

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA



**IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE UTILIZACIÓN EN
MEDIA TENSIÓN EN 22,9 kV DE LA PLANTA DE CERÁMICOS
ATLAS S.A.C. DE 400,63kW DE POTENCIA Y NIVELES DE
TENSIÓN DE 460 VOLTIOS PARA LAS MÁQUINAS Y 230 VOLTIOS
PARA EQUIPOS AUXILIARES E ILUMINACIÓN**

INFORME DE SUFICIENCIA

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO MECÁNICO-ELECTRICISTA**

LUIS OSHIRO SUGASHIMA

PROMOCIÓN 1985-I

LIMA-PERÚ

2014

DEDICATORIA

A mi madre por ser el pilar fundamental en todo lo que soy, en toda mi educación, tanto académica, como en la vida, por su incondicional apoyo perfectamente mantenido a través del tiempo.

A mi esposa Nora y mis hijos Harumi y Toshio, por estar conmigo y apoyarme siempre, los quiero mucho.

A mi tío José por la perseverancia en que logre la titulación.

Todo este trabajo ha sido posible gracias a ellos.

AGRADECIMIENTOS

Gracias a todas y cada una de las personas que participaron en el desarrollo de mi informe, ya que invirtieron su tiempo y conocimiento para ayudarme a completar mi proyecto, un sincero agradecimiento a mi asesor Ing. Alberto Inga.

Por último, quiero agradecer a todos mis amigos del equipo 8 que sin esperar nada a cambio compartimos pláticas, conocimiento y diversión, que durante cinco meses que duró este sueño lograron convertirlo en una realidad.

ÍNDICE

	Pág.
PRÓLOGO	1
CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN	3
1.1 ANTECEDENTES	5
1.2 OBJETIVO GENERAL	5
1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	6
1.4 JUSTIFICACIÓN	6
1.5 ALCANCES	7
1.6 RECURSOS EMPLEADOS	8
CAPÍTULO II DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO Y DEL PROCESO PRODUCTIVO	
2.1 DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO	10
2.2 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO	12
CAPÍTULO III IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA Y PLANTEAMIENTO DE LA HIPÓTESIS DE TRABAJO	
3.1 IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA	17
3.2 PLANTEAMIENTO DE LA HIPÓTESIS DE TRABAJO	18
CAPÍTULO IV FUNDAMENTO TEÓRICO Y CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS	
4.1 DEFINICIONES	20
4.2 BASES DE CÁLCULO	23
4.3 DISTANCIAS MÍNIMAS DE SEGURIDAD	25
4.4 CÁLCULOS ELÉCTRICOS	27

4.4.1	Características Eléctricas del Sistema	27
4.4.2	Cálculo de Caída de Tensión	28
4.4.3	Cálculo del Sistema de Protección	35
4.4.4	Cálculo del Transformador de Potencia	36
4.4.5	Cálculo del Transformador Combinado (TRAFOMIX)	36
4.4.6	Determinación del Nivel de Aislamiento	37
4.4.7	Selección y Configuración del Sistema de Puesta a Tierra	41
4.5	CÁLCULO MECÁNICO DEL CONDUCTOR	44
4.5.1	Objetivo	44
4.5.2	Características de los Conductores Normalizados	44
4.5.3	Esfuerzos máximos en el Conductor	45
4.6	CÁLCULO MECÁNICO DE ESTRUCTURAS	50
4.6.1	Objetivo	50
4.6.2	Cálculo Mecánico de Postes	50
4.6.3	Cálculo de Ménsulas de Concreto	55
4.6.4	Consideraciones para las Retenidas	56
4.7	CÁLCULO DE CIMENTACIÓN DE POSTE	59
4.8	CÁLCULO DE CIMENTACION DE RETENIDAS	61

CAPÍTULO V DESARROLLO DE LA SOLUCIÓN DEL PROBLEMA

5.1	SUMINISTRO DE LOS MATERIALY EQUIPOS	63
5.1.1	Selección de Materiales y Equipos	63
5.1.1.1	Postes y Accesorios de Concreto Armado	63
5.1.1.2	Postes y Accesorios de Madera Tratada	66
5.1.1.3	Accesorios Metálicos para Postes, Ménsulas y Crucetas	67
5.1.1.4	Cable de Acero Grado Siemens Martin para Retenidas	69
5.1.1.5	Accesorios Metálicos para Retenidas	70
5.1.1.6	Materiales para la Puesta a Tierra	73
5.1.1.7	Aisladores y accesorios	75
5.1.1.8	Cables y Conductores	80
5.1.1.9	Accesorios de Cables y Conductores	83
5.1.1.10	Equipos de Protección	88

5.1.1.11 Sub-estación en Caseta	90
5.1.1.12 Sistema de Medición en Media Tensión	95
5.1.1.13 Tablero de Baja Tensión	98
5.1.2 Financiamiento	98
5.1.2.1 Adquisición de Materiales y Equipos	98
5.1.3 Pruebas de los Materiales y Equipos antes de la Instalación	98
5.1.3.1 Pruebas de Postes de Concreto	98
5.1.3.2 Pruebas de Postes de Madera y Crucetas	99
5.1.3.3 Pruebas de Transformadores	99
5.2 INSTALACIÓN DE LOS MATERIAL Y EQUIPOS	99
5.2.1 Elaboración del Plan de Ejecución	99
5.2.1.1 Cronograma de Actividades	99
5.2.2 Procedimiento de Instalación	100
5.2.2.1 Replanteo	100
5.2.2.2 Ingeniería de Detalle	102
5.2.2.3 Instalación de postes, ménsulas y crucetas	103
5.2.2.4 Armados de Estructuras	105
5.2.2.5 Montaje de retenidas y anclajes	106
5.2.2.6 Instalación de puesta a tierra	106
5.2.2.7 Instalación de aisladores y accesorios	107
5.2.2.8 Tendido y Puesta en Flecha de los Conductores	108
5.2.2.9 Tendido de los cables subterráneos de Media Tensión	111
5.2.2.10 Montaje de Seccionador Fusible	113
5.2.2.11 Montaje de Subestación Interior	113
5.2.2.12 Montaje del Sistema de Medición	114
5.2.3 Pruebas de los Materiales y Equipos después de Instalados	115
5.2.3.1 Inspección y Pruebas	115
5.3 CONEXIONADO DEL SISTEMA ELÉCTRICO	117
5.3.1 Pruebas Eléctricas con el Concesionario	117
5.3.1.1 Acta de Inspección y Pruebas	118
5.3.2 Conformidad de Obra	119
5.3.2.1 Documento de Conformidad de Obra	120

5.3.3 Puesta en Servicio de la Obra	120
5.3.3.1 Firma del Contrato	120
5.3.3.2 Conexionado en el Punto de Entrega	121
5.3.3.3 Instalación del Sistema de Medición	121
5.3.3.4 Pruebas de Energización en la subestación	121
5.4 PRUEBA FINAL DEL SISTEMA DE UTILIZACIÓN	121
5.4.1 Descripción de la Prueba Final	121
5.4.2 Variables Independientes, Dependientes e Indicadores	121
5.4.3 Condiciones de Ensayo	122
5.4.4 Valores Deseados	122
5.4.5 Obtención de los Datos	122
5.4.6 Tabla de Evaluación	122
CONCLUSIONES	
BIBLIOGRAFÍA	
PLANOS	
ANEXOS	

LISTADO DE TABLAS

Tabla 1.1	Demanda Máxima	4
Tabla 4.1	Factores de Caída de Tensión	31
Tabla 4.2	Niveles de Aislamiento en condiciones Estándar	38
Tabla 4.3	Aislamiento requerido por Contaminación	40
Tabla 4.4	Selección de aisladores	41
Tabla 4.5	Características Mecánicas del conductor	44
Tabla 4.6	Esfuerzos Máximos del conductor	46
Tabla 5.1	Postes de Concreto	64
Tabla 5.2	Media Losa de concreto armado	65
Tabla 5.3	Postes de Madera Tratada	66
Tabla 5.4	Crucetas de Madera Tratada	67
Tabla 5.5	Cable de Acero Grado Siemens – Martin para Retenidas	70
Tabla 5.6	Aisladores de Porcelana tipo Pin	76
Tabla 5.7	Aisladores de Poliméricos tipo Suspensión	78
Tabla 5.8	Espiga recta para Aislador tipo Pin en Ménsula y Cruceta	80
Tabla 5.9	Cables de Aleación de Aluminio	81
Tabla 5.10	Cables de Energía tipo N2XSY 18/30 kV	82
Tabla 5.11	Cables de Energía tipo N2XOH 0,6/1,0 kV	83
Tabla 5.12	Terminaciones para cable N2XSY 18/30 kV	85
Tabla 5.13	Seccionador – Fusible tipo Expulsión	89
Tabla 5.14	Accesorios del Seccionador – Fusible	90

Tabla 5.15	Transformador de Distribución trifásico	93
Tabla 5.16	Transformador Mixto	96

LISTADO DE FIGURAS

Figura 2.2	Proceso Productivo del Sistema	12
Figura 4.1	Distancia de Separación de Aisladores	28
Figura 4.2	Diagrama Unifilar de Carga	32
Figura 4.3	Puesta a tierra	43
Figura 4.4	Diagrama de Fuerzas de Conductores	52

PRÓLOGO

En el presente Informe de Suficiencia se presenta la implementación de un Sistema de Utilización en Media Tensión en 22,9 kV para suministrar energía eléctrica a la planta de Cerámicos Atlas S.AC., la cual se dedica a la fabricación de diferentes tipos de ladrillos para la construcción de viviendas en el ámbito de la provincia de Trujillo.

El Informe se encuentra estructurado en cinco Capítulos que se describen a continuación.

En el Capítulo I, se expone la INTRODUCCIÓN, se hace presente el tema analizando los antecedentes, objetivos, la justificación de su realización, los alcances y los recursos empleados.

En el Capítulo II, se expone la DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO Y DEL PROCESO PRODUCTIVO; con respecto a la descripción se detalla los elementos básicos que conforman la obra según especificaciones técnicas normadas por el Ministerio de Energía y Minas, Dirección General de Electricidad e Hidrandina S.A.

En la descripción del proceso productivo, se detalla una secuencia a seguir desde el inicio de obra solicitado a Hidrandina, hasta las pruebas finales y puesta en servicio.

En el Capítulo III, se expone la IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA Y PLANTEAMIENTO DE LA HIPÓTESIS DE TRABAJO, al analizar el sistema, se determina la dificultad de transportar e instalar los postes de concreto armado por ser el terreno accidentado, por lo que se tomó la alternativa de utilizar postes de madera tratada por su fácil traslado e instalación.

En el Capítulo IV, se expone el FUNDAMENTO TEÓRICO Y CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS, se presentan definiciones, métodos de cálculos para seleccionar los materiales y equipos que se instalaron en el Sistema de Utilización.

En el Capítulo V, se expone el DESARROLLO DE LA SOLUCIÓN DEL PROBLEMA, con la implementación de un Sistema de Utilización en Media Tensión en 22,9 kV. Se detalla el suministro de los materiales y equipos, su instalación, conexión del sistema eléctrico y las Pruebas finales del sistema hasta la puesta en servicio.

El informe ha sido desarrollado como requisito para obtener el título profesional de ingeniero mecánico electricista, además constituye un aporte viable para realizar un polo de desarrollo en la zona.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

Los Sistemas de Utilización en Media Tensión son de necesidad en zonas no electrificadas y a partir de determinada Demanda Máxima; tienen la ventaja de disponer de energía eléctrica más confiable, de mejor calidad y menor precio.

El presente Proyecto tiene por finalidad, abastecer de energía eléctrica a la maquinaria y equipos como también el alumbrado de la planta de Cerámicos Atlas S.A.C., mediante la conformación de un Sistema de Utilización en Media Tensión en 22,9 kV; desde el punto de diseño de la Estructura de Media Tensión perteneciente al AMT TPO006 en 22,9 kV, 60 Hz, ubicada en el Caserío 2 de Mayo, del Distrito de Poroto y Provincia de Trujillo, designado por Hidrandina S.A. hasta la Sub-estación en Caseta ubicado dentro de la propiedad.

Cerámicos Atlas, es una empresa dedicada a la fabricación de diferentes tipos de ladrillos, los cuales son utilizados para la construcción de viviendas.

Se encuentra ubicada en la concesión minera no metálica denominada “Mauricio II 2007” con código N° 030038707 de la carta Nacional Salaverry 17-F, de la jurisdicción del Distrito de Poroto, Provincia de Trujillo, Departamento de La Libertad.

La topografía del área donde se desarrolla el proyecto es accidentada, el terreno es pedregoso y con una altitud de 440 a 920 m.s.n.m., presenta un clima con temperatura media anual de 18° C.

Las vías de comunicación actualmente es la terrestre por intermedio de la trocha carrozable que unen a los caseríos de Cerro Blanco, Quirihuac, Mochalito y Mochal.

La Demanda Máxima total es teniendo en consideración las cargas de los equipos y máquinas, que son detallados en la Tabla 1.1

Tabla 1.1: Demanda Máxima

ITEM	DESCRIPCION	POTENCIA INSTALADA (kW)	F.S.	DEMANDA MAXIMA (kW)
1	MOLINO DE BOLAS	177,00	1,00	177,00
2	ELEVADOR (01)	5,50	1,00	5,50
3	TRITURADORA	75,00	1,00	75,00
4	MEZCLADORA(2)	74,00	0,50	37,00
5	PANTALLA	5,50	1,00	5,50
6	CORTADOR	4,00	1,00	4,00
7	CORTADOR DE ARCILLA	1,10	1,00	1,10
8	DISTRIBUIDOR	3,00	1,00	3,00
9	TRANSPORTADOR DE FAJAS(5)	17,00	0,80	13,60
10	TRITURADOR DE CARBON	7,50	0,80	6,00
11	ALIMENTADOR DE CARBON	1,10	0,80	0,88
12	BOMBA DE VACIO	15,00	0,80	12,00
13	EXTRACTOR PARA COCCION	29,84	0,60	17,90
14	MOTOREDUCTORES (4)	1,49	0,50	0,75
15	MOLIENDA DE CARBON	22,38	0,60	13,43
16	MOLIENDA DE LADRILLO	7,46	0,60	4,48
17	EQUIPOS Y MAQUINAS DE TALLER	5,00	0,50	2,50
18	MOLINO DE MARTILLO	20,00	0,60	12,00
19	EXTRACTOR PARA HORNO	10,00	0,80	8,00
20	Alumbrado Planta y Oficinas	1,30	1,00	1,00
DEMANDA MAXIMA TOTAL (kW) :				400,63

DEMANDA MÁXIMA: 400,63 kW

1.1 ANTECEDENTES

La construcción de viviendas en el Perú está en aumento y con ello crece la necesidad de consumibles en esta actividad. Los ladrillos es un consumible importante en la construcción y su demanda por lo tanto se ha incrementado en los últimos años.

Los nuevos proyectos de viviendas dan como resultado la necesidad de la producción de ladrillos en todos los tipos y medidas.

El proyecto se ha desarrollado teniendo en cuenta la siguiente documentación legal por parte de HIDRANDINA S.A.

- Documento de Factibilidad de Suministro Eléctrico y Fijación de Punto de Diseño, según carta No. GC-05317-2008 del 22-08-2008.
- Documento de Conformidad de Proyecto, según carta No. GOHN-3655-2008 del 23-12-08.
- Documento de Conformidad Técnica de la Obra, según carta No. GOHN-1841-2009 del 05-06-09.

Esta documentación se adjunta en el Anexo N°1

1.2 OBJETIVO GENERAL

Es la implementación de un Sistema de Utilización en Media Tensión en 22,9 kV, para suministrar energía eléctrica a la planta de Cerámicos Atlas S.A.C., la cual requiere de dos niveles de tensión en baja tensión; para el funcionamiento de sus máquinas con $460 \pm 18,4$ voltios y para sus equipos

auxiliares como bombas de agua, motores monofásicos, iluminación de la planta y oficinas con $230 \pm 9,2$ voltios; la cual tiene tomando en cuenta los aspectos de disponibilidad y confiabilidad, dentro del marco de la normativa de calidad de energía.

1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) Determinar los materiales y equipos eléctricos necesarios para la construcción del Sistema de Utilización en 22,9 kV y realizar su compra respectiva. Antes de su recepción se efectuarán las pruebas eléctricas y de calidad.
- b) Instalar los materiales y equipos eléctricos, según los procedimientos aprobados por Hidrandina S.A. y el conexionado del sistema eléctrico.
- c) Hacer las Pruebas finales y puesta en servicio, para la cual se obtendrá niveles de tensión de $460 \pm 18,4$ Voltios para el funcionamiento de sus máquinas y de $230 \pm 9,2$ Voltios para el funcionamiento de los equipos auxiliares (bombas, motores monofásicos), oficinas y alumbrado de la planta.

1.4 JUSTIFICACIÓN

La ejecución de este proyecto se debe a la búsqueda de una solución que permitan la disponibilidad de la energía más confiable, de mejor calidad y menor precio, para el funcionamiento de la planta de Cerámicos Atlas S.A.C.

Esto sólo puede garantizarse con la construcción de la línea de 4,921 km. y de la subestación en caseta equipada con sus transformadores y equipos de protección.

Dado que la maquinaria ya estaba instalada, se implementó el sistema de utilización en media tensión 22,9 kV. , el cual está en funcionamiento desde el mes de Junio del año 2009.

1.5 ALCANCES

El alcance del Informe de Suficiencia comprende lo siguiente:

- Implementación de una estructura de concreto la cual contendrá equipos de seccionamiento y del sistema de medición, para el control y la toma de consumo de energía por el concesionario Hidrandina S.A.
- Implementación de la construcción de la línea aérea con postes de concreto y de madera tratada, aisladores, retenidas, puestas a tierra, tendido de conductor de aleación de aluminio para una longitud de 4,921 km.
- Implementación de una subestación en caseta con el equipamiento del sistema de protección, transformación y el tablero general, en el local de Cerámicos Atlas.

Se desarrollaron los siguientes pasos, según el Diagrama de Medios-Fines (ver Anexo N°2):

- Implementación de un Sistema de Utilización en Media Tensión 22,9 kV, para la planta de Cerámicos Atlas S.A.C.,
- Se realizaron pruebas preliminares.
- Luego de cumplido con lo anterior, se realizó la prueba final para comprobar que el sistema de utilización en 22,9 kV, es eficiente y confiable,

al lograr obtener los niveles de tensión de $460 \pm 18,4$ Voltios para las máquinas y $230 \pm 9,2$ Voltios para iluminación y equipos auxiliares.

- La evaluación de la diferencia entre el estándar y lo logrado sea del 4% del nivel de tensión, según lo estipulado por el Código Nacional de Electricidad - Utilización 2011(Regla 050-102).
- No es parte de la ejecución del proyecto:
 - La construcción de la parte civil de la subestación en caseta.
 - El montaje de los circuitos de baja tensión a las máquinas y alumbrado.

1.6 RECURSOS EMPLEADOS

El presente trabajo se ha sido desarrollado con los siguientes recursos:

- Software: Word, Excel, Autocad, DLT Cad.
- Instrumentos de medición: Meohmetro digital 20,000 V, 1000 V, Telurómetro digital, Multitester, Fasímetro.
- Transporte: Camión grúa de 6 Tn, camión, camioneta.
- Herramientas: palas, barretas, Tirfor, tecles, mordazas, porta bobinas, poleas, alicates, desarmadores, llaves.
- Recursos humanos: Ing. Mecánico Electricista, dibujante de autocad, programador, técnicos electricistas y personal obrero de la zona.

- Se han empleado las siguientes normas técnicas:
 - Código Nacional de Electricidad, Suministros 2011
 - Ley de Concesiones Eléctricas N° 25844 y su Reglamento
 - Norma NT-DGE-RD018-2002 – “Norma de Procedimiento para la Elaboración de Proyectos y Ejecución de Obras en Sistema de Distribución y Sistema de Utilización en Media Tensión en Zonas De Concesión de Distribución”.
 - Normas Técnicas de Calidad de los Servicios Eléctricos
 - Reglamento de Seguridad y Salud en el trabajo de actividades eléctricas
 - Norma DGE Terminología en Electricidad y Símbolos Gráficos en Electricidad.
 - Ley de Protección del Medio Ambiente y Protección del Patrimonio Cultural de la Nación.
 - Normas Dirección General de Electricidad, Ministerio de Energía y Minas vigentes.
 - Condiciones Técnicas indicadas en el documento del punto de diseño emitido por Hidrandina S.A.
 - Reglamento Nacional de Edificaciones.
- El Costo de la Obra es de S/. 540,000.00 Nuevos Soles.
- Tiempo de ejecución del montaje electromecánico: 80 días calendarios.

CAPÍTULO II

DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO Y DEL PROCESO PRODUCTIVO

2.1 DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

El producto en nuestro Informe de Suficiencia es el Sistema de Utilización en Media Tensión 22,9 kV, Los elementos básicos que constituyen la Obra, según especificaciones técnicas, metrados y planos son los siguientes:

- a) Implementación de postes de concreto armado centrifugado de 13/3000N, 13/4000 N y postes de madera tratada de 12 metros, clase 6, grupo "D"(zona accidentada). Los postes tienen sus correspondientes elementos para soportar la línea aérea, utilizando ménsulas de concreto y crucetas de madera para los postes de concreto y madera respectivamente.
- b) Los Aisladores son de porcelana tipos PIN corresponden a la clase ANSI 56-3 y poliméricos para la suspensión y/o anclaje para 28 kV. Los primeros se instalaron en estructuras de alineamiento y ángulos de desvío topográfico moderados. En estructuras terminales, ángulos de desvío importantes y retención, se utilizaron aisladores poliméricos de suspensión.
- c) La línea es aérea-subterránea, trifásica, configuración vertical, constituido por conductores de aleación de aluminio AAAC, desnudo, cableado, 7 hilos, sección 50 mm². Para la línea subterránea está constituido por cable de energía tipo seco N2XSY - 30 kV de 50 mm². de sección, cableado, 7 hilos.

d) Las Retenidas se instalaron en las estructuras de retención, con la finalidad de compensar las cargas mecánicas que las estructuras no puedan soportar por sí solas.

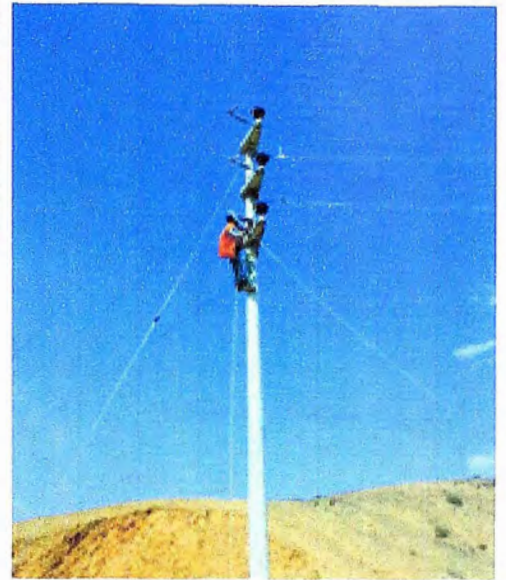
e) Las Puesta a tierra están conformadas por los siguientes elementos:

- Electrodo de Cobre de (5/8")16 mm ϕ x 2,40 m
- Conductor de cobre recocido 35 mm² para bajada a tierra.
- Accesorios de conexión y fijación.

La puesta a tierra, se instalaron en la estructura de medición y para los equipos de transformación instalados en la caseta.

f) Implementación de la subestación en caseta, equipada con un (01) transformador de potencia de 800 kVA, a 1000 msnm, relación de transformación de 22,9/0,46 kV, trifásico, $\text{Cos}\phi = 0,90$ y 60 Hz, con sus accesorios de conexión, un seccionador de potencia bajo carga de 630 A, 24 kV para su seccionamiento y protección. Así mismo para los equipos auxiliares e iluminación se instaló un transformador de 50 kVA, a 1000 msnm, relación de transformación de 460/230 Voltios, trifásico, $\text{Cos}\phi = 0,90$ y 60 Hz.

g) Implementación del sistema de medición que se realiza en Media Tensión a través de un contador de energía Electrónico tipo AIR-L+, ELSTER de 2 sistemas, con trafomix 22,9/0,22 kV, 30-20-15/5 A., de 2 sistemas, los cuales están instalados en la estructura de concreto (ver lámina LMT-02). Los elementos indicados anteriormente, fueron probados por HIDRANDINA S.A. antes de su instalación (Ver ANEXO N° 11).



✓ - LONGITUD 4,291 km.



Ferretería para retenidas

en 54-2 Aislador Polimérico 28 kV



Cable de cobre (P.T.)



Medidor Electrónico



Transformador combinado (Trafomix)



4.62



INSTALACION DE LA SUBESTACION EN CASETA

ESTRUCTURA DE ME

Figura N°2.01: Descripción de los Productos

- h) Implementación de un Tablero General, para su sistema de protección con interruptor termomagnético de caja moldeada regulable de 400-1000 A, el cual está instalado adjunto al ambiente de transformación.
- i) En la figura 2.1, se detalla la descripción de los productos a utilizar en el sistema.

2.2 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO

El proceso productivo del sistema de utilización lo podemos presentar de la siguiente forma:



Figura 2.2: Proceso Productivo del sistema

Inicio de Obra :

Carta del Interesado dirigida al Concesionario dando aviso del propósito de iniciar la obra con una anticipación no menor a siete (7) días útiles, presentando además al Contratista Especialista y al Ingeniero Residente, adjuntando lo siguiente:

- 01 Copia de los proyectos aprobados por Hidrandina S.A.
- 01 Copia del documento de Conformidad de Aprobación del Proyecto.
- Certificado vigente de habilidad profesional del Ingeniero Residente.
- Cronograma actualizado de ejecución de la obra
- Cuaderno de Obra
- Copia de la Póliza de seguro contra accidentes y por trabajo de riesgo (pensiones y salud), del personal que participará en la obra.

El Concesionario dentro del plazo de siete (07) días útiles deberá informar por escrito al Interesado, con copia al Contratista especialista, las condiciones a cumplir para el control de los trabajos y el nombre del Ingeniero Supervisor de obra.

Ejecución de Obra :

El Ingeniero Supervisor designado, podrá solicitar la presencia del Ingeniero Residente de obra y del Interesado para dar apertura al cuaderno de obra.

Durante la ejecución de los trabajos, el Ingeniero Residente deberá comunicar semanalmente por escrito al Concesionario las obras a ejecutar. La falta de tal aviso será interpretado por la Supervisión como que no se realizará el avance de las obras.

El Ingeniero Supervisor efectuará inspecciones de las obras en ejecución en el instante que lo crea conveniente dentro del horario normal de labores del Concesionario. El Ingeniero Residente dará las facilidades respectivas al Ingeniero Supervisor para la realización de la inspección.

Solicita Inspección y Pruebas:

Finalizados todos los trabajos relacionados con la obra, el Contratista Especialista solicitará por escrito al Concesionario programar la fecha de ejecución de las pruebas correspondientes.

Carta del Contratista Especialista solicitando al Concesionario programar el día y hora para efectuar las pruebas correspondientes, adjuntando dos (2) copias del expediente final de construcción

Protocolo de Inspección y Pruebas Eléctricas:

En un plazo no mayor de diez (10) días útiles contados a partir de la presentación de la solicitud, el Concesionario revisará la documentación presentada y realizará el protocolo de inspección y pruebas.

En la fecha y hora fijada para la inspección y pruebas eléctricas, el Contratista Especialista y el Ingeniero Residente deberán disponer los recursos humanos, equipos y herramientas necesarias para llevar a cabo las pruebas con seguridad; también, deben tener las instalaciones preparadas y de fácil acceso para la supervisión.

Suscripción del Acta de Inspección y Pruebas por la Comisión:

Al final de las pruebas se levantará un Acta en el cual se consignará los resultados obtenidos así como las posibles observaciones. El Acta será elaborada por duplicado y estará suscrita por el Ingeniero Residente y el

Ingeniero Supervisor, copia del Acta deberá ser entregada al Ingeniero Residente junto con el expediente de construcción revisado.

Solicita Conformidad de Obra a Hidrandina:

Con el Acta de Pruebas satisfactorias el Interesado en coordinación con el Contratista Especialista, solicitará al Concesionario:

La Conformidad y Puesta en Servicio para el Sistema de Utilización en Media Tensión.

Hidrandina emite la Conformidad de Obra:

Carta del Interesado al Concesionario solicitando emitir el documento de Conformidad y adjuntando lo siguiente:

Cuatro (4) copias del expediente final de construcción, firmado y sellado por el Ingeniero Residente, comprende: Memoria descriptiva. Especificaciones técnicas de equipos y materiales. Planos finales de construcción. Metrado de la obra. Copia del acta de las pruebas efectuadas.

La conformidad de obra, deberá ser efectuada por el Concesionario en un plazo no mayor de cinco (5) días útiles para Sistemas de Utilización en Media Tensión.

Interesado firma contrato y se conecta a la red:

El interesado antes de la puesta en servicio presentó la documentación solicitada por Hidrandina S.A. y coordinó el conexionado en el punto de diseño.

Hidrandina instala el sistema de medición y pone la puesta en servicio:

Después de conectado el sistema de utilización en el punto de diseño, se instaló el sistema de medición en la estructura N°01 (Ver lámina LMT-02), para posteriormente dejar energizado el servicio.

CAPÍTULO III

IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA Y PLANTEAMIENTO DE LA HIPÓTESIS DE TRABAJO

3.1 IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

Considerando que:

- a) Es posible suministrar los Materiales y Equipos.
- b) Es posible instalar los materiales y equipos.
- c) Es posible el conexionado del sistema eléctrico.

Cada uno de los tres puntos anteriores constituye los argumentos que dan pie a la hipótesis.

Se plantea la siguiente hipótesis:

¿ Es factible implementar 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 de manera tal que se disponga los niveles de tensión de $460\pm 18,4$ Voltios para las máquinas y $230\pm 9,2$ Voltios para equipos auxiliares e iluminación?.

La prueba de consistenciado final es obtener los siguientes niveles de tensión en la subestación de la planta de Cerámicos Atlas S.A.C.:

- a) $460\pm 18,4$ Voltios para las máquinas
- b) $230\pm 9,2$ Voltios para equipos auxiliares e iluminación.

3.2 PLANTEAMIENTO DE LA HIPÓTESIS DE TRABAJO

a) Para el suministro de los materiales y equipos:

- Seleccionamos los Materiales y Equipos, según los lineamientos técnicos emitidos por el concesionario y requisitos del interesado.
- Con respecto al financiamiento, el interesado cuenta con el dinero en efectivo para la compra.
- Los equipos fueron probados en fábrica su buen funcionamiento o calidad antes de ser instalados.

b) Instalación de los materiales y Equipos:

- Se elabora un plan de trabajo, el cual se presenta un Cronograma de actividades para ser aprobado por la supervisión de Hidrandina S.A.
- Procedimiento de Instalación, son los lineamientos técnicos de ejecución de cómo se deben efectuar las partidas que figuran en el cronograma, con la aprobación de la supervisión.
- Finalizada las actividades de la obra, se efectuará una Inspección y Pruebas del sistema de utilización con la participación de la supervisión de Hidrandina.

c) Conexionado del Sistema Eléctrico:

- Pruebas Eléctricas con el concesionario, efectuado las pruebas e inspección final de la obra, se procederá a la elaboración del Acta de Inspección y Pruebas la cual será firmada por el Ingeniero Residente y la comisión nombrada por Hidrandina (el Ingeniero Supervisor, Representante de la Gerencia de Distribución y de Clientes Mayores).

- Conformidad de obra, documento emitido por el concesionario después que el interesado lo solicite, presentando el expediente de replanteo.
 - Para el conexionado del sistema eléctrico, el interesado firmará su contrato con Hidrandina y coordinará la programación de la instalación del sistema de medición y conexión en el punto de diseño, finalmente se probará la energización en la subestación del cliente.
- d) Prueba Final, se comprueba que en la planta de Cerámicos Atlas se disponga de lo siguiente:
- $460 \pm 18,4$ Voltios para las máquinas
 - $230 \pm 9,2$ Voltios para los equipos auxiliares e iluminación.

Se presenta el siguiente diagrama de Medios-fines, en el que se muestra el correlato entre los argumentos considerados inicialmente y la hipótesis (ver Anexo N°2).

CAPÍTULO IV

FUNDAMENTO TEÓRICO Y CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

4.1 DEFINICIONES

- **Caserío**

Agrupación existente de viviendas ubicadas en la zona rural, con viviendas distribuidas en forma dispersa a lo largo de una carretera o junto a huertas o chacras.

- **Concesionario de Distribución de Energía Eléctrica**

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

En la zona de concesión donde se instaló el sistema de utilización pertenece a HIDRANDINA S.A.

- **Conexiones de Media Tensión**

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

- **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. 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.

- **Ingeniero Residente**

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

- **Ingeniero Supervisor**

Ingeniero Electricista o Mecánico Electricista, habilitado por el Colegio de Ingenieros del Perú, especializado en la materia, sin impedimento legal para ejercer la profesión, designado por el Concesionario para supervisar la

ejecución de las obras hasta su puesta en servicio.

- **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.

- **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.

- **Sistema de Utilización en Media Tensión**

Es aquel constituido por el conjunto de instalaciones eléctricas de Media Tensión, comprendida desde el punto de entrega hasta los bornes de Baja Tensión del transformador, destinado a suministrar energía eléctrica a un predio. Estas instalaciones pueden estar ubicadas en la vía pública o en propiedad privada, excepto la subestación, que siempre deberá instalarse en la propiedad del Interesado. Se entiende que quedan fuera de este concepto las electrificaciones para usos de vivienda y centros poblados.

- **Suministro Eléctrico (suministro)**

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

- **Usuario**

Persona natural o jurídica que ocupa un predio y está en capacidad de hacer uso legal del suministro eléctrico correspondiente; es el responsable de cumplir con las obligaciones técnicas y económicas que se derivan de la utilización de la electricidad.

- **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.

4.2 BASES DE CÁLCULO

Estas bases definen las condiciones técnicas mínimas para el diseño del Sistema de Utilización aérea en 22,9 kV de tal manera que garantizan los niveles mínimos de seguridad para las personas y las propiedades.

Estas bases se aplicaron en la elaboración de los Estudios de Ingeniería de Detalle ó Definitiva.

El cálculo del Sistema de Utilización en 22,9 kV debe cumplir con las siguientes normas y disposiciones legales:

En la elaboración de estas bases se han tomado en cuenta las prescripciones de las siguientes normas:

- Código Nacional de Electricidad, Suministros 2011
- Ley de Concesiones Eléctricas N° 25844 y su Reglamento
- Norma NT-DGE-RD018-2002 – “Norma de Procedimiento para la Elaboración de Proyectos y Ejecución de Obras en Sistema de Distribución y Sistema de Utilización en Media Tensión en Zonas De Concesión de Distribución”.
- Normas Técnicas de Calidad de los Servicios Eléctricos
- Reglamento de seguridad y salud en el trabajo de actividades eléctricas.
- Norma DGE Terminología en Electricidad y Símbolos Gráficos en Electricidad.
- Ley de Protección del Medio Ambiente y Protección del Patrimonio Cultural de la Nación
- Normas DGE/MEM Vigentes.
- Condiciones Técnicas indicadas en el documento del punto de diseño.
- Reglamento Nacional de Edificaciones.

Punto de Diseño para el Sistema de Utilización en 22,9 kV

El Punto de Diseño para el Sistema de Utilización que suministrará la energía eléctrica a la planta de CERÁMICOS ATLAS S.A.C, fue otorgado por la Empresa Concesionaria HIDRANDINA S.A. desde la estructura existente N° 00101529 perteneciente al AMT TPO006 en 22,9 kV, 60 Hz, ubicada en el Caserío 02 de Mayo, del Distrito de Poroto y Provincia de Trujillo.

4.3 DISTANCIAS MÍNIMAS DE SEGURIDAD

- Separación mínima horizontal o vertical entre conductores de un mismo circuito en los soportes:

Horizontal = 0,70 m

Vertical = 1,00 m

- Distancia mínima entre los conductores y sus accesorios bajo tensión y elementos puestos a tierra:

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

- Distancia horizontal mínima entre conductores de un mismo circuito a mitad de vano:

Sobre la base de un vano de 110 m. para postes de C.A.C., se obtiene la flecha referencial de 1,50 m, con la que calculamos la distancia mínima a medio vano que debe soportar entre conductores (a) mediante la fórmula:

$$a = 0,0076 \text{ kV} + 0,37 (f)^{1/2}$$

$$a = 0,627 \text{ m}$$

- Distancia vertical mínima entre conductores de un mismo circuito a mitad de vano:

Para vanos hasta 100 m. : 0,70 m.

Para vanos entre 101 y 350 m. : 1,00 m.

Para vanos entre 351 y 600 m. : 1,20 m.

- Distancia mínima del conductor a la Superficie del Terreno:

- En lugares accesibles sólo a peatones : 5,0 m.

- En laderas no accesibles a vehículos o personas : 3,0 m.

- En lugares con circulación de maquinaria agrícola : 6,0 m.

- A lo largo de calles y caminos en zonas urbanas : 6,0 m.

- En cruce de calles, avenidas y vías férreas : 7,0 m.

Las distancias mínimas al terreno son verticales y determinadas a la temperatura máxima prevista, con excepción de la distancia a laderas no accesibles, que será radial y determinada a la temperatura en la condición EDS y declinación con carga máxima de viento.

- Distancias mínimas a Terrenos Rocosos o Árboles Aislados:
 - Distancia vertical entre el conductor inferior y los árboles : 2,50m
 - Distancia Radial entre el conductor y los árboles laterales : 0,50m
- Distancias mínimas a edificaciones y otras construcciones:
 - Distancia vertical entre el conductor y cualquier parte del techo o estructura similar, normalmente no accesible, pero sobre la cual pueda pararse una persona. : 4,0 m.
 - Distancia vertical entre el conductor y cualquier techo o estructura similar sobre la que no se pueda parar una persona. : 3,5 m.
 - Distancia radial entre el conductor y paredes a otras estructuras no accesibles : 2,0 m.
 - Distancia radial entre el conductor y parte de una edificación normalmente accesible a personas incluyendo abertura de ventanas, balcones y lugares similares : 2,5 m.

Notas: Las distancias verticales se determinarán a la máxima temperatura prevista.

4.4 CÁLCULOS ELÉCTRICOS

4.4.1 Características Eléctricas del Sistema

a). Condiciones Meteorológicas:

Teniendo las condiciones meteorológicas de la zona las siguientes:

▪ Temperatura mínima	:	10°C
▪ Temperatura Media Anual	:	20°C
▪ Temperatura Máxima	:	38°C
▪ Humedad relativa	:	70-90%
▪ Altitud	:	440-920 m.s.n.m.
▪ Contaminación atmosférica	:	Regular
▪ Tipo de terrenos	:	Rocoso-arcilloso

b). Condiciones Geográficas:

El área del proyecto, en general presenta un relieve topográfico con desniveles significativos, con altitudes de 440 a 920 m.s.n.m.

La zona del área de influencia, que comprende el trazo de ruta de la línea primaria del proyecto; en su gran mayoría es del tipo rocoso-arcilloso.

c). Criterios de Diseño:

De acuerdo a la evaluación correspondiente, se resumen los siguientes criterios:

- El sistema adoptado es el aéreo-subterráneo, trifásico, de tres conductores, dispuestos en una configuración vertical, tal como se indica a continuación:

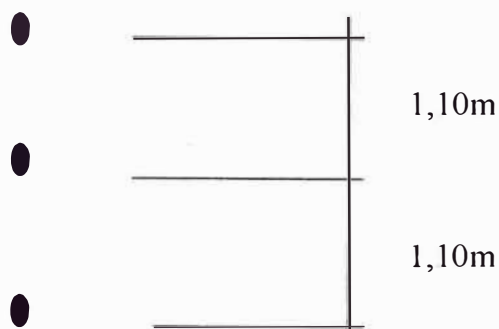


Figura 4.1 Distancia de Separación de Aisladores

▪ Tensión nominal	:	22,9 kV
▪ Tensión máxima de servicio	:	25,0 kV
▪ Frecuencia Nominal	:	60 Hz.
▪ Factor de potencia	:	0,90 (atrazo)
▪ Potencia de cortocircuito mínima	:	250 MVA
▪ Máxima caída de tensión	:	5,0 %
▪ Máxima pérdida de potencia	:	2,0 %
▪ Material del conductor	:	AAAC, N2XSY
▪ Sección del conductor	:	50 mm ² , 50 mm ²

4.4.2 Cálculo de Caída de Tensión:

a) Cálculo de los Parámetros de la Línea Aérea:

a.1) Características del Conductor:

Material	:	Aleación de Aluminio
Tipo	:	AAAC
Sección (mm ²)	:	50
Diámetro exterior(mm)	:	9,10
Número de hilos	:	7
Resistencia 20°C (ohm/km)	:	0,663
Capacidad corriente (A)	:	195
Coeficiente térmico de resistencia 20°C por °C	:	23 x 10 ⁻⁶

Ver Anexo N°5 Catálogo de cables AAAC

a.2) Resistencia:

Se considera que la máxima temperatura de operación del conductor es de 50°C, presentando una resistencia:

$$R_1 = R_{20} [1 + \alpha \Delta T]$$

Donde :

R_1 : Resistencia a la temperatura 50°C

R_{20} : Resistencia a 20°C

α : Coeficiente térmico (0,0036/°C)

ΔT : Diferencia de temperatura (30°C)

Resultado: $R_1 = 0,7346 \text{ ohm/km}$.

a.3) Reactancia inductiva

$$X_L = 0,1736 \text{ Log}(D_m/r_e) \text{ ohm/km}$$

$$D_m = (d_1 \cdot d_2 \cdot d_3)^{1/3} \text{ m.}$$

$$r_e = \sqrt{(S/\pi)} \times 10^{-3} \text{ m}$$

donde:

X_L : Reactancia inductiva (ohm/km)

d_n : Distancia separación de conductor (m)

D_m : Distancia media geométrica (m)

r_e : Radio equivalente del conductor (m)

S : Sección del conductor (mm²)

$$D_m = 1,386 \text{ m.}$$

$$r_e = \sqrt{(50/\pi)} \times 10^{-3} \dots\dots r_e = 0,00399 \text{ m}$$

$$X_L = 0,1736 \text{ Log } \frac{1,3860}{0,00399}$$

Resultados: $R_1 = 0,7346 \text{ ohm/km}$

$X_L = 0,4411 \text{ ohm/km.}$

b) Cálculo de los Parámetros de la Línea Subterránea:

b.1) Características del Conductor:

Tipo	:	N2XSY
Tensión de servicio	:	30
Temperatura operación ($^{\circ}\text{C}$)	:	90
Sección (mm ² .)	:	50
Número de hilos por conductor	:	19
Espesor de aislamiento (mm)	:	8,0
Espesor cubierta de PVC (mm)	:	2,0
Diámetro total exterior(mm)	:	31,90
Peso aproximado (kg/km)	:	1351
Intensidad admisible (A)	:	230

b.2) Resistencia:

Del catálogo de INDECO (ver Anexo 5) obtenemos:

$$R_1 = 0,494 \text{ ohm/km}$$

b.3) Reactancia inductiva

Del catálogo de INDECO (ver Anexo 5) obtenemos:

$$X_L = 0,1711 \text{ ohm/km}$$

Los cables (03) unipolares en formación tripolar, tendidos, agrupados en triángulo.

c) Cálculo de los Factor de Caída de Tensión (K) :

$$K = \frac{(R_1 \text{ Cos } \varnothing + X_L \text{ Sen } \varnothing)}{10 (V_L)^2 \text{ Cos } \varnothing}$$

Donde:

- R_1 : Resistencia del conductor (ohm/km)
 X_L : Reactancia inductiva (ohm/km)
 V_L : Tensión Nominal de la línea (kV)
 $\text{Cos } \emptyset$: Factor de potencia

Tabla 4.1: Factores de Caída de Tensión

TIPO DE CONDUCTOR	SECCION (mm ²)	R _{20°C} (ohm/km)	R ₁ (ohm/km)	X _L (ohm/km)	K (ohm/km)x10 ⁻³
ALEACION AL.	50	0,663	0,7346	0,4411	0,181
N2XSY.	50	0,387	0,4940	0,1711	0,110

d) Cálculo de Caída de Tensión (%):

$$\Delta V = \frac{PL}{10} \frac{R_1 \text{Cos } \emptyset + X_L \text{Sen } \emptyset}{(V_L)^2 \text{Cos } \emptyset} = K \cdot PL$$

Siendo:

- ΔV : Caída porcentual de tensión (%)
 R_1 : Resistencia del conductor (ohm/km)
 X_L : Reactancia inductiva sistema trifásico(ohm/km)
 V_L : Tensión Nominal entre fases (kV)
 $\text{Cos } \emptyset$: Factor de potencia
 P : Potencia (kW)
 K : Factor de caída de tensión
 L : Longitud de tramo de línea (km)

Los cálculos de caída de tensión, se muestra a continuación, según el diagrama unifilar de cargas mostrado en la Figura 4.2 :

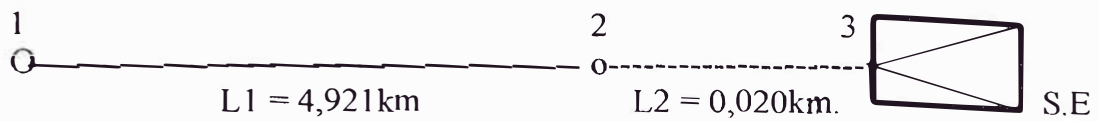


Figura 4.2 Diagrama Unifilar de Carga

TRAMO 1-2: CABLE AAAC – 50 mm²

$$\Delta V_{1-2} = 0,181 \times 10^{-3} (P \times L1) = 0,181 \times 10^{-3} (401 \times 4,921) = 0,357 \%$$

TRAMO 2-3: CABLE N2XY – 50 mm²

$$\Delta V_{2-3} = 0,11 \times 10^{-3} (P \times L2) = 0,11 \times 10^{-3} (401 \times 0,02) = 0,00088 \%$$

$$\Delta V_{TOTAL} = \Delta V_{1-2} + \Delta V_{2-3} = 0,357 + 0,00088 = 0,358 \%$$

La Caída de tensión es:

$$\Sigma \Delta V = 0,358 \% < 5 \%$$

Conclusión:

Los cables seleccionados: AAAC = 50 mm² y N2XSY – 50 mm², cumplen holgadamente las dos condiciones necesarias para su dimensionamiento.

d) Cálculo de Pérdida de Potencia:

Las pérdidas de potencia por ser circuitos trifásicos se calcularán utilizando la siguiente fórmula:

$$P_j = \frac{P^2 (R_l) L}{1000 V_l^2 (\text{Cos}^2 \phi)}, \text{ en kW}$$

- Máxima pérdida de potencia : 2%

Donde :

- P** : Demanda de potencia (kW)
R_L : Resistencia del conductor a la temperatura de operación(ohm/km)
L : Longitud de tramo de línea (km)
V_L : Tensión nominal entre fase(kV)
Cos Ø : Factor de potencia

Reemplazando:

$$P_{J1} = \frac{401^2 (0,7346)(4,921)}{1000 \cdot (22,9)^2 \cdot (0,9)^2} \text{ (cable AAAC - 50 mm}^2\text{)}$$

$$P_{J2} = \frac{401^2 (0,4940)(0,020)}{1000 \cdot (22,9)^2 \cdot (0,9)^2} \text{ (cable N2XSY - 50 mm}^2\text{)}$$

$$P_{JT} = P_{J1} + P_{J2} = 1,368 + 0,0056 = 1,3736$$

$$P_{JT} = 1,3736 \text{ kW.} \quad 0,341 \% < 2,0 \%$$

e) Dimensionamiento del Conductor en Baja Tensión:

e.1) Características del Conductor:

Tipo	:	N2XOH
Tensión de servicio (kV)	:	0,6/1,0
Temperatura operación (°C)	:	90
Sección (mm ²)	:	185
Número de hilos por conductor	:	37
Espesor de aislamiento (mm)	:	1,6
Espesor cubierta de HFFR (mm)	:	1,2
Diámetro total exterior (mm)	:	66,3
Peso aproximado (kg/km)	:	5644
Intensidad admisible (A)	:	575

e.2) Por capacidad de corriente:

$$I_n = P(\text{kVA}) / \sqrt{3} \times V$$

Para transformador 800 kVA:

$$P = 800 \text{ kVA}, \quad V = 460 \text{ Voltios}$$

Reemplazando: $I_n = 1005,28 \text{ A}$.

e.3) Por Caída de Tensión:

$$\Delta V = (\sqrt{3} \times I \times L \times \text{Cos } \emptyset) / 57 \times S$$

Donde:

ΔV : Caída de Tensión (%)

I : Intensidad (A)

L : Longitud del conductor (m.)

S : Sección del conductor (mm^2)

$\text{Cos } \emptyset$: Factor de Potencia

$$\Delta V = (\sqrt{3} \times 1005,28 \times 10,0 \times 0,90) / (57 \times 185)$$

$$\Delta V = 0,742 \text{ V} (0,16 \%) < 4 \%$$

Conclusión:

El calibre del conductor alimentador seleccionado: cable de energía tipo N2XOH de 1 kV. $2(3-1 \times 185) \text{ mm}^2$ para las fases, cumple las dos condiciones para su dimensionamiento.

4.4.3 Cálculo del Sistema de Protección:**a) Cálculo de los Fusibles de Media Tensión:****a.1) Para el Seccionador CUT-OUT (Estructura N°1):**

$$I_n = \text{kVA} / (\sqrt{3} V)$$

4.4.4 Cálculo del Transformador de Potencia:

Para efectos de seleccionar el transformador de potencia a utilizar consideraremos según Tabla N° 1.01 : 400,63kW.

$$P \geq 445,14 \text{ kVA}$$

El propietario compró un transformador de potencia trifásico de 800 kVA, 10-22,9/0,460kV, 60 Hz de frecuencia, 1000 msnm.

4.4.5 Cálculo del Transformador Combinado (TRAFOMIX):

Para efectos de seleccionar los transformadores de corriente se consideró la demanda máxima obtenida de: 400,63 kW:

$$I_n = 400,63 / (\sqrt{3} \times 22,9 \times 0,9), I_n = 11,24 \text{ A}$$

$$I_d = 15 \text{ A.}$$

Los transformadores de Tensión son de 22,9/0,22 kV

<u>RELACION</u>	<u>TENSION</u>	<u>CORRIENTE</u>
• Relación	: 22,9/0,220kV	30-20-15/5 A
• Potencia (VA)	: 2x50	2x30
• Frecuencia (Hz)	: 60	60
• Clase de precisión	: 0,2	0,2
• Montaje	: Exterior	
• Sistemas	: 02	
• Conexión	: Delta Abierto	Delta Abierto

El propietario compró un transformador combinado de 22,9/0,22 kV, 30-20-15/5 A., con relaciones de corrientes mayores para futuras ampliaciones.

4.4.6 Determinación del Nivel de Aislamiento:

Nivel de Aislamiento

La selección del nivel de aislamiento para las instalaciones y equipos del Sistema de Utilización aérea-subterránea del proyecto, se realizó de acuerdo a la Norma IEC Publicación 71-1, 1976 y a las características propias de la zona en la que se ubicaran dichas instalaciones.

Condiciones de Diseño:

Tensión Nominal de servicio	: 22,9 kV
Máxima Tensión de Servicio	: 25 kV (*)
Altura máxima del área del proyecto	: 920 m.s.n.m.
Nivel de contaminación ambiental del área del proyecto	: media

Selección del Aislador

Criterios para la selección del nivel del aislamiento

Los criterios que se tomaron en cuenta para la selección del aislamiento son las siguientes:

- Sobretensiones atmosféricas
- Sobretensiones a frecuencia industrial en seco
- Contaminación ambiental

En la Tabla 4. 2 se muestran los niveles de aislamiento que se aplican a la línea primaria en condiciones normalizadas.

TABLA 4.2: Niveles de Aislamiento en condiciones Estándar

Tensión nominal entre fase (kV)	Tensión máxima entre fases (kV)	Tensión de sostenimiento a onda 1,2/50 entre fases y fase a tierra (kVp)	Tensión de sostenimiento a frecuencia industrial entre fases y fase – tierra (kV)
22,9	25	125	50

Factor de corrección

Los niveles de aislamiento consignado en el Tabla N° 4.02 son válidos para condiciones atmosféricas estándares, es decir, para $1013 \times 10^5 \text{ N/m}^2$ y 20°C .

Según las recomendaciones de la norma IEC 71-1, para instalaciones situadas a altitudes superiores a 1000 msnm. y para una temperatura de servicio que tenga un valor máximo que supere los 50°C , la tensión máxima de servicio deberá ser multiplicada por un factor de corrección igual a:

$$F_h = 1 + 1,25(H - 1000) \times 10^{-4}$$

Donde:

H : Altitud sobre el nivel del mar, en m.

Para el caso de los sistemas eléctricos en análisis, no se considerará el Factor de Corrección por temperatura, debido a que las altitudes de las instalaciones a ser remodeladas se encuentran por debajo de los 1000 m.s.n.m.

Contaminación ambiental

Para la verificación del adecuado comportamiento del aislamiento frente a la contaminación ambiental se toma como base las recomendaciones de la Norma IEC 815 "GUIDE FOR THE SELECTION OF INSULATORS IN

RESPECT OF POLLUTED CONDITIONS”, norma que se puede apreciar en el Anexo 03, correspondiente a la selección de aisladores.

De acuerdo a las mencionadas recomendaciones se ha definido cuatro niveles de contaminación:

- ✓ Nivel Ligero
- ✓ Nivel Medio
- ✓ Nivel Pesado
- ✓ Nivel Muypesado

La Tabla I, de la Norma IEC 815, describe la forma aproximada de los medios ambientes típicos de cada nivel de contaminación.

A cada nivel de contaminación descrito, en la Tabla I, le corresponde una línea de fuga específica mínima, en mm por kV (fase - fase), relativa a la máxima tensión de servicio.

La Tabla II de la Norma IEC 815, muestra los niveles de contaminación y las distancias de fuga que deben aplicarse.

La mínima longitud de un aislador rígido tipo pin ó aislador polimérico para suspensión conectado entre fase y tierra, se determinará de acuerdo al nivel de contaminación del lugar, usando la siguiente relación:

Máxima longitud de fuga = mínima longitud de fuga específica (Tabla II) x máxima tensión de servicio entre fases corregida por altitud

La relación aplicada es la siguiente:

$$L_{fuga} = L_{fu} \times U_{max} \times F_h$$

Donde:

- L_{fuga} : Longitud de fuga fase- tierra requerida en [mm]
 L_{fu} : Longitud de fuga unitaria específica en [mm/kV ϕ - ϕ]
 U_{max} : Tensión máxima de servicio en [kV]
 F_h : Factor de corrección por altitud

Esta solicitud determina la longitud de la línea de fuga fase – tierra requerida en el aislamiento.

En el área del proyecto, se encuentra con altitudes de 440-920 m.s.n.m., no expuesta a descargas atmosféricas y frecuentes lluvias, lo que contribuye a la no limpieza periódica de los aisladores.

Según la Tabla II, Nota, de la Norma IEC 815, para zonas de nivel de contaminación media, como es el caso, en la zona del proyecto, la distancia de fuga unitaria específica es de 20 mm/kV.

Los resultados de los cálculos efectuados se muestran en el Anexo N° 3, aquí en la Tabla 4.3 se muestra un resumen de dichos resultados:

TABLA 4.3: Aislamiento Requerido por Contaminación

Zona	Altitud msnm	Fh	mm/kV ϕ - ϕ	Umax kV	Lfuga mm
I	<= 1000	1,00	20	25	489

En la Tabla 4.4, se muestran los resultados obtenidos con respecto a la selección de los aisladores.

TABLA 4.4: Selección de Aisladores

REQUERIMIENTOS	VALOR CACULADO	AISLADORES	
		TIPO PIN CLASE 56-3	POLIMERICICO 28 kV
Altitud msnm	≤ 1000 m	TODO	TODO
Long. Linea de fuga(mm)	214	533	702
Aislamiento necesario por sobretensiones a frecuencia industrial en seco V_{fi} (kV)	28	80	114
Aislamiento necesario por sobretensión al impulso V_i (kV)	75	200	187

De la Tabla 4.4 se concluye que para el sistema de utilización se utilizará los siguientes aisladores:

- ✓ Aislador de Porcelana Tipo Pin Clase 56-3
- ✓ Aislador Polimérico Tipo Suspensión 28 kV

4.4.7 Selección y Configuración del Sistema de Puesta a Tierra.

a) Finalidad:

Establecer los criterios para el dimensionamiento de las puestas a tierra en la Línea Primaria y Subestación de Distribución con la finalidad de conducir y/o dispersar en el suelo, diversos tipos de corrientes eléctricas, cumpliendo los objetivos de seguridad y evacuación de corrientes:

- Evitar voltajes peligrosos entre la infraestructura de superficie y el suelo con fines de protección de las personas y equipos.
- Proporcionar un camino que facilite el paso de la corriente, propiciando un circuito conductor / dispersor de baja impedancia, para permitir la

correcta operación de la protección, dispersión rápida de elevadas corrientes.

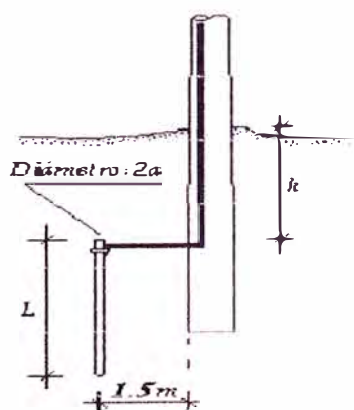
b) Generalidades :

El diseño de puesta a tierra de las Subestaciones garantiza el valor máximo de resistencia; el mismo criterio se adopta en los puntos donde se instalen equipos seccionadores.

El diseño de la configuración y el dimensionamiento del sistema de puesta a tierra se efectuaron teniendo en consideración la medición de resistividad del terreno, cuyo valor determina la resistencia de difusión de puesta a tierra que no debe superar los 25 Ohmios.

c) Configuración de la Puesta a Tierra:

Se ha previsto que las puesta a tierra estarán conformadas por varillas de cobre de 16 \varnothing mm x 2400 mm (5/8" \varnothing x 2400) y conductor cableado de cobre desnudo de 35 mm² de sección para la bajada.



Para esta disposición, la resistencia de puesta a tierra es:

$$R = \frac{\rho}{2\pi L} \frac{\ln(2(L+h))}{\sqrt{(h^2 + a^2) + h}} \text{ Ohms}$$

Figura 4.3 Puesta a tierra

Donde:

- R : Resistencia del pozo a tierra (ohm)
 L : Longitud de la varilla (m)
 h : Altura de empotramiento de la varilla (m)
 a : Radio de la varilla
 ρ : Resistividad del terreno (ohm.m)

En el Anexo N° 4 se muestra los valores de puesta a tierra calculados de acuerdo a la resistividad eléctrica del terreno.

d) Conclusión:

d.1) La configuración propuesta de puestas a tierra se encuentra en el detalle de armados con la siguiente denominación:

PT-1 : Puesta a tierra con 1 varilla.

PT-2 : Puesta a tierra solo con espiral.

d.2) Considerando que el valor máximo de la Resistencia Eléctrica debe ser 25 Ohmios, las puestas a tierra tipo varilla, para todos los casos se instalaron con un solo electrodo. El valor de la resistencia eléctrica disminuyó con el tratamiento del terreno previsto, con bentonita sódica.

4.5 CÁLCULO MECÁNICO DEL CONDUCTOR

4.5.1 Consideraciones de Diseño

Estos cálculos tienen el objetivo de determinar las siguientes magnitudes relativas a los conductores de líneas primarias aéreas en todas las hipótesis de trabajo:

Los cálculos mecánicos se basan en las indicaciones de la Norma RD-018-2003-EM, de acuerdo a las condiciones ambientales de la zona y de las

zonificaciones consideradas en el Código Nacional de Electricidad – Suministro 2011.

4.5.2 Características de los Conductores Normalizados

a) Material de los Conductores:

Los conductores para líneas primarias aéreas son de aleación de aluminio (AAAC), fabricados según las prescripciones de las normas NTP 370.258, ASTM B398 M, ASTM B399M o IEC 1089.

b) Características Mecánicas de los Conductores de Aleación de Aluminio Normalizados:

TABLA 4.5: Características Mecánicas del conductor

Sección mm ²	Nº Hilos	Diámetro mm	Diámetro de alambre mm	Masa N / m	Módulo de Elasticidad Final N /mm ²	Coefficiente de Expansión Térmica (1/°C)	Carga Rotura N/mm ²
50	7	9,1	3,02	1,344	60820	$2,3 \times 10^{-5}$	280,17

4.5.3 Esfuerzos máximos en el Conductor

a) Esfuerzos del Conductor en la Condición EDS:

Las Normas Internacionales y las Instituciones vinculadas a la investigación respecto al comportamiento de los conductores, recomiendan que en líneas con conductores de aleación de aluminio sin protección antivibrante los esfuerzos horizontales que se tomarán de modo referencial, serán los siguientes:

- En la condición EDS inicial : 18% del esfuerzo de rotura del conductor.

- En la condición EDS final es el 15% del esfuerzo de rotura del conductor.

b) Esfuerzos Máximos en el Conductor:

Los esfuerzos máximos en el conductor son los esfuerzos tangenciales que se producen en los puntos más elevados de la catenaria. Para los conductores de aleación de aluminio no deben sobrepasar el 60% del esfuerzo de rotura, es decir 168,10 N/mm².

Para este estudio se ha considerado el 50 % del esfuerzo de rotura es decir 140,10 N/mm².

Los máximos esfuerzos permisibles en los conductores, de acuerdo a las Normas indicadas son:

TABLA 4.6: Esfuerzos Máximos del conductor

CONDUCTORES	Sección de Conductor AAAC. 50 mm ²
Esfuerzo de Rotura Nominal (N/mm ²)	280,08
Esfuerzo EDS – Inicial (N/mm ²)	50,43
Esfuerzo EDS - final (N/mm ²)	42,03
Esfuerzo máximo admisible (N/mm ²)	140,10

c) Hipótesis de Estado de los Conductores:

Las hipótesis de estado para los cálculos mecánicos del conductor se definen sobre la base de los siguientes factores:

- Velocidad de viento
- Temperatura
- Carga de hielo

Sobre la base de la zonificación y las cargas definidas por el Código Nacional de Electricidad, se consideran las siguientes hipótesis:

Hipótesis 1 : Condición de mayor duración (EDS inicial)

Temperatura	:	18 [°C]
Velocidad de viento	:	0 [km/h]
Espesor del Hielo	:	0 [mm]
Esfuerzo EDS (AAAC)	:	18 [%] (50,43 N/mm ²)

Hipótesis 2 : Condición de Operación

Temperatura	:	20,0 [°C]
Velocidad de viento	:	00,0 [km/h]
Espesor del Hielo	:	00,0 [mm]
Tiro Máximo Final	:	25,0 [%]

Hipótesis 3 : Condición de máxima velocidad de viento

Temperatura	:	15,0 [°C]
Velocidad de viento	:	70,0 [km/h]
Espesor del Hielo	:	0,0 [mm]
Tiro Máximo Final	:	50,0 [%]

Hipótesis 4 : Condición de mínima Temperatura

Temperatura	:	10,0 [°C]
Velocidad de viento	:	00,0 [km/h]
Espesor del Hielo	:	00,0 [mm]
Tiro Máximo Final	:	50,0 [%]

Hipótesis 5 : Condición de máxima Temperatura (*)

Temperatura	:	50,0 [°C]
-------------	---	-----------

Velocidad del viento	:	0,0 [km/h]
Espesor del Hielo	:	0,0 [mm]
Tiro Máximo Final	:	50,0 [%]

(*) : Para esta hipótesis la Temperatura Máxima del Ambiente es de 38°C, considerando el fenómeno CREEP (10 °C) obtenemos 48°C, para efectos de cálculo asumiremos 50°C.

d) Fórmulas Consideradas:

1. Ecuación de cambio de estado

$$T_{02}^3 - [T_{01} - \frac{d^2 E W_{R1}^2}{24 S^2 T_{01}^2} - \alpha E (t_2 - t_1)] T_{02}^2 = \frac{d^2 E W_{R2}^2}{24 S^2}$$

2. Esfuerzo del conductor en el extremo superior derecho:

$$T_D = T_0 \cosh \left(\frac{X_D}{p} \right)$$

3. Esfuerzo del conductor en el extremo superior izquierdo

$$T_I = T_0 \cosh \left(\frac{X_I}{p} \right)$$

4. Angulo del Conductor Respecto a la Línea Horizontal, en el Apoyo derecho:

$$\theta_D = \cos^{-1} (T_0/T_D)$$

5. Angulo del Conductor Respecto a la Línea Horizontal, en el Apoyo izquierdo:

$$\theta_I = \cos^{-1} (T_0/T_I)$$

6. Distancia del Punto más bajo de la catenaria al Apoyo Izquierdo

$$X_I = -p \left[\sinh^{-1} \left(\frac{h/d}{\sinh(d/p)} \right) - \operatorname{tg} h^{-1}(\cosh(d/p) - 1) \right]$$

$$\left(\operatorname{Sen}^2 h(d/p) - (\operatorname{Cos} h(d/p) - 1)^2 \right)^{1/2} \quad \sinh(d/p)$$

7. Distancia del Punto más bajo de la catenaria al apoyo derecho

$$XD = d - XI$$

8. Longitud del Conductor

$$L = \sqrt{(2 p \sinh (d/2p))^2 + h^2}$$

9. Flecha del Conductor en terreno sin desnivel

$$f = p (\cosh (d/2p) - 1)$$

10. Flecha del Conductor en terreno desnivelado:

$$f = p \left[\cosh \left(\frac{XI}{p} \right) - \cosh \left(\frac{d}{2} - \frac{XI}{p} \right) \right] + \frac{h}{2}$$

11. Saeta del Conductor

$$s = \frac{p (\cosh \left(\frac{XI}{p} \right) - 1)}{p}$$

12. Carga Unitaria Resultante en el Conductor

$$WR = \sqrt{[Wc + 0,0029 (\phi + 2c)]^2 + \frac{[Pv (\phi + 2c)]^2}{1000}}$$

$$Pv = 0,041 (Vv)^2$$

13. Vano - Peso

$$Vp = X_D(i) + X_I(i+1)$$

14. Vano - Medio (Vano - Viento)

$$VM = \frac{d_i + d(i+1)}{2}$$

15. Vano Equivalente

La fórmula del vano equivalente en este caso es:

$$V_{eq} = \sqrt{\frac{\sum di^3 \cos \Psi}{\sum (di / \cos \Psi)}}$$

e) **Simbología:**

T_{01}	: Esfuerzo horizontal en el conductor para la condición 1, en N/mm^2
T_{02}	: Esfuerzo horizontal en el conductor para la condición 2, en N/mm^2
d	: Longitud del vano en m
E	: Módulo de Elasticidad final del conductor, en N/mm^2
S	: Sección del conductor, en mm^2
W_c	: Peso del conductor, en N/m
t_1	: Temperatura del conductor en la condición 1
t_2	: Temperatura del conductor en la condición 2
α	: Coeficiente de expansión térmica, en $1/^\circ C$
h	: Desnivel del vano, en m
p	: Parámetro del conductor, en m
ϕ	: Diámetro del conductor, en m
P_v	: Presión de viento, en Pa
C	: Espesor de hielo sobre el conductor, en m
V_v	: Velocidad de viento, en km/h

Los vanos equivalentes en nuestra línea es: 24,71 ,86,9 , 90,23 , 94,50 , 108,70 , 110 m.

El cálculo mecánico se realiza utilizando el método de cálculo con las formulas exactas, cuyos resultados se muestran en el **Anexo N° 5**.

Conclusiones:

- El conductor a utilizar será el de aleación de aluminio AAAC de 50 mm^2 .

4.6 CÁLCULO MECÁNICO DE ESTRUCTURAS

4.6.1 Objetivo

Estos Cálculos tienen por objeto determinar las cargas mecánicas en postes, cables de retenida y sus accesorios, de tal manera que en las condiciones más críticas, no se supere los esfuerzos máximos previstos en el Código Nacional de Electricidad Suministro 2011.

4.6.2 Cálculo Mecánico de Postes

a) Material de los Postes:

Los Soportes están conformados por postes con las siguientes características:

Características de postes de Concreto Armado

- Longitud(m)	13,0	13,0
- Carga de trabajo a 0,15m de la punta(N)	3000	4000
- Diámetro en la cabeza (mm)	165	165
- Diámetro en la base(mm)	360	360

Características de postes de Madera Tratada

- Longitud(m)	12,0
- Clase	5
- Diámetro en la cima (mm)	14,3
- Diámetro en la línea de empotramiento (cm)	14,9
- Carga de rotura del poste en la cima (N)	8437
- Esfuerzo máximo a la flexión (MPa)	40

b) Factores de Seguridad

Los factores de seguridad mínimas respecto a las cargas de rotura son las siguientes:

En condiciones normales

- Poste de Concreto : 2,0
- Poste de Madera : 2,2
- Ménsula de Concreto : 2,0
- Cruceta de Madera : 4,0
- Cable de Retenida : 2,0

Los factores de seguridad mínimos consignados son válidos tanto para cargas de deflexión y la compresión del poste (pandeo).

c) Cargas Actuantes sobre las Estructuras:

- **Alineamiento**

- Presión de viento sobre postes y conductores.
- Tiro resultante de los conductores.

- **Ángulo**

- Presión de viento sobre postes y conductores.
- Tiro resultante de los conductores de acuerdo al ángulo.

- **Terminal**

- Presión de viento sobre postes y conductores.
- Tiro máximo longitudinal de los conductores.

d) Hipótesis para el cálculo de estructuras:

Condiciones Normales:

- Conductores sanos
- Esfuerzos del conductor en condiciones de máximos esfuerzos

Condiciones Anormales:

- El conductor de la fase superior roto

- Carga longitudinal = 50% del esfuerzo del conductor
- Esfuerzos del conductor en condiciones de máximos esfuerzos

En la siguiente figura, se observa el diagrama de fuerzas del conductor y del poste, en él se muestra la fuerza que ejerce la presión del viento sobre el poste y las fuerzas transversales que ejercen los conductores sobre el poste debido a su tiro y a la presión del viento sobre ellos.

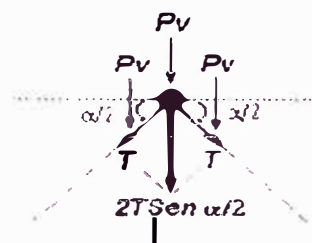


Figura 4.4: Diagrama de Fuerzas de Conductores

e) Formulas Aplicables:

El cálculo mecánico de las estructuras se basa en las siguientes fórmulas:

Momento debido a la carga del viento sobre los conductores:

$$MVC = (Pv) (d) (\phi_c) (\sum hi) \text{Cos} (\alpha/2)$$

Momento debido a la carga de los conductores:

$$MTC = 2 (Tc) ((\sum hi) \text{Sen} (\alpha/2))$$

Momento debido a la carga de los conductores en estructuras terminales:

$$MTR = Tc ((\sum hi))$$

Momento debido a la carga del viento sobre la estructura

$$MVP = [(Pv) (hl)^2 (Dm + 2 Do)] /600$$

Momento debido al desequilibrio de cargas verticales

$$MCW = (Bc) [(Wc) (d) (Kr) + WCA + WAD]$$

Momento total en estructura de alineamiento, sin retenida:

$$MRN = MVC + MTC + MCW + MVP$$

Momento total en estructuras terminales

$$MRN = MTC + MVP$$

Esfuerzo del poste de madera en la línea de empotramiento, en hipótesis de condiciones normales:

$$R_H = \frac{MRN}{3,13 \times 10^{-5} \times C^3}$$

Carga crítica en el poste de madera debida a cargas de compresión:

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 E I}{(kl)^2} \quad l = \frac{\pi Dm^3 D_0}{64}$$

Deflexión Máxima del Poste de Madera:

$$\delta(\text{cm}) = \frac{MRN}{3 E I} \leq 4,0\%$$

Carga en la punta del poste de concreto, en hipótesis de condiciones normales:

$$Q_N = \frac{MRN}{(hl - 0,15)}$$

El Modulo de Elasticidad para el poste de Concreto se consideró el siguiente valor:

$$E_c = 25\,000,00 \text{ N/mm}^2.$$

Esfuerzo a la flexión en crucetas de madera:

$$R_c = Ma/W_s$$

$$W_s = b(hc)^2/6$$

$$Ma = (\sum Q_v)(Bc)$$

f) Simbología :

- P_v : Presión del viento sobre superficies cilíndricas, en Pa
- d : Longitud del vano-viento, en m
- T_c : Carga del conductor, en N
- φ_c : Diámetro del conductor, en m
- α : Angulo de desvío topográfico, en grados

Do	:	Diámetro del poste en la cabeza, en cm
Dm	:	Diámetro del poste en la línea de empotramiento, en cm
hl	:	Altura libre del poste, en m
hi	:	Altura de la carga i en la estructura con respecto al terreno, en m
hA	:	Altura del conductor roto, respecto al terreno, en m
Bc	:	Brazo de la cruceta, en m
Rc	:	Factor de reducción de la carga del conductor por rotura:0,5(según Código Nacional Eléctrico)
We	:	Peso del conductor, en N/m
WCA	:	Peso del aislador tipo Pin, en N
WAD	:	Peso de un hombre con herramientas, igual a 1000 N
C	:	Circunferencia del poste en la línea de empotramiento en cm
E	:	Módulo de Elasticidad del poste, en N/cm ²
I	:	Momento de inercia del poste en el empotramiento, en cm ⁴
k	:	Factor que depende de la forma de fijación de los extremos del poste
hc	:	Lado de cruceta paralelo a la carga, en cm
b	:	Lado de cruceta perpendicular a la carga, en cm
ΣQV	:	Sumatoria de cargas verticales, en N (incluye peso de aislador, conductor y de 1 hombre con herramientas). = 1000 N

Ver resultados de cálculos mecánicos de estructuras en el **ANEXO N° 6**.

4.6.3 Cálculo de Ménsulas de Concreto

Se indican las cargas en los tres ejes de las ménsulas:

$$\text{Carga Vertical: } P = L \times Wc + p' + p$$

Donde:

L : Vano (m)

Wc : Peso propio del conductor (N/m)

p' : Peso de aisladores y ferretería (N)

p : Peso del operario con herramientas (N)

$$P = 110 \times 1,344 + 300 + 1000 \implies P = 1447,84 \text{ N}$$

Carga Longitudinal:

$$T = 2 \sigma S \text{ Sen}(\varnothing/2) + P \text{ v.d.L.} \text{ Cos}(\varnothing/2) \times 10^{-3}$$

$$T = 663,33 \text{ Sen}(\varnothing/2) + 11,73 \text{ Cos}(\varnothing/2)$$

Donde:

σ : Esfuerzo en los conductores (N/mm^2)

S : Sección del conductor (mm^2)

\varnothing : Ángulo de la línea

L : Vano (m)

\varnothing	5°	10°	15°	20°	30°	40°
(N)	81,90	1243,52	1795,62	2334,09	3353,74	4271,47

Carga horizontal o transversal al eje de la ménsula, según el Código Nacional

Eléctrico debe soportar cualquier carga desequilibrada no menor de 2000 N.

Se usarán ménsulas de 0,80 m de longitud nominal con cargas de trabajo:

Tiro longitudinal : 2500 N

Tiro vertical : 1500 N

Tiro transversal : 1500 N

M/0,80/2500

Conclusiones:

Los postes de C.A.C. a utilizar según cálculo será para alineamiento 13m/3000N/165/360 mm y para los de anclaje y terminal serán 13m/4000N/165/360mm.

- Las ménsulas serán de c.a.v. de 0,80m/2500/1500/1500 N.

4.6.4 Consideraciones para las Retenidas**a) Los Factores de seguridad:**

El factor de seguridad en Condiciones Normales	2,0
El factor de seguridad en Condiciones Anormales	1,5

El ángulo formado entre la retenida y el poste en retenidas inclinadas no deberá ser menor de 37° por cuestiones de espacio.

La resistencia mecánica de los elementos que componen la retenida no serán menores que la requerida por el cable de acero de la retenida, incluyendo el aislador tensor tipo nuez.

b) Método de Cálculo de Retenidas:

Cuando las cargas que se aplican a los postes sean mayores a las que éstos puedan resistir, entonces se emplearán retenidas, quedando así el poste sujeto únicamente a esfuerzos de compresión. Determinar las características del cable de las retenidas a usarse en las estructuras de ángulo y fin de línea es la finalidad de este ítem.

Las dimensiones del bloque son: 0,5 x 0,5 x 0,2 m con densidad de: 21582 N/m³, el peso del bloque se sumará al contenido del volumen de tierra; por lo que se obtiene que será necesaria la aplicación de una fuerza de 44643,35 N

para lograr mover el bloque de anclaje; antes de que eso ocurra se rompería el cable de acero, por lo que se concluye que la cimentación está preparada para soportar cualquier exigencia de la retenida.

c) Armadura de refuerzo:

Se colocará un acero mínimo según se especifica el ACI y el RNC, que es $A_s = 0,0018 \times b \times c = 0,0018 \times 40 \times 20 = 1,44 \text{ m}^2$ que es el área de acero mínimo requerido.

Si consideramos tres fierros de $\frac{1}{2}$ " ϕ , el área es de $(3 \times \pi \times 12) / 4 = 2,35 \text{ cm}^2 > 1,44 \text{ cm}^2$ (malla de fierro de $\frac{1}{2}$ " ϕ @ 20 cm) OK. Sin embargo la zona más vulnerable resulta ser aquella donde el dado trabaja en tracción, posibilitándose en la misma una falla de punzonamiento por efecto de la varilla de anclaje.

Debido a ello es conveniente considerar un refuerzo de modo biaxial con un espaciamiento a cada 10 cm, por lo que ya no solo serán tres fierros, sino cuatro.

Siguiendo la recomendación del RNC, el recubrimiento es de 7,5 cm (arriba) toda vez que esta es la zona a flexión, en la parte de abajo queda $:20 - 7,5 = 12,5$ cm.

Los datos para el cálculo de anclaje son:

Bloque de anclaje	50 x 50 x 20 cm
Máxima Carga de trabajo del cable de acero	15 460 N.
Inclinación de la varilla (α) con la vertical	37°

Ángulo de deslizamiento de la tierra (θ)	31,5°
Peso específico del terreno (ρ_{esp})	16,00 kN/m ³ .

En el **Anexo N° 6**, se encuentran los cálculos mecánicos para todas los tipos de postes y armados considerados en el diseño del Proyecto.

Conclusiones:

- Los Detalles de la configuración para cada uno de los casos se adjuntan en los planos de detalle correspondientes (Retenida Inclinada).
- Las retenidas serán aisladas y llevarán un protector denominado guardacable.

4.7 CALCULO DE CIMENTACIÓN DE POSTE

El cálculo de la cimentación de postes se utiliza para dimensionar los dados de concreto que cimentarán a los postes de líneas primarias. El material a utilizar será concreto y la longitud de empotramiento estará dado por :

$$h_e = \frac{H}{10} + 0,30$$

Donde :

H Altura total del poste en metros.

he Altura de empotramiento.

Los postes de concreto serán izados, sobre un solado de 10 cm de espesor como mínimo, en las zonas de gran humedad se utilizarán dados de concreto en forma de un cono truncado para darles estabilidad debido a que el tipo de

suelo en cierta zona es arcillo-limoso, la longitud de empotramiento recomendable, según los cálculos es de 1,60 metros para los postes de concreto armado centrifugado, de 13 metros de longitud.

El método a utilizar es el de Sulzberger, el cálculo consiste en obtener el momento de vuelco en el poste debido a las fuerzas en la punta y compararlo con el momento que ejerce el suelo sobre la cimentación.

Éste último debe ser mayor que el primero para las dimensiones del dado elegidas. Las fórmulas a utilizar son las siguientes:

Momento de vuelco:

$$M = F_p \times \left(h + \frac{2}{3} t \right)$$

Momento del suelo:

$$M = \left(c_t \times \frac{a}{36} \times h^3 \times \tan \alpha + 0,4 \times P \times d \right) / K$$

Donde:

M	Momento (N-m)
F _p	Fuerza a 10 cm de la punta del poste (N)
h	Altura útil del poste (m)
t	Altura del dado de concreto (m)
c _t	Coefficiente del terreno (N/m ³)
d	Ancho y espesor del bloque de concreto (m)
α	Ángulo de giro del dado de concreto (°)
P	Peso del poste más bloque más conductores más peso extra (N)

K Coeficiente de seguridad

En general los postes de concreto pueden ir apoyados directamente en el terreno, pero para la fuerza vertical (peso del poste, peso total de conductores y pesos extra), se requiere una base de cimentación de una losa de concreto de resistencia mínima de $f'c=1000$ N/cm² y de un espesor de 4" (10 cm), recomendando tipo circular de 0.80 m. de diámetro.

Ver resultados de cálculos en el **ANEXO N° 7**.

Conclusiones:

- Los postes de concreto pueden ir apoyados directamente en el terreno, pero para la fuerza vertical (peso del poste, peso total de conductores y pesos extra), se requiere una base de cimentación (solado) de una losa de concreto de resistencia mínima de $f'c=1000$ N/cm² y de un espesor de 4" (10 cm), recomendando tipo circular de 0.80 m. de diámetro.
- La cimentación de los postes será con mezcla de concreto de relación 1 a 8 (cemento-hormigón) con 30% de piedra mediana y tendrá las medidas 0,90x0,90x1,60 m.

4.8 CÁLCULO DE CIMENTACION DE RETENIDAS

La fuerza que actúa sobre el cable de retenida deberá ser contrarrestada por el peso del terreno contenido en un tronco pirámide, donde la base inferior es la correspondiente a la del bloque de anclaje, más el peso del bloque mismo.

Las dimensiones mínimas del bloque de anclaje, considerando un coeficiente de seguridad de 2 deberán ser tales que cumplan con las siguientes condiciones:

-Bloque de concreto	0,50 x 0,50 x 0,20 m
-Varilla de anclaje	5/8" Ø
-Máximo tiro que soporta la retenida (Tr)	15800 N
-Inclinación de la varilla	37°(con la vertical)
-Peso específico del terreno (r)	16000 N/m
-Ángulo de Talud	36°

$$V = \frac{h}{3} [(B + 2C)^2 + B^2 + r (B + 2C)^2 B^2]$$

Considerando:

$$C = 0,7 h$$

$$V = B^2 h + 1,4 B h^2 + 0,65 h^3$$

$$B = 0,50 m$$

$$V = 0,25 h + 0,7 h^2 + 0,65 h^3$$

Sabemos que:

$$V = \frac{Tr}{r} = \frac{15800}{16000} = 0,99 m^3 \quad \text{Luego: } h = 0,805 m$$

$$L = \frac{h}{\text{Sen } 36^\circ} = \frac{0,805}{\text{Sen } 36^\circ} \quad L = 1,37 m$$

Longitud mínima que tendrá la varilla hasta el nivel del terreno.

Elegimos: $L = 2,40 m$

En el **ANEXO N° 08** se muestra el cálculo de la cimentación de las Retenidas.

Conclusiones:

La varilla de anclaje serán de F°G° de 5/8" Ø x 2,40 m. de longitud, tendrá un extremo con ojo acanalado de aproximadamente 2" de diámetro y el otro extremo irá roscado en una longitud de 10 mm(4") con su respectiva tuerca.

El bloque de concreto será con mezcla de 2500 N. por m³ y de 50 x 50 x 20 cm., tendrá en su parte central un agujero de 7/8" de diámetro para sujetar el bloque con la varilla de anclaje.

CAPÍTULO V

DESARROLLO DE LA SOLUCIÓN DEL PROBLEMA

La solución al problema es implementar un suministro de energía eléctrica desde las instalaciones de la concesionaria Hidrandina S.A., para lo cual se logró con la conformación de un Sistema de Utilización en Media Tensión 22,9 kV, desde el punto de diseño de la Estructura de Media Tensión perteneciente al AMT TPO006 en 22,9 kV, 60 Hz, ubicada en el Caserío 2 de Mayo, del Distrito de Poroto y Provincia de Trujillo, hasta la Sub-estación en Caseta ubicado dentro de la propiedad.

5.1 SUMINISTRO DE LOS MATERIAL Y EQUIPOS

5.1.1 Selección de Materiales y Equipos

Las presentes especificaciones técnicas, delimitan las características mínimas que cumplen los equipos y materiales que se suministraron para las redes de distribución de Energía Eléctrica.

5.1.1.1 Postes y Accesorios de Concreto Armado

Los postes y sus accesorios materia de la presente especificación, cumplen con las prescripciones de las siguientes normas:

NTP 339-027	Postes de Hormigón (concreto) armado para Líneas Aéreas.
NTP 341.031	Barras de acero al carbono con resaltes y lisas para hormigón (concreto) armado

Postes de Concreto Armado:

Los postes son de concreto armado centrifugado y cumplen en todo lo que se refiere al proceso de elaboración, requisito de acabado, coeficiente de seguridad, tolerancia, extracción de muestras, métodos de ensayo, etc.

Los postes utilizados son tronco-cónicos estando comprendida la conicidad entre 15 y 20 mm/m. El acabado exterior terminado de los postes es homogéneo, libre de fisuras, cangrejeras y escoriaciones. El recubrimiento de las varillas de acero (armadura) tiene 40 mm como mínimo.

TABLA 5.1: Postes de Concreto

Nº	CARACTERISTICAS	UNIDAD	VALOR REQUERIDO
1.0	Fabricante		POSTES DEL NORTE SAC CENTRIFUGADO NTP- 341.031 NTP-339.027
2.0	Tipo		
3.0	Normas de fabricación		
4.0	Longitud del poste	m	13 13
5.0	Diámetro en la cima	mm	165 165
6.0	Diámetro en la base	mm	360 360
7.0	Carga de trabajo a 0,15 m de la cima	N	3000 4000
8.0	Coefficiente de seguridad		2 2
9.0	Masa por unidad	N	14800 16000

Ménsula de Concreto Armado:

Se utilizaron ménsulas de 0,80 m. de longitud en los armados y soportaran una carga de trabajo en los sentidos:

Tiro longitudinal	2500 N.
Tiro vertical	1500 N.
Tiro transversal	1500 N.

Travesaño o Palomilla:

Son de concreto armado vibrado de 1,50m de longitud y tienen una sección 0,10x0,10 m., para embonarse en el poste de 13m que conforman la sub-estación aérea para el seccionamiento y sistema de medición. El travesaño soporta un peso de 2000 N. con coeficiente de seguridad de 2 sobre su carga de rotura.

Losa Soporte de Transformador:

Las plataformas son de concreto armado vibrado con pretensado parcial, superficie lisa y de color cemento; se instaló en la subestación aérea para soporte de transformador mixto o trafomix. Son de una sola pieza y tienen una longitud de 1,10m.

TABLA 5.2: Media Losa de concreto armado

ÍTEM	CARACTERÍSTICAS	UNID.	VALOR REQUERIDO
1	MEDIA LOSA DE CONCRETO ARMADO		
2	Pais de Procedencia		
3	Fabricante		
4	Denominación		
4	Normas:		
	Proceso de fabricación		NTP 339.027 en lo aplicable
	Ármadura del concreto		NTP 341.031
4	Carga de trabajo	N	5000
5	Factor de seguridad		3
6	Carga de rotura nominal	N	15000
7	Recubrimiento mínimo de la armadura	mm	20
8	Forma de bordes		redondeados
9	Longitud nominal (Ln)		1,10 m
10	Carga de trabajo		5000
11	Total de agujeros pasantes		20 de 14mmØ
12	Rotulado		Bajo relieve, según plano adjunto

5.1.1.2 Postes y Accesorios de Madera Tratada

Postes de Madera Tratada:

Los postes, materia de la presente especificación, cumplen con las prescripciones de las siguientes normas:

- ITINTEC 251.021 Glosario. Términos técnicos de características de los postes
- ITINTEC 251.022 Requisitos generales, propiedades físico – mecánicos
- ITINTEC 251.023 Ensayo de rotura
- ITINTEC 251.024 Postes de Eucalipto (defectos tolerados, permitidos y prohibidos)

- ITINTEC 251.026 Penetración y retención de los preservadores en la madera
- ITINTEC 251.027 Comprobación del valor tóxico y permanencia del preservante
- ITINTEC 251.034 Preservación de madera - métodos a presión

TABLA 5.3: Postes de Madera Tratada

Nº	CARACTERISTICAS	UNIDAD	VALOR REQUERIDO
1.0	Fabricante		POSTES WISE
2.0	Especie Forestal		EUCALIP TO
3.0	Grupo		D
4.0	Clase		6
5.0	Longitud	m	12
6.0	Diámetro en la cabeza	cm	14,3
7.0	Diámetro en la línea de empotramiento	cm	24,2
8.0	Esfuerzo Máximo de Flexión	kN/cm ²	4,91
9.0	Carga de rotura	kN	8,44
10.0	Módulo de Elasticidad	kN/cm ²	1216
11.0	Métodos de tratamiento Preservante		VACIO – PRESION

Crucetas de Madera:

Las crucetas de madera son suministradas en concordancia con las Normas Nacionales que se indican a continuación:

- ITINTEC - 251.001 Glosario de Madera
- ITINTEC - 251.005 Crucetas de Madera
- ITINTEC - 251.026 Penetración y Retención
- ITINTEC - 251.034 Preservación a Presión
- ITINTEC - 251.035 Composición química de los preservadores de madera.

Las crucetas utilizadas son de madera tornillo tratada de 102x127x2400mm y 102x127x4300 mm.

TABLA 5.4: Crucetas de Madera Tratada

N°	CARACTERISTICAS	UND.	VALOR REQUERIDO	
1.0	Fabricante		TORNILLO	
2.0	Especie forestal			
3.0	Módulo de elasticidad	kN/cm ²		990
4.0	Compresión paralela máxima	kN/cm ²		4,11
5.0	Compresión perpendicular máxima	kN/cm ²		0,33
6.0	Dureza extrema	kN/cm ²		2,64
7.0	Dureza de lado	kN/cm ²		2,50
8.0	Cizallamiento	kN/cm ²		0,69
9.0	Método de tratamientoPreservante			VACIO-PRESION
10.0	Sustancia preservante			CCA - C
11.0	Norma de fabricación, tratamiento y pruebas			ITINTEC

5.1.1.3 Accesorios Metálicos para Postes, Ménsulas y Crucetas

Los accesorios metálicos, materia de la presente especificación, cumplen con las prescripciones de las siguientes normas:

ASTM A 7	Forged Steel
ANSI A 153	Zinc Coating (Hot Dip) on iron and Steel Hardware
ANSI C 135.1	American National Standard for Galvanized Steel Bolts and nuts for overhead line construction.
ANSI C 135.4	American National Standard for Galvanized Ferrous Eyebolts and nuts for overhead line construction.
ANSI C 135.5	American National Standard for Galvanized Ferrous Eyenuts and Eyelets for overhead line construction.
ANSI C 135.3	American National Standard for Zinc-Coated ferrous lagscrews for pole and transmission line construction.
ANSI C 135.20	American National Standard for line construction- Zinc-Coated ferrous insulator clevises.

ANSI C 135.31 American National Standard for Zinc-Coated ferrous single and double upset spool insulator bolts for overhead line construction.

UNE 21-158-90 Herrajes para líneas eléctricas aéreas de alta tensión.

Perno Ojo:

Son de acero forjado, galvanizado en caliente de 250 mm (10") de longitud y 16 mm (5/8") de diámetro, en uno de los extremos tiene un ojal ovalado y roscado en el otro extremo.

La carga de rotura mínima es de 55,29 kN. El suministro incluye una tuerca cuadrada y una contratuerca.

Pernos Maquinados:

Son de acero forjado galvanizado en caliente. Las cabezas de estos pernos son cuadrados y están de acuerdo con la norma ANSI C 135.1

Las tuercas y contratuercas son también cuadradas.

Las cargas de rotura mínima son:

Para pernos de 16 mm(5/8")	55,29 kN
----------------------------	----------

Para pernos de 13 mm(1/2")	34,78 kN
----------------------------	----------

El suministro incluye una tuerca y una contratuerca.

Perno Tipo Doble Armado:

Son de acero galvanizado en caliente; totalmente roscado y provisto de 4 tuercas cuadradas.

Tienen 560 mm (22") de longitud y 19 mm(3/4") de diámetro.

La carga de rotura mínima es de 55,29 kN.

Arandelas Cuadrada, Plana y Curvada:

Son fabricadas de acero y tienen las dimensiones siguientes:

- Arandela cuadrada curvada de 57 mm (2 ¼”) de lado y 5 mm (3/16”) de espesor, con un agujero central de 20,5 mm (13/16”). Tienen una carga mínima de rotura al esfuerzo cortante de 55,29 kN.
- Arandela cuadrada plana de 57 mm (2 ¼”) de lado y 5 mm (3/16”) de espesor, con agujero central de 20,5 mm (13/16”). Tienen una carga mínima de rotura al esfuerzo cortante de 55,29 kN.

Tuerca – Ojo:

Son de acero forjado o hierro maleable galvanizado en caliente. Son adecuadas para pernos de 16 mm (5/8”). Su carga mínima de rotura es de 55,29 kN.

5.1.1.4 Cable de Acero Grado Siemens Martin para Retenidas

El cable de acero, materia de la presente especificación, cumple con las prescripciones de la siguiente norma:

ASTM A 475	Standard specification for zinc-coated steel wire strand.
ASTM A 90	Standard Test Method for weight of coating on Zinc - Coated (Galvanized) iron or steel articles.

El galvanizado que se aplique a cada alambre corresponde a la clase B según la Norma ASTM A 90, es decir a un recubrimiento de 520 gr/m² y las siguientes características:

TABLA 5.5: Cable de Acero Grado Siemens – Martin para Retenidas

Nº	CARACTERISTICAS	UNIDAD	VALOR REQUERIDO
1.0	Fabricante		
2.0	País de fabricación		
3.0	Material		Acero
4.0	Grado		SIEMENS-MARTIN
5.0	Clase de Galvanizado según Norma ASTM		B
6.0	Diámetro Nominal	mm	10
7.0	Número de Alambres		7
8.0	Diámetro de cada alambre	mm	3,05
9.0	Sección nominal	mm ²	50
10.0	Carga de rotura mínima	kN	30,92
11.0	Sentido del cableado		Izquierdo
12.0	Masa	kg/m	0,400
13.0	Norma de fabricación	ASTM	A 475

5.1.1.5 Accesorios Metálicos para Retenidas.

Los accesorios metálicos, materia de la presente especificación, cumplirán con las prescripciones de las siguientes normas, según la versión vigente a la fecha de la convocatoria a licitación.

- ASTM A 7 Forged Steel
- ANSI A 153 Zinc Coating (Hot Dip) on iron and Steel Hardware.
- ANSI C 135.2 American National Standard for Threaded Zinc-Coated ferrous strand-eyeanchor and nuts for overhead line construction.
- ANSI C 135.3 American National Standard for Zinc-Coated ferrous lagscrews for pole and transmission line construction.

- ANSI C 135.4 American National Standard for Galvanized Ferrous Eyebolts and nuts for overhead line construction.
- ANSI C135.5 American National Standard for Galvanized Ferrous Eye nuts and Eyelets for overhead line construction.
- UNE 21-158-90 Herrajes para líneas eléctricas aéreas de alta tensión.

Perno angular con ojal guardacabo:

Son de acero forjado y galvanizado en caliente con un mínimo de 150 micrones de espesor uniforme, con una carga de rotura mínima de 53,50 kN.

Son usados como herraje de enlace entre el poste y el cable de viento.

Los pernos tienen una longitud de 254 mm(10") x 16 mm(5/8") de diámetro y 102 mm de desarrollo.

Mordaza Preformada:

Son del tipo varilla preformada, capaz de resistir una carga de rotura mínima de 69,80 kN y sirven para unir los extremos del cable de retenida a los elementos de fijación y al aislador de tracción. Tienen un diámetro medio de 0,343" con una longitud total de 890 mm.

Varilla de Anclaje con Guardacabo:

Son fabricados de acero forjado y galvanizado en caliente con un mínimo de 150 micrones de espesor uniforme, de 16 mm(5/8") de diámetro por 8' (2,40 m) de longitud, tienen un extremo con ojo acanalado de aproximadamente 2" de diámetro y el otro extremo va roscado en una longitud de 10 mm(4") con su respectiva tuerca.

Arandela cuadrada para anclaje:

Son de acero galvanizado en caliente y tienen 102 mm de lado y 5 mm de espesor.

Está provista de un agujero central de 18 mm de diámetro. Diseñada y fabricada para soportar los esfuerzos de corte por presión de la tuerca de 71 kN.

Bloque de Anclaje:

Son de concreto con mezcla de 2500 N. por m³ y de 50 x 50 x 20 cm., tienen en su parte central un agujero de 3/4" (19 mm) de diámetro para sujetar el bloque con la varilla de anclaje. Fabricadas de acuerdo a las Normas: NTP 339.027.

Canaleta Guardacable:

Son de plancha de fierro galvanizado en caliente de 2,40 m de longitud y 1/16" (1,6 mm) de espesor, tipo media caña.

Aislador de Tracción:

El aislador tensor es Clase 54-2 de porcelana vidriada procesada en seco y tiene las características siguientes:

- | | |
|-----------------------|----------------------|
| ▪ Material | Porcelana |
| ▪ Dimensiones | 5 1/2" x 3 1/8" |
| ▪ Long. línea de fuga | 47,62 mm (1,875") |
| ▪ Tensión de flameo | |
| . En seco | 35 kV |
| . Húmedo | 18 kV |
| ▪ Tensión mecánica | 54,48 kN (20000 lbs) |
| ▪ Clase | 54-2 |

Fabricados según a la Norma ANSI C 29.60

Alambre de amarre:

Para el amarre del entorchado del cable de acero de las retenidas, se utilizó alambre galvanizado #12.

Galvanizado:

Todos los componentes metálicos son galvanizados en caliente, según lo indicado en las especificaciones generales y tienen como mínimo 150 micras de espesor uniforme.

5.1.1.6 Materiales para la Puesta a Tierra

La sub-estación de distribución tiene dos (2) puestas a tierra, para los equipos de media y otro para baja tensión.

Los postes de la línea de media tensión, tienen su puesta a tierra tal como se indica en el plano de detalle.

Se obtuvo una resistencia de puesta a tierra en el sistema menor de 20 ohmios, en los suelos de alta resistividad se procedió al tratamiento del terreno circundante al electrodo mediante bentonita.

Los accesorios materia de esta especificación, cumplen con las prescripciones de las siguientes normas:

NTP 370.251	Conductores eléctricos. Cables para líneas aéreas (desnudos y protegidos) y Puestas a Tierra.
NTP 370.056	Electrodos de cobre para puesta a tierra.
ANSI C135.14	Staples with relled of slash points for overhead line construction.
UNE 21-158-90	Herrajes para líneas eléctricas aéreas de alta tensión.
UNE 21-159	Elementos de fijación y empalmes para conductores y cables de tierra de líneas eléctricas aéreas de alta tensión.

Los materiales de cada puesta a tierra son:

Conductor de Puesta a Tierra:

El conductor es desnudo, temple blando y de las siguientes características:

▪ Material	cobre blando
▪ Calibre Nominal (mm ²)	35
▪ Diámetro del cable (mm)	7,56
▪ Número de hilos	7
▪ Diámetro de cada hilo(mm)	2,52
▪ Resistencia a 20°C (Ohm/km)	0,524
▪ Carga de rotura (kN)	8,55
▪ Peso (kN/km)	3,17

Electrodo de Puesta a Tierra:

Son de Cobre electrolítico de 16 mm. (5/8") de diámetro y 2,4 m. (8') de longitud.

Borne para Electrodo de Puesta a Tierra:

El conexionado entre el electrodo de puesta a tierra de 16 mm(5/8") de diámetro, con cables de cobre calibre de 35mm², se utilizaron grampas de bronce de alta conductividad eléctrica y alta resistencia a la corrosión; incluye tuercas y arandelas de presión.

Plancha doblada tipo "J":

Se utilizaron para conectar el conductor de puesta a tierra con los accesorios metálicos de fijación de los aisladores cuando se utilizaron postes y ménsulas de concreto. Se fabricaron con plancha de cobre de 3 mm de espesor, 94 mm de largo x 40 mm de ancho, agujero de 22 mm de diámetro.

Este accesorio no se utilizó con postes y crucetas de madera.

Conector tipo perno partido (Split-bolt):

Son de cobre y utiliza para conectar conductores de cobre de 35 mm² entre sí.

Bentonita Sódica:

Como suelo artificial con la finalidad de bajar la resistividad del terreno, se utilizó bentonita sódica por presentar las características siguientes:

Poseer resistividad, gran retenedor de agua; asimismo presenta una estabilidad en el tiempo, conservando bajos valores de resistividad del terreno.

Norma de referencia : NTP 370.052

Caja Registro:

Se colocaron una caja de concreto armado, de dimensiones de 396 mm \varnothing x 300 x 53 mm de espesor, y se adosó una tapa de 340mm \varnothing x 40 mm de espesor la cual protege al pozo a tierra; se tuvo cuidado de colocarle un asa de FoGo. Para manipulación de la tapa, con un radio de abertura para tapa de 30 mm.

Norma de referencia: NTP 334.081, NTP 350.085

5.1.1.7 Aisladores y accesorios

Se emplearon aisladores tipo PIN que son de porcelana para estructuras de alineamiento y para suspensión ó anclajes son del tipo poliméricos.

Cada aislador posee una marca clara, legible e indeleble que identifique al fabricante.

Aisladores Tipo PIN:

Son de porcelana, de superficie exterior vidriada, clase ANSI 56-3. Su agujero roscado permite alojar un pín de 1 3/8" de diámetro

La porcelana de los aisladores está libre de defectos y completamente vitrificada, cubriendo completamente todas las partes expuestas del aislador.

Los aisladores tipo pin, materia de la presente especificación, cumplen con las prescripciones de las siguientes normas:

ANSI C.29.1 American National Standard test methods for electrical power insulators.

ANSI C29.6 American National Standard for Wet-Process porcelain insulators (High-Voltage pin type)

Sus características principales son:

TABLA 5.6: Aisladores de Porcelana tipo Pin

Nº	CARACTERISTICAS	UNIDAD	VALOR REQUERIDO
1.0	Fabricante		GAMMA
2.0	Clase ANSI		56-3
3.0	Material aislante		Porcelana
4.0	Norma de fabricación		ANSI C 29.6
5.0	Dimensiones:		
5.1	Diámetro máximo	mm	266
5.2	Altura	mm	190
5.3	Longitud de línea de fuga	mm	533
5.4	Diámetro de agujero para acoplamiento	mm	35
6.0	Características Mecánicas:		
6.1	Resistencia en voladizo	kN	13
7.0	Características Eléctricas		
7.1	Tensión Disruptiva a baja frecuencia:		
	- En seco	kV	125
	- Bajolluvia	kV	80
7.2	Tensión Disruptiva Crítica al impulso:		
	- Positiva	kVp	200
	- Negativa	kVp	265
7.3	Tensión de perforación	kV	165
8.0	Características de radio Interferencia:		
8.1	Prueba de tensión eficaz a tierra para interferencia	kV	30
8.2	Tensión máxima de radio interferencia a 1000 kHz, en Aislador tratado con barniz semiconductor	µV	200

Aisladores Poliméricos tipo Suspensión:

El aislador está constituido de un núcleo, cubierta (discos y revestimiento) y los herrajes de A°G°. El núcleo es de fibra de vidrio reforzada con resina epóxica de alta dureza, la fibra de vidrio es resistente contra ataques de ácidos para prevenir la corrosión por STRESS de la varilla, la varilla es resistente contra la hidrólisis bajo las condiciones de servicio.

Los aisladores materia de esta especificación, cumplen con las prescripciones de las siguientes normas:

ANSI C29.11	American National Standard for composite suspension insulators for overhead transmission lines tests.
IEC 1109	Composite insulators for A. C. overhead lines with a nominal Voltage greater than 1000 V – Definitions, test methods and acceptance criteria.
IEC 815	Guide selection of insulators in respect of polluted conditions.
ASTM A153	Zinc Coating (Hot Dip) on iron and Steel Hardware.

Sus características principales son:

TABLA 5.7: Aisladores de Poliméricos tipo Suspensión

Nº	CARACTERISTICAS	UNIDAD	VALOR REQUERIDO
1.0	Fabricante		SILICON
2.0	Modelo		STGS-28
3.0	País de fabricación		PERU
4.0	Norma de fabricación		IEC-1109 ANSI – 29.11
5.0	Tensión de diseño	kV	28
6.0	Material del núcleo		Fibra de vidrioreforzado
7.0	Material del recubrimiento del núcleo		Goma de silicon
8.0	Material de las campanas		Goma de Silicon
9.0	Herrajes Material de los herrajes		Acero forjado o Hierro Maleable
10.0	Norma de galvanización		ASTM 153
11.0	Herraje extremo de Estructura		Horquilla
12.0	Herraje del extremo de línea		Legueta
	Dimensiones y masa		
13.0	Longitud de línea de fuga	mm	703
14.0	Distancia de arco en seco	mm	240
15.0	Longitud total	mm	430
16.0	Diámetro mínimo del núcleo	mm	390
17.0	Número de campanas	mm	7
18.0	Diámetro de cada campana	mm	102
19.0	Espaciamiento entre campanas	mm	
20.0	Masa total	mm	
	Valores de resistencia Mecánica		
21.0	Carga mecánica garantizada (SML)	kN	70
22.0	Carga mecánica de rutina (RTL)	kN	35
	Tensiones eléctricas de Prueba		
23.0	Tensión crítica de flameo al impulso		
	- Positiva	kV	187
	- Negativa	kV	202
24.0	Tensión de flameo a baja Frecuencia		
25.0	- En seco	kV	114
	- Bajolluvia	kV	87

Espiga para Aislador Tipo PIN:

Los materiales para la fabricación de las espigas son de hierro maleable o dúctil, o acero forjado, de una sola pieza.

El roscado en la cabeza de las espigas se hizo utilizando una aleación de plomo de probada calidad.

Las espigas son galvanizadas en caliente después de su fabricación y antes del vaciado de la rosca de plomo.

Las espigas tienen una superficie suave y libre de rebabas u otras irregularidades.

Las espigas, materia de la presente especificación, cumplen con las prescripciones de las siguientes normas:

ANSI C 135.17	American National Standard for galvanized ferrous Bolt-Type insulator pins with lead threads for overhead line construction.
ANSI C 135.22	American National Standard for galvanized ferrous pole-top insulator pins with lead threads for overhead line construction.
ASTM A 153	Zinc Coating (Hot Dip) on iron and Steel Hardware.
UNE 21-158-90	Herrajes para líneas eléctricas aéreas de alta tensión.

Sus características principales son:

TABLA 5.8: Espiga recta para Aislador tipo Pin en Ménsula y Cruceta

Nº	CARACTERISTICAS	UNIDAD	VALOR REQUERIDO
1.0	Fabricante		
2.0	Material		
3.0	Aislador con el que se usará		ANSI 56-3
4.0	Longitud sobre la ménsula ó cruceta	mm	178
5.0	Longitud de empotramiento	mm	178
6.0	Diámetro de la cabeza de plomo	mm	35
7.0	Diámetro de espiga en la parte encima de la ménsula ó cruceta	mm	25
8.	Diámetro de la espiga en la arte del empotramiento	Mm	19
9.0	Carga de prueba a 10 Grados de deflexión	kN	9,81
10.0	Norma de fabricación y prueba	ANSI	C 135.17
11.0	Masa por unidad	Kg	

5.1.1.8 Cables y Conductores

Los conductores suministrados e instalados en la línea de la obra cumplen con las siguientes especificaciones:

a) **Conductor Línea Aérea :**

Estas especificaciones cubren las condiciones técnicas requeridas para la fabricación, pruebas y entrega del conductor de aleación de aluminio que se utilizan en líneas primarias.

El conductor de aleación de aluminio, cumple con las prescripciones de las siguientes normas:

ASTM B398	Aluminium alloy 6201-T81 Wire for Electrical purpose.
ASTM B399	Concentric laystranded aluminium alloy 6201-T81 conductors.
IEC 61089	Round wire concentric lay overhead electrical stranded conductors.

IEC 60104 AluminiumMagnesium-Silicon alloy wire for overhead line conductors.

El conductor es de Aleación de Aluminio de las siguientes características:

TABLA 5.9: Cables de Aleación de Aluminio

Nº	CARACTERÍSTICAS	UNIDAD	VALOR REQUERIDO
1.0	Características Generales		
1.1	Fabricante		
1.3	Número de Alambres		7
1.4	Norma de Fabricación y Pruebas		IEC 1089 ASTM B398 ASTM B399
2.0	Dimensiones:		
2.1	Sección Nominal	mm ²	50
2.2	Sección Real	mm ²	49.48
2.3	Diámetro de los alambres	mm	3,02
2.4	Diámetro exterior del conductor	mm	9,1
3.0	Características Mecánicas:		
3.1	Masa del conductor	kg/m	0,19
3.2	Carga de rotura mínima	kN	14,79
3.3	Módulo de Elasticidad Inicial	kN/mm ²	
3.4	Módulo de Elasticidad Final	kN/mm ²	
3.5	Coefficiente de la Dilatación Térmica	1/°C	
4.0	Características Eléctricas		
4.1	Resistencia Eléctrica Máxima en C.C. a 20 °C	Ohm/km	0,663
4.2	Coefficiente Térmico de Resistencia Eléctrica	1/°C	23x10 ⁻⁶

b) Conductor de Amarre:

Para el amarre del conductor de línea al aislador tipo PIN, se utilizó conductor de Aluminio puro de 10 mm². de sección.

c) Cable de Energía Tipo N2XSY:

El conductor subterráneo a emplearse es un cable de energía tipo seco, unipolar N2XSY, de 30 kV de tensión de servicio.

El suministro cumple con las últimas versiones de las siguientes normas:

NTP 370.259:2011 Conductores de cobre desnudo para uso eléctrico.

NTP 370.255-2:2009 Cables de energía y de control aislados con material extruido sólido con tensiones hasta $E_0/E = 18/30$ kV.

IEC 60502-2:2009 Cables de energía con aislamiento extruido y sus accesorios para tensiones nominales de 1 kV a 30 kV.

TABLA 5.10: Cables de Energía tipo N2XSY 18/30 kV.

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	REQUERIDO
1	CARACTERÍSTICAS GENERALES		
	Fabricante		INDECO
	País de fabricación Norma de Fabricación y pruebas		NTP 370.255-2
2	DESIGNACIÓN N2XSY		
	Tensión Nominal E/E ₀	kV	18/30
	Temperatura máxima a condiciones normales	°C	90
	Temperatura máxima en cortocircuito (5 s. Máximo)	°C	250
3	CONDUCTOR DE FASE		
	Norma		NTP 370.259:2011
	Material		Cobre recocido sin recubrimiento
	Pureza	%	99,9
	Sección Nominal	mm ²	50
	Clase		2
	Número de alambres		19
	Densidad a 20°C	gr/cm ³	8,89
	Resistividad eléctrica a 20 °C	Ωmm ² /km	0,494
	Resistencia eléctrica máxima en CC a 20°C	Ohm/km	0,387
	Aislamiento		
	Material		XLPE
	Color		Natural
	Espesor nominal promedio	mm	8,0
	Pantalla		
Cinta semiconductora o compuesto semiconductor , extruido sobre el conductor		SI	
Sobre el aislante			
Cinta semiconductora o compuesto , semiconductor extruido		SI	
Cintas o malla trenzada de cobre con. resistencia menor a 3 ohm/Km a 20°C		SI	
Cubierta			
Material		PVC - Tipo CT5	
Color		Rojo	
Espesor	mm	Según N.T.P. 370.255-2	
Pruebas			
Tensión de ensayo de continuidad de aislamiento	kV	45	

d) Cable de Energía para Baja Tensión:

Se emplearon cable de energía tipo triplex N2XOH de 0,6/1 kV de tensión de servicio y de las siguientes características:

El suministro cumple con las últimas versiones de las siguientes normas:

- NTP 370.259:2011 Conductores de cobre desnudo para uso eléctrico.
- NTP 370.255-1:2009 Cables de energía y de control aislados con material extruido sólido con tensiones hasta 1kV.
- IEC 60502-1:2009 Cables de energía con aislamiento extruido y sus accesorios para tensiones nominales hasta 1 kV.

TABLA 5.11: Cables de Energía tipo N2XOH 0,6/1,0kV.

ITEM	CARACTERÍSTICAS	UNIDAD	VALOR REQUERIDO
1	País de procedencia		INDECO
2	Fabricante		
3	Norma de fabricación		N.T.P 370.255-1 y IEC 60502-1
4	Material del conductor		Cobre electrolítico recocido
5	Pureza	%	99,90
6	Sección nominal	mm ²	185
7	Número de alambres		37
8	Diámetro nominal exterior	mm	66,3
9	Carga a la tracción	kN	13.0
10	Masa Nominal	kg/km	5644
11	Densidad a 20 °C	gr/cm ³	8,89
12	Resistividad eléctrica a 20 °C	Ohm-mm ² /m	0,017241
13	Resistencia eléctrica en CC a 20 °C	Ohm/km	0,153
14	Capacidad de corriente	A	575

5.1.1.9 Accesorios de Cables y Conductores

a) Terminales Unipolares:

Para hermetizar ambos extremos del cable de energía seco(N2XSY - 50 mm²) de 25kV de tensión de servicio, se utilizó del tipo interior y exterior, con

sus accesorios para su fijación. Tienen suficiente resistencia térmica, mecánica y electromagnética, para soportar los efectos de la corriente de cortocircuito y de expansión térmica.

La cabeza terminal cuenta con su respectiva salida de tierra para ser soldada a la chaqueta del cable seco para darle la respectiva continuidad de tierra.

El suministro cumple con las siguientes Normas de fabricación:

IEEE 48	Test procedures and requirements for alternating current cable terminations 2,5 kV through 765 kV.
UL 486A	Wire connectors and soldering lugs for use with copper conductors
ASTM B 545	Standard specification for electrodeposited coatings of tin

MUESTREO

NTP ISO 2859 – 1	Procedimientos de Muestreo para Inspección por Atributos.
------------------	---

Tienen las siguientes características:

TABLA 5.12: Terminaciones para cable N2XSY 18/30 kV

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	REQUERIDO
1	Norma de Fabricación		IEEE 48
2	Tecnología de terminación		Termocontraible
3	Certificación internacional de calidad ISO 9000		SI
4	Clase de terminación		IA
5	Instalación		Exterior
6	Tensión nominal de la terminación (E/Eo)	kVrms	30/18
7	Nivel de descarga corona (3pC)	kVrms	13,0
8	Tensión sostenida		
	AC por 1 minuto en seco	kVrms	50
	AC por 10 segundos en húmedo	kVrms	
	AC por 6 horas en seco	kVrms	35
	DC por 15 minutos	kV	75
9	Tensión de impulso (BIL)	kV pico	110
10	Línea de fuga	mm	300
11	Cable		
	Calibre	mm2	50
	Sistema		unipolar
	Tipo de aislamiento		Seco (extruido)
	Material del conductor		cobre
	Tensión nominal del cable	kVrms	30/18

b) Conectores de Derivación Tipo Ranura Paralela:

Elementos utilizados en las uniones de las instalaciones hasta 24 kV, son de aleación de aluminio de alta conductividad, con pernos, tuercas y arandelas de presión de acero galvanizado de alta resistencia mecánica, utilizadas para las uniones de los cuellos de redes de Aleación de aluminio (AAAC).

c) Terminales de Cobre:

Para la unión del cable a los terminales de salida de los equipos, se usaron conectores de cobre de compresión, adecuados para una sección de 35 mm². y una capacidad de corriente mayor a 200 Amperios.

d) Varilla simple de armar:

Se utilizaron varillas de armar preformadas de Al-Al. como la protección del conductor de Aleación de Aluminio 50mm² en el aislador tipo pin.

e) Fleje de Acero Inoxidable:

Son de acero inoxidable no magnético, tipo AISI 201 ó 316, con acabado liso y sin bordes cortantes de 19 mm de ancho y 0,8 mm de espesor.

Se utilizaron como dispositivos de sujeción de tubos de F^oG^o y/o PVC en subidas y bajadas exteriores a postes de concreto armado; como también fijar el cable de cobre al poste de conexiones de puestas a tierra.

f) Hebilla de Fleje de Acero Inoxidable:

Son de acero inoxidable no magnético, tipo AISI 201 ó 316, con acabado liso y sin bordes cortantes. Se utilizaron como seguro del fleje de 19 mm de ancho y 0,80 mm de espesor.

g) Cinta de Señalización:

La cinta de señalización utilizada para Media Tensión presenta las siguientes características:

- Cinta de polietileno de alta calidad, resistente a los ácidos, álcalis, grasas y aceites, elongación 250%.
- Tiene 5" de ancho y 1/10 mm de espesor.
- Color rojo brillante.
- Está impresa con letras negras **"PELIGRO CABLES DE ALTA TENSION"**, que no pierden su color con el tiempo, recubiertas con plástico.

h) Ductos:

Son de concreto de cuatro vías de 90 mm de diámetro cada vía y un metro de longitud. Se utilizaron en el ingreso de la caseta de la subestación y se colocaron sobre un solado de concreto pobre 1:8 de 5 cm de espesor y a 1,20 m de profundidad, calafatearse convenientemente con una mezcla de cemento y arena las uniones de los ductos de concreto y debidamente alineadas. Se taponeó cada vía con yute embreado.

i) Grapa de anclaje:

Son del tipo conductor pasante, y fabricado con aleación de aluminio de primera fusión, resistente a la corrosión comprobada, tales como Al-Mg, Al-Si, Al-Mg-Si.

La carga de rotura mínima de la grapa de anclaje es de 70 kN.

Las dimensiones de la grapa son adecuadas para instalarse con conductores de aleación de aluminio de las secciones que se requieran.

Está provista de 2 pernos de ajuste.

j) Grapa de ángulos:

Son de aleación de aluminio procedente de lingotes de primera fusión, resistente a la corrosión comprobada, tales como aluminio- magnesio, aluminio - silicio, aluminio - magnesio - silicio.

La carga de deslizamiento no es inferior al 20% de la carga de rotura del conductor para que el que está destinada la grapa.

El apriete sobre el conductor fue uniforme, evitando los esfuerzos concentrados sobre determinados puntos del mismo.

El rango del ángulo de utilización está comprendido entre 30° y 90°. La carga de rotura mínima de la grapa de suspensión es de 30 kN.

Las dimensiones de la grapa es la adecuada para instalarse con conductores de aleación de aluminio de la sección de 50 mm².

Está provisto de dos varillas preformadas.

5.1.1.10 Equipos de Protección

Comprende el suministro de los Seccionadores Fusible tipo CUT-OUT y Fusible tipo "K".

a) Seccionadores-Fusibles (CUT OUT):

Son unipolares del tipo CUT-OUT, para montaje a la intemperie, el cuerpo aislador son de porcelana vidriada. Los seccionadores fusibles tipo expulsión, materia de la presente especificación, cumplen con las prescripciones de la siguiente norma:

ANSI C-37.42 American National Standard for switchgear- Distribución cut outs and fuse links specifications.

Las características eléctricas del conjunto seccionador fusible a empleado en la protección son las siguientes:

TABLA 5.13: Seccionador – Fusible tipo Expulsión

Nº	CARACTERISTICAS	UNIDAD	VALOR REQUERIDO
1.0	Fabricante		MAURICE
2.0	Norma de Fabricación y Pruebas		ANSI C-37.42
3.0	Instalación		Exterior
4.0	Corriente Nominal	A	200
5.0	Tensión Nominal del Equipo	kV	27
6.0	Corriente de Cortacircuito Simétrica	kA	5,0
7.0	Corriente de Cortacircuito Asimétrica	kA	8,0
8.0	Nivel de Aislamiento:		
8.1	Tensión de Sostenimiento a la onda de Impulso (BIL), entre fase – tierra y entre fases.	kVp	150
8.2	Tensión de Sostenimiento a la frecuencia industrial entre fases, en seco, 1 min	kV	70
8.3	Tensión de Sostenimiento a la frecuencia industrial entre fase y tierra, húmedo, 10 s	kV	60
9.0	Material Aislante del cuerpo del seccionador		Porcelana
10.0	Longitud de Línea de fuga mínima (fase-tierra)	mm	625
11.0	Material del tubo Portafusible		Fibra de vidrio

b) Fusible Expulsión Tipo "K" ANSI :

Los fusibles tienen las siguientes características:

TABLA 5.14: Accesorios del Seccionador – Fusible

ÍTEM	CARACTERÍSTICAS	UNIDAD	VALOR REQUERIDO
2	ACCESORIOS		
2.1	Fusible - País de procedencia - Fabricante - Norma - Tipo - Corriente nominal	A	ANSI C-37.40/41/42 K (* A ser seleccionada por el usuario)
2.2	Tubo porta fusible - País de procedencia - Fabricante - Norma - Tensión nominal - Corriente nominal - Corriente de cortocircuito simétrica	kV A kA	ANSI C-37.40/41/42 27 200 5
2.3	Accesorios de fijación - País de procedencia - Fabricante - Tipo de fijación - Material - Norma de material - Norma de Galvanizado - Espesor de galvanización mín.	gr/cm ²	B Acero ASTM A575 ASTM A153 800

5.1.1.11 Sub-estación en Caseta

Se construyó una cabina de material noble de dimensiones 4,50 x 6,00 x 4,00 m, de altura para la instalación de los equipos de Seccionamiento y transformación.

a) Obras Civiles:

Son realizadas con material noble usando para ello ladrillo adecuado y agregados que le den la constitución que se requiere hasta quedar terminado en las divisiones exteriores y las divisiones interiores, para una mejor resistencia para la instalación de los equipos. La construcción la ejecutó el interesado por lo tanto no es parte del informe.

b) Bus de Barras:

El bus de barras de la cabina de control y transformación está compuesto de los siguientes elementos:

Aisladores:

▪ Material	Resina Epoxica
▪ Tensión nominal (kV)	24
▪ Long. de línea de fuga (mm)	210
▪ Esfuerzos (kg-f)	
▪ En tracción	1125
▪ En flexión	380
▪ En compresión	2250
▪ Instalación	interior

Barras de Cobre:

Las barras de Cobre, son electrolíticas con una pureza de 99.9 % de alta conductividad eléctrica, alta resistencia a la corrosión, adecuada maquinabilidad y excelentes propiedades para ser trabajados en frío o en caliente.

Soportan una potencia de corto circuito de hasta 250 MVA a 22,9kV.

Cada fase está pintada con dos capas de base de vinilo y el color está de acuerdo al Código Nacional de Electricidad. Cada tramo tiene extremos sin pintar en una longitud de dos centímetros.

Las barras son de 10 mm de diámetro y están instaladas horizontalmente.

La platina para puesta tierra de la estructura metálica y accesorios son de cobre electrolítico de 20 x 3 mm.

c) Seccionador de Potencia Tripolar de Apertura Bajo Carga

El seccionador de potencia tripolar, es del tipo interior, de apertura con carga, provista con elementos fusibles, accionamiento manual mediante una palanca de movimiento vertical, instalado en el exterior y apertura automática por fusión de uno cualquiera de los elementos fusibles y sistema de apagado del arco eléctrico por medio de soplo de aire.

Los mecanismos están protegidos contra la corrosión mediante zincado y posterior dicromado, el armazón está protegido por acabado con pintura de esmalte epoxy.

Los mecanismos están generalmente provistos de cojinetes de material plástico, con el fin de asegurar la maniobra después de años de servicio bajo todo tipo de climas.

Sus elementos conformantes son:

- Seccionador tripolar, 24 kV, 630 A.
- Portafusible trifásico de 24 kV, 200 A.
- Seccionador de línea con bloqueo mecánico
- Fusibles tipo tubular de 24 kV, 20 A.
- Varillaje y manija exterior para su accionamiento manual.

d) Transformador de Potencia:

El transformador de potencia es trifásico, en baño de aceite, refrigeración natural, tipo interior, para servicio continuó.

Los transformadores de distribución, materia de la presente especificación, cumplen con las prescripciones de las siguientes normas:

NTP 370.002 Fabricación, diseño y pruebas de transformadores

IEC 60076 Power Transformers.

TABLA 5.15: Transformador de Distribución trifásico

Potencia	kVA	800
Altura de instalación	m.s.n.m.	0-1000
Lugar de instalación		Costa

ÍTEM	CARACTERÍSTICAS	UNID.	VALOR REQUERIDO
1	Generales		
	Pais de Procedencia		Brazil
	Fabricante		ABB
	Normas		N.T.P. 370.002, IEC 60076
	Tipo		Trifásico
	Potencia en cualquier posición del tap(ONAN)	kVA	Seleccionar de tabla superior
	Numero de arrollamientos		2
	Frecuencia nominal	Hz	60
	Alta tensión nominal primaria en vacio	kV	10-22,9 ± 2x2,5%
	Baja tensión nominal secundaria en vacio	kV	0,460
	Número de bornesprimario		3
	Numero de bornessecundario		4
	Número de taps en el primario		5
	Regulación de tensión en vacio neutro		Manual
	Neutro		conexiónrígida a tierra
	Tipo de montaje		Exterior
	Tipo de enfriamiento		ONAN
2	Nivel de aislamiento en el primario		
	Tensión máxima de la red	kV	12
	Tensión de sostenimiento al impulso 1.2/50 Us	kVp	125
	Tensión de sostenimiento a la frecuencia industrial	kV	50
3	Nivel de aislamiento en el secundario y neutro		
	Tensión máxima de la red	kV	1.1
	Tensión de sostenimiento al impulso 1.2/50 Us	kVp	-
	Tensión de sostenimiento a la frecuencia industrial	kV	3
4	Grupo de conexión		Y _N y _n 6-Dyn5
5	Sobre elevación de temperatura con potencia nominal		
	Del aceite en la parte superior del tanque	°C	60
	Promedio del devanado(medido por variación de resistencia)	°C	65
6	Tensión de corto circuito a 75 °C	%	5,5
7	Perdidas		
	En vacio con tensión y frecuencia nominal (fierro)	kW	Segúnpotencia
	En cortocircuito con corriente nominal a 75°C (cobre)	kW	Segúnpotencia
	Perdidastotales	kW	Segúnpotencia
8	Característicasconstructivas		
8.i	Núcieomagnético		
	Laminas		Acero al silicio de grano orientado

ÍTEM	CARACTERÍSTICAS	UNID.	VALOR REQUERIDO
8.2	Laminado		en frío ó en hornos de recocido
	Formación		Apilado ó enrollado de las láminas de acero
	Bobinas		
	Material		Cobreelectrolítico
8.3	Norma		ASTM B 187
	Material aislanteprimario		Clase A
	Material aislantesecondario		Clase A
	Tanque		
8.4	Material		Acerolaminado
	Tratamiento superficial		Según punto 4.3
	Unión tapa y tanque		Con pernos arandelas de presión y tuercas de hierro galvanizado
	Aceite		
8.5	Material		Mineral refinado
	Norma		IEC 60296, IEC 60156
	Rigidezdieléctrica	kV/2.5mm	>50
	Aisladorespatapas		
8.6	Material		Porcelana
	Norma		IEC 60137
	Línea de fuga (según norma IEC 60815)	mm/kV	31
	Nivel de aislamiento en el primario		
	Tensión máxima de la red	kV	24
	Tensión de sostenimiento al impulso 1.2/50 Us	kVp	125
	Tensión de sostenimiento a la frecuencia industrial	kV	50
	Nivel de aislamiento en el secundario		
	Tensión máxima de la red	kV	1.1
	Tensión de sostenimiento al impulso 1.2/50 Us	kVp	-
Tensión de sostenimiento a la frecuencia industrial	kV	3	
8.6	Accesorios		
	Placa de características		Según punto 4.1.2
	Tanque conservador de aceite con indicador visual		Potencias > 50 kVA
	Ganchos para izamiento		Si
	Conmutador de tomas en vacío		Si
	Termómetro de dial con indicador de máxima temperatura		Potencias > 100 kVA
	Válvula de vaciado y toma de muestras de aceite de apertura gradual		Si
	Válvula de purga de gases acumulados		Si
	Accesorios de maniobra enclavamiento o seguridad de las válvulas y conmutador		Si
	Borne para conexión del tanque a tierra.		Si
Ruedas orientables en planos perpendiculares o rieles y pernos para fijación en crucetas de madera o concreto.		Si	

5.1.1.12 Sistema de Medición en Media Tensión

Para el sistema medición se instaló equipos especiales para transformación de tensión, corriente y contadores de energía para realizar la medición en el lado de Media Tensión, siendo los equipos a colocar los siguientes:

a) **Trafomix :**

Es un transformador combinado de tensión y corriente, montaje exterior, aisladores primarios sobre la tapa, 2 bobinas de tensión y 2 de corriente, conexión delta abierto.

El suministro cumple con la última versión de las siguientes normas:

- IEC 60044-1: Transformadores de medida. Parte 1: Transformadores de intensidad.
- IEC 60044-2: Transformadores de medida Parte 2: Transformadores de tensión inductivos.
- IEC 60137: Aisladores pasantes para tensiones alternas superiores a 1000 V.
- IEC 60354: Loading guide for oil-immersed power transformers.
- IEC 60296: Specification for unused mineral insulating oils for transformers and switchgear.
- IEC 60156: Líquidos aislantes. Determinación de la tensión de ruptura dieléctrica a frecuencia industrial. Método de ensayo.
- ASTM D 624: Standard test method for tear strength of conventional vulcanized rubber and thermoplastic elastomers
- DIN 53504: Determination of tensile stress/strain properties of rubber

IEC 60587: Test methods for evaluating resistance to tracking and erosion of electrical insulating materials used under severe ambient conditions.

ASTM G 154: Standard practice for operating fluorescent light apparatus for UV exposure of nonmetallic materials.

ASTM G 155: Standard practice for operating xenon arc light apparatus for exposure of non-metallic materials.

TABLA 5.16: Transformador Mixto

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	REQUERIDO
1	Fabricante		E&T ELECTRIC
2	Procedencia		Perú
3	NormaAplicable		NTP370.002 - IEC PUB 60044-1-2
4	Transformador de medición Trifásico (3 Ø) en bañode aceite con arrollamientos de cobre núcleo de hierro laminado en frío Tensión Nominal	kV	22,9
5	Aislamiento		Clase A
6	Tipo		medición
7	Lugar de operación		Intemperie
8	Potencia bobinado tensión	V	2x 50
9	Potencia bobinado de corriente	V	2x 30
10	Frecuencia nominal	H	60
11	Altitud de Servicio	msnm	1,000
12	Relación de Transformación	kV	22,9/0,22
13	Relación de Corriente		30-20-
14	Precisión		Clase 0,2
15	Corriente de cortocircuito	K	10/20
16	Conexión		Delta abierto
17	Número de aisladores		3

b) Contador de Energía:

El contador de energía es electrónico, con cubierta transparente removible y está previsto para el sistema de facturación tipo múltiple tarifa, con acceso a medición en tiempo real (datos instantáneos), que se pueda programar los días

domingos y feriados del año. La clase de precisión del equipo debe ser 0,2 y similar a los fabricados por ELSTER-ALPHA A3.

Los contadores de energía están diseñados para operar en un sistema trifásico, 3 hilos, con Trafomix, 220 V., 5 A., 60 Hz..

El suministro debe cumplir con la última versión de las siguientes normas:

IEC 62052-11: Electricity metering equipment (AC) General requirements, tests and test conditions - Part 11: Metering equipment.

IEC 62053-22: Equipos de medida de la energía eléctrica (c.a.). Requisitos particulares. Parte 22: Contadores estáticos de energía activa (clases 0,2 y 0,5).

IEC 62053-23: Equipos de medida de la energía eléctrica (c.a.). Requisitos particulares. Parte 23: Contadores estáticos de energía reactiva (clases 2 y 3).

Para las pruebas en fábrica, participó un técnico de Hidrandina y constató las características y precisión del equipo.

c) Caja Portamedidor Trifásico:

Está constituido por una caja metálica de 50 x 25 x 20 cm. de profundidad con marco y puerta embutido en chapa de acero de 2 mm de espesor, tablero de madera tornillo y acabado con una capa de barniz tipo marino, ventana con tapa corrediza y cierre por medio de pernos.

La caja porta medidor trifásica está instalada en un murete de concreto de 1,50x0,70x0,30 m, en la parte baja del poste y protegida con una rejilla de fierro y un candado.

5.1.1.13 Tablero de Baja Tensión

El tablero general está instalado en el compartimiento de baja tensión de la subestación en caseta y tiene los siguientes elementos:

01 Interruptores termomagnéticos de caja moldeada de 400-1000 A, 440 V, 65kA de poder de ruptura.

Para la conexión desde los bornes de baja tensión del transformador de potencia, hasta el emplazamiento del tablero general, se utilizó cable tipo N2XOH-1 kV, de $2(3 - 1 \times 185 \text{ mm}^2)$, para las fases de línea, las conexiones se efectuarán mediante terminales de 600 A. de capacidad para las salidas en baja tensión del transformador y para la llegada en el tablero general.

5.1.2 Financiamiento

Los costos que demandaron la ejecución de esta obra fueron íntegramente financiados por CERAMICOS ATLAS S.A.C., para lo cual no utilizó ningún tipo de préstamo a entidades bancarias.

En el Anexo N° 9, ver Costo Total de la obra.

5.1.2.1 Adquisición de Materiales y Equipos

El interesado compró directamente los materiales y equipos eléctricos con el asesoramiento de nuestra empresa constructora.

5.1.3 PRUEBAS DE LOS MATERIALES Y EQUIPOSANTES DE LA INSTALACIÓN

5.1.3.1 Pruebas de Postes de Concreto

Se compraron a la empresa Postes del Norte y se efectuaron las pruebas correspondientes como consta en los Protocolos adjuntados en el Anexo N°

5.1.3.2 Pruebas de Postes de Madera y Crucetas

Se adquirieron en la empresa Postes Wise S.A.C., ver Protocolos en el Anexo N° 10

5.1.3.3 Pruebas de Transformadores

Su compra del transformador de 800 kVA se efectuó en ABB, de 50 kVA en MENAUTT ELECTRIC S.A.C. y del Trafomix en I&T ELECTRIC S.A.C., ver los Protocolos en el Anexo N° 11.

5.2 INSTALACIÓN DE LOS MATERIAL Y EQUIPOS

5.2.1 Elaboración del Plan de Ejecución

Las presentes Especificaciones se refieren a los trabajos efectuados por el Contratista para la construcción de la sub-estación y redes de distribución primaria, materia de esta obra y tienen como base lo establecido por el Código Nacional de Electricidad Suministro 2011 y la práctica común de ingeniería.

Para la ejecución de esta obra, el contratista nominó un Ingeniero Mecánico Electricista colegiado y hábil para ejercer la profesión, como Residente de la Obra.

El contratista ejecutó todos los trabajos necesarios para construir las redes de distribución primaria, de tal forma que entregue al propietario una instalación completa y lista para entrar en servicio.

Las tareas principales se describen a continuación y queda entendido, sin embargo, que es responsabilidad del contratista, efectuar todos los trabajos que sean razonablemente necesarios, aunque dichos trabajos no estén específicamente indicados y/o descritos en la presente especificación.

El contratista es responsable de efectuar todo trabajo de campo necesario para replantear la ubicación de las estructuras de las redes de distribución indicando la ubicación definitiva de las estructuras. Estos planos pasarán a poder del propietario.

5.2.1.1 Cronograma de Actividades

Las presentes Especificaciones se refieren a los trabajos efectuados por el Contratista para la construcción de la sub-estación y redes de distribución primaria, materia de esta obra y tienen como base lo establecido por el Código Nacional de Electricidad Suministro 2011 y la práctica común de ingeniería.

Para la ejecución de esta obra, el contratista nominó un Ingeniero Mecánico Electricista colegiado y hábil para ejercer la profesión, como Residente de la Obra.

El contratista ejecutó todos los trabajos necesarios para construir las redes de distribución primaria, de tal forma que entregue al propietario una instalación completa y lista para entrar en servicio.

Las tareas principales se describen a continuación (ver Anexo N°12) y queda entendido, sin embargo, que es responsabilidad del contratista, efectuar todos los trabajos que sean razonablemente necesarios, aunque dichos trabajos no estén específicamente indicados y/o descritos en la presente especificación.

El contratista es responsable de efectuar todo trabajo de campo necesario para replantear la ubicación de las estructuras de las redes de distribución indicando la ubicación definitiva de las estructuras. Estos planos pasarán a poder del propietario

5.2.2 Procedimiento de Instalación

5.2.2.1 Replanteo

Se efectuó todos los trabajos de campo necesarios para replantear la ubicación de:

- Los ejes y vértices del trazo.
- El (los) poste (s) de la (s) estructuras.
- Los ejes de las retenidas y los anclajes.

El replanteo se efectuó con personal experimentado empleando teodolito.

El replanteo se materializó en el terreno mediante estacas pintadas de madera en la ubicación y referencias para postes y retenidas.

Las estacas estuvieron adecuadamente protegidas durante el período de ejecución de las obras.

Se solicitó la aprobación de la Supervisión(Hidrandina S.A.) las planillas de replanteo de cada tramo de línea de acuerdo con el cronograma de obra.

La Supervisión, luego de revisarlas, aprobó las planillas de replanteo y autorizó la instalación de las estructuras.

5.2.2.2 Ingeniería de Detalle

La Ingeniería de Detalle que correspondió desarrollar comprende, sin ser limitativo, las siguientes actividades:

- Verificación del cálculo mecánico de conductores
- Verificación de la utilización de las estructuras en función de sus vanos característicos y las distancias de seguridad al terreno, a las edificaciones y entre conductores (de fase y neutro).
- Elaboración de la planilla final de estructuras como resultado del replanteo topográfico.
- Determinación de la cantidad final de materiales y equipos.
- Diseño y cálculo de las fundaciones de acuerdo con las condiciones reales del terreno.
- Diseño de la puesta a tierra de las estructuras de líneas primarias de acuerdo con los valores de resistividad eléctrica del terreno obtenidos mediante mediciones y según los criterios establecidos en el estudio definitivo.
- Coordinación de protección tomando en cuenta la características de los equipos tales como seccionadores fusibles (cut-out), interruptores termomagnéticos y fusibles de baja tensión.

- Elaboración de planos “Conforme a Obra”.

5.2.2.3 Instalación de postes, ménsulas y crucetas

Excavación:

El personal ejecutó las excavaciones con el máximo cuidado y utilizando los métodos y equipos más adecuados para cada tipo de terreno, con el fin de no alterar su cohesión natural, y reduciendo al mínimo el volumen del terreno afectado por la excavación, alrededor de la cimentación.

Se determinó para cada tipo de terreno, los taludes de excavación mínimos necesarios para asegurar la estabilidad de las paredes de la excavación.

El fondo de la excavación quedó plano y firmemente compactado para permitir una distribución uniforme de la presión de las cargas verticales actuantes.

Las dimensiones de la excavación son las que se muestran en las láminas del proyecto, para cada tipo de terreno.

Izaje de Postes y Cimentación:

En el trazo para la instalación de los postes, no cuenta con caminos para vehículos, por lo que se izaron empleando trípodes con la aprobación de la supervisión.

En ningún caso los postes fueron sometidos a daños o a esfuerzos excesivos.

Antes del izaje, todos los equipos y herramientas, tecles, sogas, cables de acero, fueron cuidadosamente verificados a fin de que no presenten defectos y sean adecuados al peso que soportarán.

Durante el izaje de los postes, ningún obrero, ni persona alguna se situó por debajo de postes, cuerdas en tensión, o en el agujero donde se instalará el poste.

Previo a la cimentación de los postes se construyó un solado de concreto $f_c = 1000 \text{ N/cm}^2$, de 10 cm de espesor. Asimismo se untó a todos los postes con brea 2,70 m desde la base del poste con la finalidad de evitar el ataque de la humedad, hogos y/o agentes externos.

Una vez que los postes hayan sido instalados y delineados perpendicularmente, se procedió a la cimentación con mezcla de concreto (cemento-hormigón) y piedra mediana. Todo el material sobrante de las excavaciones fue retirado, se tubo cuidado de no dejar dentro de las cimentaciones pedazos de cartón y madera

No se permitió el escalamiento a ningún poste hasta que éste no haya sido completamente cimentado.

En el caso de los postes de madera, el relleno utilizado fue el material de la excavación la cual contó con una granulometría razonable la cual fue aprobada por la Supervisión. El relleno se efectuó por capas sucesivas de 30 cm y compactadas por medios mecánicos, agregándose una cierta cantidad de agua para asegurar una buena compactación.

Todos los postes de la línea, red de media tensión están numerados correlativamente con pintura negra fondo amarillo, ubicados a tres metros del suelo, como también la señalización de estructuras, puestas a tierra según formato de acuerdo a la información proporcionada por el Area de Máximus-Hidrandina S.A.

5.2.2.4 Armados de Estructuras

El armado de las estructuras se hizo de acuerdo con el método propuesto por el Ing. Residente y aprobado por la Supervisión. Es imprescindible evitar esfuerzos excesivos en los elementos de la estructura.

Todas las superficies de los elementos de acero fueron limpiadas antes del ensamblaje y se removió del galvanizado, todo moho que se haya acumulado durante el transporte.

El Ing. Residente tomó las debidas precauciones indicándole al personal técnico, asegurar que ninguna parte de los armados sea forzada o dañada, en cualquier forma durante el transporte, almacenamiento y montaje. No se arrastraron elementos o secciones ensambladas sobre el suelo o sobre otras piezas.

Las piezas ligeramente curvadas, torcidas o dañadas de otra forma durante el manipuleo, fueron enderezadas por el personal técnico empleando recursos aprobados, los cuáles no afectaron el galvanizado. Tales piezas fueron, luego, presentadas a la Supervisión para la correspondiente inspección y posterior aprobación o rechazo.

Tolerancias:

Luego de concluida la instalación de las estructuras, los postes deben quedar verticales, las ménsulas (crucetas) horizontales y perpendiculares al eje de trazo en alineación, o en la dirección de la bisectriz del ángulo de desvío en estructuras de ángulo.

Las tolerancias máximas son las siguientes:

Verticalidad del poste	0.5 cm/m
Alineamiento	+/- 5 cm

Orientación	.5
Desviación de crucetas	1/200 Le

Le = Distancia del eje de la estructura al extremo de la ménsula.

Ajuste final de pernos:

El ajuste final de todos los pernos se efectuó, cuidadosa y sistemáticamente, por una cuadrilla especial.

A fin de no dañar la superficie galvanizada de pernos y tuercas. Los ajustes fueron con llaves adecuadas.

5.2.2.5 Montaje de retenidas y anclajes

Después de instalado el poste, se procedió a instalar los vientos para los cual se abrió en el suelo los huecos respectivos y se colocó la base y el anclaje, según el plano, compactándose el terreno en capas no mayores de 15 cm y regándose.

Después se continuó apizonando varias veces en uno o dos días y posteriormente, terminadas las reparaciones, se procedió a la colocación de los cables. El cable cederá al ser solicitado, antes de fijar definitivamente las mordazas preformadas se jaló el poste por el extremo opuesto al viento para templarlo por unas horas, haciéndose posteriormente el reajuste para fijar definitivamente las mordazas preformadas.

Se tuvo mucho cuidado de usar un guardacable de diámetro apropiado para evitar la rotura del cable de Acero.

5.2.2.6 Instalación de puesta a tierra

Todas las estructuras tienen puestas a tierra mediante conductores de cobre fijados a los postes y conectados a electrodos verticales de cobre.

Se pusieron a tierra mediante conectores, las siguientes partes de las estructuras:

- Las espigas de los aisladores tipo PIN (sólo con postes y ménsulas de concreto)
- Los pernos de sujeción de las cadenas de suspensión angular y de anclaje (sólo con postes y ménsulas de concreto)
- Los soportes metálicos de los seccionadores - fusibles

Los detalles constructivos de la puesta a tierra se muestran en los planos de replanteo y la lámina LMT-16 y 17 de los armados.

Posteriormente a la instalación de puesta a tierra, el personal técnico ejecutó la medición de la resistencia de cada puesta a tierra obteniéndose valores menores a 20 ohm.

5.2.2.7 Instalación de aisladores y accesorios

Los aisladores de suspensión y los de tipo PIN fueron manipulados cuidadosamente durante el transporte, ensamblaje y montaje.

Antes de instalarse se verificó que no tengan defectos y que estén limpios de polvo, grasa, material de embalaje, tarjetas de identificación etc.

Los aisladores de suspensión y los tipo PIN fueron montados de acuerdo con los detalles mostrados en los planos del proyecto.

Los técnicos verificaron que todos los pasadores de seguridad hayan sido correctamente instalados.

Durante el montaje, se cuidó que los aisladores no se golpeen entre ellos o con los elementos de la estructura, para cuyo fin aplicó métodos de izaje adecuados.

Las cadenas de anclaje instalados en un extremo de crucetas de doble armado, antes del tendido de los conductores, fueron amarradas juntas, con un elemento protector intercalado entre ellas, a fin de evitar que se puedan golpear por acción del viento.

5.2.2.8 Tendido y Puesta en Flecha de los Conductores

Método de Montaje:

El desarrollo, el tendido y la puesta en flecha de los conductores fueron llevados a cabo de acuerdo con los métodos propuestos por el Contratista, y aprobados por la Supervisión.

La ampliación de estos métodos no producirá esfuerzos excesivos ni daños en los conductores, estructuras, aisladores y demás componentes de la línea.

Manipulación de los conductores:

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

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

Los conductores fueron desarrollados y tirados de tal manera que se eviten retorcimientos y torsiones, y no fueron levantados por medio de herramientas de material, tamaño o curvatura que pudieran causar daño. El radio de curvatura de tales herramientas no fueron menor que la especificada para las poleas de tendido.

Grapas y Mordazas:

Las grapas y mordazas empleadas en el montaje no producen movimiento relativo de los alambres o capas de los conductores.

Las mordazas que se fijaron en los conductores, son del tipo de mandíbulas paralelas con superficies de contacto alisadas y rectas. Su largo son tal que permita el tendido del conductor sin doblarlo ni dañarlo.

Poleas:

Para las operaciones de desarrollo y tendido del conductor se utilizaron poleas provistas de cojinetes.

Tienen un diámetro al fondo de la ranura 20 veces el diámetro del conductor. El tamaño y la forma de la ranura, la naturaleza del metal y las condiciones de la superficie son tales que la fricción sea reducida a un mínimo y que los conductores estén completamente protegidos contra cualquier causa de daño. La ranura de la polea tiene un recubrimiento de neopreno o uretano. La profundidad de la ranura es suficiente para permitir el paso del conductor y de los empalmes sin riesgo de descarrilamiento.

Puesta en Flecha:

La puesta en flecha de los conductores se llevó a cabo de manera que las tensiones y flechas indicadas en la tabla de tensado, no sean sobrepasadas para las correspondientes condiciones de carga.

La puesta en flecha se llevó a cabo separadamente por secciones delimitadas por estructuras de anclaje.

Procedimiento de puesta en flecha del conductor:

Se dejó pasar el tiempo suficiente después del tendido y antes de puesta en flecha para que el conductor se estabilice. Se aplicó las tensiones de regulación tomando en cuenta los asentamientos (CREEP) durante este período.

La flecha y la tensión de los conductores fueron controlados en dos vanos por cada sección de tendido. Estos dos vanos están suficientemente alejados uno del otro para permitir una verificación correcta de la uniformidad de la tensión.

Tolerancias:

En cualquier vano, se admitieron las siguientes tolerancias del tendido respecto a las flechas de la tabla de tensado:

Flecha de cada conductor	1%
- Suma de las flechas de los tres conductores de fase	0.5 %

Fijación del conductor al aislador tipo PIN y grapa de anclaje:

Luego que los conductores hayan sido puestos en flecha, fueron trasladados a los aisladores tipo PIN para su amarre definitivo. En los extremos de la sección de puesta en flecha, el conductor se fijó a las grapas de anclaje de la cadena de aisladores.

Los amarres se ejecutaron de acuerdo con los detalles mostrados en los planos del proyecto.

Los torques de ajuste aplicados a las tuercas de las grapas de anclaje son los indicados por los fabricantes.

La verificación se hizo con torquímetros de probada calidad y precisión, suministrados por el Contratista.

5.2.2.9 Tendido de los cables subterráneos de Media Tensión

Apertura de Zanjas:

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

Durante la etapa de excavación, el ancho tuvo una dimensión necesaria para que los cables sean manipulados con comodidad por los operarios del tendido.

Se mantuvo el mayor orden posible en el trabajo poniendo especial cuidado en no desparramar el material de la excavación; colocándola a 0,50m del borde de la zanja.

Montaje de cable N2XSY-30 kV

El Cable N2XSY, fue instalado en toda su trayectoria sin ningún empalme. En su recorrido el cable fue protegido con ladrillo, cinta señalizadora diseñadas para tal fin, en ningún momento se permitió el arrastre en zonas pedregosas y objetos punzocortantes que deteriore la cubierta exterior.

Para el tendido del cable se ubicó a un costado de la zanja, inspeccionando en toda su longitud que no presente picaduras y otras posibles fallas; posteriormente fue bajado hacia la zanja. Se instaló lo más recto posible y cuando fue necesario realizar curvas, estas tuvieron un radio suficientemente grande como para evitar causarle daño.

Para advertir la presencia del cable cuando se efectúen posteriores trabajos en el subsuelo, sobre la capa superior de arena, se puso una hilera de ladrillos en forma continua a una distancia no menor de 0,10 m. por encima del cable, instalándose una cinta de señalización. No se aplicó compactaciones antes de que el cable sea cubierto con una capa de arena fina de 0,10 a 0,15 m. de espesor.

Los cables subterráneos se rotularon y señalizaron cada 3 metros a lo largo de su recorrido, la rotulación se realizó con cintas etiquetadas 3M (material de poliéster con adhesivo acrílico sensible a la impresión) y la señalización se realizó con cintas adhesivas vinílicas 3M con los colores adecuados para las fases R S T.

Terminales Unipolares 25kV de Media Tensión

Para la realización de este trabajo se tuvo en cuenta las siguientes recomendaciones:

- Tener en cuenta las recomendaciones del fabricante.
- Para la conexión de los conductores a los bornes de la cabeza terminal se tuvo especial cuidado de que no hayan pérdidas de aislamiento ni que pueda existir el peligro de entrada de humedad en el aislamiento del cable.
- La cabeza quedó completamente nivelada.
- Todos los trabajos se realizaron en la superficie del terreno, cuidando de que los elementos y equipos no se impregnen de suciedad alguna.

5.2.2.10 Montaje de Seccionador Fusible

Se instalaron de acuerdo a los planos y láminas del Proyecto.

El desplazamiento de los mismos al ser abiertos no pasa más allá del plano vertical. Los contactos están limpios de óxidos, grasa y los porta fusibles llevan los fusibles descritos.

Se instalaron seccionadores-fusibles en la estructura N°01 (PMI).

5.2.2.11 Montaje de Subestación Interior

Dada la delicadeza del trabajo, se encomendó el montaje de la subestación a personal experto y con experiencia en el ramo.

Antes de proceder a efectuar el montaje de la subestación interior, se verificó que las obras civiles estén concluidas: canaletas, buzones, ductos, tuberías, etc.

Se procedió a montar la subestación, de acuerdo al orden siguiente:

- Armado de las celdas con sus accesorios y anclaje al piso.
- Armado del Terminal Unipolar e interconexión al interruptor seccionador.
- Instalación del transformador de potencia.
- Colocación de aisladores portabarras, barras, conexiones mediante platinas al seccionador y al transformador, pintado de platinas según Normas.
- Conexionado de puestas a tierra todas las partes metálicas de las celdas, de los seccionadores, de la cabeza terminal interior, portafusibles y del transformador fueron conectados a un pozo de tierra de media tensión ubicado fuera del local de la Subestación en caseta.

- El tablero general de distribución, se conectaron a un pozo de tierra de baja tensión.
- Cada uno de las platinas de cobre 20 x 3 mm para la puesta a tierra, fueron fijadas a cada equipo mediante perno, arandela y tuerca, todas de bronce o acero inoxidable, empleándose terminales de cobre de presión.

5.2.2.12 Montaje del Sistema de Medición

Está conformado por los siguientes equipos:

Transformador Mixto (TRAFOMIX):

Se procedió a su transporte e instalación con las recomendaciones del fabricante.

Se revisó en el lugar de la obra, previo a su montaje en el poste de C.A.C. ; en especial los aisladores, equipos de medición y carcasa metálica, incluyendo la limpieza.

Su instalación en la estructura se efectuó con un teclé de 2 Tn., cuyas características técnicas garantizaron su montaje con maniobras concordantes a las recomendaciones del fabricante.

La instalación de dicho Equipo cumple con las distancias de seguridad que indica el Código Nacional de Electricidad - Suministro.

Las partes metálicas del trafomix se conectarán a tierra.

Medidor Electrónico

El medidor está instalado en una caja metálica LTM, el cual está conectado por conductores tipo NLT desde el Trafomix protegidos por un tubo de F°G° de 1 1/2"Ø y fijado al poste con cinta bandit de 3/4".

Murete de Concreto

Se construyó en la base del poste (estructura N° 01), donde se instaló el trafomix, alberga a la caja porta medidor trifásica y es de ladrillo con medidas 0,70x1,50x0,30 m.

5.2.3 Pruebas de los Materiales y Equipos después de Instalados

5.2.3.1 Inspección y Pruebas

Después de concluida la Obra, la Supervisión efectuó una inspección general a fin de comprobar la correcta ejecución de los trabajos y autorizar las pruebas de puesta en servicio.

Se verificó lo siguiente:

- El cumplimiento de las distancias mínimas de seguridad.
- La limpieza de los conductores.
La magnitud de las flechas de los conductores.
- Eliminación de los residuos de embalajes y otros desperdicios.
- La limpieza de la franja de servidumbre.

Inspección de cada estructura

En cada estructura se verificó que se hayan llevado a cabo los siguientes trabajos:

- Relleno, compactación y nivelación alrededor de las cimentaciones, y la dispersión de la tierra sobrante.
- El correcto montaje de las estructuras dentro de la tolerancia permisibles y de conformidad con los planos aprobados.
- Ajuste de pernos y tuercas.

Montaje, limpieza y estado físico de los aisladores tipo PIN y de suspensión.

- Instalación de los accesorios del conductor.
- Ajuste de las grapas de ángulo y de anclaje.
- Los pasadores de seguridad de los aisladores y accesorios.
- En el transformador de distribución: estanqueidad del tanque, posición del cambiador de tomas, nivel de aceite, anclaje a la estructura, ajuste de barras y conexionado en general.

Pruebas

Al concluir los trabajos de montaje del cable se realizaron las pruebas que se detallan a continuación empleando instrucciones y métodos de trabajo apropiado para éste.

Previamente con la ejecución de estas pruebas, el ejecutor en presencia del Ingeniero Residente de Obras, efectuará cualquier otra labor que sea necesaria para dejar las líneas listas a ser energizadas.

Determinación de la Secuencia de Fases:

Se demostró que la posición relativa de los conductores de cada fase corresponde a lo prescrito.

Prueba de Continuidad y Resistencia Eléctrica:

En las líneas de redes aéreas primarias se midió la resistencia de aislamiento de cada fase de la línea y tierra, y entre fases.

El nivel de aislamiento está de acuerdo a lo especificado en la R.D. 018 – 2002 EM/DGE., que considera los siguientes valores mínimos:

Condiciones Normales	<u>Aéreas</u>	<u>Subterráneas</u>
Entre fases :	100 M Ω	50 M Ω
De fase a tierra :	50 M Ω	20 M Ω
Condiciones Húmedas	<u>Aéreas</u>	<u>Subterráneas</u>
Entre fases :	50 M Ω	50 M Ω
De fase a tierra :	20 M Ω	20 M Ω

Para esta prueba, se pone en cortocircuito las salidas de las líneas de la Subestación y después se prueba en cada uno de los terminales de red su continuidad.

Prueba de las Puestas a Tierra:

La resistencia de la puesta a tierra de las estructuras o del sistema no es mayor de 20 Ohmios.

5.3 CONEXIONADO DEL SISTEMA ELÉCTRICO

5.3.1 Pruebas Eléctricas con el Concesionario

Requisitos:

Carta solicitando al Concesionario programar el día y hora para efectuar las pruebas correspondientes, adjuntando dos (2) copias del expediente final de construcción, que comprende:

- a) Memoria descriptiva.
- b) Especificaciones técnicas.
- c) Metrado.
- d) Planos de construcción.
- e) Copia del Protocolo de Pruebas de los transformadores de Potencia.

Procedimiento:

- a) Se presentará al Concesionario la solicitud de pruebas con los requisitos indicados.
- b) En un plazo no mayor de diez (10) días útiles contados a partir de la presentación de la solicitud, el Concesionario revisará la documentación presentada y realizará el protocolo de inspección y pruebas.
- c) En la fecha y hora fijada para la inspección y pruebas eléctricas, el Ingeniero Residente deberán disponer los recursos humanos, equipos y herramientas necesarias para llevar a cabo las pruebas con seguridad; también, deben tener las instalaciones preparadas y de fácil acceso para la supervisión.
- d) El Ingeniero Supervisor efectuará la dirección de las Pruebas Eléctricas, que comprenderá como mínimo lo siguiente:
 - Pruebas de Continuidad y Aislamiento de la red de Media Tensión.
 - Pruebas del Sistema de Puesta a Tierra.

5.3.1.1 Acta de Inspección y Pruebas

Al final de las pruebas se levantará un Acta en el cual se consignará los resultados obtenidos así como las posibles observaciones. El Acta será elaborado por duplicado y estará suscrita por el Ingeniero Residente y el Ingeniero Supervisor, copia del Acta deberá ser entregada al Ingeniero Residente junto con el expediente de construcción revisado.

Con el Acta de Pruebas satisfactorias (ver Anexo N° 13) el Interesado en coordinación con el Contratista Especialista, solicitará al Concesionario:

La Conformidad para Sistemas de Utilización en Media Tensión.

5.3.2 Conformidad de Obra

Requisitos:

Carta al Concesionario solicitando emitir el documento de Conformidad adjuntando lo siguiente:

Cuatro (4) copias del expediente final de construcción, comprende:

- Memoria descriptiva.
- Especificaciones técnicas de equipos y materiales.
- Planos finales de construcción.
- Metrado de la obra.
- Copia del acta de las pruebas efectuadas.

Procedimiento:

- a) El Interesado presentará al Concesionario la solicitud respectiva cumpliendo con los requisitos indicados.
- b) La emisión de la conformidad de obra, deberá ser efectuada por el Concesionario en un plazo no mayor de cinco (5) días útiles para Sistemas de Utilización en Media Tensión.
- c) En caso de que el Concesionario no pudiera cumplir con el plazo señalado, deberá de informar de inmediato al Interesado, justificando los

motivos e indicando una nueva fecha para la puesta en servicio, no debiendo ser más allá de diez (10) días útiles, contados desde el momento que el Concesionario informa al interesado.

5.3.2.1 Documento de Conformidad de Obra

La emisión de la conformidad de obra, deberá ser efectuada por el Concesionario en un plazo no mayor de cinco (5) días útiles para Sistemas de Utilización en Media Tensión.

En caso de que el Concesionario no pudiera cumplir con el plazo señalado, deberá de informar de inmediato al Interesado, justificando los motivos e indicando una nueva fecha para la puesta en servicio, no debiendo ser más allá de diez (10) días útiles, contados desde el momento que el Concesionario informa al interesado.

El documento de conformidad emitido por el concesionario (Hidrandina S.A.), se adjunta en el Anexo N° 1).

5.3.3 Puesta en Servicio de la Obra

5.3.3.1 Firma del Contrato

El interesado antes de la puesta en servicio presentó la documentación solicitada por Hidrandina S.A. , para la firma de su contrato notificando lo siguiente:

- Modalidad: Medición Potencia Variable.
- Potencia Contratada Horas de Punta: 10,00 kW.
- Potencia Contratada Horas Fuera de Punta: 320,00 kW
- Tarifa Solicitada: MT2

5.3.3.2 Conexionado en el Punto de Diseño

Se coordinó con Hidrandina S.A. efectuar la apertura del seccionamiento en el ramal de la derivación al caserío de 2 de Mayo por el lapso de 40 minutos, con la finalidad de conectar el circuito en el punto de diseño.

5.3.3.3 Instalación del Sistema de Medición

Después de conectado el sistema de utilización en el punto de diseño, personal técnico de Hidrandina instaló el sistema de medición en la estructura N°1 (medidor electrónico).

5.3.3.4 Pruebas de Energización en la subestación

En la subestación de llegada, se cerró el seccionador de potencia energizando el transformador, con la finalidad de efectuar las pruebas de tensión obteniéndose los siguientes valores:

Para las máquinas: 458 Voltios

Para iluminación y equipos auxiliares: 227 Voltios

5.4 PRUEBA FINAL DEL SISTEMA DE UTILIZACIÓN EN M.T. 22,9 kV.

5.4.1 Descripción de la Prueba Final

Obtener resultados satisfactorios en la salida de los transformadores en el lado de baja tensión, de niveles de operatividad de $460 \pm 18,4$ voltios para las máquinas y de $230 \pm 9,2$ voltios para los equipos auxiliares e iluminación.

5.4.2 Variables Independientes, Dependientes e Indicadores

Nuestras variables a utilizar serán las siguientes:

- a) Variable Independiente: Tiempo (Hora)
- b) Variable Dependiente: Tensión (Voltios)

- c) El indicador es que la variación del nivel de tensión es de $\pm 4\%$ de la tensión nominal, según el Código Nacional Eléctrico - Utilización.

5.4.3 Condiciones de Ensayo

En primera instancia, las pruebas se realizaron en vacío, es decir sin el funcionamiento de la planta.

5.4.4 Valores Deseados

Los valores deseados son los siguientes:

Para las máquinas: 460 Voltios

Para iluminación y equipos auxiliares: 230 Voltios

5.4.5 Obtención de los Datos

Valores obtenidos de las pruebas efectuadas son:

Para las máquinas: 458 Voltios

Para iluminación y equipos auxiliares: 227 Voltios

5.4.6 Tabla de Evaluación

Nº	RANGO DEL ERROR	EVALUACIÓN
1	El error pertenece al rango [441,6- 478,4 Voltios]	Instalación del nivel de tensión aceptada
2	El error no pertenece al rango [441,6- 478,4 Voltios]	Instalación del nivel de tensión no aceptada

Nº	RANGO DEL ERROR	EVALUACIÓN
1	El error pertenece al rango [220,5 - 239,5 Voltios]	Instalación del nivel de tensión aceptada
2	El error no pertenece al rango [220,5 - 239,5 Voltios]	Instalación del nivel de tensión no aceptada

La matriz de consistencia final asociada a los niveles de tensión, se adjunta en el Anexo N° 14.

CONCLUSIONES.

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 (ver Anexo N°1).

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 (ver Anexo N° 10 y 11).

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 N° GR/P-POT-IP-004-2009 del 20-01-2009 (ver Anexo N°13). El concesionario emitió la Conformidad Técnica de Obra con documento N°GOHN-1841-2009 del 05-06-2009 (ver Anexo N°1). Con la firma del contrato, se coordinó para la conexión en el punto de diseño y energización en la subestación.

Realizadas la Pruebas Finales de los niveles tensión, la diferencia entre el estándar y lo logrado deberá ser del 4% (460 \pm 18,4 Voltios) y (230 \pm 9,2 Voltios), según lo estipulado por el Código Nacional de Electricidad - Utilización 2011(Regla 050-102) y se indican a continuación:

Para las máquinas: 458 Voltios. (441,6 – 478,4 Voltios), si cumple

Para iluminación y equipos auxiliares: 227 Voltios. (220,5 – 239,5 Voltios), 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 Voltios para las máquinas y 230 \pm 9,2 Voltios para equipos auxiliares e iluminación”.

RECOMENDACIONES

1. La línea de media tensión (22,9 kV) después de 7 meses de estar funcionando salió fuera de servicio, debido a que las instalaciones eléctricas están expuesta al polvo y en horas de la noche la zona es húmeda por la existencia de neblina; por lo que se programó realizar mantenimiento cada 6 meses de la línea y de la subestación, verificando y/o controlando lo siguiente: funcionamiento de los equipos de protección, limpieza de los aisladores, ajuste de los pernos de conexión, nivel de aceite dieléctrico de los transformadores.
2. La materia prima (arcilla) se deberá almacenar, en un lugar que con la manipulación de la maquinaria en el carguío a la tolva, no contamine las instalaciones eléctricas; por lo que se coordinó con el encargado de la planta un lugar en donde la dirección del viento sea opuesto a la línea.

BIBLIOGRAFÍA.

1. Código Nacional de Electricidad, Suministros 2011
2. Ley de Concesiones Eléctricas N° 25844 y su Reglamento
3. Norma NT-DGE-RD018-2002 – “Norma de Procedimiento para la Elaboración de Proyectos y Ejecución de Obras en Sistema de Distribución y Sistema de Utilización en Media Tensión en Zonas De Concesión de Distribución”.
4. Normas Técnicas de Calidad de los Servicios Eléctricos
5. Reglamento de seguridad y salud en el trabajo de actividades eléctricas
6. Norma DGE Terminología en Electricidad y Símbolos Gráficos en Electricidad.
7. Ley de Protección del Medio Ambiente y Protección del Patrimonio Cultural de la Nación
8. Normas DGE/MEM Vigentes
9. Reglamento Nacional de Edificaciones.

PLANOS



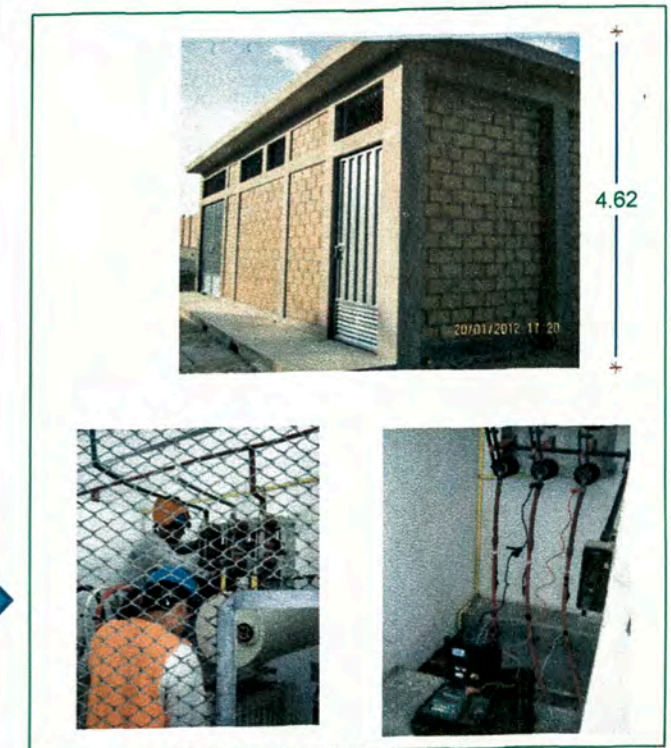
INSTALACION DE LA LINEA 22,9 KV - LONGITUD 4,291 km.



ESTRUCTURA DE MEDICION Y SECCIONAMIENTO

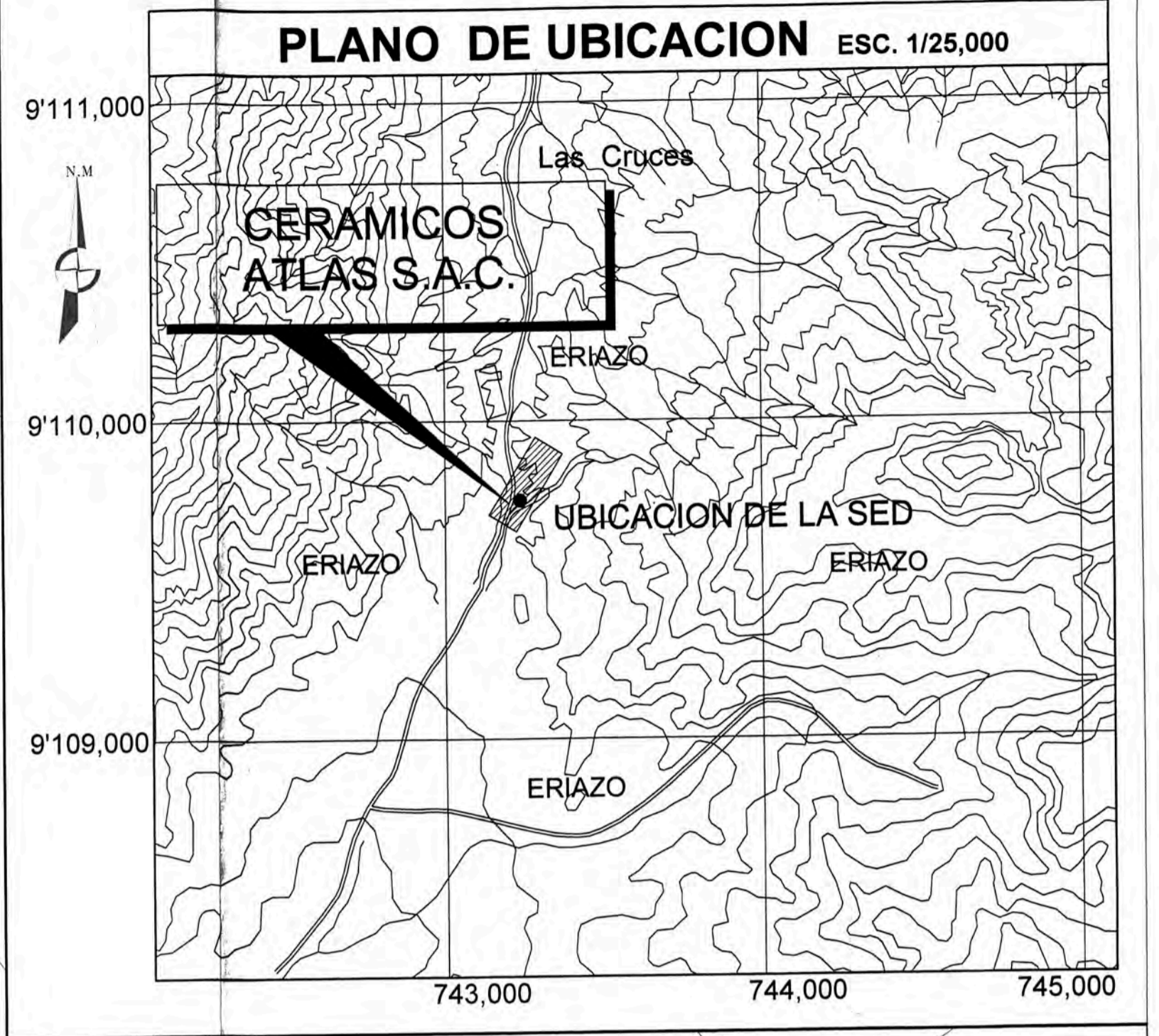
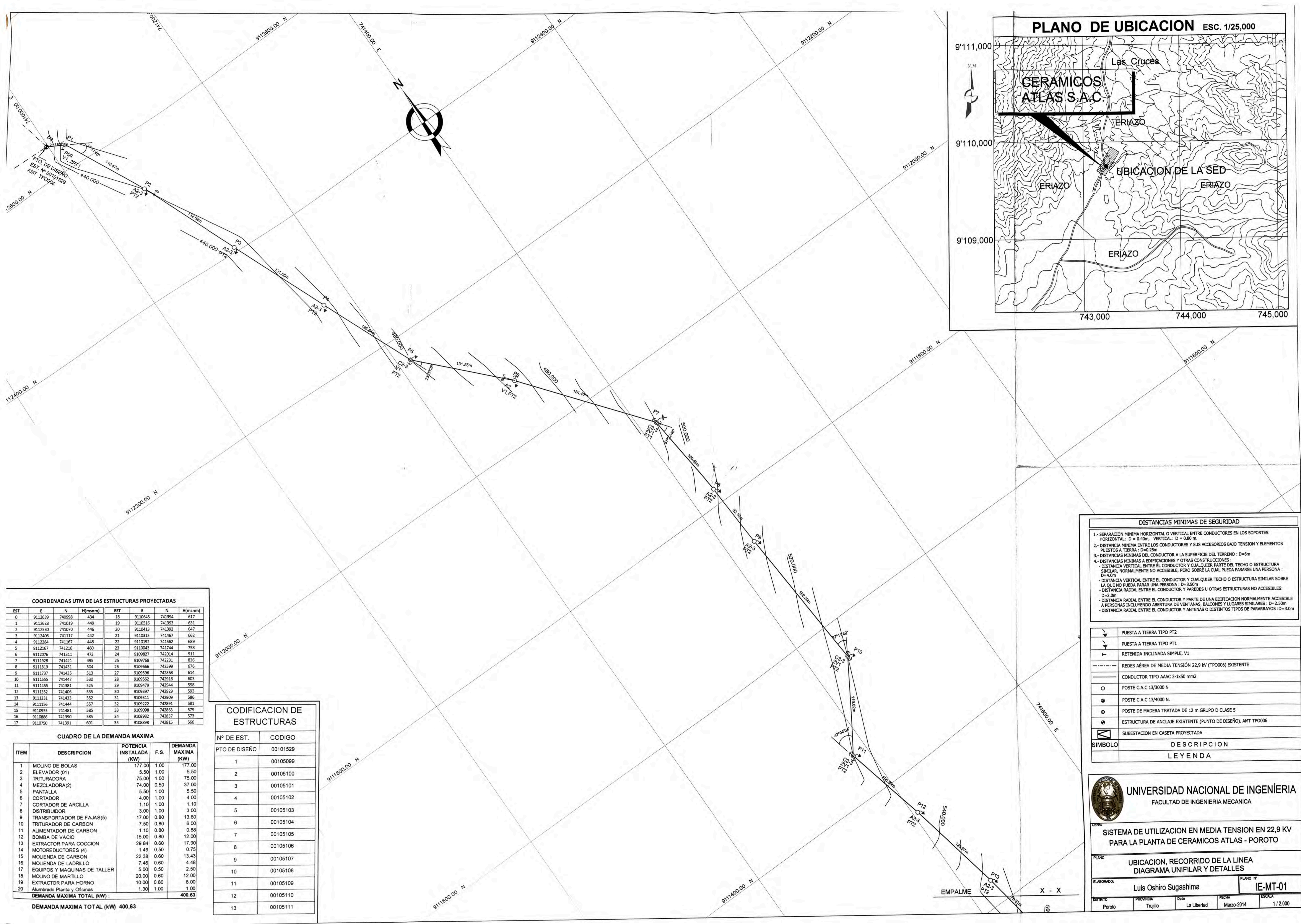
 Postes de C.A.C.	 Postes de Madera Tratada	 Ferretería para cables y postes	 Ferretería para postes	 Ferretería para retenidas
 Ménsulas C.A.V.	 Media Loza de C.A.V.	 Media Palomilla de C.A.V.	 Cruquetas de madera	 Aislador Porcelana 56-3
 Aislador tracción 54-2	 Aislador Polimérico 28 kV	 Seccionador Cut Out 27 kV.	 Cable de aleación de aluminio AAAC	 Cable para retenida
 Seccionador de potencia 24 kV.	 Fusible tubular 24 kV.	 Terminal unipolar 25 kV.	 Medidor Electrónico	 Cable de cobre (P.T.)
 Vanilla de cobre	 Borne de bronce para electrodo	 Cable seco tipo N2XSJ	 Tablero general	 Transformador de potencia
 Caja Registro C.A.V.	 Bentonita sódica	 Tierra arcillosa	 Transformador combinado (Trafomix)	

SUMINISTRO DE MATERIALES



INSTALACION DE LA SUBSTACION EN CASETA

Figura N°2.01: Descripción de los Productos



COORDENADAS UTM DE LAS ESTRUCTURAS PROYECTADAS

EST	E	N	H(msnm)	EST	E	N	H(msnm)
0	9112639	740998	434	18	9110645	741394	617
1	9112628	741019	449	19	9110516	741393	631
2	9112530	741070	446	20	9110413	741392	647
3	9112406	741117	442	21	9110315	741467	662
4	9112284	741167	448	22	9110192	741562	689
5	9112167	741216	460	23	9110043	741744	758
6	9112076	741311	473	24	9109827	742014	911
7	9111928	741421	495	25	9109768	742231	836
8	9111819	741431	504	26	9109666	742599	676
9	9111737	741435	513	27	9109596	742868	614
10	9111555	741447	530	28	9109562	742918	603
11	9111455	741381	525	29	9109479	742944	598
12	9111352	741406	535	30	9109397	742929	593
13	9111231	741433	552	31	9109311	742909	586
14	9111156	741444	557	32	9109222	742891	581
15	9111055	741481	585	33	9109098	742863	579
16	9110886	741390	585	34	9108982	742837	573
17	9110750	741391	601	35	9108898	742815	566

CUADRO DE LA DEMANDA MAXIMA

ITEM	DESCRIPCION	POTENCIA INSTALADA (KW)	F.S.	DEMANDA MAXIMA (KW)
1	MOLINO DE BOLAS	177.00	1.00	177.00
2	ELEVADOR (01)	5.50	1.00	5.50
3	TRITURADORA	75.00	1.00	75.00
4	MEZCLADORA(2)	74.00	0.50	37.00
5	PANTALLA	5.50	1.00	5.50
6	CORTADOR	4.00	1.00	4.00
7	CORTADOR DE ARCILLA	1.10	1.00	1.10
8	DISTRIBUIDOR	3.00	1.00	3.00
9	TRANSPORTADOR DE FAJAS(5)	17.00	0.80	13.60
10	TRITURADOR DE CARBON	7.50	0.80	6.00
11	ALIMENTADOR DE CARBON	1.10	0.80	0.88
12	BOMBA DE VACIO	15.00	0.80	12.00
13	EXTRACTOR PARA COCCION	29.84	0.60	17.90
14	MOTOREDUCTORES (4)	1.49	0.50	0.75
15	MOLIENDA DE CARBON	22.38	0.60	13.43
16	MOLIENDA DE LADRILLO	7.46	0.60	4.48
17	EQUIPOS Y MAQUINAS DE TALLER	5.00	0.50	2.50
18	MOLINO DE MARTILLO	20.00	0.60	12.00
19	EXTRACTOR PARA HORNO	10.00	0.80	8.00
20	Alumbrado Planta y Oficinas	1.30	1.00	1.00
DEMANDA MAXIMA TOTAL (kW) :				400.63
DEMANDA MAXIMA TOTAL (kW) 400,63				

CODIFICACION DE ESTRUCTURAS

Nº DE EST.	CODIGO
PTO DE DISEÑO	00101529
1	00105099
2	00105100
3	00105101
4	00105102
5	00105103
6	00105104
7	00105105
8	00105106
9	00105107
10	00105108
11	00105109
12	00105110
13	00105111

DISTANCIAS MINIMAS DE SEGURIDAD

- SEPARACION MINIMA HORIZONTAL O VERTICAL ENTRE CONDUCTORES EN LOS SOPORTES:
HORIZONTAL: D = 0.40m, VERTICAL: D = 0.80 m.
- DISTANCIA MINIMA ENTRE LOS CONDUCTORES Y SUS ACCESORIOS BAJO TENSION Y ELEMENTOS PUESTOS A TIERRA : D=0.25m
- DISTANCIAS MINIMAS DEL CONDUCTOR A LA SUPERFICIE DEL TERRENO : D=6m
- DISTANCIAS MINIMAS A EDIFICACIONES Y OTRAS CONSTRUCCIONES :
- DISTANCIA VERTICAL ENTRE EL CONDUCTOR Y CUALQUIER PARTE DEL TECHO O ESTRUCTURA SIMILAR, NORMALMENTE NO ACCESIBLE, PERO SOBRE LA CUAL PUEDE PARARSE UNA PERSONA : D=4.0m
- DISTANCIA VERTICAL ENTRE EL CONDUCTOR Y CUALQUIER TECHO O ESTRUCTURA SIMILAR SOBRE LA QUE NO PUEDA PARARSE UNA PERSONA : D=3.50m
- DISTANCIA RADIAL ENTRE EL CONDUCTOR Y PAREDES U OTRAS ESTRUCTURAS NO ACCESIBLES : D=2.0m
- DISTANCIA RADIAL ENTRE EL CONDUCTOR Y PARTE DE UNA EDIFICACION NORMALMENTE ACCESIBLE A PERSONAS INCLUYENDO ABERTURA DE VENTANAS, BALCONES Y LUGARES SIMILARES : D=2.50m
- DISTANCIA RADIAL ENTRE EL CONDUCTOR Y ANTENAS O DISTINTOS TIPOS DE PARARRAYOS :D=3.0m

LEYENDA

	PUESTA A TIERRA TIPO PT2
	PUESTA A TIERRA TIPO PT1
	RETENIDA INCLINADA SIMPLE, V1
	REDES ÁREA DE MEDIA TENSIÓN 22,9 KV (TPO006) EXISTENTE
	CONDUCTOR TIPO AAAC 3-1x50 mm2
	POSTE C.A.C. 13/3000 N
	POSTE C.A.C. 13/4000 N
	POSTE DE MADERA TRATADA DE 12 m GRUPO D CLASE 5
	ESTRUCTURA DE ANCLAJE EXISTENTE (PUNTO DE DISEÑO), AMT TPO006
	SUBSTACION EN CASETA PROYECTADA
	DESCRIPCION
	LEYENDA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA

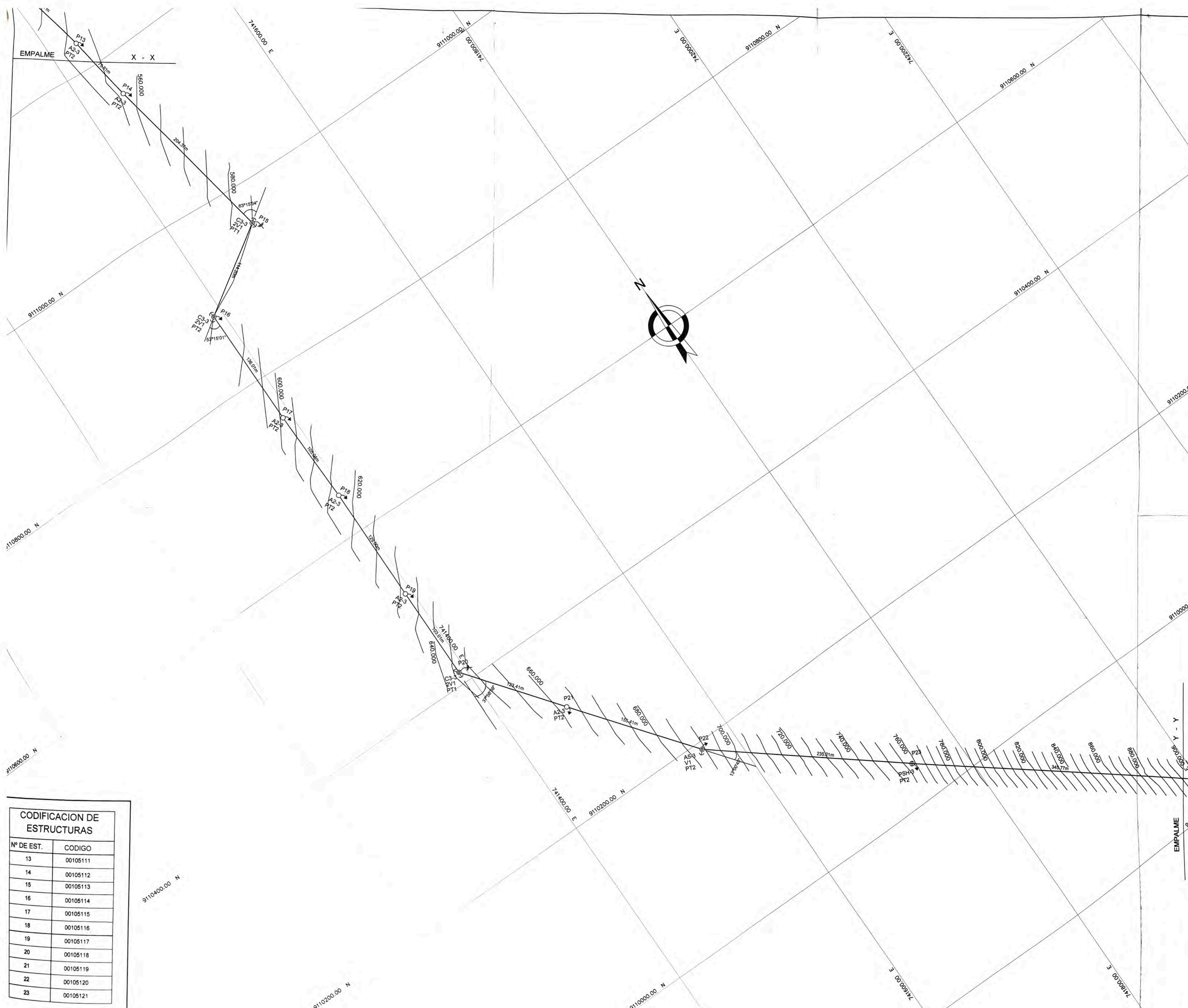
OBRA: SISTEMA DE UTILIZACION EN MEDIA TENSIÓN EN 22,9 KV PARA LA PLANTA DE CERAMICOS ATLAS - POROTO

PLANO: UBICACION, RECORRIDO DE LA LINEA DIAGRAMA UNIFILAR Y DETALLES

ELABORADO: Luis Oshiro Sugashima

PLANO Nº: IE-MT-01

DISTRITO: Poroto	PROVINCIA: Trujillo	DEPTO: La Libertad	FECHA: Marzo-2014	ESCALA: 1/2,000
------------------	---------------------	--------------------	-------------------	-----------------



CODIFICACION DE ESTRUCTURAS	
Nº DE EST.	CODIGO
13	00105111
14	00105112
15	00105113
16	00105114
17	00105115
18	00105116
19	00105117
20	00105118
21	00105119
22	00105120
23	00105121

- DISTANCIAS MINIMAS DE SEGURIDAD**
- SEPARACION MINIMA HORIZONTAL O VERTICAL ENTRE CONDUCTORES EN LOS SOPORTES:
HORIZONTAL: D = 0.40m, VERTICAL: D = 0.80 m.
 - DISTANCIA MINIMA ENTRE LOS CONDUCTORES Y SUS ACCESORIOS BAJO TENSION Y ELEMENTOS PUESTOS A TIERRA : D=0.25m
 - DISTANCIAS MINIMAS DEL CONDUCTOR A LA SUPERFICIE DEL TERRENO : D=6m
 - DISTANCIAS MINIMAS A EDIFICACIONES Y OTRAS CONSTRUCCIONES :
- DISTANCIA VERTICAL ENTRE EL CONDUCTOR Y CUALQUIER PARTE DEL TECHO O ESTRUCTURA SIMILAR, NORMALMENTE NO ACCESIBLE, PERO SOBRE LA CUAL PUEDE PARARSE UNA PERSONA : D=4.0m
- DISTANCIA VERTICAL ENTRE EL CONDUCTOR Y CUALQUIER TECHO O ESTRUCTURA SIMILAR SOBRE LA QUE NO PUEDE PARAR UNA PERSONA : D=3.50m
- DISTANCIA RADIAL ENTRE EL CONDUCTOR Y PAREDES U OTRAS ESTRUCTURAS NO ACCESIBLES: D=2.0m
- DISTANCIA RADIAL ENTRE EL CONDUCTOR Y PARTE DE UNA EDIFICACION NORMALMENTE ACCESIBLE A PERSONAS INCLUYENDO ABERTURA DE VENTANAS, BALCONES Y LUGARES SIMILARES : D=2.50m
- DISTANCIA RADIAL ENTRE EL CONDUCTOR Y ANTENAS O DISTINTOS TIPOS DE PARARRAYOS :D=3.0m

SIMBOLO	DESCRIPCION
⬇	PUESTA A TIERRA TIPO PT2
⬆	PUESTA A TIERRA TIPO PT1
⬇	RETENIDA INCLINADA SIMPLE, V1
---	REDES AÉREA DE MEDIA TENSIÓN 22,9 kv (TPO006) EXISTENTE
—	CONDUCTOR TIPO AAAC 3-1x50 mm ²
○	POSTE C.A.C 13/3000 N
●	POSTE C.A.C 13/4000 N
⊙	POSTE DE MADERA TRATADA DE 12 m GRUPO D CLASE 5
⊕	ESTRUCTURA DE ANCLAJE EXISTENTE (PUNTO DE DISEÑO), AMT TPO006
▭	SUBESTACION EN CASETA PROYECTADA

LEYENDA



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA

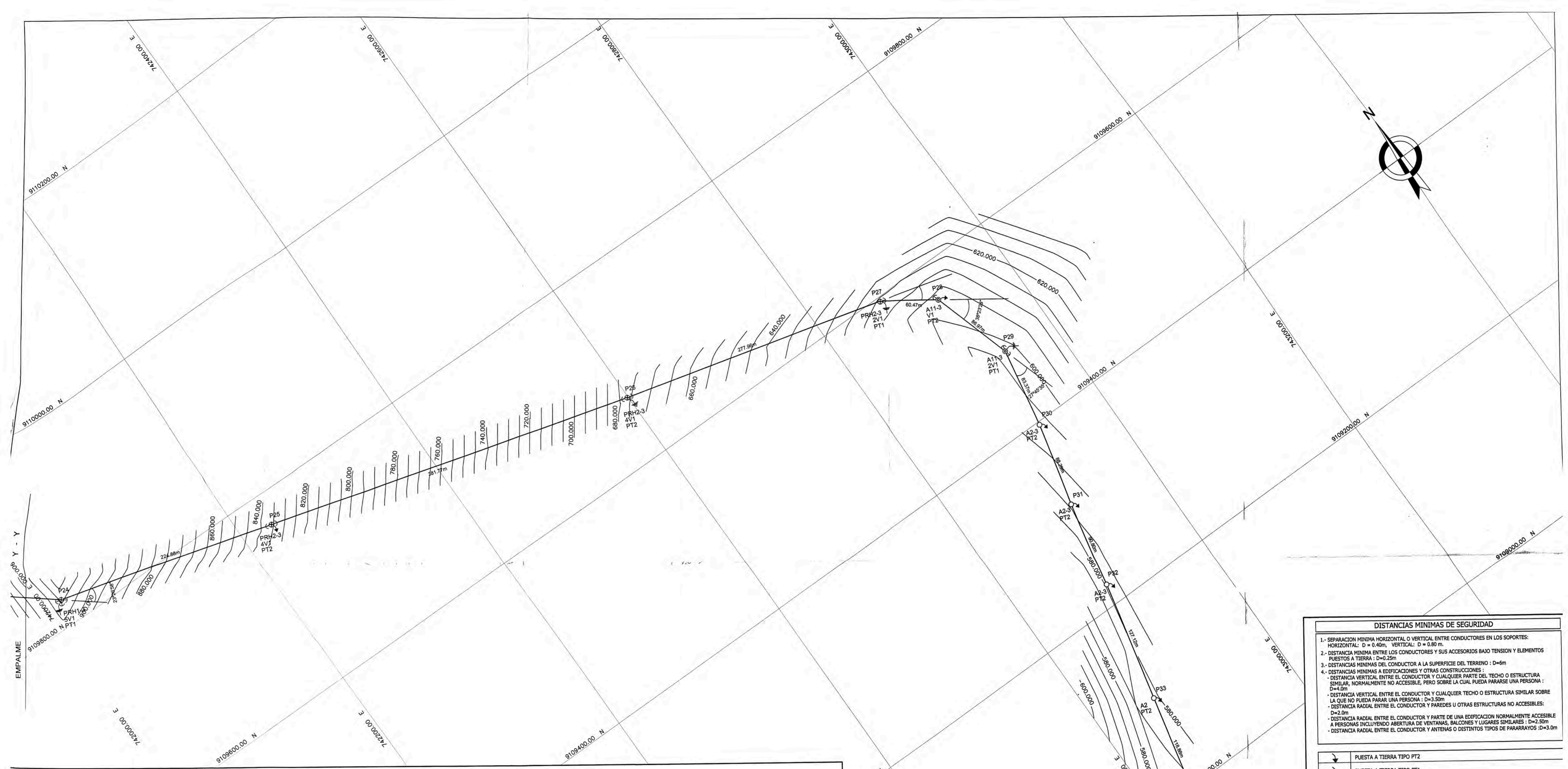
TÍTULO: SISTEMA DE UTILIZACION EN MEDIA TENSION EN 22,9 KV PARA LA PLANTA DE CERAMICOS ATLAS - POROTO

PLANO: UBICACION, RECORRIDO DE LA LINEA DIAGRAMA UNIFILAR Y DETALLES

ELABORADO: Luis Oshiro Sugashima

DISTRITO: Poroto PROVINCIA: Trujillo Dpto: La Libertad FECHA: Marzo-2014 ESCALA: 1/2,000

PLANO N°: IE-MT-02

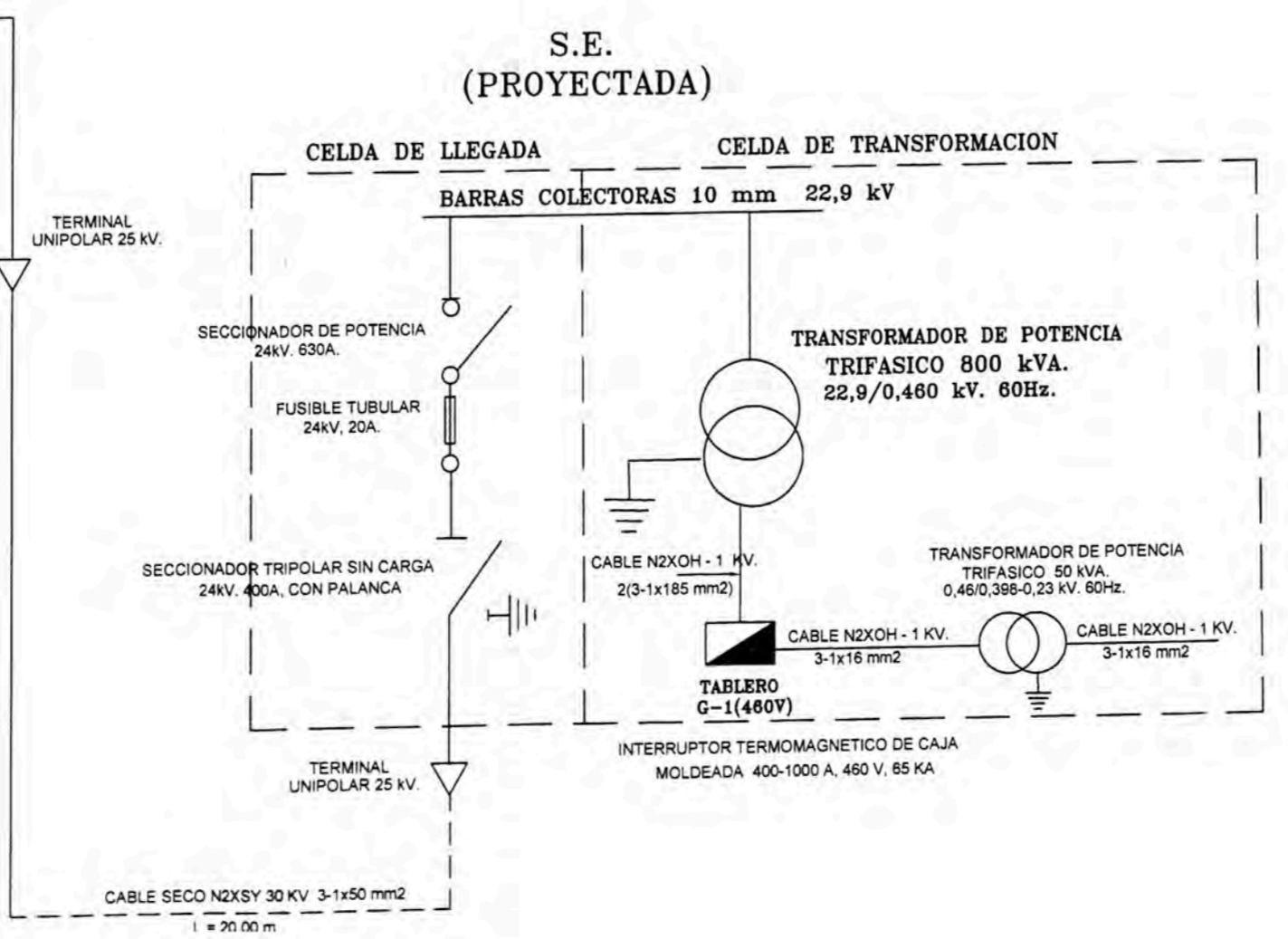
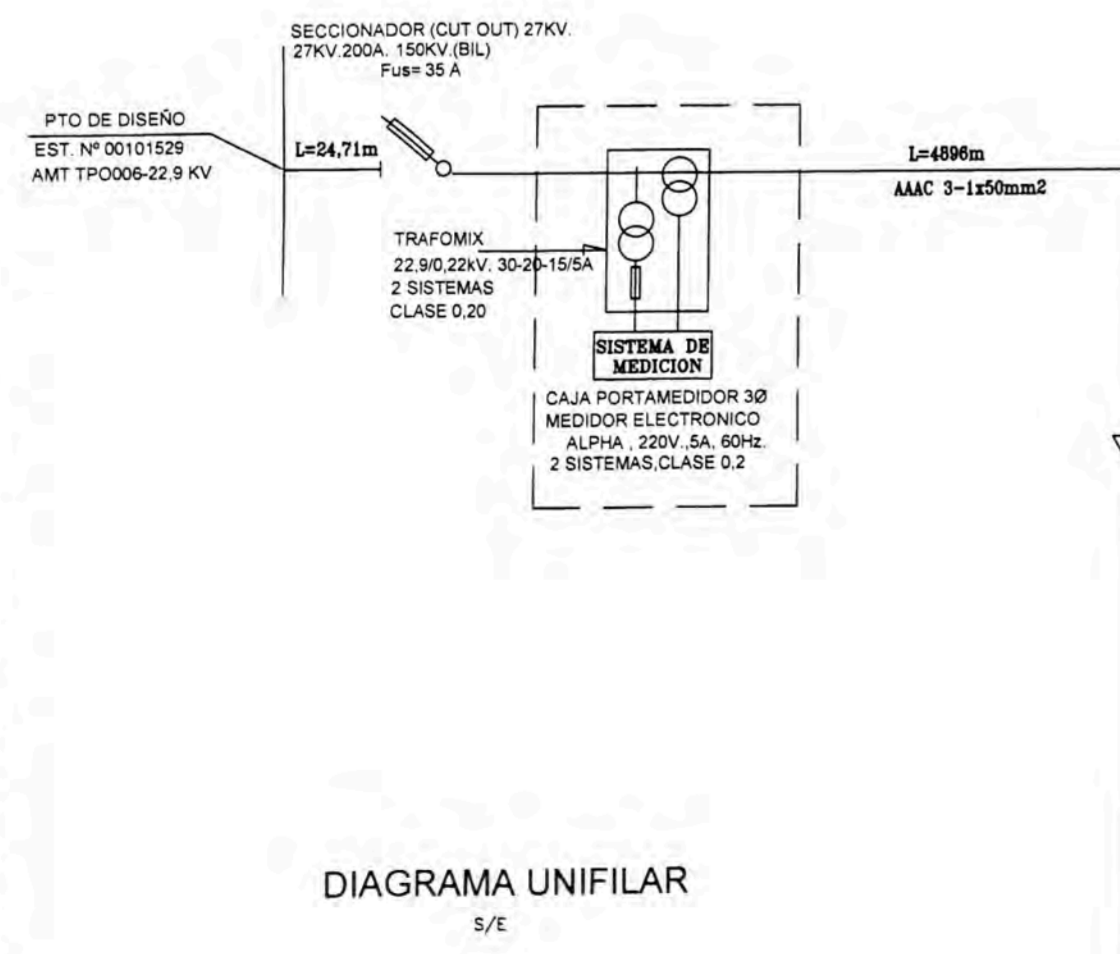


- DISTANCIAS MINIMAS DE SEGURIDAD**
- SEPARACION MINIMA HORIZONTAL O VERTICAL ENTRE CONDUCTORES EN LOS SOPORTES:
HORIZONTAL: $D = 0.40m$, VERTICAL: $D = 0.80m$.
 - DISTANCIA MINIMA ENTRE LOS CONDUCTORES Y SUS ACCESORIOS BAJO TENSION Y ELEMENTOS PUESTOS A TIERRA: $D=0.25m$.
 - DISTANCIAS MINIMAS DEL CONDUCTOR A LA SUPERFICIE DEL TERRENO: $D=6m$
 - DISTANCIAS MINIMAS A EDIFICACIONES Y OTRAS CONSTRUCCIONES:
 - DISTANCIA VERTICAL ENTRE EL CONDUCTOR Y CUALQUIER PARTE DEL TECHO O ESTRUCTURA SIMILAR, NORMALMENTE NO ACCESIBLE, PERO SOBRE LA CUAL PUEDA PARARSE UNA PERSONA: $D=4.0m$
 - DISTANCIA VERTICAL ENTRE EL CONDUCTOR Y CUALQUIER TECHO O ESTRUCTURA SIMILAR SOBRE LA QUE NO PUEDA PARAR UNA PERSONA: $D=3.50m$
 - DISTANCIA VERTICAL ENTRE EL CONDUCTOR Y PAREDES U OTRAS ESTRUCTURAS NO ACCESIBLES: $D=2.0m$
 - DISTANCIA RADIAL ENTRE EL CONDUCTOR Y PARTE DE UNA EDIFICACION NORMALMENTE ACCESIBLE A PERSONAS INCLUYENDO ABERTURA DE VENTANAS, BALCONES Y LUGARES SIMILARES: $D=2.50m$
 - DISTANCIA RADIAL ENTRE EL CONDUCTOR Y ANTENAS O DISTINTOS TIPOS DE PARARRAYOS: $D=3.0m$

	PUESTA A TIERRA TIPO PT2
	PUESTA A TIERRA TIPO PT1
	RETENIDA INCLINADA SIMPLE, V1
	REDES AÉREA DE MEDIA TENSION 22,9 kV (TPO006) EXISTENTE
	CONDUCTOR TIPO AAAC 3-1x50 mm ²
	POSTE C.A.C 13/3000 N
	POSTE C.A.C 13/4000 N.
	POSTE DE MADERA TRATADA DE 12 m GRUPO D CLASE 5
	ESTRUCTURA DE ANCLAJE EXISTENTE (PUNTO DE DISEÑO), AMT TPO006
	SUBESTACION EN CASETA PROYECTADA
SIMBOLO	DESCRIPCION
	LEYENDA

CODIFICACION DE ESTRUCTURAS

Nº DE EST.	CODIGO
24	00105122
25	00105123
26	00105124
27	00105125
28	00105126
29	00105127
30	00105128
31	00105129
32	00105130
33	00105131
34	00105132
35	00105133
SED	HI2601



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA

OBRA: SISTEMA DE UTILIZACION EN MEDIA TENSION EN 22,9 KV PARA LA PLANTA DE CERAMICOS ATLAS - POROTO

PLANO: UBICACION, RECORRIDO DE LA LINEA DIAGRAMA UNIFILAR Y DETALLES

ELABORADO: Luis Oshiro Sugashima

PLANO Nº: IE-MT-03

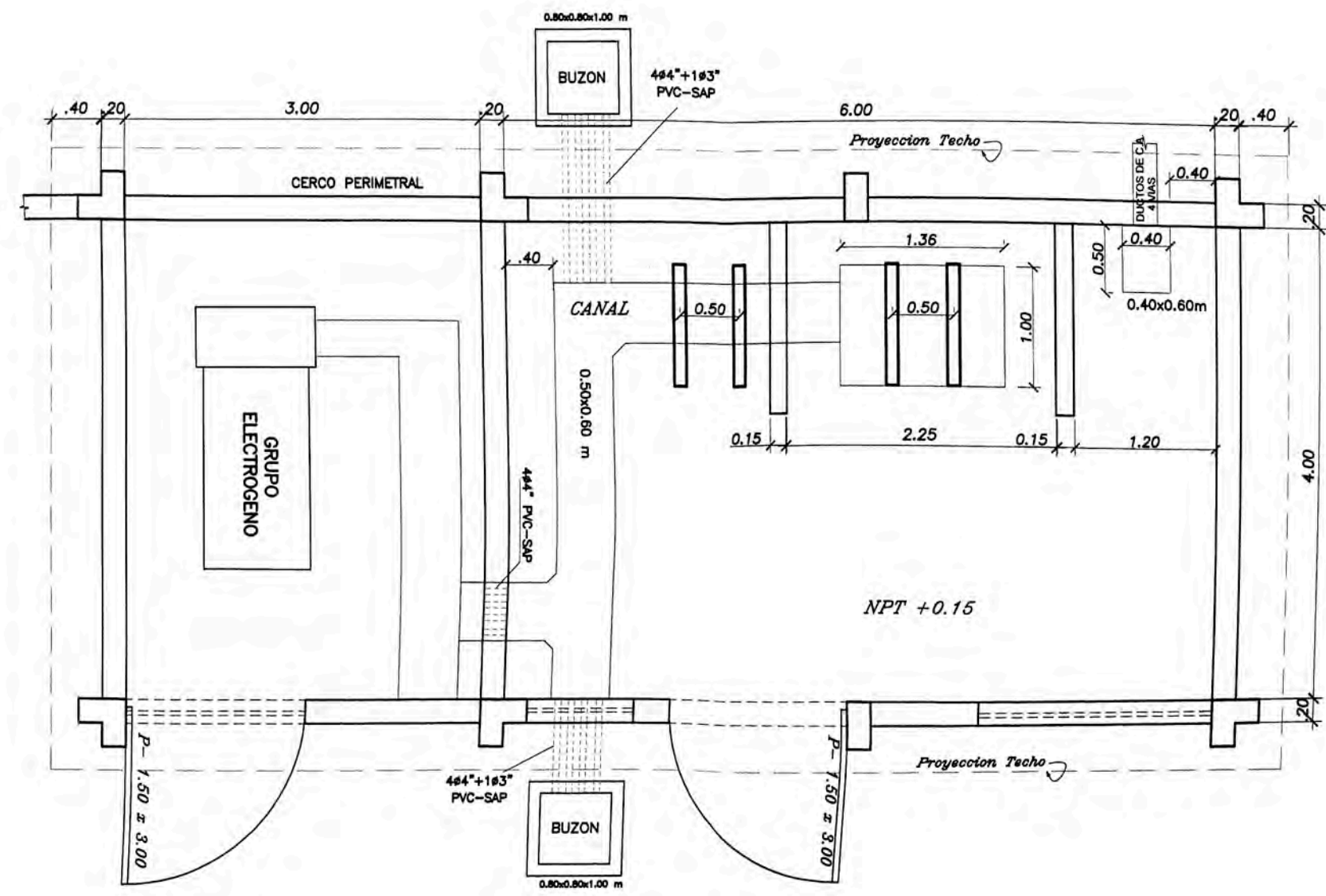
DISTRITO: Poroto

PROVINCIA: Trujillo

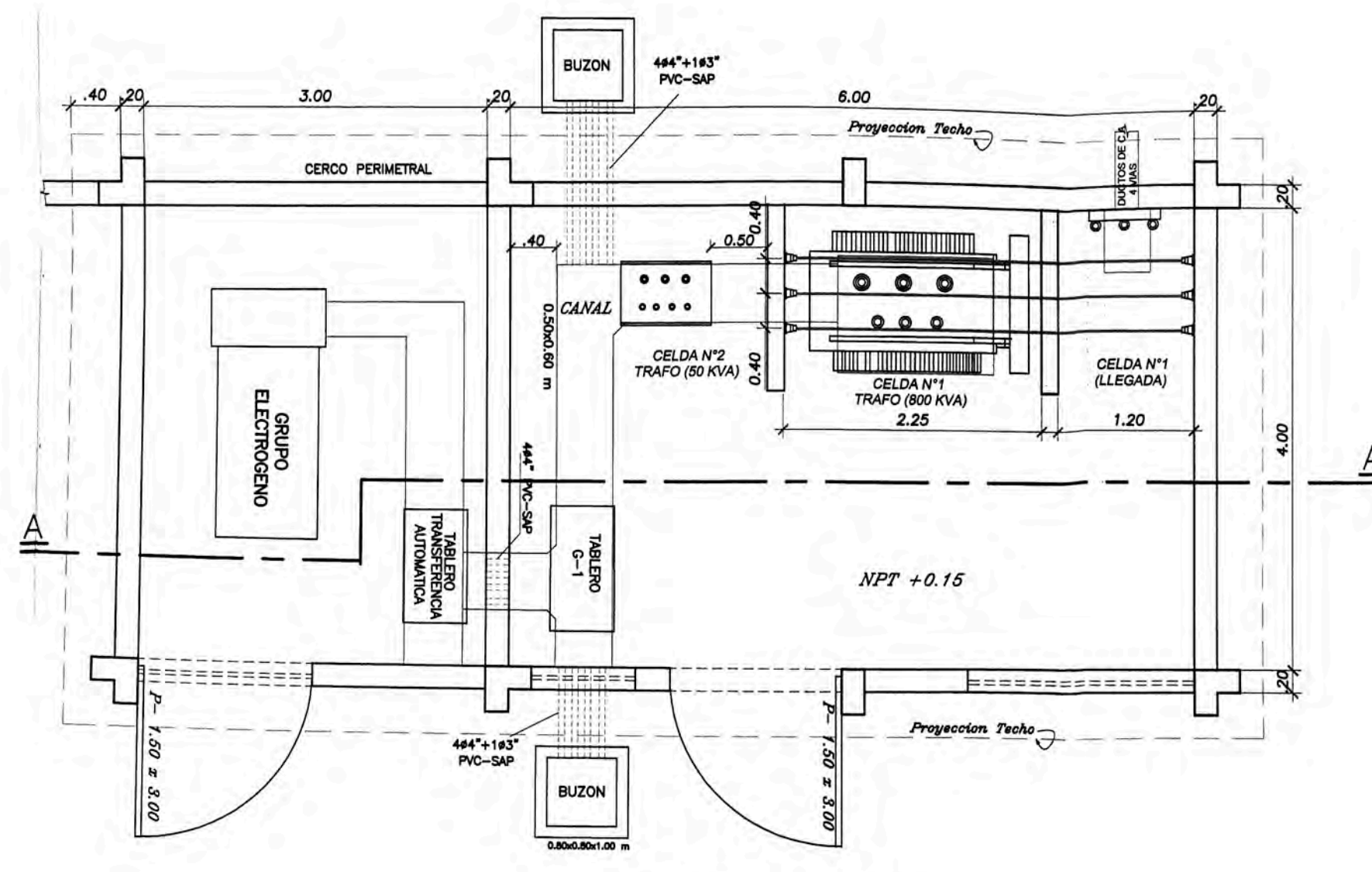
Opto: La Libertad

FECHA: Marzo-2014

ESCALA: 1/2,000



PLANTA
Esc. 1/50



DISTRIBUCION DE EQUIPOS
Esc. 1/50

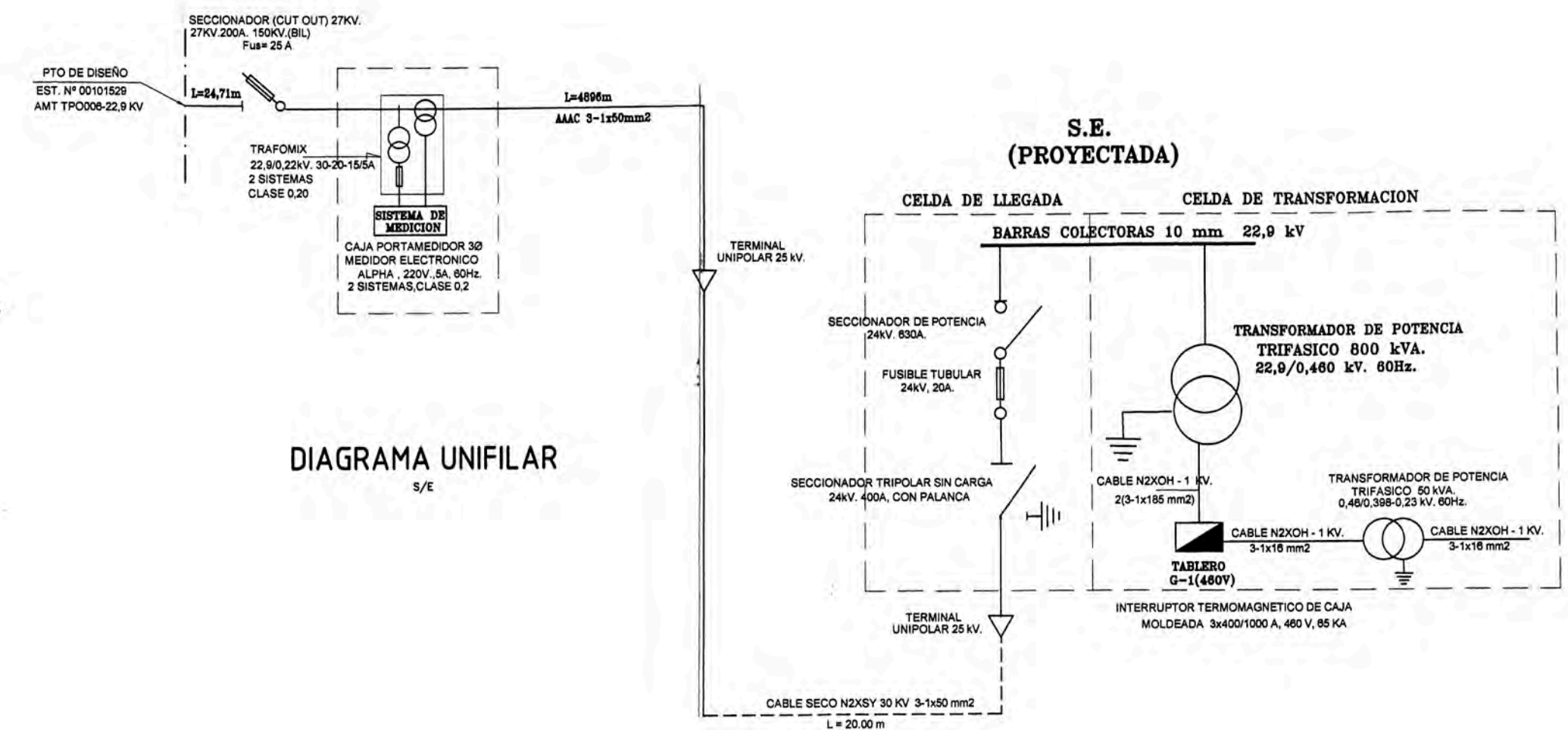
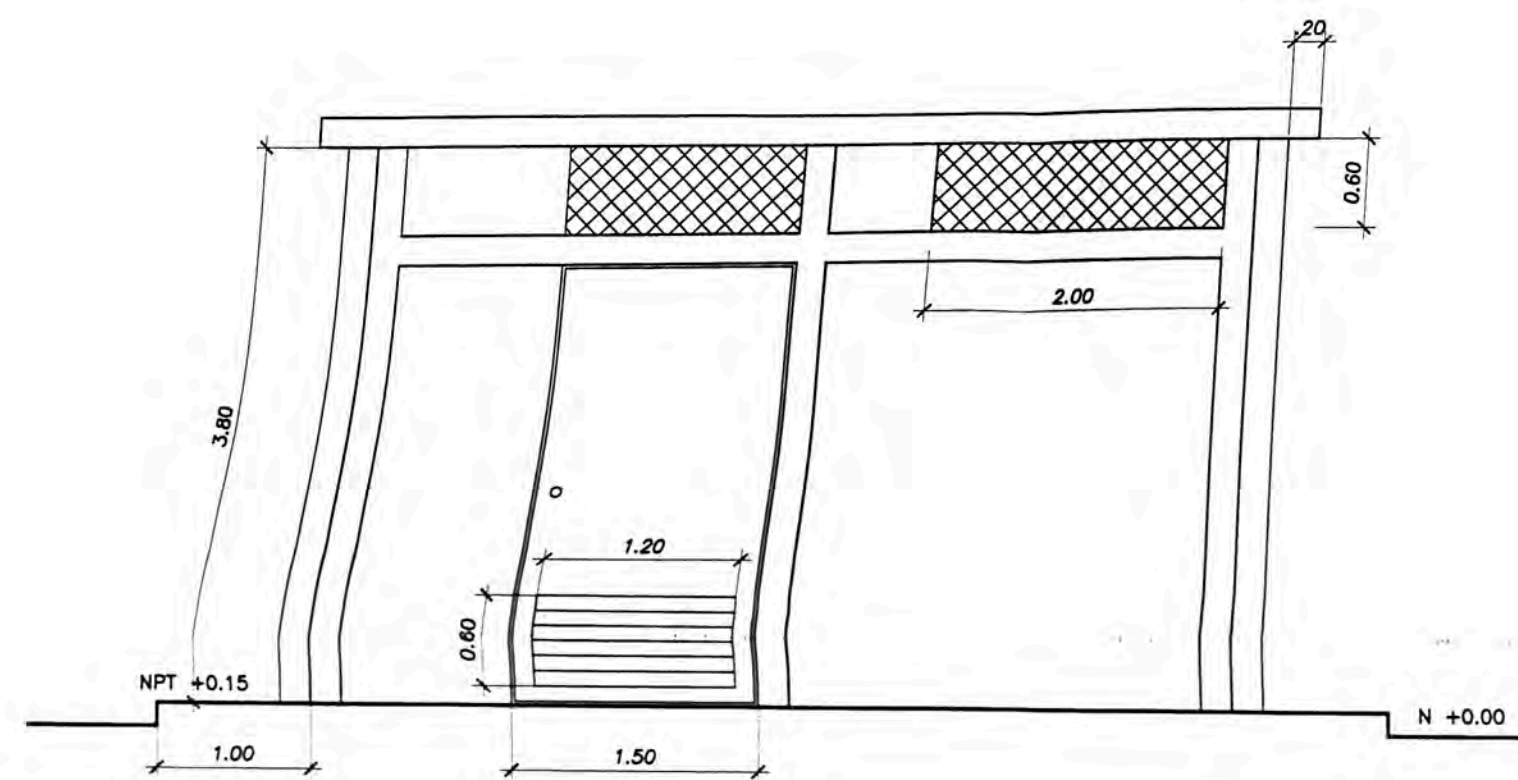
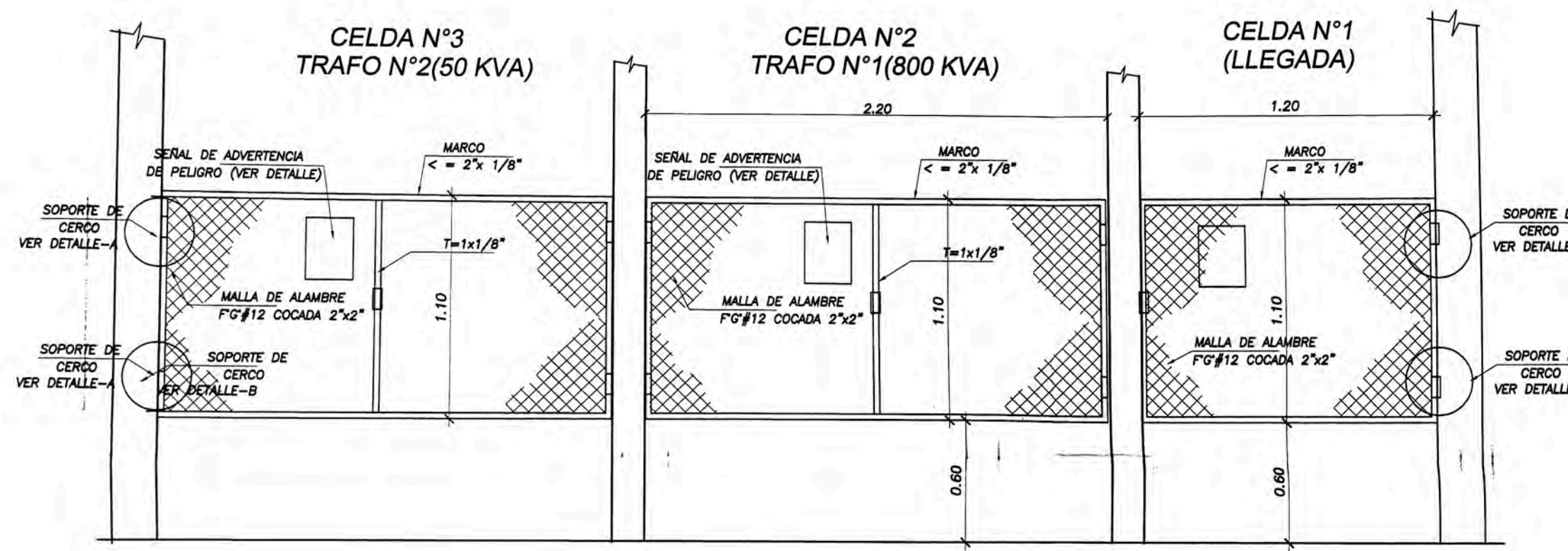


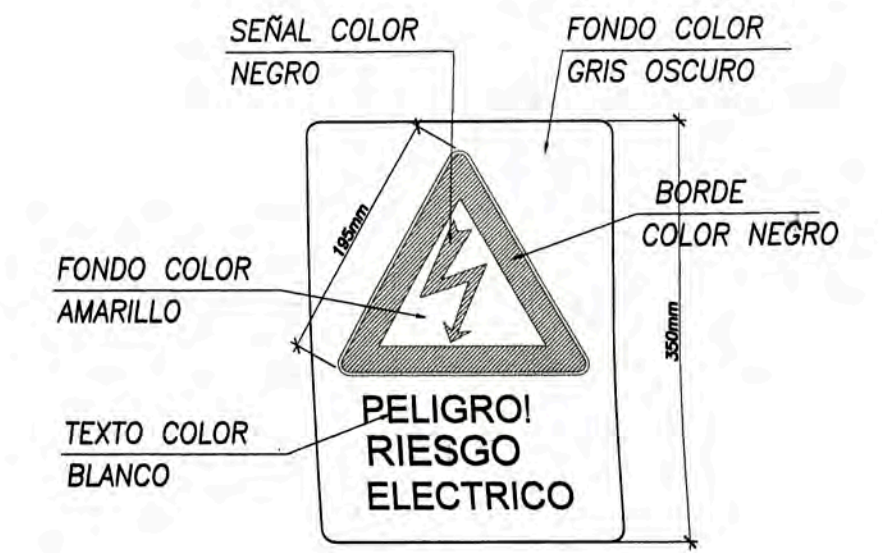
DIAGRAMA UNIFILAR
S/E



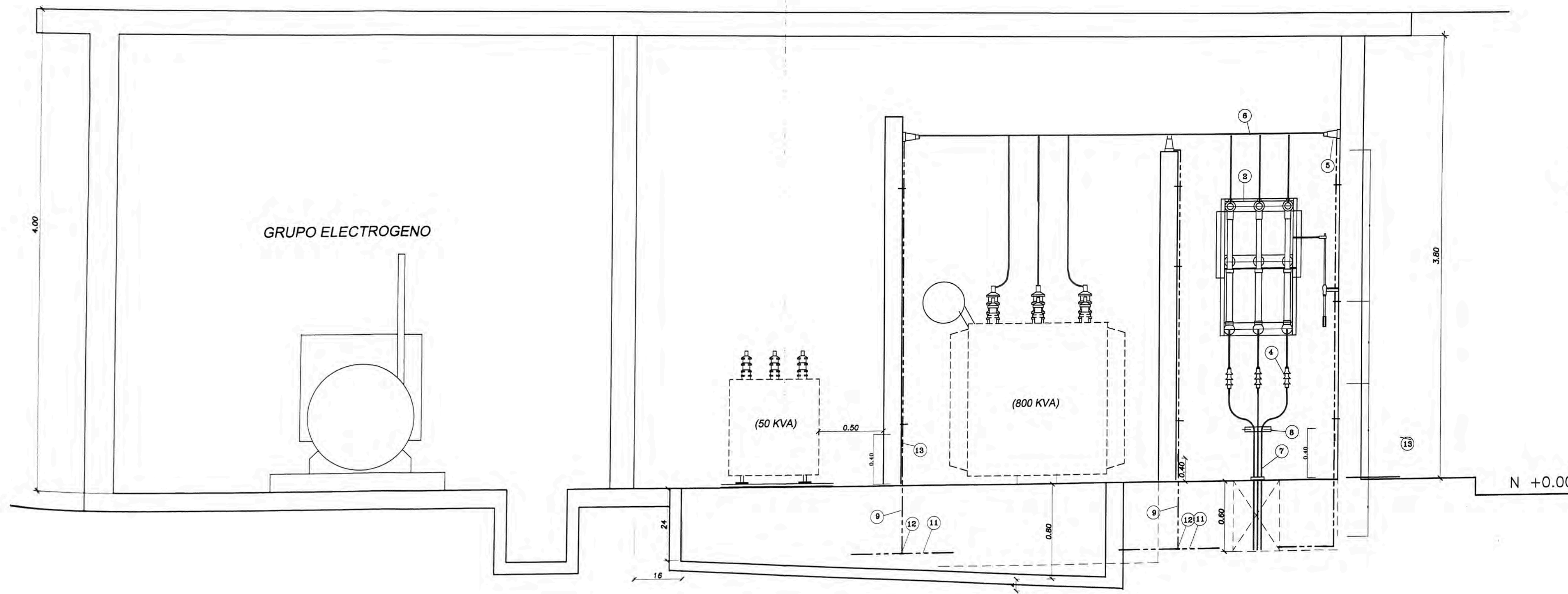
ELEVACION FRONTAL
Esc. 1/50



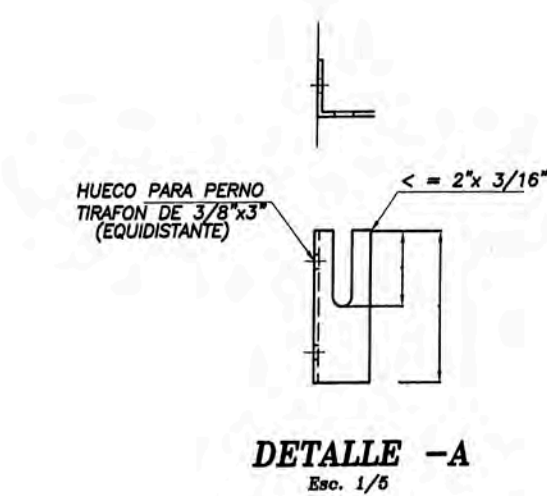
VISTA FRONTAL
DETALLE DE MALLA DE PROTECCION
Esc. 1/25



DETALLE DE SEÑAL
DE PELIGRO
S/E



CORTE A-A



DETALLE -A
Esc. 1/6

SÍMBOLO	DESCRIPCION
11	CONDUCTOR COBRE DESNUDO 120mm ² PARA PUESTA A TIERRA A 0.60m.s.n.p.t
10	PLATINA DE COBRE 20 x 5mm PARA PUESTA A TIERRA
9	CONDUCTOR COBRE DESNUDO 70mm ² PARA PUESTA A TIERRA
8	ABRAZADERA PARA SOPORTE DE CABEZA TERMINAL
7	CABLE SECO TIPO NZXSY 1x50mm ²
6	TABLERO GENERAL
5	ABRAZADERA PARA FIJAR CABLE NZXSY
4	CABEZA TERMINAL UNIPOLAR 25kV. PARA CABLE TIPO NZXSY 1x50mm ²
3	BASE PORTA FUSIBLE TRIPOLAR 24 kV. 200A. CON FUS. TUBULAR 24 kV. 20A.
2	SECCIONADOR DE POTENCIA BAJA CARGA 24 kV. 630A.
1	TRANSFORMADOR TRIFASICO 10-22,9/0,46 kV. 60Hz 800 kVA.

LEYENDA

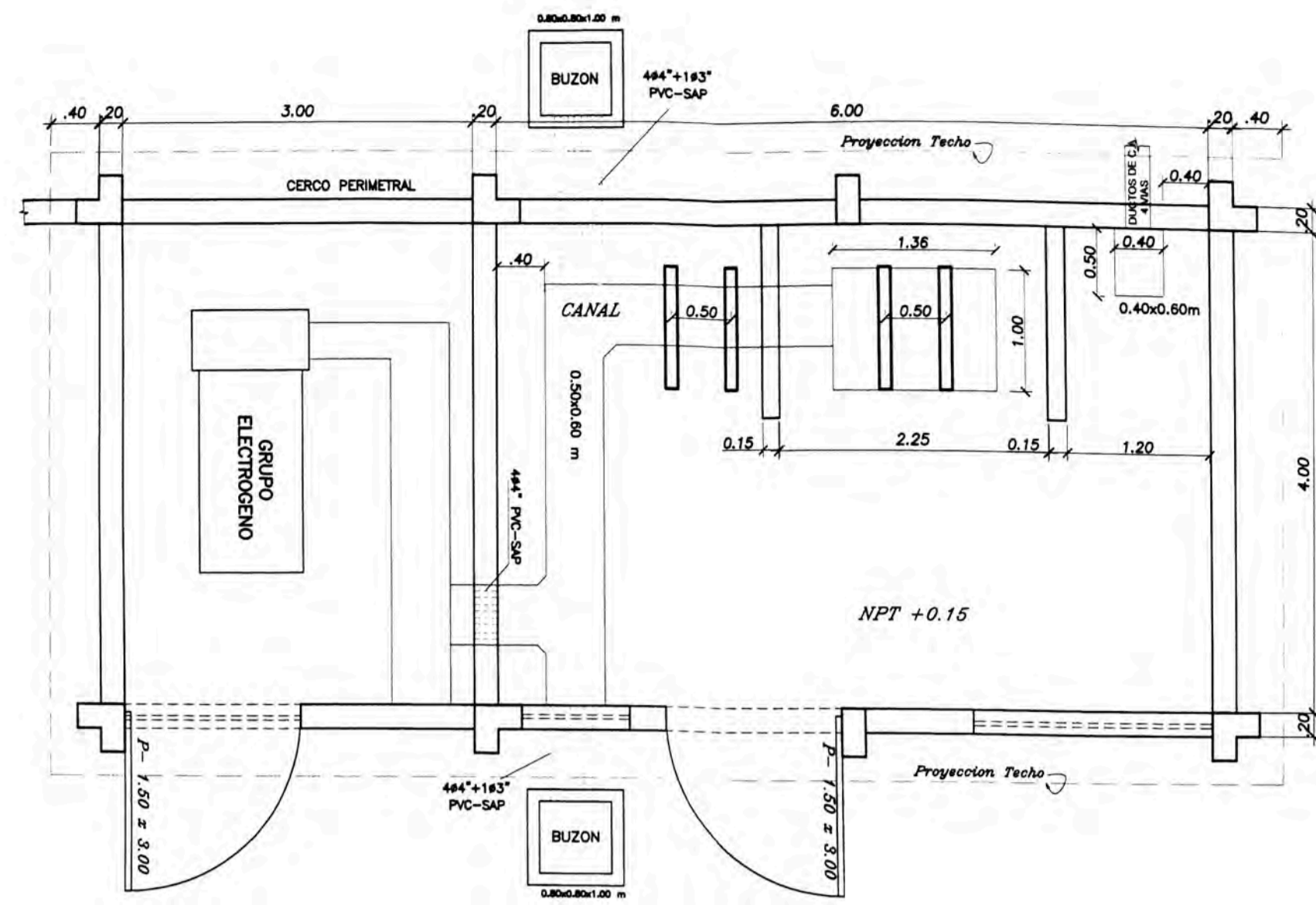
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA

UBICA: SISTEMA DE UTILIZACION EN MEDIA TENSION EN 22,9 KV PARA LA PLANTA DE CERAMICOS ATLAS - POROTO

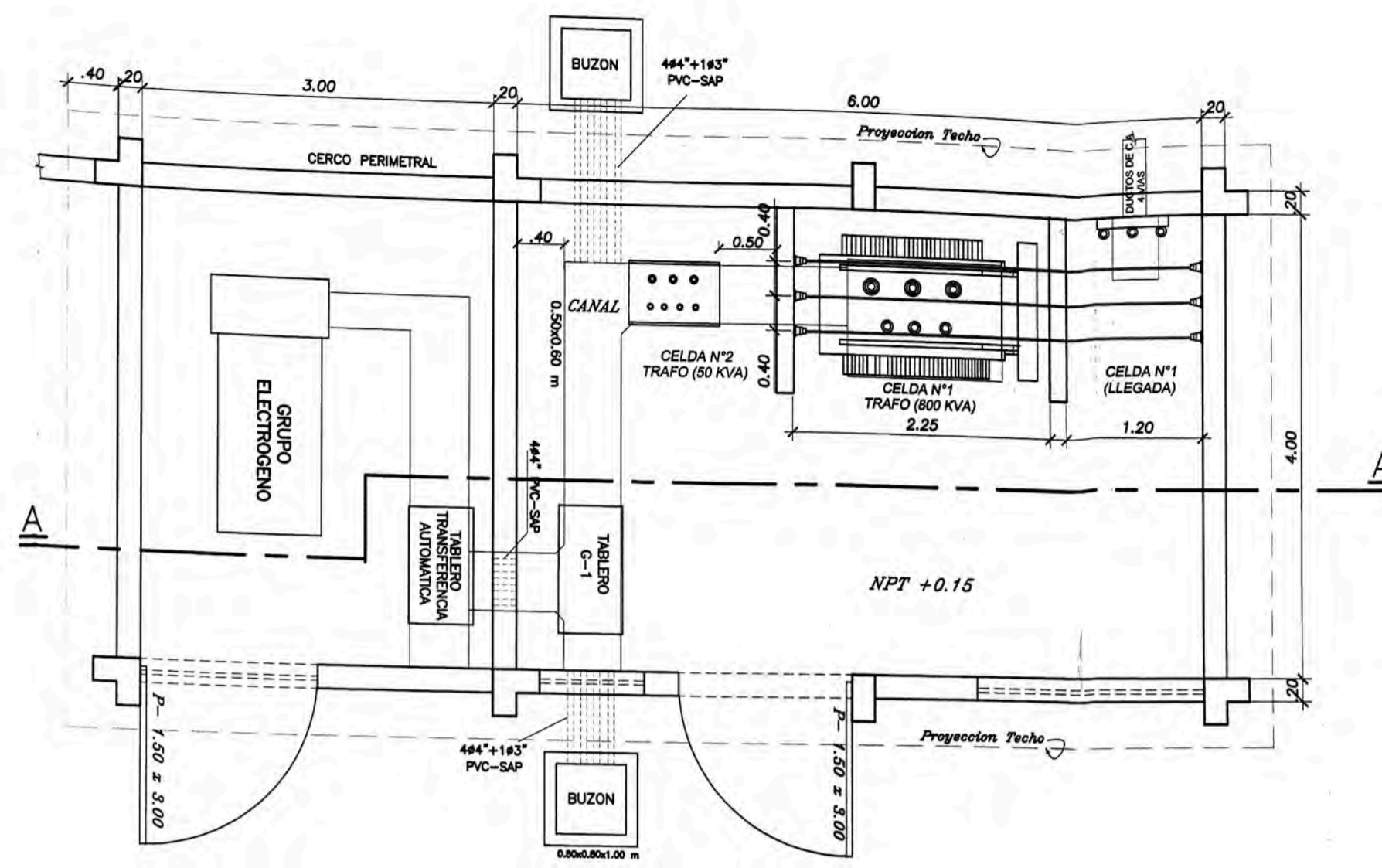
PLANO: SUBSTACION EN CASETA : DISTRIBUCION DE EQUIPOS ELECTRICOS

ELABORADO: Luis Oshiro Sugashima PLANO N° IE-MT-04

DISTRITO: Poroto PROVINCIA: Trujillo Dpto: La Libertad FECHA: Marzo-2014 ESCALA: Indicada



PLANTA
Esc. 1/50



DISTRIBUCION DE EQUIPOS
Esc. 1/50

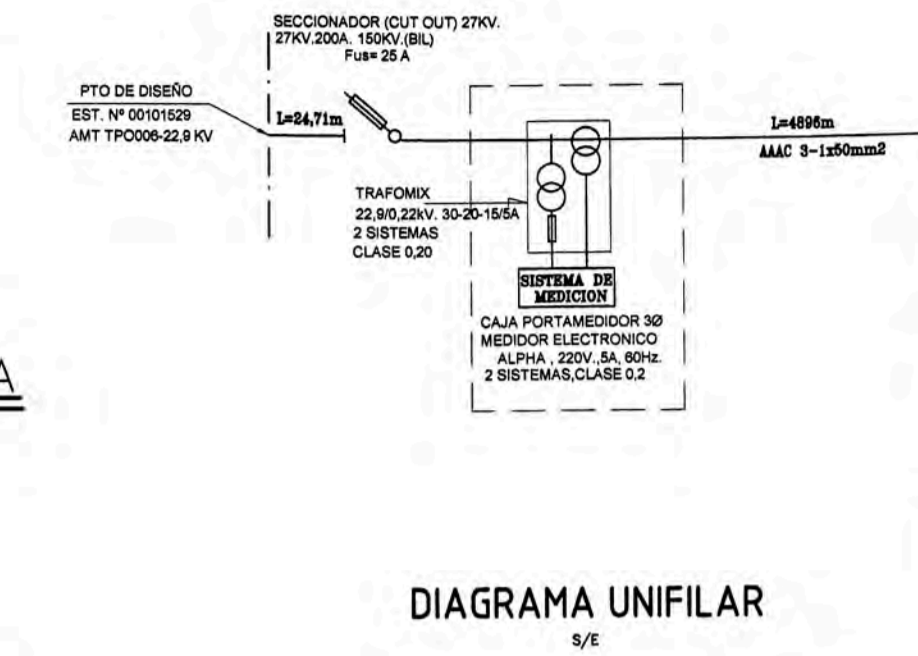
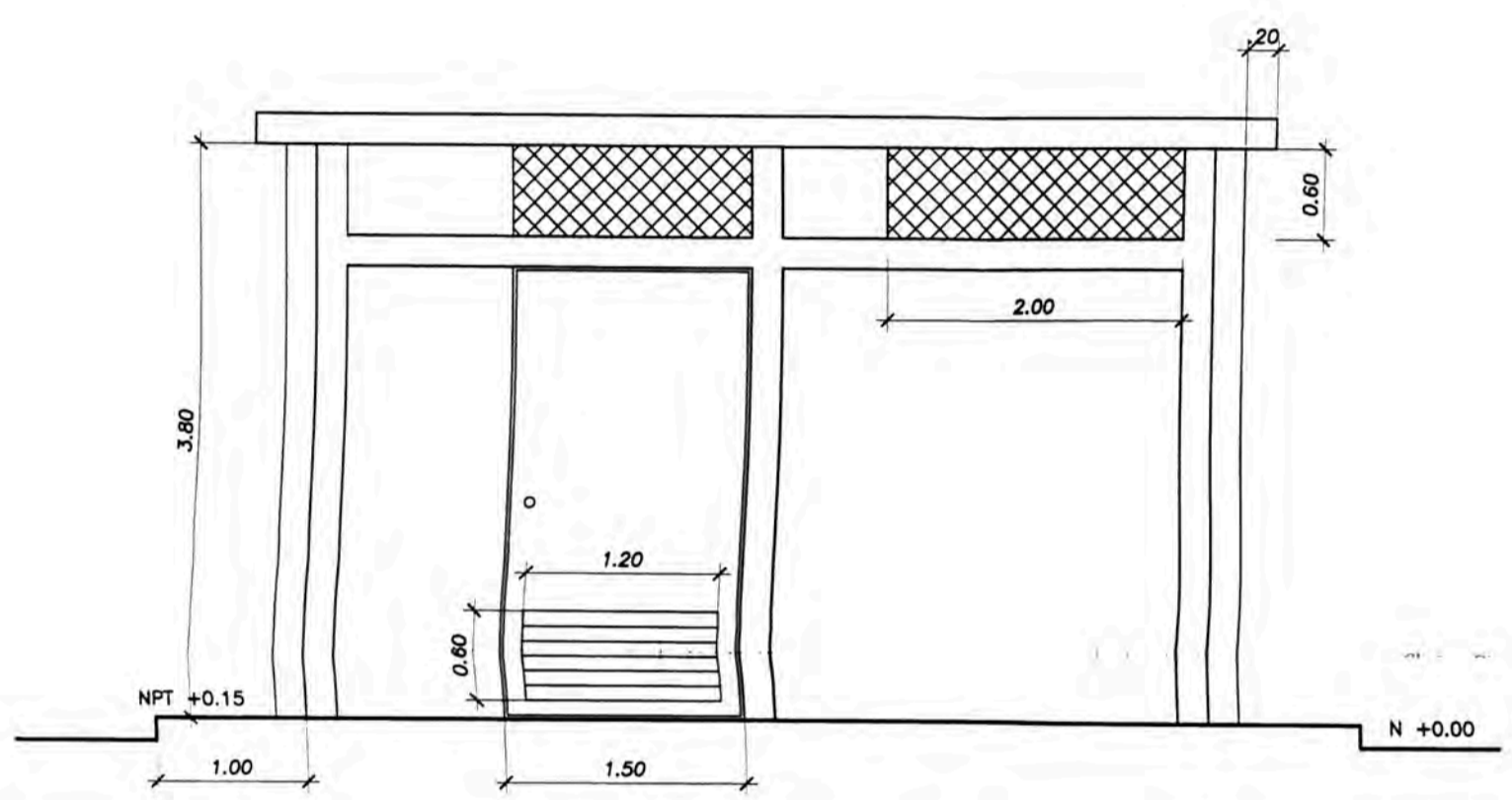
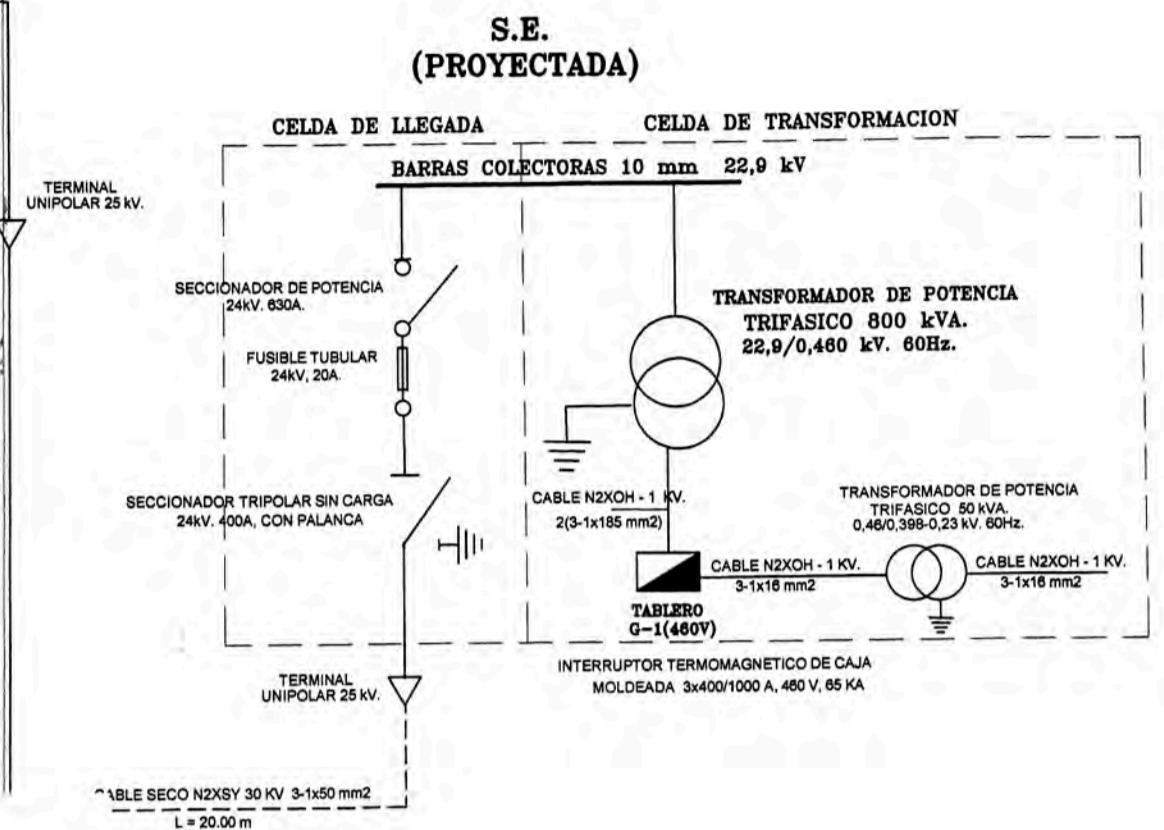
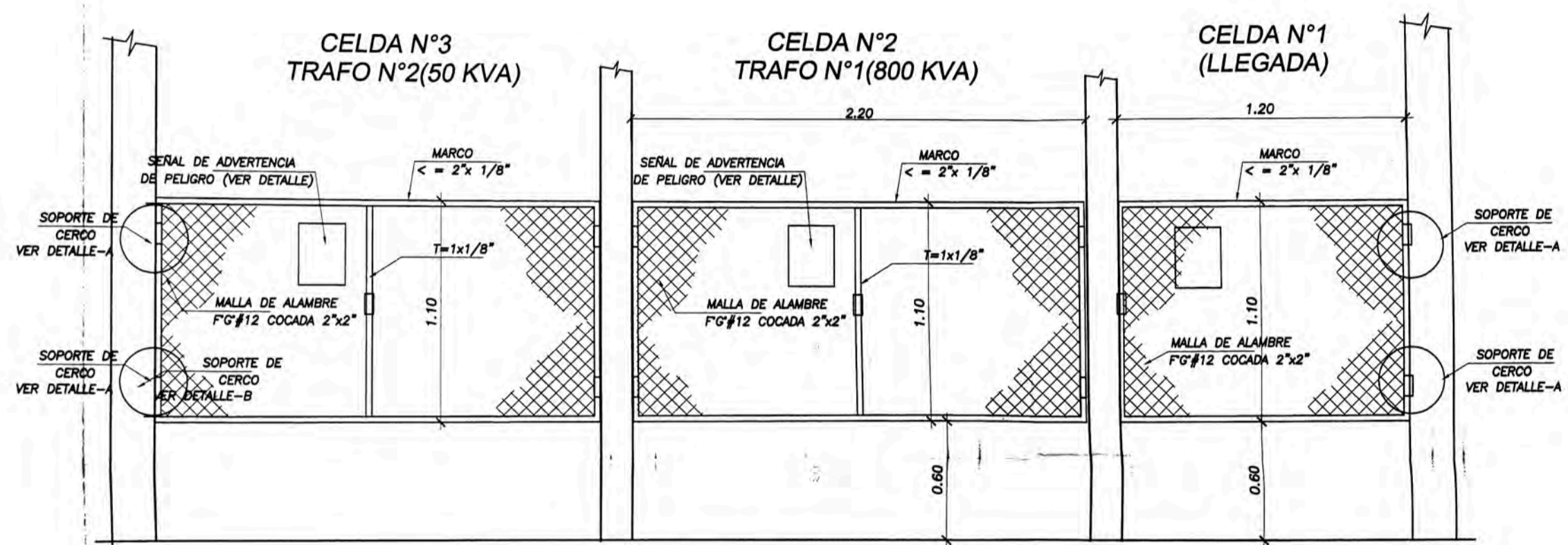


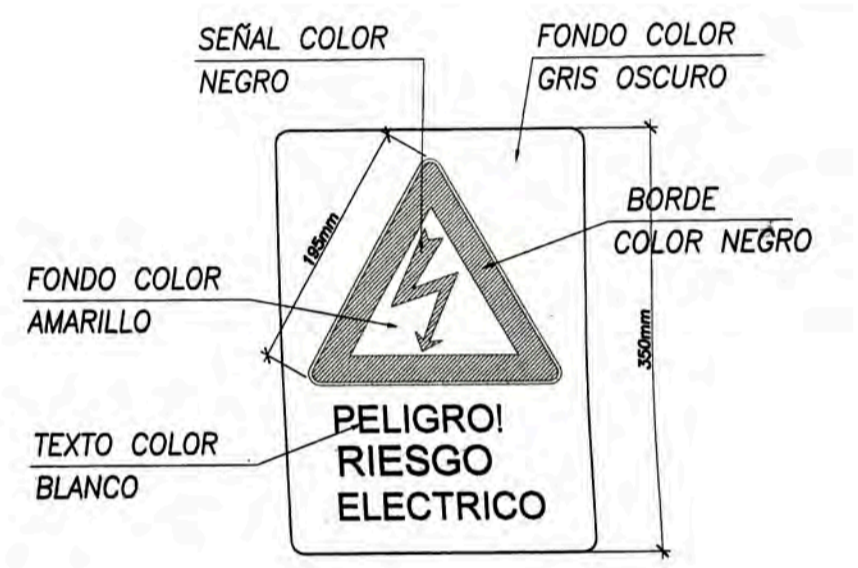
DIAGRAMA UNIFILAR
S/E



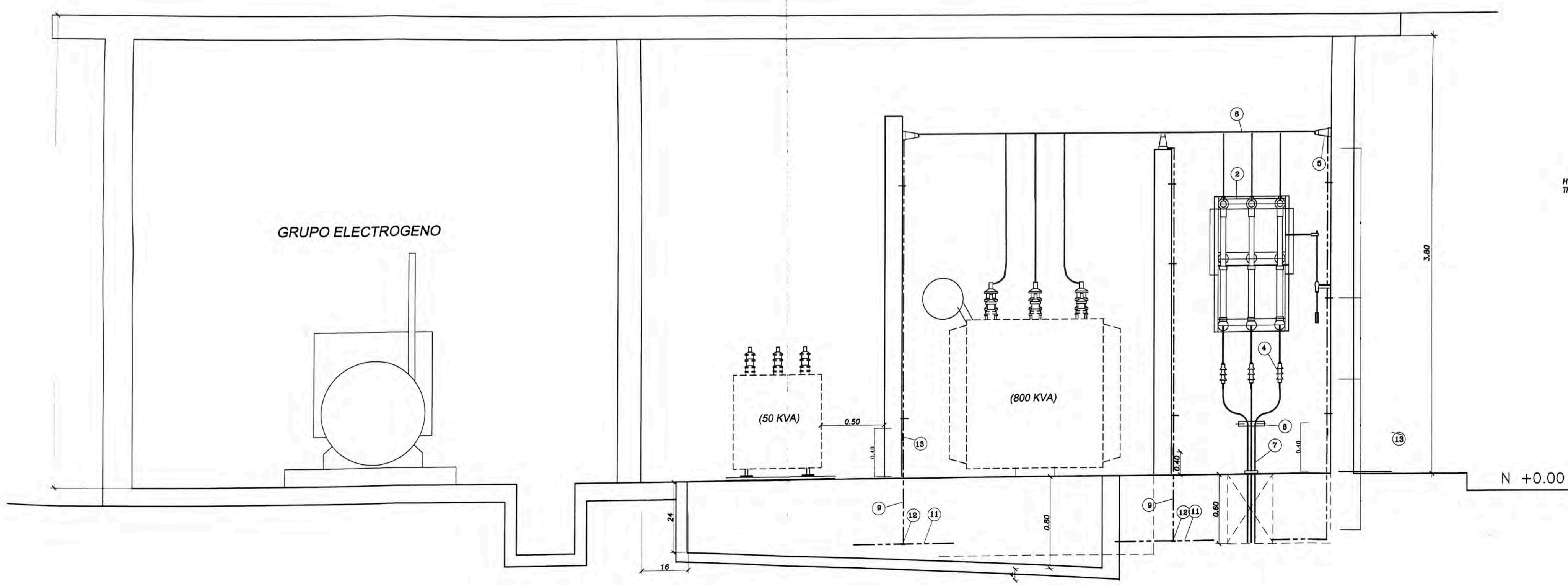
ELEVACION FRONTAL
Esc. 1/50



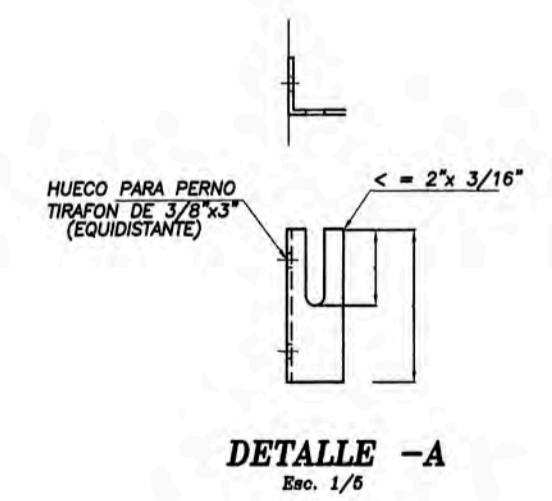
VISTA FRONTAL
DETALLE DE MALLA DE PROTECCION
Esc. 1/25



DETALLE DE SEÑAL
DE PELIGRO
S/E



CORTE A-A



DETALLE -A
Esc. 1/5

SÍMBOLO	DESCRIPCION
11	CONDUCTOR COBRE DESNUDO 120mm ² PARA PUESTA A TIERRA A 0.60m.a.n.p.t
10	PLATINA DE COBRE 20 x 5mm PARA PUESTA A TIERRA
9	CONDUCTOR COBRE DESNUDO 70mm ² PARA PUESTA A TIERRA
8	ABRAZADERA PARA SOPORTE DE CABEZA TERMINAL
7	CABLE SECO TIPO NZXSY 1x50mm ²
6	TABLERO GENERAL
5	ABRAZADERA PARA FIJAR CABLE NZXSY
4	CABEZA TERMINAL UNIPOLAR 25kV. PARA CABLE TIPO NZXSY 1x50mm ²
3	BASE PORTA FUSIBLE TRIPOLAR 24 kV. 200A. CON FUS. TUBULAR 24 kV. 20A.
2	SECCIONADOR DE POTENCIA BAJA CARGA 24 kV. 630A.
1	TRANSFORMADOR TRIFASICO 10-22,9/0,46 kV. 60Hz 800 kVA.

LEYENDA

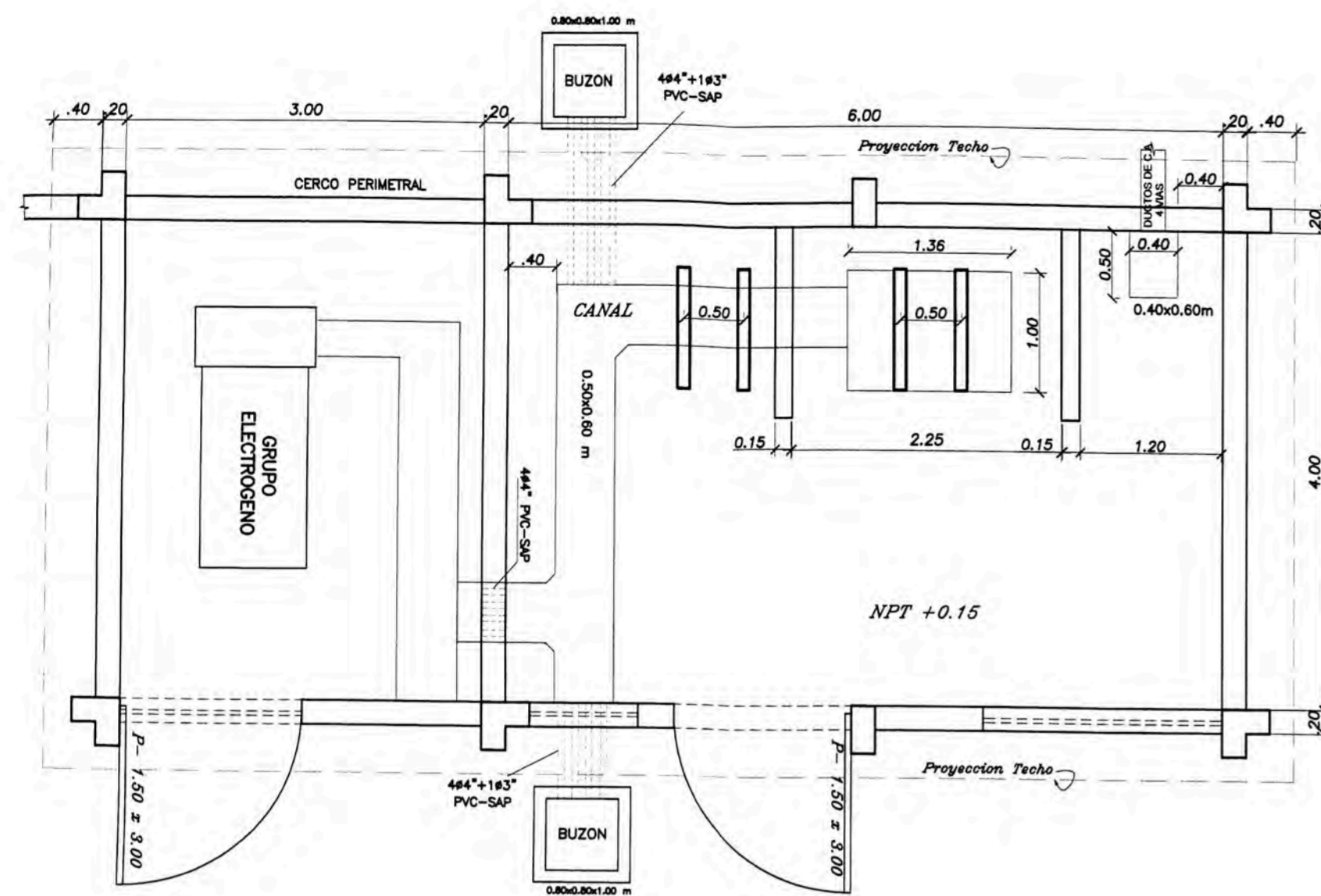
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA

OBJETO: SISTEMA DE UTILIZACION EN MEDIA TENSION EN 22,9 KV PARA LA PLANTA DE CERAMICOS ATLAS - POROTO

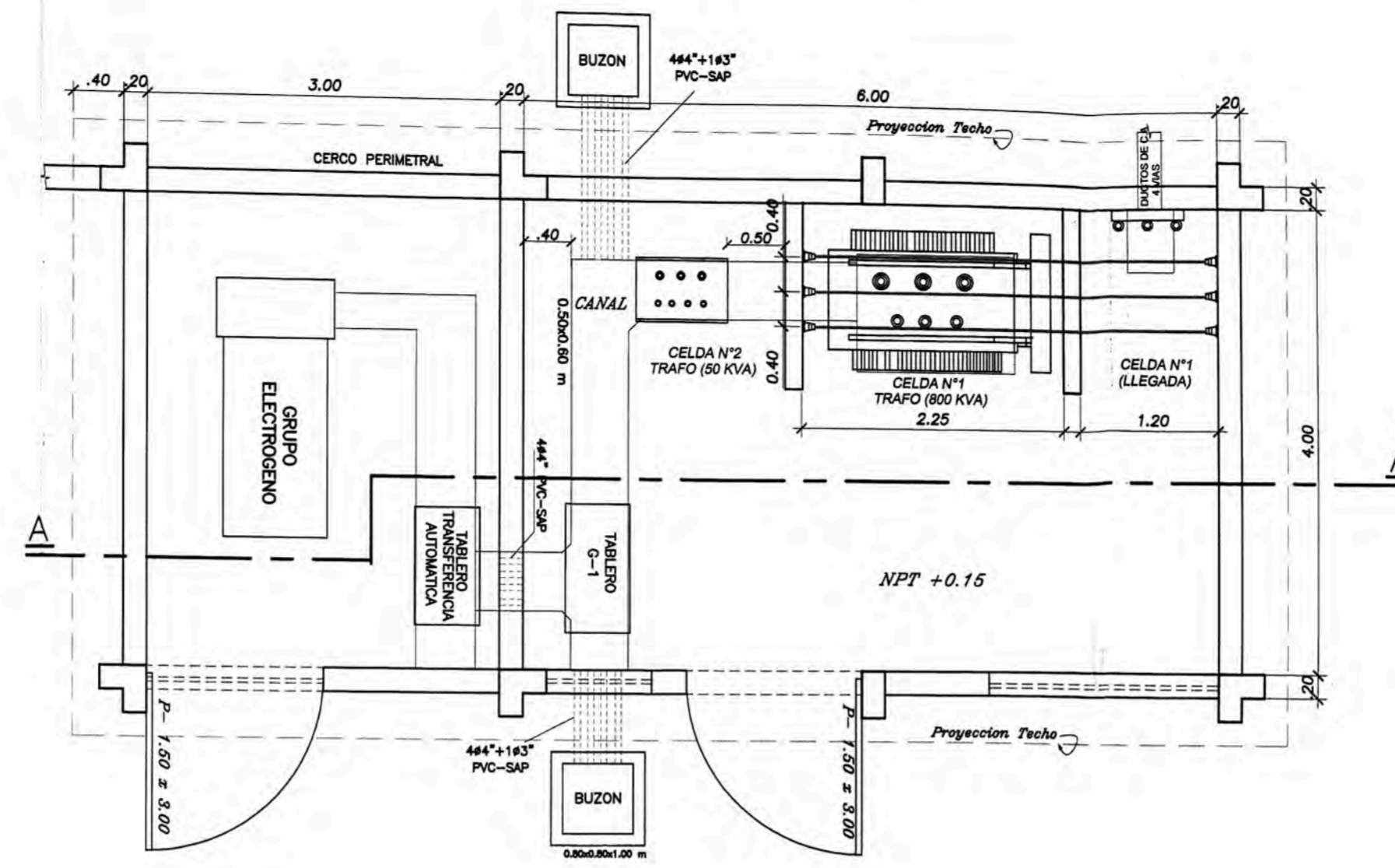
PLANO: SUBSTACION EN CASETA : DISTRIBUCION DE EQUIPOS ELECTRICOS

ELABORADO: Luis Oshiro Sugashima ESCALA: IE-MT-04

DISTRITO: Poroto	PROVINCIA: Trujillo	Dpto: La Libertad	FECHA: Marzo-2014	ESCALA: Indicada
------------------	---------------------	-------------------	-------------------	------------------



PLANTA
Esc. 1/50



DISTRIBUCION DE EQUIPOS
Esc. 1/50

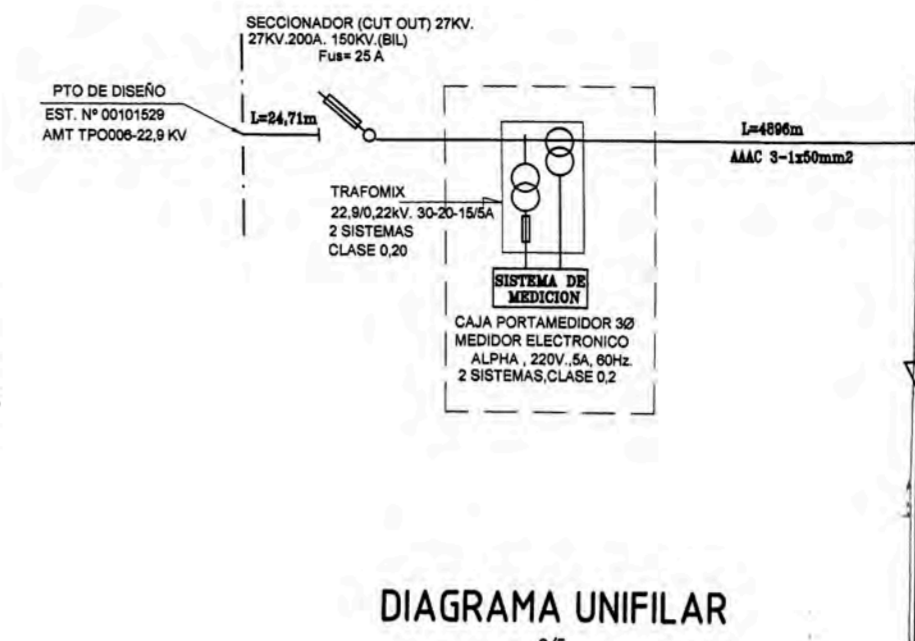
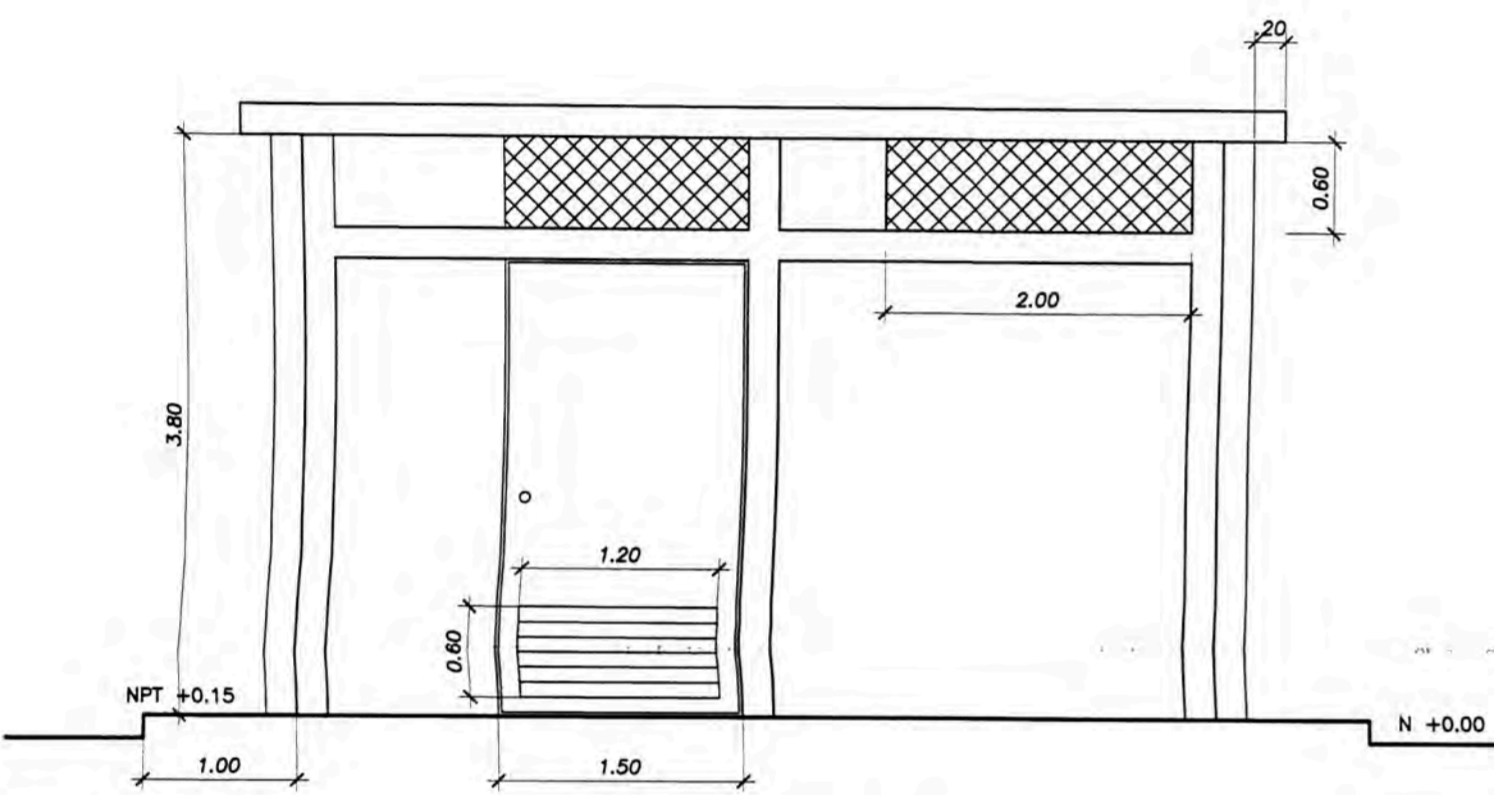
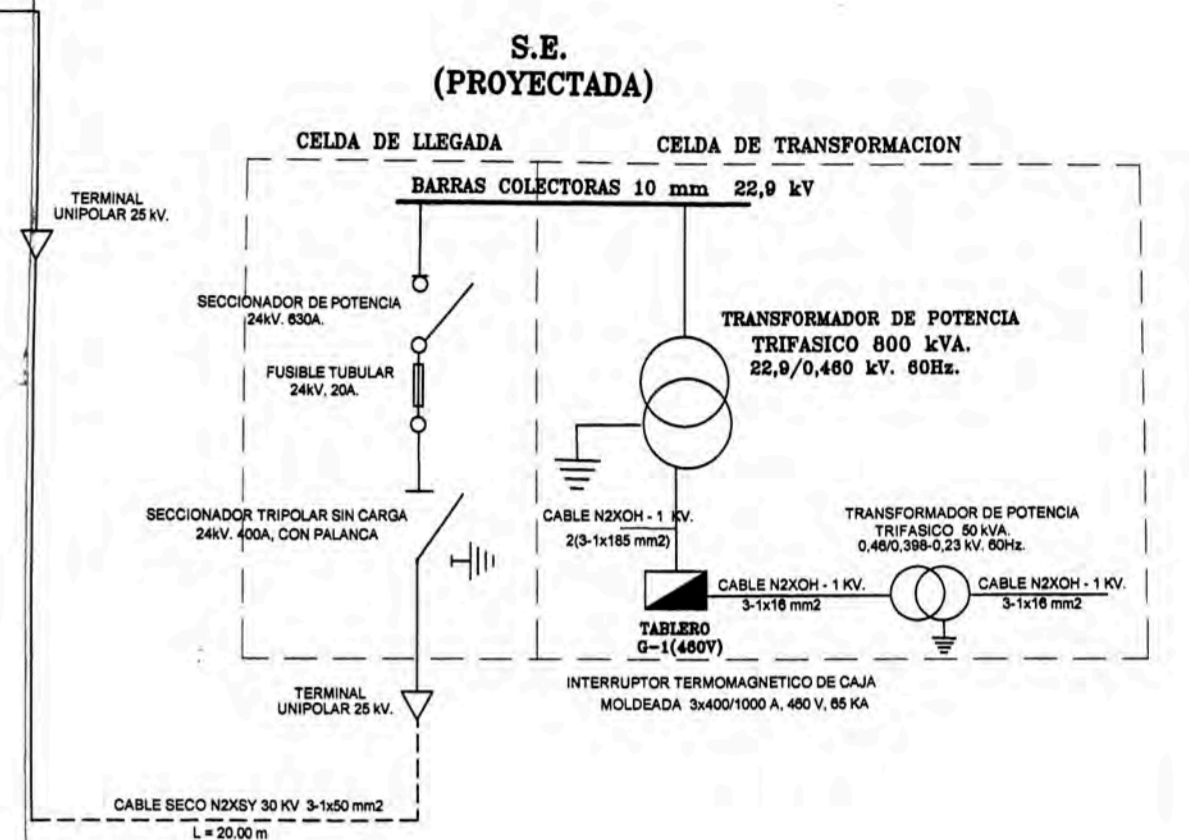
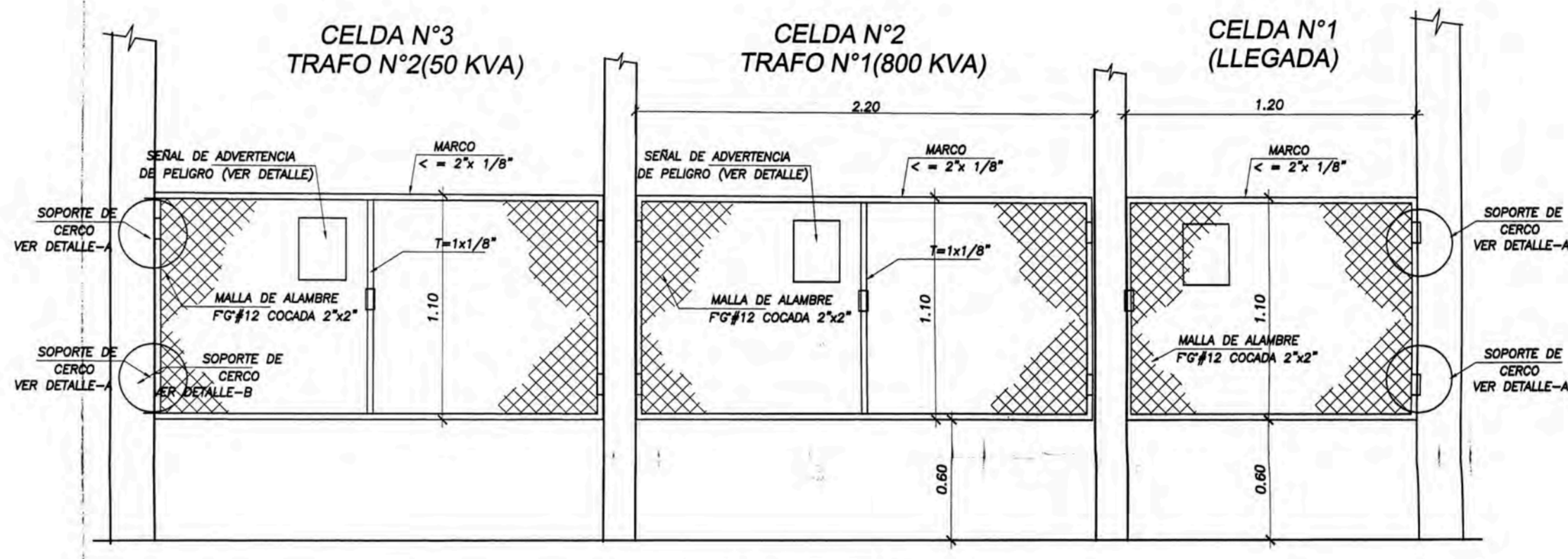


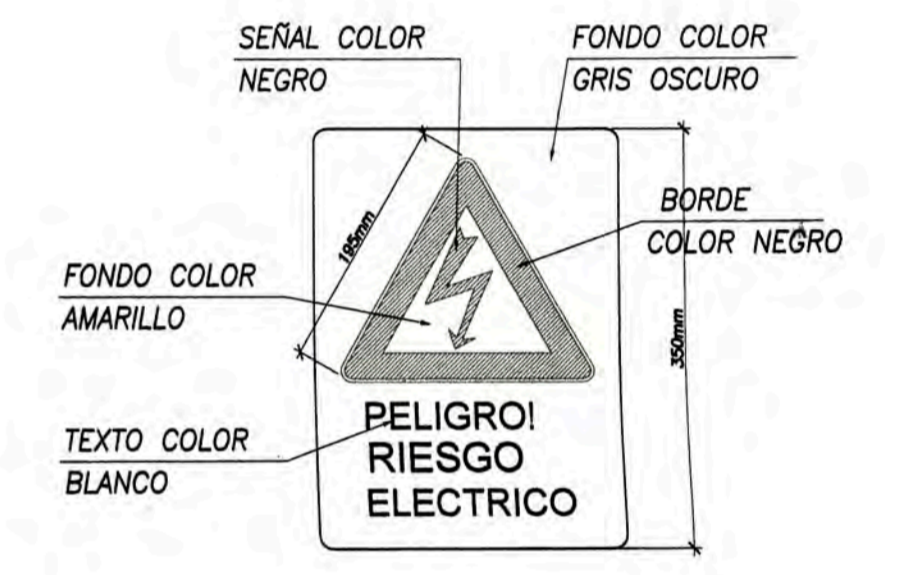
DIAGRAMA UNIFILAR
S/E



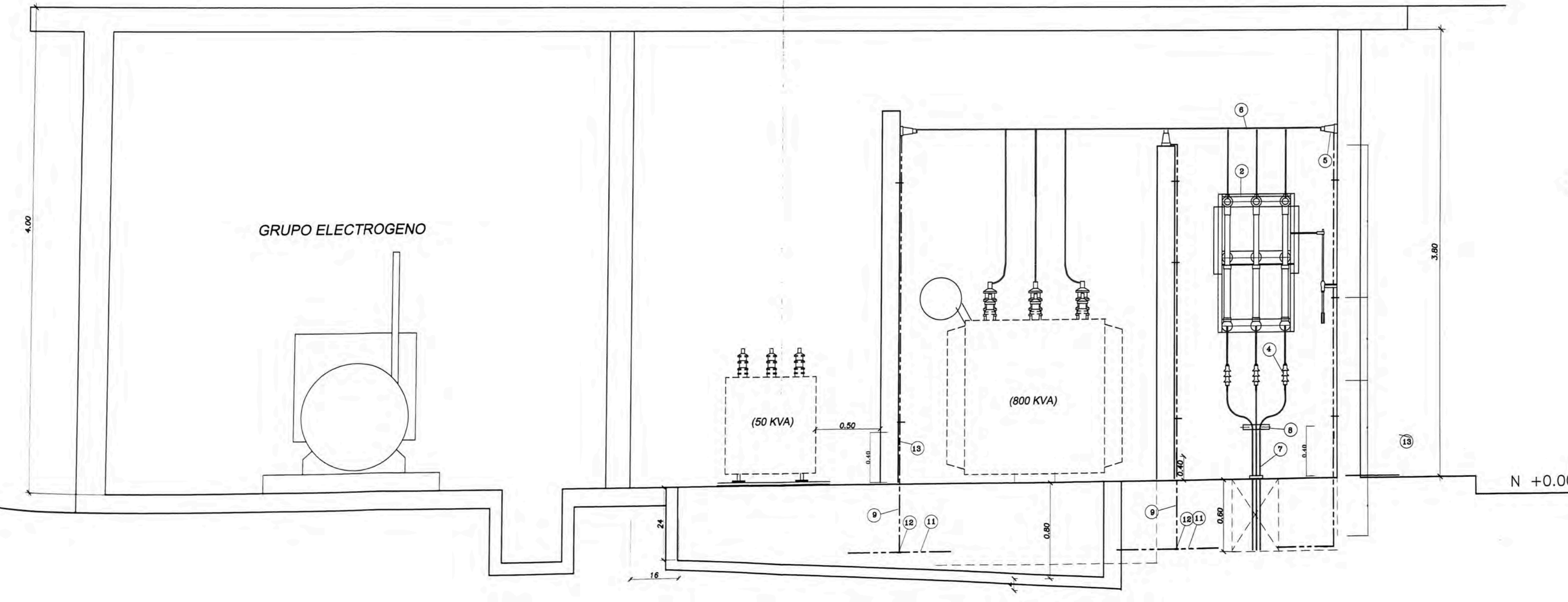
ELEVACION FRONTAL
Esc. 1/50



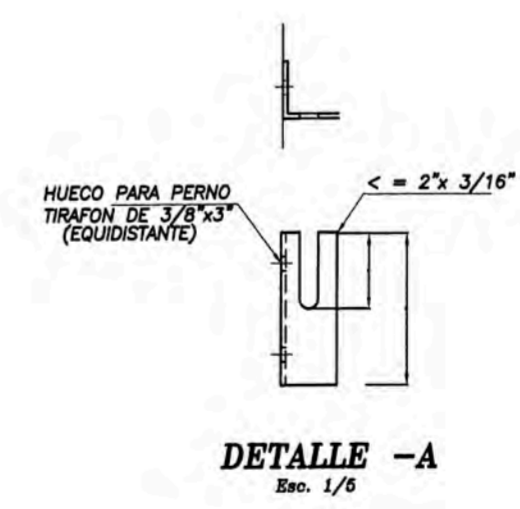
VISTA FRONTAL
DETALLE DE MALLA DE PROTECCION
Esc. 1/25



DETALLE DE SEÑAL
DE PELIGRO
S/E



CORTE A-A
Esc. 1/25



DETALLE -A
Esc. 1/6

SÍMBOLO	DESCRIPCION
11	CONDUCTOR COBRE DESNUDO 120mm ² PARA PUESTA A TIERRA A 0.60m.s.n.p.t
10	PLATINA DE COBRE 20 x 5mm PARA PUESTA A TIERRA
9	CONDUCTOR COBRE DESNUDO 70mm ² PARA PUESTA A TIERRA
8	ABRAZADERA PARA SOPORTE DE CABEZA TERMINAL
7	CABLE SECO TIPO NZXS 1x50mm ²
6	TABLERO GENERAL
5	ABRAZADERA PARA FIJAR CABLE NZXS
4	CABEZA TERMINAL UNIPOLAR 25kV. PARA CABLE TIPO NZXS 1x50mm ²
3	BASE PORTA FUSIBLE TRIPOLAR 24 kV. 200A. CON FUS. TUBULAR 24 kV. 20A.
2	SECCIONADOR DE POTENCIA BAJA CARGA 24 kV. 630A.
1	TRANSFORMADOR TRIFASICO 10-22,9/0,46 kV. 60Hz 800 KVA.

LEYENDA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA

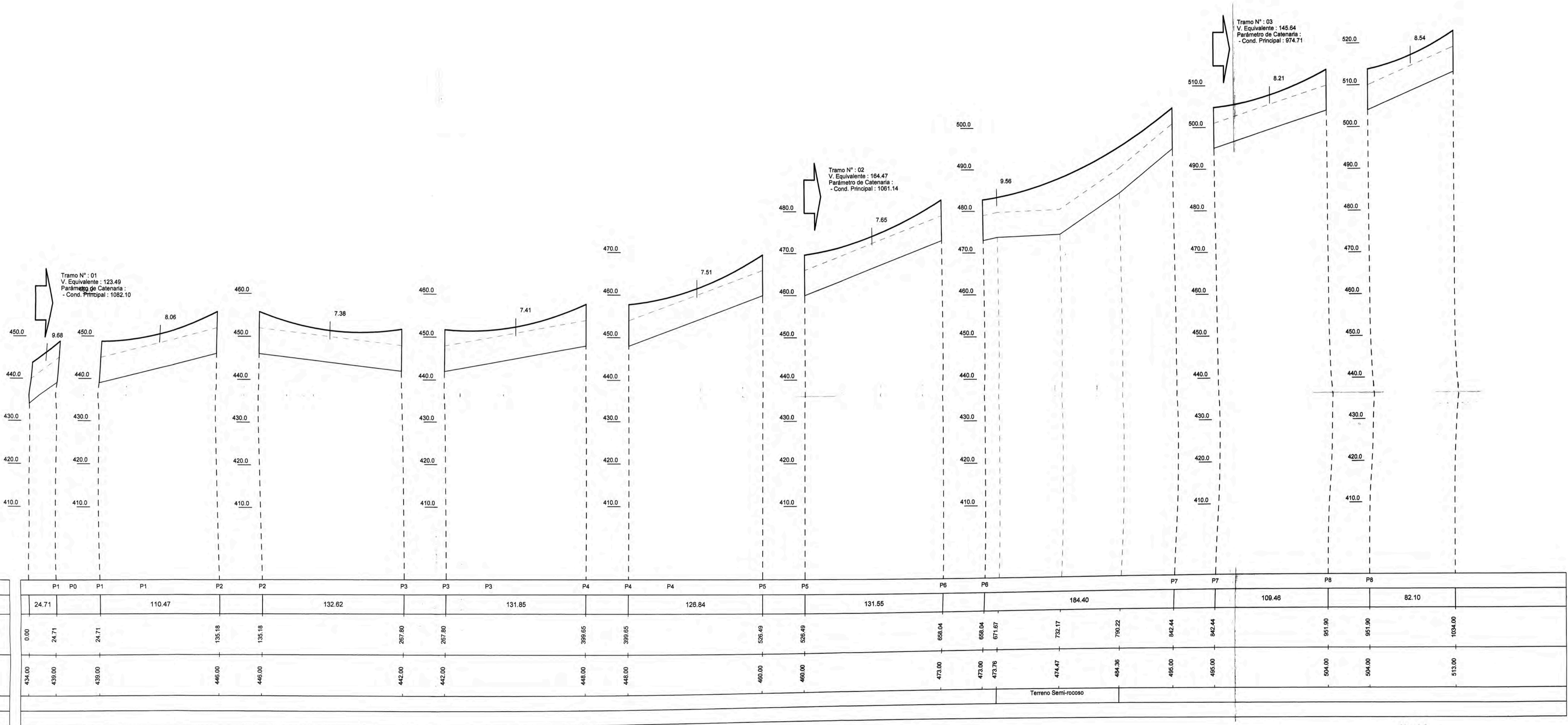
OBRA: SISTEMA DE UTILIZACION EN MEDIA TENSION EN 22,9 KV PARA LA PLANTA DE CERAMICOS ATLAS - POROTO

PLANO: SUBSTACION EN CASETA : DISTRIBUCION DE EQUIPOS ELECTRICOS

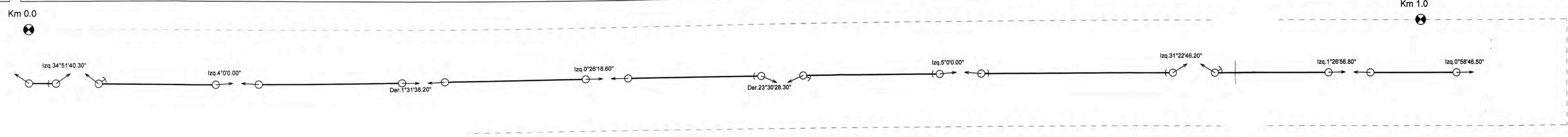
ELABORADO: Luis Oshiro Sugashima PLANO N° IE-MT-04

PROVINCIA	Disto	FECHA	ESCALA
Poroto	Trujillo	La Libertad	Marzo-2014

N° DE ESTRUCTURA	0	1	2	2	3	3	4	4	5	6	6	7	7	8	8	9		
TIPO ARMADO	C2-D	PMI	A2-3	A2-3	A2-3	A2-3	A2-3	A2-3	C2-3	C2-3	A2-3	A2-3	C3-3	C3-3	A2-3	A2-3		
POSTE / SOPORTE	13/4000	13/4000	13/3000	13/3000	13/3000	13/3000	13/3000	13/3000	13/4000	13/4000	13/3000	13/3000	13/4000	13/4000	13/3000	13/3000		
VANO HORIZONTAL(m)	24.71	110.47	132.62	131.85	126.84	131.55	184.40	109.46	82.10	111.61	132.25	1034.00	109.46	82.10	111.61	132.25		
VANO PESO (m)	-206.36	229.70	229.70	207.14	207.14	81.97	81.97	85.40	85.40	126.84	110.85	110.85	131.55	131.72	131.72	184.40	200.88	200.88
VANO VIENTO (m)	12.36	67.59	67.59	121.55	121.55	132.23	132.23	129.34	129.34	129.19	129.19	129.19	157.98	157.98	157.98	146.93	146.93	146.93
PROGRESIVA (m)	0.00	24.71	24.71	135.18	135.18	267.80	267.80	399.65	399.65	526.49	526.49	658.04	658.04	842.44	842.44	951.90	951.90	951.90
VANO EQUIVALENTE (m)	123.49	123.49	123.49	123.49	123.49	123.49	123.49	123.49	123.49	123.49	123.49	123.49	123.49	123.49	123.49	123.49	123.49	123.49
P. CATENARIA (m)	1082.10	902.40	902.40	902.40	902.40	902.40	902.40	902.40	902.40	902.40	902.40	902.40	902.40	902.40	902.40	902.40	902.40	902.40
EDS FINAL (%TR)	16.92%	12.96%	12.96%	12.96%	12.96%	12.96%	12.96%	12.96%	12.96%	12.96%	12.96%	12.96%	12.96%	12.96%	12.96%	12.96%	12.96%	12.96%
TIPO DE PAT	PAT1	PAT1	PAT1	PAT1	PAT1	PAT1	PAT1	PAT1	PAT1	PAT1	PAT1	PAT1	PAT1	PAT1	PAT1	PAT1	PAT1	PAT1
CONDUCTOR PRINCIPAL	AAAC-50	AAAC-50	AAAC-50	AAAC-50	AAAC-50	AAAC-50	AAAC-50	AAAC-50	AAAC-50	AAAC-50	AAAC-50	AAAC-50	AAAC-50	AAAC-50	AAAC-50	AAAC-50	AAAC-50	AAAC-50



ESTACION	P1	P0	P1	P1	P2	P2	P3	P3	P3	P4	P4	P4	P5	P5	P6	P6	P7	P7	P8	P8		
DISTANCIA PARCIAL	24.71		110.47		132.62		131.85		126.84		131.55		184.40		109.46		82.10					
DISTANCIA ACUMULADA	0.00	24.71	24.71	135.18	135.18	267.80	267.80	399.65	399.65	526.49	526.49	658.04	658.04	671.67	732.17	732.17	842.44	842.44	951.90	951.90	1034.00	
COTA DE TERRENO	434.00	439.00	439.00	446.00	446.00	442.00	442.00	448.00	448.00	460.00	460.00	473.00	473.00	473.76	474.47	474.47	484.36	485.00	485.00	504.00	504.00	513.00
TIPO DE TERRENO															Terreno Semi-rocoso							
PROPIETARIO																						



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
 FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA

ELABORADO: Luis Oshiro Sugashima
 ASESOR: Ing. Alberto Inga Rengifo

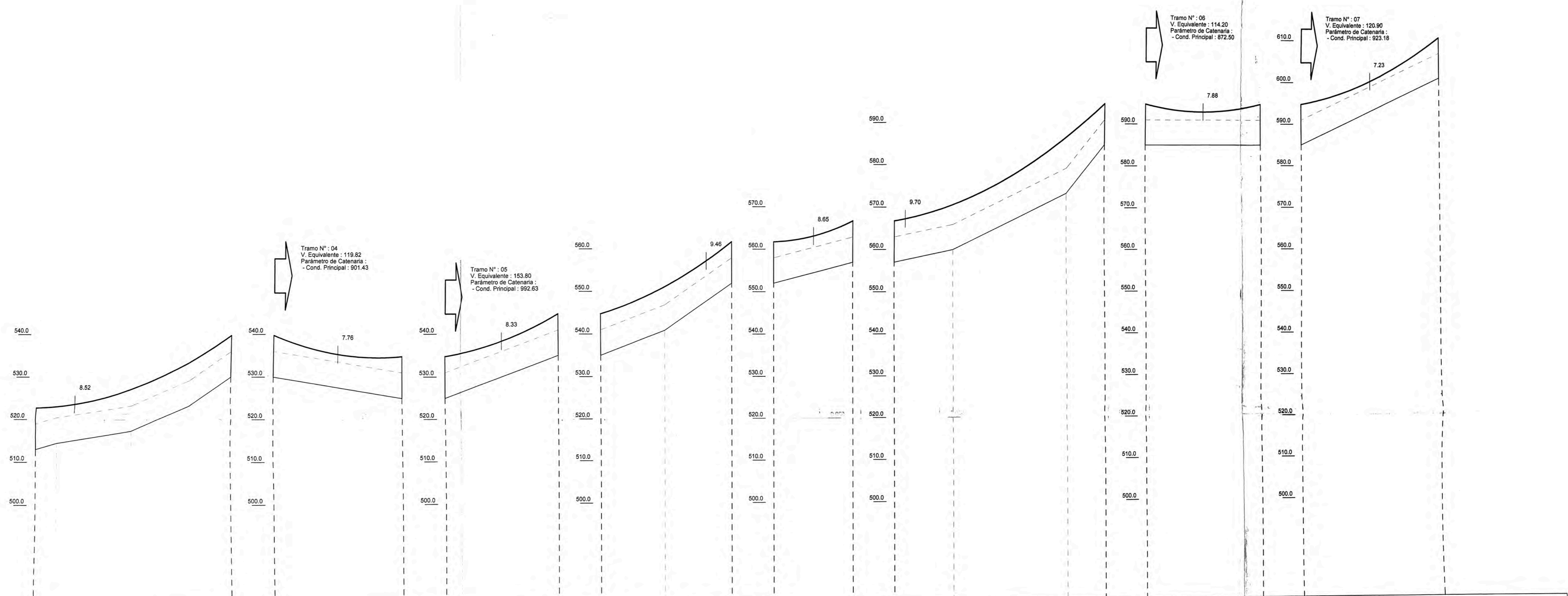
FORMATO: A-1

SISTEMA DE UTILIZACION EN MEDIA TENSION EN 22,9 KV
 PARA LA PLANTA DE CERAMICOS ATLAS - POROTO
 PERFIL Y PLANIMETRIA
 0+00.00km a 1+34.00 km

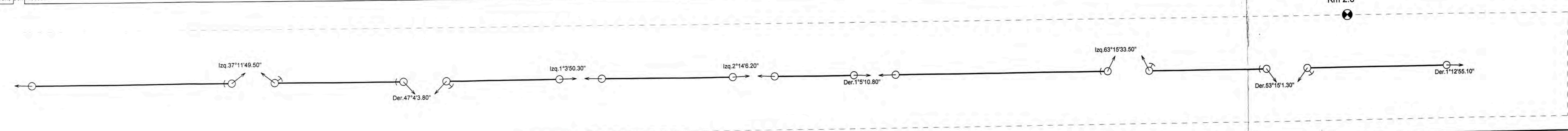
DPTO.: La Libertad PROV.: Tujillo DIST.: Poroto
 DIS.: L.O.S. DIB.: L.O.S. REV.: Ing. A.I.R. APR.: Ing. A.I.R.


FECHA : 20-03-2014
 ESCALA : H = 1/2000, V = 1/500
 PLANO N°: LP-01
 HOJA : 1/5

N° DE ESTRUCTURA	9	10	10	11	11	12	12	13	13	14	14	15	15	16	16	17
TIPO ARMADO	A2-3	C3-3	C3-3	C3-3	C3-3	A2-3	A2-3	A2-3	A2-3	A2-3	A2-3	C3-3	C3-3	C3-3	C3-3	A2-3
POSTE / SOPORTE	13/3000	13/4000	13/4000	13/4000	13/4000	13/3000	13/3000	13/3000	13/3000	13/3000	13/3000	13/4000	13/4000	13/4000	13/4000	13/3000
VANO HORIZONTAL(m)		182.39		119.82		105.99		123.97		75.81		204.37		114.20		136.01
VANO PESO (m)	111.61		287.82	287.82		-18.15	-18.15		69.58	69.58		197.44	197.44		33.99	33.99
VANO VIENTO (m)	132.25		151.11	151.11		112.90	112.90		99.89	99.89		140.09	140.09		159.28	159.28
PROGRESIVA (m)	1034.00		1216.39	1216.39		1336.21	1336.21		1442.20	1442.20		1566.17	1566.17		1641.98	1641.98
VANO EQUIVALENTE (m)		145.64		119.82		153.80		153.80		153.80		184.35	184.35		184.35	184.35
P. CATENARIA (m)		1053.49		901.43		992.63		1019.81		854.04		1095.21		114.20		120.90
EDS FINAL (%TR)		14.57%		13.26%		12.80%		13.35%		8.85%		14.87%		13.09%		13.69%
TIPO DE PAT	PAT2		PAT2	PAT2		PAT2	PAT2		PAT2	PAT2		PAT2	PAT2		PAT1	PAT1
CONDUCTOR PRINCIPAL		AAAC-50		AAAC-50		AAAC-50		AAAC-50		AAAC-50		AAAC-50		AAAC-50		AAAC-50



ESTACIÓN	P9	P10	P10	P11	P11	P12	P12	P13	P13	P14	P14	P15	P15	P16	P16					
DISTANCIA PARCIAL		182.39		119.82		105.99		123.97		75.81		204.37		114.20		136.01				
DISTANCIA ACUMULADA	1034.00	1053.56	1123.24	1177.62	1216.39	1216.39	1336.21	1336.21	1442.20	1442.20	1566.17	1566.17	1641.98	1641.98	1846.35	1846.35	1960.55	1960.55	2096.56	
COTA DE TERRENO	513.00	514.41	517.23	523.24	530.00	530.00	525.00	525.00	535.00	535.00	540.91	552.00	552.00	557.00	557.00	560.00	573.43	585.00	585.00	601.00
TIPO DE TERRENO		Terreno Semi-rocoso					Terreno Semi-rocoso					Terreno Semi-rocoso								
PROPIETARIO	Terreno Semi-rocoso															Km 2.0				





UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA

**SISTEMA DE UTILIZACION EN MEDIA TENSION EN 22,9 KV
PARA LA PLANTA DE CERAMICOS ATLAS - POROTO**
PERFIL Y PLANIMETRÍA
1+34.00 km a 2+96.56 km

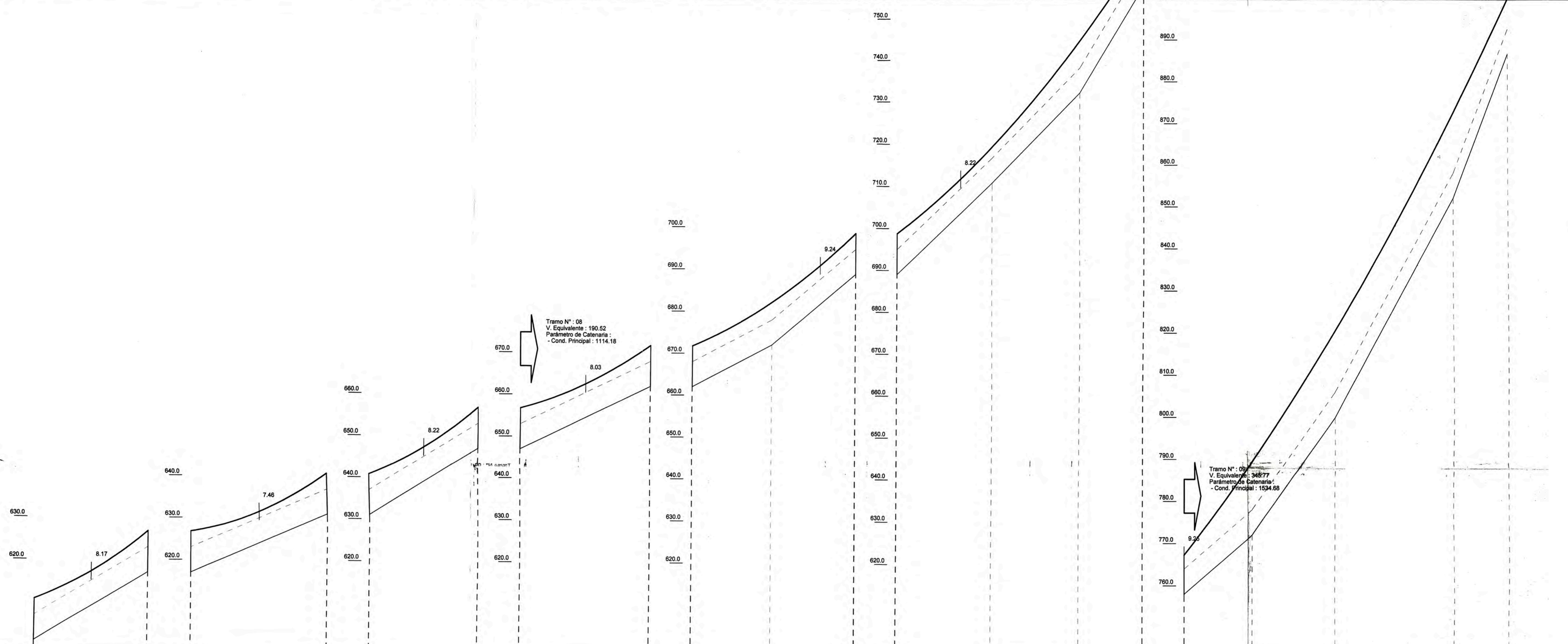
FECHA : 20-03-2014
PLANO N°: LP-02

ESCALA : H = 1/2000
V = 1/500

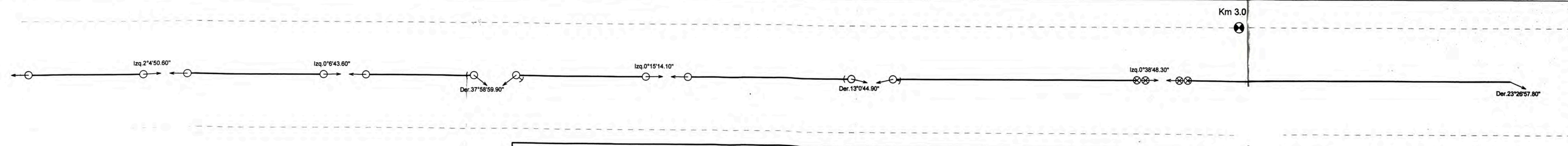
HOJA : 2/5


ELABORADO:	Luis Oshiro Sugashima	FORMATO:	A-1
ASESOR:	Ing. Alberto Inga Rengifo	DPTO.:	La Libertad
		PROV.:	Trujillo
		DIST.:	Poroto
		DIS.:	L.O.S
		DIB.:	L.O.S
		REV.:	Ing. A.I.R.
		APR.:	Ing. A.I.R.

N° DE ESTRUCTURA	17	18	18	19	19	20	20	21	21	22	22	23	23
TIPO ARMADO	A2-3	A2-3	A2-3	A2-3	A2-3	C3-3	C3-3	A2-3	A2-3	A5	A5	PSH	PSH
POSTE / SOPORTE	13/300	13/3000	13/3000	13/3000	13/3000	13/4000	13/4000	13/3000	13/3000	13/4000	13/4000	12/50	12/50
VANO HORIZONTAL(m)		105.04		129.00		103.01		123.41		155.41		235.21	
VANO PESO (m)	95.60		153.22	153.22		103.01		123.41		155.41		235.21	
VANO VIENTO (m)	120.52		117.02	117.02		116.01		113.21		113.21		113.21	
PROGRESIVA (m)	2096.56		2201.60	2201.60		2330.60		2330.60		2433.61		2433.61	
VANO EQUIVALENTE (m)		120.90		120.90		120.90		120.90		190.52		190.52	
P. CATENARIA (m)		883.19		915.80		879.82		879.82		1114.18		1154.66	
EDS FINAL (%TR)		12.74%		13.49%		12.88%		13.34%		14.06%		15.17%	
TIPO DE PAT	PAT2	PAT2	PAT2	PAT2	PAT2	PAT1	PAT1	PAT2	PAT2	PAT2	PAT2	PAT2	PAT2
CONDUCTOR PRINCIPAL		AAAC-50		AAAC-50		AAAO-50		AAAC-50		AAAC-50		AAAC-50	



TACIÓN	P17	P18	P18	P19	P19	P20	P20	P21	P21	P22	P22	P23	P23
STANCIA PARCIAL		105.04		129.00		103.01		123.41		155.41		235.21	
STANCIA ACUMULADA	2096.56	2201.60	2201.60	2330.60	2330.60	2433.61	2433.61	2557.02	2557.02	2652.52	2712.43	2712.43	3011.39
TA DE TERRENO	601.00	617.00	617.00	631.00	631.00	647.00	647.00	662.00	662.00	672.04	689.00	689.00	712.00
DO DE TERRENO													
PIETARIO													





UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA

ELABORADO: Luis Oshiro Sugashima
ASESOR: Ing. Alberto Inga Rengifo

FORMATO: A-1

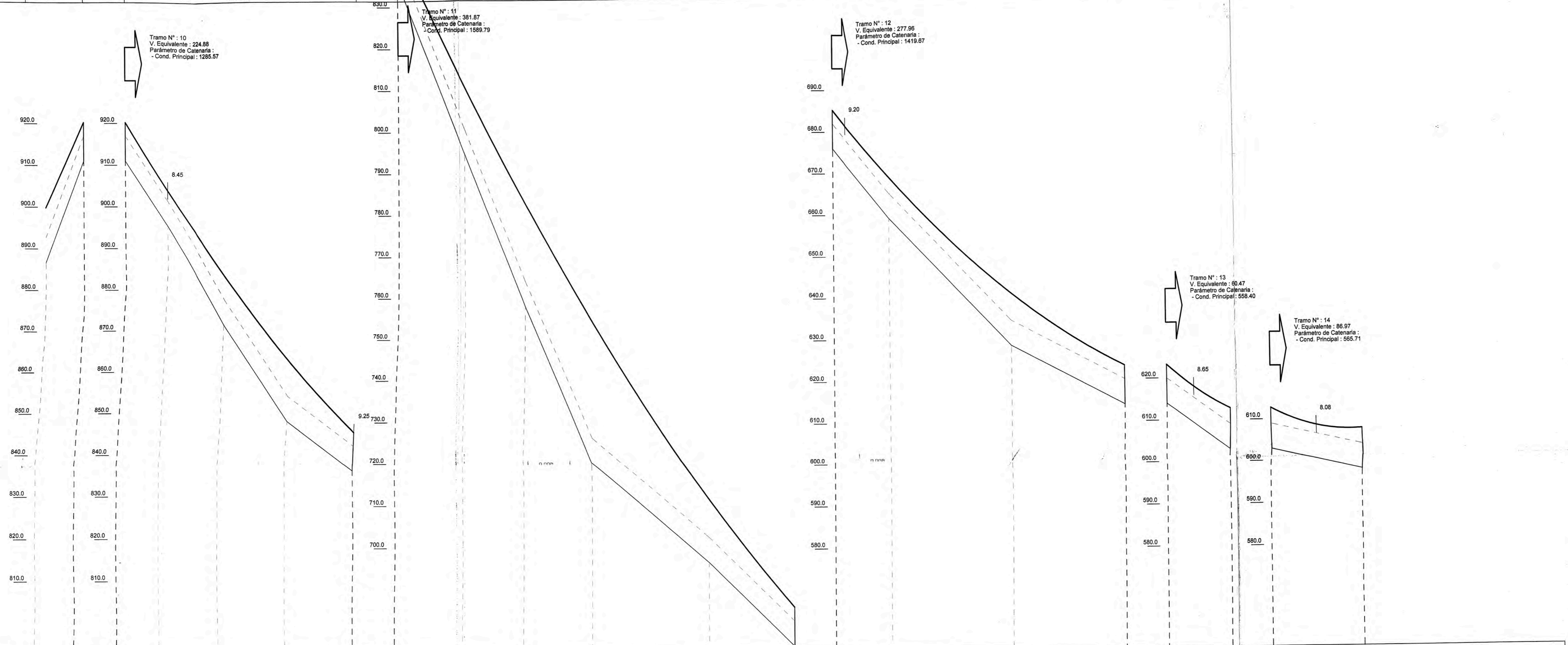
SISTEMA DE UTILIZACION EN MEDIA TENSION EN 22,9 KV
PARA LA PLANTA DE CERAMICOS ATLAS - POROTO
PERFIL Y PLANIMETRIA
2+96.56 km a 3+256.56 km

DPTO.: La Libertad PROV.: Trujillo DIST.: Poroto
DIS. L.O.S DIB. L.O.S REV. Ing. A.I.R. APR. Ing. A.I.R.

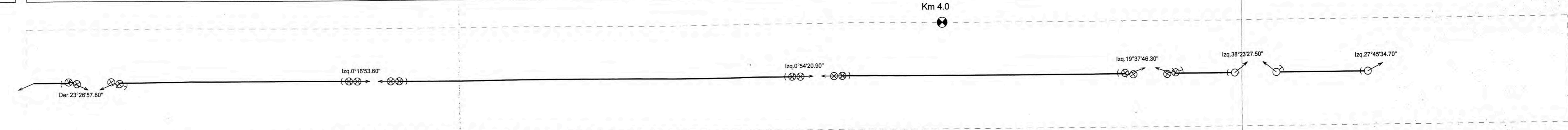
FECHA : 20-03-2014 PLANO N°: LP-03


ESCALA : H = 1/2000 HOJA : 3/5
V = 1/500

N° DE ESTRUCTURA	24	24	25	25	26	26	27	27	28	28
TIPO ARMADO	PRH	PRH	PRH	PRH	PRH	PRH	PRH	PRH	PRH	PRH
POSTE / SOPORTE	12/5D	12/5D	12/5D	12/5D	12/5D	12/5D	12/5D	12/5D	12/5D	12/5D
VANO HORIZONTAL (m)			224.88		381.87		277.96		60.47	86.97
VANO PESO (m)	1419.85	1419.85	565.57	565.57	1419.85	1419.85	1419.85	1419.85	1419.85	1419.85
VANO VIENTO (m)	285.33	285.33	303.38	303.38	303.38	303.38	303.38	303.38	303.38	303.38
PROGRESIVA (m)	3293.41	3293.41	3518.29	3518.29	3900.16	3900.16	3900.16	3900.16	4178.12	4178.12
VANO EQUIVALENTE (m)			224.88	224.88	381.87	381.87	277.96	277.96	60.47	86.97
P. CATENARIA (m)			1285.57	1285.57	1589.79	1589.79	1419.85	1419.85	558.40	558.40
EDS FINAL (NTR)			15.02%	15.02%	16.24%	16.24%	15.54%	15.54%	11.88%	11.88%
TIPO DE PAT	PAT1	PAT1	PAT2	PAT2	PAT2	PAT2	PAT2	PAT2	PAT1	PAT1
CONDUCTOR PRINCIPAL			AAAC-50	AAAC-50	AAAC-50	AAAC-50	AAAC-50	AAAC-50	AAAC-50	AAAC-50



ESTACIÓN	P24	P24	P25	P25	P26	P26	P27	P27	P28	P28												
DISTANCIA PARCIAL		224.88		381.87		277.96		60.47		86.97												
DISTANCIA ACUMULADA	3293.41	3293.41	3333.39	3389.61	3706.74	3900.16	3954.21	4070.31	4178.12	4235.59	4325.56											
COTA DE TERRENO	886.68	911.00	911.00	895.41	871.38	848.05	836.00	836.00	794.98	757.92	720.11	695.07	676.00	676.00	658.96	628.21	614.00	614.00	603.00	603.00	598.00	
TIPO DE TERRENO	Terreno Semi-rocoso		Terreno Semi-rocoso		Terreno Semi-rocoso		Terreno Semi-rocoso		Terreno Semi-rocoso		Terreno Semi-rocoso		Terreno Semi-rocoso		Terreno Semi-rocoso		Terreno Semi-rocoso		Terreno Semi-rocoso		Terreno Semi-rocoso	
PROPIETARIO	Terreno Semi-rocoso																					





UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA

**SISTEMA DE UTILIZACION EN MEDIA TENSION EN 22,9 KV
PARA LA PLANTA DE CERAMICOS ATLAS - POROTO**
PERFIL Y PLANIMETRÍA
3+256.56 km a 4+325.56 km

FECHA : 20-03-2014
PLANO N°: LP-04

ELABORADO: Luis Oshiro Sugashima
ASESOR: Ing. Alberto Inga Rengifo

FORMATO:
A-1

DPTO.: La Libertad PROV.: Tujillo DIST.: Poroto

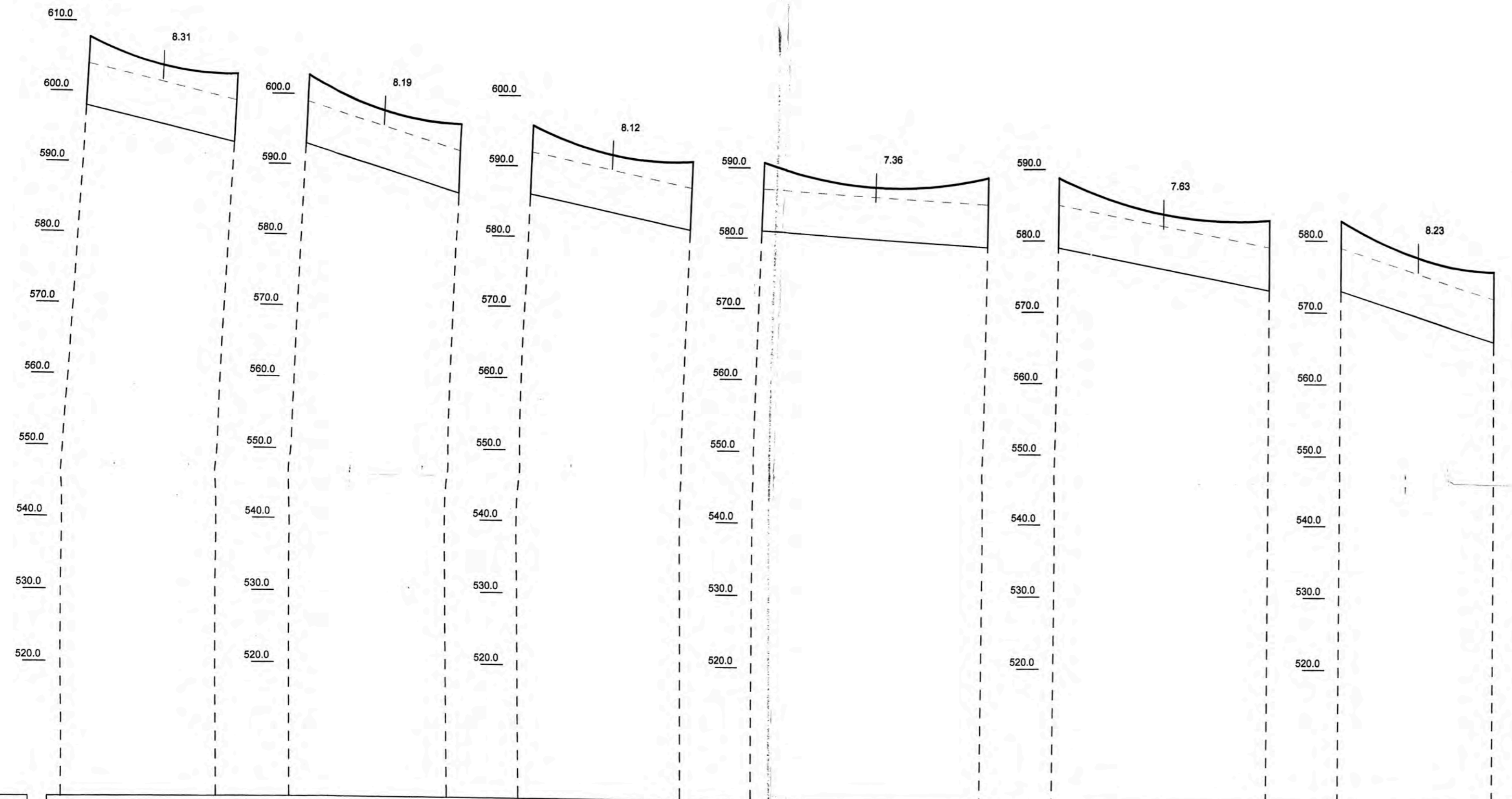
DIS. L.O.S DIB. L.O.S REV. Ing. A.I.R APR. Ing. A.I.R

ESCALA :
H = 1/2000
V = 1/500

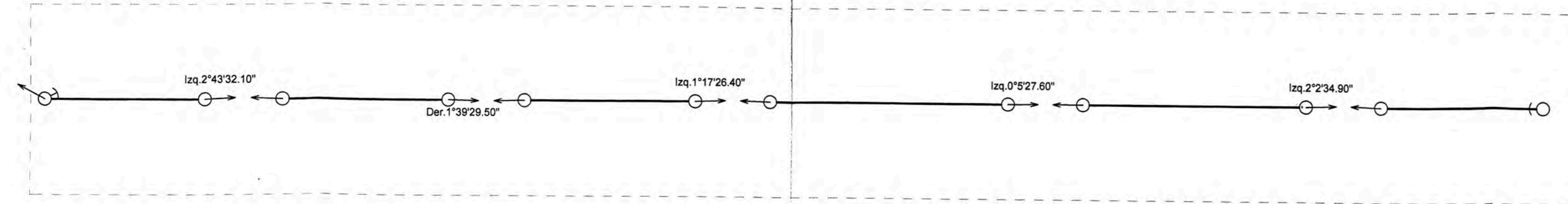
HOJA : **4/5**

N° DE ESTRUCTURA	29	30	30	31	31	32	32	33	33	34	34	35
TIPO ARMADO	A11-3	A2-3	A2-3	A2-3	A2-3	A2-3	A2-3	A2-3	A2-3	A2-3	A2-3	A7-3
POSTE / SOPORTE	13/4000	13/3000	13/3000	13/3000	13/3000	13/3000	13/3000	13/3000	13/3000	13/3000	13/3000	13/4000
VANO HORIZONTAL(m)		83.37		88.29		90.80		127.12		118.88		86.84
VANO PESO (kg)	89.04	99.64	99.64		75.02	75.02		87.50	87.50		111.09	111.09
VANO VIENTO (kg)	85.17	85.83	85.83		89.55	89.55		108.96	108.96		102.86	102.86
PROGRESIVA (m)	4325.56		4408.93	4408.93		4497.22	4497.22		4586.02	4586.02		4715.14
VANO EQUIVALENTE (m)		103.73			103.73			103.73			103.73	
P. CATENARIA (m)		603.14			603.14			603.14			603.14	
EDS FINAL (%TR)		7.65%			8.07%			8.23%			13.23%	
TIPO DE PAT	PAT1		PAT2	PAT2		PAT2	PAT2		PAT2	PAT2		PAT1
CONDUCTOR PRINCIPAL		AAAC-50			AAAC-50			AAAC-50			AAAC-50	

Tramo N° - 15
V. Equivalente : 103.73
Parámetro de Catenaria :
- Cond. Principal : 603.14



ESTACIÓN	P29	P30	P30	P31	P31	P32	P32	P33	P33	P34	P34	
DISTANCIA PARCIAL		83.37		88.29		90.80		127.12		118.88		86.84
DISTANCIA ACUMULADA	4325.56		4408.93	4408.93		4497.22	4497.22		4586.02	4586.02		4715.14
COTA DE TERRENO	596.00		593.00	593.00		586.00	586.00		581.00	581.00		573.00
TIPO DE TERRENO		Terreno Normal							Terreno Normal			
PROPIETARIO												



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA

ELABORADO: Luis Oshiro Sugashima
ASESOR: Ing. Alberto Inga Rengifo

FORMATO: A-1

SISTEMA DE UTILIZACION EN MEDIA TENSION EN 22,9 KV
PARA LA PLANTA DE CERAMICOS ATLAS - POROTO
PERFIL Y PLANIMETRÍA
4+325.56 km a 4+920.86 km

DPTO.: La Libertad	PROV.: Trujillo	DIST.: Poroto
DIS. L.O.S	DIB. L.O.S	REV. Ing. A.I.R.
		APR. Ing. A.I.R.

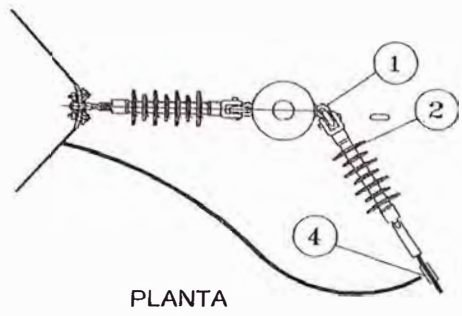
FECHA : 20-03-2014

PLANO N°: LP-05

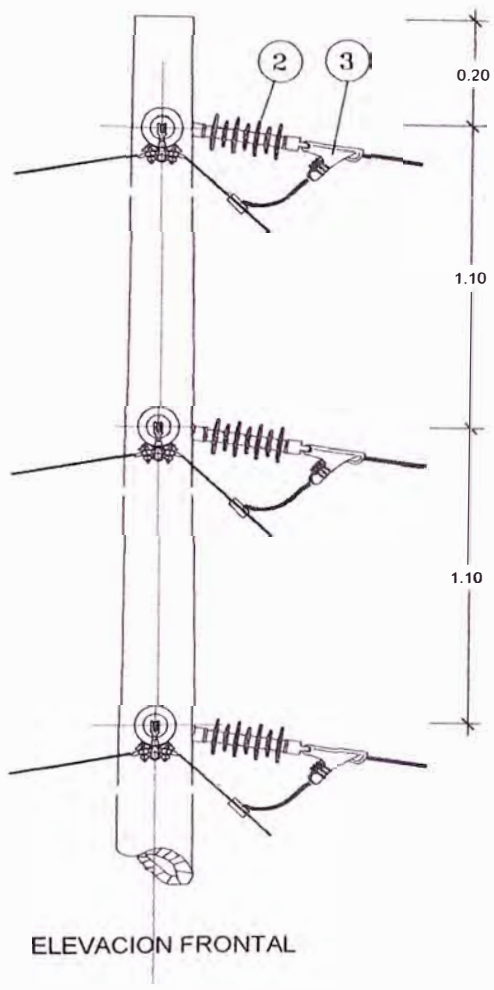
ESCALA : H = 1/2000
V = 1/500

HOJA : 5/5

LAMINAS DE ARMADOS



PLANTA

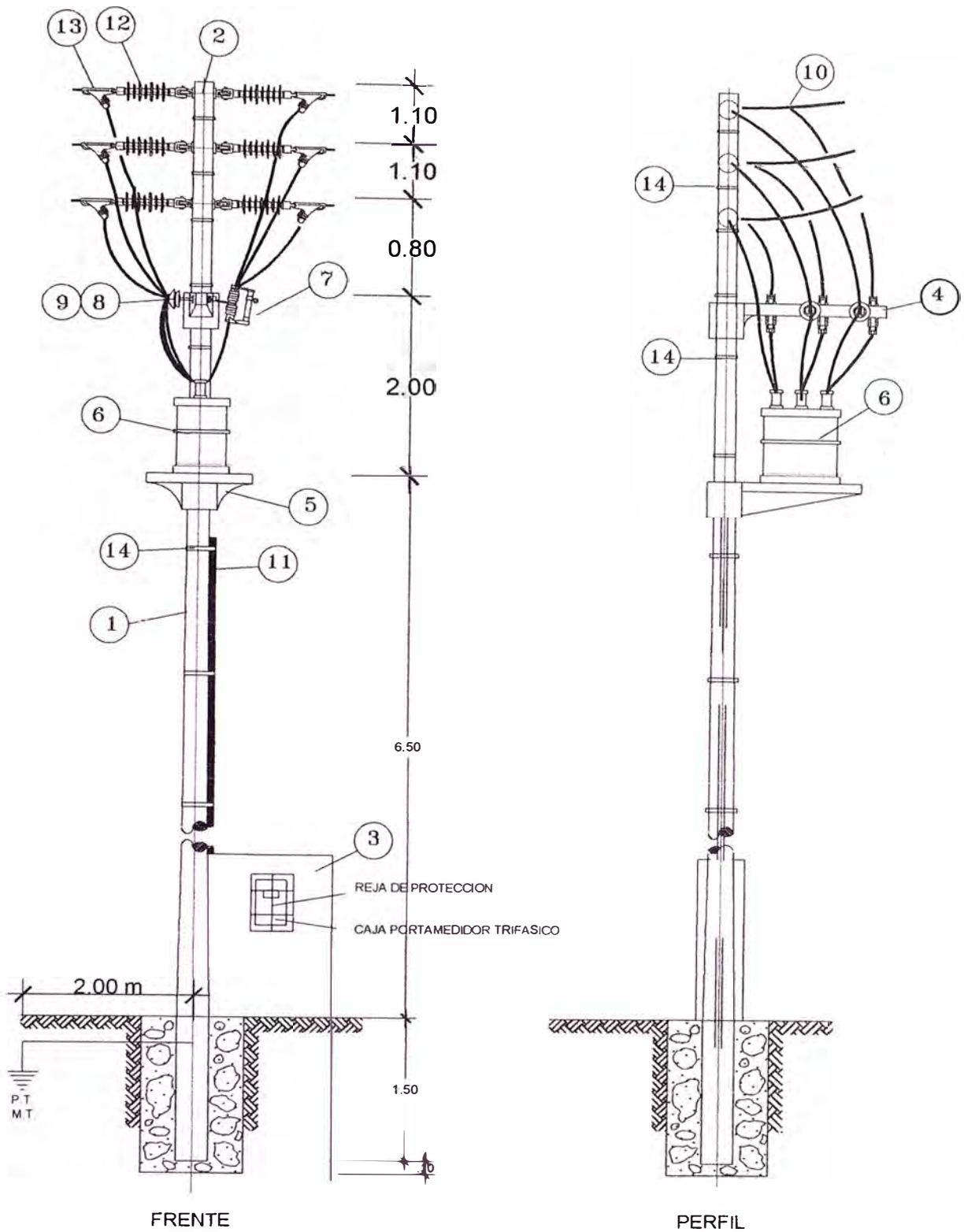


ELEVACION FRONTAL

DETALLE DE DERIVACION DE PUNTO DE DISEÑO CASERIO 2 DE MAYO AMT TPO006

POS.	CANT	DESCRIPCION	POS.	CANT	DESCRIPCION
3	3	GRAPA DE ANCLAJE TIPO PISTOLA	4	3	CONECTOR RANURAS PARALELAS AL 50 mm ²
1	3	TUERCA OJO DE FºGº 5/8"	2	3	AISLADOR POLIMERICO PARA ANCLAJE 28 KV.

	SISTEMA DE UTILIZACION EN MEDIA TENSION EN 22.9 KV PARA LA PLANTA DE CERAMICOS ATLAS - POROTO	DIST : Poroto	
	PLANO DE :	ESTRUCTURA EXISTENTE (PUNTO DE DISEÑO) DISPOSICION VERTICAL	PROV : Trujillo
	ELAB.:	Luis Oshiro Sugashima	DPTO : La Libertad
	REV.:	Ing. Alberto Inga Rengifo	LAMINA N° : LMT-01
	FECHA :	Marzo-2014	ESCALA : 5/16



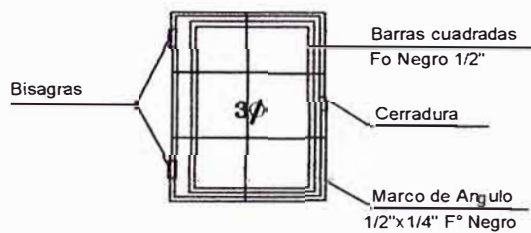
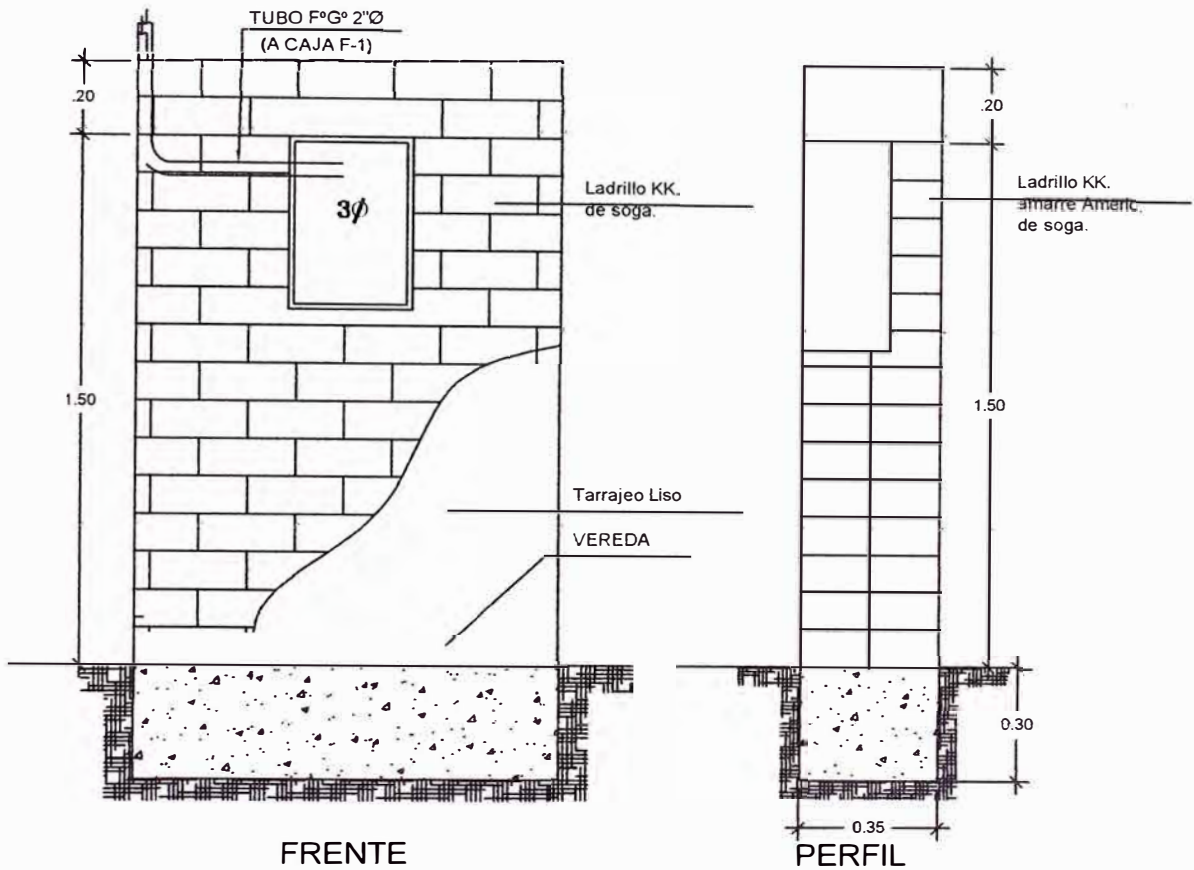
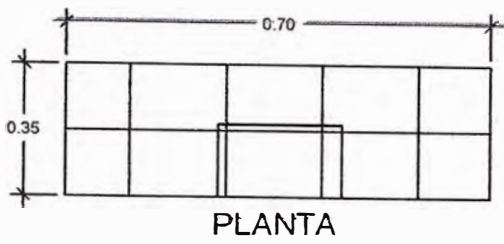
NOTA:
EL CONEXIONADO DE LA LINEA CON LOS SECCIONADORES Y TRAFOMIX,
SERA CON CABLE DE COBRE DESNUDO 35 mm².

ARMADO TIPO - PMI

13	6	GRAPA DE ANCLAJE AL TIPO PISTOLA	14	10	CINTA BAND IT DE 3/4"
11	1	TUBO F°G° 1 1/4" x 6.00 m	12	6	AISLADOR POLIMERICO PARA ANCLAJE 28 kV
9	2	ESPIGA F°G° 3/4" x 17", CABEZA Pb 1 3/8"	10	3	GRAPA RANURA PARALELA
7	3	SECCIONADOR FUSIBLE CUT OUT 27 KV. 200A	8	2	AISLADOR TIPO PIN CLASE 56-3
5	1	MEDIA LOZA C.A.V. 1.10 m	6	1	TRAFOMIX 22.9/0.22 KV. 30-20-15/5A. 60Hz
3	1	MURETE DE 1.70 x 0.70 x 0.35 m	4	1	MEDIA PALOMILLA DE 1.50 m
1	1	POSTE C.A.C. 13/4000 N	2	3	PERNO OJO A°G° 5/8" Ø x 8"

POS.	CANT	DESCRIPCION	POS.	CANT	DESCRIPCION
SISTEMA DE UTILIZACION EN MEDIA TENSION EN 22.9 KV PARA LA PLANTA DE CERAMICOS ATLAS - POROTO					
PLANO DE : ESTRUCTURA DE MEDICION TIPO INTEMPERIE DISPOSICION VERTICAL					
ELAB.: Luis Oshiro Sugashima REV.: Ing. Alberto Inga Rengifo FECHA : Marzo-2014 ESCALA : S/E					
DIST : Poroto PROV : Trujillo DPTO : La Libertad LAMINA N° : LMT-02					





REJILLA DE PROTECCION



SISTEMA DE UTILIZACION EN MEDIA TENSION EN 22.9 KV
PARA LA PLANTA DE CERAMICOS ATLAS - POROTO

PLANO DE : DETALLE DE MURETE

ELAB.: Luis Oshiro Sugashima

REV.: Ing. Alberto Inga Rengifo

FECHA : Marzo-2014

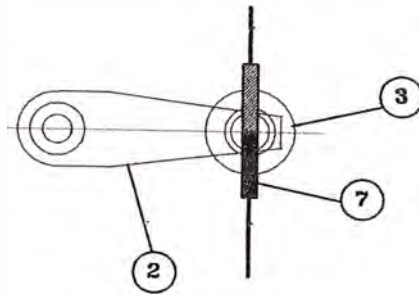
ESCALA : S/E

DIST : Poroto

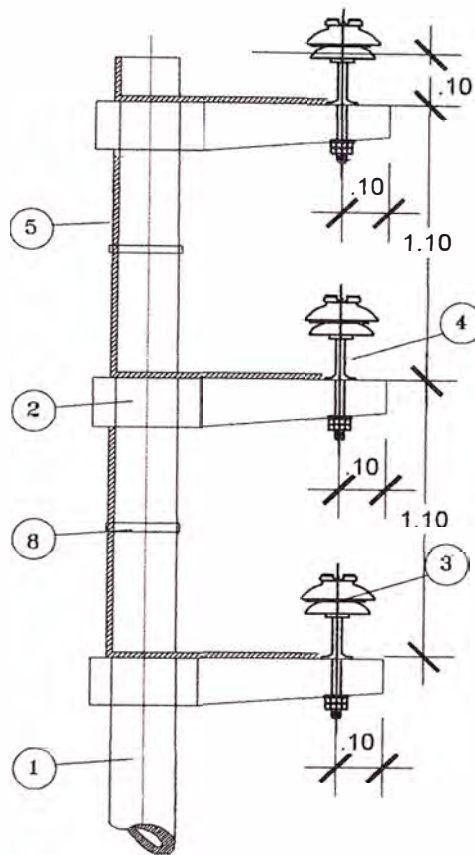
PROV : Trujillo

DPTO : La Libertad

LAMINA N° : LMT-03



PLANTA



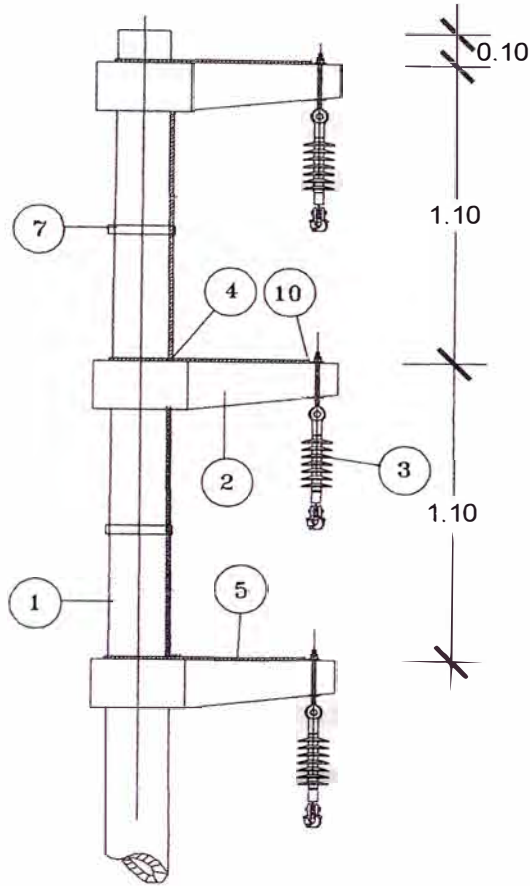
ELEVACION

ARMADO TIPO A2-3

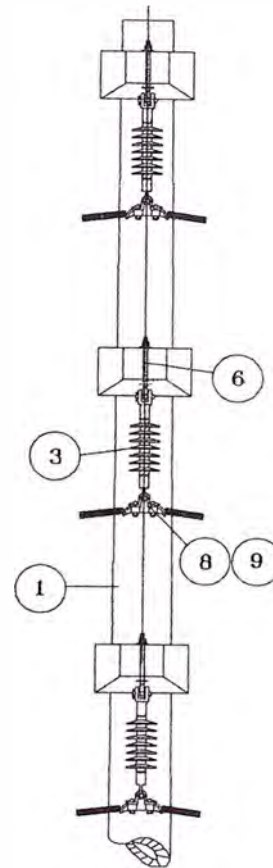
7	3	VARILLA DE ARMAR AL DE ALUMINIO	8	3	CINTA BAND IT DE 3/4" CON HEBILLA
5		CONDUCTOR DE Cu. T.B. 35mm ²	6	3	PLANCHA DE Cu. TIPO "J"
3	3	AISLADOR TIPO PIN CLASE 56-3	4	3	ESPIGA A*G° 3/4"x17" CABEZA Pb 1 3/8"
1	1	POSTE C.A.C. 13/3000 N.	2	3	MENSULA C.A.V. 0.80 m LONGITUD

POS.	CANT	DESCRIPCION	POS.	CANT	DESCRIPCION
SISTEMA DE UTILIZACION EN MEDIA TENSION EN 22.9 KV PARA LA PLANTA DE CERAMICOS ATLAS - POROTO					
PLANO DE : ESTRUCTURA DE ALINEAMIENTO DISPOSICION VERTICAL					DIST : Poroto
					PROV : Trujillo
					DPTO : La Libertad
					LAMINA N° : LMT-04
ELAB.: Luis Oshiro Sugashima		REV.: Ing. Alberto Inga Rengifo		FECHA : Marzo-2014	
				ESCALA : S/E	





ELEVACION FRONTAL

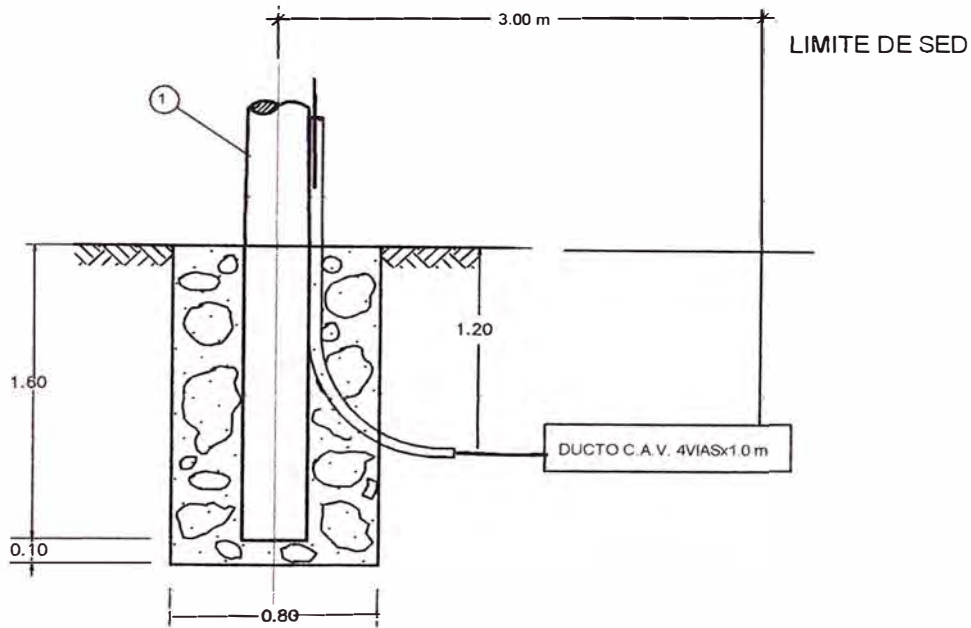
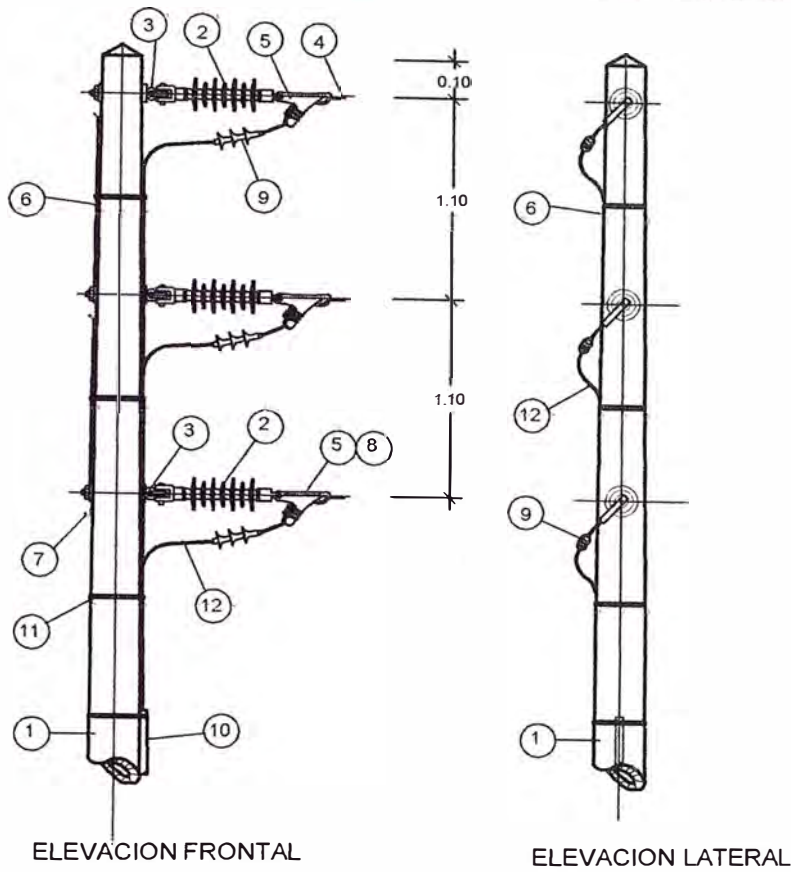


ELEVACION LATERAL

ARMADO TIPO A5-3

9	3	VARILLA PARA ARMAR ALEACION DE AL	10	3	PLANCHA DE Cu. TIPO "J" PARA P.A.T.
7	2	CINTA BANDIT DE 3/4" CON HEBILLA	8	3	GRAPA DE SUSPENSION DE ALUMINIO
5	25m	COND. Cu. 35 mm2 (PTA A TIERRA)	6	3	PERNO OJO F" G" 5/8"x 8"
3	3	AISLADOR POLIMERICO PARA ANCLAJE 28 KV	4	2	CONECTOR TIPO PERNO PARTIDO 35 mm2
1	1	POSTE DE C.A.C. 13/4000 N.	2	3	MENSULA DE C.A.V. 0.80 m

POS.	CANT	DESCRIPCION	POS.	CANT	DESCRIPCION
SISTEMA DE UTILIZACION EN MEDIA TENSION EN 22.9 KV PARA LA PLANTA DE CERAMICOS ATLAS - POROTO					
					DIST : Poroto
PLANO DE : ESTRUCTURA DE ALINEAMIENTO EN SUSPENSION DISPOSICION VERTICAL					PROV : Trujillo
ELAB. : Luis Oshiro Sugashima					DPTO : La Libertad
REV. : Ing. Alberto Inga Rengifo					LAMINA N° : LMT-05
FECHA : Marzo-2014					ESCALA : S/E

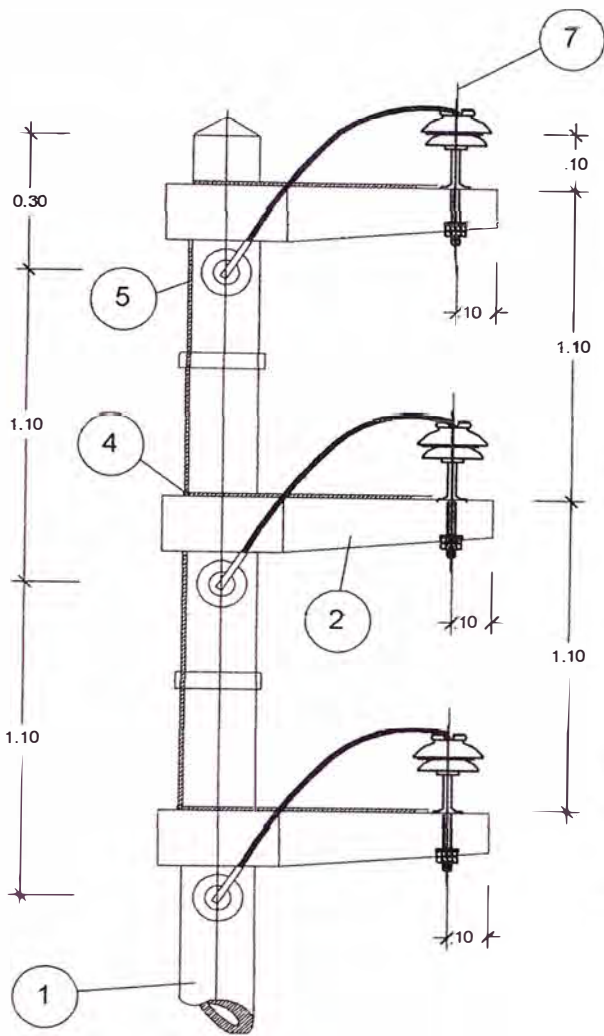


ARMADO TIPO A7-3

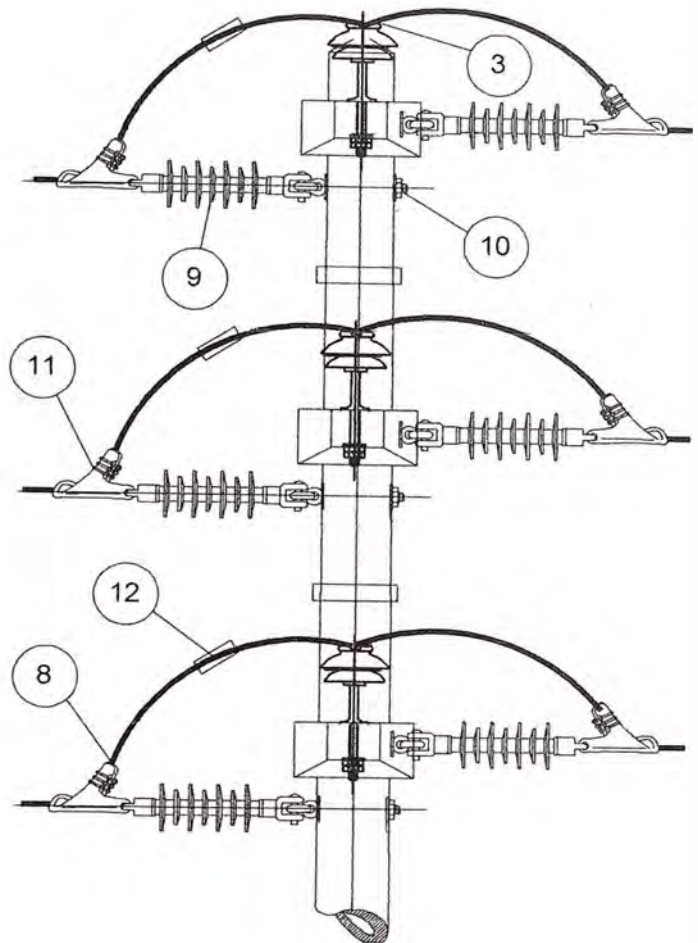
11	9	CINTA BAND IT DE 3/4" CON HEBILLA	12	CONDUCTOR TIPO N2XS3Y 3-1x 50 mm2	
9	3	TERMINAL UNIPOLAR 25 KV P/CABLE 50 mm2	10	1	TUBO DE F°G° DE 3" x 3.00 m.
7	3	PLANCHA DE Cu. TIPO "J"	8	3m	CINTA PLANA DE ARMAR
5	3	GRAPA DE ANCLAJE AL-AL TIPO PISTOLA	6	25m	COND. COBRE DESNUDO 35 mm2 P.TA A TIERRA
3	3	PERNO OJO A°G° 5/8" Ø x 10"	4		CABLE DE ALEACION DE ALUMINIO AAAC 1x50 mm2.
1	1	POSTE DE C.A.C. 13/4000 N.	2	3	AISLADOR POLIMERICO TIPO SUSPENSION 28 KV.

POS.	CANT	DESCRIPCION	POS.	CANT	DESCRIPCION
SISTEMA DE UTILIZACION EN MEDIA TENSION EN 22.9 KV PARA LA PLANTA DE CERAMICOS ATLAS - POROTO					
PLANO DE : ESTRUCTURA DE ANCLAJE FIN DE LINEA CON DERIVACION SUBTERRANEA DISPOSICION VERTICAL					DIST : Poroto
					PROV : Trujillo
					DPTO : La Libertad
					LAMINA N° : LMT-06
ELAB.: Luis Oshiro Sugashima		REV.: Ing. Alberto Inga Rengifo		FECHA : Marzo-2014	
				ESCALA : S/E	





ELEVACION FRONTAL



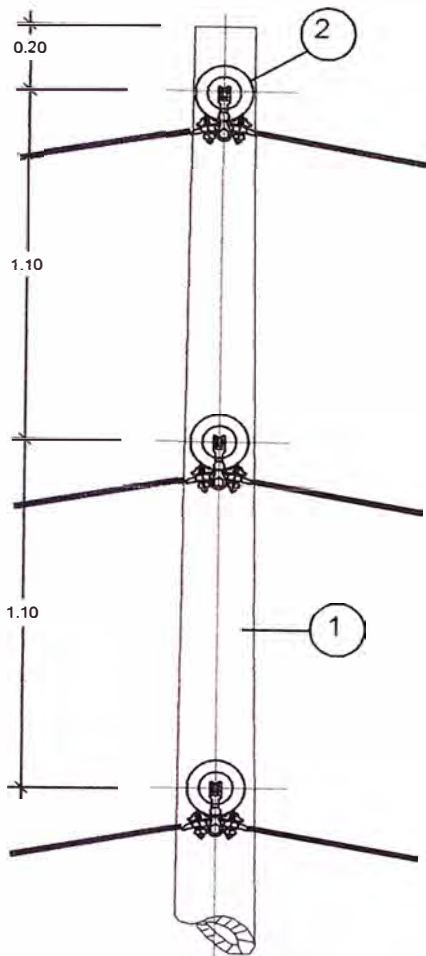
ELEVACION LATERAL

ARMADO TIPO A11-3

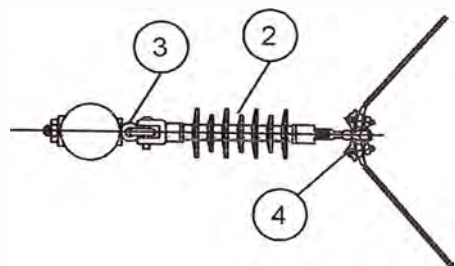
11	6	GRAPA DE ANCLAJE DE AL-AL TIPO PISTOLA	12	3	CONECTOR RANURAS PARALELAS DE AL
9	3	AISLADOR POLIMERICO TIPO SUSPENSION 28 KV.	10	3	PERNO OJO A°G° 5/8" Ø x 12"
7	3	PERNO OJO A°G° 5/8" Ø x 8"	8	3m	CINTA PLANA DE ARMAR
5	20m	COND. COBRE (35 mm ²) PTA A TIERRA	6	9	PLANCHA DE Cu. TIPO "J"
3	3	AISLADOR TIPO PIN CLASE 56-3	4	2	CONECTOR TIPO PERNO PARTIDO
1	1	POSTE DE C.A.C. 13/4000 N.	2	3	MENSULA DE C.A.V DE 0.80 m. DE LONGITUD

POS.	CANT	DESCRIPCION	POS.	CANT	DESCRIPCION
SISTEMA DE UTILIZACION EN MEDIA TENSION EN 22.9 KV PARA LA PLANTA DE CERAMICOS ATLAS - POROTO					
PLANO DE : ESTRUCTURA DE DOBLE ANCLAJE DISPOSICION VERTICAL					DIST : Poroto
					PROV : Trujillo
					OPTO : La Libertad
					LAMINA N° : LMT-07
ELAB.: Luis Oshiro Sugashima		REV.: Ing. Alberto Inga Rengifo		FECHA : Marzo-2014	
				ESCALA : S/E	





ELEVACION FRONTAL

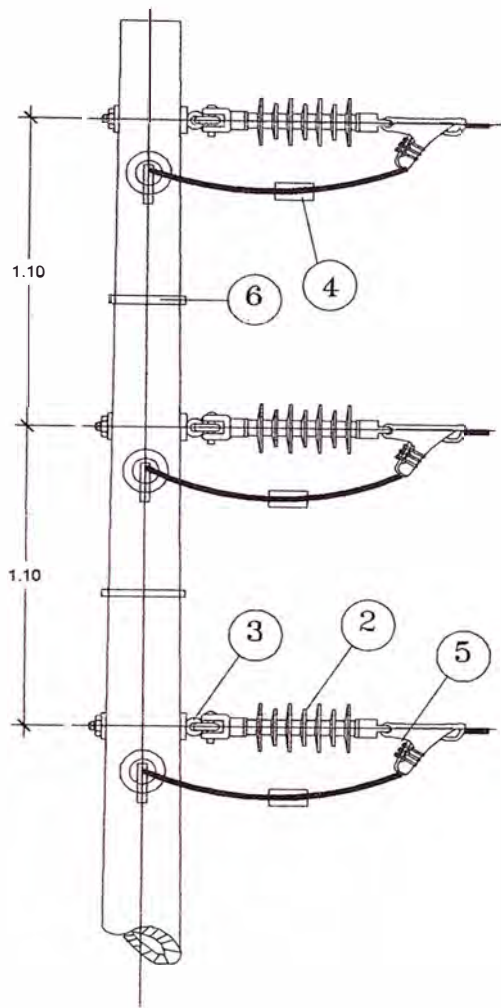


PLANTA

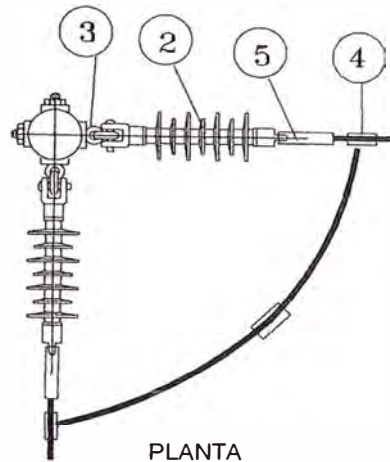
ARMADO TIPO C2-3

3	3	PERNO OJO A"G° 5/8" Ø x 10"	4	2	GRAPA DE ANCLAJE AL. DE SUSPENSION
1	1	POSTE DE C.A.C. 13/4000 N.	2	3	AISLADOR POLIMERICO PARA ANCLAJE
POS.	CANT	DESCRIPCION	POS.	CANT	DESCRIPCION
SISTEMA DE UTILIZACION EN MEDIA TENSION EN 22.9 KV PARA LA PLANTA DE CERAMICOS ATLAS - POROTO					
PLANO DE : ESTRUCTURA DE SUSPENSION DISPOSICION VERTICAL					DIST : Poroto
					PROV : Trujillo
					OPTO : La Libertad
					LAMINA N° : LMT-08
ELAB.: Luis Oshiro Sugashima		REV.: Ing. Alberto Inga Rengifo		FECHA : Marzo-2014	
				ESCALA : S/E	





ELEVACION FRONTAL



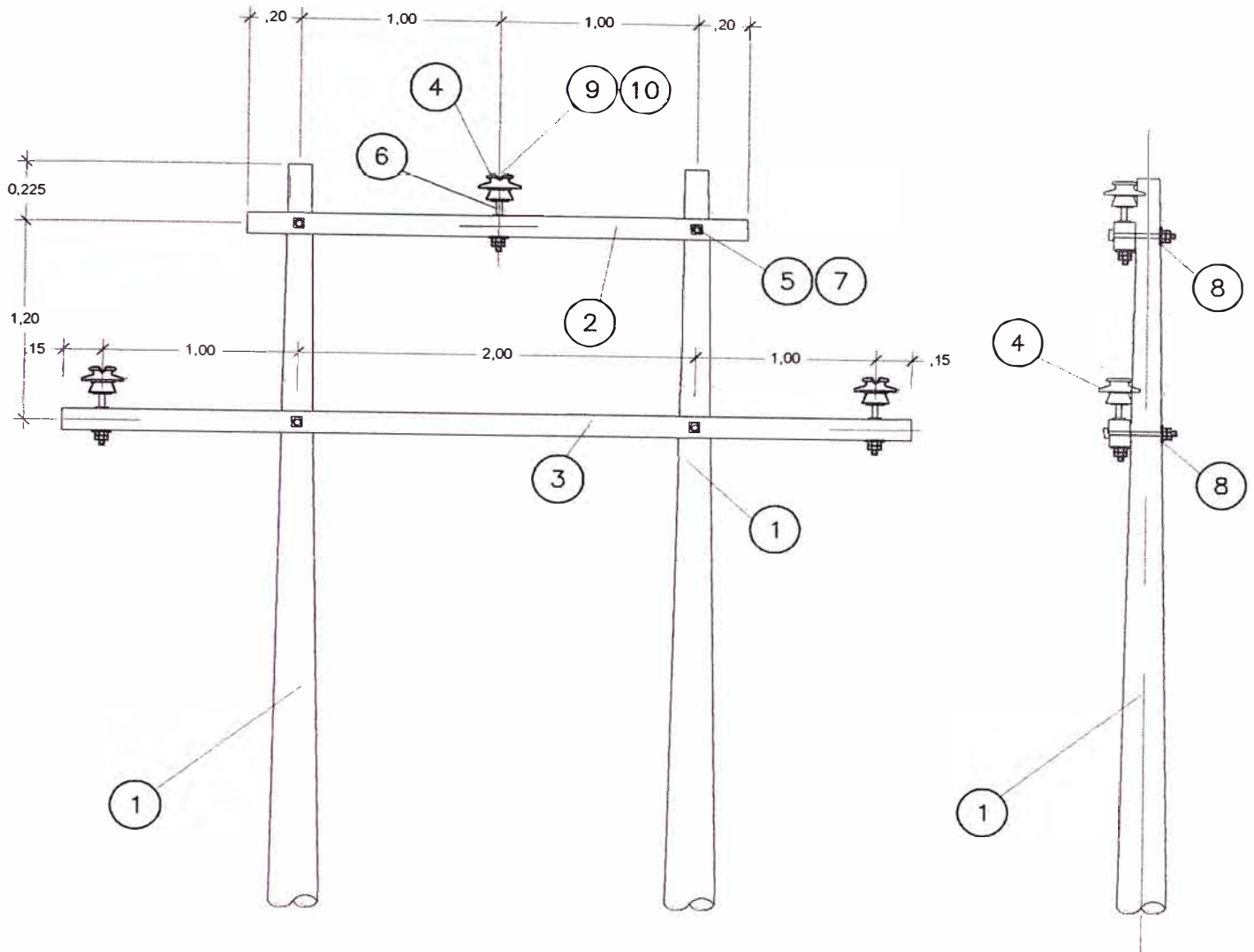
PLANTA



DETALLE DE CONECTOR

ARMADO TIPO C3-3

5	6	GRAPA DE ANCLAJE AL TIPO PISTOLA	6	2	CINTA BANDIT 3/4", CON HEBILLA
3	6	PERNO OJO A°G° 3/4" Ø x 10"	4	3	GRAPA RANURA PARALELA
1	1	POSTE DE C.A.C. 13/4000 N.	2	6	AISLADOR POLIMERICO PARA ANCLAJE DE 28 KV
POS.	CANT	DESCRIPCION	POS.	CANT	DESCRIPCION
SISTEMA DE UTILIZACION EN MEDIA TENSION EN 22.9 KV PARA LA PLANTA DE CERAMICOS ATLAS - POROTO					DIST : Poroto
PLANO DE : ESTRUCTURA DE DOBLE ANCLAJE 90° DISPOSICION VERTICAL					PROV : Trujillo
					DPTO : La Libertad
					LAMINA N° : LMT-09
ELAB.:	REV.:	FECHA :	ESCALA :		
Luis Oshiro Sugashima	Ing. Alberto Inga Rengifo	Marzo-2014	S/E		



VISTA FRONTAL

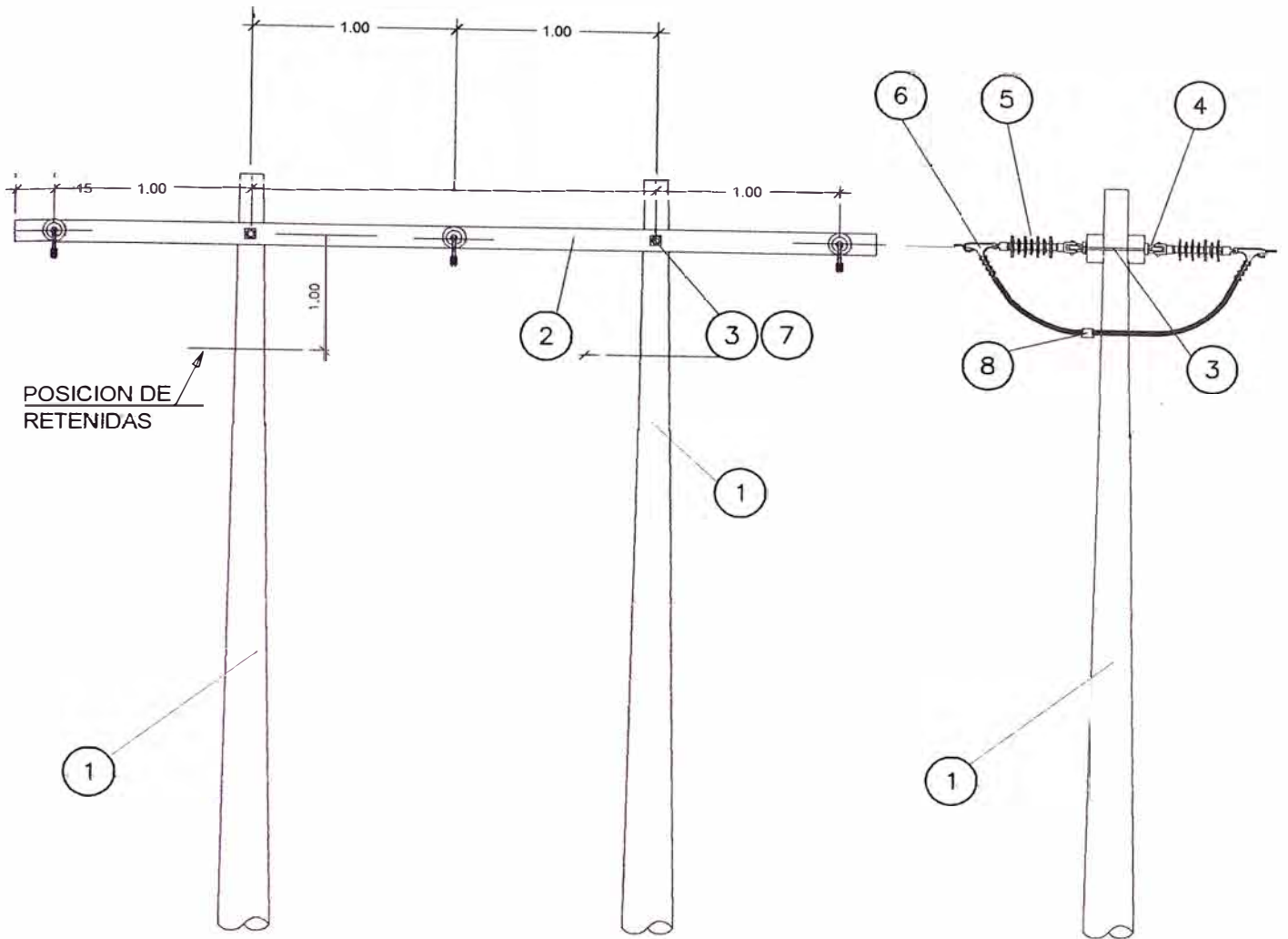
VISTA LATERAL

ARMADO TIPO PSH-3

9	3	VARILLA DE ARMAR PREFORMADA SIMPLE	10	7.5m	ALAMBRE DE AMARRE SEGUN REQUERIMIENTO
7	4	ARAND. CUAD. PLANA DE A°G°, 57x57x5mm, 18mmØ DE AGUJERO	8	4	ARAND. CUAD. CURVA DE A°G°, 57x57x5mm, 18mmØ DE AGUJERO
5	4	PERNO MAQ. A°G°, 16mmØx305mm LONG, 152mm MAQ. C/TCA Y CTCA	6	3	ESPIGA PARA CRUCETA, SEGUN REQUERIMIENTO
3	1	CRUCETA DE MADERA TRATADA DE 102x127mm x 4.30m LONG.	4	3	AISLADOR DE PORCELANA TIPO PIN, CLASE 56-3 ANSI
1	2	POSTE DE MADERA TRATADA 12m GRUPO D, CLASE 6	2	1	CRUCETA DE MADERA TRATADA DE 90x115mm SECCION, 2.40m LONG.

POS.	CANT	DESCRIPCION	POS.	CANT	DESCRIPCION
SISTEMA DE UTILIZACION EN MEDIA TENSION EN 22.9 KV PARA LA PLANTA DE CERAMICOS ATLAS - POROTO					
PLANO DE : ESTRUCTURA DE ALINEAMIENTO EN PORTICO (BIPOSTE) DISPOSICION TRIANGULAR		DIST : Poroto		PROV : Trujillo	
ELAB.: Luis Oshiro Sugashima		REV.: Ing. Alberto Inga Rengifo		DPTO : La Libertad	
FECHA : Marzo-2014		ESCALA : S/E		LAMINA N° : LMT-10	





VISTA FRONTAL

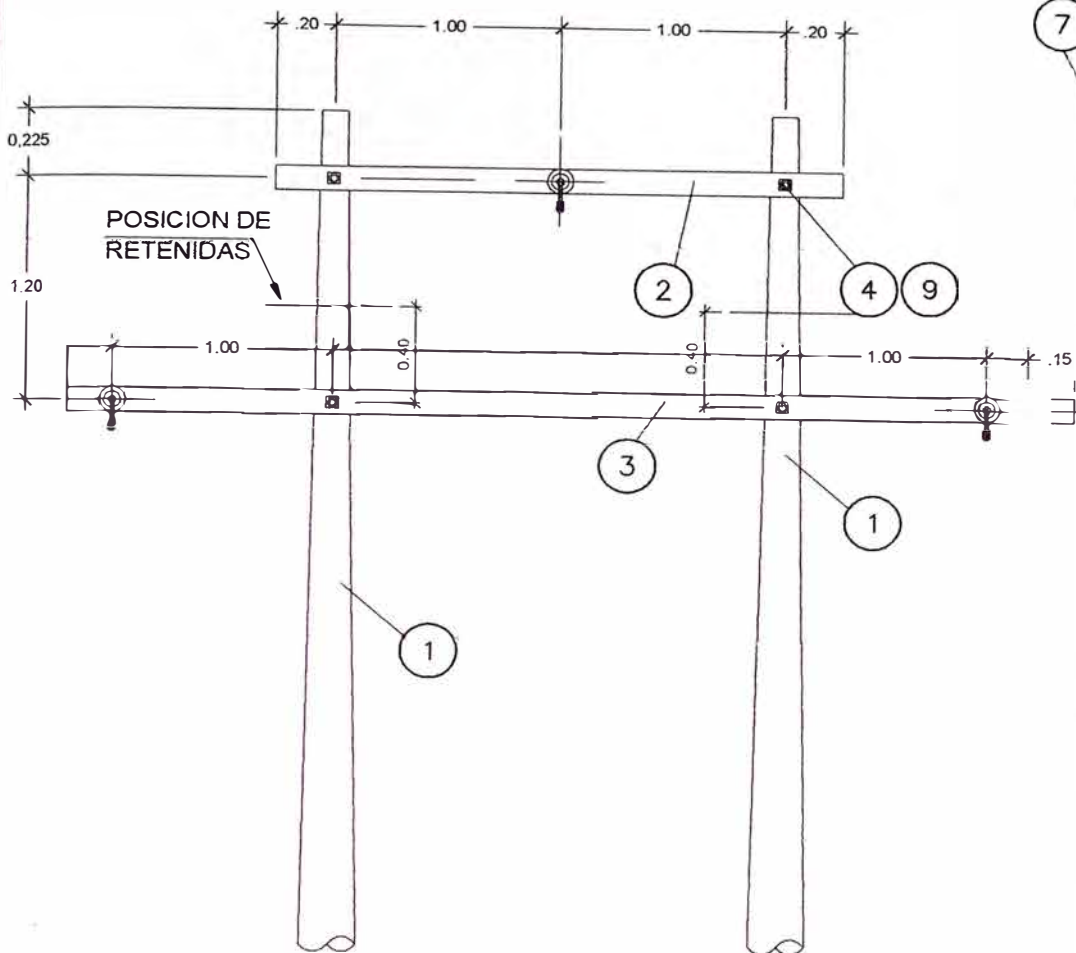
VISTA LATERAL

ARMADO TIPO PRH1-3

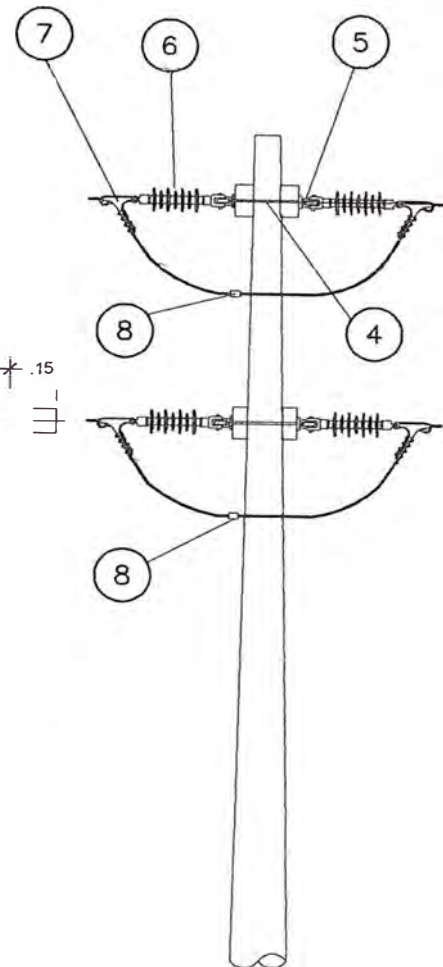
7	18	ARAND. CUAD. PLANA DE A°G°, 57x57x5mm, 18mmØ DE AGUJERO	8	3	GRAPA DE DOBLE VIA, SEGUN REQUERIMIENTO
5	6	AISLADOR POLIMERO TIPO SUSPENSION DE 28 KV	6	6	GRAPA DE ANCLAJE
3	5	PERNO DOBLE ARMADO DE A°G°, 16mmØx457mm LONG, CON 4 TC	4	6	TUERCA OJO DE A°G°, FORJADO, PARA PERNO DE 16mm Ø
1	2	POSTE DE MADERA TRATADA 12m GRUPO D, CLASE 5	2	02	CRUCETA DE MADERA TRATADA DE 102x127mm SECCION, 4.30m LONG.

POS.	CANT	DESCRIPCION	POS.	CANT	DESCRIPCION
SISTEMA DE UTILIZACION EN MEDIA TENSION EN 22.9 KV PARA LA PLANTA DE CERAMICOS ATLAS - POROTO					
PLANO DE : ESTRUCTURA DE DOBLE ANCLAJE EN PORTICO (BIPOSTE) DISPOSICION HORIZONTAL					DIST : Poroto
					PROV : Trujillo
					DPTO : La Libertad
					LAMINA N° : LMT-11
ELAB.: Luis Oshiro Sugashima		REV.: Ing. Alberto Inga Rengifo		FECHA : Marzo-2014	
				ESCALA : S/E	





VISTA FRONTAL



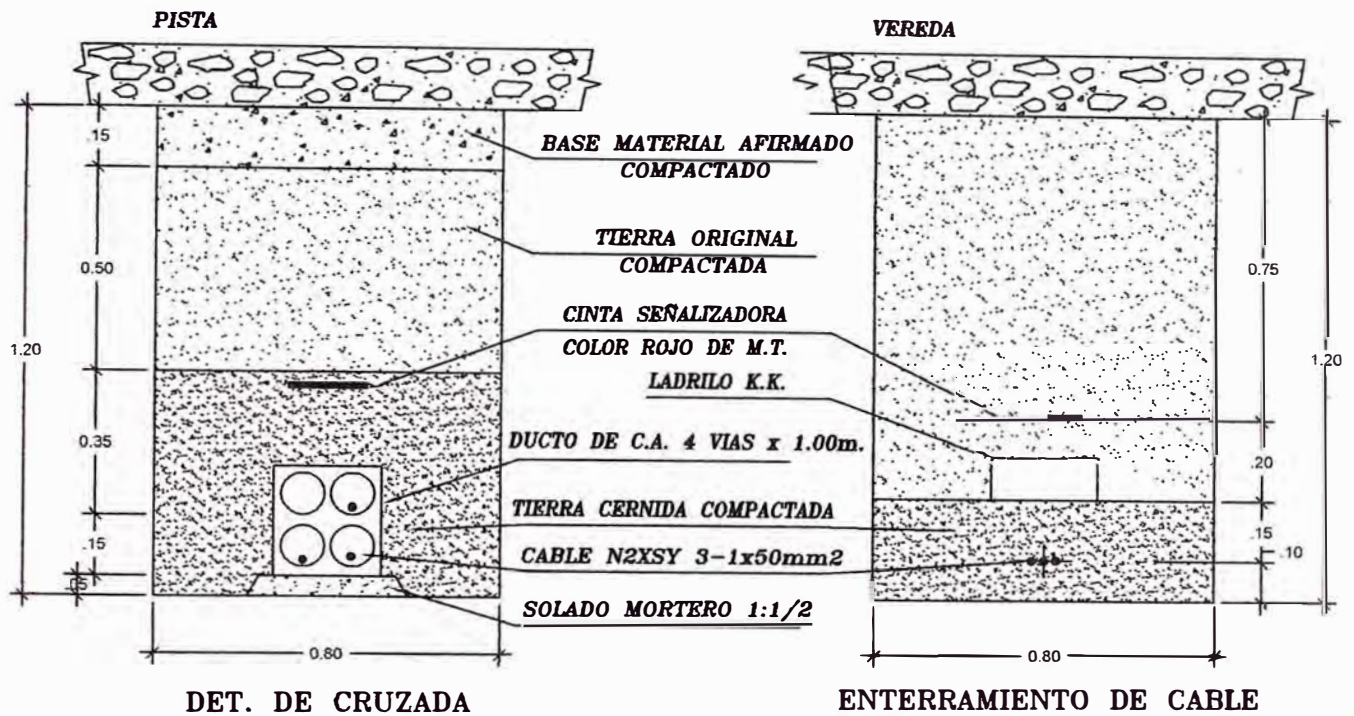
VISTA LATERAL

ARMADO TIPO PRH2-3

9	28	ARAND. CUAD. PLANA DE A°G°, 57x57x5mm, 18mmØ DE AGUJERO			
7	6	GRAPA DE ANCLAJE	8	3	GRAPA DE DOBLE VIA. SEGUN REQUERIMIENTO
5	6	TUERCA OJO DE A°G°, FORJADO, PARA PERNO DE 16mm Ø	6	6	AISLADOR POLIMERICO TIPO SUSPENSION DE 28 KV
3	2	CRUCETA DE MADERA TRATADA DE 102x127mm SECCION, 4.30m LONGITUD	4	7	PERNO DOBLE ARMADO DE A°G°, 18mmØx457mm LONG, CON 4 TUERCAS
1	2	POSTE DE MADERA TRATADA 12m GRUPO D, CLASE 5	2	2	CRUCETA DE MADERA TRATADA DE 90x115mm SECCION, 2.40m LONGITUD

POS.	CANT	DESCRIPCION	POS.	CANT	DESCRIPCION
SISTEMA DE UTILIZACION EN MEDIA TENSION EN 22.9 KV PARA LA PLANTA DE CERAMICOS ATLAS - POROTO					
					DIST : Poroto
					PROV : Trujillo
					DPTO : La Libertad
					LAMINA N° : LMT-12
PLANO DE : ESTRUCTURA DE DOBLE ANCLAJE EN PORTICO (BIPOSTE) DISPOSICION TRIANGULAR		ELAB.: Luis Oshiro Sugashima		REV.: Ing. Alberto Inga Rengifo	
		FECHA : Marzo-2014		ESCALA : S/E	





CUIDADO PELIGRO CUIDADO

CABLES ELECTRICOS ENTERRADOS

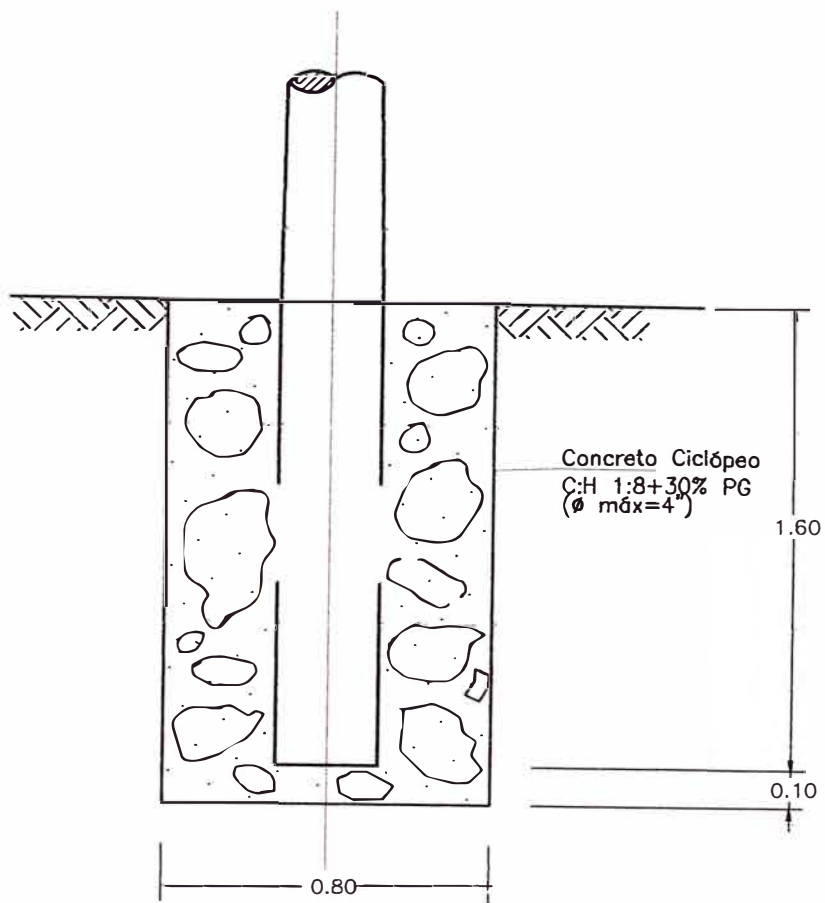
HIDRANDINA S.A.

DETALLE DE CINTA DE SEÑALIZACION
Esc. S/E



SISTEMA DE UTILIZACION EN MEDIA TENSION EN 22.9 KV PARA LA PLANTA DE CERAMICOS ATLAS - POROTO			
PLANO DE :		DETALLE DE ENTERRAMIENTO DE CABLE	
ELAB.:	REV.:	FECHA :	ESCALA :
Luis Oshiro Sugashima	Ing. Alberto Inga Rengifo	Marzo-2014	S/E

DIST :	Poroto
PROV :	Trujillo
DPTO :	La Libertad
LAMINA N° :	LMT-13



DETALLE DE ENTERRAMIENTO DE POSTE

SISTEMA DE UTILIZACION EN MEDIA TENSION EN 22.9 KV
PARA LA PLANTA DE CERAMICOS ATLAS - POROTO

PLANO DE :

DETALLE DE ENTERRAMIENTO DE POSTE

DIST : Poroto

PROV : Trujillo

DPTO : La Libertad

LAMINA N° :
LMT-14

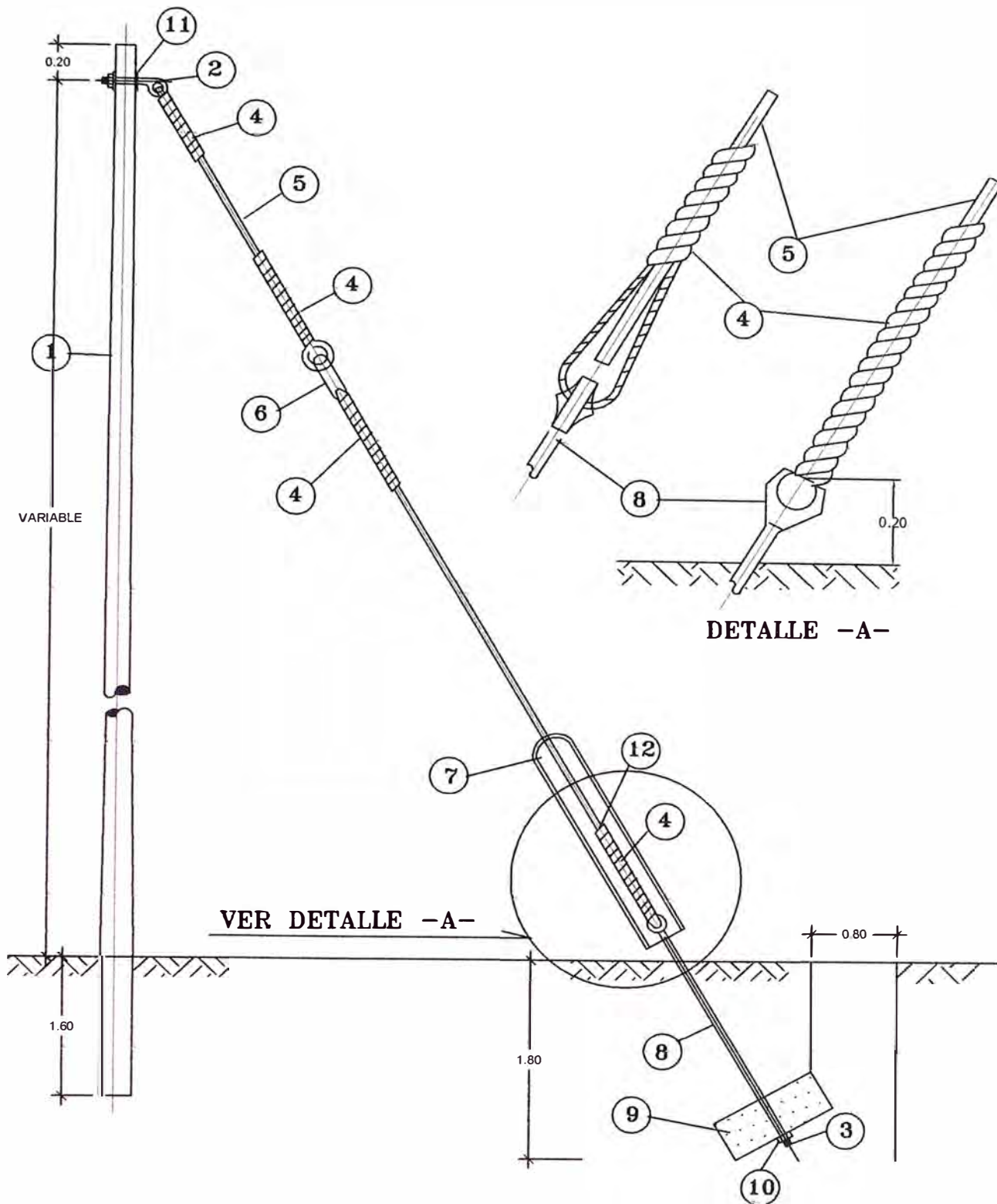
ELAB.: Luis Oshiro Sugashima

REV.: Ing. Alberto Inga Rengifo

FECHA : Marzo-2014

ESCALA : S/E





ARMADO TIPO - V1

11	2	ARANDELA CUAD. CURVA 57mm 57mm x 5mm, AGUJERO 18mmØ	12	1	ALAMBRE DE AMARRE DE AL - AL 6 mm ²
9	1	BLOQUE DE CONCRETO 0.50 x 0.50 x 0.20 m	10	1	ARAND. CUAD. A°G° 102 x 102 x 6 mm
7	1	GUARDACABLE DE F°G° 2 mm x 2400mm	8	1	VARILLA CON GUARDACABO 16 mm Ø x 203 mm
5	13m	CABLE A°G° 10 mm Ø. 7 HILOS	6	1	AI SLADOR TIPO NUEZ. CLASE 54-2
3	1	TUERCA CIEGA DE BRONCE 16 mm	4	4	MORDAZA PREFORMADA
1	1	POSTE C.A.C. 13/400 Kg.	2	1	PERNO ANGULAR A°G° 16mm Ø x 254mm

POS.	CANT	DESCRIPCION	POS.	CANT	DESCRIPCION
------	------	-------------	------	------	-------------

SISTEMA DE UTILIZACION EN MEDIA TENSION EN 22.9 KV PARA LA PLANTA DE CERAMICOS ATLAS - POROTO

PLANO DE :

RETENIDA INCLINADA SIMPLE

DIST : Poroto

PROV : Trujillo

DPTO : La Libertad

LAMINA N° :

LMT-15

ELAB.: Luis Oshiro Sugashima

REV.: Ing. Alberto Inga Rengifo

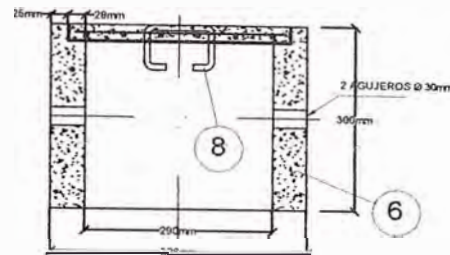
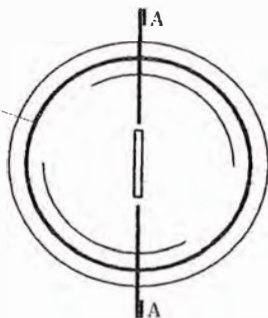
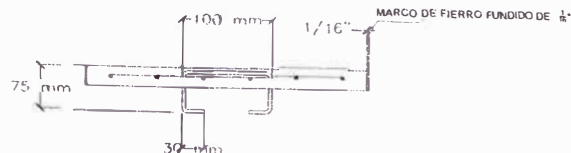
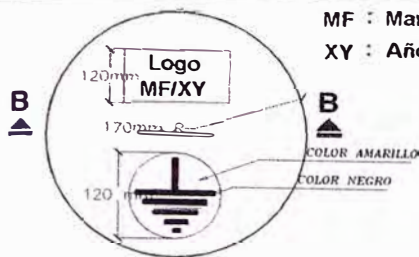
FECHA : Marzo-2014

ESCALA : S/E



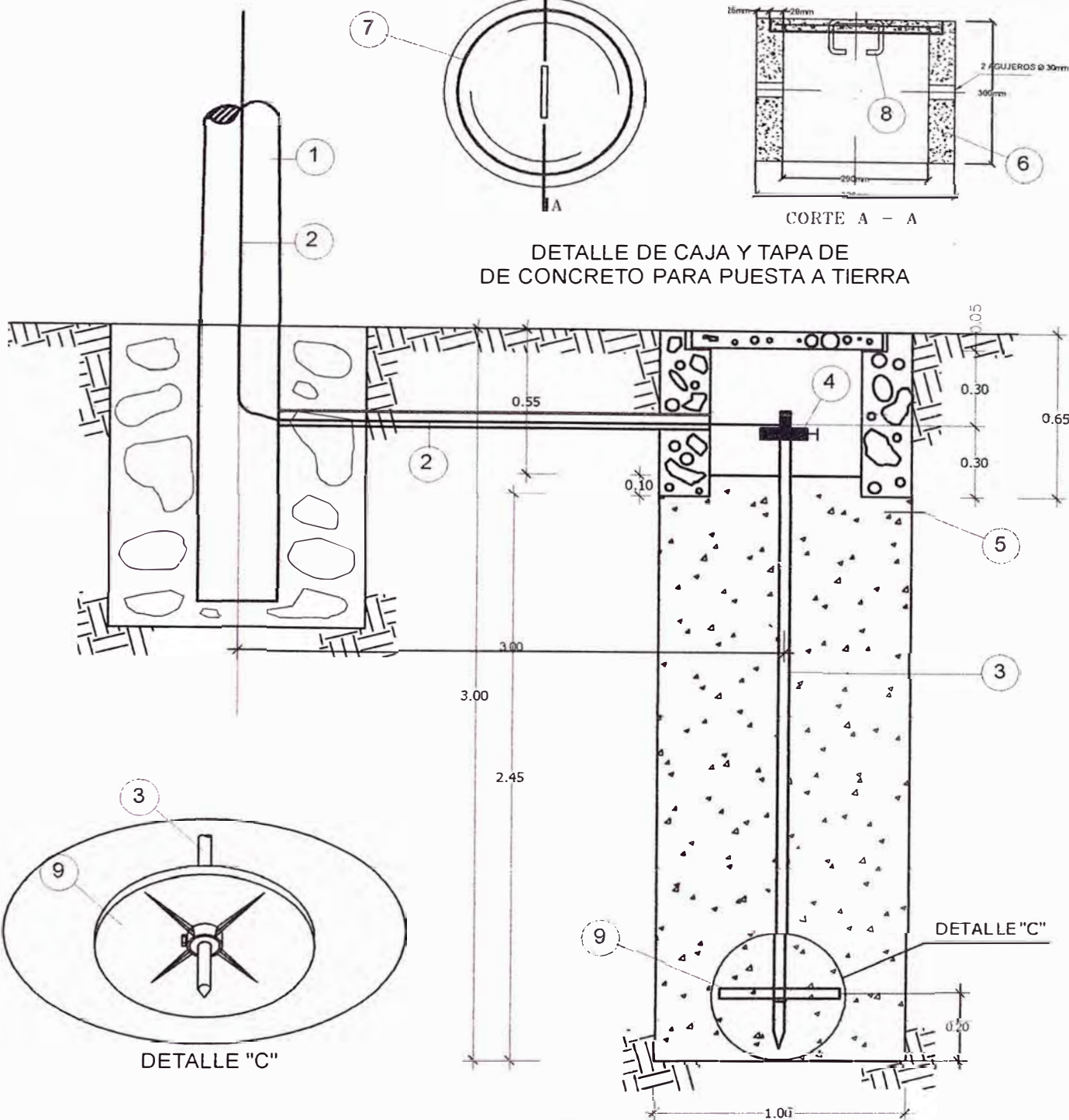
MF : Marca del fabricante, color negro
 XY : Año de fabricación, color negro

SECCION B-B



CORTE A - A

DETALLE DE CAJA Y TAPA DE DE CONCRETO PARA PUESTA A TIERRA



DETALLE "C"

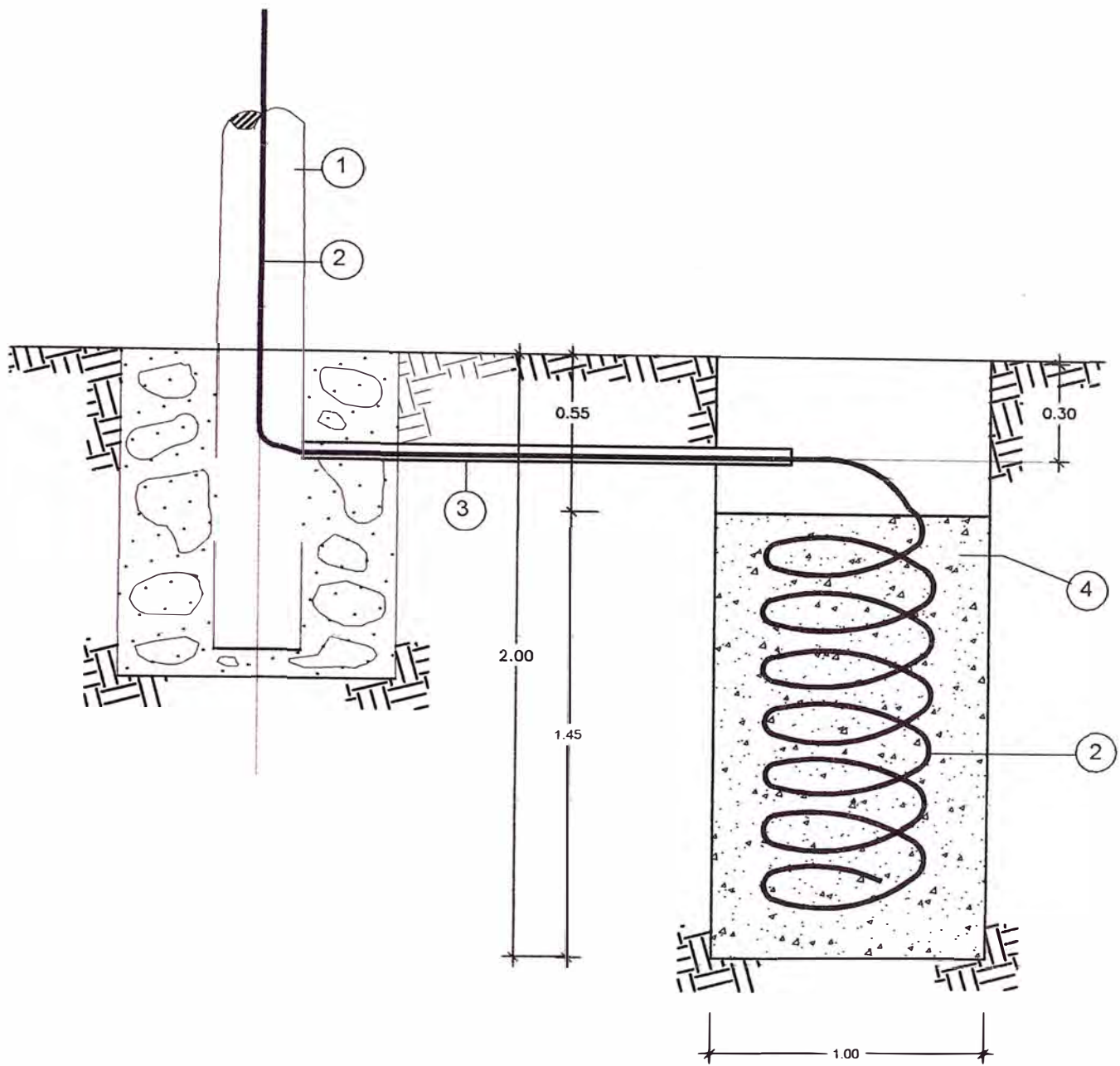
DETALLE "C"

ARMADO TIPO - PT1

9	1	PLACA DE F°G° ANTIROBO DE 6 mmm ESPESOR x 16 mm DIÁM. HUECO, ASEGURADA LA VARILLA	8	1	TIRADOR DE FIERRO LISO DE Ø 6 mm
7	1	TAPA DE CONCRETO DE CAJA DE REGISTRO	6	1	CAJA DE CONCRETO REGISTRO PARA PUESTA A TIERRA
5	1	TIERRA CERNIDA + COMPUESTO QUIMICO	4	1	GRAMPA TIPO AB PARA P.A.T.
3	1	VARILLA DE COBRE SOLIDO 16mm Ø x 2.40m	2	m	COND. CuDESNU. P.A.T. 35mm ² -Temple Blando
1	1	POSTE DE C.A.C.			

POS.	CANT	DESCRIPCION	POS.	CANT	DESCRIPCION
SISTEMA DE UTILIZACION EN MEDIA TENSION EN 22.9 KV PARA LA PLANTA DE CERAMICOS ATLAS - POROTO					
PLANO DE : POZO DE PUESTA A TIERRA TIPO VARILLA					
ELAB.: Luis Oshiro Sugashima		REV.: Ing. Alberto Inga Rengifo		FECHA : Marzo-2014	
				ESCALA : S/E	
				DIST : Poroto	
				PROV : Trujillo	
				DPTO : La Libertad	
				LAMINA N° : LMT-16	

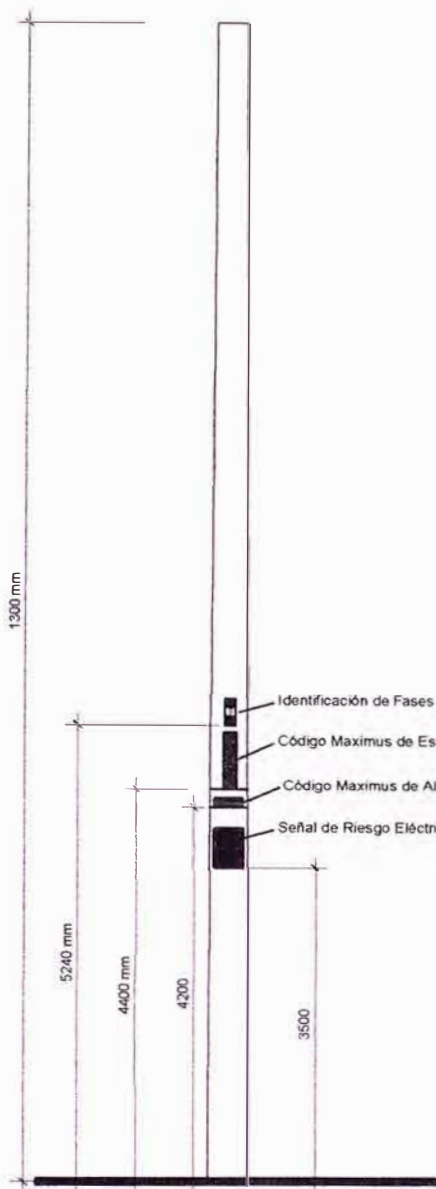




ARMADO TIPO - PT2

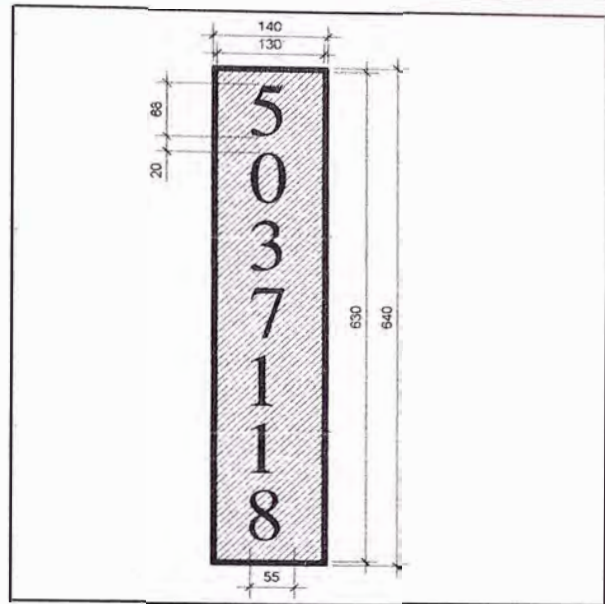
POS.	CANT	DESCRIPCION	POS.	CANT	DESCRIPCION
3		TUBO PVC-SAP	4		TIERRA CERNIDA + COMPUESTO QUIMICO
1	1	POSTE CAC	2	15	CONDUCTOR DE Cu DESNUDO DE 35 mm ² TEMPLE BLANDO

	SISTEMA DE UTILIZACION EN MEDIA TENSION EN 22.9 KV PARA LA PLANTA DE CERAMICOS ATLAS - POROTO		DIST :	Poroto
	PLANO DE :		PROV :	Trujillo
	POZO DE PUESTA A TIERRA CON ESPIRAL		DPTO :	La Libertad
	ELAB.:	REV.:	FECHA :	ESCALA :
Luis Oshiro Sugashima	Ing. Alberto Inga Rengifo	Marzo-2014	S/E	LMT-17

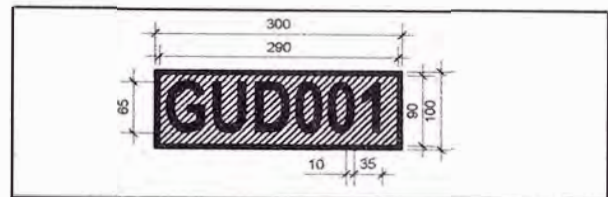


POSTE MEDIA TENSION

PTO DE DISEÑO
EST. N°5037118
AMT GUD-001
10 KV. EXISTENTE



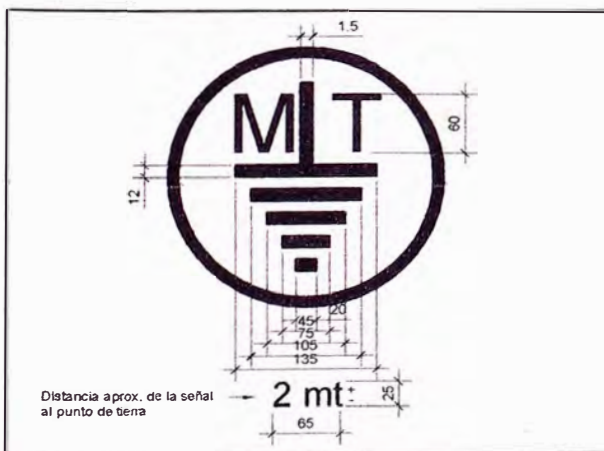
CODIGO MAXIMUS DE ESTRUCTURA M.T.
ESCALA : 1/10



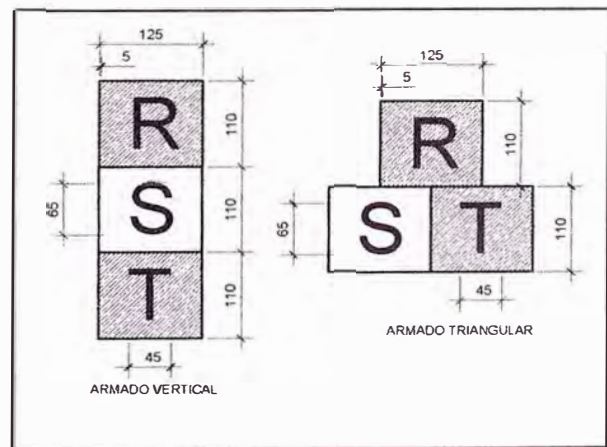
CODIGO MAXIMUS DE ALIMENTADOR M.T.
ESCALA : 1/10



SEÑAL DE RIESGO ELECTRICO
ESCALA : 1/10



SEÑAL DE RIESGO ELECTRICO
ESCALA : 1/10



IDENTIFICACION DE FASES
ESCALA : 1/10

SISTEMA DE UTILIZACION EN MEDIA TENSION EN 22.9 KV
PARA LA PLANTA DE CERAMICOS ATLAS - POROTO

PLANO DE :

DETALLE DE SEÑALIZACION EN TODAS LAS ESTRUCTURAS

ELAB.: Luis Oshiro Sugashima

REV.: Ing. Alberto Inga Rengifo

FECHA : Marzo-2014

ESCALA : S/E

DIST : Poroto

PROV : Trujillo

DPTO : La Libertad

ARMADO:

LMT-18



ANEXOS

ANEXO N°1

DOCUMENTOS DE HIDRANDINA

Trujillo, 22 AGO. 2008

GC -... 05317 - 2008

Señor:

JUAN CARLOS PIEDRA CARRERA

Gerente – Cerámicos Atlas S.A.C.

Jr. Mariano Melgar 212 – Víctor Larco

Teléfono: (01) 284110

Ciudad.-

Asunto : FACTIBILIDAD ELÉCTRICA Y FIJACIÓN DEL PUNTO DE DISEÑO PARA PLANTA DE CERÁMICOS ATLAS S.A.C. – POROTO

Boleta de Atención N° 50120607991, de fecha: 02.Julio.2008



De mi consideración:

Es grato dirigirme a usted en atención a la carta de la referencia, para manifestarle que HIDRANDINA S.A. otorga Factibilidad Eléctrica para la planta de Cerámicos Atlas S.A.C., ubicado en la concesión minera no metálica denominada "Mauricio II 2007" con código N° 030038707 de la carta Nacional Salaverry 17 – F, jurisdicción del distrito de Poroto, provincia de Trujillo, departamento y región La Libertad. Asimismo para el suministro de energía se ha considerado fijar como punto de diseño en Media Tensión el siguiente:

La estructura (proyectada) de Media Tensión perteneciente al AMT TPO006 en 22.9 kV, anterior a la Subestación de Distribución ubicada en el caserío 02 de Mayo; según como se indica en el plano de ubicación adjunto.

El presente Certificado tendrá vigencia de dos años a partir de la fecha y será para una demanda máxima de 400 kW. En consecuencia, deberán elaborar el proyecto eléctrico del Sistema de Utilización, a través de un Ingeniero Electricista o Mecánico-Electricista colegiado, quien previamente deberá coordinar con nuestra Área de Administración de Proyectos, con la finalidad de elaborar el estudio de acuerdo a los lineamientos técnicos que se anexan, dentro del marco de la Ley de Concesiones Eléctricas 25844, 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, aprobada mediante R.D. N° 018-2002-EM/DGE y Normas Técnicas vigentes.

Atentamente,



Manuel Bambaren Miasta
Gerente Comercial (e)

GC - .. 05317 - 2008

LINEAMIENTO TECNICO SISTEMA DE UTILIZACION EN 22.9kV

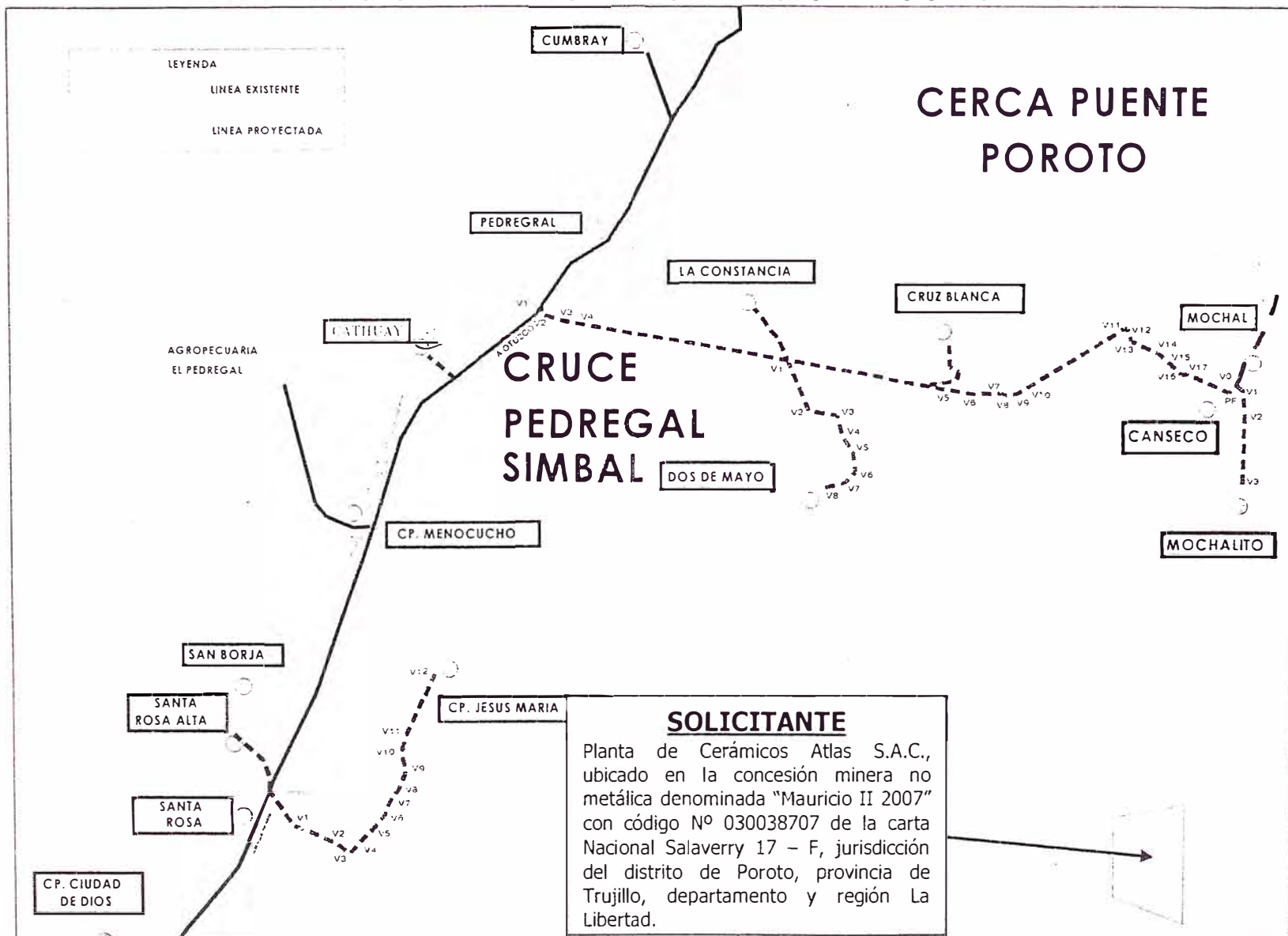
1. Sistema Aéreo / Trifásico
- 2 Tensión 22.9 kV
2. Punto de Diseño La estructura (proyectada) de Media Tensión perteneciente al AMT TPO006 en 22.9 kV, anterior a la Subestación de Distribución ubicada en el caserío 02 de Mayo; con seccionamiento, protección y medición en el punto de diseño, con transformadores de medida 22.9/0.22kV – 2 Sistemas – Clase Precisión 0.2 – montaje exterior.
3. Estudio de la Máxima Demanda Justificar Máxima Demanda, detallando en los planos de instalaciones eléctricas la potencia y el tipo de cargas que se conectarán a la red de Hidrandina S.A.
4. Calidad de servicio NTCSE
D.S. N° 020-97-EM
D.S. N° 009-99 EM Es responsabilidad del cliente filtrar y/o corregir las perturbaciones eléctricas y potencia reactiva que podrían generarse en sus instalaciones eléctricas internas; conforme lo dispone la NTCSE.
5. Distancias de seguridad Detallar en el Proyecto las vistas de corte precisando las distancias de seguridad que deberán respetarse como resultado de la aplicación a lo dispuesto en el Código Nacional de Electricidad y Normas Técnicas de la DGE/MEM
6. Conductor recomendable Se recomienda utilizar AAAC de sección mínima 35mm²
7. Postes C.A.C. de 13m
8. Ménsulas y Crucetas C.A.V. de 0.80 m y 1.00 m
9. Aisladores Poliméricos / Híbridos
10. Seccionamiento de línea Seccionador fusible cut-out de 200 A, 27kV – 150KV BIL, 15kA
11. Subestación de distribución Tipo Caseta en el interior del predio a electrificar, Sistema trifásico 22.9±(5*2.5%)/0.380-0.230kV, potencia nominal ajustada a la máxima demanda; con seccionador fusible cut-out 27kV – 150kVBIL.
12. Ferretería Acero galvanizado por el proceso de inmersión en caliente con espesores mayores a 120 micras.
13. Medidor Electrónico multifunción 60Hz – 1 sistemas, C.P. 0.2
14. Puesta a Tierra con electrodo Electrodo de Cobre 5/8"Øx2.40m, Conductor Cu. Desnudo 35mm². Para mejorar la resistencia de puesta a tierra a menos de 5 Ohmios, usar materiales ecológicos (instalados en punto de entrega, seccionamientos, anclajes y subestaciones)
15. Puesta a tierra con bajada aterrada en : Conductor de cobre desnudo temple blando de 35mm² (instalados en toda estructura MT)
espiral
16. Uniones Metálicas Deberá evitarse la unión de elementos metálicos no compatibles electroquímicamente, para no generar corrosión galvánica.
17. Aprobación de materiales Todos los materiales a ser instalados en el sistema eléctrico serán inspeccionados y aprobados por Hidrandina S.A. antes del montaje electromecánico
18. Interconexión al Sistema Eléctrico Para la interconexión de la nueva instalación, se deberá coordinar su ejecución durante los cortes programados o en su defecto y a solicitud del interesado podrá llevarse a cabo en caliente
19. Proyecto Completo Según Norma de Procedimientos para la elaboración de proyectos RD N° 018-2002-EM/DGE

NOTA:

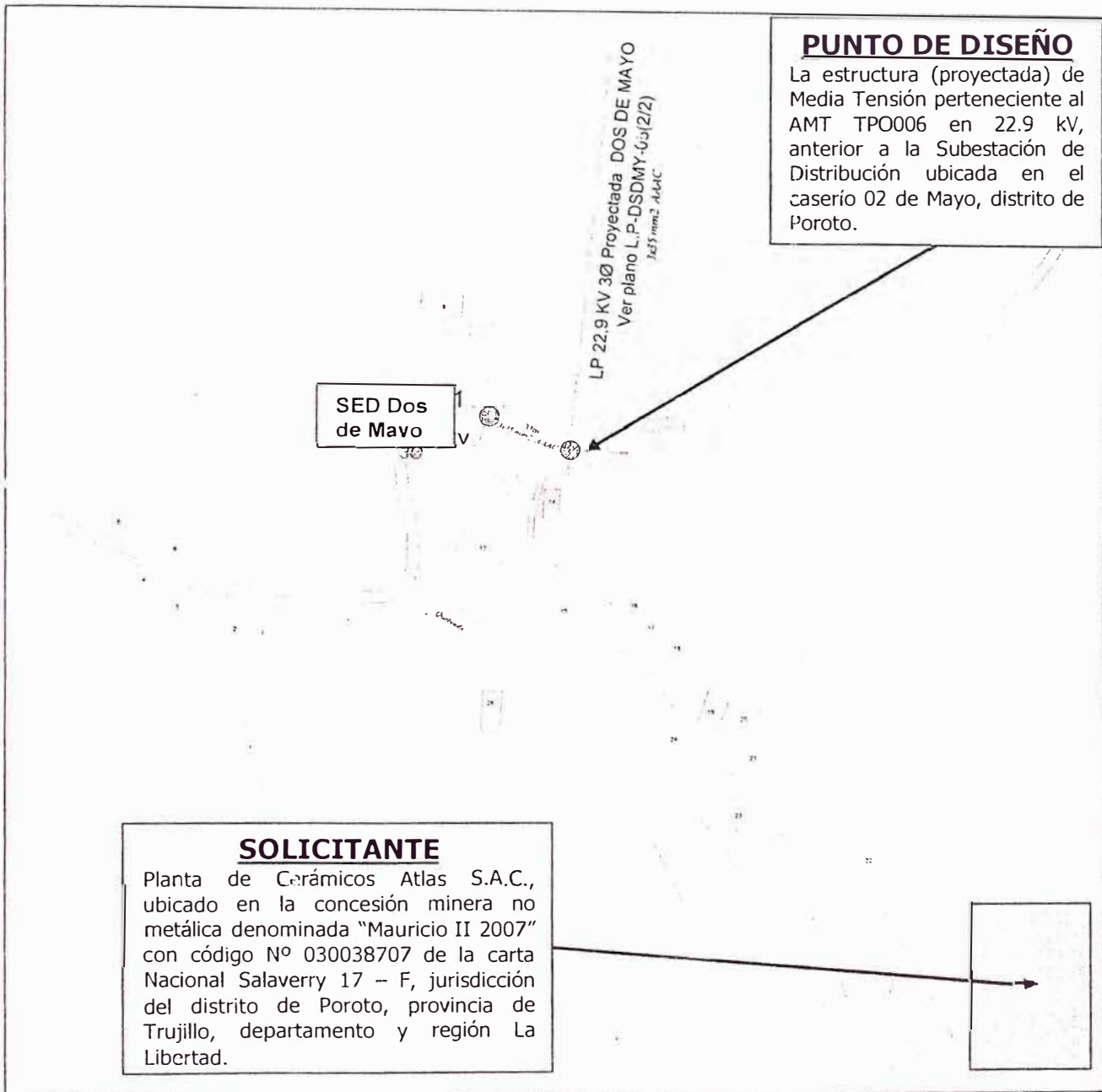
Para la obtención del Certificado de Conformidad del Proyecto, se deberá presentar el proyecto completo digitalizado, planos y catastros debidamente georeferenciados en coordenadas UTM – datun WGS 84 en formato AutoCad, Textos en Word y los cálculos y metrados en Excel de acuerdo al "Manual para la Incorporación de Información de Nuevas Instalaciones de Distribución al Sistema de Información Geográfica de Hidrandina S.A."

El Ingeniero proyectista deberá coordinar personalmente con el Ingeniero Supervisor del proyecto los aspectos técnicos del mismo.

PLANO DE UBICACIÓN DEL LOCAL DE CERAMICOS ATLAS S.A.C. – POROTO



PLANO DE UBICACIÓN DEL PUNTO DE DISEÑO PARA EL LOCAL DE CERAMICOS ATLAS S.A.C. – POROTO



Trujillo, 23 DIC. 2008

GOHN - 3655 - 2008

Señor:

Luis Oshiro Sugashima

Gerente General PROINMEC SAC

Telef: 044-284110, 285999

RPM: #919452

Jr. Mariano Melgar N° 212 – Victor Larco

Trujillo.-

Asunto : CONFORMIDAD TÉCNICA DE PROYECTO SISTEMA DE UTILIZACIÓN EN MT 22.9 KV, PARA LA PLANTA DE CERAMICOS ATLAS S.A.C. UBICADO EN LA CONCESION MINERA "MAURICIO II 2007" DEL DISTRITO DE POROTO Y PROVINCIA DE TRUJILLO.

Ref. : Carta 105 -2008 – PROINMEC de fecha 09.12.2008

En atención a su solicitud de aprobación del proyecto indicado en el asunto, cuyo expediente fue presentado con la carta de la referencia, tenemos a bien darle respuesta en los siguientes términos.

1. El presente proyecto sistema de utilización en 22.9 KV, esta destinado para electrificar La Planta de Cerámicos Atlas S.A.C. ubicado en la Concesión Minera denominada "Mauricio II 2007", del caserío Dos de Mayo del Distrito de Poroto y Provincia de Trujillo.
2. La factibilidad eléctrica y fijación del punto de diseño fue determinado por Hidrandina S.A., según documento GC- 05317-2008 de fecha 22.08.2008 en el cual fija como punto de diseño la estructura de media tensión tipo ángulo que forma parte del AMT TPO006 en 22.9 kV, ubicado en el Caserío Dos de Mayo del distrito de Poroto.
3. El presente proyecto corresponde a un sistema de utilización particular con medición MT 22.9 kV, por lo cual de acuerdo a lo establecido en el Art. 88 de la Ley de Concesiones Eléctricas, corresponde al interesado elaborar el proyecto, ejecutar las obras, efectuar el mantenimiento y la operación de las instalaciones eléctricas, así como eventuales ampliaciones, renovaciones, reparaciones y/o reposiciones; **no generando por tanto Contribución Reembolsable de ningún tipo por parte de Hidrandina S.A.**
4. El citado proyecto ha merecido la expedición de nuestro Informe Técnico N° GOHN/P-POT-IT-118-2008 de fecha 19.12.2008, firmado por el Supervisor de proyectos de Hidrandina S.A., Ingeniero Electricista Rolando Cutipa Chávez, con registro CIP 47741, el que incluye de manera resumida las especificaciones técnicas del Proyecto, lo que será cumplido en su ejecución.
5. Por lo tanto, en cumplimiento de la Ley de Concesiones Eléctricas N° 25844, se otorga Conformidad Técnica al Proyecto **SISTEMA DE UTILIZACIÓN EN MT 22.9 KV, PARA LA PLANTA DE CERAMICOS ATLAS S.A.C. UBICADO EN LA CONCESION MINERA "MAURICIO II 2007" DEL DISTRITO DE POROTO Y PROVINCIA DE TRUJILLO**, el cual contiene la memoria descriptiva, las especificaciones técnicas de materiales y montaje, cálculos justificativos, metrado, planos IE-MT-01 al IE-MT-08 elaborados y firmados por el Ing.



Electricista Carlos E. Sanchez Huertas con registro CIP 72262, para una máxima demanda total de 400.63 KW., el cual tendrá validez de dos años a partir de la fecha.

6. Para la ejecución de las obras, el interesado comunicará oportunamente, el nombre del **CONTRATISTA ESPECIALISTA**, quien a su vez designará al **INGENIERO RESIDENTE**, quienes en cumplimiento de la Normatividad vigente, serán los responsables de cumplir con las obligaciones técnicas, económicas y legales que deriven de su actuación.
7. **EL CONTRATISTA ESPECIALISTA**, comunicará la fecha de inicio de la obra de conformidad con la R.D. N° 018-2002-EM/DGE y cumplirá con las condiciones generales de su ejecución contempladas en la Ley de Concesiones Eléctricas N° 25844, su Reglamento, disposiciones emitidas por el MEM/DGE, Municipalidad Provincial y el Reglamento Nacional de Construcciones, alcanzando:

01 copia del proyecto con la Conformidad Técnica de Hidrandina S.A.

Copia del documento de conformidad del Proyecto.

Certificado vigente de habilidad profesional del Ingeniero Residente.

Copia de cargo de comunicación a la municipalidad.

Copia del registro de Contratista Especialista emitido por CONSUCODE ó acreditación del ejercicio continuo en los últimos 5 años en la construcción de estos sistemas.

El cuaderno de obra foliado y registrado.

Cronograma actualizado de ejecución de la obra.

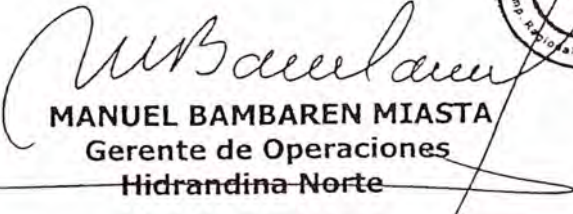
Metrado total de la obra.

Copia de la póliza de seguros contra accidentes y por de trabajo de riesgo (pensiones y salud), así como acreditar cumplimiento de RSSTAE.

En concordancia con la Norma N° 018-2002-EM/DGE vigente, le estamos remitiendo adjunto dos (02) juegos completos del mencionado proyecto con la Conformidad Técnica de Hidrandina S.A.

Atentamente




MANUEL BAMBAREN MIASTA
Gerente de Operaciones
Hidrandina Norte

Se adjunta lo indicado

Trujillo, 19.12.2008

Asunto : PROYECTO SISTEMA DE UTILIZACIÓN EN MT 22.9 KV, PARA LA PLANTA DE CERAMICOS ATLAS S.A.C. UBICADO EN LA CONCESION MINERA "MAURICIO II 2007" DEL DISTRITO DE POROTO Y PROVINCIA DE TRUJILLO

Ref. : Carta 105 -2008 – PROINMEC de fecha 09.12.2008

Con respecto al asunto se informa lo siguiente:

ANTECEDENTES

El proyecto, materia del presente informe, está destinado para electrificar La Planta de Cerámicos Atlas S.A.C. ubicado en la concesión minera denominada "Mauricio II 2007", del caserío Dos de Mayo del Distrito de Poroto y Provincia de Trujillo, según como se indica en el plano de ubicación del proyecto, que fue elaborado por el Ing. Electricista Carlos E. Sanchez Huertas con registro CIP 72262, para una máxima demanda total de 400.63 KW.

ANÁLISIS

La factibilidad eléctrica y fijación del punto de diseño fue determinado por Hidrandina S.A., según documento GC- 05317-2008 de fecha 22.08.2008 en el cual fija como punto de diseño la estructura de media tensión tipo ángulo, que forma parte del AMT TPO006 en 22.9 kV, ubicado en el caserío Dos de Mayo del distrito de Poroto.

En base a tal punto de diseño, se ha elaborado el proyecto que en resumen esta conformado por la memoria descriptiva, las especificaciones técnicas de materiales y montaje, cálculos justificativos, metrado, planos del IE-MT-01 al IE-MT-08 elaborados y firmados por el Ing. Electricista Carlos E. Sanchez Huertas con registro CIP 72262, para una máxima demanda total de 400.63 KW.

DESCRIPCIÓN GENERAL

Las principales características del proyecto son:

1.- SISTEMA DE UTILIZACIÓN 22.9 kV (PROYECTADO)

1.1 SECCIONAMIENTO (PROYECTADO)

- | | |
|------------------|--|
| - Seccionamiento | Seccionador aéreo tipo cut out de 27 KV, 150 KVBIL, 200 Amp. |
| - Aislador | Pin clase 56-3 y Suspensión polimérico de 28 KV |
| Puesta a tierra | Varilla de cobre 5/8" 2.4 m, conductor de cobre de 35 mm ² y dosis ecológica. |
| Estructura | Poste de 13/400 |



1.2 MEDICIÓN (PROYECTADO)

- Seccionamiento : Seccionador aéreo tipo cut out de 27 KV, 150 KVBIL, 200 Amp.
- Aislador : Pin clase 56-3 y Suspensión polimérico de 28 KV
- Puesta a tierra : Varilla de cobre 5/8" 2.4 m, conductor de cobre de 35 mm² y dosis ecológica.
- Trafomix : Trafomix de 22.9/ 0.22 KV 30-20-15/5 Amp, Clase 0.2.
- Medición : Medidor electrónico con perfiles de carga y tensión
- Estructura : Poste de 13/400

1.3 LÍNEA PRIMARIA 22.9 KV (PROYECTADA)

- Conductor y cables : Conductor de aluminio AAAC 3x50 mm²
- Sistema Adoptado : Aéreo trifásico vertical y horizontal
- Estructura : Poste de C.A.C. de 13/300, 13/400 y de madera tratada 12m
- Aislador : Pin clase 56-3 y Suspensión polimérico de 28 KV

1.4 SUBESTACIONES DE DISTRIBUCIÓN (PROYECTADA)

- Tipo : Caseta
- Equipos electromecánicos : 1 transformador trifásico de 500 KVA, 22.9/ 0.46 KV, 60 Hz, 1000 msnm
- Sistema de protección : Seccionador de Potencia Tripolar de apertura Bajo Carga de 24 KV, 630 Amp, portafusibles de 200A y fusible de 20A.
- Puesta a tierra : MT y BT, Varilla de cobre 5/8" 2.4 m, conductor de cobre de 35 mm² y dosis ecológica.
- Protección en BT : Interruptores termomagnéticos regulables
- Ubicación : Interior de local

2.- CARGA ELÉCTRICA A ALIMENTAR

Máxima Demanda	400.63 KW
Cantidad de clientes	1 Suministro

VALIDEZ DEL PROYECTO

De acuerdo a lo establecido en la 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 aprobada mediante R.D N° 018-2002-EM/DGE, el presente proyecto tiene una validez de dos (02) años a partir de la fecha de su conformidad.



CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se ha comprobado que los valores de caída de tensión y densidad de corriente permisible, así como los documentos que integran el estudio, contienen las indicaciones específicas necesarias para poder desarrollar las obras correspondientes.

Considerando que el proyecto cumple con las disposiciones de la Ley de Concesiones Eléctricas 25844, Código Nacional de Electricidad y las Normas vigentes de la DGE/MEM, recomendamos emitir el documento de conformidad.

ERH/CCL/RCCH



Trujillo, 05 JUN. 2009

GOHN - 841 -2009

Señor:

Juan Carlos Piedra Carrera – DNI 09391982

Gerente General Cerámicos Atlas SAC - RUC 20481859671

Telef: 044-284110, 285999

RPM: #919452

Jr. Mariano Melgar N° 212 – Víctor Larco

Trujillo.-

Asunto : CONFORMIDAD TÉCNICA DE OBRA SISTEMA DE UTILIZACIÓN EN MT 22.9 KV, PARA LA PLANTA DE CERÁMICOS ATLAS S.A.C. UBICADO EN LA CONCESION MINERA "MAURICIO II 2007" DEL DISTRITO DE POROTO Y PROVINCIA DE TRUJILLO.

Ref. : Carta N° 047 de fecha 08.05.2008

Es grato dirigirnos a Usted en atención a la carta de la referencia, mediante la cual solicita se expida el documento de conformidad de la obra indicada en el asunto.


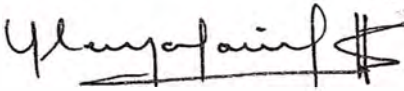
Al respecto, tenemos a bien dar respuesta en los siguientes términos:

- 1.- La Conformidad Técnica del proyecto correspondiente al **SISTEMA DE UTILIZACIÓN EN MT 22.9 KV, PARA LA PLANTA DE CERÁMICOS ATLAS S.A.C. UBICADO EN LA CONCESION MINERA "MAURICIO II 2007" DEL DISTRITO DE POROTO Y PROVINCIA DE TRUJILLO**, fue otorgada por Hidrandina S.A. mediante el documento GOHN-3655-2008, de fecha 23.12.2008 para una demanda máxima de 400.63 kW
- 2.- El Ingeniero responsable de la obra y el Ingeniero Electricista Carlos Castro Lazo, con registro CIP 73818 supervisor de obras designado por Hidrandina S.A., luego de concluido los trabajos, han suscrito el Acta de Inspección y Pruebas Eléctricas N° **GOHN/P-POT-IP-004-2009** de fecha 20.01.2009, el cual forma parte del presente documento, en donde consta la conformidad de la Comisión de Obras, integrada también por representantes de las Gerencia de Distribución y Comercial.
- 3.- De acuerdo a lo establecido en los artículos N° 88 y N° 99 de la Ley de Concesiones Eléctricas N° 25844, se ha evaluado el expediente final de construcción, elaborado y firmado por el Ing. Electricista Carlos Sanchez Huertas con registro CIP 72262, habiéndose comprobado que la obra se ha ejecutado cumpliendo con los requisitos señalados en el Código Nacional de Electricidad Suministro 2001 y Normas Técnicas vigentes.
- 4.- Por lo tanto, en cumplimiento de la Ley de Concesiones Eléctricas N° 25844, se otorga Conformidad Técnica a la Obra Eléctrica, correspondiente al **SISTEMA DE UTILIZACIÓN EN MT 22.9 KV, PARA LA PLANTA DE CERÁMICOS ATLAS S.A.C. UBICADO EN LA CONCESION MINERA "MAURICIO II 2007" DEL DISTRITO DE POROTO Y PROVINCIA DE TRUJILLO**, ejecutada por la empresa Proinmec SAC, teniendo como residente de obra al Ing. Electricista Carlos Sanchez Huertas con registro CIP 72262, para una máxima demanda total de 400.63 kW.
- 5.- Debe tomarse en cuenta que para autorizar su puesta en servicio, se debe cumplir previamente con los requisitos y pagos que para tal efecto fije Hidrandina S.A. Los pagos a efectuar constituirán derecho intransferible a favor del predio mencionado.

- 6.- Asimismo, es importante señalar que hemos encargado a nuestra Unidad de Clientes Mayores la verificación e instalación del medidor de energía eléctrica para dar cumplimiento a lo dispuesto en los Artículos N° 170, N° 171 y N° 172 del Reglamento de la Ley de Concesiones Eléctricas N° 25844.
- 7.- Aclarar que el presente documento solo otorga la conformidad de obra y no así su recepción, por ser ésta a partir del punto de entrega una instalación privada particular, correspondiendo al propietario su custodia, operación y mantenimiento, así como asumir los riesgos frente a terceros, **no generando por lo tanto contribución reembolsable de ningún tipo por parte de Hidrandina.**

En concordancia con la normatividad vigente, le estamos remitiendo adjunto dos (02) juegos completos del expediente final de construcción de la indicada obra eléctrica.

Atentamente



MANUEL BAMBAREN MIASTA
Gerente de Operaciones
p. Hidrandina Norte (e)

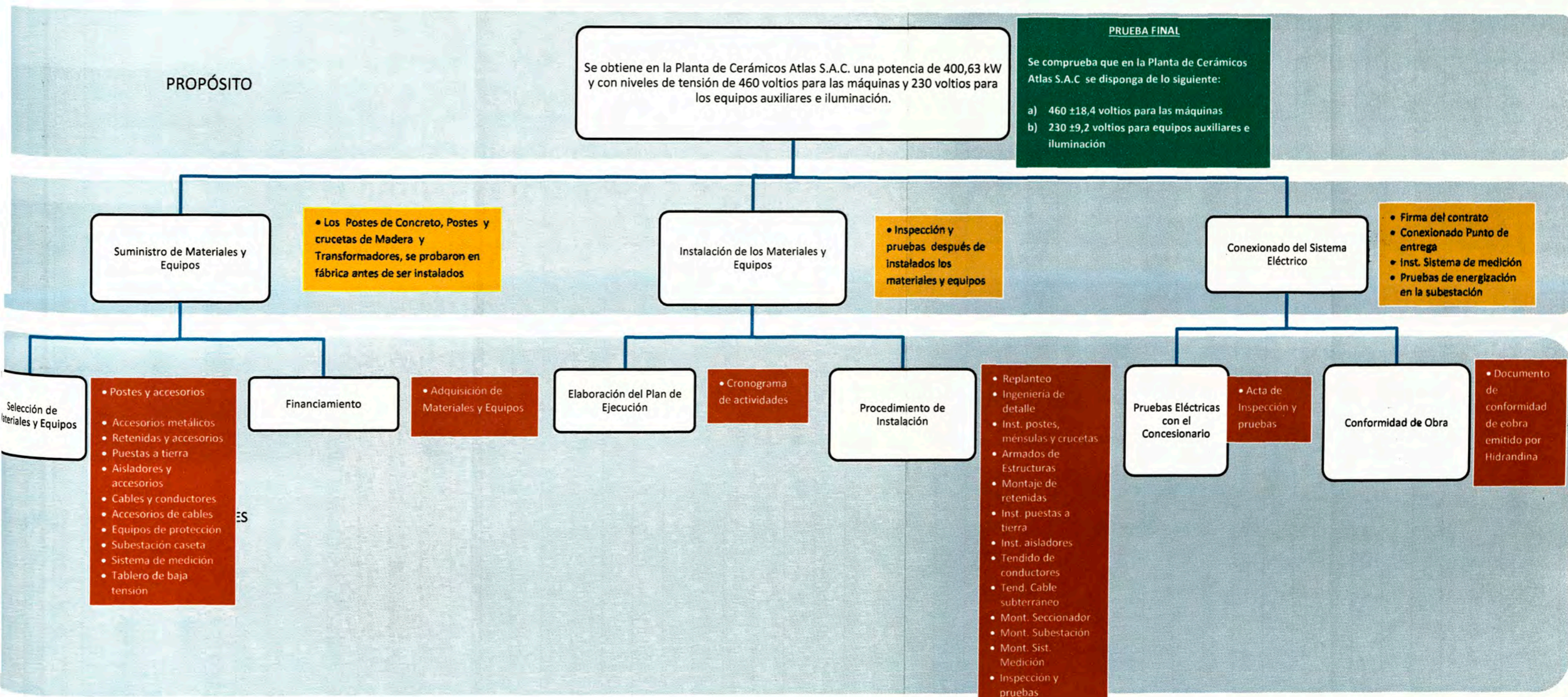
Se adjunta lo indicado

ANEXO N°2

DIAGRAMA MEDIOS FINES

DIAGRAMA MEDIOS – FINES

MEDIANTE EL CUAL SE ESTRUCTURA EL PROYECTO DE LA SUSTENTACIÓN DE LA TESIS



PROPÓSITO

Se obtiene en la Planta de Cerámicos Atlas S.A.C. una potencia de 400,63 kW y con niveles de tensión de 460 voltios para las máquinas y 230 voltios para los equipos auxiliares e iluminación.

PRUEBA FINAL

Se comprueba que en la Planta de Cerámicos Atlas S.A.C se disponga de lo siguiente:

- a) 460 ±18,4 voltios para las máquinas
- b) 230 ±9,2 voltios para equipos auxiliares e iluminación

Suministro de Materiales y Equipos

• Los Postes de Concreto, Postes y crucetas de Madera y Transformadores, se probaron en fábrica antes de ser instalados

Instalación de los Materiales y Equipos

• Inspección y pruebas después de instalados los materiales y equipos

Conexión del Sistema Eléctrico

• Firma del contrato
• Conexión Punto de entrega
• Inst. Sistema de medición
• Pruebas de energización en la subestación

Selección de Materiales y Equipos

- Postes y accesorios
- Accesorios metálicos
- Retenidas y accesorios
- Puestas a tierra
- Aisladores y accesorios
- Cables y conductores
- Accesorios de cables
- Equipos de protección
- Subestación caseta
- Sistema de medición
- Tablero de baja tensión

Financiamiento

• Adquisición de Materiales y Equipos

Elaboración del Plan de Ejecución

• Cronograma de actividades

Procedimiento de Instalación

- Replanteo
- Ingeniería de detalle
- Inst. postes, ménsulas y crucetas
- Armados de Estructuras
- Montaje de retenidas
- Inst. puestas a tierra
- Inst. aisladores
- Tendido de conductores
- Tend. Cable subterráneo
- Mont. Seccionador
- Mont. Subestación
- Mont. Sist. Medición
- Inspección y pruebas

Pruebas Eléctricas con el Concesionario

• Acta de Inspección y pruebas

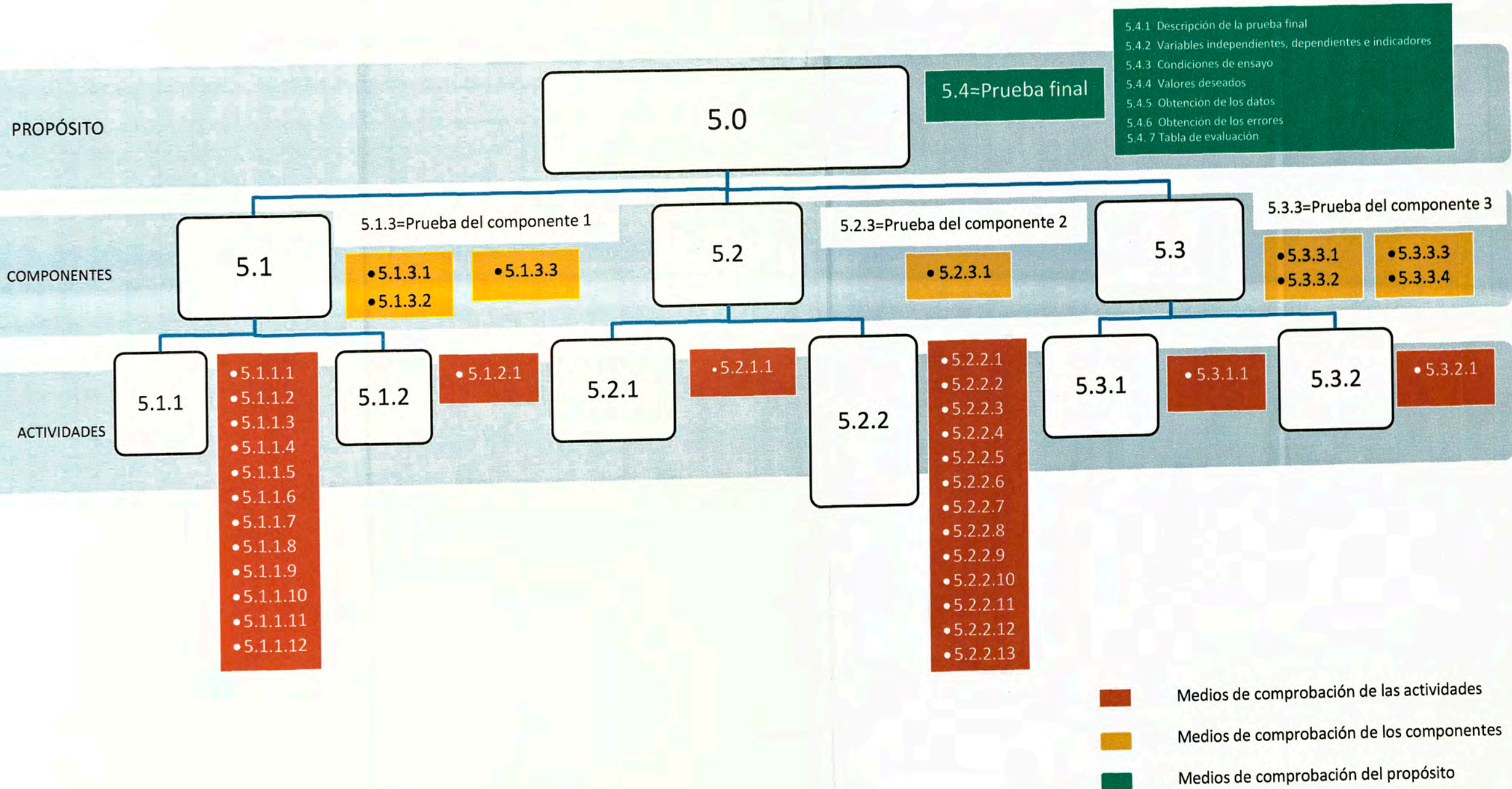
Conformidad de Obra

• Documento de conformidad de obra emitido por Hidrandina

- Medios de comprobación de las actividades
- Medios de comprobación de los componentes
- Medios de comprobación del propósito

DIAGRAMA MEDIOS – FINES

NUMERACIÓN RELATIVA ÚTIL PARA PERFILAR LA ESTRUCTURA DEL CONTENIDO CAPITULAR



ANEXO N°3

SELECCION DE AISLADORES

**SISTEMA DE UTILIZACION EN MEDIA TENSION EN 22,9 kV
PARA LA PLANTA DE CERÁMICOS ATLAS S.A.C.**

ANEXO Nº 3

**SELECCION DEL NIVEL DE AISLAMIENTO Y DE AISLADORES PARA
LINEAS Y REDES PRIMARIAS 22.9 [kV]**

CONDICIONES DE OPERACIÓN DEL SISTEMA ELECTRICO		
Tensión nominal de servicio entre fases	[kV]	22.9
Tensión máxima de servicio entre fases	[kV]	25
Punto más alto de la zona de Proyecto	[m.s.n.m.]	900
Temperatura media	[°C]	18
Nivel de contaminación ambiental	[Nivel]	MEDIO
Tipo de Conexión del Neutro	[Tipo]	Neutro Aterrado
Nivel Cerámico	[Term./Año]	0

1. SELECCION DEL NIVEL DE AISLAMIENTO

NIVEL BASICO DE AISLAMIENTO NORMALIZADO A NIVEL DEL MAR				
TENSION NOMINAL TRIFASICO DEL SISTEMA O EQ. TRIFASICO DEL SISTEMA [kVrms]	MAXIMA TENSION TRIFASICA DEL EQUIPO EQ. TRIFASICO DEL EQUIPO [kVrms]	ALTITUD [m.s.n.m.]	NIVEL BASICO DE AISLAMIENTO REFERIDO AL NIVEL DEL MAR	
			A FRECUENCIA DE SERVICIO [kVrms]	AL IMPULSO [kVpico]
22.9	25	0 - 900	50	125

FACTORES DE CORRECCION				
ZONA	ALTITUD m.s.n.m.	FACTORES DE CORRECCION Según C.N.E. Tomo IV-Norma IEC 137		FACTOR DE CORRECCION RESULTANTE
		POR ALTITUD	POR TEMPERATURA	
I	0000 - 1000	1.0000	1.00	1.00
II	2100 - 3050	1.2563	1.00	1.26
III	3100 - 4000	1.3750	1.00	1.38
IV	4100 - 4400	1.4250	1.00	1.43

2. CRITERIOS PARA LA SELECCION DE AISLADORES

A). SOBRETENSIONES EXTERNAS (NORMA I.E.C. 71-1)

ZONA	ALTITUD m.s.n.m.	NIVEL BASICO DE AISLAMIENTO		AISLADORES TIPO PIN		AISLADORES TIPO SUSPENSION	
		A FRECUENCIA DE SERVICIO [kVeficaz]	AL IMPULSO [kVpico]	POSITIVO [kVpico]	Clase ANSI 56-3	POSITIVO [kVpico]	POLIMERIC POLIM 28F
I	0000 - 1000	50	125	200	56-3	225	POLIM 28kV
II	2100 - 3050	63	157	200	56-3	225	POLIM 28kV
III	3100 - 4000	69	172	200	56-3	225	POLIM 28kV
IV	4100 - 4400	71	178	200	56-3	225	POLIM 28kV

B). SOBRETENSIONES INTERNAS (NORMA ALEMANA VDE)

ZONA	ALTITUD m.s.n.m.	VDE TENSION DISRUPTIVA BAJO LLUVIA A 60 Hz CALCULADO [kVeficaz]	AISLADORES TIPO PIN		AISLADORES TIPO SUSPENSION	
			POSITIVO [kVeficaz]	Clase ANSI 56-3	POSITIVO [kVpico]	POLIMERIC POLIM 28F
I	0000 - 1000	59	80	56-3	225	POLIM 28kV
II	2100 - 3050	71	80	56-3	225	POLIM 28kV
III	3100 - 4000	77	80	56-3	225	POLIM 28kV
IV	4100 - 4400	79	80	56-3	225	POLIM 28kV

NOTA: La Tensión Disruptiva Bajo Lluvia a Frecuencia de Servicio que debe tener un aislador, no deberá ser menor a: $U_0 = 2.1(U^*F_C + 5)$ [kV]

C). CONTAMINACION AMBIENTAL (NORMA I.E.C. 815)

Mínima Distancia de Fuga Especifica Nominal:		MEDIO		20 [mm/kV]			
ZONA	ALTITUD m.s.n.m.	LONGITUD DE LINEA DE FUGA POR CONTAMINACION AMBIENTAL CALCULADO II. Medium		AISLADORES TIPO PIN		AISLADORES TIPO SUSPENSION	
		[mm/kV]	[mm]	LINEA DE FUGA [mm]	Clase ANSI 56-3	LINEA DE FUGA [mm]	POLIMERIC POLIM 28F
I	0000 - 1000	20	482	533	56-3	620	POLIM 28kV
II	2100 - 3050	20	548	533	NO CUMPLE	620	POLIM 28kV
III	3100 - 4000	20	581	533	NO CUMPLE	620	POLIM 28kV
IV	4100 - 4400	20	596	533	NO CUMPLE	620	POLIM 28kV

NOTA: En la zona de proyecto, se tiene un nivel de contaminación del tipo III. Según la Tabla II, de la Norma IEC-815 al cual le corresponde una mínima distancia de fuga específica nominal de: 20 [mm/kV]

NIVELES DE CONTAMINACION AMBIENTAL Y DISTANCIAS DE FUGA

NORMA IEC 815:

GUIDE FOR THE SELECTION OF INSULATORS IN RESPECT OF POLLUTED CONDITIONS

TABLE I

Pollution Level	Examples of typical environments
I. Light	§ Areas without industries and with low density of houses equipped with heating plants.
	§ Areas with low density of industries or houses but subjected frequent winds and/or rainfall.
	§ Agricultural areas ¹⁾
	§ Mountainous areas
	All those areas shall be situated at least: 10 km to 20 km from the sea and shall not be exposed to winds directly from the sea ²⁾
II. Medium	§ Areas with industries not producing particularly polluting smoke and/or with average density of houses equipped with heating plants.
	§ Areas with high density of houses and/or industries but subjected to frequent winds and/or rainfall.
	§ Areas exposed to wind from the sea but not too close to the coast (least several kilometres distant) ²⁾
III. Heavy	§ Areas with high density of industries and suburbs of large cities with high density of heating plants producing pollution.
	§ Areas close to the sea or in any case exposed to relatively strong winds from the sea ²⁾
IV. Very heavy	§ Areas generally of moderate extent, subjected to conductive dusts and to industrial smoke producing particularly thick conductive deposits.
	§ Areas generally of moderate extent, very close to the coast and exposed to sea-spray or to very strong and polluting winds from the sea.
	§ Desert areas, characterized by no rain for long periods exposed to strong winds carrying sand and salt, and subjected to regular condensation.

¹⁾ Use of fertilizers by spraying, or the burning of crop

²⁾ Distances from sea coast depend on the topography of the coastal area and on the extreme wind conditions.

TABLE II

Pollution Level	Minimum nominal specific creepage distance ¹⁾ [mm/kV ²⁾	Pollution Level
1 I. Light	16	BAJO
2 II. Medium	20	MEDIO
3 III. Heavy	25	PESADO
4 IV. Very heavy	31	MUY PESADO

¹⁾ For the actual creepage distance, the specified manufacturing tolerances are applicable (see IEC Publication 273: Dimensions of Indoor and Outdoor Post Insulators and Post Insulator Units for Systems with Nominal Voltages Greater than 1000 V, IEC Publication 305: Characteristics of String Insulator Units of the Cap and Pin Type, IEC Publication 433: Characteristics of String Insulator Units of the Long Rod Type, and IEC Publication 720: Characteristics of Line Post Insulators).

²⁾ Ratio leakage distance measured between phase and earth over the r.m.s. phase value of the highest voltage for the equipment (see IEC publication 71-1)

Notes 1. In very lightly polluted areas, specific nominal creepage distances lower than 16 mm/kV can be used depending on service experience 12 mm/kV seems to be a lower limit.

2. In the case of exceptional pollution severity, a specific nominal creepage distance of 31 mm/kV may not be adequate. Depending on service experience and/or on laboratory test results, a higher value of specific creepage distance can be used, but in some instances the practicability of washing or greasing (see Appendix B) may have to be considered.

TABLE III

Specific creepage distances (see column 2 Table II) [mm/kV]	Artificial Pollution Test Severity withstand values at the phase to earth voltage		
	Salt fog method [kg/m ³]	Solid layer methods	
		S.D.D. ¹⁾ [gr/cm ³]	Layer Conductivity [µS]
16	5 to 14	0.03 to 0.06	15 to 20
20	14 to 40	0.10 to 0.20	24 to 35
25	40 to 112	0.30 to 0.60	36
31	> 160	-	-

¹⁾ S.D.D. Salt Deposit Density.

Standardized Test Voltage

IEC Publication 71-1, 1976:
Draft 17A (C.O.) 136:

Coordination of insulation
New specifications for dielectric tests

European practice and other countries					U.S.A. and Canada						
Rated Voltage U_m	Test voltage 50 Hz, 1 min.		Impulse voltage 1.2/50 ms		Rated Voltage U_m	Test voltage 60 Hz.				Impulse voltage 1.2/50 ms	
	to earth	across open contacts ¹⁾	to earth	across open contacts ¹⁾		To earth		Across open contacts ¹⁾		to earth	across open contacts ¹⁾
2) kV	2) kV	2) kV	3) kV	3) kV	2) kV	Dry 1 min 2) kV	Wet 10 s 2) kV	Dry 1 min 2) kV	Wet 10 s 2) kV	3) kV	3) kV
3.6	10	12	20 ⁴⁾ 40	23 ⁴⁾ 46	4.76 I	19	-	21	-	60	66
7.2	20	23	40 ⁴⁾ 60	46 ⁴⁾ 70	8.25 I 8.25 F	26 35	- 30	29 39	- 33	75 95	83 105
12	28	32	60 ⁴⁾ 75	70 ⁴⁾ 85	15 I	36	-	40	-	95	105
17.5	38	45	75 ⁴⁾ 95	85 ⁴⁾ 110	15.5 I 15.5 F	50 50	- 45	55 55	- 50	110 110	121 121
24	50	60	95 ⁴⁾ 125	110 ⁴⁾ 145	25.8 I 25.8 F	60 70	- 60	60 77	- 66	125 150	138 165
36	70	80	145 ⁴⁾ 170	165 ⁴⁾ 195	38 I 38 F	80 95	- 80	88 105	- 88	150 200	165 220
52	95	110	250	290	48.3 I 48.3 F	100 120	- 100	110 132	- 110	200 250	220 275
72.5	140	160	325	375	72.5 I 72.5 F	150 175	- 145	170 193	- 160	350 350	385 385
100 F	150	175	380	440	Above $U_m = 100$ kV, as European practice						
100	185	210	450	520							
123 E	185	210	450	520							
123	230	265	550	630							
145 E	230	265	550	630							
145	275	315	650	750							
170 E	275	315	650	750							
170	323	375	750	850							
245 E	360	415	850	950							
245 E	395	460	930	1050							
245	460	530	1050	1200							

¹⁾ Only for isolators and earthing switches

²⁾ RMS value

³⁾ Peak value

⁴⁾ For effectively earthed neutral with additional overvoltage protection or lightning arresters

U_m = Max. Service voltage of the network between phases

I = Indoor execution

F = Outdoor execution

E = Reduced insulation, permissible only for effectively earthed neutral

ANEXO N°4

CALCULO DE PUESTA A TIERRA

ANEXO N° 04

**MEDICION RESISTIVIDAD DE TERRENO
EN PUNTOS DE UBICACIÓN SUBESTACIONES DE DISTRIBUCION**

N°	LOCALIDAD	MEDICIONES DE RESISTENCIA					DISTANCIA ENTRE ELECTRODOS [m]	RESISTIVIDAD PROMEDIO DEL TERRENO $\rho=2\pi RD (\Omega\cdot m)$
		TELUROMETRO (Ω)						
		1	2	3	4	PROMEDIO		
A	SUBESTACIONES DE DISTRIBUCION							
1	CERAMICOS ATLAS	4.20	4.40			4.30	5.00	135.09
B	PUNTOS DE SECCIONAMIENTO							
1	PTO. DE DISEÑO	4.90	5.10			5.00	5.00	157.08
RESISTIVIDAD PROMEDIO TOTAL								146.08

ANEXO N° 04
CALCULO DE SISTEMA PUESTA A TIERRA
LÍNEAS Y REDES PRIMARIAS - SUBESTACIONES DE DISTRIBUCION

ITEM	DESCRIPCION	RESISTIVIDAD PROMEDIO	Longitud de la Varilla "L" [m]	Diámetro de la Varilla "D" [m]	Profundidad de Enterramiento [m]	Separación entre Varillas "d" [m]	Coefficiente de Reducción "a"	Factor de Seguridad "F.S"	Resistencia P.A. T. 1 Varilla	Resistencia P.A. T. 2 Varilla	Resistencia P.A. T. 3 Varillas Lineal	Resistencia P.A. T. 3 Varilla Triangular
A	SUBESTACIONES DE DISTRIBUCION											
1	CERAMICOS ATLAS	135.09	2.4	0.016	3	3	0.124938	1	10.19	5.73	4.10	4.24
B	PUNTOS DE SECCIONAMIENTO											
1	PTO. DE DISEÑO	157.08	2.4	0.016	3	3	0.124938	1	11.34	6.56	4.77	4.93

LA RESISTIVIDAD PROMEDIO DE TERRENO DE TODAS LAS LOCALIDADES Y PUNTOS DE SECCIONAMIENTO ES:

$\rho = 146.08 \text{ } [\Omega\text{-m}]$

LA RESISTENCIA CALCULADA PARA ESTE VALOR DE SE TIENE COMO RESULTADO CON 1 VARILLAS

$R = 11.02 \text{ } [\Omega]$

NOTA : Se instalara, sistemas de puesta a tierra con una varilla en la Subestación de Distribución y todas las estructuras; para la seguridad de las personas y la operación del sistema eléctrico.

Se utilizara material de prestamo de baja resistividad relleno (tratamiento de terreno) con bentonita sódica, a fin de asegurar la resistencia exigida por Normas.

ANEXO N°5

CALCULO MECANICO DEL CONDUCTOR

CALCULO MECANICO DE CONDUCTORES PARA RED PRIMARIA

CARACTERISTICAS DEL CONDUCTOR :

Tipo de Conductor	AAAC
Sección Del Conductor	50[mm ²]
Diámetro Del Conductor	9.1[mm]
Peso unitario del Conductor	0.137[kg/m]
Módulo de Elasticidad	6200.1[kg/mm ²]
Coef. de dilatación del Conductor	0.00023[1/°C]
Carga de Ruptura	1428[kg]
Tensión de Cada Día - EDS	18[‰]

CONDICIONES AMBIENTALES	ESTADO EDS	HIPOTESIS 2 Operación	HIPOTESIS 3 Máximo Viento	HIPOTESIS 4 Mínima Temp.	HIPOTESIS 5 Máxima Temperatura
Temperatura Ambiente : [°C]	18.00	20.00	15.00	10.00	50.00
Espesor del Hielo : [mm]	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Velocidad del Viento : [Km/Hr]	0.00	0.00	70.00	0.00	0.00
Fresion del Viento : [Kg/m ²]	0.00	0.00	20.58	0.00	0.00
Tiro Máximo Admisible : [‰]	18%	25%	50%	50%	50%

VANO [m]	HIPOTESIS 2				HIPOTESIS 3				HIPOTESIS 4				HIPOTESIS 5			
	ESFUERZO [kg/mm ²]	TIRO [kg]	FLECHA [m]	PARAM. C [m]	ESFUERZO [kg/mm ²]	TIRO [kg]	FLECHA [m]	PARAM. C [m]	ESFUERZO [kg/mm ²]	TIRO [kg]	FLECHA [m]	PARAM. C [m]	ESFUERZO [kg/mm ²]	TIRO [kg]	FLECHA [m]	PARAM. C [m]
10.00	4.86	242.95	0.028	1773.39	5.61	280.50	0.041	2047.43	6.27	313.60	0.022	2289.05	1.14	57.13	0.120	415.97
20.00	4.86	242.95	0.028	1773.39	5.61	280.50	0.041	2047.43	6.27	313.60	0.022	2289.05	1.14	57.13	0.120	415.97
30.00	4.86	243.17	0.063	1774.94	5.66	282.95	0.092	2065.30	6.26	313.01	0.049	2284.71	1.40	70.05	0.220	511.28
40.00	4.87	243.45	0.113	1777.03	5.72	286.15	0.152	2088.68	6.24	312.19	0.088	2278.76	1.63	81.46	0.336	594.60
50.00	4.88	243.80	0.176	1779.58	5.80	289.94	0.250	2116.35	6.22	311.17	0.138	2271.29	1.83	91.73	0.467	669.57
60.00	4.88	244.20	0.252	1782.52	5.88	294.16	0.355	2147.12	6.20	309.96	0.199	2262.45	2.02	101.08	0.610	737.83
70.00	4.89	244.65	0.343	1785.75	5.97	298.66	0.476	2179.97	6.17	308.58	0.272	2252.38	2.19	109.67	0.765	809.50
80.00	4.90	245.12	0.447	1789.19	6.07	303.32	0.612	2214.04	6.14	307.05	0.357	2241.27	2.35	117.59	0.932	885.36
90.00	4.91	245.61	0.565	1792.78	6.16	308.07	0.753	2248.66	6.11	305.41	0.454	2229.28	2.50	124.94	1.110	912.00
100.00	4.92	246.11	0.696	1796.43	6.26	312.81	0.927	2283.29	6.07	303.68	0.564	2216.61	2.64	131.78	1.299	961.91
110.00	4.93	246.61	0.840	1800.10	6.35	317.51	1.105	2317.56	6.04	301.87	0.686	2203.45	2.76	138.16	1.500	1008.46
120.00	4.94	247.11	0.998	1803.73	6.44	322.11	1.297	2351.19	6.00	300.02	0.822	2189.96	2.88	144.12	1.711	1051.96
130.00	4.95	247.60	1.169	1807.29	6.53	326.60	1.501	2383.96	5.96	298.16	0.971	2176.33	2.99	149.70	1.933	1092.68
140.00	4.96	248.07	1.353	1810.75	6.62	330.96	1.718	2415.75	5.93	296.29	1.133	2162.69	3.10	154.93	2.167	1130.85
150.00	4.97	248.53	1.550	1814.09	6.70	335.17	1.947	2446.46	5.89	294.44	1.309	2149.19	3.20	159.83	2.411	1166.68
160.00	4.98	248.97	1.761	1817.29	6.78	339.22	2.189	2476.05	5.85	292.62	1.498	2135.94	3.29	164.45	2.666	1200.33
170.00	4.99	249.39	1.985	1820.35	6.86	343.11	2.443	2504.47	5.82	290.86	1.702	2123.04	3.38	168.78	2.932	1231.98
180.00	5.00	249.79	2.221	1823.25	6.94	346.85	2.709	2531.73	5.78	289.15	1.919	2110.55	3.46	172.86	3.210	1261.76
190.00	5.00	250.16	2.471	1826.01	7.01	350.42	2.988	2557.85	5.75	287.50	2.150	2098.24	3.53	176.70	3.499	1289.81
200.00	5.01	250.52	2.734	1828.61	7.08	353.84	3.279	2582.79	5.72	285.92	2.396	2087.04	3.61	180.33	3.799	1316.24
210.00	5.02	250.86	3.011	1831.07	7.14	357.11	3.582	2606.64	5.69	284.42	2.655	2076.08	3.67	183.74	4.110	1341.17
220.00	5.02	251.17	3.300	1833.38	7.20	360.23	3.897	2629.41	5.66	283.00	2.929	2065.67	3.74	186.96	4.433	1364.69
230.00	5.03	251.47	3.602	1835.56	7.26	363.21	4.224	2651.14	5.63	281.65	3.216	2055.81	3.80	190.01	4.768	1386.90
240.00	5.04	251.75	3.918	1837.61	7.32	366.05	4.554	2671.86	5.61	280.37	3.518	2046.49	3.86	192.88	5.114	1407.88
250.00	5.04	252.02	4.247	1839.53	7.38	368.75	4.916	2691.62	5.58	279.17	3.834	2037.71	3.91	195.60	5.472	1427.71
260.00	5.05	252.26	4.589	1841.34	7.43	371.33	5.280	2710.46	5.56	278.03	4.164	2029.45	3.96	198.16	5.842	1446.46
270.00	5.05	252.50	4.944	1843.03	7.48	373.79	5.657	2728.42	5.54	277.97	4.507	2021.68	4.01	200.60	6.224	1464.20
280.00	5.05	252.71	5.313	1844.63	7.52	376.14	6.046	2745.53	5.52	277.97	4.865	2014.37	4.06	202.90	6.617	1481.00
290.00	5.06	252.92	5.694	1846.12	7.57	378.37	6.447	2761.85	5.50	277.03	5.237	2007.32	4.10	205.08	7.023	1496.91
300.00	5.06	253.11	6.089	1847.53	7.61	380.50	6.850	2777.39	5.48	274.15	5.622	2001.08	4.14	207.14	7.441	1511.99

CONCLUSIONES :

Longitud Máxima de Vaso Determinado x Flecha Máxima del Conductor	140.00 m
---	----------