidad de instalación (1,00 m)
(Tabla B.13 NTP-IEC 60502 - 2014 2da edición – revisada 2019) : 0,98

$$F_{eq} = 1,00 \times 0,96 \times 0,98 = 0,94$$

$$I_c = \frac{P(\text{kVA})}{\sqrt{3} \times V}$$

$$I_c = \frac{400}{\sqrt{3} \times 20}$$

$$I_c = 11,55 \text{ A}$$

Entonces, la corriente de diseño [17]:

$$I_d = I_c / F_{eq}$$

$$I_d = \frac{11,55}{0,94} = 12,29 \text{ A}$$

La capacidad de carga del cable de 1 x 50 mm² N2XSY 18/30 kV es de 203 A en condiciones normales y para un factor de carga ≤ 0,75. Por otra parte, la capacidad de carga corregida del cable considerando los factores es igual a:

$$I \text{ carga corregida} = 203 \times 0,940 = 190,82 \text{ A}$$

Que es superior a la corriente de carga de diseño ($I_d = 12,29 \text{ A}$).

El cable 3-1x50 mm² - N2XSY con capacidad nominal de 203 A puede transmitir la corriente [17] de carga proyectada o posible incremento de carga en el futuro.

Cálculo de la caída de tensión

La caída de tensión entre el punto de alimentación otorgado por la empresa distribuidora de energía eléctrica y la subestación aérea biposte que se encuentra ubicada al interior de la estación de bombeo, se calcula de la siguiente manera:

$$\Delta V = \frac{\sqrt{3} \cdot L \cdot I}{1000} (r \cdot \cos \phi + x \cdot \sin \phi)$$

$$L = 120 \text{ m.}$$

$$\cos \phi = 0,85$$

$$\sin \phi = 0,527$$

$$I_d = 16,50 \text{ A}$$

Datos del cable de 50 mm² N2XSY:

$$r = 0,4937 \ \Omega/\text{km}$$

$$x = 0,2354 \ \Omega/\text{km}$$

Reemplazando valores:

$$\Delta V = \frac{\sqrt{3} \times 120 \times 16,50}{1000} (0,4937 \times 0,85 + 0,2354 \times 0,527)$$

$$\Delta V = 1,87 \text{ V; mucho menor que } 1000 \text{ V}$$

$$\% \Delta V = 0,00933 \% V_n$$

Entonces el conductor de 50 mm² tipo N2XSY satisface la condición de que la caída máxima de tensión entre el punto de alimentación asignado por la empresa distribuidora de energía eléctrica y el extremo terminal más alejado de la red no excede el 5% de la tensión nominal, es decir 1 000 volt.

Selección del cable M.T por corriente de cortocircuito

Cálculo de las corrientes de cortocircuito

Debe comprobarse si el tipo de cable y accesorios elegidos son capaces de soportar las sollicitaciones dinámicas y térmicas debidas a los cortocircuitos:

Para cargas dinámicas, impulso de corriente de cortocircuito I_s y para cargas térmicas la corriente efectiva media de la corriente de cortocircuito I_{cc} [6].

De la potencia inicial de cortocircuito simétrica (P_{cc}), se obtiene la intensidad de la corriente alterna de cortocircuito (I_{cc}), mediante la fórmula:

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

Condiciones:

- Potencia del sistema (P_{cc}) : 139 MVA [37]
- Tensión nominal (V) : 20 kV
- Duración del cortocircuito (T) : 0,02 s
- Corriente de cortocircuito permanente (I_{cc}) : kA [37]

$$I_{cc} = \frac{139}{\sqrt{3} \times 20}$$

$$I_{cc} = 4,01 \text{ kA}$$

Cálculo de la corriente de cortocircuito térmicamente admisible en el cable (I_{km})

La corriente de cortocircuito térmicamente admisible (I_{km}) para el cable N2XSY, en función del tiempo y la sección nominal del conductor, se calcula mediante la fórmula:

$$I_{km} = \frac{0,143 \times S}{\sqrt{t}}$$

Condiciones:

- Corriente de cortocircuito térmicamente admisible por el cable (I_{km}) : kA [17]
- Sección del cable (S) : 50 mm²
- Duración del cortocircuito (T) : 0,02 s [17]

$$I_{km} = \frac{0,143 \times 50}{\sqrt{0,02}}$$

$$I_{km} = 50,558 \text{ kA}$$

Se calculó $I_{cc} = 4,01 \text{ kA}$ en el sistema.

Ya que $I_{km} > I_{cc}$, la selección del cable de 50 mm² es la correcta [17].

Cálculos para la subestación

Cálculo de la puesta a tierra

Para el cálculo de la puesta a tierra, se ha tenido en cuenta el procedimiento definido por la Asociación Electrotécnica del Perú y el Código Nacional de Electricidad Suministro [4].

Para el diseño del sistema de tierra, se realizó la medición de la resistividad del terreno con un Instrumento telurómetro de la marca kyoritsu, modelo 4105A.

Sistema de puesta a tierra para media tensión

Tipo de puesta a tierra utilizando varilla:

Caso típico: “Electrodos vertical directamente enterrado”

Teniendo en cuenta que es necesario obtener los valores de 25 Ω , de resistencia del pozo, reemplazamos el terreno normal del pozo por tierra vegetal orgánica compactada y húmeda mezclado con bentonita, sal industrial y cemento conductor logrando reducir la resistividad del terreno en un 50 Ω -m. Para el cálculo teórico de la resistencia equivalente de la puesta a tierra, utilizando electrodos verticales, se aplica la siguiente formula [4]:

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

Donde:

- R_t : Resistencia teórica del sistema de puesta a tierra (Ω)
- R_e : Resistencia eléctrica del terreno Tratado (Ω -m) : 50 [4]
- L : Longitud de la varilla en (m) : 2,40
- a : Radio de la varilla (m) : 0,08 [4]

Aplicando la Formula tenemos [4]:

$$R_t = \frac{50}{2 \times 3,1416 \times 2,40} \left(\ln \frac{4 \times 2,40}{0,08} - 1 \right)$$

$$R_t = 15,85 \Omega < 25 \Omega \text{ (valor normado - C.N.E)}$$

Lo cual cumple con el valor fijado por el Código Nacional de Electricidad “Suministro 2011” sección 03, sub capítulo 0.36B: Sistema puestos a tierra, donde se indica una resistencia no mayor de 25 Ω .

Selección de fusibles tipo K

Cálculos de fusibles para 10 kV y 20 kV

Se ha tomado en cuenta el procedimiento de selección de fusibles para los seccionadores tipos cut out, recomendado por la empresa distribuidora de energía eléctrica.

P (kVA) = Potencia del transformador (400 kVA)

V_i = 10 kV (tensión inicial)

$V_n = 20 \text{ kV}$ (tensión final)

$I_n =$ Corriente nominal

En 10 kV

$$I_c = \frac{P(\text{kVA})}{\sqrt{3} \times V}$$

$$I_c = \frac{400}{\sqrt{3} \times 10}$$

$$I_c = 23,09 \text{ A}$$

Selección de fusibles:

Por corriente de inserción del transformador

$$I_i = 12I_n \quad t = 0,1\text{s}$$

$$I_i = 12 \times 23,09 = 277,08 \text{ A}$$

Por corriente máxima admisible

$$I_m = 20I_n \quad t = 0,2\text{s}$$

$$I_m = 20 \times 23,09 = 461,80 \text{ A}$$

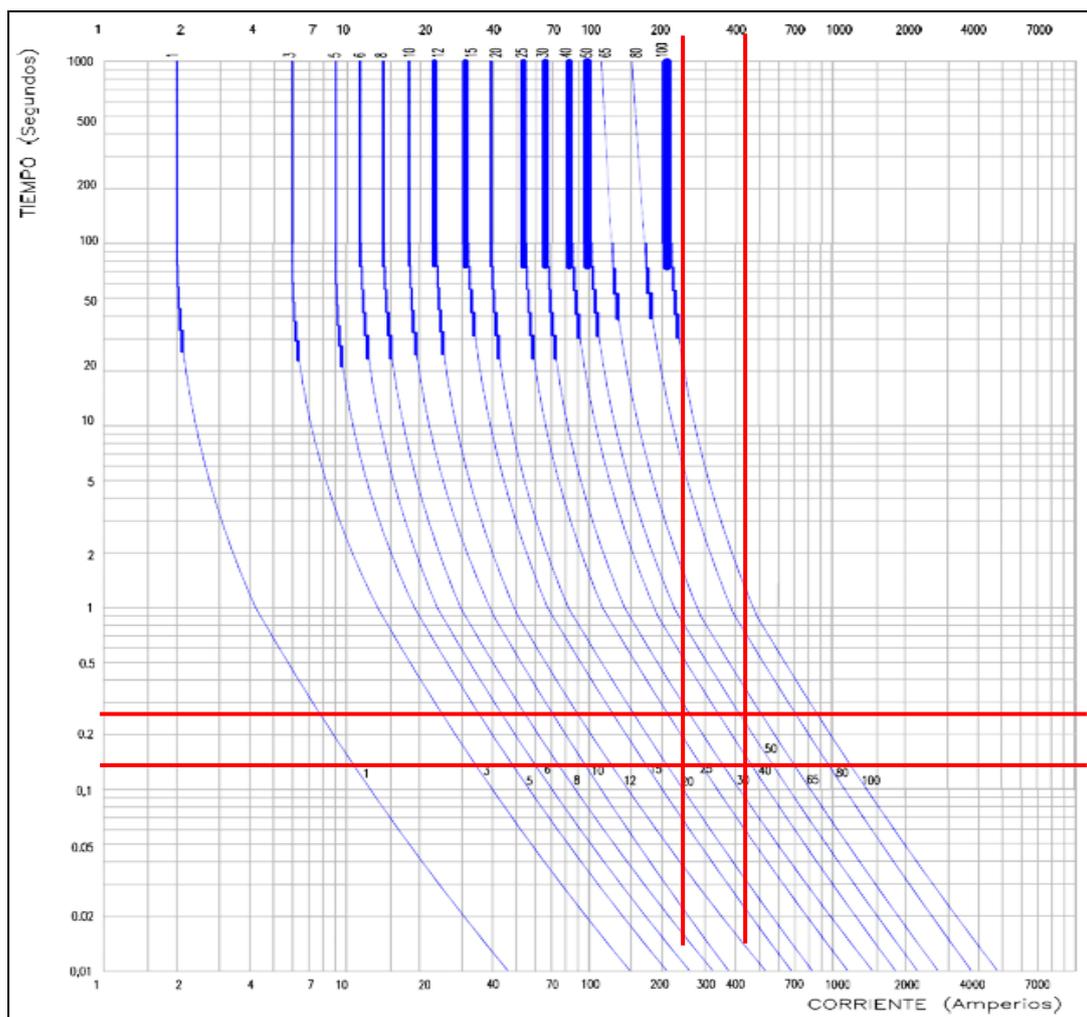


Fig. 3.10 Curvas para selección de fusibles tipo K en 10 kV [6].

Seleccionando el fusible en las curvas de fusión y operación de fusibles tipo “K” de acuerdo a las curvas de corriente vs tiempo [6] que se halle entre los dos puntos fijados al nivel de tensión respectivo, se tiene:

Para 10 kV (inicial) : Fusible tipo “K” de $I_n = 25$ A

Valor obtenido según las curvas de fusibles tipo “K” para la tensión de 10 kV. Tal como se muestra en la Fig. 3.10.

En 20 kV

$$I_c = \frac{P(\text{kVA})}{\sqrt{3} \times V}$$

$$I_c = \frac{400}{\sqrt{3} \times 20}$$

$$I_c = 11,55 \text{ A}$$

Selección de fusibles:

Por corriente de inserción del transformador

$$I_i = 12I_n \quad t = 0,1\text{s}$$

$$I_i = 12 \times 11,55 = 138,60 \text{ A}$$

Por corriente máxima admisible

$$I_m = 20I_n \quad t = 0,2\text{s}$$

$$I_m = 20 \times 11,55 = 231 \text{ A}$$

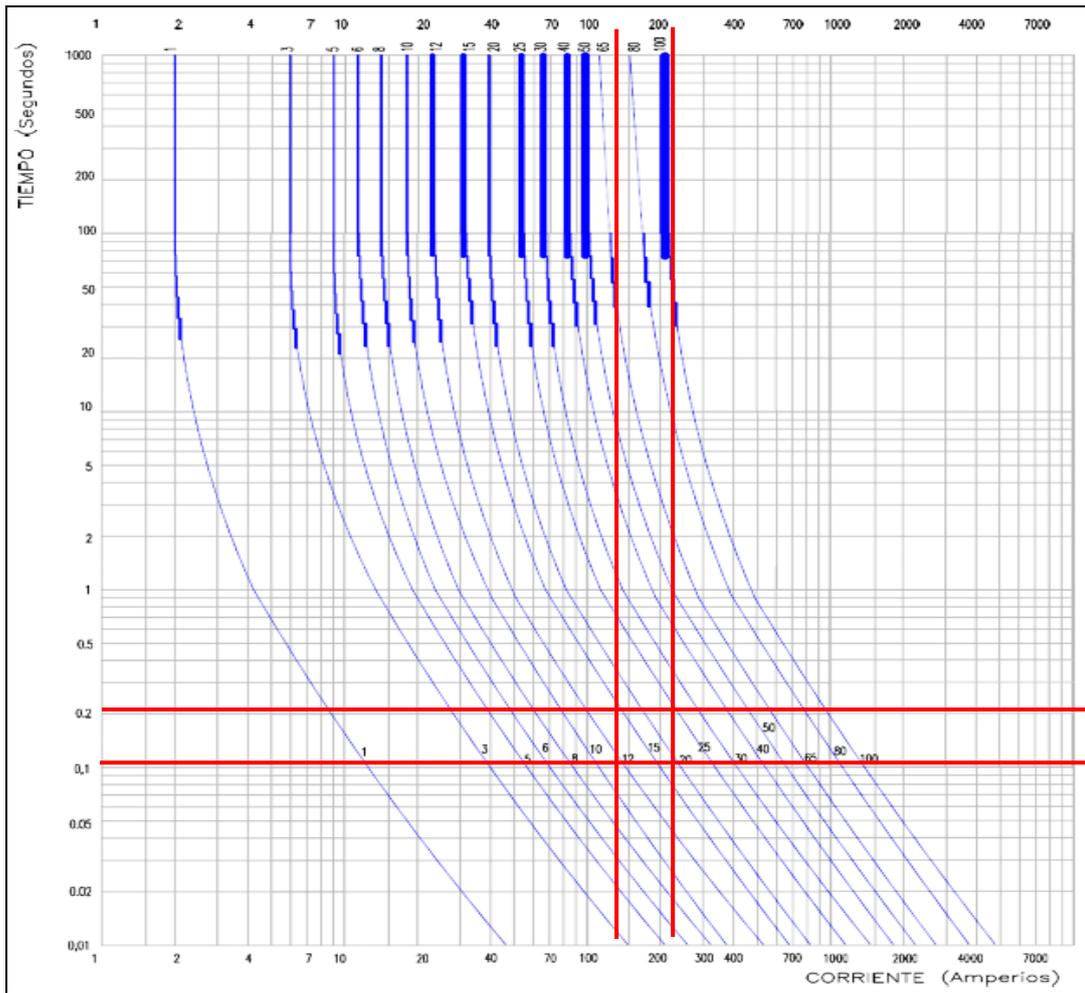


Fig. 3.11 Curvas para selección de fusibles tipo K en 20 kV [6].

Seleccionando el fusible en las curvas de fusión y operación de fusibles tipo “K” de acuerdo a las curvas de corriente vs tiempo [6] que se halle entre los dos puntos fijados al nivel de tensión respectivo, se tiene:

Para 20 kV (final) : Fusible tipo “K” de $I_n = 15$ A

Valor obtenido según las curvas de fusibles tipo “K” para la tensión de 20 kV. Tal como se muestra en la Fig. 3.11.

3.2.13 Metrado

En la actualidad no existe normas o fórmulas para su elaboración en consecuencia este trabajo de metrado se basa en la práctica y en la experiencia adquirida por los ingenieros y técnicos de la especialidad.

El proceso de metrado tiene la finalidad de saber la cantidad de materiales a utilizar, así como la cantidad de metros de excavaciones a realizar para cumplir con las metas del desarrollo de la obra.

Normativa.

El presente metrado ha sido elaborado tomando como referencia las siguientes normativas:

- Reglamento de metrados para obras de edificación (D.S. N° 013-79-VC, de fecha 1979-04-26)
- Reglamento de metrados para habilitaciones urbanas (D.S. N° 028-79-VC, de fecha 1979-09-27)
- Reglamento de metrados y presupuestos. infraestructura sanitaria para poblaciones urbanas (D.S. N° 09-94 TCC, de fecha 1994-04-28)
- Reglamento nacional de edificaciones (D.S. 011-2006-VIVIENDA, de fecha 08.05.06)
- Reglamento de elaboración de proyectos de agua potable y alcantarillado para habilitaciones urbanas de lima metropolitana y callao. (D.S. N° 09-94-TCC, de fecha 27-09-1979) • Ley de contrataciones del estado aprobado por el decreto legislativo N° 1017 y su reglamento aprobado por el decreto supremo N° 184-2008-EF.
- Otros reglamentos y normatividad vigente de los sectores específicos según especialidad.

Para la ejecución del metrado fue necesario contar con un plano de planta, diagramas unifilares, en donde están representados el recorrido de la red del sistema de utilización a lo largo del tramo proyectado en donde se consideró el corte, demolición de pistas y veredas, las subidas y bajadas de los tubos, etc.

Recordemos; en el plano están indicados los recorridos horizontales de los cables y no sus bajadas y subidas hacia el poste de medición a la intemperie (PMI) y a la subestación aérea biposte (SAB), entonces el diagrama nos ayudará a determinar las distancias desarrolladas.

Los metrados están referidos a lo siguiente:

Obras preliminares y movimiento de tierras

Se consideró a las obras preliminares y movimiento de tierras a las actividades, el suministro y ejecución de labores correspondientes a la preparación y excavaciones de zanja del terreno para la ejecución de obras del sistema de utilización.

Cables y terminales

El suministro e instalaciones de la partida corresponden al sistema de distribución de energía eléctrica, conformada por redes subterráneas:

El sistema de utilización, comprende desde el punto de medición a la intemperie PMI hasta la subestación de distribución ubicada dentro del predio de la cisterna.

Las partidas involucradas se refieren al caso de redes subterráneas y comprenden además de los trabajos, materiales y mano de obra; todos los accesorios y labores menores

comúnmente no indicados pero necesarios para poder probar y entregar a satisfacción las obras de redes subterráneas de media tensión. Comprenden las zanjas, cruzadas de concreto.

Cruzadas

El cómputo de la excavación de zanjas para obras de electricidad en urbanización será en la longitud por cada sección según el proyecto y se obtendrá de considerar la longitud total de recorrido para cables ya sea para instalación directamente enterrado, con ductos, para uno o varios cables.

En esta partida se incluye el trazado, excavación, refine, nivelado y relleno de zanjas, así como el cernido, apisonado, compactado y eliminación del desmonte.

El cómputo de las cruzadas será en longitud por número de vías según el proyecto y se obtendrá considerando un ancho total de calles donde se considera cruzada.

En esta partida se incluye el suministro e instalaciones de los ductos, así como el solado de concreto, cuando se especifica y la mayor excavación y relleno de zanjas.

En lo que concierne a los cables de energía que van instalados en las zanjas se considera el suministro de los cables de energía, accesorios, así como la mano de obra de instalación.

El cómputo de cables de energía y tipo de cables, según la obra se obtuvo de considerar el recorrido total indicado más 18 m de cable en el interior de las subestaciones y más el 5% del total para retaceo y desperdicios.

Esta partida, comprende el suministro e instalación de cables, ladrillos y así como la prueba de continuidad, secuencia de fases y aislamiento.

Estructura biposte

Se considera los postes y otros soportes normados aceptados por la compañía eléctrica de distribución, así como los accesorios y ferretería de fijación de los cables de energía y de la propia estructura, para media tensión y baja tensión. Extensión de trabajo comprende el suministro, transporte, la instalación, y preparación del poste, con altura y carga de trabajo indicada en planos del proyecto, desde los almacenes hasta el punto de instalación en obra, así como el tratamiento de la base hasta una altura normada. Asimismo, considera el suministro y la instalación de medias lozas soporte del transformador, palomilla de concreto, accesorios y ferretería para la fijación de los cables de energía.

Subestación de distribución

Mediante la instalación de la subestación de distribución de 400 kVA, se logró reducir la media tensión a baja tensión para efectuar el suministro de energía eléctrica a los equipos de bombeo. La ejecución de la subestación de distribución en general, implicó movimiento

de tierras, obras civiles como la reparación de pistas y veredas, bases para equipos, electrodos de puesta a tierra, accesorios y transformador.

Instalación del sistema de puesta a tierra

Esta partida comprende el suministro de materiales, accesorios y la mano de obra de instalación del sistema de puesta a tierra.

Se construyeron 01 pozo a tierra para el sistema de media tensión y 01 pozo a tierra para el sistema de baja tensión ubicados al pie de la subestación [38], en donde se utilizaron uniones, conexiones, soldaduras, accesorios necesarios y el conductor de puesta a tierra desde el electrodo hasta la barra de puesta a tierra del tablero general, este último incluye también los ductos necesarios. También comprende las pruebas previas a la puesta en servicio y la medición de la resistividad del terreno y la resistencia de puesta a tierra.

3.2.14 Presupuesto

Cada uno de los productos o servicios que conforman el presupuesto de una obra en el marco de la norma técnica de metrados.

Un presupuesto es un plan integrador y coordinador que se expresa en términos financieros respecto a las operaciones y recursos que forman parte de una empresa para un periodo determinado, con el fin de lograr los objetivos fijados por la alta gerencia.

El presupuesto referido a la obra ejecutada considerando los materiales, mano de obra y derechos de conexión realizadas al concesionario asciende a la suma de S/. 170 243,32 (Ciento Setenta mil doscientos cuarenta y tres con 32/100 soles).

3.2.15 Cronograma de ejecución de obra

El cronograma de ejecución la Obra del Sistema de Utilización en 20 KV (operación inicial 10 kV), muestra un plazo de ejecución de la obra de 75 días calendarios.

CRONOGRAMA DE EJECUCION DE OBRA

PROYECTO : SISTEMA DE UTILIZACION EN MEDIA TENSION 20kV (OPERACIÓN INICIAL EN 10kV) DE LA CISTERNA DE REBOMBEO CR-195

PROPIETARIO : SEDAPAL

UBICACIÓN : AA.HH BAYOVAR - SAN JUAN DE LURIGANCHO

ITEM	DESCRIPCION DE PARTIDAS	DIAS CALENDARIOS									
		1	15	16	30	31	45	46	60	61	75
1	OBRAS PRELIMINARES Y MOVIMIENTO DE TIERRAS										
1.010	TRAZO Y REPLANTEO										
1.020	EXCAVACION DE ZANJA P/CABLE SUBTERRANEO, INCLUYE REFINE - MANUAL										
1.030	EXCAVACION DE ZANJA P/CRUZADAS										
1.040	SUMINISTRO E INSTALACION DE CRUZADAS										
1.050	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIAS DE 3" Ø - PVC SAP										
1.060	RELLENO Y COMPACTACION DE ZANJAS										
2	CABLES Y TERMINALES										
2.010	SUMINISTRO DE CABLE N2XSY 3-1x50mm ² - 18/30 kV										
2.020	INSTALACION DE CABLE TIPO N2XSY UNIPOLAR 1 x 50 mm ² - 18 / 30 KV.										
2.030	SUMINISTRO E INSTALACION DE TERMINAL PARA CABLE TIPO N2XSY UNIPOLAR 1 x 50 mm ² - 18 / 30 KV.										
2.040	LIMPIEZA Y TAPONEO DE DUCTOS										
3	SUBESTACION ELECTRICA										
3.010	SUMINISTRO DE ESTRUCTURA BIPOSTE										
3.020	SUMINISTRO DE TRANSFORMADOR 20-10/0.46 kV - 400 kVA										
3.030	MONTAJE DE ESTRUCTURA BIPOSTE										
3.040	MONTAJE DE TRANSFORMADOR DE 400 KVA										
3.050	POZO A TIERRA DE MEDIA TENSION Y BAJA TENSION										
4	OTROS										
4.010	SEÑALIZACION LONGITUDINAL PARA EXCAVACIONES (PARANTES, MALLAS Y CINTA AMARILLA)										
4.020	EXPEDIENTE DE REPLANTEO PARA RECEPCION DE OBRA										
4.030	PRUEBAS, PROTOCOLOS DE PRUEBAS Y PUESTA EN SERVICIO										

Fuente: Propia.

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.1 Análisis de resultados

- ❑ Para el sistema de bombeo de agua potable compuesto por 04 equipos de 125 HP de los cuales 02 funcionan y 02 están de reserva, para una máxima demanda de 253 kW. Se optó por un sistema de utilización en media tensión en 20 kV (operación inicial 10 kV). Conforme a la carga contratada a la empresa distribuidora de energía eléctrica.
- ❑ De acuerdo al nivel de tensión y tarifa MT3 contratada para una máxima demanda de 253 kW esta resulta más económica en comparación con una tensión en baja tensión y tarifa BT3 la cual es más desfavorable para el cliente.

Teniendo en consideración del costo por el consumo de energía del mes de enero del 2021, para las tarifas MT3 en media tensión y la tarifa BT3 en baja tensión se realizaron los análisis respecto al costo según el consumo realizado para un mes en donde se demuestra lo indicado según los análisis mostrados en la tabla N° 4.1 y tabla N° 4.2 respectivamente.

Tabla N° 4.1 Análisis de costos según tarifa MT3

Cargo Por Consumo de Energía	Análisis según Tarifa MT3			
	Unidad	Consumo	Precio Unitario	Importe
Energía Activa Fuera de Punta	kW.h	18 066,00	0,2311	4 175,05
Energía Activa Horas Punta	kW.h	7 542,00	0,2740	2 066,51
Potencia de Generación FP	kW	188,40	28,9285	5 450,13
Potencia Uso de Redes de Distribución FP	kW	191,40	11,4200	2 185,79
Fuente: Recibo de consumo eléctrico.		Sub-Total Sin IGV S/.		13 877,48

Tabla N° 4.2 Análisis de costos según tarifa BT3

Cargo Por Consumo de Energía	Análisis según Tarifa BT3			
	Unidad	Consumo	Precio Unitario	Importe
Energía Activa Fuera de Punta	kW.h	18 066,00	0,2502	4 520,11
Energía Activa Horas Punta	kW.h	7 542,00	0,2967	2 237,71
Potencia de Generación FP	kW	188,40	35,9597	6 774,81
Potencia Uso de Redes de Distribución FP	kW	191,40	48,7100	9 323,09
Fuente: Recibo de consumo eléctrico.		Sub-Total Sin IGV S/.		22 855,73

- ❑ El abastecimiento del servicio de agua potable genera mejores condiciones de vida, salud y desarrollo económico en bien de la sociedad beneficiada.
- ❑ El objetivo principal de los metrados es la de establecer los criterios mínimos actualizados para cuantificar las partidas que intervienen en un presupuesto para las obras del sistema de utilización en media tensión, siendo el metrado uno de los documentos más importantes que componen el expediente técnico.

4.2 Análisis de la adquisición de materiales y estructura de precios

4.2.1 Adquisición de equipos y materiales

- ❑ Para la adquisición de los materiales eléctricos se realizaron cotizaciones de dos proveedores de tal manera de obtener una mejor oferta y que estas cumplan con los requerimientos en las especificaciones técnicas del proyecto y la norma de los materiales técnicamente aceptados por la empresa distribuidora de energía de electricidad.
- ❑ Para el caso de los cables N2XSY 1x50mm² 18/30 kV, se solicitó cotizaciones a los proveedores nacionales Indeco y Celsa, de los cuales se optó la adquisición de los cables a la empresa Indeco.
- ❑ Para el caso del transformador de distribución de 400 kVA se solicitó cotizaciones a las empresas Promelsa, Hig Power y Delcrosa, de la evaluación de las especificaciones técnicas del proyecto estas cumplían y luego se evaluó su oferta económica de la cual salió favorecida el proveedor Promelsa ya que tuvo unos mejores precios para la obra.

Valores garantizados de pérdidas

- ❑ Los valores máximos de las pérdidas en vacío (P_o), las pérdidas con carga (P_c) y aquellos considerados admisibles para la corriente en vacío (I_o) y la tensión de corto circuito (U_k).
- ❑ Asimismo, en los transformadores de doble tensión primaria deberán cumplir los niveles de pérdidas establecidas y en ambos niveles de tensión primaria requeridos.
- ❑ Cabe precisar que los valores de las pérdidas máximas de energía establecidas en la tabla N° 4.1 y tabla N° 4.2, incluyen las tolerancias establecidas en las Normas IEC 60076-1 y en la Norma Técnica Peruana NTP 370.400-2013, que se muestran a continuación:

Tabla N° 4.3 Transformador trifásico de 15 a 630 kVA – Tipo 1
(A.T ≤ 17,5 kV y B.T ≤ 1 kV)

POTENCIA DEL TRANSFORMADOR kVA	PÉRDIDAS EN VACÍO W	PÉRDIDAS CON CARGA W	CORRIENTE EN VACÍO % I _n	TENSIÓN DE CORTOCIRCUITO % U _k	PÉRDIDAS TOTALES % P _n
15	106	451	4,60	4	3,71
25	146	595	4,26	4	2,96
37.5	188	866	3,91	4	2,81
50	232	1 120	3,57	4	2,70
75	300	1 521	3,11	4	2,43
100	374	1 920	2,99	4	2,29
160	537	2 775	2,53	4	2,07
200	606	3 375	2,30	4	1,99
250	734	3 804	2,30	4	1,82
315	837	4 533	2,19	4	1,70
400	968	5 550	1,84	4	1,63
500	1 179	6 540	1,61	4	1,54
630	1 411	8 136	1,15	4	1,52

Fuente: FONAFE - EETT Comité de normalización de bienes eléctricos [40].

Para otras potencias se utilizarán las siguientes fórmulas:

Pérdidas en vacío (P₀)

$$P_0 = 15,457x(\text{kVA})^{0,6952}$$

Pérdidas con carga (P_C)

$$P_C = -0,0048x(\text{kVA})^2 + 15,147x(\text{kVA}) + 350,77$$

Corriente en vacío (I₀)

$$I_0 = -0,875xI_n(\text{kVA}) + 7,0132$$

Tabla N° 4.4 Transformador trifásico de 15 a 630 kVA – Tipo 2
(17,5 < A.T ≤ 36 kV y B.T ≤ 1kV)

POTENCIA DEL TRANSFORMADOR kVA	PÉRDIDAS EN VACÍO W	PÉRDIDAS CON CARGA W	CORRIENTE EN VACÍO % I _n	TENSIÓN DE CORTOCIRCUITO % U _k	PÉRDIDAS TOTALES % P _n
15	135	424	6,91	4	3,91
25	174	653	6,34	4	3,31
37.5	210	900	5,62	4	2,96
50	248	1 135	5,04	4	2,77
75	327	1 551	4,61	4	2,50
100	417	1 975	4,18	4	2,39
160	571	2 843	3,60	4	2,13
250	771	3 737	3,31	4	1,80
315	866	4 500	2,88	4	1,70
400	1 050	5 429	2,45	4	1,62
500	1 221	6 464	1,87	4	1,54
630	1 179	8 144	1,15	4	1,53

Fuente: FONAFE - EETT Comité de normalización de bienes eléctricos [40].

Para otras potencias se utilizarán las siguientes fórmulas:

Pérdidas en vacío (P_0)

$$P_0 = -0,0011x(\text{kVA})^2 + 2,8222x(\text{kVA}) + 118,29$$

Pérdidas con carga (P_C)

$$P_C = -0,0039x(\text{kVA})^2 + 14,45x(\text{kVA}) + 422,53$$

Corriente en vacío (I_0)

$$I_0 = -1,424xI_n(\text{kVA}) + 10,797$$

En principio, debe evitarse el uso de potencias que no figuren en las tablas.

Sin embargo, se pueden utilizar las fórmulas indicadas, para calcular los valores de pérdidas para transformadores de potencias intermedias.

4.2.2 Estructura de precios por montaje electromecánico

Para la determinación de la estructura de precios del montaje electromecánico se tomó en cuenta los análisis de precios unitarios y los rendimientos para la instalación de las siguientes actividades:

Excavaciones de zanja:

Partida	Excavacion de Zanjas							
Rendimiento	M/Dia	MO	5	Costo unitario directo por: M		32,65		
Descripción	Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra								
CAPATAZ				hh	0,100	0,160	22,63	3,62
PEON				hh	1,000	1,600	17,55	28,08
								31,70
Equipos								
HERRAMIENTAS MANUALES				%MO		3,000	31,70	0,95
								0,95

Fuente: Propia

Relleno y compactación de zanja:

Partida	Relleno y compactacion de zanjas							
Rendimiento	M/Dia	MO	15	Costo unitario directo por: M		38,19		
Descripción	Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra								
CAPATAZ				hh	0,100	0,053	22,63	1,21
PEON				hh	2,000	1,067	17,55	18,72
								19,93
Materiales								
CINTA SEÑALIZADORA				m		1,000	0,80	0,80
LADRILLO				und		6,000	0,55	3,30
ARENA GRUESA				m3		0,156	35,90	5,60
								9,70
Equipos								
HERRAMIENTAS MANUALES				%MO		3,000	18,72	0,56
VIBROAPISONADOR				hm		0,533	15,00	8,00
								8,56

Fuente: Propia

Instalación de cable N2XSY 3-1x50 mm² 18/30 kV:

Partida	Instalacion de cable N2XSY 3-1x50 mm2 18/30 kV						
Rendimiento	M/Dia	M.O	200.00	Costo unitario directo por: M		10.45	
Descripción	Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra							
CAPATAZ			hh	0.1000	0.004	22.63	0.09
OPERARIO			hh	2.0000	0.080	20.37	1.63
PEON			hh	10.0000	0.400	17.55	7.02
							8.74
Equipos							
HERRAMIENTAS MANUALES			%MO		3.0000	8.74	0.26
CAMION GRUA			hm		0.010	145.00	1.45
							1.71

Fuente: Propia**Montaje de estructura biposte SAB:**

Partida	Montaje de Estructura Biposte SAB						
Rendimiento	Und/Dia	M.O	1.00	Costo unitario directo por: Und		2,577.47	
Descripción	Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra							
CAPATAZ			hh	0.1000	0.800	22.63	18.10
OPERARIO			hh	3.0000	24.000	20.37	488.88
PEON			hh	6.0000	48.000	17.55	842.40
							1,349.38
Materiales							
CEMENTO			bls		6	22.50	135.00
PIEDRA GRANDE			m3		2	55.40	110.80
ARENA GRUESA			m3		2	35.90	71.80
							317.60
Equipos							
HERRAMIENTAS MANUALES			%MO		3.0000	1,349.38	40.48
CAMION GRUA			hm		6.000	145.00	870.00
							910.48

Fuente: Propia**Montaje de transformador de 400 kVA:**

Partida	Montaje de Transformador de 400 kVA						
Rendimiento	M/Dia	M.O	1.00	Costo unitario directo por: M		1,078.57	
Descripción	Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra							
CAPATAZ			hh	0.1000	0.800	22.63	18.10
OPERARIO			hh	2.0000	16.000	20.37	325.92
PEON			hh	2.0000	16.000	17.55	280.80
							624.82
Equipos							
HERRAMIENTAS MANUALES			%MO		3.0000	624.82	18.74
CAMION GRUA			hm		3.000	145.00	435.00
							453.74

Fuente: Propia

Montaje de seccionadores cut out:

Partida	Montaje de Seccionadores Cut-Out						
Rendimiento	Und/Dia	MO	3.00	Costo unitario directo por: Und		128.37	
Descripción	Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra							
CAPATAZ			hh	0.1000	0.267	22.63	6.03
OPERARIO			hh	1.0000	2.667	20.37	54.32
PEON			hh	1.0000	2.667	17.55	46.80
							107.15
Equipos							
HERRAMIENTAS MANUALES			%MO		3.000	107.15	3.21
CAMIONETA			hm		0.150	120.00	18.00
							21.21

Fuente: Propia

Las descripciones de los análisis de precios unitarios fueron elaboradas tomando en consideración los rendimientos del personal técnico y equipos empleados en la ejecución del sistema de utilización en media tensión.

CONCLUSIONES

El trabajo de suficiencia profesional ha demostrado el objetivo general de tener un sistema de utilización de manera económica y confiable para el bombeo de agua potable para reservorios y cisternas en el asentamiento Bayóvar del distrito de San Juan de Lurigancho.

1. Respecto al objetivo específico correspondiente a los parámetros eléctricos, la implementación y ejecución de un sistema de utilización en media tensión en 20 kV (operación inicial 10 kV) para el sistema de bombeo de agua potable con una carga contratada de 253 kW, sirve para mejorar la calidad del servicio eléctrico de la cisterna de bombeo CR-195 de Sedapal, cumpliendo con los parámetros eléctricos que establece el Código Nacional de Electricidad.

Cuando la empresa distribuidora de energía eléctrica cambie el nivel de tensión a 20 kV solo basta con cambiar la posición del conmutador de tensión del transformador esto será realizado previa coordinación con la empresa distribuidora de energía eléctrica. Los valores obtenidos del sistema de puesta a tierra de media tensión y baja tensión fueron los requeridos según lo prescrito en el Código Nacional de Electricidad.

2. Según el objetivo específico correspondiente a las tarifas eléctricas este se demostró que el sistema de utilización en media tensión para el sistema de bombeo de agua potable contratado con el plan tarifario MT3, resulta más económico para el usuario en comparación con un plan tarifario BT3 en baja tensión.
3. Para el objetivo específico correspondiente al equipamiento electromecánico de la subestación aérea biposte SAB (instalación de la estructura biposte, transformador, seccionadores cut out, terminales del cable N2XSY y demás accesorios, etc.) fue instalada por personal técnico calificado y homologado, el cual garantiza su óptimo funcionamiento y operatividad.

Así mismo el cable subterráneo instalado tiene un aporte importante en materia de seguridad eléctrica permitiendo que las instalaciones sean más seguras y manteniendo alejada a las personas de áreas de riesgo. Es importante indicar que la continuidad del servicio es mucho más estable, ya que se requiere un menor mantenimiento y monitoreo de la red en comparación de una red aérea. Permite reducir la contaminación visual mejorando el entorno y las áreas verdes en la zona de instalación.

4. Según el objetivo específico correspondiente al beneficio de la población, la ejecución e implementación de la obra del sistema de utilización en media tensión en 20 kV el cual va operar inicialmente en 10 kV [3] para el sistema de bombeo de agua potable hace posible que en las zonas altas del asentamiento humano Bayóvar tengan sus servicios básicos y con financiamiento por parte del estado de este tipo de obras hacen posible que el abastecimiento del servicio de agua potable genere mejores condiciones de vida, salud y desarrollo económico en bien de la población beneficiada.

RECOMENDACIONES

1. Realizar un mantenimiento de la subestación en periodos anuales de tal manera de tener el sistema de utilización en óptimas condiciones de operación.
2. Conocer el estado del transformador, funcionamiento y sus accesorios de protección, ejecutando periódicamente un mantenimiento (predictivo, preventivo o correctivo), sabiendo que el aceite aislante, así como sus componentes electromecánicos se van degenerando a lo largo de la vida útil del transformador y su mantenimiento ayuda a disminuir el riesgo de fallas inesperadas, aumenta su vida útil, otorga mejores condiciones para el suministro eléctrico, mejora la confiabilidad en su funcionamiento.
3. Se debe tener en cuenta que en la designación del ingeniero responsable de la obra (Ingeniero residente) se elija un profesional que tenga experiencia comprobada en la ejecución de trabajos similares ya que ello será vital para el buen desarrollo y ejecución de la obra.
4. Durante el desarrollo de la obra se debe de contar con un cuaderno de obra en donde se consigne todas las actividades a ejecutar, el cual es llevado por el Ingeniero residente de obra y el Ingeniero supervisor de la empresa distribuidora de electricidad, en el cual se realizan todas las anotaciones respecto a los avances y/o dificultades que pudieran existir durante la obra.
5. Para asegurar la continuidad del servicio del abastecimiento de agua potable en caso de cortes del servicio eléctrico en la zona por mantenimiento de las redes de la empresa distribuidora de energía eléctrica, es recomendable tener un grupo electrógeno móvil para una potencia de 450 kW, a la tensión de 440 volt.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] D. L. Sánchez Quispe, "Proyecto del Sistema de Utilización en 22,9 kV para una Planta Concretera". Universidad Nacional de Ingeniería, Perú, 2011.
DOI:13867-Sánchez Quispe, Danny_.pdf (D55311624)
- [2] E. C. Dávila Vargas, "Proyecto Eléctrico Definitivo del Subsistema de Distribución Primaria y Secundaria para el Centro Poblado Cartavio-Departamento La Libertad". Universidad Nacional de Ingeniería, Perú, 2006.
DOI:14351-Davila Vargas, Elfer Claudio_.pdf (D57821390)
- [3] P. Ccapa Rojas, Repositorio Untels, 20/12/2020.
http://repositorio.untels.edu.pe/jspui/bitstream/123456789/458/1/Ccapa_Pedro_Trabajo_Suficiencia_2019.pdf.
- [4] PNIA, Programa Nacional de Innovación Andina, 23/07/2019.
<https://www.pnia.gob.pe/wp-content/uploads/2019/09/8.-pliego-de-enmiendas-lpi-n%C2%B0-002-2019-inia-pnia-bid.pdf>.
- [5] U. R. Cárdenas Jesús, "Sistema de Utilización en 22,9 kV para la Estación de Bombeo N° 7 del Oleoducto NorPeruano de Petro Perú S.A". Universidad Nacional de Ingeniería, Perú, 2008.
DOI:10493-Cárdenas Jesús, Ulises Ricardo_.pdf (D37719882)
- [6] J. M. Rumiche Pinday, "Informe de Competencia para optar el Título Profesional de Ingeniero Electricista: Proceso de Ejecución del Sistema de Utilización en Media Tensión 10 kV y Subestación del Hospital Essalud Santa Anita Ate -Vitarte -Lima". Universidad Nacional de Ingeniería, Perú, 2008. DOI:10447-Rumiche Pinday, José Melanio.pdf (D36904461)
- [7] J. M. Gutiérrez Gonzáles, Docplayer, 22/07/2020. <https://docplayer.es/92472220-Universidad-nacional-de-ingenieria.html>.
- [8] A. P. Machuca Rodríguez, "Estudio del Proyecto de un Sistema de Utilización Primaria en 10 kV para un Edificio de Oficinas". Universidad Nacional de Ingeniería, Perú, 2008.
DOI:10251-Machuca Rodríguez, Alexander Peter.pdf (D36903612)
- [9] N. Diestra Sánchez, "Subestaciones Eléctricas".

- IESTS Carlos Salazar Romero, Perú, 2006.
- [10] M. R. Chuchón Soto, "Selección de una Subestación de 1,25 MVA en Reemplazo de una Subestación de 250 kVA debido a un Incremento de Carga". Universidad Nacional de Ingeniería, Perú, 2001.
DOI:16814-Chuchon Soto, Melitón Raul.pdf (D52245553)
- [11] C. A. Huayllasco Montalva, "Apuntes de Clase del Curso de Instalaciones Eléctricas II". Universidad Nacional de Ingeniería, Perú, 2016.
- [12] Ministerio de Energía y Minas. R.D. N° 018-2002 EM/DGE "Norma de procedimientos para la elaboración de proyectos y ejecución de obras en sistemas de distribución y sistemas de utilización en media tensión en zonas de concesión de distribución", MEM, Perú, 2002.
- [13] Entel, 10/02/2020.
<https://www.slideshare.net/CEMILSA/02-esp-montaje-rp>.
- [14] Ministerio de Energía y Minas, C.N.E - Utilización, MEM, Perú, 2006.
- [15] Promelsa S.A, "Catálogo de Transformadores, Equipos y Accesorios". Promelsa, Perú, 2015.
- [16] L. Oshiro Sugashima, "Implementación de un Sistema de Utilización en Media Tensión en 22,9 kV de la planta de Cerámicos ATLAS S.A.C. de 400, 63 kW de potencia y niveles de tensión de $460 \pm 18,4$ Voltios para las máquinas y $230 \pm 9,2$ Voltios para equipos auxiliares e iluminación". Universidad Nacional de Ingeniería, Perú, 2014.
DOI:13036-Oshiro Sugashima, Luis.pdf (D40927875)
- [17] J. J. Jurado Torrejón, "Proyecto para abastecimiento de energía eléctrica en media tensión para la planta de Lurín de Gloria S.A". Universidad Nacional de Ingeniería, Perú, 2006.
DOI:14071-Jurado Torrejón, Juan José.pdf (D56106168)
- [18] R. Cruzado Gonzáles, "Proyecto de Sistema de Utilización en Media Tensión 10kV con Aplicación de Compensación Parcial del Factor de Potencia, para el Instituto Materno Perinatal de Lima". Universidad Nacional de Ingeniería, Perú, 2003.
DOI:11154-Cruzado Gonzáles, Ricardo.pdf (D40762726)
- [19] E. Capajana Nuñez, Repositorio Untels, 17/12/2020.
http://190.12.70.20/bitstream/UNTELS/317/1/Capajana_Ernesto_Trabajo_Suficiencia_2017.pdf.
- [20] C. C. Cisneros Solís Pereira, Repositorio Continental, 13/08/2020.
https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/4682/1/IV_FIN_10

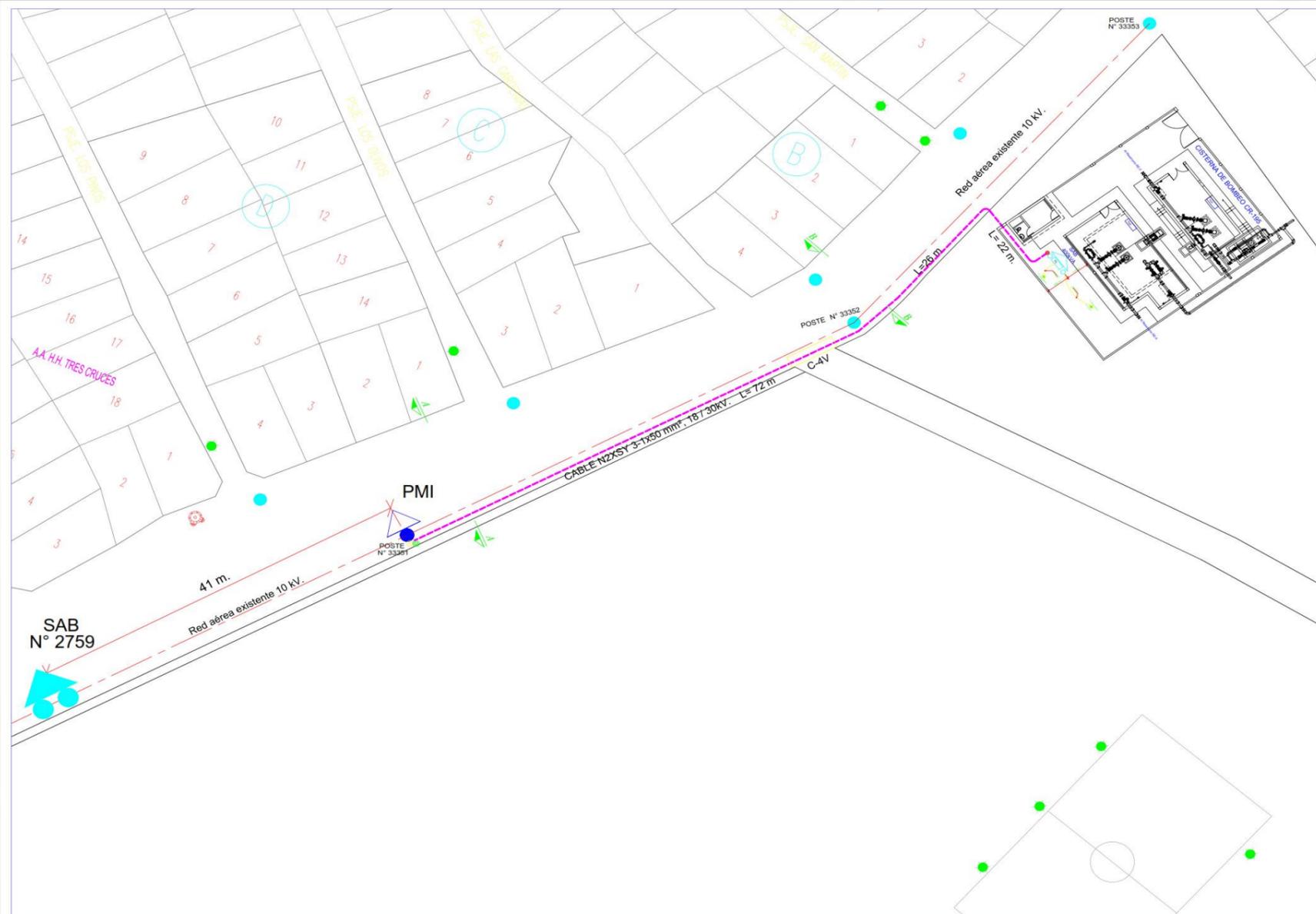
9_TE_Cisneros_Solis_Pereira_2018.pdf.

- [21] Ministerio de Energía y Minas, C.N.E - Suministro, MEM, Perú, 2011.
- [22] OSCE, Reglamento Nacional de Contrataciones con el Estado - Ley N° 30225. RNCE, Perú, 2019.
- [23] Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, RNE - Norma Técnica EC-10, Redes de Distribución de Energía Eléctrica, MVCS, Perú, 2006.
- [24] Indeco, Catálogo de Cables, Indeco, Perú, 2018.
- [25] Postes Escarsa S.A, Catálogo de Postes y Accesorios, Perú, 2016.
- [26] L. E. Vassallo Salcedo, "Proyecto y Obra del Sistema de Utilización en 2,3 kV del Convento de la Buena Muerte-Chaclacayo".
Universidad Nacional de Ingeniería, Perú, 2006.
DOI:10667-Vassallo Salcedo, Luis Eduardo_.pdf (D37639321)
- [27] C. E. J Lin SAC, Docplayer, 16/06/2020.
<https://docplayer.es/73366750-Jlinsac-consultores-electromecanicos-proyecto-ampliacion-y-mejoramiento-de-los-sistemas-de-agua-potable-y-alcantarillado-del-esquema-cieneguilla.html>.
- [28] M. A. Jacinto Livia, "Ingeniería de Detalle del Pequeño Sistema Eléctrico Chíncha Baja y el Carmen I-V Etapa".
Universidad Nacional de Ingeniería, Perú, 2008.
DOI:10398-Jacinto Livia, Marco Antonio_.pdf (D54325868)
- [29] Gobierno Regional de Lambayeque, IDOCPUB, 03/02/2021.
<https://idoc.pub/documents/1-2-3-y-4-memoria-especificaciones-y-calculos-3no0y7ewdend>.
- [30] Luz del Sur, Normas de la Empresa Distribuidora de Energía Eléctrica.
Luz del Sur, Perú, 2008.
- [31] F. M. Seminario Cruz, "Proyecto de Electrificación en Media Tensión para un Molino de Arroz".
Universidad Nacional de Ingeniería, Perú, 2008.
DOI:14024-Seminario Cruz, Fernando Martín_.pdf (D55845689)
- [32] Web, Informe Técnico N° 10154 - FINAL, WEB, Perú, 2020.
- [33] G. A. Tipacti Quijano, "Sistema de Utilización en 22,9kV, 3φ para reducir costos en el Instituto de Seguridad Minera".
Universidad Nacional de Ingeniería, Perú, 2018.
DOI:16725-Tipacti Quijano, Guillermo Arturo.pdf (D99380500)
- [34] C. Yupanqui Rodríguez, "Montaje Electromecánico de la Obra Electrificación del Distrito de José Leonardo Ortiz-Chiclayo".

- Universidad Nacional de Ingeniería, Perú, 1998.
DOI:17007-Yupanqui Rodríguez, Carlos-1.pdf (D53441287)
- [35] R. W. Chinchihualpa Gonzáles, "Proyecto de Sistema de Utilización Eléctrica en Media Tensión para Uso Industrial".
Universidad Nacional de Ingeniería, Perú, 1999.
DOI:17199-Chinchihuallpa Gonzáles, Richard Willy-1.pdf (D54125937)
- [36] D. F. Chávez Robles, "Diseño, Montaje, Pruebas y Puesta en Servicio Subestación Eléctrica en 10/0,22kV Planta Industrial Donofrio". Informe de Ingeniería para Optar el Título Profesional de Ingeniero Electricista.
Universidad Nacional de Ingeniería, Perú, 2002.
http://repositorio.uni.edu.pe/bitstream/uni/11649/1/chavez_rd.pdf
- [37] C. Aronés Ccaulla, "Diseño del Sistema Eléctrico en 10kV para la Ampliación de Carga en la Aduana".
Universidad Nacional de Ingeniería, Perú, 2009.
DOI:13639-Arones Ccaulla, Carlos.pdf (D41463682)
- [38] Ramírez, Volumen en PDF (1) RAMIREZ.
Universidad Nacional de Ingeniería, Perú, 2018.
DOI: Volumen en PDF (1) RAMIREZ.pdf (D102483062)
- [39] Ramon, TSP, Universidad Nacional de Ingeniería, Perú, 2018.
DOI: ramon.pdf (D98712741)
- [40] Corporación FONAFE, «Especificaciones Técnicas del Comité de Normalización de Bienes Eléctricos,» Corporación FONAFE, Perú, 2017.

ANEXOS

ANEXO A
PLANOS DE OBRA DEL SISTEMA DE UTILIZACIÓN

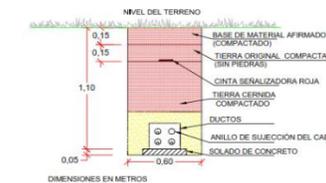


RECORRIDO DE LINEA DE MEDIA TENSION CR-195
ESCALA 1:250



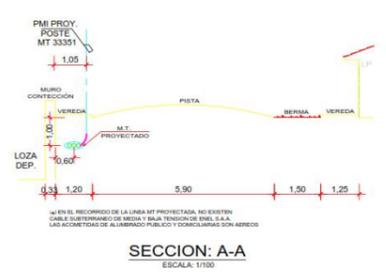
PLANO DE UBICACION
ESCALA 1:5000

SÍMBOLO		DESCRIPCIÓN
EXISTENTE	PROYECTADO	
		SUB ESTACION AEREA BIPOLAR
		SUB ESTACION AEREA BIPOLAR 400 kVA, 10-20/0,46 kV
		PUNTO DE MEDICION A LA INTENSIDAD
		CABLE NZXSY 3-1x50 mm², DIRECTAMENTE ENTERRADO
		CABLE NZXSY 3-1x50 mm², EN DUCTO DE CONCRETO DE 4 VIAS EN CRUZADA SUBTERRANEA
		BAJADA A POSTE
		SUEBDA A POSTE
		POSTE DE MEDIA TENSION
		POZOS DE PUESTA A TIERRA
		TERMINAL TERMOCONTRATIBLE 25 kV DEL CABLE NZXSY
		TRANSFORMADOR DE POTENCIA 400 kVA, 30, 10-20/0,46 kV GRUPO DE CONEXION Dyn5
		SECCIONADOR FUSIBLE TIPO CUT OUT, 100A, 27 kV, 150 kV SIL
		TABLERO GENERAL PRINCIPAL, TG - INSTALADO AL PIE DE LA SUBESTACION AEREA BIPOLAR, EQUIPADA CON INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO
		POSTE TELEFONICO
		POSTE DE BAJA TENSION / ALUMBRADO PUBLICO



DETALLE DE INSTALACION DE CRUZADA DE CAV - 4 VIAS

- NOTA:
- EL PUNTO DE DISEÑO FUE OTORGADO POR LA EMPRESA DISTRIBUIDORA DE ENERGIA ELECTRICA MEDIANTE CARTA N° SGNE-SCE-1084578-2014, DE FECHA 17.01.14.
 - EN EL RECORRIDO SUBTERRANEO DEL CABLE NZXSY PROYECTADO, NO EXISTE CRUCE CON CABLE SUBTERRANEO EXISTENTE DE MEDIA TENSION O BAJA TENSION DE LA EMPRESA DISTRIBUIDORA DE ENERGIA ELECTRICA.
 - EN CADA CRUCE DE CABLE DE MEDIA TENSION NZXSY, CON TUBERIA DE AGUA DE HIERRO DUCTIL, EL CABLE DE MEDIA TENSION ESTA A 0,50 m. DEBAJO DE LA TUBERIA DE AGUA Y DEBIDAMENTE PROTEGIDA CON TUBERIA Y DADO DE CONCRETO.
 - NO EXISTEN REDES DE GASODUCTOS DE CALIDAD EN EL RECORRIDO DE LA LINEA DE MEDIA.



SECCION: A-A
ESCALA: 1/100



SECCION: B-B
ESCALA: 1/100



DETALLE DE INSTALACION DEL CABLE DIRECTAMENTE ENTERRADO

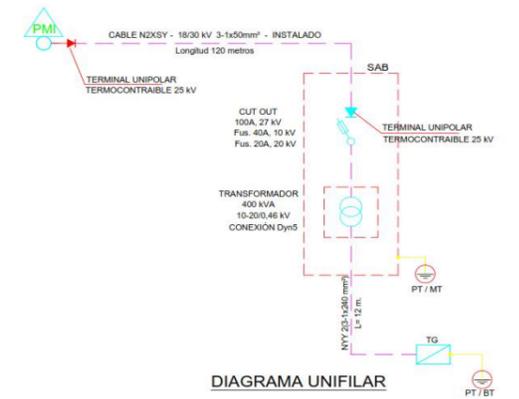
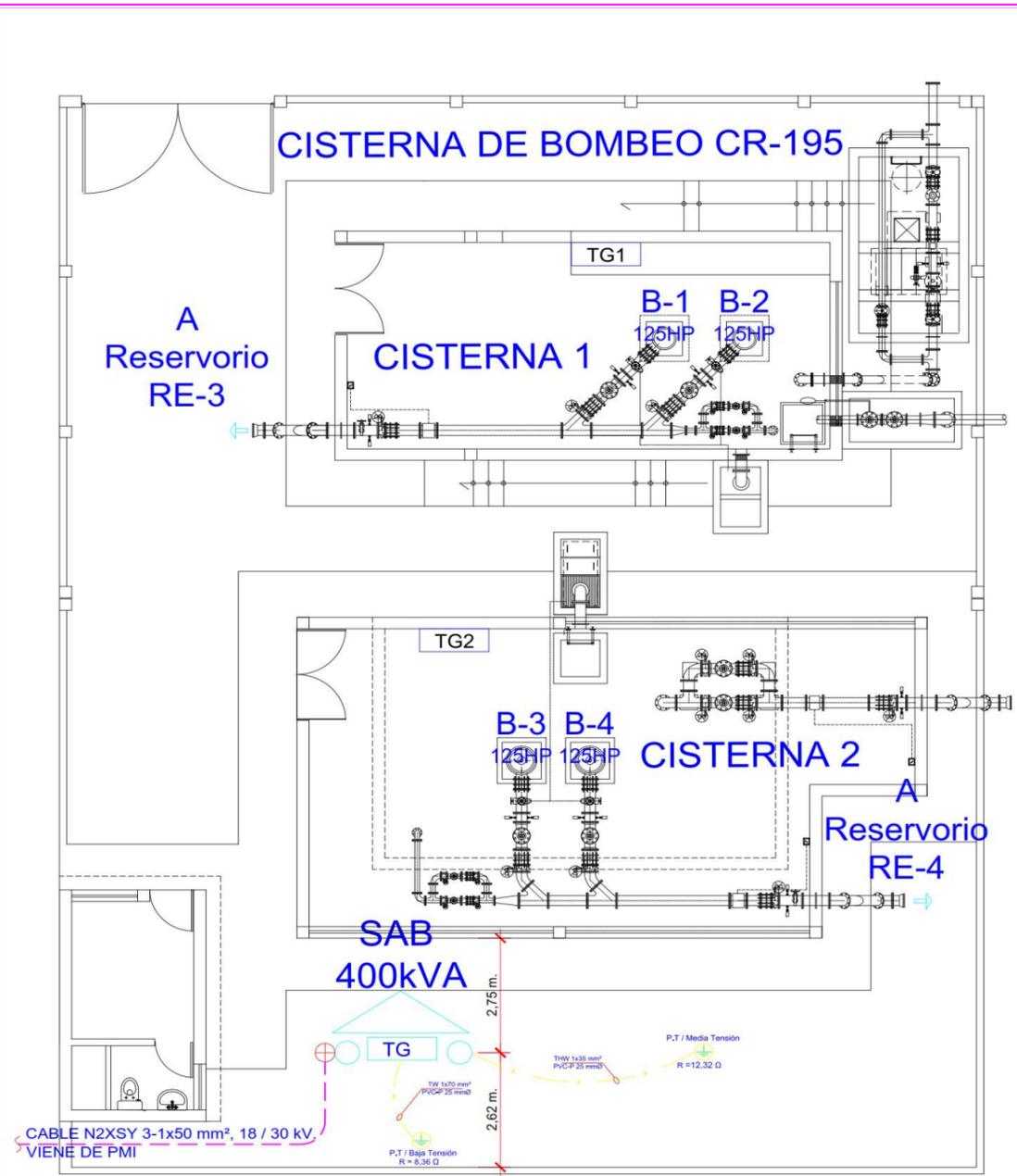


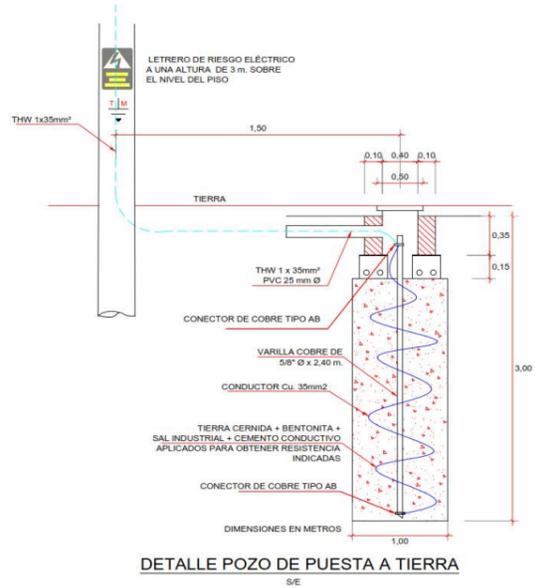
DIAGRAMA UNIFILAR

		UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE UTILIZACIÓN PARA EL BOMBEO DE AGUA POTABLE PARA RESERVORIOS Y CISTERNAS EN EL ASENTAMIENTO BAYOVAR - SAN JUAN DE LURIGANCHO	
		PLANO DE: RED MEDIA TENSION 20 kV (OPERACION INICIAL 10 kV) CISTERNA DE BOMBEO EXISTENTE CR-195 RECORRIDO - SECCION - DIAGRAMA UNIFILAR Y LEYENDA	N° DE PLANO: LMT-01 01 de 02
DISTRITO: San Juan de Lurigancho	FECHA: Enero 2021	CÓDIGO: LMT-BY	
ELABORADO: Carlos Jacinto Mego Acuña	REVISADO: Carlos Jacinto Mego Acuña	ESCALA: Indicada	

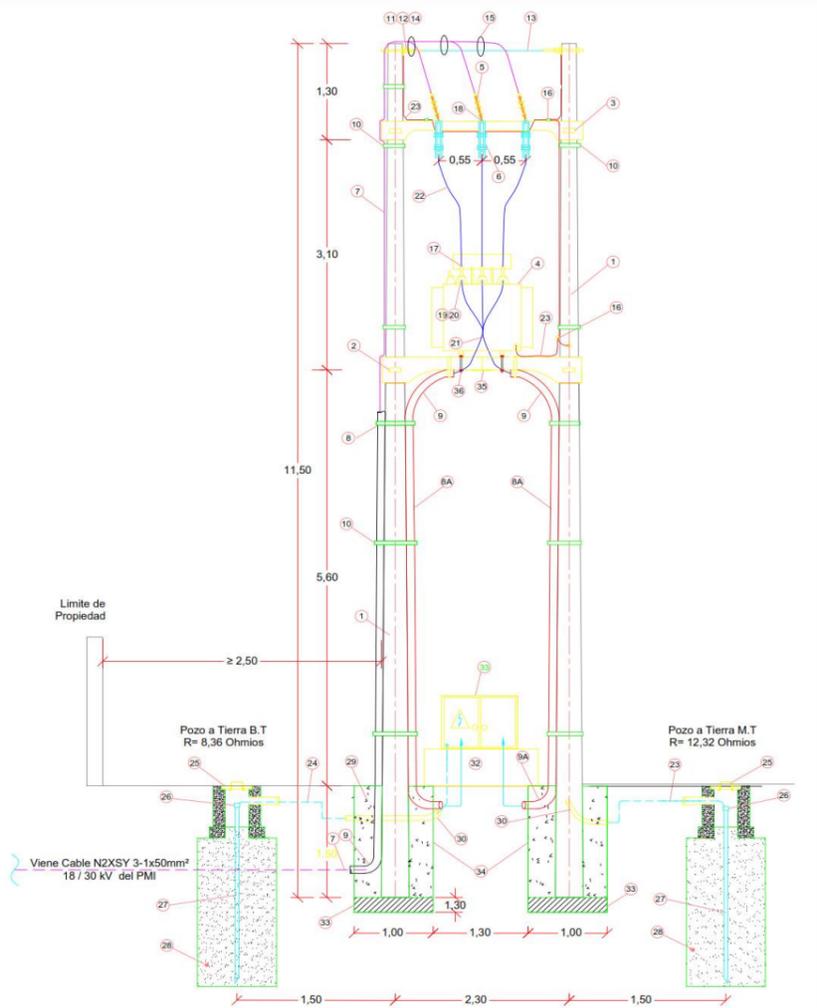


VISTA DE PLANTA: CISTERNA DE BOMBEO CR-195

LEYENDA ARMADO SUBESTACION AEREA BIPOSTE			
ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD
1	Poste C.A.C 11,50 / 400 / 180 / 353	und.	2
2	Plataforma de tipo C.A.V tipo media loza, carga de trabajo 1 300 kg c/u	und.	2
3	Palomilla C.A.V completa 2,30 m. entre ejes	und.	1
4	Transformador trifásico 400 kVA, 10-20 / 0,46 kV grupo de conexión Dyn5	und.	1
5	Terminal termocontrable unipolar 50 mm², 25kV - tipo exterior	und.	3
6	Seccionador cut-out 27 kV, 100 A, 150 kV, Bil, 10 kA, c/ extensor de línea de fuga	und.	3
7	Cable N2XSY 18/30 kV, 3-1x50 mm²	und.	15
8	Tubería de PVC-P DN 100 mm - cable de media tensión	und.	2
8a	Tubería de PVC-P DN 100 mm - cable de baja tensión	und.	4
9	Curva PVC-P DN 100 x 90°	und.	5
10	Cinta bandit metálica acero inoxidable de 1,5mm x 20 mm x 2,00 m longitud.	und.	12
11	Perno ojo A"G" 16 mm ø x 225 mm c/ arandela cuadrada curva y tuerca	und.	2
12	Preformado A"G", amare para cable acero galvanizado 3/8" Ø	und.	2
13	Cable de acero galvanizado 7 hilos 3/8" Ø	und.	3
14	Plancha de cobre tipo J	und.	2
15	Cintillo de plástico de amare, color negro	und.	6
16	Conector tipo perno partido cobre 35 mm²	und.	3
17	Terminal de compresión para cable de 35 mm²	und.	6
18	Terminal de compresión para cable de 50 mm²	und.	3
19	Terminal de compresión para cable de 70 mm²	und.	12
20	Platina de cobre electrolítico de 60 x 5 mm espesor, pintada de acuerdo a las fase	und.	2
21	Cable NYNY, 1 kV, 2(3 - 1 x 240 mm²)	m.	24
22	Conductor p/ conexión entre seccionador cut-out y el transformador de potencia	m.	12
23	Conductor línea tierra p/media tensión, THW 1x35mm² - color amarillo	m.	18
24	Conductor línea tierra p/baja tensión, THW 1x35 mm² - color amarillo	m.	12
25	Marco y tapa C.A.V para pozo de tierra	und.	2
26	Conector de Cu. Tipo AB	und.	2
27	Varilla de cobre 16 mm Ø x 2,40 m de longitud.	und.	2
28	Aplicación de tierra cerada + bentonita + sal industrial + cemento conductivo.	und.	6
29	Tubería de PVC-P 25 mm Ø	und.	2
30	Curva de PVC-P 25 mm Ø x 90°	und.	2
31	Base de concreto tipo bóveda interior, medidas 1,00 m x 0,40 m x 1,20 m.	und.	1
32	Tablero tipo intemperie protección IP-65	und.	1
33	Solado de concreto	m3.	0,5
34	Cimentación de concreto 100 kg / cm³, con 25% de piedra mediana	m3.	3
35	Platina F"G" con pernos de sujeción	und.	1
36	Pernos para fijación de transformador con plataforma	und.	1



DETALLE POZO DE PUESTA A TIERRA



ARMADO SUBESTACION AEREA BIPOSTE
ESCALA 1/50

DESCRIPCION	POTENCIA (kW)	F.D (Factor de demanda)	M.D (Máxima demanda)
02 Bomba Tipo Turbina 125 HP (Reservorio RE-3)	195,50	0,50	97,75
02 Bomba Tipo Turbina 125 HP (Reservorio RE-4)	195,50	0,50	97,75
Alumbrado Interior y Tomacorrientes	5,25	1,00	5,25
Alumbrado Exterior	1,01	1,00	1,01
Tablero de Comunicación y Control	1,00	1,00	1,00
Total Potencia Proyectada	398,26		202,76
Total Potencia Incluyendo Reserva del 25%			253,45
Selección del Transformador			
Total Potencia Aparente (kVA) (CosØ=0,85)			298,18
Potencia del Transformador Seleccionado (kVA)			400

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA
IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE UTILIZACIÓN PARA EL BOMBEO DE AGUA POTABLE PARA RESERVORIOS Y CISTERNAS EN EL ASENTAMIENTO BAYÓVAR - SAN JUAN DE LURIGANCHO

PLANO DE: RED MEDIA TENSIÓN 20 kV (OPERACIÓN INICIAL 10 kV) CISTERNA DE BOMBEO EXISTENTE CR-195 DETALLE DE SAB - DETALLES Y CUADRO DE CARGA.	N° DE PLANO: LMT-01 02 de 02
DISTRITO: San Juan de Lurigancho	FECHA: Enero 2021
ELABORADO: Carlos Jacinto Meago Acuña	REVISADO: Carlos Jacinto Meago Acuña
	ESCALA: Indicada

ANEXO B
PROTOCOLO DE PRUEBAS DE TRANSFORMADOR



PROTOCOLO DE PRUEBAS DE TRANSFORMADOR

PROMOTORES ELECTRICOS S.A.

Lider en soluciones eléctricas

Cliete:	MECC CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.		
Orden de Fabricación:	111-3025	Potencia (KVA):	400
Numero de Serie:	111302501	Voltaje primario (V):	25000 ± 2x2.5 %
Frecuencia (Hz):	60	Voltaje secundario (V):	460
Altura (mm):	1000	Intensidad primaria (A):	11.55
Numero de fases:	3	Intensidad secundaria (A):	502.04
Tipo:	Transformador Trifásico en Aceite	Nivel de aisl. inferior (kV) lado primario:	24/50/125
Grupo de conexión:	Dyn5	Nivel de aisl. inferior (kV) lado secundario:	1.1/3/-
Refrigeración:	ONAN	Garantía:	2 años

1.- Medida de la resistencia de los arrollamientos; realizado de acuerdo a la norma IEC 60076-1.

Temperatura ambiente: 24 °C
Posición del cambiador: 3

Arrollamiento	Bornes (Ω)		
	U-V	V-W	W-U
Arrollamiento 22900	11.850	11.845	11.900
Arrollamiento 480	0.00528	0.00524	0.00524

2.- Medida de la relación de voltajes y verificación del desplazamiento de fases; realizado de acuerdo a la norma IEC 60076-1.

Tolerancia admitida: ± 0.5%

Pos. del cambiador	Voltaje primario	Voltaje secundario	Relación Teórica	Relación Medida			Error de Relación (%)			Resultado
				U-V/n-u	V-W/n-v	W-U/n-w	U-V/n-u	V-W/n-v	W-U/n-w	
1	21000	460	79.072	79.051	79.059	79.05	-0.026	-0.018	-0.028	Cumple
2	20500	460	77.189	77.134	77.137	77.13	-0.072	-0.068	-0.077	Cumple
3	20000	460	75.307	75.218	75.216	75.211	-0.118	-0.120	-0.127	Cumple
4	19500	460	73.424	73.293	73.291	73.292	-0.178	-0.181	-0.180	Cumple
5	19000	460	71.541	71.376	71.378	71.37	-0.231	-0.228	-0.236	Cumple

3.- Medida de las pérdidas e intensidad en vacío; realizado de acuerdo a la norma IEC 60076-1.

Temperatura ambiente: 24 °C
Posición del cambiador: 3
Voltaje medido (r.m.s.): 460

Pérdidas medidas: 758.70 W
Intensidad: 0.549 A

4.- Medida de la impedancia de cortocircuito y pérdidas con carga; realizado de acuerdo a la norma IEC 60076-1.

Temperatura ambiente: 24 °C
Posición del cambiador: 3

Pérdidas con carga a la temperatura ambiente: 4803.85 W
Tensión de cortocircuito a la temperatura ambiente: 3.63 %
Pérdidas con carga a 75 °C: 5421.34 W
Tensión de cortocircuito a 75 °C: 3.70 %

5.- Medida de la resistencia de aislamiento; realizado de acuerdo a la norma ANSI/IEEE C57.12.90 año 1999

Temperatura ambiente: 24 °C
Posición del cambiador: 3

Designación	Voltaje aplicado dc	Valor medido MΩ	Resultado
Primario/Masa	5000	40000	Conforme
Primario/Secundario	5000	44400	Conforme
Secundario/Masa	1000	12900	Conforme

6.- Ensayos dielectricos de rutina; realizado de acuerdo a la norma IEC 60076-3.

6.1 - Ensayo de tensión soportada inducida

Frecuencia de prueba (Hz): 120
Voltaje a aplicar (V): 920
Resultado: Conforme

Intensidad medida (r.m.s.): 2.2 A
Tiempo de prueba: 60 s

6.2 - Ensayo de tensión soportada aplicada

Frecuencia de prueba (Hz): 60

Designación	Voltaje aplicado kV	Intensidad medida (mA)	Tiempo de prueba (s)	Resultado
Primario/Masa	50	55.00	60	Conforme
Secundario/Masa	3	5.00	60	Conforme

Elaborado por: Jimmy Berrospi G.
Cargo: Sala de Pruebas
Fecha: 24/04/2018

[Firma]
Firma

Cliete: Ing. Luis A. Suárez Tello
Acruta y Tapia Ingenieros S.A.C.
Jefe De Supervision

[Firma]
Firma

Cliete: Ing. Isaac Hilano Parayra Cayo
Consorcio Bayovar I
Especialista Electromecanico

PRINCIPAL
La Victoria Av. Nicolás Arriola 899
Santa Catalina
SUCURSALES
Lima Av. Guillermo Dansey 1094
Urb. Zona Industrial
Miraflores Av. Roosevelt 5975
(Ex República de Panamá) - Miraflores - Lima
Outlet Jr. Raúl Porras Barrenechea 1982
Urb. Chacra Ríos - Cercado de Lima

Telf. (511) 715 4200
Telf. (511) 719 4920
Telf. (511) 337 6842

PROVINCIAS
Piura Av. Sanchez Cerro Mz. S. Lote 58
Urb. Santa Ana Telf. (073) 608897
Trujillo Jr. Unión 431 Telf. (044) 232143
(044) 607183
Arequipa Urb. Cooperativa de Vivienda
Universitaria Mz. C. Lote 9 Cercado Telf. (054) 211592
(054) 212131

CENTRAL 712 5500
VENTAS 712 5556
FAX 471 0641
LÍNEA GRATUITA
(Provincias) 0 800 77 800
www.promelsa.com.pe

E-MAIL
promotors@promelsa.com.pe
serviciocliente@promelsa.com.pe

www.facebook.com/promelsa
www.linkedin.com/company/promelsa/



PROMOTORES ELÉCTRICOS S.A.

Lider en soluciones eléctricas

CERTIFICADO DE GARANTIA

Estimado cliente MECC CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.
 Ud. ha adquirido nuestro producto Transformador Trifásico en Aceite
 OF. : 111-3025 400kVA 20000-10000/460V Dyn5
 Unidades Series : desde hasta Año de Fabricación
 1 111302501 Abril-2018

PROMOTORES ELÉCTRICOS S.A. garantiza el buen funcionamiento de este producto por el término de 2 años. En caso de que el producto falle en dicho período de garantía, sírvase Ud. acercarse a nuestras oficinas con este certificado y con su factura o boleta

La presente garantía está sujeta a las siguientes condiciones:

1. El periodo de garantía es de 2 años, durante el periodo indicado nos comprometemos a corregir cualquier desperfecto de fabricación por materiales y/o accesorios, el mismo que tendrá vigencia a partir de la fecha de entrega del producto en nuestros almacenes.
2. La garantía es valida cuando se presenta a **PROMOTORES ELÉCTRICOS S.A.** el acta de instalación en un plazo máximo de 15 días después de la instalación.
3. Si se observaran desperfectos durante o después de la recepción, estos deberán comunicarse al Área de Atención al Cliente de **PROMOTORES ELÉCTRICOS S.A.** Para su conocimiento y dar la solución de acuerdo al caso.
4. Los reclamos por garantía deberán ser comunicados inmediatamente.

Exclusiones de la garantía:

- 1.- Hechos fortuitos (Accidentes en el transporte luego de la entrega o mala manipulación en la instalación)
- 2.- Por almacenamiento del producto mayor a 6 meses.
- 3.- Por mal manejo de la unidad y de sus accesorios.
- 4.- Daños causados por agentes externos (naturales y/o humanos) durante el montaje, instalación y/o puesta en servicio de la unidad in situ.
- 5.- Cuando se efectúan reparaciones y/o modificaciones sin nuestra autorización.
- 6.- Condiciones de servicio no indicadas en la propuesta inicial como: Forma de onda de la corriente de carga considerablemente distorsionada, carga desequilibrada, asimetría de las tensiones de alimentación, temperatura ambiente elevada, frecuentes sobreintensidades, sobrecargas cíclicas imprevistas, condiciones de disparo de carga.
- 7.- Condiciones ambientales especiales de la instalación no indicada en la propuesta inicial como: Gases, líquidos, humedad, restricciones de la circulación del aire de refrigeración, alta contaminación.
- 8.- Cuando el equipo no se encuentre correctamente protegido contra fallas producto de sobretensiones atmosféricas o transitorias, fallas trifásicas, bifásicas y monofásicas a tierra.
- 9.- Se halla instalado el transformador y no energizado por un tiempo mayor a 15 días, a menos que se prevea la no pérdida de estanqueidad.
- 10.- Intervención de ingenieros no colegiados en la instalación del producto.

Lima, 24 de Abril de 2018

Jimmy Berrospi G.
 CONTROL DE CALIDAD

PRINCIPAL
 La Victoria Av. Nicolás Arriola 899
 Santa Catalina
SUCURSALES
 Lima Av. Guillermo Dansey 1094
 Urb. Zona Industrial
 Miraflores Av. Roosevelt 5975
 (Ex República de Panamá) - Miraflores - Lima
 Outlet Jr. Raúl Porras Barmenechea 1982
 Urb. Chacra Rios - Cercado de Lima

Tel: (511) 715 4200
 Tel: (511) 719 4920
 Tel: (511) 337 6842

PROVINCIAS
 Piura Av. Sanchez Carro Mz. 8 Lote 58
 Urb. Santa Ana
 Trujillo Jr. Unión 431
 Arequipa Urb. Cooperativa de Vivienda
 Universitaria Mz. C. Lote 9 Cercado

Tel: (073) 808897
 Tel: (044) 232143
 (044) 607183
 Tel: (054) 211592
 (054) 212131

CENTRAL 712 5500
VENTAS 712 5555
FAX 471 0641
LÍNEA GRATUITA
 (Provincias) 0 800 77 800

E-MAIL
 promotores@promelsa.com.pe
 servicioalcliente@promelsa.com.pe
 www.promelsa.com.pe

www.facebook.com/promelsa
 www.linkedin.com/company/promelsa

P.CCC-01-F03

ANEXO C
CONFORMIDAD DEL PROYECTO DEL SISTEMA DE UTILIZACIÓN EN 20 kV



Lima, 25 de Abril del 2016

Señores
SEDAPAL
Autopista Ramiro Prialé 210
El Agustino

Ref.: Conformidad del Proyecto del Sistema de Utilización en 20kV (Operación Inicial 10 kV),
Cliente: SEDAPAL CISTERNA CR-195

De nuestra mayor consideración:

En relación a su carta de fecha 06 de abril del año 2016, mediante la cual solicitan la aprobación del Proyecto del Sistema de Utilización Primaria en 20kV (Operación Inicial en 10kV), para el cliente **SEDAPAL CISTERNA CR-195**, cuyo predio se encuentra ubicado en Av. Integración, AA. HH. Tres Cruces, distrito de San Juan de Lurigancho, Provincia y Departamento de Lima; les comunicamos de acuerdo a los dispositivos vigentes, la conformidad del proyecto del sistema de utilización para el cliente antes referido.

El proyecto aprobado está conformado por la memoria descriptiva, especificaciones técnicas de suministro de materiales, cálculos justificativos, metrado, cronograma y el plano LMT-03 firmado y sellado por el Ing. Juan Glicerio Lopez Simon con CIP N° 24412.

Asimismo por considerarlo de suma importancia, cumplimos con precisarles que la conformidad del presente proyecto no exime al proyectista Ing. Juan Glicerio Lopez Simon con CIP N° 24412 de su responsabilidad en el diseño de las instalaciones involucradas.

Por otro lado, en caso de existir afectación a las instalaciones de Edelnor S.A.A. por las obras a ejecutarse, los gastos derivados de la remoción, traslado y en general, por razones de cualquier orden, serán sufragados por el interesado (DL.25844 Ley de Concesiones Eléctricas, Art. 98), en caso de que, posteriormente a la emisión del presente documento, se compruebe que no se cumplieron con las distancias mínimas de seguridad y/o con las distancias de servidumbre a las instalaciones de Edelnor S.A.A. en Baja, Media y/o Alta Tensión. Esto llevará a la inmediata suspensión del inicio de obra o a la paralización de la misma, pues se considerará como vicio oculto.

En cuanto a los materiales a instalarse, deberán estar de acuerdo a las especificaciones técnicas de suministro y montaje contenidos en el expediente aprobado.

Adjunto al presente documento, les remitimos (02) expedientes del proyecto citado debidamente firmados por representantes de nuestra empresa.

Sin otro particular, quedamos de ustedes.

Atentamente,

Ing. Martín Ferrúa Principe
Diseños, Permisos y Obras MT

ANEXO D
CARTA DE INICIO DE OBRAS DEL SISTEMA DE UTILIZACIÓN EN 20 kV



CONSORCIO BAYOVAR I

Conformado por: CONSTRUCTORA URANID S.A.C. - AGREGADOS Y EQUIPOS S.A.C. - INGENIERIA MEDIOAMBIENTE & CONSTRUCCION S.A.C. - LFX INGENIERIA Y CONSTRUCCION S.A.C.

CONSORCIO BAYOVAR I
CARGO

CARTA N° 138-2018-CBI-OBRA

Señores:

ENEL DISTRIBUCION PERU S.A.A.
Calle Cesar López Rojas N° 201
Urb. Maranga – San Miguel
Presente.



Lima, 12 de Abril del 2018

Asunto : SOLICITUD DE INICIO DE OBRA
Referencia : "SISTEMA DE UTILIZACION EN MEDIA TENSION 20kV. (OPERACION INICIAL 10kV.) PARA LA CISTERNA CR-195 – SEDAPAL – UBICADA EN SAN JUAN DE LURIGANCHO.

CARTA DE EDELNOR N° DPYOMT-36295859-2016 (CONFORMIDAD DE PROYECTO).
CONTRATO DE OBRA: N° 055-2017/VIVIENDA/VMCS/PNSU

De nuestra especial consideración:

Por medio de la presente les hacemos llegar nuestro saludo cordial y al mismo tiempo comunicarle que se ha previsto el inicio de los trabajos que se indica en la referencia, de acuerdo con la RD N° 018-2002-EM/DGE "Norma de Procedimientos para la Elaboración de Proyectos y Ejecución de Obras en Sistemas de Distribución y Sistemas de Utilización en Media Tensión en Zonas de Concesión de Distribución", por lo que damos trámite a la solicitud respectiva y para lo cual adjuntamos los siguientes documentos:

- ✓ Una (01) Copia del Proyecto del Sistema de Utilización en Media aprobado por EDELNOR S.A.A.;
- ✓ Una (01) Copia de la Conformidad del Proyecto;
- ✓ Una (01) Copia de la Factura del pago correspondiente al derecho de conexión.
- ✓ Una (01) Copia del Registro de Ejecutor de Obras emitido por el OSCE.
- ✓ Una (01) Copia de la Póliza de Seguros contra accidentes y trabajos bajo riesgo.
- ✓ Una (01) Copia del Permiso Municipal.
- ✓ Una (01) Copia del Contrato de Obra.
- ✓ Un Original del Certificado de Habilidad del Ing. Residente;
- ✓ Cuaderno de Obra Foliado;
- ✓ Metrado de Obra
- ✓ Cronograma Actualizado de Obra.

El inicio de los trabajos se ha previsto para el 19/04/2018, salvo otra consideración por parte de Uds., y solicitamos a mismo tiempo se nos asigne un Supervisor o Inspector para las coordinaciones del caso.

Para cualquier información adicional sobre la presente, le agradeceremos comunicarse con el Ing. Carlos Mego Acuña, al Tel. 994070426 o remitir correspondencia a la siguiente dirección: Av. Alfredo Benavides N° 2150, Oficina 202 – Miraflores – Lima.

Sin otro particular, nos suscribimos de Uds.;

Atentamente,

CONSORCIO BAYOVAR I


MARTÍN ALONSO CAMUS DAVILA
REPRESENTANTE LEGAL

ANEXO E
CONFORMIDAD TÉCNICA DE EJECUCIÓN DE OBRA DEL SISTEMA DE
UTILIZACIÓN EN 20 kV



SCOMT-BT-SGCI-SCE-CO-461-2018

Lima, jueves, 02 de agosto de 2018

Señor:

CONSORCIO BAYOVAR I
AV. ALFREDO BENAVIDES 2150 OF. 202
MIRAFLORES

Referencia:

Conformidad de Obra del Proyecto Eléctrico del Sistema de Utilización en Media Tensión 10 kV., para SEDAPAL CISTERNA CR -195 ubicado en AV INTEGRACION A.H TRES CRUCES (CR-195) SJL - SAN JUAN DE LURIGANCHO
Suministro: 2779554 Solicitud: 1965925

Estimado Cliente:

En atención a vuestra carta, en la que nos solicitan la conformidad de Obra del Sistema de Utilización en Media Tensión 10 kV, con una demanda máxima de 253 kW para el cliente SEDAPAL CISTERNA CR -195 ejecutadas por CONSORCIO BAYOVAR I, según el ejemplar adjunto, sellado y firmado por el Ing. FERREYRA CAYO ISAAC, con CIP 038222, le manifestamos que, una vez revisados los documentos presentados y realizada la supervisión, hemos encontrado las Obras ejecutadas conformes.

ENEL DISTRIBUCIÓN PERÚ S.A.A., ha otorgado la presente conformidad de Obra del Proyecto de Sistema de utilización en 10 kV. (Con Proyección de 20KV a futuro). Así mismo, la presente conformidad de obra no exime ni al proyectista ni al ejecutor de su responsabilidad en el diseño y ejecución de la obra respectivamente.

Hacemos notar que el proyecto del sistema de utilización en media tensión, es de entera responsabilidad del profesional encargado del proyecto.

Así mismo, les comunicamos que de acuerdo al artículo 88° y 90° de la Ley de Concesiones Eléctricas D.L. N° 25844, el mantenimiento de sus instalaciones particulares en media tensión, las mismas que se inician desde el punto de diseño será por su cuenta y responsabilidad, debiendo ser este realizado por intermedio de profesionales o compañías especializadas del ramo, adicionalmente se recomienda realizarlo con una periodicidad no menor a una vez por año, para la cual sírvase coordinar previamente con nuestro ejecutivo comercial.

Los equipos e implementos de protección personal, guantes dieléctricos, pértiga aislante, banqueta y revelador de tensión, deberán permanecer en la Subestación a fin realizar operaciones cuando sea necesario.

Para los fines consiguientes, adjuntamos al presente un ejemplar completo de su Proyecto de replanteo de la Obra ejecutada, debidamente firmado y sellado por un representante de nuestra empresa.

Atentamente,

Guillermo Zavaleta Tantaruna
Jefe de Operaciones MT/BT Panamericana
ENEL DISTRIBUCIÓN PERÚ S.A.A.

ANEXO F
CATÁLOGO DEL TRANSFORMADOR

Ficha Técnica

Transformador Trifásico



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

Potencia	5 KVA hasta 5000 KVA
Lado de Media Tensión	
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
Lado de Baja Tensión	
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.
- Deshumecedor 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.

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 deben ser comparados con lo indicado en el Protocolo de Pruebas del transformador.

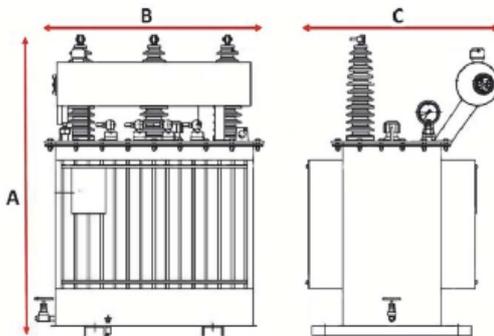
- Asegúrese de conectar sólidamente a tierra la carcasa del transformador.
- Verifique que el transformador no presente fugas ni aisladores o accesorios dañados.
- Verifique que las protecciones o accesorios no incluidos en el transformador sean los apropiados conforme a las especificaciones técnicas 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.

7.- Mantenimiento

COMPROBAR Y CONTROLAR	PERÍODO
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
Rígidez 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

ANEXO G
CATÁLOGO DE CABLES N2XSY – 18/30 kV

N2XSY 18/30 kV

Contacto
Ventas Local
ventas.peru@nexans.com
exportaciones.peru@nexans.com

Distribución de energía en media tensión.

DESCRIPCIÓN

Aplicación

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

Construcción

1. Conductor: Cobre blando compactado, clase 2.
2. Semi-conductor interno: Compuesto extruido.
3. Aislamiento: Polietileno reticulado XLPE-TR (Tree retardant).
4. Semi-conductor externo: Compuesto extruido pelable.

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

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

Principales características

Excelentes propiedades contra el envejecimiento por calor. Resistencia a la abrasión, humedad y a los rayos solares. Adecuada resistencia a las grasas y aceites. No propaga la llama.

Sección:

Desde 50 mm² hasta 630 mm².

Marcación:

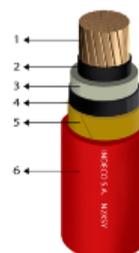
INDECO S.A. N2XSY 18/30 kV - Sección - Año - Metrado secuencial.

Embalaje:

En carretes de madera no retornables.

Color:

Aislamiento: Natural.



NORMA

Internacional IEC 60228;
IEC 60332-1-2; IEC 60502-2;
IEC 60811-401; IEC 60811-402;
IEC 60811-409; IEC 60811-501;
IEC 60811-502; IEC 60811-504;
IEC 60811-505; IEC 60811-506;
IEC 60811-507; IEC 60811-508;
IEC 60811-509

Nacional NTP-IEC 60228; NTP-
IEC 60502-2; UL 2556



Libre de plomo
SI



Tensión nominal de servicio
Uo/U
18/30 kV



Resist. Radiación UV
UL 2556 - Resistencia a los
rayos solares



No propagación de la
llama
IEC 60332-1-2; FT1



Resistencia a aceites
Buena



Temperatura máxima
operación
90 °C

Todos los dibujos, diseños, especificaciones, planos y detalles sobre pesos, dimensiones, etc. contenidos en la documentación técnica o comercial de Nexans son puramente indicativos, y no serán contractuales para Nexans, ni podrán ser consideradas como que constituyen una representación de la parte de Nexans.

Versión 1.0 Generado 21/05/18 www.nexans.pe Página 1 / 6

INDECO
empresa Nexans

N2XSY 18/30 kV

Contacto
Ventas Local
ventas.peru@nexans.com
exportaciones.peru@nexans.com

Cubierta externa: Rojo.

Normas nacionales

NTP-IEC 60228: Conductores para cables aislados.

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

Normas internacionales aplicables

IEC 60228: Conductores para cables aislados.

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

IEC 60332-1-2: Ensayo de propagación de llama vertical para un alambre o cable simple - Procedimiento para llama premezclada de 1kW.

UL 2556: Métodos de ensayo para alambre y cable. **Sección 9.3:** Ensayo de propagación de llama - FT-1 (muestra vertical).

IEC 60811-401: Métodos de envejecimiento térmico. Envejecimiento en horno de aire.

IEC 60811-402: Ensayo de absorción de agua.

IEC 60811-409: Ensayo de pérdida de masa de aislamientos y cubiertas termoplásticas.

IEC 60811-501: Ensayos para la determinación de las propiedades mecánicas.

IEC 60811-502: Ensayo de contracción para aislamientos.

IEC 60811-504: Ensayo de doblado a baja temperatura para aislamientos y cubiertas.

IEC 60811-505: Elongación a baja temperatura para aislamientos y cubiertas.

IEC 60811-506: Ensayo de impacto a baja temperatura para aislamientos y cubiertas.

IEC 60811-507: Ensayo de alargamiento en caliente para materiales reticulables.

IEC 60811-508: Ensayo de presión a alta temperatura para aislamientos y cubiertas.

IEC 60811-509: Ensayo de resistencia al agrietamiento para aislamientos y cubiertas.

UL 2556: Métodos de ensayo para alambre y cable. **Sección 4.2.8.5:** Ensayo de resistencia a los rayos solares en arco xenón/arco carbón.



Libre de plomo
SI



Tensión nominal de servicio
Uo/U
18/30 kV



Resist. Radiación UV
UL 2556 - Resistencia a los
rayos solares



No propagación de la
llama
IEC 60332-1-2; FT1



Resistencia a aceites
Buena



Temperatura máxima
operación
90 °C

Todos los dibujos, diseños, especificaciones, planos y detalles sobre pesos, dimensiones, etc. contenidos en la documentación técnica o comercial de Nexans son puramente indicativos, y no serán contractuales para Nexans, ni podrán ser consideradas como que constituyen una representación de la parte de Nexans.

Versión 1.6 Generado 21/05/18 www.nexans.pe Página 2 / 6

N2XSY 18/30 kV

Contacto
Ventas Local
ventas.peru@nexans.com
exportaciones.peru@nexans.com

CARACTERÍSTICAS

Características de construcción	
Material del conductor	Cobre
Material del semi-conductor interno	Compuesto extruido
Material de aislamiento	XLPE
Material del semi-conductor externo	Compuesto extruido pelable
Pantalla	Cinta de cobre, helicoidal
Cubierta exterior	PVC
Color de cubierta	Rojo
Libre de plomo	Si
Características eléctricas	
Tensión nominal de servicio Uo/U	18/30 kV
Rigidez dieléctrica mínima en CC (conductor-pantalla)	63,0 kV
Tiempo Rigidez Dielectrica Vca al aislamiento	5 min.
Descarga Parcial Máxima	10 pC
Tensión de Descarga Parcial	31 kV
Características de uso	
Resistencia a Radiación Ultravioleta	UL 2556 - Resistencia a los rayos solares
No propagación de la llama	IEC 60332-1-2; FT1
Resistencia a aceites	Buena
Temperatura máxima operación	90 °C
Temperatura de sobrecarga de emergencia	130 °C
Temperatura máxima del conductor en corto-circuito	250 °C

DATOS DIMENSIONALES

Sección [mm ²]	Nº total alambres	Diam. Conductor [mm]	Diám. sobre aislam. [mm]	Diám. sobre pantalla [mm]	Diám. sobre cubierta [mm]	Peso aprox. [kg/km]
50	19	8,01	23,67	25,4	28,1	1074
70	19	9,78	25,43	26,8	30,3	1352
95	19	11,55	27,2	28,6	32	1655
120	37	13,0	28,65	30,0	33,7	1942
150	37	14,3	29,96	31,7	34,8	2190
185	37	16,0	31,6	33,0	36,8	2603
240	37	18,51	34,16	35,5	39,5	3274
300	37	20,54	36,2	37,9	41,3	3847



Libre de plomo
Si



Tensión nominal de servicio
Uo/U
18/30 kV



Resist. Radiación UV
UL 2556 - Resistencia a los
rayos solares



No propagación de la
llama
IEC 60332-1-2; FT1



Resistencia a aceites
Buena



Temperatura máxima
operación
90 °C

Todos los dibujos, diseños, especificaciones, planos y detalles sobre pesos, dimensiones, etc. contenidos en la documentación técnica o comercial de Nexans son puramente indicativos, y no serán contractuales para Nexans, ni podrán ser consideradas como que constituyen una representación de la parte de Nexans.

Versión 1.6 Generado 21/05/18 www.nexans.pe Página 3 / 6

INDECO
empresa Nexans

N2XSY 18/30 kV

Contacto
Ventas Local
ventas.peru@nexans.com
exportaciones.peru@nexans.com

Sección [mm ²]	Nº total alambres	Diam. Conductor [mm]	Diám. sobre aislam. [mm]	Diám. sobre pantalla [mm]	Diám. sobre cubierta [mm]	Peso aprox. [kg/km]
400	61	23,51	39,16	40,5	44,7	4802
500	61	26,45	42,11	43,9	47,7	5826
630	61	29,97	45,63	47,4	51,6	7304

DATOS ELÉCTRICOS - I

Sección [mm ²]	Max. DC Resist. Cond. 20°C [Ohm/km]	Resistencia del conductor en CA a 90° C - formación plana [Ohm/km]	Resist. Conduct. CA 90° C - form. triang. [Ohm/km]	React. Induct. 60 Hz - formac. plana [Ohm/km]	React. Induct. 60 Hz - formac. triang. [Ohm/km]
50	0,387	0,4937	0,4938	0,2354	0,1657
70	0,268	0,3421	0,3422	0,2281	0,1584
95	0,193	0,2466	0,2468	0,2197	0,15
120	0,153	0,1958	0,1961	0,2137	0,144
150	0,124	0,159	0,1594	0,2078	0,1381
185	0,0991	0,1275	0,1281	0,2045	0,1348
240	0,0754	0,0976	0,0985	0,199	0,1293
300	0,0601	0,0785	0,0797	0,193	0,124
400	0,047	0,0624	0,064	0,1899	0,1202
500	0,0366	0,05	0,052	0,1852	0,1156
630	0,0283	0,04	0,0427	0,1817	0,1121

DATOS ELÉCTRICOS - II

Sección [mm ²]	Ampac. enter. 20°C - formac. plana [A]	Ampac. Enter. 20°C - formac. triang. [A]	Ampac. aire 30°C - formac. plana [A]	Ampac. aire 30°C - formac. triang. [A]
50	203	196	286	238
70	246	239	356	296
95	293	285	434	361
120	332	323	500	417
150	366	361	559	473
185	410	406	637	543
240	470	469	745	641
300	524	526	846	735
400	572	590	938	845



Libre de plomo
SI



Tenso nominal de servicio
Uo/U
18/30 kV



Resist. Radiación UV
UL 2556 - Resistencia a los
rayos solares



No propagación de la
llama
IEC 60332-1-2; FT1



Resistencia a aceites
Buena



Temperatura máxima
operación
90 °C

Todos los dibujos, diseños, especificaciones, planos y detalles sobre pesos, dimensiones, etc. contenidos en la documentación técnica o comercial de Nexans son puramente indicativos, y no serán contractuales para Nexans, ni podrán ser consideradas como que constituyen una representación de la parte de Nexans.

Versión 1.0 Generado 21/05/18 www.nexans.pe Página 4 / 6

N2XSY 18/30 kV

Contacto
Ventas Local
ventas.peru@nexans.com
exportaciones.peru@nexans.com

Sección [mm²]	Ampac. enter. 20°C - formac. plana [A]	Ampac. Enter. 20°C - formac. triang. [A]	Ampac. aire 30°C - formac. plana [A]	Ampac. aire 30°C - formac. triang. [A]
500	651	673	1025	917
630	695	725	1221	1079

LISTA DE PRODUCTOS

Ref. Nexans	Nombre	Sección [mm²]	Diam. Conductor [mm]	Diám. sobre aislam. [mm]	Diám. sobre pantalla [mm]	Diám. sobre cubierta [mm]	Peso aprox. [kg/km]
☎ P00015697	N2XSY 18/30 kV 50 mm2	50	8,01	23,67	25,4	28,1	1074
☎ P00000720	N2XSY 18/30 kV 70 mm2	70	9,78	25,43	26,8	30,3	1352
☎ P00000721	N2XSY 18/30 kV 95 mm2	95	11,55	27,2	28,6	32	1655
☎ P00000717	N2XSY 18/30 kV 120 mm2	120	13,0	28,65	30,0	33,7	1942
☎ P00000718-1	N2XSY 18/30 kV 150 mm2	150	14,3	29,96	31,7	34,8	2190
☎ P00003753-1	N2XSY 18/30 kV 185 mm2	185	16,0	31,6	33,0	36,8	2603
☎ P00023427	N2XSY 18/30 kV 240 mm2	240	18,51	34,16	35,5	39,5	3274
☎ P00004297	N2XSY 18/30 kV 300 mm2	300	20,54	36,2	37,9	41,3	3847
☎ P00000719	N2XSY 18/30 kV 400 mm2	400	23,51	39,16	40,5	44,7	4802
☎ P00008096	N2XSY 18/30 kV 500 mm2	500	26,45	42,11	43,9	47,7	5826
☎ P00015698	N2XSY 18/30 kV 630 mm2	630	29,97	45,63	47,4	51,6	7304

☎ = Realizar pedido, 📦 = Reservar stock

RADIO DE CURVATURA UNA VEZ INSTALADO EN M.T.

$$R=Dxf$$

R: Radio de curvatura una vez instalado (mm)

D: Diámetro sobre cubierta externa (mm)



Libre de plomo
SI



Tensión nominal de servicio
Uo/U
18/30 kV



Resist. Radiación UV
UL 2556 - Resistencia a los
rayos solares



No propagación de la
llama
IEC 60332-1-2; FT1



Resistencia a aceites
Buena



Temperatura máxima
operación
90 °C

Todos los dibujos, diseños, especificaciones, planos y detalles sobre pesos, dimensiones, etc. contenidos en la documentación técnica o comercial de Nexans son puramente indicativos, y no serán contractuales para Nexans, ni podrán ser consideradas como que constituyen una representación de la parte de Nexans.

Versión 1.6 Generado 21/05/18 www.nexans.pe Página 5 / 6

ANEXO H
PROTOCOLO DE PRUEBAS DE POZOS A TIERRA

CONTRATISTA:  CONSORCIO BAYOVAR I	PROYECTO "AMPLIACION Y MEJORAMIENTO DE LOS SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO PARA EL ESQUEMA BAYOVAR AMPLIACION, UBICADO EN EL DISTRITO DE SAN JUAN DE LURIGANCHO"	
SUPERVISION:  ACRUTA & TAPIA INGENIEROS S.A.C. <small>REG. 2002-2002 - REG. 1980-2004 - CHGSA 1984-2007</small>	PROPIETARIO:  PERÚ Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento Programa Agua Segura para Lima y Callao	PARA: 

PROTOCOLO DE MEDICION DE RESISTENCIA DEL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA (SPAT)

AMPLIACIÓN DE LOS SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO PARA EL ESQUEMA BAYOVAR AMPLIACION – SAN JUAN DE LURIGANCHO.

PROPIETARIO : SEDAPAL.
 CONTRATISTA: CONSORCIO BAYOVAR I
 UBICACIÓN : ESTACION CR-195 - SAN JUAN LURIGANCHO

INSTRUMENTO UTILIZADO: TELUROMETRO DIGITAL KYORITSU
 FECHA DE MEDICION: 18/10/2019

RESULTADOS OBTENIDOS:

PRUEBA DEL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA DEL SISTEMA DE MEDIA TENSION DE LA SUB-ESTACION DE LA ESTACION CR-195			
SPAT	VALORES EN OHMIOS (Ω)		
	VALOR NORMADO - CNE	VALOR REQUERIDO	VALOR MEDIDO
POZO A TIERRA N° 1	≤ 25	≤ 25	12.32
RESISTENCIA MEDIDA			12.32

NOTA: LAS PRUEBAS SE REALIZARON CON TELUROMETRO (TERROMETRO) SEGÚN LAS SIGUIENTES CARACTERÍSTICAS

MARCA : KYORITSU
MODELO : 4105A
SERIE : W8130835

CONCLUSIONES:
 El valor de resistencia del SPAT cumple el CNE (Sección 060-712) y el valor requerido. Por lo tanto, se encuentra en condiciones de operación.


 CONSORCIO BAYOVAR I
 PERCY CLAUDIO HERRERA GONZALES
 RESIDENTE DE OBRA
 C.I.P. N° 50506


 ACRUTA & TAPIA INGENIEROS S.A.C.
 Ing. Jardiel Julio Ramirez Tacilla
 JEFE DE SUPERVISION

CONTRATISTA:  CONSORCIO BAYOVAR I	PROYECTO "AMPLIACION Y MEJORAMIENTO DE LOS SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO PARA EL ESQUEMA BAYOVAR AMPLIACION, UBICADO EN EL DISTRITO DE SAN JUAN DE LURIGANCHO"	
SUPERVISION:  ACRUTA & TAPIA INGENIEROS S.A.C. <small>003 3001 2000 002 1300 2000 016544 1000 0007</small>	PROPIETARIO:  PERÚ  Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento Programa Agua Segura para Lima y Callao	PARA: 

PROTOCOLO DE MEDICION DE RESISTENCIA DEL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA (SPAT)

AMPLIACIÓN DE LOS SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO PARA EL ESQUEMA BAYOVAR AMPLIACION – SAN JUAN DE LURIGANCHO.

PROPIETARIO : SEDAPAL.
 CONTRATISTA: CONSORCIO BAYOVAR I
 UBICACIÓN : ESTACION CR-195 - SAN JUAN LURIGANCHO

INSTRUMENTO UTILIZADO: TELUOMETRO DIGITAL KYORITSU
 FECHA DE MEDICION: 18/10/2019

RESULTADOS OBTENIDOS:

PRUEBA DEL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA DEL SISTEMA DE FUERZA DEL TABLERO GENERAL TG (CR-195)			
SPAT	VALORES EN OHMIOS (Ω)		
	VALOR NORMADO - CNE	VALOR REQUERIDO	VALOR MEDIDO
POZO A TIERRA N° 1	≤ 25	≤ 15	8.36
RESISTENCIA MEDIDA			8.36

NOTA: LAS PRUEBAS SE REALIZARON CON TELUOMETRO (TERROMETRO) SEGÚN LAS SIGUIENTES CARACTERÍSTICAS

MARCA : KYORITSU
MODELO : 4105A
SERIE : W8130835

CONCLUSIONES:
 El valor de resistencia del SPAT cumple el CNE (Sección 060-712) y el valor requerido. Por lo tanto, se encuentra en condiciones de operación.


 CONSORCIO BAYOVAR I
 PERCY CLAUDIO HERRERA GONZALES
 RESIDENTE DE OBRA
 C.I.P. N° 50506


 ACRUTA & TAPIA INGENIEROS S.A.C.
 Ing. Jardiel Julio Ramirez Tacita
 JEFE DE SUPERVISION