

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA



**DESARROLLO DEL SISTEMA DE UTILIZACIÓN
22,9kV.(OPERACIÓN INICIAL EN 10kV.) DEL CENTRO
COMERCIAL OPEN PLAZA**

INFORME DE SUFICIENCIA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO ELÉCTRICISTA

PRESENTADO POR:

CARLOS ALBERTO ORIHUELA PARIONA

**PROMOCIÓN
2006 - I**

**LIMA – PERÚ
2010**

**DESARROLLO DEL SISTEMA DE UTILIZACIÓN
22,9kV(OPERACIÓN INICIAL EN 10kV) DEL CENTRO
COMERCIAL OPEN PLAZA**

Agradezco a Dios, a mis padres por su apoyo, a los profesores por su ejemplo, a mis hermanos y muy especial a Mercedes por inspirarme a ser mejor.

SUMARIO

En el presente informe de suficiencia comprende el Desarrollo del Sistema de Utilización 22,9kV. (Operación Inicial en 10kV.) del Centro Comercial Open Plaza, cumpliendo con las Normas Técnicas de Diseño e Instalación de todos los equipos eléctricos que deberán ser instalados en una Subestación Eléctrica como también la instalación de la red de media tensión hacia el punto de diseño otorgada por la empresa de distribución eléctrica Luz del Sur.

El proyecto se realizó mediante un análisis de la información recopilada de todas las cargas necesarias para un buen funcionamiento de las tiendas y grandes cargas a ser utilizadas en el Centro Comercial.

Al finalizar el presente proyecto la empresa Luz del Sur revisará el proyecto y entregará el proyecto aprobado dando la conformidad para su ejecución e implementación.

Al cliente se le entregó toda la información necesaria técnica y económica para buscar el mejor diseño de Subestación Eléctrica a implementar y que conjuntamente con las especialidades de arquitectura y estructuras obtendremos un adecuado funcionamiento de la S.E., con seguridad, cuidado del medio ambiente y sobre todo cuidado de todas las personas que estarán dentro del Centro Comercial Open Plaza.

INDICE

PROLOGO	1
CAPITULO I	
ANTECEDENTES	
1.1 Objetivo	2
1.2 Alcances generales	2
1.3 Situación inicial	2
CAPITULO II	
REQUISITOS INICIALES PARA ELABORAR EL PROYECTO DE SISTEMA DE UTILIZACIÓN.	
2.1 Elaborar el cuadro de cargas	3
2.2 Enviar a la empresa concesionaria una carta con la potencia requerida	3
CAPITULO III	
PRESENTACIÓN DE LOS DIVERSOS TIPOS DE CELDAS EN SUBESTACIONES ELÉCTRICAS DE MEDIA TENSION	
3.1 Subestación con celdas compactas (Celdas con aislamiento en aire)	4
3.2 Subestación con celdas compactas (Celdas con aislamiento en gas SF6)	5
CAPITULO IV	
DESARROLLO DEL PROYECTO DEL SISTEMA DE UTILIZACIÓN.	
4.1 Memoria Descriptiva	6
4.1.1 Generalidades	6
4.1.2 Punto de Diseño	6
4.1.3 Alcances del Proyecto	6
4.1.4 Descripción del Proyecto	7
4.2 Especificaciones Técnicas	15
4.2.1 Red de Media Tensión Particular 22,9kV	15
4.2.2 Subestación de transformación con celdas modulares compacta	17

4.3	Cálculos Justificativos	35
4.3.1	Dimensionamiento del cable subterráneo para 22.9 kV	35
4.3.2	Dimensionamiento del cable subterráneo para 10kV.	38
4.3.3	Cálculo de la protección de la S.E. proyectada para 22,9kV.	41
4.3.4	Cálculo de la protección de la SE proyectada para 10kV.	44
4.3.5	Cálculo de puesta a tierra	47
4.4	Metrado	48
4.5	Cronograma de Obra	49
4.6	Planos del Proyecto del Sistema de Utilización	50
	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	51
	ANEXOS	53
	BIBLIOGRAFIA	62

PROLOGO

El propósito de este informe es mostrar la metodología para elaborar un proyecto para suministrar energía eléctrica en media tensión a un Centro Comercial en donde se deberá tener especial cuidado en cumplir con todas las normas de fabricación, instalación y ubicación del Sistema de Utilización. La subestación se diseñará para que funcione en todas las condiciones normales de operación, maniobra y de emergencia imaginables. El proyecto indicarán todos los equipos necesarios a utilizar para su operación y funcionamiento.

La mejora de la tecnología en las subestaciones hace que los equipos sean de alta eficiencia y con ello los costos de mantenimiento sean mínimos en el centro comercial.

CAPITULO I

ANTECEDENTES

1.1 Objetivo

El objetivo es elaborar un proyecto de Sistema de Utilización en Media Tensión con los mejores estándares de eficiencia, seguridad, protección y cuidado del medio ambiente aplicando la normatividad nacional e internacional.

1.2 Alcances generales

En el presente informe se detallan el procedimiento para elaborar un proyecto de Sistema de Utilización para el Centro Comercial Open Plaza. El punto de diseño para el presente proyecto lo indica la empresa concesionaria (LUZ DEL SUR) mediante una carta con los siguientes valores de Potencia de Cortocircuito 515MVA a un tiempo de actuación de la protección de 0,2 segundos.

1.3 Situación inicial

La empresa particular tiene un proyecto de un centro comercial llamado Open Plaza, el cual tiene un conjunto de tiendas, edificios de oficinas administrativas y cines los cuales requieren contar con suministro de energía en media tensión. Para esto se elaborará un proyecto del Sistema de Utilización en 22,9kV que suministrará energía a todo el Centro Comercial Open Plaza.

CAPITULO II

REQUISITOS INICIALES PARA ELABORAR EL PROYECTO DE SISTEMA DE UTILIZACIÓN

2.1 Elaborar un cuadro de cargas

Se elaborará un estudio de cargas de todo el Centro Comercial en el que se incluyen:

- Servicios generales del Mall
- Locales comerciales y módulos del 1er, 2do y 3er nivel del Mall
- Tienda Delosi
- Tienda Tottus
- Tienda Sodimac
- Tienda Saga
- Cines
- Aire acondicionado del centro comercial
- Edificio de oficinas

2.2 Enviar a la empresa concesionaria una carta con la potencia requerida

Se envía una carta a la empresa Luz del Sur pidiendo la potencia que requiere el Centro Comercial para que indique un punto de diseño de donde se proyectará la red de Media Tensión.

La Empresa Luz del Sur adecuará sus instalaciones para dar energía al centro comercial dando al solicitante el punto de diseño y un presupuesto por el reforzamiento de su red de media tensión, donde luego de efectuar el pago de dicho presupuesto estará habilitado para que inicien las obras de adecuar el punto de diseño para suministrar la carga requerida y luego de tener el expediente aprobado del Sistema de Utilización por Luz del Sur se podrá dar inicio a las obras de la subestación particular cumpliendo los requisitos que la empresa concesionaria indique.

CAPITULO III

PRESENTACIÓN DE LOS DIVERSOS TIPOS DE CELDAS EN SUBESTACIONES ELÉCTRICAS DE MEDIA TENSIÓN

3.1 Subestación con celdas compactas (Celdas con aislamiento en aire)

La característica principal de las celdas con aislamiento en aire es que se instalan aparatos cuya fabricación es independiente, producidos por empresas de reconocido prestigio mundial y de larga experiencia en su campo.

Las celdas con aislamiento en aire, en el caso de la falla de alguno de los aparatos incorporados se pueden cambiar con total facilidad.

La visualización del resultado de las maniobras es importante sobre todo de los seccionadores de puesta a tierra. Por tanto las celdas deben poseer ventanas de inspección de su interior y diagramas mímicos de fácil interpretación.

El mantenimiento de las celdas con aislamiento en aire se reduce a la limpieza de la superficie de los elementos internos, una vez al año.

En este tipo de celda el operador puede intuir fácilmente qué es lo que está maniobrando (un interruptor, un seccionador, una puesta a tierra, etc).

Tienen trazabilidad debido a que los elementos incorporados vienen con nombre y procedencia propios. Para este efecto al término de las pruebas en planta se debe exigir un listado de los aparatos incorporados con las características específicas y procedencia de cada uno de ellos.

La prueba de las celdas antes de la puesta en servicio es un paso de importancia que debe cumplirse de manera obligatoria. Esta prueba debe incluir a todos los aparatos incorporados lo cual es posible sólo en el caso de las celdas con aislamiento en aire.

El ingreso y salida de las celdas con aislamiento en aire se realiza mediante terminales de cable convencionales. La conexión entre celdas es mediante barras de cobre que pueden superar los 630A.

3.2 Subestación con celdas compactas (Celdas con aislamiento en gas SF6)

Las celdas con aislamiento en SF6 tienen aparatos incorporados que no son independientes y forman una unidad indivisible con respecto a la envolvente de la celda.

Las dimensiones de las celdas son pequeñas.

No obstante la polémica mundial está centrada ahora en los efectos de los gases de efecto invernadero que producen el calentamiento global y el SF6 está clasificado entre los gases de mayor potencia relativa para este efecto (es unas 25 mil veces más potente que el CO2). Los productores de SF6 y los fabricantes que usan este gas de forma masiva afirman que los escapes son mínimos y por lo tanto la contribución al calentamiento global es también mínima.

En el caso de falla de algún elemento, la celda debe cambiarse totalmente y su desecho debe ser eliminado tomando en consideración que el gas contenido no debe ser soltado libremente a la atmósfera.

Para el mantenimiento de las celdas con aislamiento en SF6 es necesario vigilar periódicamente su presión interna del gas.

La conexión entre celdas es obligatorio el uso de embones especiales, tanto para el ingreso y salida de las celdas como para la conexión entre celdas y tienen una capacidad máxima de 630A.

La celda de remonte es obligatoria en el caso de conjuntos de celdas con aislamiento en SF6.

CAPITULO IV

DESARROLLO DEL PROYECTO DEL SISTEMA DE UTILIZACIÓN

4.1 Memoria Descriptiva

4.1.1 Generalidades

El presente proyecto tiene por objeto efectuar el estudio de la Red del Sistema en Media Tensión en 22,9 kV (tensión de operación inicial en 10 kV) y su respectiva subestación de distribución particular para suministrar energía eléctrica al predio del Centro Comercial "Open Plaza", ubicado en la esquina Av. Tomas Marzano y Av. Angamos Este, distrito de Surquillo, provincia y departamento de Lima.

4.1.2 Punto de Diseño

Luz del Sur ha fijado el punto de diseño en 22,9 kV (tensión de operación inicial en 10 kV) en una celda de derivación y medición ubicada en un área proyectada, el punto de diseño está ubicado en Av. Angamos Este (Primavera). Desde este punto se desarrollara el proyecto de sistema de utilización 22,9 kV.

En el Punto de Diseño, los parámetros del sistema eléctrico son los siguientes:

Potencia de cortocircuito	515MVA
Tiempo de actuación de la protección	0,2 s.

4.1.3 Alcance del Proyecto

El proyecto contempla el diseño de lo siguiente:

Construcción y equipamiento electromecánico de las subestaciones con celdas compactas para el Mall del Centro Comercial Open Plaza con una celda de remonte a barra, celda de protección principal, celda con medidor multifunción, celda de remonte, 7 celdas de protección y tres celdas de seccionador fusible. 3 celdas de transformación con tres transformadores de 1 000 kVA de 22,9 - 10/ 0,38 kV. Estos 3 transformadores solo serán utilizados para las instalaciones del Mall.

Los locatarios que están incluidos en el mismo predio y que utilizan celdas de la subestación principal N°1 son: Una tienda de Sodimac que utilizará un transformador de 1

000 kVA, una tienda de Tottus con un transformador de 1 250kVA, un Cuarto de Chillers con dos transformadores de 1 250kVA, una Tienda de Saga que utilizará un transformador de 1 250 kVA, un Local de Cines que utilizará un transformador de 500 kVA, un edificio de oficinas con un transformador de 630kVA y una Tienda de Delosi con un transformador de 250kVA. Todos estos nuevos locatarios diseñarán las subestaciones de M.T. que requieran y se conectarán con redes de M.T. a la subestación principal N°1 de este diseño en donde están ubicadas sus celdas en M.T. que los suministrarán de energía.

La Subestación Principal N°1, SE N°2, SE N°3, SE N°4, SE N°5, SE de la Tienda Delosi que se encuentran en el sótano del Centro Comercial.

La Subestación N°6 de los Cines está ubicada en el nivel +13,0 m. sobre el nivel de piso terminado. (La S.E. no se encuentra desarrollada).

La Subestación del Edificio de Oficinas estará ubicada en el nivel 19,5 m. sobre el nivel de piso terminado.

El proyecto en general consta de dos etapas como se indican a continuación.

En conjunto el Mall y los locatarios sin incluir el Edificio de Oficinas requieren una carga inicial de 5 000 kW para una primera etapa del proyecto.

El locatario del Edificio de Oficinas con un transformador de 630kVA será considerada una carga futura para una segunda etapa para lo cual se pedirá una ampliación de carga en su momento.

4.1.4 Descripción del Proyecto

a) Red de Media Tensión Particular 22,9kV (Operación inicial en 10kV)

La red de media tensión particular se ha proyectado para instalación subterránea, sistema trifásico de tres hilos a la tensión nominal de 22,9 kV (Operación inicial de 10 kV), frecuencia de 60 ciclos por segundo, desde el punto de diseño fijado por Luz del Sur.

Se utilizará cable seco unipolar tipo N2XSY de 2 (3-1x120 mm²), 18/30 kV.

b) Subestación de Distribución

La Subestación será del tipo de celdas compactas, adecuada para tres transformadores de 1 000 kVA cada uno, 22,9 - 10/0,38 kV.

Dispondrá de 17 compartimientos: celda de remonte a barra, celda de protección, celda con medidor multifunción, celda de remonte, siete celdas de protección, tres celdas con seccionador fusible y tres celdas de transformación.

Llevará los siguientes equipos y accesorios:

Celda de remonte a barra: (Celda 1)

- Kit de terminal para cable seco unipolar de 24kV, 2(3-1x120 mm²)
- Con indicador luminoso de presencia de tensión.

Celda de protección principal: (Celda 2)

- 01 Seccionador de potencia con un interruptor de potencia fijo autónomo en SF₆ o vacío con mando motorizado, contactos auxiliares, seccionador tripolar de línea para una corriente nominal de 630A, de I_{cc} (Corriente de cortocircuito) de 16kA y tensión nominal de 24 kV.
- 01 Relé de protección por sobrecorriente y falla a tierra, estará a cargo del sistema electrónico digital (50, 51, 50N y 51N)
- Cuchilla de puesta a tierra.
- 01 Medidor multifunción con clase de precisión 0,2.
- 01 Transformador de tensión para el medidor multifunción.
- 01 Toroide homopolar (en el caso de operar a 10kV) ultrasensible.
- 01 Indicador luminoso de presencia de tensión.

Celda de medición en barra: (Celda 3)

- 01 Medidor multifunción con clase de precisión 0,2.
- Transformador de tensión con tensión en el primario hasta 22 900:√3 y tensión en el secundario 100:√3. Con clase de precisión 0,2 y potencia de precisión de 20VA.

Celda de remonte a barra: (Celda 4)

- 01 Kit de terminal para cable seco unipolar de 24kV, 2(3-1x120 mm²).
- Con indicador luminoso de presencia de tensión.

Celda de protección para Locatario de 1er y 2do Nivel: (Celda 10)

- 01 Seccionador de potencia con un interruptor de potencia fijo autónomo en SF₆ o vacío con mando motorizado, contactos auxiliares, seccionador tripolar de línea para una corriente nominal de 400A, de I_{cc} (corriente de cortociruito) de 16kA y tensión nominal de 24 kV.
- 01 Relé de protección por sobrecorriente y falla a tierra, estará a cargo del sistema electrónico digital (50, 51, 50N y 51N)
- Cuchilla de puesta a tierra.
- 01 Medidor multifunción con clase de precisión 0,2.
- 01 Transformador de tensión para el medidor multifuncion.
- 01 Toroide homopolar (en el caso de operar a 10kV) ultrasensible.

- Con indicador luminoso de presencia de tensión.

Celda de protección para Locatario de 3ro Nivel : (Celda 11)

- 01 Seccionador de potencia con un interruptor de potencia fijo autónomo en SF6 con mando motorizado, contactos auxiliares, seccionador tripolar de línea para una corriente nominal de 400A, de Icc de 16kA y tensión nominal de 24 kV.
- 01 Relé de protección por sobrecorriente y falla a tierra, estará a cargo del sistema electrónico digital (50, 51, 50N y 51N)
- Cuchilla de puesta a tierra.
- 01 Medidor multifunción con clase de precisión 0,2. Con transformador de tensión.
- 01 Toroide homopolar (en el caso de operar a 10kV) ultrasensible.
- Con indicador luminoso de presencia de tensión.

Celda de protección para los Servicios Generales: (Celda 12)

- 01 Seccionador de potencia con un interruptor de potencia fijo autónomo en SF6 con mando motorizado, contactos auxiliares, seccionador tripolar de línea para una corriente nominal de 400A, de Icc (corriente de cortocircuito) de 16kA y tensión nominal de 24 kV.
- 01 Relé de protección por sobrecorriente y falla a tierra, estará a cargo del sistema electrónico digital (50, 51, 50N y 51N).
- Cuchilla de puesta a tierra.
- 01 Medidor multifunción con clase de precisión 0,2. Con transformador de tensión.
- 01 Toroide homopolar (en el caso de operar a 10kV) ultrasensible.
- Con indicador luminoso de presencia de tensión.

Celda de protección de la Tienda Tottus: (Celda 5)

- 01 Seccionador de potencia con un interruptor de potencia fijo autónomo en SF6 con mando motorizado, contactos auxiliares, seccionador tripolar de línea para una corriente nominal de 400A, de Icc (corriente de cortocircuito) de 16kA y tensión nominal de 24 kV.
- 01 Relé de protección por sobrecorriente y falla a tierra, estará a cargo del sistema electrónico digital (50, 51, 50N y 51N)
- Cuchilla de puesta a tierra.
- 01 Medidor multifunción con clase de precisión 0,2. Con transformador de tensión.
- 01 Toroide homopolar (en el caso de operar a 10kV) ultrasensible.
- Con indicador luminoso de presencia de tensión.

Celda de protección de la Tienda Sodimac: (Celda 6)

- 01 Seccionador de potencia con un interruptor de potencia fijo autónomo en SF6 con mando motorizado, contactos auxiliares, seccionador tripolar de línea para una corriente nominal de 400A, de Icc (corriente de cortocircuito) de 16kA y tensión nominal de 24 kV.
- 01 Relé de protección por sobrecorriente y falla a tierra, estará a cargo del sistema electrónico digital (50, 51, 50N y 51N)
- Cuchilla de puesta a tierra.
- 01 Medidor multifunción con clase de precisión 0,2. Con transformador de tensión.
- 01 Toroide homopolar (en el caso de operar a 10kV) ultrasensible.
- Con indicador luminoso de presencia de tensión.

Celda de protección de la Tienda Saga: (Celda 7)

- 01 Seccionador de potencia con un interruptor de potencia fijo autónomo en SF6 con mando motorizado, contactos auxiliares, seccionador tripolar de línea para una corriente nominal de 400A, de Icc (corriente de cortocircuito) de 16kA y tensión nominal de 24 kV.
- 01 Relé de protección por sobrecorriente y falla a tierra, estará a cargo del sistema electrónico digital (50, 51, 50N y 51N)
- Cuchilla de puesta a tierra.
- 01 Medidor multifunción con clase de precisión 0,2. Con transformador de tensión.
- 01 Toroide homopolar (en el caso de operar a 10kV) ultrasensible.
- Con indicador luminoso de presencia de tensión.

Celda de protección del Aire Acondicionado: (Celda 9)

- 01 Seccionador de potencia con un interruptor de potencia fijo autónomo en SF6 con mando motorizado, contactos auxiliares, seccionador tripolar de línea para una corriente nominal de 400A, de Icc de 16kA y tensión nominal de 24 kV.
- 01 Relé de protección por sobrecorriente y falla a tierra, estará a cargo del sistema electrónico digital (50, 51, 50N y 51N)
- Cuchilla de puesta a tierra.
- 01 Medidor multifunción con clase de precisión 0,2. Con transformador de tensión.
- 01 Toroide homopolar (en el caso de operar a 10kV) ultrasensible.
- Con indicador luminoso de presencia de tensión.

Celda de protección de Cines: (Celda 8)

- 01 Seccionador de potencia tripolar encapsulado en SF6, base portafusibles, seccionador tripolar de línea para una corriente nominal de 200A, de Icc de 16kA y tensión nominal de 24 kV.
- 01 Relé de protección por falla a tierra, estará a cargo del sistema electrónico digital (50N y 51N)
- 03 Fusibles para el transformador de 500kVA de 63A. para 10kV y 31,5A. para 22,9kV.
- 01 Medidor multifunción con clase de precisión 0,2. Con transformador de tensión.
- 01 Toroide homopolar (en el caso de operar a 10kV) ultrasensible.
- Con indicador luminoso de presencia de tensión.

Celda de protección de Edificio de Oficinas: (Celda 13)

- 01 Seccionador de potencia tripolar encapsulado en SF6, base portafusibles, seccionador tripolar de línea para una corriente nominal de 200A, de Icc de 16kA y tensión nominal de 24 kV.
- 01 Relé de protección por falla a tierra, estará a cargo del sistema electrónico digital (50N y 51N)
- 03 Fusibles para el transformador de 630kVA de 63A. para 10kV y 31,5A. para 22,9kV.
- 01 Medidor multifunción con clase de precisión 0,2. Con transformador de tensión.
- 01 Toroide homopolar (en el caso de operar a 10kV) ultrasensible.
- Con indicador luminoso de presencia de tensión.

Celda de protección de la Tienda Delosi: (Celda 14)

- 01 Seccionador de potencia tripolar encapsulado en SF6, base portafusibles, seccionador tripolar de línea para una corriente nominal de 200A, de Icc de 16kA y tensión nominal de 24 kV.
- 01 Relé de protección por falla a tierra, estará a cargo del sistema electrónico digital (50N y 51N)
- 03 Fusibles para el transformador de 250kVA de 25A. para 10kV y 20A. para 22,9kV.
- 01 Medidor multifunción con clase de precisión 0,2. Con transformador de tensión.
- 01 Toroide homopolar (en el caso de operar a 10kV) ultrasensible.
- Con indicador luminoso de presencia de tensión.

Celda del transformador T-1: (Para el Mall)

- 01 Transformador de 1 000 kVA. de 22,9 - 10/0,38 kV , conexión YNyn6 en 22,9kV ; conexión Dyn5 en 10kV.

Celda del transformador T-2: (Para el Mall)

- 01 Transformador de 1 000 kVA. de 22,9 - 10/0,38 kV , conexión YNyn6 en 22,9kV ; conexión Dyn5 en 10kV.

Celda del transformador T-3: (Para el Mall)

- 01 Transformador de 1 000 kVA. de 22,9 - 10/0,38 kV , conexión YNyn6 en 22,9kV ; conexión Dyn5 en 10kV.

c) Conexión a tierra de los equipos.

Los equipos y partes metálicas que no conducirán corriente se conectarán a los pozos de tierra de media tensión, el neutro del transformador estará conectado a un pozo de tierra independiente.

d) Demanda máxima de potencia.**Tabla N° 2.1 Cuadro de cargas del Centro Comercial Proyectada**

CARGA INSTALADA Y MÁXIMA DEMANDA DEL MALL			
DESCRIPCION	P.I. (W)	F.D.	M.D. (W)
CARGAS PROYECTADAS			
MALL - SERVICIOS GENERALES			
Servicios Generales 1er Nivel	194 550,00	0,80	155 640,00
Servicios Generales 2do Nivel	372 810,00	0,80	298 248,00
Servicios Generales 3er Nivel	281 220,00	0,80	224 976,00
MALL - 1er, 2do y 3er NIVEL			
Locales comerciales del A1 al A39 1er Nivel	319 654,00	0,80	255 723,20
Módulos de corredor Principal 1er Nivel	15 000,00	0,80	12 000,00
Locales Comerciales del B1 al B21 2do Nivel	284 247,00	0,80	227 397,60
Área de Bancos del 1 al 5 2do Nivel	156 376,00	0,80	125 100,80
Módulos de corredor Principal 2do Nivel	12 000,00	0,80	9 600,00
Locales comerciales del C1 al C19 3er Nivel	210 185,00	0,80	168 148,00
Tienda Intermedia	98 945,00	0,80	79 156,00
Locales comerciales del F1 al F8 3er Nivel	79 974,00	0,80	63 979,20
Restaurants del 1 al 3	119 011,50	0,80	95 209,20
Juegos	70 100,00	0,80	56 080,00
Módulos de corredor Principal 3er Nivel	12 000,00	0,80	9 600,00
POTENCIA INSTALADA EN (W)	2 226 072,50		
MAXIMA DEMANDA EN (W)			1 780 858,00

DESCRIPCION	P.I. (W)	F.D.	M.D. (W)
TIENDA DELOSI			
Área de Ventas	157 419,00	0,80	125 935,20
Recepción y Despacho	35 800,00	0,80	28 640,00
Galerías Tras Caja	10 916,00	0,80	8 732,80
POTENCIA INSTALADA EN (W)	204 135,00		
MAXIMA DEMANDA EN (W)			163 308,00
TIENDA TOTTUS			
Área de Ventas	652 258,00	0,80	521 806,40
Recepción y Despacho	107 407,00	0,80	85 925,60
Galerías Tras Caja	32 748,00	0,80	26 198,40
Aire Acondicionado	310 000,00	1,00	310 000,00
POTENCIA INSTALADA EN (W)	1 102 413,00		
MAXIMA DEMANDA EN (W)			943 930,40
DESCRIPCION	P.I. (W)	F.D.	M.D. (W)
TIENDA SODIMAC			
Área de Ventas	543 900,00	0,80	435 120,00
Patio Constructor	230 103,00	0,80	184 082,40
Jardín Interior	33 949,60	0,80	27 159,68
Jardín Exterior	26 036,00	0,80	20 828,80
Recepción y Despacho	17 527,60	0,80	14 022,08
Galerías TrasCaja	11 983,00	0,80	9 586,40
Subestación y cuartos Eléctricos	37 000,00	0,80	29 600,00
POTENCIA INSTALADA EN (W)	900 499,20		
MAXIMA DEMANDA EN (W)			720 399,36
TIENDA SAGA			
Área de Ventas 1er Nivel	314 043,00	0,80	251 234,40
Área de Ventas 2do Nivel	306 310,00	0,80	245 048,00
Área de Ventas 3er Nivel	309 697,00	0,80	247 757,60
Sótanos	94 535,00	0,80	75 628,00
POTENCIA INSTALADA EN (W)	1 024 585,00		
MAXIMA DEMANDA EN (W)			819 668,00
CINES			
Área de Ventas 1er Nivel	261 435,00	0,80	209 148,00
Recepción	25 448,50	0,80	20 358,80
POTENCIA INSTALADA EN (W)	286 883,50		
MAXIMA DEMANDA EN (W)			229 506,80
AIRE ACONDICIONADO			
Chiller 1	460 000,00	0,80	368 000,00

DESCRIPCION	P.I. (W)	F.D.	M.D. (W)
Chiller 2	460 000,00	0,80	368 000,00
Chiller 3	460 000,00	0,80	368 000,00
Tablero de Bombas de Aguas de Condensación	111 900,00	0,80	89 520,00
Tablero de Bombas Primarias	67 140,00	0,80	53 712,00
Tablero de Bombas Secundarias Tottus	11 190,00	0,80	8 952,00
Tablero de Bombas Secundarias Sodimac	11 190,00	0,80	8 952,00
Tablero de Bombas Secundarias Saga 1	22 380,00	0,80	17 904,00
Tablero de Bombas Secundarias Saga 2	18 650,00	0,80	14 920,00
Tablero de Bombas Secundarias Mall	74 600,00	0,80	59 680,00
Tablero T UMA 1er Piso	17 293,00	0,80	13 834,80
Tablero T UMA 2do Piso	15 828,00	0,80	12 662,40
Tablero T UMA Azotea	101 218,00	0,80	80 974,40
Tablero de Torres de Enfriamiento	113 900,00	0,80	91 120,00
Tablero T - ECL	6 103,00	0,80	4 882,40
Salida para UMA - S1	5 595,00	0,80	4 476,00
Salida para VFM - 1	2 238,00	0,80	1 790,40
POTENCIA INSTALADA EN (W)	1 959 225,00		
MAXIMA DEMANDA EN (W)			1 567 380,00
POTENCIA INSTALADA EN (W)	7 703 813,20		
MAXIMA DEMANDA EN (W)			6 225 050,96
FACTOR SIMULTANEIDAD		0,80	
MAXIMA DEMANDA TOTAL (W)			4 980 040,77
DEMANDA MÁXIMA DE 1RA ETAPA			(5 000 kW)

Tabla N° 2.2 Cuadro de cargas del Centro Comercial Futura

CARGA INSTALADA Y MÁXIMA DEMANDA PARA CARGA FUTURA			
DESCRIPCION	P.I. (W)	F.D.	M.D. (W)
EDIFICIO DE OFICINAS			
Oficinas	601 200,00	0,80	480 960,00
Gimnasio	110 300,00	0,80	88 240,00
Áreas Generales de oficinas	64 000,00	0,80	51 200,00
POTENCIA INSTALADA EN (W)	775 500,00		
MAXIMA DEMANDA EN (W)			620 400,00
FACTOR SIMULTANEIDAD		0,80	
MAXIMA DEMANDA TOTAL (W)			496 320,00
DEMANDA MÁXIMA DE 2DA ETAPA (FUTURO)			(500 kW)

e) Bases de Cálculo.

Para el dimensionamiento de equipos y materiales especificados en el presente proyecto se ha considerado lo siguiente:

Caída de tensión máxima permisible	=	5%
Tensión de operación inicial	=	10 kV
Tensión de operación final	=	22,9 kV
Frecuencia	=	60 Hz.
Demanda Máxima 1ra Etapa	=	5 000 kW
Potencia Nominal de Equipos	=	10 380 kVA
Factor de Potencia	=	0,85
Potencia de Corto Circuito	=	515 MVA
Tiempo de Apertura	=	0,20 seg
Tipo de cable	=	2 (3-1x120mm ²) N2XSY

Este proyecto se ha realizado en concordancia con los requisitos exigidos en la Ley de Concesiones Eléctricas D.L. 25844 y su Reglamento D.S. 9-93-EM, Norma de Procedimientos para la elaboración de Proyectos y ejecución de Obras en Sistemas de Distribución y Sistemas de Utilización en Media Tensión en zonas de Concesión de Distribución, R.D. N° 018-2002-EM/DGE, Código Nacional de Electricidad, el Reglamento Nacional de edificaciones y el reglamento de seguridad y salud en el trabajo de las actividades eléctricas RM N° 161-2007-MEN/DM.

4.2 Especificaciones Técnicas

Las siguientes especificaciones técnicas de suministro de materiales eléctricos nos indican las características mínimas que deben cumplir los materiales y accesorios comprendidos en el presente proyecto.

Estas deberán cumplir con las normas de fabricación indicadas para la garantizar su funcionamiento.

4.2.1 Red de Media Tensión Particular 22,9kV

a) Cable subterráneo de energía 18/30kV

El conductor es de cobre electrolítico recocido o cableado concéntrico, o sectorial, pantalla interna capa semiconductor, aislamiento de polietileno reticulado (XLPE), pantalla externa capa semiconductor, alambre o cinta de cobre, cubierta externa de polícloruro de vinilo (PVC).

Sección (mm ²)	:	2(3 -1x120mm ²)
Tipo	:	N2XSY
Capacidad de corriente a 30°C (Amp.)	:	618 A.
Norma de Fabricación	:	INTINTEC 370.001
Tensión nominal de trabajo (kV)	:	22,9 – 10
Tensión nominal de diseño (kV)	:	18/30
Temperatura máxima de operación (°C)	:	90
Resistencia a 20°C	:	0,153 ohm / km.
Resistencia a temperatura máxima de 90 °C	:	0,1951 ohm / km.
Reactancia inductiva	:	0,2440 ohm / km.

Características mecánicas:

Buena resistencia a la tracción, alta resistencia al impacto, a la abrasión, a la luz solar e intemperie, excelentes propiedades contra el envejecimiento por calor. Alta resistencia al ozono, ácidos y álcalis a temperaturas normales.

Cinta señalizadora

Material	:	Polietileno de alta calidad, resistente a los álcalis y ácidos.
Ancho	:	152 mm.
Espesor	:	1/10 mm.
Inscripción	:	Letras negras que no pierdan su color con el tiempo, con la inscripción : PELIGRO DE MUERTE 22 900 VOLTIOS
Elongación	:	250%
Color	:	Rojo.

Cinta señalizadora de cliente particular

Material	:	Poliovinilo PVC dieléctrico con cubierta resistencia al traqueo y al medio ambiente.
Ancho	:	100 mm.
Forma	:	Lineal y lisa.
Color	:	Celeste.
Aplicación	:	Esta cinta de color celeste será utilizada para diferenciar los cables particulares con los cables de Luz del Sur S.A. Los cables

particulares serán identificados por estar cubierto con cinta señalizadora adhesiva de color celeste.

b) Bandeja metálica con tapa

El cable será instalado en una bandeja metálica cerrada con tapa. Estará dispuesto según se indica en el plano. La bandeja contará con un conductor de 35mm Cu desnudo ajustada a la bandeja conectada al pozo de tierra. El cable N2XSY 2(3-1x120mm²) 18/30 kV irán envuelto con cinta señalizadora color celeste para indicar que es de uso particular.

c) Terminal interior de 24kV

Son utilizados en instalaciones interiores de red 22,9 kV. En subestaciones, para cable 2(3-1x120 mm²) N2XSY 18/30 kV. con aislamiento seco; son adquiridos en kits con conector de puesta a tierra.

Tipo	Premoldeado, termorestringente.
Fabricante	Raychem, elastimold, etc.
Tensión Nominal	24 kV.

4.2.2 Subestación de transformación con celdas modulares compacta

a) Subestación eléctrica

Las presentes Especificaciones Técnica tienen por objeto definir los requerimientos mínimos para el suministro de Celdas en media tensión del tipo modulares compactas, que utilizan el vacío y el hexafloruro como elementos de interrupción y el hexafloruro de azufre(SF₆) como elemento aislante integral, en lo referente a la selección, diseño, fabricación y ensayos, cuyas características se describen en la presente especificación, el fabricante suministrará las Celdas en media tensión de acuerdo a las especificaciones técnicas indicadas, completamente ensamblado en país de origen, equipado, cableado, probado e incluyendo el equipamiento y accesorios asociados y listas para montaje.

Normas de fabricación

Las celdas con el equipamiento asociado como equipos de protección, seccionamiento, fusibles y otros serán diseñadas, fabricadas y probadas de acuerdo con las especificaciones de las últimas normas aplicables de las siguientes organizaciones.

IEC - Comisión Electrotécnica Internacional: IEC 60298 edición 1996, y para Complementar las normas específicas IEC 60529, IEC 60265, IEC 60129, IEC 62271-105, IEC 60694, IEC 61271-100, IEC 60056, IEC, 61958, RU 6407-B y IEC 60255.

Toda modificación a lo especificado en estas Normas deberá manifestarse claramente indicando la diferencia entre lo establecido y lo que se propone. Esta modificación en ningún caso será de un nivel técnico inferior a las especificaciones de las Normas indicadas.

Condiciones de Operación

Condiciones Ambientales

Las Celdas Compactas de Media Tensión, serán apropiadas para montaje en la zona en donde se desarrollará el proyecto, que entre otras, las principales se citan a continuación:

Elevación sobre el nivel del Mar	:	menor a 1 000 m
Temperatura Máxima (verano)	:	35°C
Temperatura mínima (invierno)	:	13 °C
Humedad Relativa	:	100%
Velocidad del viento	:	60 km/h

En general las áreas se consideraran sujetas a un ambiente con polvo seco, fino y con alta humedad.

Las Celdas Metal Enclosed serán apropiadas para operar con un sistema de media tensión de 10kV ó 22,9kV, serán diseñadas y construidas para operar con los siguientes parámetros a 1 000 m.s.n.m.

Tensión Nominal del Sistema	:	22,9 kV (operar a 10 kV inicialmente)
Clase de Aislamiento	:	24 kV
Nivel de Aislamiento	:	125 kV (BIL)
Corriente Nominal	:	630 A
Corriente de Cortocircuito	:	16 kA
Frecuencia	:	60 Hz

Características básicas de diseño

a.1 Las celdas serán del tipo compactas, será de diseño modular-extensible, donde todos los equipos de corte, equipos de seccionamiento y sistemas de barras deberán encontrarse dentro de una cuba hermética, llena de hexafluoruro de azufre (SF₆), totalmente estanca y sellada de por vida, constituyendo así un equipo de aislamiento integral y libre de mantenimiento (según la norma IEC 60694 anexo 3.6.5).

La cuba contendrá principalmente los siguientes equipos:

- Barras colectoras

- Barra de Puesta a Tierra
- Equipos de Corte y Seccionamiento.

a.2 Las celdas deberán ser diseñadas con cuatro compartimentos en una misma envolvente:

- Compartimento de Media Tensión (cuba hermética).
- Compartimento del mando en baja tensión.
- Compartimento de cables de fuerza.
- Compartimento de expansión de gases (arco interno).

a.3 Serán apropiados para uso industrial pesado, diseñado, fabricado y probado conforme a lo indicado en las siguientes normas IEC:

- | | |
|-----------|--|
| IEC 60298 | Aparamenta bajo envolvente metálica para corriente alterna de tensiones asignadas superiores a 1 kV, inferiores o igual a 52 kV. |
| IEC 60265 | Interruptores de Alta Tensión. Parte 1 |
| IEC 60129 | Seccionadores y Seccionadores de Puesta a Tierra de corriente alterna. |
| IEC 60694 | Estipulaciones comunes para las normas de aparamenta de alta tensión. |
| IEC 60420 | Combinación de seccionador fusible en alta tensión para corriente alterna |
| IEC 60056 | Interruptor tripolar de corte en vacío. |

a.4 El grado de hermeticidad (Enclosure) de las celdas será apropiado para operar al interior, con un grado no menor a IP2X.

a.5 Será diseñado para ser alimentado con cables por la parte inferior de la celda para lo cual deberá disponer de un arreglo para efectuar esta instalación de los cables a través de una canaleta en el piso.

a.6 Los equipos de maniobra dispondrán de dispositivos para candado, para la posición de abierto y cerrado, y poder asegurarlos físicamente y evitar manipulaciones por terceros; además de estar permanentemente rotulada la posición de abierto o cerrado según estado (estado cinemático).

a.7 Todos los dispositivos de protección, medición y monitoreo de información electrónica deben ser instalados al frente de las puertas de los cubículos.

a.8 Conexiones (terminales en M.T.)

Los puntos de conexión de cables de M.T. deberán estar diseñados para aceptar terminaciones tipo enchufables, apantalladas y completamente herméticas a ser usadas con cables del tipo seco, similares a la serie euromold de ejecución en frío.

El acceso al compartimiento de los cables de M.T. solo deberá ser posible cuando se haya cerrado el seccionador de puesta a tierra. No se aceptará ningún otro tipo de acceso.

Características constructivas

Cubierta Metálica

- La cubierta metálica de celda será del tipo Metal Enclosed.
- La estructura debe ser diseñada de tal manera que sea modular de tal forma que futuras adiciones puedan implementarse fácilmente en cualquier momento.
- El conjunto tendrá orejas de izaje, los cuales se dispondrán de forma tal que no produzcan deformaciones roturas o deformaciones permanentes de la estructura mecánica o deterioro de los circuitos eléctricos fijos, en ninguna de las operaciones de traslado, desplazamiento sobre rodillos, elevación y/o maniobras.
- Dispondrá de un indicador mecánico para indicar la posición del equipo de maniobra, estando la puerta del frente cerrado.
- Todos los equipos de maniobra como interruptores y seccionadores deberán ser accionados desde el frente sin posibilidad de tener contactos con partes en tensión, además la celda deberá indicar mediante cuadros sinópticos verificar la inspección de la posición del interruptor y seccionadores.

- Placas de Identificación

La celda en su conjunto de ensamblaje debe ser entregada con una placa grabada con una leyenda que muestre la identificación (TAG) así como el nombre del circuito tal como figura en el diagrama unifilar.

El rotulado de las placas del fabricante de la celda conteniendo como mínimo la siguiente información:

Fabricante

Año fabricación

Nº de serie

Tensión de aislamiento

Corriente en barras

- Las dimensiones generales serán según se indica en los planos y Hoja de Datos Técnicos, previa aprobación del Propietario.

Equipamiento

b) Celda de protección con interruptor automático

Provista de:

- 01 Interruptor automático de corte en vacío.
- 01 Seccionador de tres posiciones (conectado, seccionado y puesto a tierra).
- 01 Relé de protección con las funciones 50, 51, 50N, 51N.
- 01 Toroide homopolar (en el caso de operar a 10kV) ultrasensible.

Todos los elementos de corte y conexión así como el embarrado, deberán encontrarse dentro de una cuba de acero inoxidable u otro material similar, llena de gas en SF₆, totalmente estanca y sellada de por vida, constituyendo así un equipo de aislamiento integral en SF₆ (según la Norma IEC 60694 anexo 3.6.5). La unidad envolvente deberá ser del tipo “sellado de por vida”, con una vida útil de al menos 30 años. No deberá requerirse durante ese período relleno de gas. Para la comprobación de la presión del gas en su interior, se debe incluir un manómetro visible desde el exterior de la celda.

Características Generales de fabricación.-

Las celdas deberán ser diseñadas con cuatro compartimentos en una misma envolvente:

- Compartimento de Media Tensión (cuba hermética).
- Compartimento del mando en baja tensión.
- Compartimento de cables de fuerza.
- Compartimento de expansión de gases (arco interno).

El compartimento de media tensión (la cuba hermética) estará construida en acero inoxidable de un espesor mínimo de 2mm. y presentará una rigidez mecánica tal que garantizará la indeformabilidad en las condiciones previstas de servicio y en caso de arco interno. El resto de compartimientos, se construirán con plancha de acero galvanizado, pintada en su caso y previamente dobles decapados, desengrasados y fosfatizados.

Dimensiones aprox.: 1 740x480x850mm (AltoxAñchoxProfundidad). La celda deberá tener certificación a prueba de arco interno conforme a los seis criterios de la Norma IEC

60 298, anexo AA, teniendo entre otros un sistema que permita la expulsión de los gases producidos por la explosión de las cámaras de interrupción.

Parámetros básicos de diseño

Tensión nominal del sistema	: 10 ó 22,9kV, 3 fases, 60 Hz.
Clase de aislamiento de la celda	: 24 kV.
Nivel de Aislamiento a frecuencia industrial	: 50 kV. (1 min.)
Nivel de Aislamiento al impulso	: 125 kV.
Corriente Nominal Celda Protección Principal	: 630 A.
Corriente Nominal Celdas para Tiendas	: 400 A.
Corriente de corta duración	: 16 kA.

Enclavamientos.-

Se proveerá bloqueo mecánico en cada celda de manera que:

Se pueda conectar y seccionar el seccionador sólo cuando el interruptor haya sido desconectado.

No se pueda conectar el interruptor cuando el seccionador de puesta a tierra esté cerrado o seccionado.

No se pueda conectar el seccionador de puesta a tierra cuando el interruptor está en servicio.

Características generales.

La celda deberá tener una capacidad de 630Amp, deberá poseer indicadores capacitivos redundantes por fase de presencia de tensión.

La unión eléctrica y mecánica entre las diferentes celdas se realizará a través de adaptadores enchufables que serán instalados entre las tulipas existentes en los laterales de las celdas por unir, dando una continuidad al embarrado, sellando la unión y controlando el campo eléctrico.

El sistema de celdas será del tipo compacta teniendo como características generales: Extensibilidad, modularidad, operación y explotación sencilla sin mantenimiento, reducido tamaño, elevado nivel de protección de bienes y personas, resistente a inmersión temporal en agua durante 24hrs. (según IEC 529 14.2.7), resistente a la corrosión, estanqueidad, resistencia a la polución, etc

Barra de tierra.-

En la parte inferior de la celda y en el compartimiento de cables, deberá estar dispuesta una pletina de cobre a lo largo de toda la celda, permitiendo la conexión de la misma al

sistema de tierras y la conexión de las pantallas de los cables secos de M.T. Dicha pletina está situada en la celda de tal forma que para introducir o extraer un cable y su terminal no es necesario desmontarla.

c) Celda de protección con fusible

Equipamiento.-

Estará equipada con:

- 01 Seccionador aislado SF6, de tres posiciones (conectado, seccionado y puesto a tierra, antes y después de los fusibles).

- 03 Fusibles limitadores de alta capacidad de ruptura de acuerdo con la Norma IEC 282.

- 01 Relé de Protección con las funciones 50N, 51N.

Dichos fusibles deberán encontrarse dentro de unos tubos portafusibles estancos, de resina aislante, dispuestos desde el frente y en posición horizontal según la Norma IEC 60 420.7 – IEC 60 529).

- 01 Relé de Protección con las funciones 50N, 51N.

- 01 Toroide homopolar (en el caso de operar a 10kV) ultrasensible.

- 01 Jgo. de leds capacitivos indicadores de presencia de tensión.

- 01 Bobina de disparo en 230Vac

- 01 Contacto auxiliar de posición.

Todos los elementos de corte y conexión así como el embarrado, deberán encontrarse dentro de una cuba de acero inoxidable u otro material similar, llena de gas en SF6, totalmente estanca y sellada de por vida, constituyendo así un equipo de aislamiento integral en SF6 (según la Norma IEC 60 694 anexo 3.6.5). La unidad envolvente deberá ser del tipo “sellado de por vida”, con una vida útil de al menos 30 años. No deberá requerirse durante ese período relleno de gas. Para la comprobación de la presión del gas en su interior, se debe incluir un manómetro visible desde el exterior de la celda.

Características Generales de fabricación.-

Las celdas deberán ser diseñadas con cuatro compartimentos en una misma envolvente:

Compartimento de media tensión (cuba hermética).

Compartimento del mando en baja tensión.

Compartimento de cables de fuerza.

Compartimento de expansión de gases (arco interno).

El compartimiento de media tensión (la cuba hermética) estará construida en acero inoxidable de un espesor mínimo de 2mm. y presentará una rigidez mecánica tal que garantizará la indeformabilidad en las condiciones previstas de servicio y en caso de arco interno. El resto de compartimientos, se construirán con plancha de acero galvanizado, pintada en su caso y previamente dobles decapados, desengrasados y fosfatizados.

Dimensiones aprox.: 1 740x480x850mm (AltoxAñchoxProfundidad)

La celda deberá tener certificación a prueba de arco interno conforme a los seis criterios de la Norma IEC 60 298, teniendo entre otros un sistema que permita la expulsión de los gases producidos por la explosión de las cámaras de interrupción.

La envolvente del seccionador deberá montarse horizontalmente en la celda y la posición de los contactos principales y de puesta a tierra deberá ser claramente visible desde la parte frontal de la misma. El indicador de posición deberá ubicarse directamente sobre el eje de operación de los contactos del seccionador.

No se aceptarán celdas que requieran mantenimiento o rellenado de gas.

El mecanismo de operación del seccionador deberá garantizar al menos 1 000 operaciones.

Parámetros básicos de diseño:

Tensión nominal del sistema	: 10 ó 22,9kV, 3 fases, 60 Hz.
Clase de aislamiento de la celda	: 24 kV.
Nivel de Aislamiento a frecuencia industrial	: 50 kV. (1 min).
Nivel de Aislamiento al impulso	: 125 kV.
Corriente Nominal	: 400 A.
Corriente de corta duración	: 16 kA

Los fusibles a ser empleados en estas celdas de protección de los transformadores, tendrán las siguientes características:

- Alta capacidad de ruptura.
- Alto efecto limitador.
- Bajas pérdidas eléctricas.
- Bajos valores de la corriente mínima I3.
- Percutor único para señalización y disparo.

Uso interior.

- Sin mantenimiento o envejecimiento.

Los fusibles serán fabricados conforme a lo indicado IEC-282, IEC-787 serán del tipo limitador de corriente, similares a los fabricados por SIBA.

Enclavamientos.

Se proveerá bloqueo mecánico en cada celda de manera que:

Se pueda accesar a los tubos portafusibles sólo cuando el interruptor- seccionador haya sido desconectado y puesto a tierra.

No se pueda conectar el seccionador cuando el seccionador de puesta a tierra esté conectado.

No se pueda conectar el seccionador de puesta a tierra cuando el interruptor-seccionador está en servicio.

El seccionador podrá ser abierto o cerrado con la puerta cerrada. El sistema de accionamiento deberá tener un indicador de la posición en que se encuentra el seccionador y previsión para la colocación de candado en cualquiera de las dos posiciones.

Características generales.

La celda deberá tener una barra principal de capacidad de 630A, deberá poseer indicadores capacitivos redundantes por fase de presencia de tensión.

La unión eléctrica y mecánica entre las diferentes celdas se realizará a través de adaptadores enchufables que serán instalados entre las tulipas existentes en los laterales de las celdas por unir, dando una continuidad al embarrado, sellando la unión y controlando el campo eléctrico.

El sistema de celdas será del tipo compacto teniendo como características generales:

Extensibilidad, modularidad, operación y explotación sencilla sin mantenimiento, reducido tamaño, elevado nivel de protección de bienes y personas, resistente a inmersión temporal en agua durante 24hrs. (según IEC 529 14.2.7), resistente a la corrosión, estanqueidad, resistencia a la polución, etc.

Barra de tierra.-

En la parte inferior de la celda y en el compartimiento de cables, deberá estar dispuesta una pletina de cobre a lo largo de toda la celda, permitiendo la conexión de la misma al sistema de tierras y la conexión de las pantallas de los cables secos de M.T. Dicha pletina está situada en la celda de tal forma que para introducir o extraer un cable y su terminal no es necesario desmontarla.

d) Celda de remonte de cables

Equipamiento.

La celda deberá tener una capacidad de 630A., deberá poseer indicadores capacitivos redundantes por fase de presencia de tensión.

Envolvente.

La envolvente será hecha con chapas de acero y cumplirá el objetivo de aislar mecánicamente el cable de acometida respecto a agentes externos.

Dimensiones aprox.: 1 740x365x735mm (AltoxAchoxProfundidad)

Parámetros básicos de diseño:

Tensión nominal del sistema : 10 ó 22,9kV, 3 fases, 60 Hz.

Clase de aislamiento de la celda : 24 kV.

Nivel de Aislamiento a frecuencia industrial : 50 kV. (1 min).

Corriente Nominal : 630 A.

Características generales.

La celda deberá tener una capacidad de 630A., deberá poseer indicadores capacitivos redundantes por fase de presencia de tensión.

El sistema de celdas será del tipo compacta teniendo como características generales:

Extensibilidad, modularidad, operación y explotación sencilla sin mantenimiento, reducido tamaño, elevado nivel de protección de bienes y personas, resistente a la corrosión, estanqueidad, resistencia a la polución, etc.

Barra de tierra.

En la parte superior e inferior de la celda y en el compartimiento de cables, deberá estar dispuesta una pletina de cobre a lo largo de toda la celda, permitiendo la conexión de la misma al sistema de tierras y la conexión de las pantallas de los cables secos de M.T. dicha pletina está situada en la celda de tal forma que para introducir o extraer un cable y su terminal no es necesario desmontarla.

e) Celda del transformador de distribución tipo seco

Esta especificación establece los requisitos mínimos para el suministro del Transformador de distribución Seco tipo ventilado, en lo referente a la selección, diseño, fabricación y ensayos, cuyas características se detallan a continuación.

El cumplimiento de lo aquí especificado no desliga al ofertante de las responsabilidades relacionadas a sus propios diseños, calidad de los materiales, detalles de fabricación, etc.

El fabricante suministrará el equipo de acuerdo a las especificaciones técnicas indicadas, completamente ensamblado, equipado, cableado, probado e incluyendo el equipamiento asociado y listo para montaje.

Normas de fabricación

El transformador será diseñado, fabricado y probado de acuerdo con las especificaciones de las últimas normas aplicables de las siguientes organizaciones:

IEC 76-1 a 76-5

IEC 60 076-11-2 004

EN 60 726 – 2 003

ISO 9 001-2 000

IEC 905

Descripción

Los transformadores serán del tipo seco encapsulados en resina epoxy (aislación clase F), y de preferencia deben ser fabricados en países de origen de la marca. No es aceptable el suministro de transformadores de procedencia y/o fabricación asiática.

Serán construidos de acuerdo a las recomendaciones y prescripciones de las normas indicadas.

Circuito magnético

Se realizará en chapa de acero al silicio de grano orientado, aislada por óxidos minerales y protegida contra la corrosión mediante una capa de esmalte.

e.1 Arrollamientos de Baja Tensión

Las espiras estarán separadas por una película aislante de clase F y se dispondrá radialmente en el centro de las bobinas de canales de ventilación para permitir una fácil disipación del calor.

La construcción debe ser de banda o folio de aluminio para conseguir buena resistencia mecánica a los esfuerzos de corto circuito un, se impregnará con una resina de clase F bajo vacío, con el objetivo de garantizar una buena resistencia a las agentes ambientales y conseguir una masa homogénea.

e.2 Arrollamientos de Media Tensión

Serán independientes de los arrollamientos de B.T. y se realizarán en banda o folio de aluminio con aislantes de clase F sin excepción, garantizando un diseño resistente geométricamente y un gradiente de tensión reducido entre espiras y entre galletas, de

modo que el material aislante resulta escasamente solicitado dieléctricamente y no se produce su envejecimiento prematuro.

Los arrollamientos de M.T. se encapsularán y moldearán en vacío en una resina de clase F cargada e ignifugada, compuesta de:

- Resina epoxy.
- Endurecedor anhídrido modificado por un flexibilizador.
- Carga ignifugante.

La carga ignifugante se mezclará íntimamente con la resina y el endurecedor. Estará compuesta de alúmina trihidratada (trihidróxido de alúmina) o de otros productos ignifugantes a precisar en forma de polvo, mezclados o no con sílice.

Condiciones

Condiciones ambientales de operación

Los Transformadores Secos de Distribución y materiales asociados, serán apropiados para montaje en la zona en donde se desarrollará el proyecto, que entre otras, las principales se citan a continuación:

Elevación sobre el nivel del Mar	:	menor a 1 000 m
Temperatura Promedio	:	31°C
Temperatura máxima	:	40°C
Temperatura mínima (invierno)	:	14 °C
Humedad Relativa	:	100%

En general las áreas se consideraran sujetas a un ambiente con polvo seco, fino y con alta humedad.

Condiciones Eléctricas de Operación

El transformador será apropiado para operar con un sistema primario de 10-22.9 kV, diseñado y construido para operar con los siguientes valores de tensión hasta 1 000 m.s.n.m.

Tensión de Distribución Primaria	:	10-22.9 kV.
Tensión de utilización en el Secundario	:	380 V.
Número de Fases en MT	:	3
Número de Fases en BT	:	4.
Frecuencia	:	60 Hz.
Grupo de Conexión	:	Dyn5(10kV), YNyn6(22,9kV)
Conexión neutro	:	Sin conectar en 10kV

Altura sobre el nivel del Mar	:	< 1 000 m.
Tipo de refrigeración	:	AN
Máxima temperatura ambiente	:	40° C
Sobre temperatura a plena carga	:	100° C

Accesorios:

Cada transformador deberá incluir los siguientes accesorios básicos:

- ruedas planas bi-orientables
- Cáncamos de elevación.
- Agujeros de arrastre en el chasis
- Agujeros de arrastre
- tomas de puesta a tierra
- 1 placa de características
- 1 señal de advertencia “peligro eléctrico”
- 1 manual de recomendaciones para la instalación, puesta en servicio y mantenimiento
- Protocolo de ensayos individuales.

Protección Térmica

Estos transformadores estarán equipados con un dispositivo de protección térmica compuesto de:

Conjuntos de tres (3) sondas PT100 para el control y medición de la temperatura con su correspondiente Central de protección con salidas para falla, ventilación, alarma y desconexión. Los sensores se alojarán en la parte superior de los arrollamientos puntos accesibles presumiblemente más caliente.

Una (1) bornera de conexión de las sondas protegida por una caja IP65 montada sobre el transformador.

Ensayos

El fabricante presentará los protocolos de los siguientes ensayos:

Ensayos de Rutina

- Verificación dimensional.
- Medición de la resistencia de los arrollamientos.
- Medición de la relación de transformación y grupo de conexión.
- Ensayo de vacío para la determinación de pérdidas de vacío y corriente de excitación.

- Ensayo para la determinación de pérdidas y tensión de cortocircuito.
- Ensayo dieléctrico de tensión aplicada.
- Ensayo dieléctrico de tensión inducida.
- Ensayo de descargas parciales.

Ensayos de Tipo

Estos ensayos podrán solicitarse en opción pero tendrán que acordarse previamente con el proveedor

- Ensayo de calentamiento por el método de simulación de puesta en carga definido en la norma IEC 726.
- Ensayo con tensión de impulso.
- Ensayo de resistencia al cortocircuito franco. El proveedor deberá presentar antecedentes de ensayo.
- Medición del nivel de ruido según IEC 551.

Los transformadores serán trifásicos de distribución secos con las bobinas primarias y secundarias encapsuladas con material de resina epóxica usando un proceso de impregnación a presión en vacío (VPI), serán del tipo ventilado, con enfriamiento natural (AA – Air Convection), apropiado para montaje al interior sobre piso o plataforma con un encerramiento no menor a IP21, serán diseñados, fabricados y probados según estándares indicados en el punto 2.0

Deberán ser diseñados para operación continua a potencia nominal durante las 24 horas del día durante los 365 días del año, bajo una expectativa de operación en el tiempo normal según es indicado en IEC.

Aislamiento

Clase de Aislamiento

Los transformadores serán del tipo seco encapsulados en resina epoxy (aislación clase F, 140°C). La performance requerida estará basada sobre la sobretensión de los 100°C, mas una temperatura ambiente máxima de 40 °C.

El aislamiento será resina epóxica libre de halógenos no higroscópico será impregnado a presión en vacío (Vacuum Pressure Impregnation - VPI), retardante a la llama y no combustibles según lo indicado por CENENELEC EN 60726 del año 2003 y la IEC 60 076-11 del año 2 004.

Clasificación: Climática y medio ambiental

Los transformadores serán de clase: climática C2 y medioambiental E2, como se definen en el nuevo documento IEC 60 076-11 del 2004. Las clases C2 y E2 deberán figurar en la placa de características.

El fabricante deberá acreditar mediante una copia de los ensayos realizados por un laboratorio oficial en un transformador de la misma concepción al solicitado.

Los ensayos deberán haber sido realizados de acuerdo al anexo ZA y ZB del CENELEC EN 60 726 (2 003)

Clasificación del comportamiento al fuego.

Los transformadores serán de clase: F1 como se define en el del CENELEC EN 60 726 (2 003). La clase F1 deberá figurar en la placa de características.

El fabricante deberá acreditar mediante una copia de los ensayos realizados por un laboratorio oficial en un transformador de la misma concepción al solicitado y sobre el mismo transformador que inicialmente se hayan realizado los ensayos climáticos y medioambientales.

Los ensayos deberán haber sido realizados de acuerdo al anexo ZC del documento EN 60 726 (2 003).

Enclosure o cubierta metálica.

El tipo de celda será diseñado y fabricado de acuerdo a patrones europeos estandarizados.

Para uso al interior con planchas metálicas de acero desmontables dispondrá de accesorios para el izaje y manipuleo así como accesorios que aseguren el montaje mínimo a 150 mm desde el muro o la pared adyacente.

Las planchas de acero deberán ser tratadas, donde todas las superficies deberán ser sometidas a tratamiento anticorrosivo siguiente:

Desengrase y doble decapado por fosfatizado.

El acabado exterior será beige (RAL 7032) con pintura en base a resina de poliéster texturada, aplicada electrostáticamente, con una capa mínima de 80 micras de espesor.

La cubierta metálica será diseñada para facilitar el ingreso de cables en media y baja tensión por la parte inferior.

El grado de hermeticidad será IP21, según lo indicado en la hoja de datos técnicos.

Niveles de sonido.

Los transformadores del tipo seco no deberán exceder los niveles de sonido en decibeles según es indicado en IEC 551.

160-315 kVA 55 db

400-630 kVA 58 db

800-1 250 kVA 60 db

Pruebas

Salvo que se acuerde lo contrario durante la ejecución del Contrato, los métodos de prueba, medidas y cálculos relativos a las inspecciones y los ensayos estarán de acuerdo con los requerimientos indicados en IEC.

Todas las inspecciones requeridas deberán ser presenciadas por el Propietario o su representante autorizado.

El fabricante entregará informe de los resultados de las pruebas de rutina efectuadas al transformador.

Estos informes serán elaborados en el idioma castellano y enviados al Propietario.

Identificación

Sobre el frente de los transformadores y en un lugar bien visible, se fijarán mediante remaches, chapas de características con las indicaciones de:

- N° de fases
- Frecuencia
- Enfriamiento
- N° de serie
- Año
- IEC 60076-11
- Certificación de los ensayos climáticos
- Potencia
- Tensión de cortocircuito
- Grupo de conexión 10kV
- Grupo de conexión 22,9kV
- Grado de protección
- Tensión primaria
- Tensión secundaria
- Nivel de aislamiento
- Peso

f) Sistemas de puesta a tierra

f.1 Puesta a tierra del lado de media tensión.

Ubicado según el plano. Cada pozo tendrá las dimensiones de 1,0m x 1,0m x 3,0m, cubierta con tierra cernida y con favigel o similar. En el centro del pozo se instalará una varilla de cobre electrolítico (copperweld) de 5/8"Ø x 2.4m de longitud en cuyo extremo superior, llevará un conector de cobre tipo A-B a presión para conectar al cable troncal de tierra de subestación de calibre 70mm².

El pozo de tierra de media tensión irán el cuerpo del transformador, interruptor y demás elementos soportes de 22,9 – 10 kV., que no conducen energía eléctrica. La resistencia equivalente a tierra del pozo de media tensión no será mayor a 10 ohms.

f.2 Puesta a tierra del neutro del transformador.

Ubicado según plano. El pozo tendrá las dimensiones de 1,0m x 1,0m x 3,0m, cubierta con tierra cernida y con favigel o similar.

En el centro del pozo se instalará una varilla de cobre electrolítico (copperweld) de 5/8"Ø x 2.4m de longitud en cuyo extremo superior, llevará un conector de cobre tipo A-B a presión para conectar al cable troncal de tierra de subestación de calibre 70mm².

El pozo de tierra para el neutro de los transformadores irán los bornes de Neutro del transformador. La resistencia equivalente a tierra del pozo del Neutro del transformador no será mayor a 10 ohms.

f.3 Puesta a tierra del lado de baja tensión.

Ubicado según plano. Los pozos tendrán las dimensiones de 1,0m x 1,0m x 3,0m, cubierta con tierra cernida y con favigel o similar.

En el centro del pozo se instalará una varilla de cobre electrolítico (copperweld) de 5/8"Ø x 2.4m de longitud en cuyo extremo superior, llevará un conector de cobre tipo A-B a presión para conectar al cable troncal de tierra de subestación de calibre 70mm². La resistencia de la malla de baja tensión no será mayor a 10 ohms.

g) Elementos auxiliares de protección y maniobra

El propietario contará con los siguientes equipos de protección y maniobra antes de la puesta en servicio y para maniobras futuras, los cuales se ubicarán cerca de la Subestación.

g.1 Banco de Maniobra

De fibra de vidrio u otro material, deberá soportar un peso mayor de 100 kg. con las siguientes características:

Dimensiones	0,8 x 0,8 m
-------------	-------------

Aislamiento 30 kV

g.2 Pértiga

Para trabajo pesado de material aislante de alta resistencia mecánica a la tracción y la flexión, con espiga para accionar los seccionadores unipolares sin carga, con las siguientes características:

Longitud	1,6 m
Aislamiento	30 kV

g.3 Guantes Aislantes

De tamaño grande, N° 10, de jebe u otro aislante para uso eléctrico de las siguientes características:

Aislamiento	30 kV
-------------	-------

g.4 Balde con Arena.

De material plástico, de pared gruesa y alta resistencia mecánica, con asas para suspensión de plástico.

Con una capacidad de aproximadamente 10 kg de arena seca.

g.5 Zapatos.

Un par de la talla del operador, con suela y tacones de jebe de alto aislamiento eléctrico, los que deberán ser clavados con clavijas de madera o cocidos, no se permitirán clavos o partes metálicas.

Aislamiento	30 kV
-------------	-------

g.6 Lentes de Seguridad.

Anteojos de Policarbonato 56 CL, con protección lateral y patilla fija, la montura y las lunas serán a la medida de cada trabajador.

Se fabricarán según Norma Internacional ANSI Z87.1-1 989.

g.7 Casco.

El casco será fabricado de un material aislante para uso eléctrico de una tensión nominal no menor de 30 kV. y un nivel de aislamiento de 150 kVpico.

g.8 Placa de señalización.

En cada celda llevará una placa de señalización de 300 x 600 mm emperrados en las puertas y de 80 x 200 mm para el símbolo de presencia de corriente eléctrica, construidas de planchas metálicas de 1/16" de espesor y leyenda "ALTA TENSION PELIGRO DE MUERTE ", en letras y símbolo de color rojo con fondo amarillo.

g.9 Revelador de tensión.

Con acoplamiento de a pértiga o bastón de maniobra mediante un adaptador universal (CS-U). Tipo CT con llave conexión /desconexión/prueba. Para una tensión nominal de hasta 36kV. Fabricado según norma IEC-61243-1.

Características técnicas.

Dimensiones : Ø60 x 180mm

Temperatura de trabajo : -5o a 70o C.

Funcionamiento : Indicación sonora luminosa mediante LED's de alta luminosidad y señal acústica de 80 dB +/-1m de distancia.

Alimentación : Batería de 9 VCC

Peso aproximado : Aparato 290 gr.

Frecuencia de Trabajo : 50/60 Hz.

4.3 Cálculos Justificativos

4.3.1 Dimensionamiento del cable subterráneo para 22,9 kV

Condiciones:

El proyecto consta de 2 etapas

Los cálculos se realizarán para las dos Etapas

- Potencia Total en Equipos 1ra y 2da Etapa : 10 380 kVA
- Potencia de Máxima demanda 1ra Etapa : 6 225,051 kW
- Factor de diversidad : 0,8
- Potencia de Máxima demanda diversificada 1ra Etapa: 4 980,0408 kW
- Potencia de Máxima demanda 2da Etapa (Futuro) : 620,4 kW
- Factor de simultaneidad : 0,8
- Potencia de Máxima demanda Total 2da Etapa : 496,32 kW
- Potencia a Trasmitir 1ra y 2da Etapa : 6 845,451 kVA
- Potencia de Máxima demanda 1ra y 2da Etapa : 5 476,3608 kW
- Tensión nominal : 22,9 kV
- Factor de potencia : 0,85
- Potencia de Cortocircuito : 515 MVA
- Tiempo de actuación de la protección : 0,2 s.
- Temperatura del terreno : 25 °C
- Profundidad de instalación del cable : 1,00 m
- Tipo de cable a utilizar : 2(3-1x120mm²) N2XSY

Punto de Diseño LDS

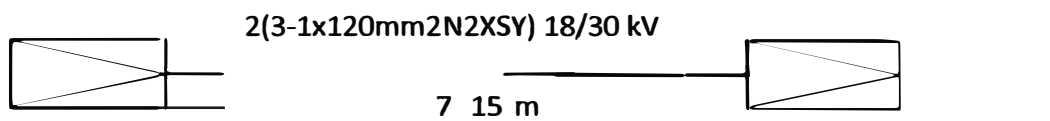


Fig 4.1 Diagrama unifilar general

a) Cálculo por corriente de carga: I_c

Factor de corrección por condiciones de instalación:

- Factor de resistividad térmica del suelo 120 (°C-cm/W) F_r : 1,09
- Factor de temperatura del suelo 25 °C. F_t : 1,00
- Factor de profundidad de instalación F_p : 1,00
- Factor por agrupamiento de cables por ductos F_a : 0,83

$$F_{eq} = 1,09 \times 1,00 \times 1,00 \times 0,83 = 0,9047 \quad (4.1)$$

 I_c : Corriente de carga nominal

$$I_c = \frac{P \text{ (kVA)}}{\sqrt{3} \times V} = 172,59 \quad (4.2)$$

Luego verificamos la capacidad de corriente de la doble tema del conductor

2 (3 - 1 x120mm² N2XSY) 18 / 30 kV. I_t Capacidad de corriente : 2 x 309 A. I_d : Corriente de diseño

$$I_d = F_r \times F_t \times F_p \times F_a \times I_t \quad (4.1)$$

$$I_d = 559,10 \text{ A.} \quad I_d > I_c = 172,59 \text{ A.}$$

Por lo tanto el conductor adecuado de alimentadores será:

El cable 3-1x 120mm² N2XSY con capacidad nominal de 309,00 ACapacidad de corriente de diseño a usar del 2(3-1x 120mm²) N2XSY es 559.10 A.**b) Cálculo de la caída de tensión**

$$\Delta V = \frac{\sqrt{3} I_c \times L (r \cos \Phi + x \sin \Phi)}{1000} \quad (4.3)$$

Para el cálculo de la caída de tensión se considerará los dos tramos subterráneos y aéreo tanto al inicio como al final de la red.

Parámetros del conductor de 120mm N2XSY

$$L = 715 \text{ m.}$$

$$L1 = r1 + jx1$$

$$L2 = r2 + jx2$$

Para el cálculo de la caída de tensión $L1$ se encuentra en paralelo con $L2$ y se calcula L equivalente.

$$r1 = 0,1951 \Omega/\text{Km} \quad x1 = 0,244 \Omega/\text{Km}$$

$$r2 = 0,1951 \Omega/\text{Km} \quad x2 = 0,244 \Omega/\text{Km}$$

$$L \text{ equiv} = r \text{ equiv} + j x \text{ equiv}$$

$$r \text{ equiv} = 0,09755 \Omega/\text{km} \quad x \text{ equiv} = 0,122 \Omega/\text{km}$$

$$I_c = 172,59 \text{ A.}$$

$$\text{Cos } \Phi = 0,85 \quad \text{Sen } \Phi = 0,526782688$$

Reemplazando valores en (4.3) tenemos:

$$\Delta V = 31,45836463 \text{ V.}$$

$$\% \Delta V = (\Delta V / V) \times 100 \quad (4.4)$$

$$\% \Delta V = 0,13737277 \%$$

c) Cálculo de la corriente de cortocircuito en el cable

Condiciones:

P_{cc} Potencia de corto circuito : 515 MVA

V Tensión nominal : 22,9 kV.

t Tiempo de actuación : 0,2 s.

I_{cc} Corriente de Cortocircuito : kA.

$$I_{cc} = \frac{P_{cc} \text{ (MVA)}}{\sqrt{3} \times V \text{ (kV)}} \quad (4.5)$$

Reemplazando valores:

$$I_{cc} = 12,98 \text{ kA.}$$

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

Condiciones:

I_{km} : Corriente de cortocircuito térmicamente

admisible por el cable : kA

S Sección del Cable : 120 mm

t Tiempo de actuación de la protección : 0,2 s.

$$I_{km} = \frac{0.143 \times S}{\sqrt{t}} \quad (4.6)$$

Reemplazando valores:

$$I_{km} = 38,37092649 \text{ kA.}$$

Se calculo $I_{cc}=12,98 \text{ kA}$ en el sistema.

Ya que $I_{km} > I_{cc}$, la sección del cable de $2(1 \times 120 \text{ mm}^2)$ es la correcta.

4.3.2 Dimensionamiento del cable subterráneo para 10kV.

Condiciones:

El proyecto consta de 2 etapas

Los cálculos se realizarán para las dos Etapas

- Potencia Total en Equipos 1ra y 2da Etapa	: 10 380 kVA
- Potencia de Máxima demanda 1ra Etapa	: 6 225,051 kW
- Factor de diversidad	: 0,8
- Potencia de Máxima demanda Total 1ra Etapa	: 4 980,0408 kW
- Potencia de Máxima demanda 2da Etapa (Futuro)	: 620,4 kW
- Factor de simultaneidad	: 0,8
- Potencia de Máxima demanda Total 2da Etapa	: 496,32 kW
- Potencia a Transmitir 1ra y 2da Etapa	: 6 845,451 kVA
- Potencia de Máxima demanda 1ra y 2da Etapa	: 5 476,3608 kW
- Tensión nominal	: 10 kV
- Factor de potencia	: 0,85
- Potencia de Cortocircuito	: 180 MVA
- Tiempo de actuación de la protección	: 0,2 s.
- Temperatura del terreno	: 25 °C
- Profundidad de instalación del cable	: 1,00 m
- Tipo de cable a utilizar	: 2(3-1x120mm ²) N2XSY

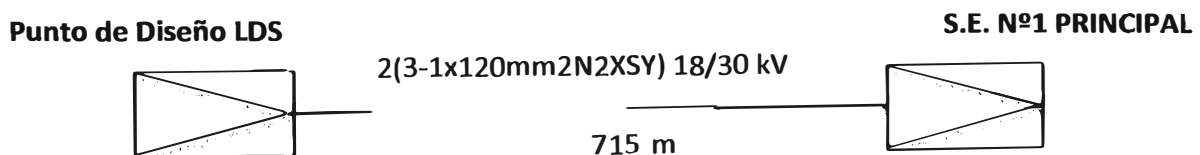


Fig 4.2 Diagrama unifilar general

a) Cálculo por corriente de carga I_c

Factor de corrección por condiciones de instalación:

- Factor de resistencia térmica del suelo 120 (°C-cm/W) F_r : 1,09
- Factor de temperatura del suelo 25 °C. F_t : 1,00
- Factor de profundidad de instalación F_p : 1,00
- Factor por agrupamiento de cables por ductos F_a : 0,83

$$F_{eq} = 1,09 \times 1,00 \times 1,00 \times 0,83 = 0,9047 \quad (4.1)$$

I_c : Corriente de carga nominal

$$I_c = \frac{P \text{ (kVA)}}{\sqrt{3} \times V} = 395,22 \quad (4.2)$$

Luego verificamos la capacidad de corriente de la doble terna del conductor

2 (3 - 1 x 120mm² N2XSY) 18 / 30 kV

I_t Capacidad de corriente (ver anexo 1) : 2 x 309 A.

I_d : Corriente de diseño

$$I_d = F_r \times F_t \times F_p \times F_a \times I_t \quad (4.1)$$

$$I_d = 559,10 \text{ A.} \quad I_d > I_c = 395,22 \text{ A.}$$

Por lo tanto el conductor adecuado de alimentadores será: el cable 3-1x120mm² N2XSY con capacidad nominal de 309,00 A

Capacidad de corriente de diseño a usar del 2(3-1x 120mm²) N2XSY es 559.10 A.

b) Cálculo por caída de tensión

$$\Delta V = \frac{\sqrt{3} \times I_c \times L \text{ (} r \cos \Phi + x \text{sen} \Phi \text{)}}{1000} \quad (4.3)$$

Parámetros del conductor de 120mm N2XSY

$L = 715 \text{ m.}$

$L_1 = r_1 + jx_1$

$L_2 = r_2 + jx_2$

Para el cálculo de la caída de tensión L_1 está en paralelo con L_2

y se calcula L equivalente.

$$r1 = 0,1951 \Omega/\text{Km} \quad x1 = 0,244 \Omega/\text{Km}$$

$$r2 = 0,1951 \Omega/\text{Km} \quad x2 = 0,244 \Omega/\text{Km}$$

$$L_{\text{equiv}} = r_{\text{equiv}} + j x_{\text{equiv}}$$

$$r_{\text{equiv}} = 0,09755 \Omega/\text{Km} \quad x_{\text{equiv}} = 0,122 \Omega/\text{Km}$$

$$I_c = 395,22 \text{ A.}$$

$$\cos \Phi = 0,85 \quad \text{Sen } \Phi = 0,526782688$$

Reemplazando valores:

$$\Delta V = 72,03965501 \text{ V.}$$

$$\% \Delta V = (\Delta V / V) \times 100 \quad (4.4)$$

$$\% \Delta V = 0,72039655 \%$$

c) Cálculo de corriente de cortocircuito en el cable

Condiciones:

Pcc	: Potencia de cortocircuito	: 180 MVA
V	: Tensión nominal	: 10 kV
t	: Tiempo de actuación	: 0,2 Seg.
Icc	: Corriente de Cortocircuito	: kA

$$I_{cc} = \frac{P_{cc} \text{ (MVA)}}{\sqrt{3} \times V \text{ (kV)}} \quad (4.5)$$

Reemplazando valores:

$$I_{cc} = 10,39 \text{ kA.}$$

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

Condiciones:

I _{km}	Corriente de cortocircuito térmicamente admisible por el cable	: kA
S	Sección del Cable	: 120 mm
t	Tiempo de actuación de la protección	: 0,2 s.

$$I_{km} = \frac{0.143 \times S}{\sqrt{t}} \quad (4.6)$$

Reemplazando valores:

$$I_{km} = 38,37092649 \text{ kA.}$$

Se calculo $I_{cc} = 10,39 \text{ kA}$ en el sistema.

Ya que $I_{km} > I_{cc}$, la sección del cable de $2(3-1 \times 120 \text{ mm}^2)$ es la correcta.

4.3.3 Cálculo de la protección de la S.E. proyectada para 22,9kV.

Condiciones:

- Potencia a Trasmistir 1ra y 2da Etapa : 6 845,451 kVA
- Potencia de Máxima demanda 1ra y 2da Etapa : 5 476,3608 kW
- Tensión nominal : 22,9 kV
- Factor de potencia : 0,85
- Potencia de Cortocircuito : 515 MVA
- Tiempo de actuación de la protección : 0,2 s.

Valores a calcular:

- I_{cc} : Corriente de falla (en kiloamperios)
- I_n : Corriente nominal del transformador (en amperios)
- I_{op} : Corriente nominal de operación de la protección
- P_{cc2} : Potencia de cortocircuito de la Subestación proyectada (en MVA)

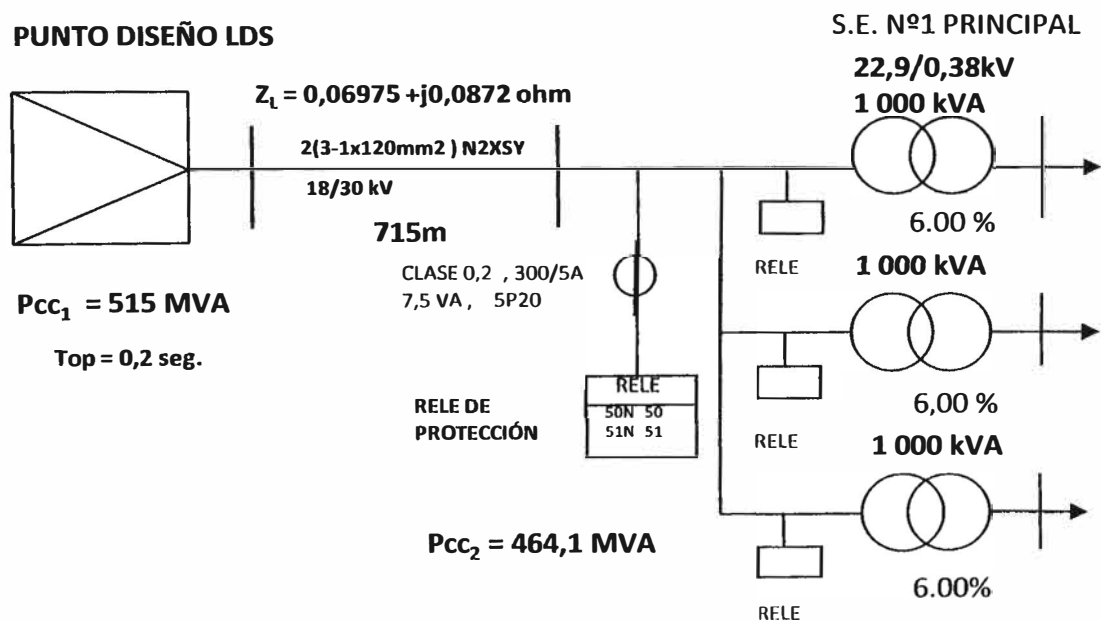


Fig 4.3 Diagrama unifilar general

a) Cálculo de la Pcc2 de la S.E. proyectada.

- Pcc1 del punto de diseño	:	515	MVA
- Tensión nominal (V)	:	22,9	kV
- Impedancia de Línea (ZL)	:	0,111686576	ohm

L = 715 m

$$r_{\text{equiv}} = 0,09755 \Omega/\text{Km} \quad x_{\text{equiv}} = 0,122 \Omega/\text{Km}$$

$$\cos \Phi = 0,85 \quad \text{Sen } \Phi = 0,526782688$$

$$ZL = 0,06974825 + j 0,08723 \text{ ohm}$$

$$Z_{\text{PMI}} = \frac{(V)^2}{P_{\text{cc1}}} = 1,018271845 \text{ ohm} \quad (4.7)$$

$$ZT = ZL + Z_{\text{PMI}} = 1,129958421 \text{ ohm} \quad (4.8)$$

$$P_{\text{cc2}} = \frac{(V)^2}{ZT} = 464,0967228 \text{ MVA} \quad (4.9)$$

b) Cálculo de la corriente de operación de la protección

En el relé para la protección por sobrecorriente y fallas a tierra (50, 51, 50N y 51N) se ajustara entre 1,5 veces la corriente nominal.

Calculamos la corriente nominal del transformador I_n .

$$I_n = \frac{P \text{ (kVA)}}{\sqrt{3} \times V \text{ (kV)}} \quad (4.3)$$

$$I_n = 172,5912 \text{ A.}$$

Calculamos la corriente de operación de la protección.

$$I_{\text{op}} = 1,5 I_n \quad (4.10)$$

$$I_{\text{op}} = 258,8868 \text{ A.}$$

Calculamos la corriente en el secundario del transformador de corriente para verificar los valores que dispone el relé.

I_s : Corriente en el relé temporizado.

$$I_s = \frac{I_{\text{op}} \times 5}{630} = 2,054 \text{ A} \quad (4.11)$$

c) Cálculo de la corriente nominal del transformador 1

Calculamos la corriente nominal del transformador I_n .

$$I_n = \frac{1 \text{ 000 kVA}}{\sqrt{3} \times 22,9 \text{ kV}} \quad (4.3)$$

$$I_n = 25,2125 \text{ A.}$$

Calculamos la corriente de operación de la protección.

$$I_{op} = 1,5 I_n \quad (4.10)$$

$$I_{op} = 37,8188 \text{ A.}$$

Calculamos la corriente en el secundario del transformador de corriente para verificar los valores que dispone el relé.

I_s : Corriente en el relé temporizado.

$$I_s = \frac{I_{op} \times 5}{100} \quad (4.11)$$

$$I_s = 1,89094 \text{ A.}$$

d) Cálculo de la corriente nominal del transformador 2

Calculamos la corriente nominal del transformador I_n .

$$I_n = \frac{1\,000 \text{ kVA}}{\sqrt{3} \times 22,9 \text{ kV}} \quad (4.3)$$

$$I_n = 25,2125 \text{ A.}$$

Calculamos la corriente de operación de la protección.

$$I_{op} = 1,5 I_n \quad (4.10)$$

$$I_{op} = 37,8188 \text{ A.}$$

Calculamos la corriente en el secundario del transformador de corriente para verificar los valores que dispone el relé.

I_s : Corriente en el relé temporizado.

$$I_s = \frac{I_{op} \times 5}{100} = 1,89094063 \text{ A} \quad (4.11)$$

$$I_s = 1,89094 \text{ A.}$$

e) Cálculo de la corriente nominal del transformador 3

Calculamos la corriente nominal del transformador I_n .

$$I_n = \frac{1\,000 \text{ kVA}}{\sqrt{3} \times 22,9 \text{ kV}} \quad (4.3)$$

$$I_n = 25,2125 \text{ A.}$$

Calculamos la corriente de operación de la protección.

$$I_{op} = 1,5 I_n \quad (4.10)$$

$$I_{op} = 37,8188 \text{ A.}$$

Calculamos la corriente en el secundario del transformador de corriente para verificar los valores que dispone el relé.

I_s : Corriente en el relé temporizado.

$$I_s = \frac{I_{op} \times 5}{100} = 1,89094063 \text{ A} \quad (4.11)$$

f) Cálculo de corriente de cortocircuito.

P_{cc2}	Potencia de corto circuito	:	464,10 MVA
V	Tensión nominal	:	22,9 kV
I_{cc}	Corriente de Cortocircuito	:	kA

$$I_{cc} = \frac{P_{cc} \text{ (MVA)}}{\sqrt{3} \times V \text{ (kV)}} \quad (4.5)$$

Reemplazando valores:

$$I_{cc} = 11,70 \text{ kA.}$$

4.3.4 Calculo de la protección de la S.E. proyectada para 10kV.

- Potencia a Trasmistir 1ra y 2da Etapa	:	6 845,451 kVA
- Potencia de Máxima demanda 1ra y 2da Etapa	:	5 476,3608 kW
- Tensión nominal	:	10 kV
- Factor de potencia	:	0,85
- Potencia de Cortocircuito	:	180 MVA
- Tiempo de actuación de la protección	:	0,2 s.

Valores a calcular:

- I_{cc} : Corriente de falla (en kiloamperios)
- I_n : Corriente nominal del transformador (en amperios)
- I_{op} : Corriente nominal de operación de la protección
- P_{cc2} : Potencia de cortocircuito de la Subestación proyectada (en MVA)

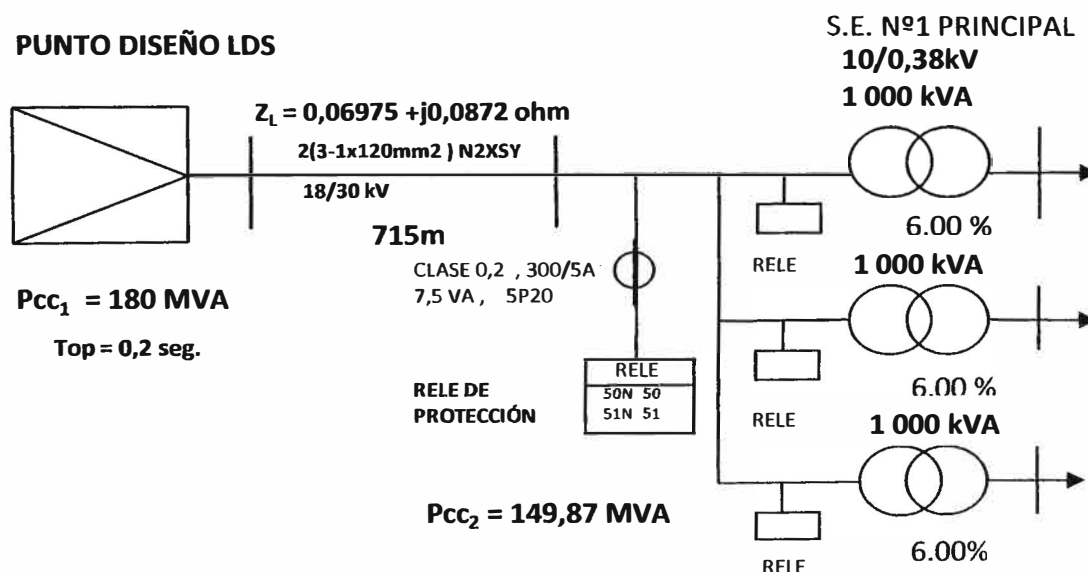


Fig 4.4 Diagrama unifilar general

a) Cálculo de la Pcc2 de la S.E. proyectada.

- Pcc1 del punto de diseño	:	180	MVA
- Tensión nominal (V)	:	10	kV
- Impedancia de Linea (ZL)	:	0,111686576	ohm

L = 715 m

$$r \text{ equiv} = 0,09755 \Omega/\text{Km} \quad x \text{ equiv} = 0,122 \Omega/\text{Km}$$

$$\text{Cos } \Phi = 0,85 \quad \text{Sen } \Phi = 0,526782688$$

$$ZL = 0,06974825 + j 0,08723 \text{ ohm}$$

$$Z_{PMI} = \frac{(V)^2}{P_{cc1}} = 0,555555556 \text{ ohm} \quad (4.7)$$

$$Z_T = ZL + Z_{PMI} = 0,667242132 \text{ ohm} \quad (4.8)$$

$$P_{cc2} = \frac{(V)^2}{Z_T} = 149,8706321 \text{ MVA} \quad (4.9)$$

b) Cálculo de la corriente de operación de la protección.

En el relé para la protección por sobrecorriente y fallas a tierra (50, 51, 50N y 51N) se ajustara entre 1,5 veces la corriente nominal.

Calculamos la corriente nominal del transformador I

$$I_n = \frac{P \text{ (kVA)}}{\sqrt{3} \times V \text{ (kV)}} \quad (4.3)$$

$$I_n = 395,2339 \text{ A.}$$

Calculamos la corriente de operación de la protección

$$I_{op} = 1,5 I_n \quad (4.10)$$

$$I_{op} = 592,8508 \text{ A.}$$

Calculamos la corriente en el secundario del transformador de corriente para verificar los valores que dispone el relé.

Is : Corriente en el relé temporizado

$$I_s = \frac{I_{op} \times 5}{630} \quad (4.11)$$

$$I_s = 4,70516 \text{ A.}$$

c) Cálculo de la corriente nominal del transformador 1

Calculamos la corriente nominal del transformador In

$$I_n = \frac{1.000 \text{ kVA}}{\sqrt{3} \times 10 \text{ kV}} \quad (4.3)$$

$$I_n = 57,7367 \text{ A.}$$

Calculamos la corriente de operación de la protección

$$I_{op} = 1,5 I_n \quad (4.10)$$

$$I_{op} = 86,6051 \text{ A.}$$

Calculamos la corriente en el secundario del transformador de corriente para verificar los valores que dispone el relé.

I_s : Corriente en el relé temporizado

$$I_s = \frac{I_{op} \times 5}{100} \quad (4.11)$$

$$I_s = 4,33025 \text{ A.}$$

d) Cálculo de la corriente nominal del transformador 2.

Calculamos la corriente nominal del transformador I_n

$$I_n = \frac{1\,000 \text{ kVA}}{\sqrt{3} \times 10 \text{ kV}} \quad (4.3)$$

$$I_n = 57,7367 \text{ A.}$$

Calculamos la corriente de operación de la protección

$$I_{op} = 1,5 I_n \quad (4.10)$$

$$I_{op} = 86,6051 \text{ A.}$$

Calculamos la corriente en el secundario del transformador de corriente para verificar los valores que dispone el relé.

I_s : Corriente en el relé temporizado

$$I_s = \frac{I_{op} \times 5}{100} \quad (4.11)$$

$$I_s = 4,33025 \text{ A.}$$

e) Cálculo de la corriente nominal del transformador 3

Calculamos la corriente nominal del transformador I_n

$$I_n = \frac{1\,000 \text{ kVA}}{\sqrt{3} \times 10 \text{ kV}} \quad (4.3)$$

$$I_n = 57,7367 \text{ A.}$$

Calculamos la corriente de operación de la protección

$$I_{op} = 1,5 I_n \quad (4.10)$$

$$I_{op} = 86,6051 \text{ A.}$$

Calculamos la corriente en el secundario del transformador de corriente para verificar los valores que dispone el relé.

Is : Corriente en el relé temporizado

$$I_s = \frac{I_{op} \times 5}{100} \quad (4.11)$$

$$I_s = 4,33025 \text{ A.}$$

f) Cálculo de corriente de cortocircuito

Condiciones:

Pcc2	Potencia de corto circuito	149,87 MVA
V	Tensión nominal	10 kV
Icc	Corriente de Cortocircuito	kA

$$I_{cc} = \frac{P_{cc} \text{ (MVA)}}{\sqrt{3} \times V \text{ (kV)}} \quad (4.5)$$

Reemplazando valores:

$$I_{cc} = 8,65 \text{ kA.}$$

4.3.5 Cálculo de puesta a tierra

Cálculo de Resistencia de Dispersión (Rj) de un electrodo vertical con favigel

$$R_j = \frac{\rho_r \ln D}{2\pi L d} + \frac{\rho \ln \frac{4L}{D}}{12\pi L} \quad (4.12)$$

Donde:

ρ_r : Resistividad del relleno, Ohm-m

ρ : Resistividad del terreno, Ohm-m

L : Longitud del electrodo, m

D : Diámetro del pozo, m

d : Diámetro del electrodo, m

Datos:

ρ_r : 20 Ohm-m ρ : 333 Ohm-m

D : 0,9 m d : 0,01905 m

L : 2,4 m

$$R_j = 13,83 \text{ Ohm}$$

4.4 Metrado

En la tabla N°4.1 se muestra el metrado de los equipos eléctricos de la Subestación Eléctrica de media tensión.

Tabla N° 4.1 Metrado de los equipos eléctricos

Item	Descripción	Unid.	Cant.
1.0	Subestación Eléctrica 3 000kVA		
1.1	Pozos de Tierra Convencional para M.T. y Neutro Transformador	Und.	2
1.2	Conexión de Puestas a Tierra de la S.E.	Cjto.	1
1.3	Montaje Transf. Trifás. 1 000 kVA, 22,9 -10/0,38 kV. En Subestación Compacta.	Cjto.	3
1.4	Instalación de celda modular en S.E. Compacta	Und.	14
1.5	Subestación con celdas compactas tipo bloque con celdas de subida a barra, celda de protección y celda de medición (sin suministro). Dimensión aproximada de celda las celdas (altura, ancho y profundidad: 1,80 m. x 10,55 m. x 1,30 m).	Und.	1
1.6	Subestación Compacta tipo bloque con tres celdas de transformadores: tres de 1 000 kVA (sin suministro). Dimensión aproximada de las celdas de transformador (altura, ancho y profundidad: 2,40 m. x 7,05 m. x 1,45 m).	Und.	1
1.7	Transformador seco de potencia trifás. 1 000kVA, 22,9 - 10/0,38 kV, incluye rieles tipo H para soporte y fijación de transformador.	Und.	3
1.8	Alquiler de Grúa 10 tns.	Und.	1
1.9	Pértiga de maniobra 1,6 m(aislamiento 30kV, con desconector y estuche)	Und.	1
1.10	Par de Guantes de caucho aislante bicolor (clase 2, talla 9,5, 30 kV.)	Und.	1
1.11	Detector de tensión sonoro luminoso (BT 30-1 500 V; M.T. 1 500-122 000V.)	Und.	1
1.12	Banco de Maniobra con aislamiento hasta 30 kV	Und.	1

4.5 Cronograma de Obra

En la tabla N°4.2 se muestra el metrado de los equipos eléctricos de la Subestación Eléctrica de media tensión.

TABLA N°4.2 CRONOGRAMA DE EJECUCION OBRA

SE N°1 PRINCIPAL

ITEM	DESCRIPCION	D I A S																																								
		semana 1							semana 2							semana 3							semana 4							semana 5												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35						
1,00	OBRAS CIVILES																																									
1,10	Trazo y replanteo	xx	xx																																							
1,20	Rotura y resane de veredas			xxx	xxx	xxx	xxx																																			
1,30	Excavación y relleno de zanjas					xxxxxxx		xx	xx																																	
2,00	OBRAS ELECTROMECANICAS																																									
2,10	Cable N2XSY 2(3 -1x120 mm2), 18/ 30 kV									xx																																
2,20	Terminal termocontraible 3M										xx																															
2,30	Subestacion 3 000 kVA																			xx	xx		xx	xx	xx	xx	xx															
2,40	Conexión a mallá de tierra de baja tensión											xx	xx																													
2,50	Pozo de tierra de media tensión															xx	xx																									
2,60	Pozo de tierra del neutro del transformador																		xx	xx																						
2,70	Pruebas y puesta en servicio																																					xx	xx	xx		

4.6 Planos del Proyecto del Sistema de Utilización

Se indica la siguiente relación de planos del proyecto del Sistema de Utilización y se muestran los planos en el anexo B.

- IE – 01 Sistema de Utilización en 22,9kV (Operación inicial en 10kV)
Red de Media Tensión.
- IE – 02 Sistema de Utilización en 22,9kV (Operación inicial en 10kV)
Detalles de la instalación.
- IE – 03 Sistema de Utilización en 22,9kV (Operación inicial en 10kV)
Diagrama Unifilar.
- IE – 04 Sistema de Utilización en 22,9kV (Operación inicial en 10kV)
Subestación Eléctrica N°1 Principal – 6,20m N.P.T.
- IE – 05 Sistema de Utilización en 22,9kV (Operación inicial en 10kV)
Sistema de tierra de B.T., M.T. y de Comunicaciones -6,20m N.P.T.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

- 1.** Al realizar un proyecto de Sistema de Utilización se deberá tener en cuenta la utilidad y el modelo de subestación eléctrica según la carga requerida y el presupuesto asignado para el proyecto.
- 2.** Las subestaciones con celdas compactas tienen un mantenimiento mínimo por el diseño de sus celdas y el grado de avanzada tecnología de fabricación de los mismos.
- 3.** El diseño de una subestación es también coordinada con los arquitectos e ingenieros civiles que dimensionan el espacio necesario para instalar las celdas y transformadores y poder realizar inspecciones, mantenimientos y como también ingresar o retirar las celdas de media tensión en caso se requieran y contar con una adecuada seguridad para el personal que ingresa a la subestación.
- 4.** Muchos proyectos de sistema de utilización se están inclinando en utilizar transformadores secos y así ingresar a los estándares de subestaciones amigables al medio ambiente al no utilizar el aceite como refrigerante del transformador.
- 5.** Observando la gran carga que requieren los centros comerciales le es conveniente pedir suministro de energía en media tensión y por lo tanto tener en sus instalaciones subestaciones adecuadas para suministrar energía a todos sus locales.
- 6.** Finalmente para llegar a seleccionar el tipo de celda y la marca se lleva a cabo una licitación de proveedores donde juega un papel muy importante el tiempo de entrega y el costo de los equipos instalados en sus instalaciones.
- 7.** Es muy importante que al seleccionar la clase de equipos a instalar se indiquen en el contrato que cada uno de los equipos cuenten con una garantía de fabricación y pruebas en fábrica.
- 8.** Una vez entregado el proyecto del Sistema de Utilización a la empresa concesionaria evaluará y aprobará el proyecto. Luego para el inicio de construcción e implementación del proyecto pedirá revisar el cuaderno de inicio de obra y supervisará la implementación de la

subestación eléctrica y luego que todo quede terminado procederá a energizar la subestación eléctrica particular.

9. El dueño de la subestación eléctrica particular será responsable de hacer el mantenimiento adecuado para el normal funcionamiento. Debiendo tener personal capacitado y calificado para realizar dichos trabajos.

ANEXOS

ANEXOS A
CATALOGO DEL PROYECTO

NORMAS ELECTRICAS DE LA EMPRESA ELECTRICA LUZ DEL SUR

1) APLICACION

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

2) CONDICIONES NORMALES DE INSTALACION DE CABLES DIRECTAMENTE ENTERRADOS

Las siguientes condiciones de instalación son consideradas como normales:

a) Resistividad térmica del terreno	:	150 °C-cm/W
b) Temperatura del terreno	:	25 °C
c) Profundidad de instalación	:	1,20 m
d) Cantidad de cables en la zanja	:	3
e) Separación entre cables.	:	70 mm
f) Conexión a tierra de la pantalla del cable	:	En ambos extremos y en los empalmes.

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

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

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

3) CONFORMACION

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

4) ESPECIFICACIONES TECNICAS

Las especificaciones técnicas, con los aspectos de diseño y fabricación de este tipo de cable, están dados en el documento DNC-ET-021c.

Las características más importantes son:

4.1) CONDUCTOR

La conformación del conductor es la siguiente:

SECCION mm2	50	70	120	240
CONFORMACION DEL CONDUCTOR	COBRE ELECTROLITICO RECOCIDO, CABLEADO REDONDO COMPACTADO (CLASE 2) (sentido de la mano izquierda)			

4.2) AISLAMIENTO Y PANTALLAS ELECTRICAS

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

El aislamiento es de polietileno reticulado (XLPE) con grado de aislamiento $E_0/E=18/30$ kV. y sobre este es adherida una capa de semiconductor del tipo extruído de fácil retiro (easy-stripping).

4.3) BLINDAJE METALICO

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

1.2 ohm/km para 50, 70 y 120 mm².

0.75 ohm/km para 240 mm².

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

4.4) CUBIERTA EXTERNA

Esta constituido por un compuesto de cloruro de polivinilo (PVC) del tipo ST2.

4.5) COLORES

El aislamiento del cable será de color natural.

La cubierta externa del cable será de color rojo.

5) DIMENSIONES

Las dimensiones teóricas del cable son las siguientes:

SECCION mm2	Ø CONDUCTOR (mm)	ESPEJOR AISLAMIENTO (mm)	Ø SOBRE EL AISLAMIENTO (mm)	ESPEJOR PVC (mm)	Ø EXTERIOR (mm)
50	8,7	8,0	25,5	2,0	31,9
70	10,5	8,0	27,3	2,2	34,1
120	13,9	8,0	30,7	2,2	37,5
240	19,8	8,0	36,6	2,4	43,8

6) CAPACIDAD DE CORRIENTE EN CONDICIONES NORMALES DE OPERACION

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

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

CUADRO "A"
CAPACIDAD DE CORRIENTE

SECCION mm ²	CORRIENTE (A)		
	F.C. =1	F.C. ≤0.75 *	F.C. ≤0,6 **
50	189	193	197
70	231	236	242
120	310	317	325
240	439	476	486

* Corresponde a los tipos de cargas siguientes: Comercial, Residencial, Industrial, Hospital.

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

Estos valores han sido considerados de los cuadros presentados en el libro Electric cables, calculados según método E.R.A. (Electrical Research Asociation) del Reino Unido y aplicado a las curvas típicas de nuestra zona de concesión.

7) CAPACIDAD DE CORRIENTE EN CONDICIONES DE EMERGENCIA

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

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

8) CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO

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

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

donde:

I_{km} = corriente media eficaz de cortocircuito (kA)
 S = sección nominal del conductor (mm²)
 t = tiempo (s)

temperatura de cortocircuito = 250 °C

temperatura máxima de operación = 90 °C

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

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

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

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

9) PARAMETROS ELECTRICOS

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

SECCION mm ²	R 20°C ohm/km	Re ohm/km	X1 ohm/km	C uf/km	K 3φ (V/A x km)
50	0.387	0,4935	0,2763	0,1238	0,9796
70	0.268	0,3417	0,2637	0,1394	0,7476
120	0.153	0,1951	0,2440	0,1696	0,5411
240	0.0754	0,0961	0,2212	0,2204	0,4178

R20 = Resistencia a la corriente continua a 20 °C

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

X1 = Reactancia inductiva

C = Capacidad de servicio.

10) FACTORES DE CORRECCION

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

10.1 FACTORES DE CORRECCION RELATIVOS A LA TEMPERATURA DEL SUELO

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

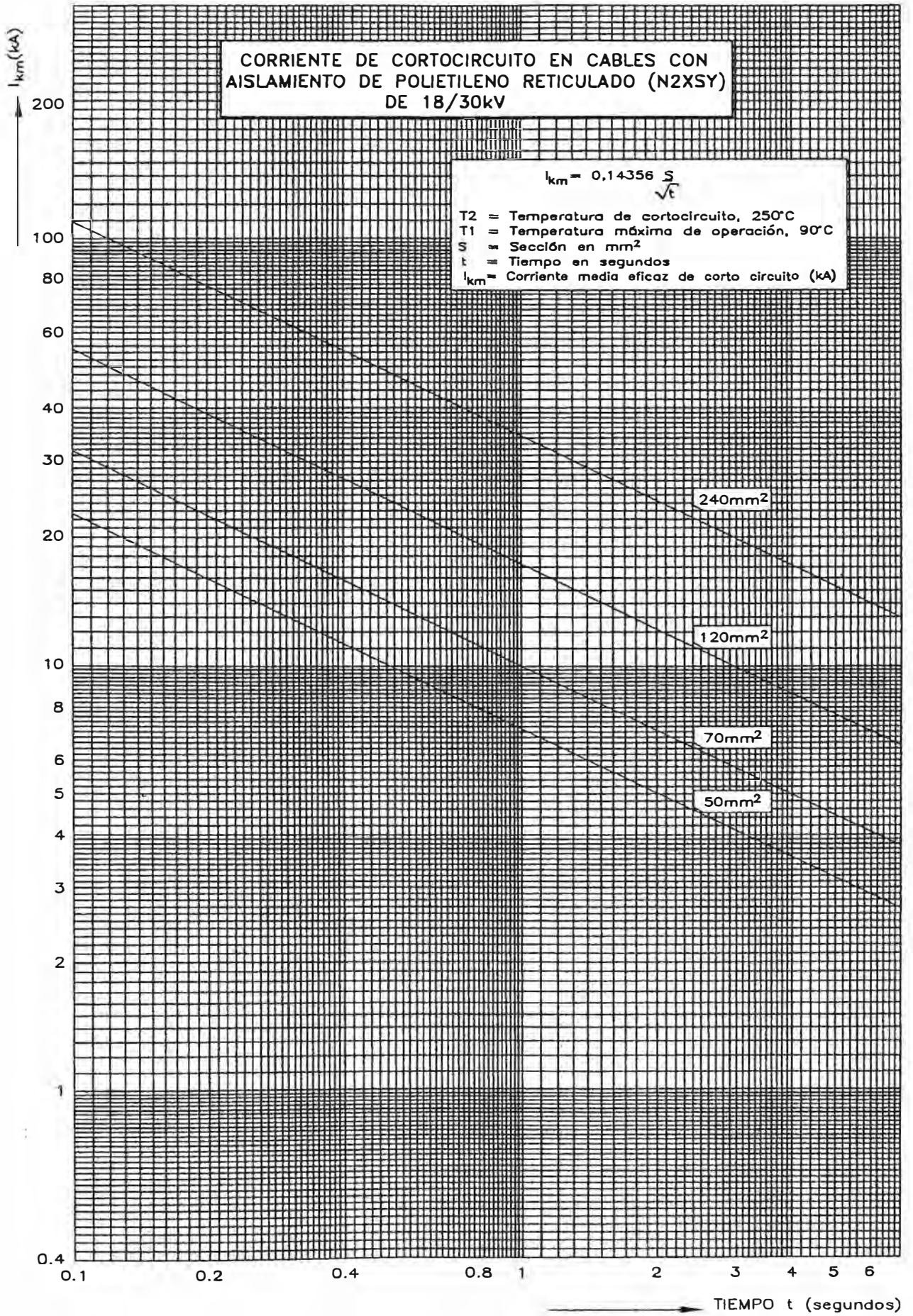
10.2 FACTORES DE CORRECCION RELATIVOS A LA RESISTIVIDAD TERMICA DEL SUELO

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

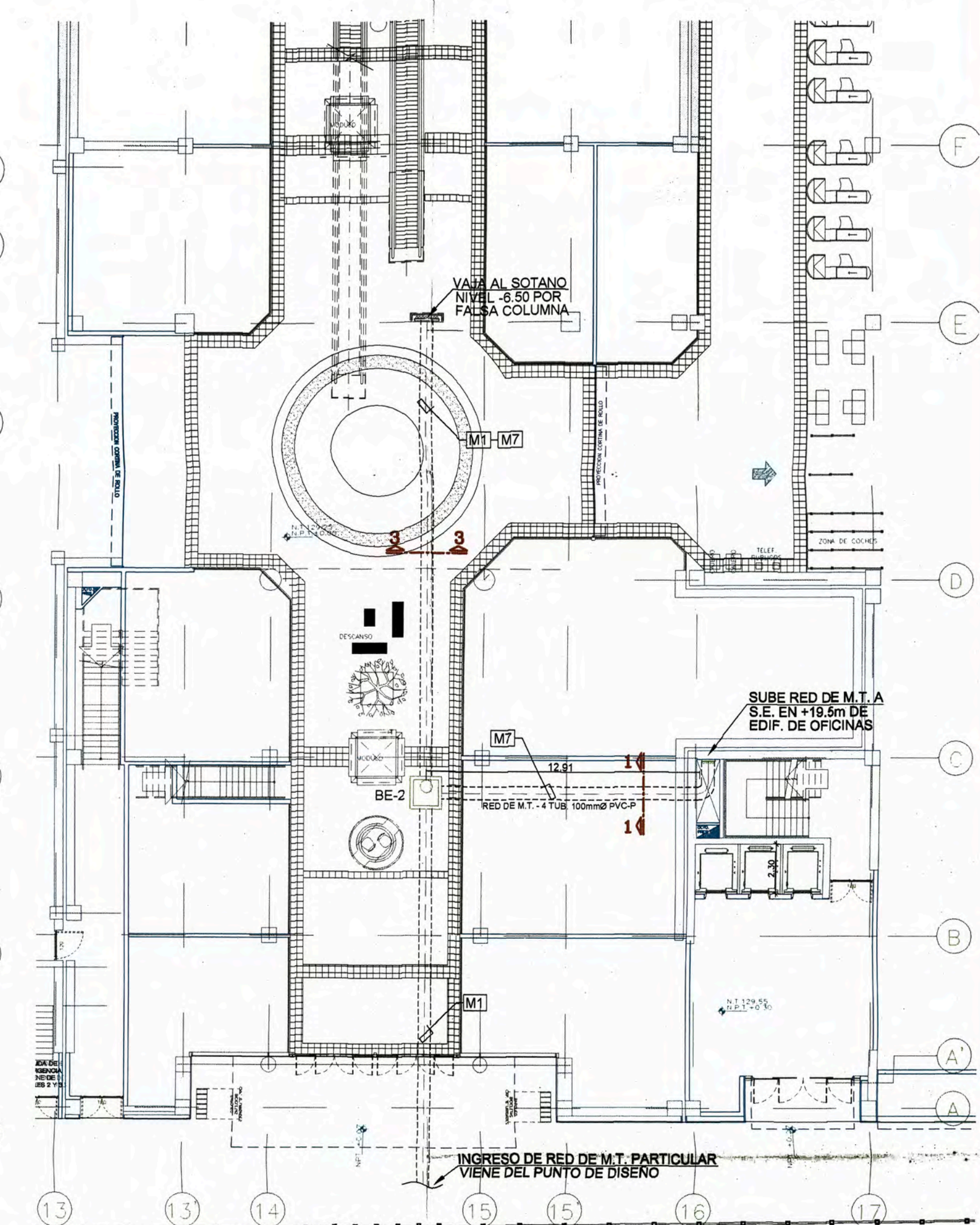
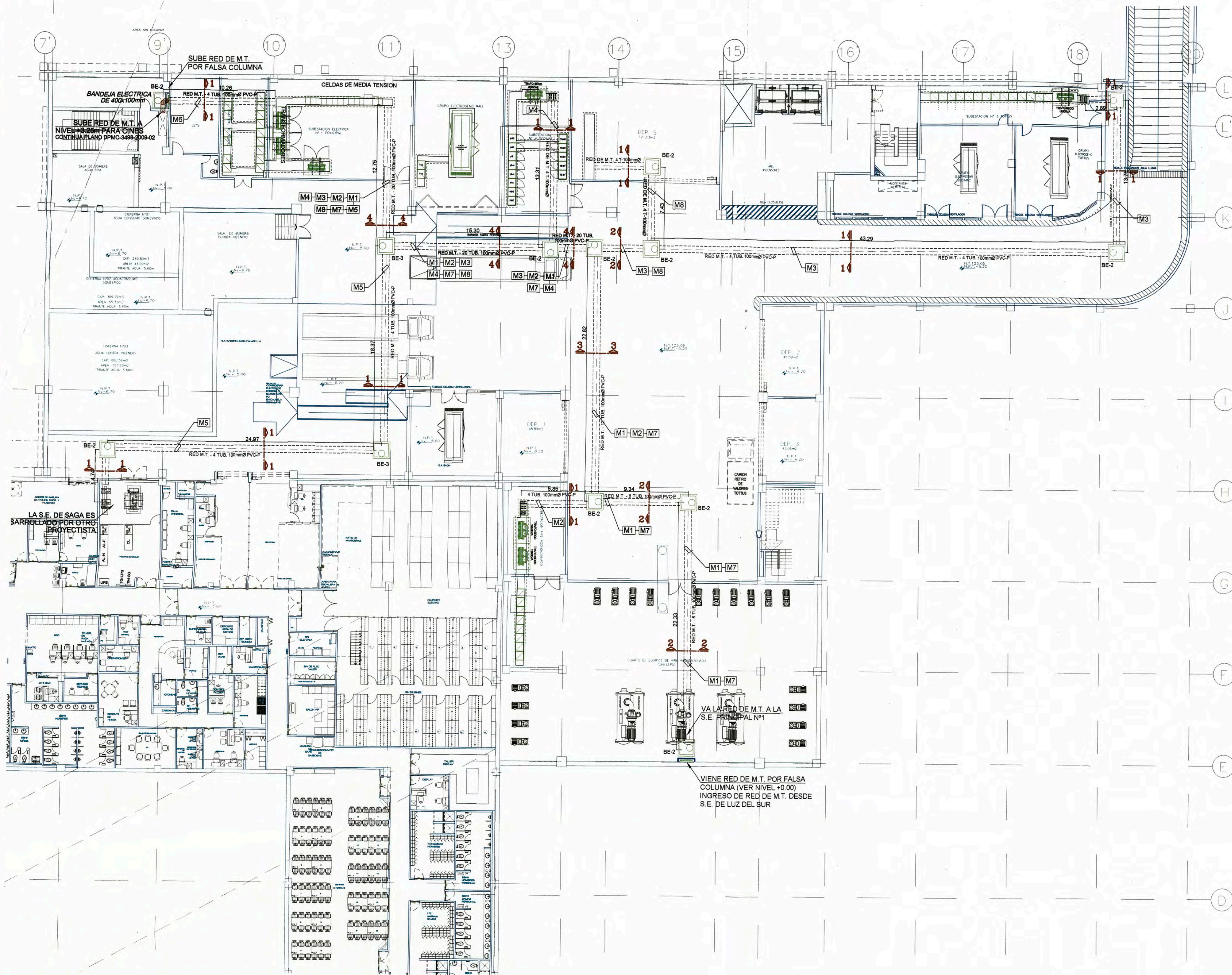
10.3 FACTORES DE CORRECCION DEBIDO AL AGRUPAMIENTO DE CABLES
DIRECTAMENTE ENTERRADOS

NUMERO DE SISTEMAS DE CABLES UNIPOLARES EN LA MISMA ZANJA **	SECCION mm ²	SEPARACION ENTRE CABLES "d" (cm)		
		3	7	15
2	50 70 120 240	0,81	0,83	0,85

** Cada sistema tiene tres cables unipolares.



ANEXOS B
PLANOS DEL PROYECTO



**CUADRO DE ALIMENTADORES
 RED DE MEDIA TENSION**

CODIGO	DESDE	HASTA	DESCRIPCION	ALIMENTADOR
M1	LDS	SE Nº1	S.E. Nº1 PRINCIPAL	2(3-1x120mm² N2XSY) - RED DE MEDIA TENSION
M2	SE Nº1	SE Nº2	S.E. Nº2 CHILLERS	3-1x50mm² N2XSY - RED DE MEDIA TENSION
M3	SE Nº1	SE Nº3	S.E. Nº3 TIENDA TOTUS	3-1x50mm² N2XSY - RED DE MEDIA TENSION
M4	SE Nº1	SE Nº4	S.E. Nº4 TIENDA SODIMAC	3-1x50mm² N2XSY - RED DE MEDIA TENSION
M5	SE Nº1	SE Nº5	S.E. Nº5 TIENDA SAGA	3-1x50mm² N2XSY - RED DE MEDIA TENSION
M6	SE Nº1	SE Nº6	S.E. Nº6 CINES	3-1x50mm² N2XSY - RED DE MEDIA TENSION
M7	SE Nº1	SE EDIFICIO	S.E. EDIFICIO DE OFICINAS	3-1x50mm² N2XSY - RED DE MEDIA TENSION
M8	SE Nº1	SE DELOSI	S.E. TIENDA DELOSI	3-1x50mm² N2XSY - RED DE MEDIA TENSION

NOTA:
 LOS CORTES 1, 2, 3 Y 4 SE ENCUENTRAN EN EL PLANO IE - 02



FECHA	DISEÑO	DEBIL	REVISION	DESCRIPCION	PROPIETARIO

MALLS PERU

DESARROLLO:
 BACH. CARLOS ALBERTO ORIHUELA PARIONA
 DIBUJO:
 BACH. CARLOS ALBERTO ORIHUELA PARIONA

OPEN PLAZA

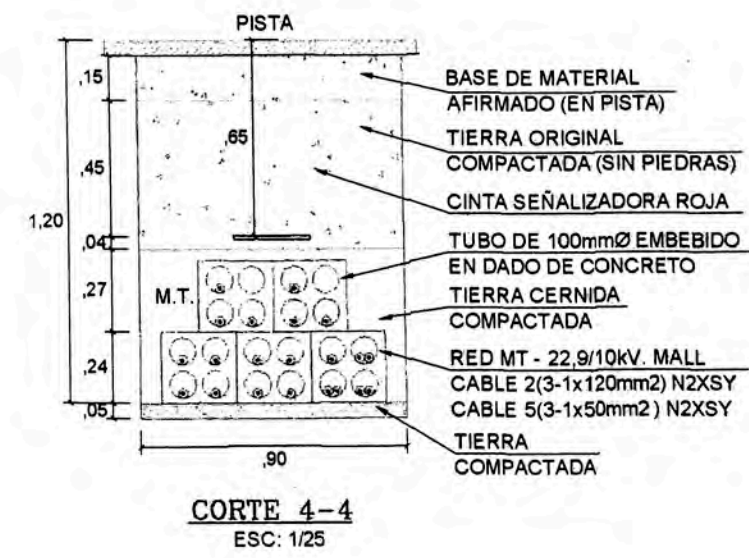
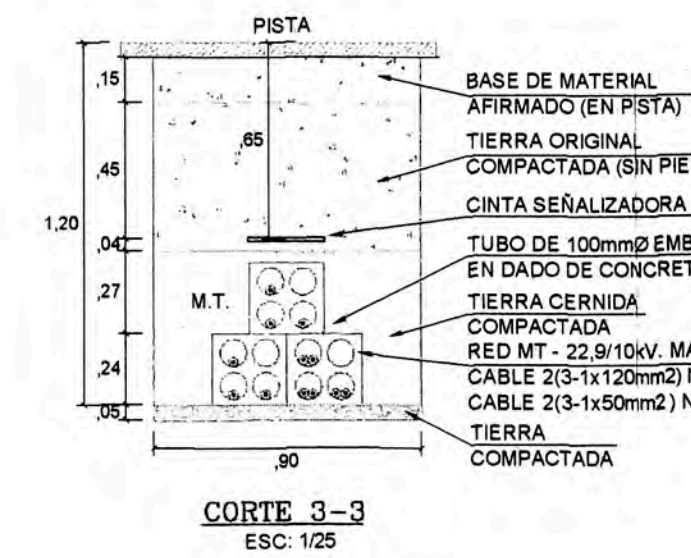
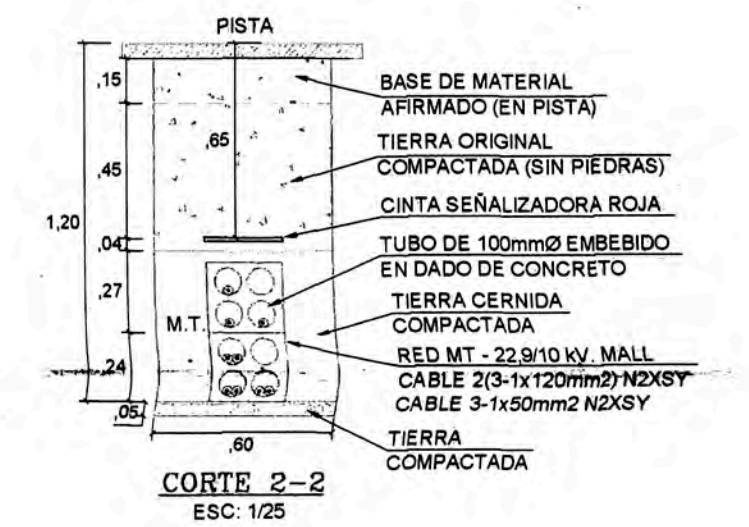
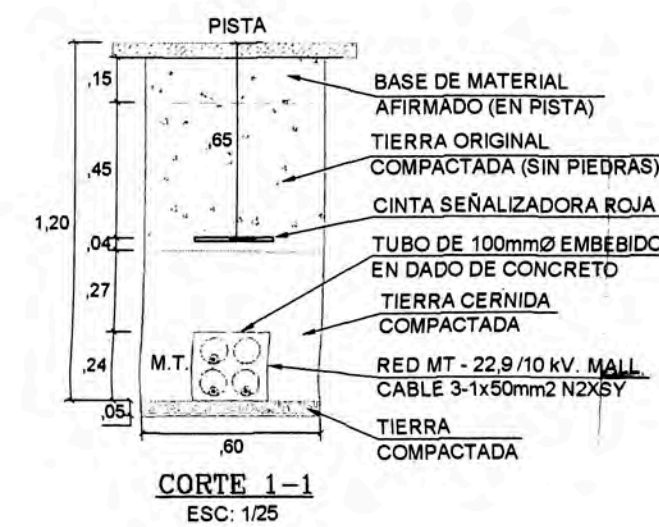
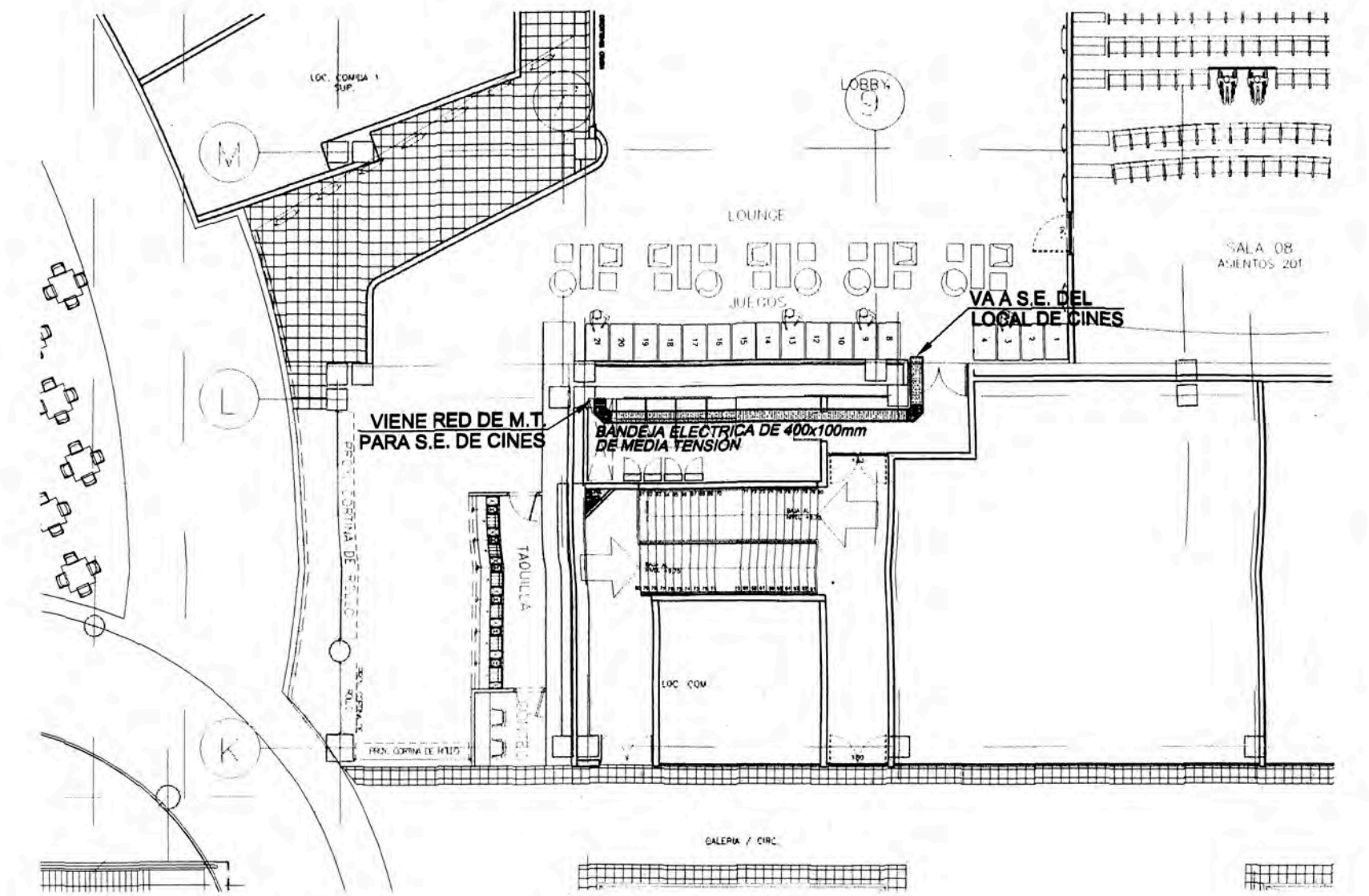
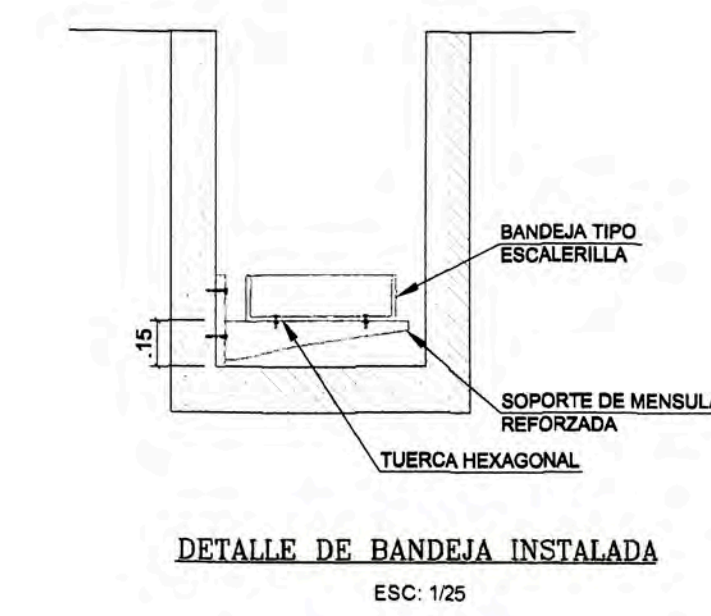
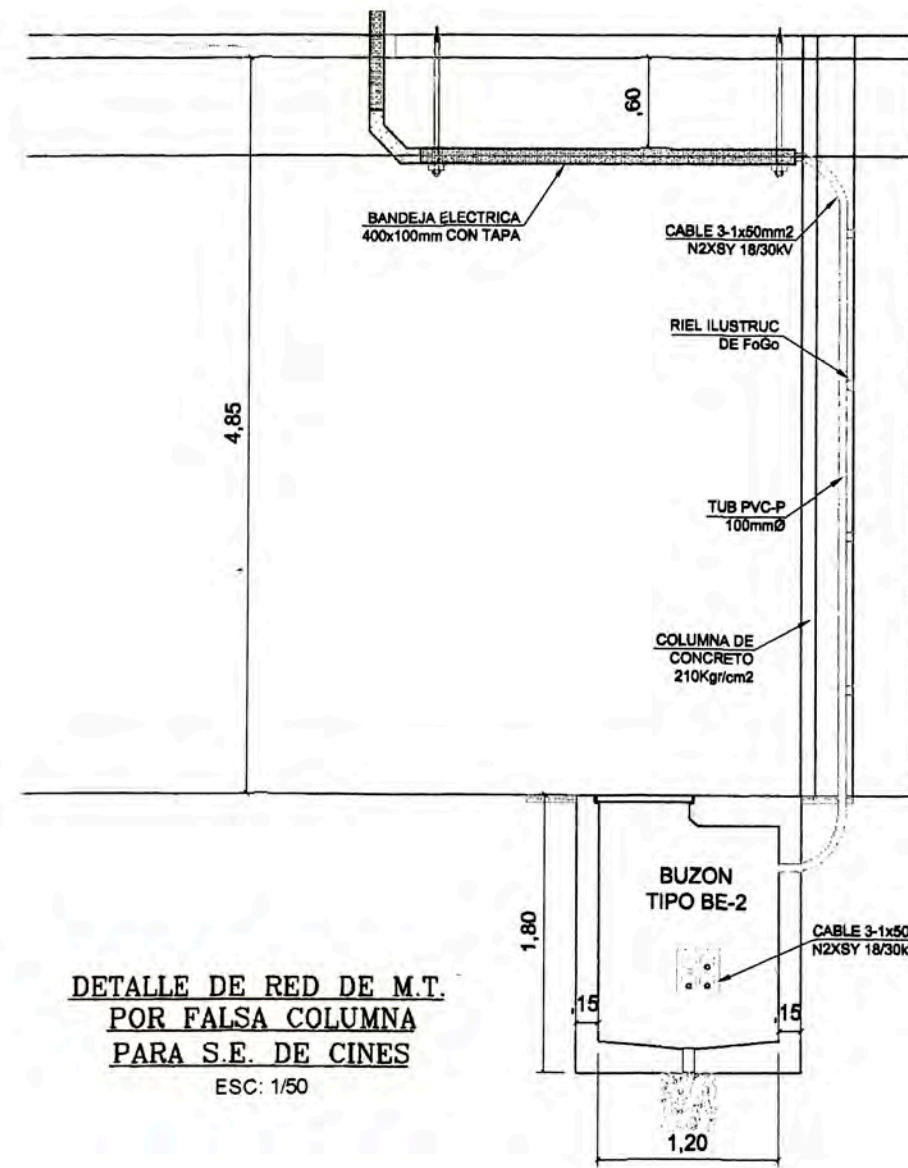
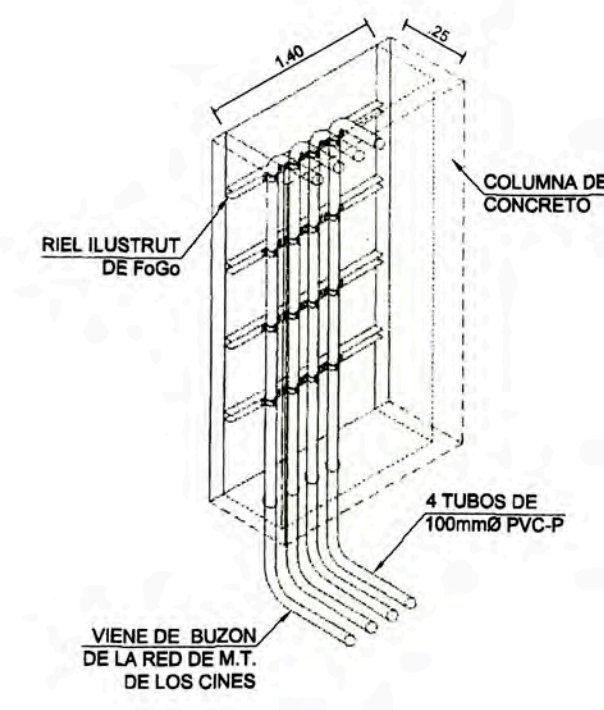
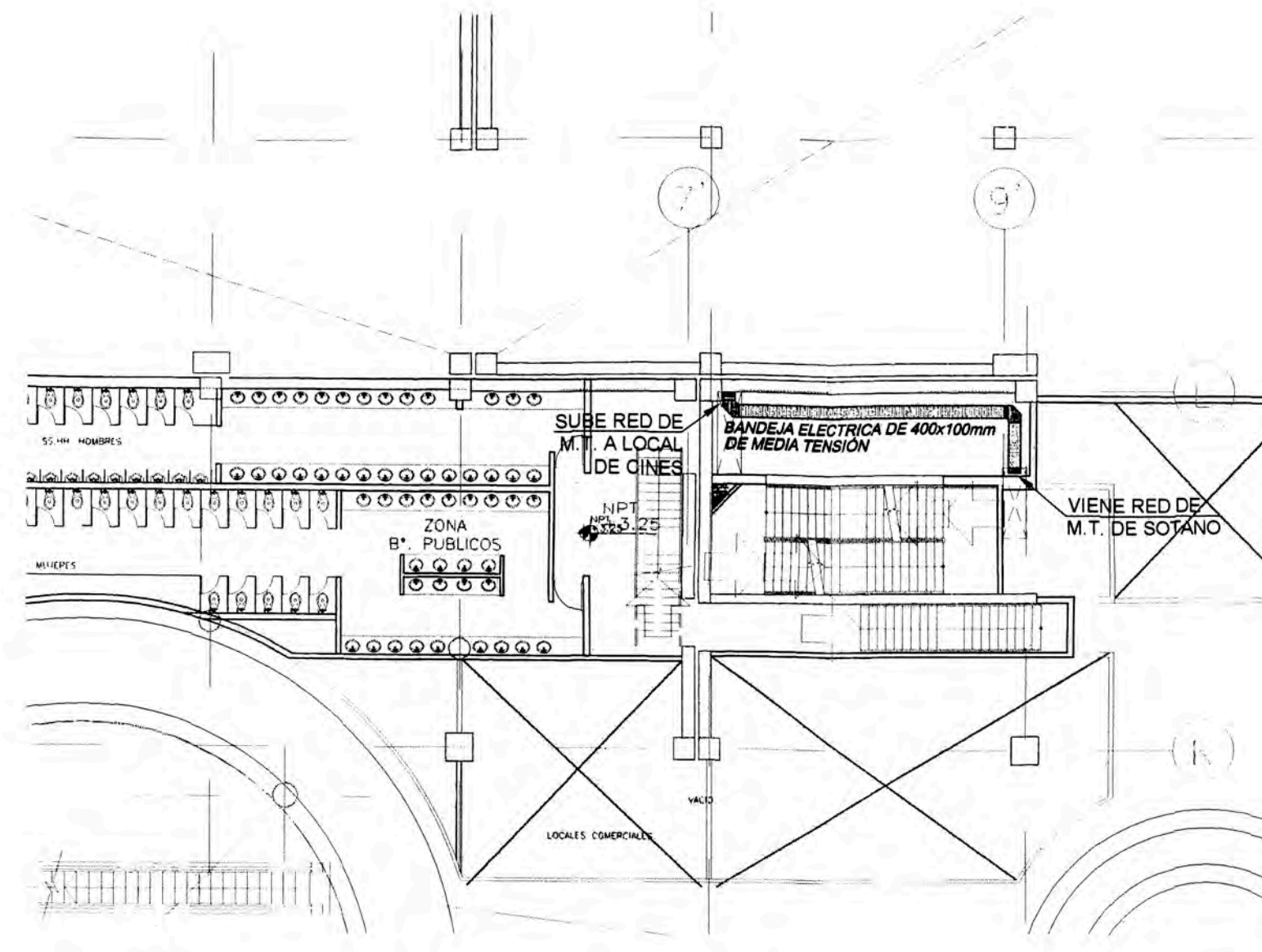
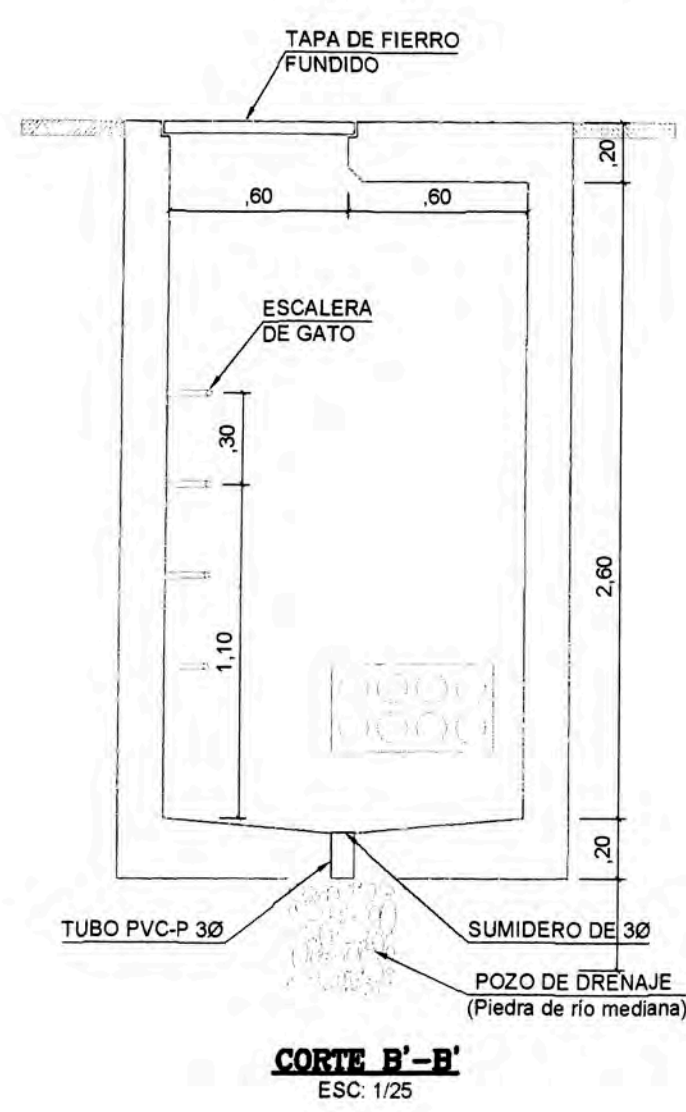
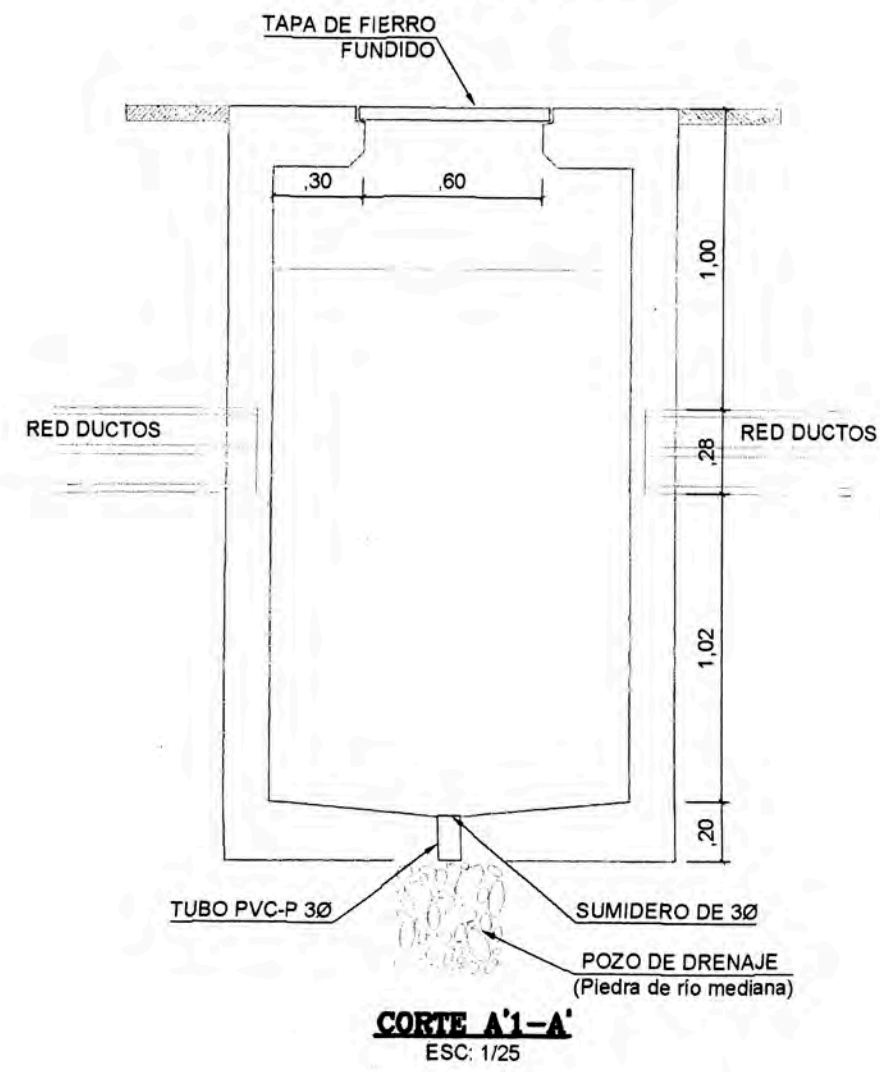
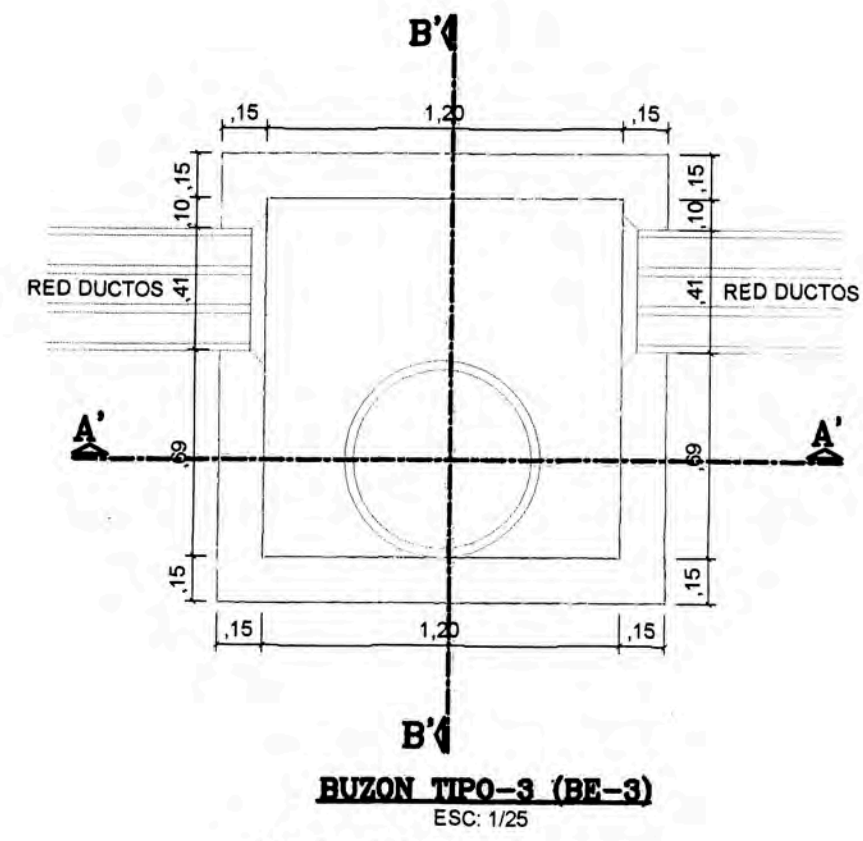
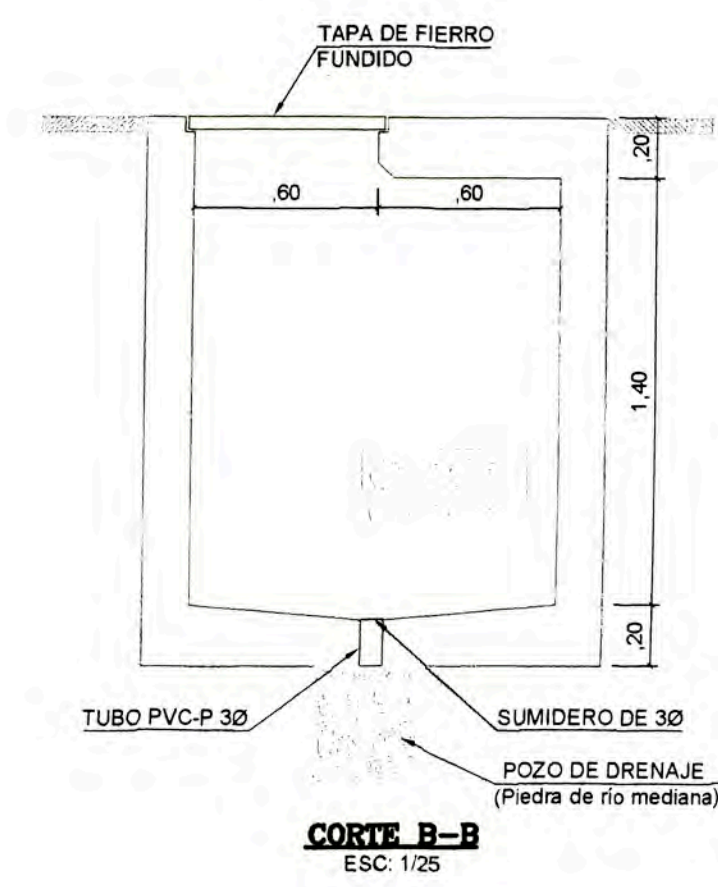
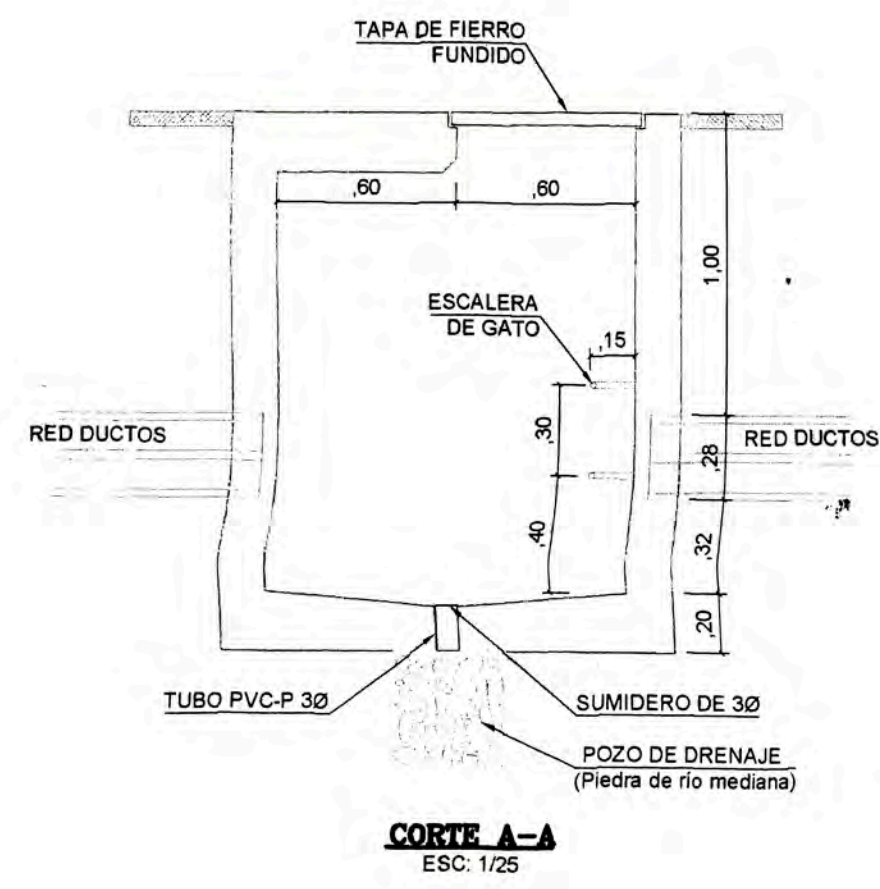
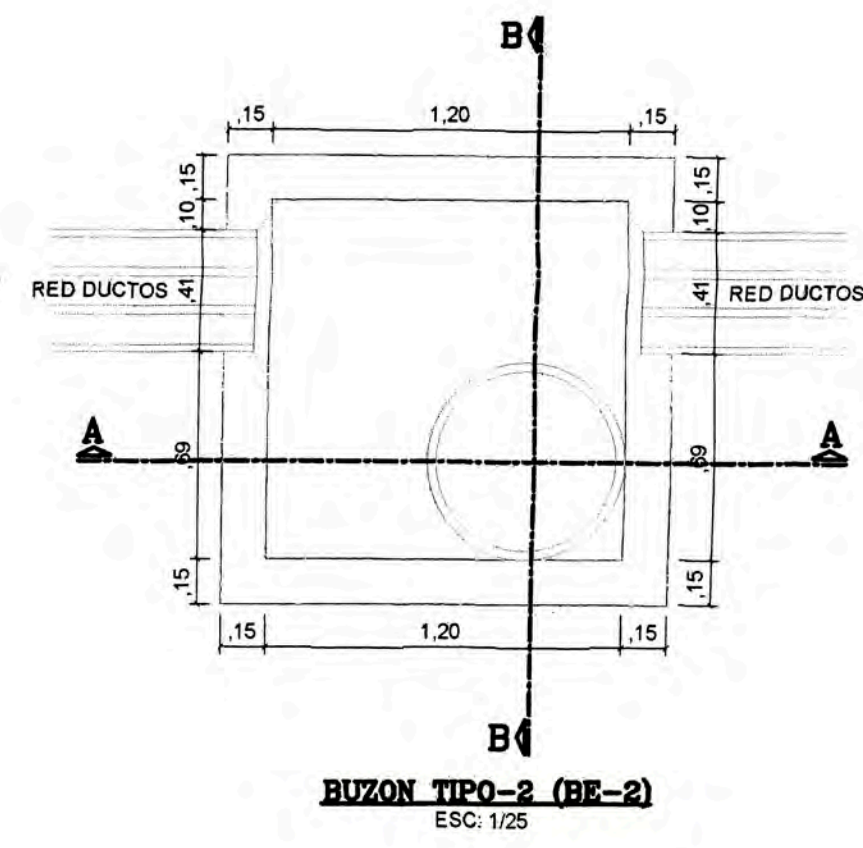
ESPECIALIDAD:
INSTALACIONES ELECTRICAS
 PLANO:
SISTEMA DE UTILIZACION EN 22,9kV (OPERACION INICIAL 10kV) RED DE MEDIA TENSION

FECHA:
 AGOSTO, 2010

ESCALA:
 INDICADA

IE-01

DE: 02



FECHA	DESCRIPCIÓN	PROYECTANTE	PROYECTO	ESPECIALIDAD	FECHA	LÁMINA

PROPIETARIO: MALLS PERU

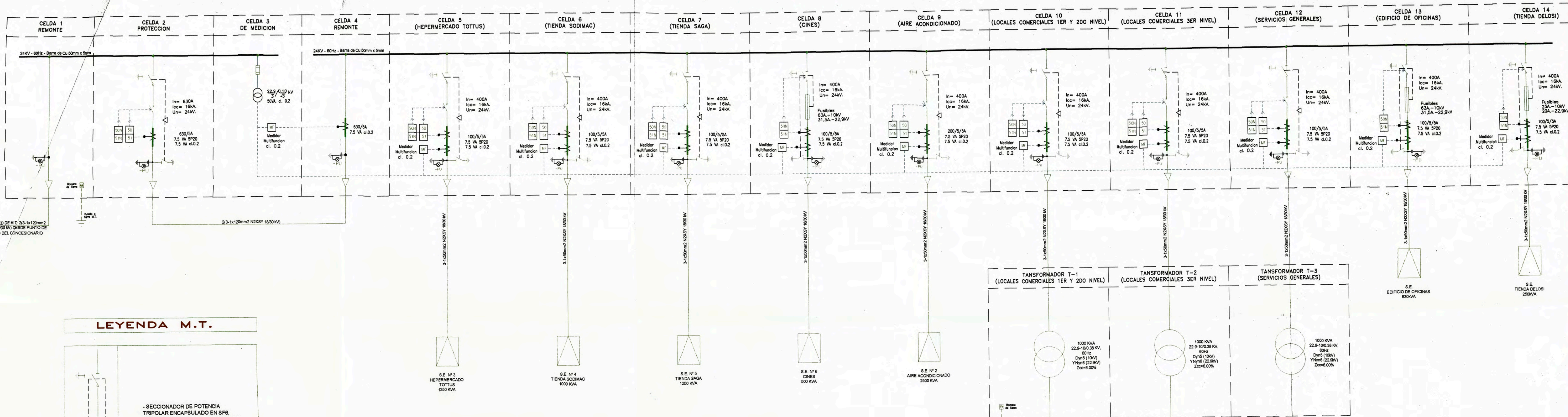
DESARROLLADO POR: BACH CARLOS ALBERTO ORIHUELA PARIANA
 DISEÑADO POR: BACH CARLOS ALBERTO ORIHUELA PARIANA

PROYECTO: OPEN PLAZA PRIMAVERA

ESPECIALIDAD: INSTALACIONES ELECTRICAS
 PLANO: SISTEMA DE UTILIZACIÓN EN 22.9KV (OPERACIÓN INICIAL 10KV) RED DE MEDIA TENSIÓN

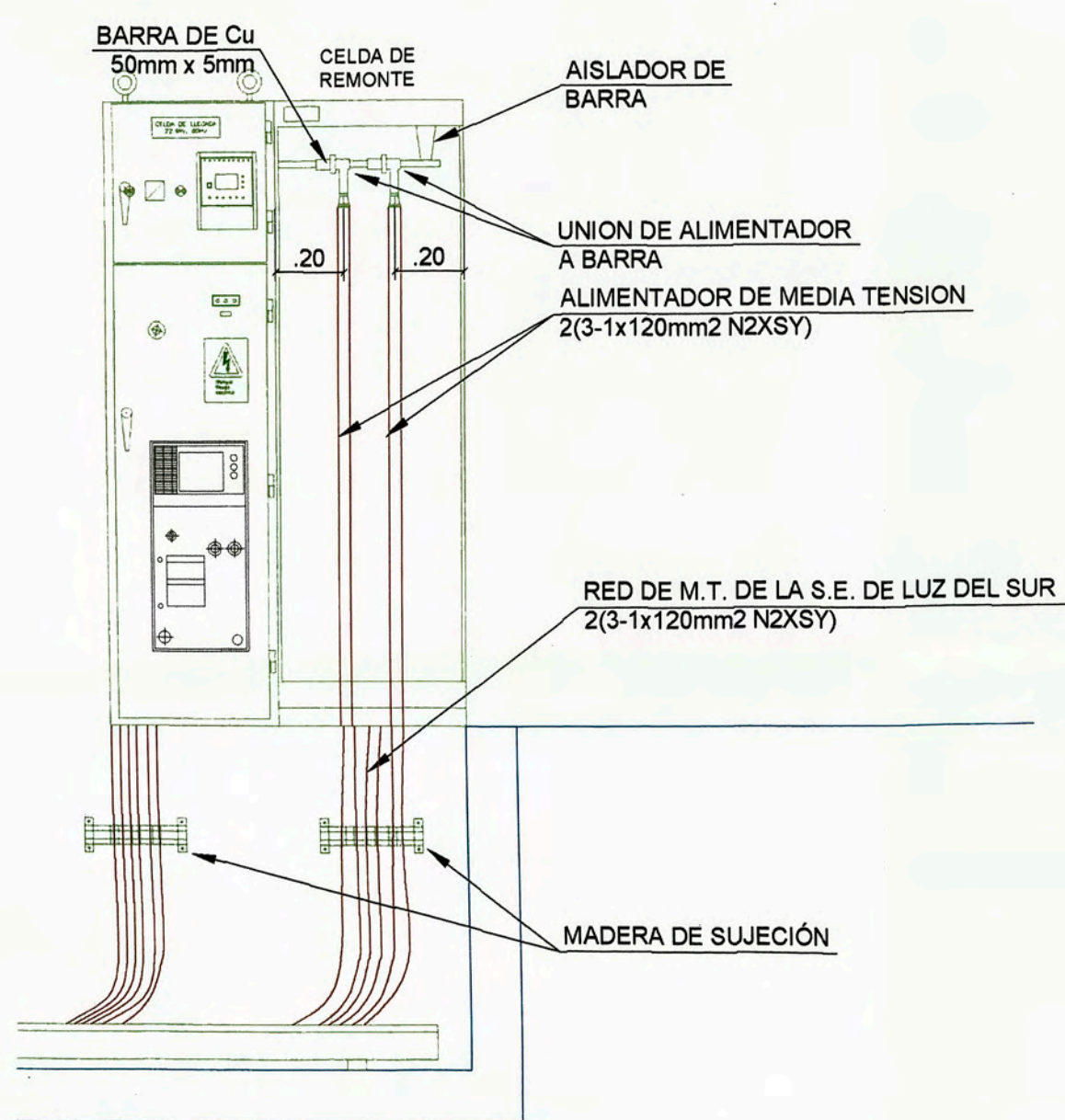
FECHA: AGOSTO, 2010
 ESCALA: INDICADA
 LÁMINA: IE-02

SUBSTACION ELECTRICA N° 1 - PRINCIPAL

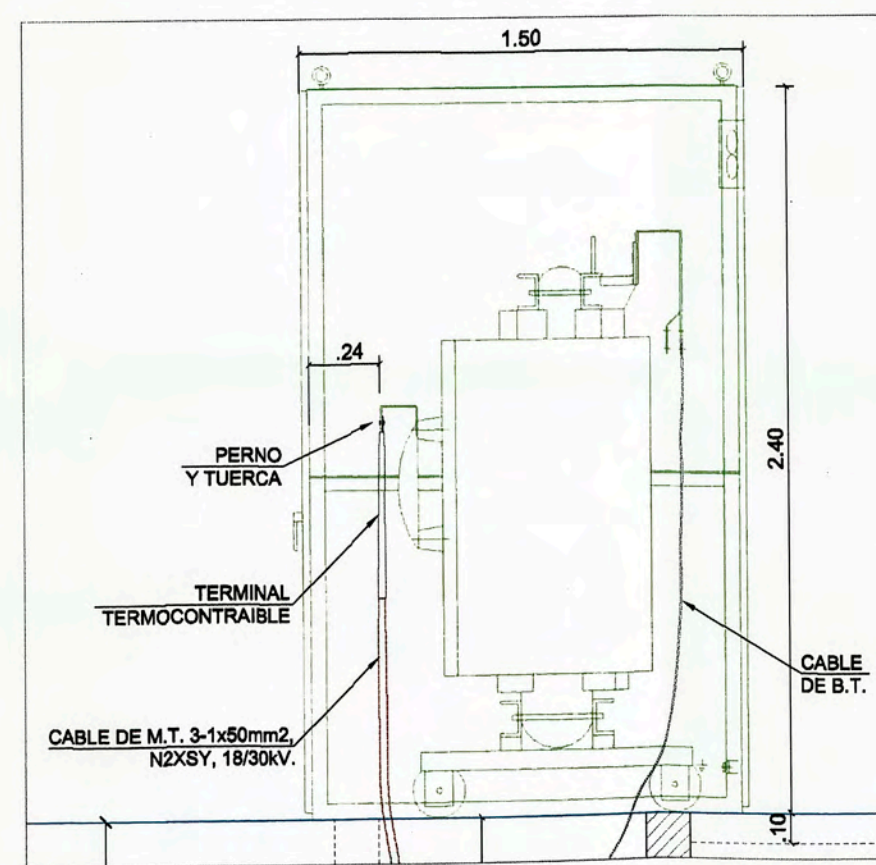


LEYENDA M.T.

	- SECCIONADOR DE POTENCIA TRIPOLAR ENCAPSULADO EN SF6. - TRES FUSIBLES DE ELEVADO PODER DE RUPRTURA. - CUCHILLAS DE PUESTA A TIERRA. TENSION MAXIMA DE OPERACION 24 KV. Icc= 18KA, 60Hz
	INTERRUPTOR, CON CAMARA DE EXTINCION EN VACIO, DE EJECUCION FLJA. TENSION MAXIMA DE OPERACION 24 KV. Icc=18KA, 60Hz
	SECCIONADOR DE TRES POSICIONES DE APERTURA SIN CARGA, CON MECANISMO DE OPERACION MANUAL, TENSION MAXIMA DE OPERACION 24 KV, 60Hz
	TRANSFORMADOR DE CORRIENTE
	INDICADOR LUMINOSO DE PRESENCIA DE TENSION
	PUESTA A TIERRA, R<25 Ω PARA MT, R<25Ω PARA EL NEUTRO DEL TRANSFORMADOR Y R<10Ω PARA BT.
	TRANSFORMADOR DE POTENCIA
	MEDIDOR MULTIFUNCION
	RELÉ DE SOBRECORRIENTE CON FUNCIÓN 50/51 Y 50N/51N, CON BOBINA DE DISPARO EN 24V.
	TERMINAL DE CABLES SUBTERRANEO TIPO NZXSY.
	BARRA DE TIERRA



DETALLE DE CONEXION DE LA RED DE M.T. CON LA CELDA DE REMONTE



DETALLE DE CONEXION DE CABLES DE M.T. A BORNES DEL TRANSFORMADOR

NOTA: LEYENDA DEL PLANO IE-04

- ① CELDA DE REMONTE
- ② CELDA DE PROTECCION PRINCIPAL (CON INTERRUPTOR DE POTENCIA)
- ③ CELDA DE MEDICION
- ④ CELDA DE PROTECCION Y MEDICION (CON INTERRUPTOR DE POTENCIA)
- ⑤ CELDA DE SALIDA (CON SECCIONADOR FUSIBLE)
- ⑥ CELDA DE SALIDA PARA CARGA FUTURA
- ⑦ CELDA PARA TRANSFORMADOR
- ⑧ TRANSFORMADOR DE POTENCIA
- ⑨ BANDEJA PORTA CABLES DE MT, 800x100mm
- ⑩ BANDEJAS PORTA CABLES DE BT, 400x100mm
- ⑪ TABLEROS DE BT.
- ⑫ RIEL PARA APOYO DE TRANSFORMADOR (DISTANCIA ENTRE RIELES SERÁ DEFINIDO POR EL FABRICANTE) RIEL SERÁ SUMINISTRADO POR EL PROVEEDOR DEL TRANSFORMADOR.
- ⑬ GRUPO ELECTROGENO

NOTA:

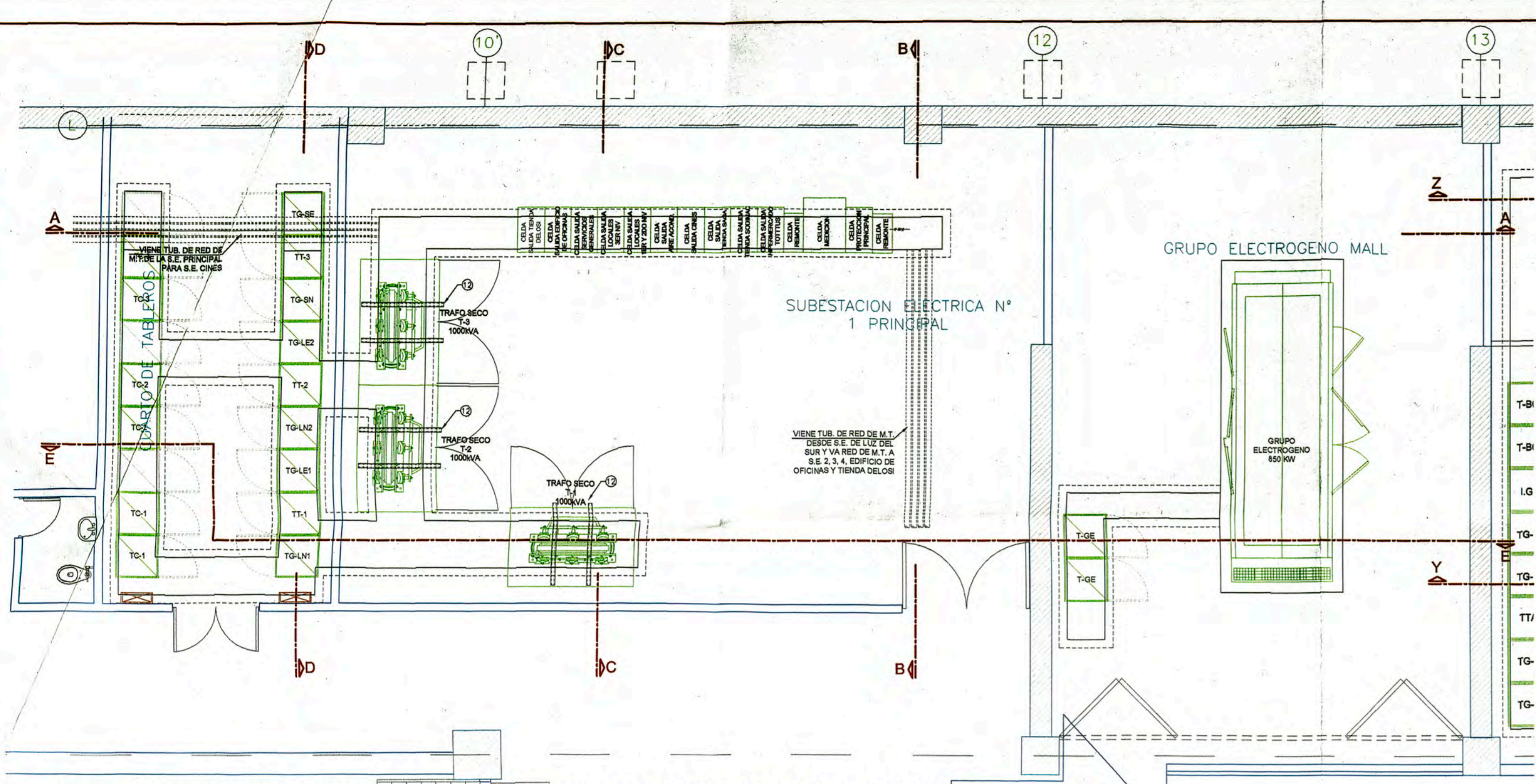
EL CUARTO DE LA SUBSTACION DEBERÁ TENER UNA BASE DEL PISO ADICIONAL DE 0,10m COMO SE INDICA EN PLANOS.
TRANSFORMADOR SECO DE 1000kVA PESO APROXIMADO: 2445kg.



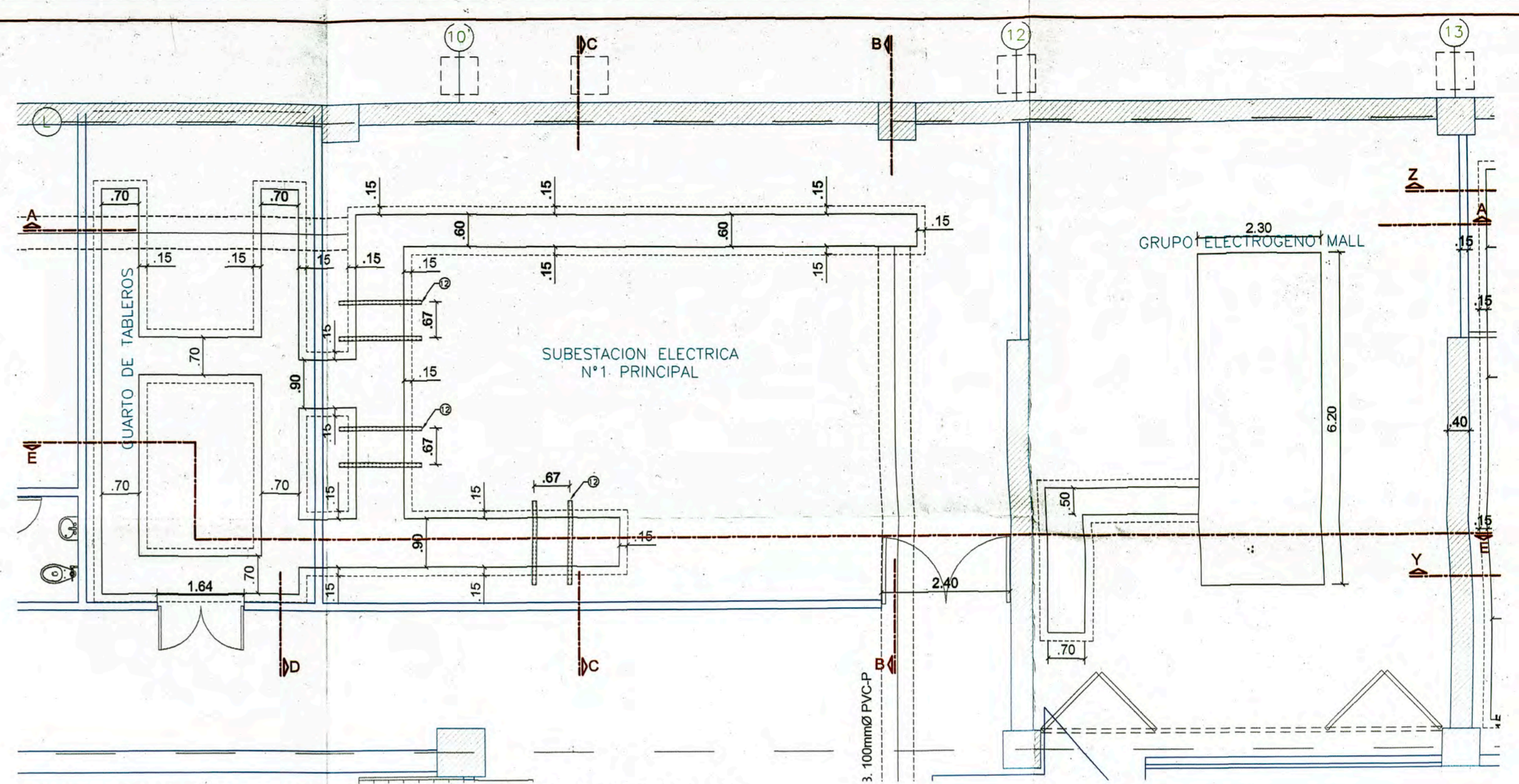
FECHA	DISEÑO	REVISIÓN	DESCRIPCIÓN

PROPIETARIO	DESARROLLÓ	PROYECTO
MALLS PERU	BACH, CARLOS ALBERTO ORIHUELA PARIONA	OPEN PLAZA
	DISEÑO	
	BACH, CARLOS ALBERTO ORIHUELA PARIONA	

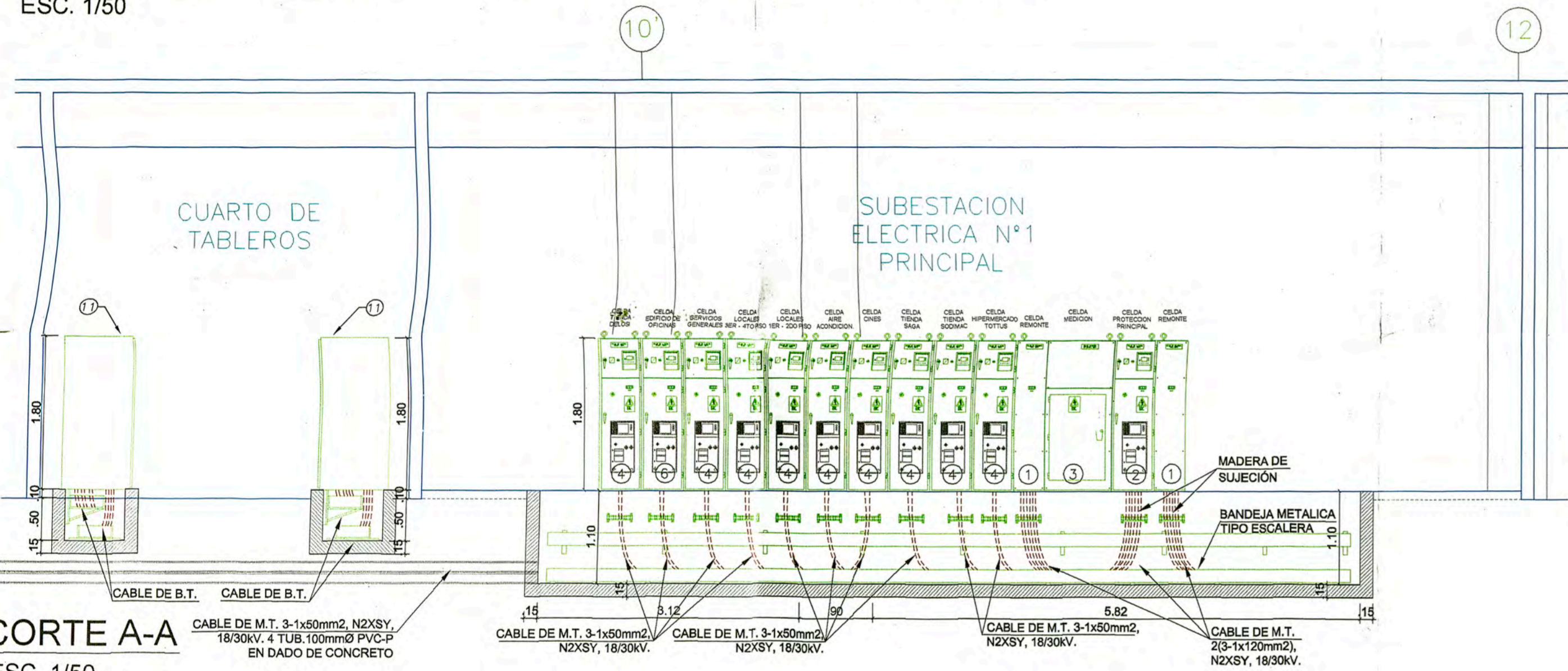
EPECIALIDAD	FECHA	LÁMINA
INSTALACIONES ELECTRICAS	AGOSTO, 2010	IE-03
PLANO	ESCALA	
SISTEMA DE UTILIZACIÓN EN 22,9KV (OPERACIÓN INICIAL 10KV) DIAGRAMA UNIFILAR	INDICADA	



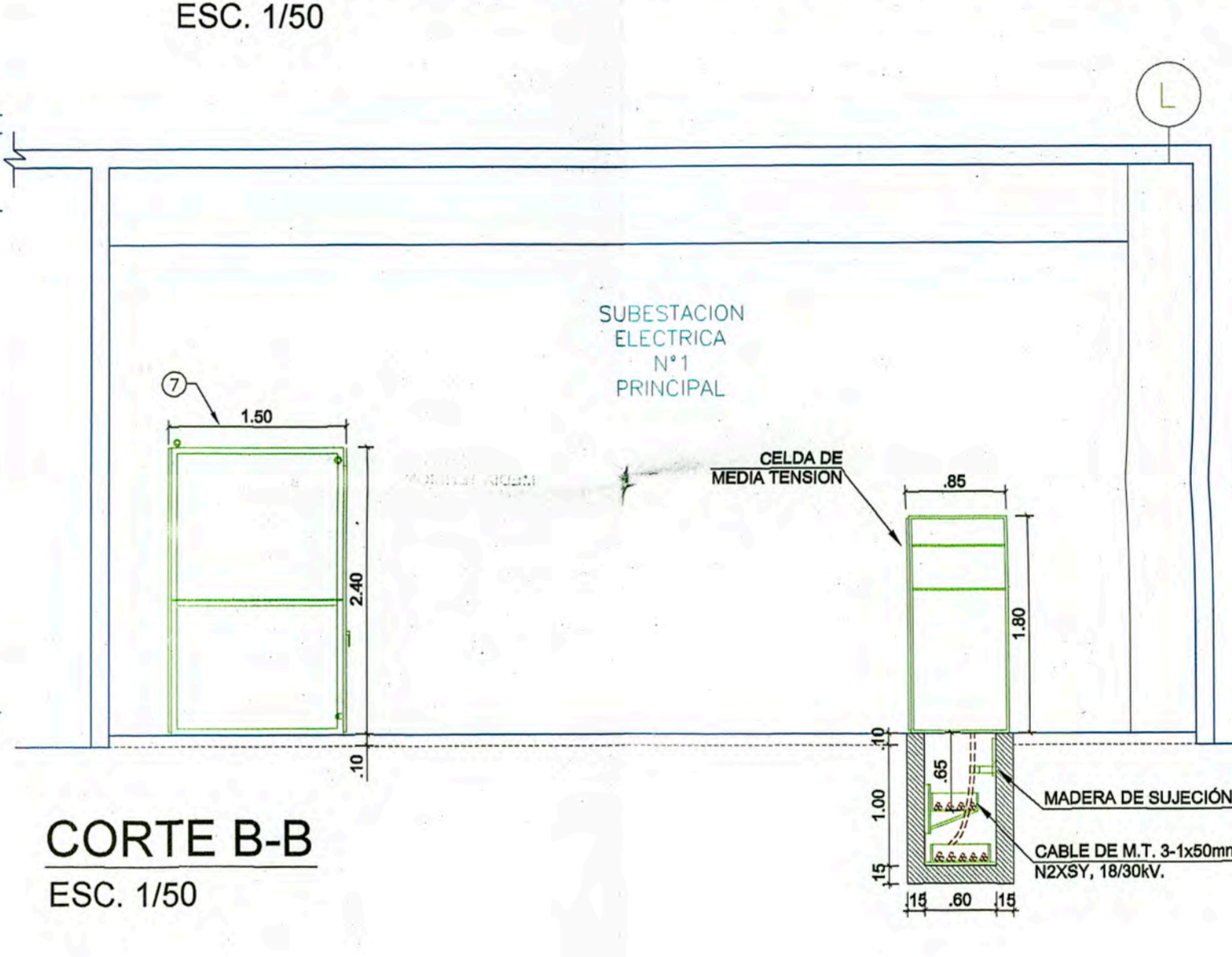
SUBESTACION ELECTRICA - MONTAJE ELECTROMECHANICO
ESC. 1/50



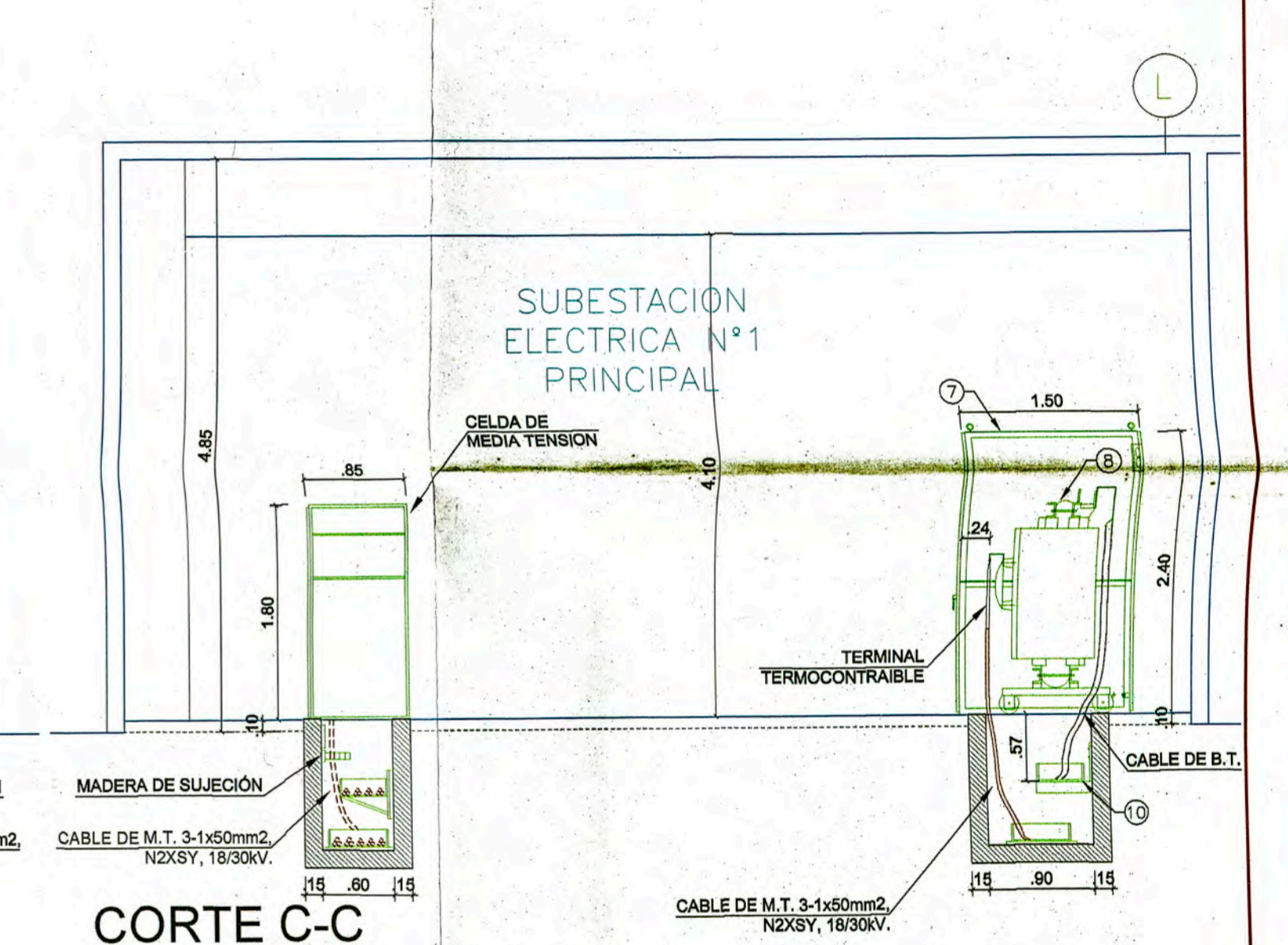
SUBESTACION ELECTRICA - OBRAS CIVILES
ESC. 1/50



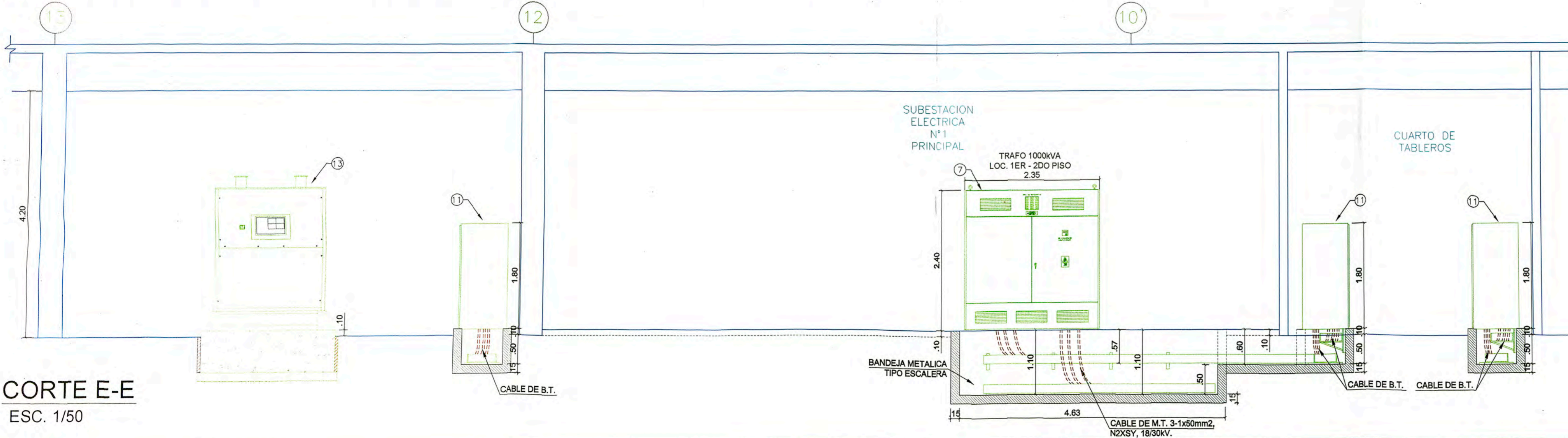
CORTE A-A
ESC. 1/50



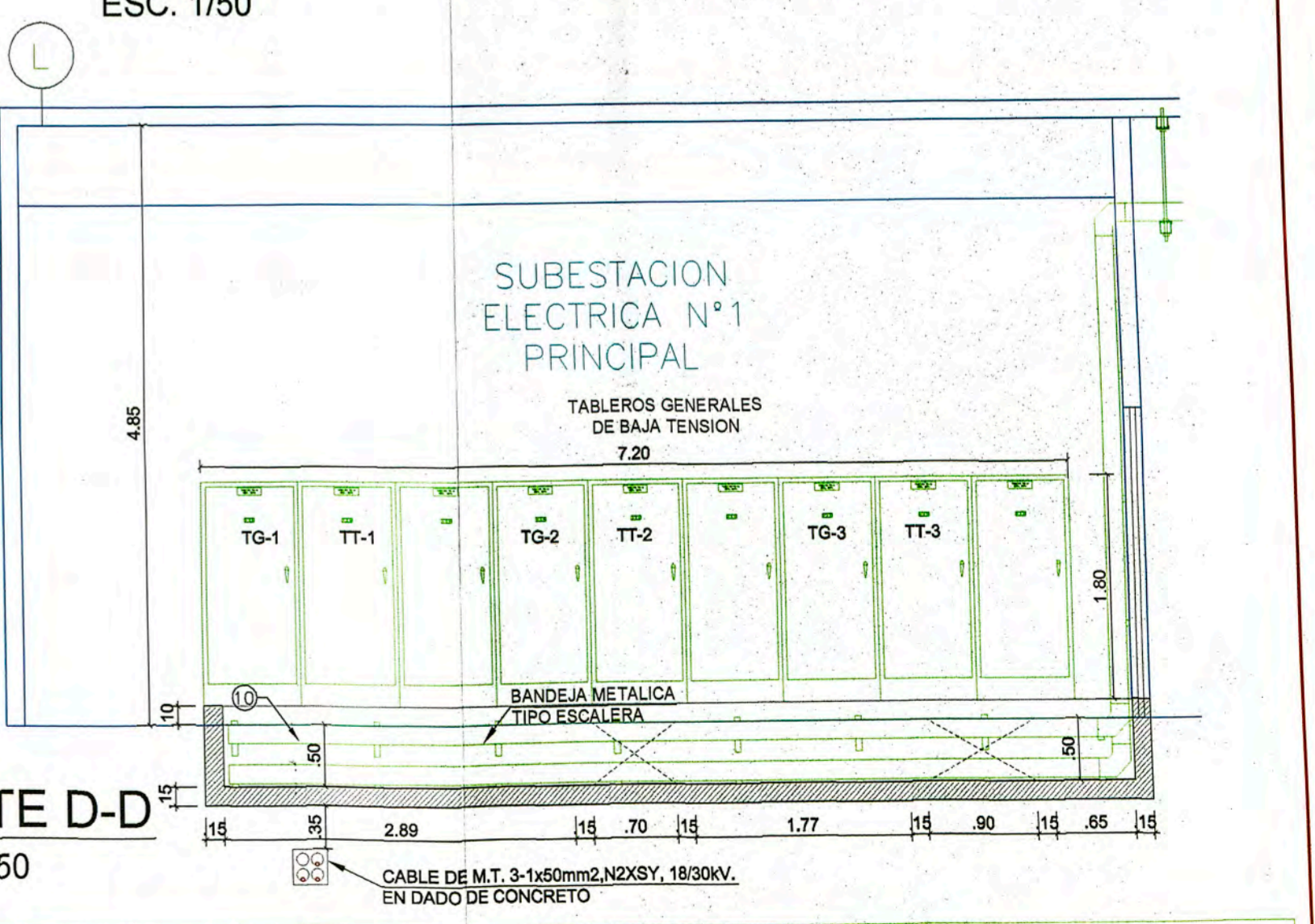
CORTE B-B
ESC. 1/50



CORTE C-C
ESC. 1/50



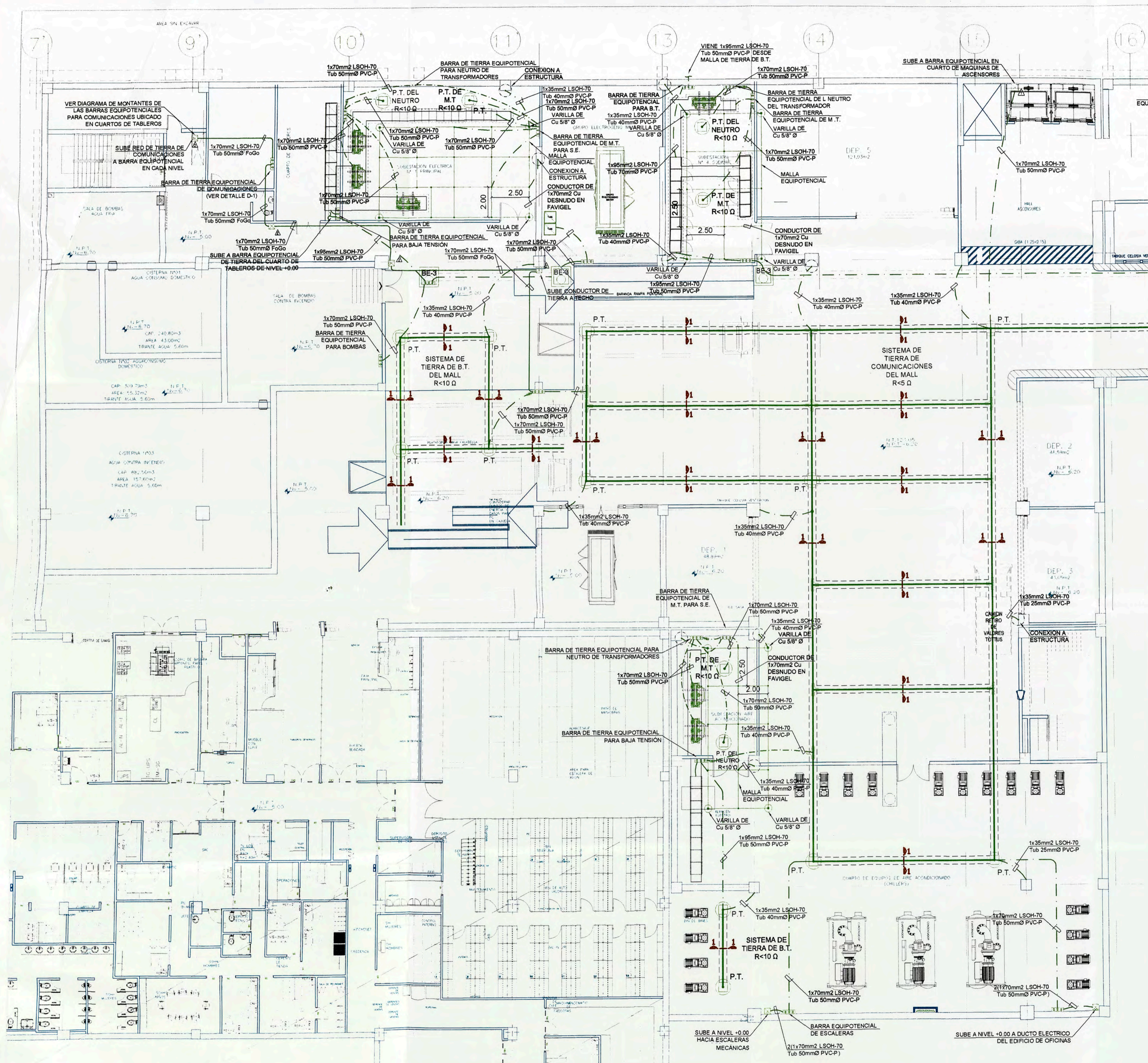
CORTE E-E
ESC. 1/50



CORTE D-D
ESC. 1/50



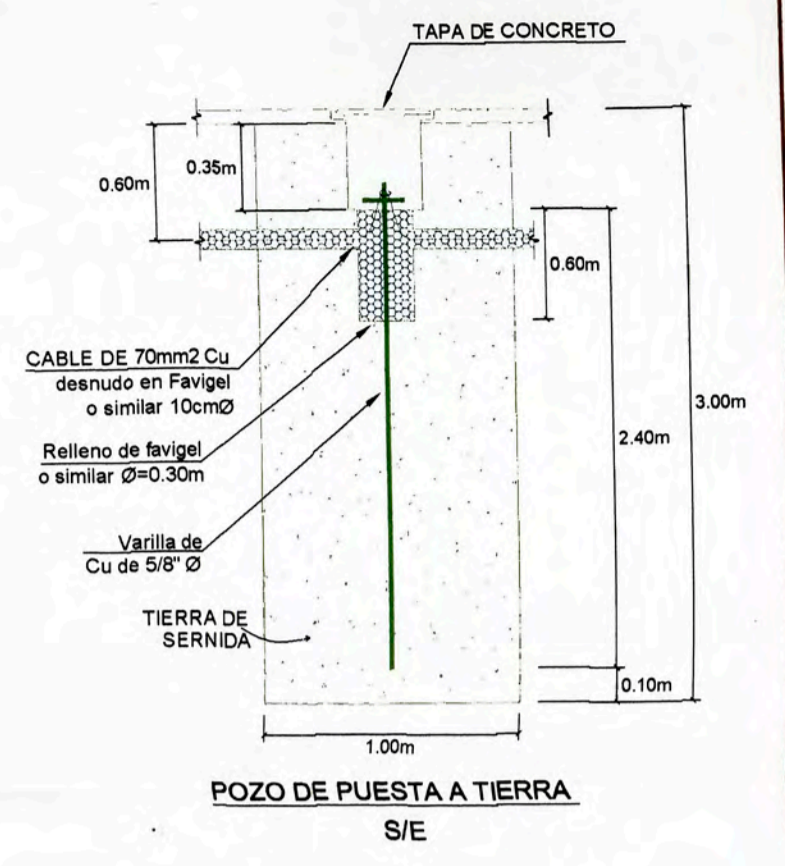
FECHA	DESIGNO	OBJETO	REVISION	DESCRIPCION	PROPIETARIO:	DESARROLLO:	PROYECTO:	ESPECIALIDAD:	FECHA:	LÁMINA:
					MALLS PERU	BACH CARLOS ALBERTO ORIHUELA PARIONA	OPEN PLAZA	INSTALACIONES ELECTRICAS	AGOSTO, 2010	IE-04
						BACH CARLOS ALBERTO ORIHUELA PARIONA		FLANCO: SISTEMA DE UTILIZACIÓN EN 22.9KV (OPERACIÓN INICIAL 10KV) SUBESTACIÓN ELECTRICA N°1 PRINCIPAL NIVEL -6.20	ESCALA: INDICADA	DE: 10



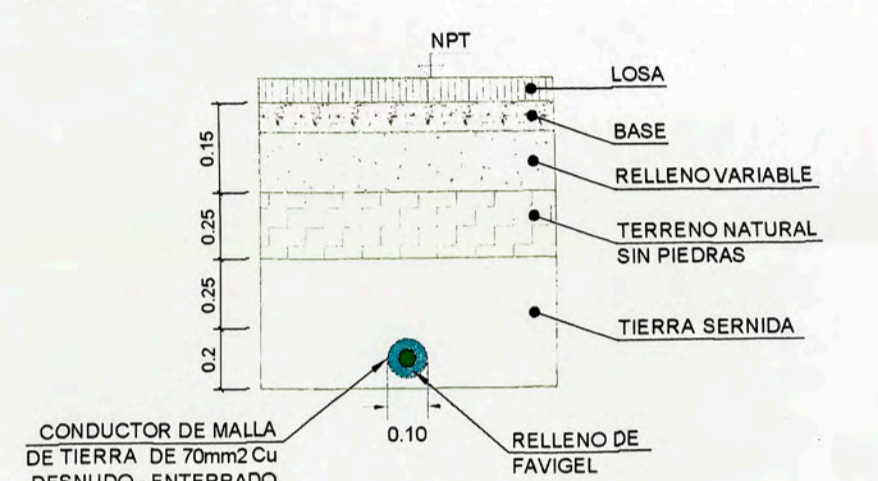
SISTEMA DE TIERRA DE M.T., B.T. Y DE COMUNICACIONES NIVEL -6.50
 ESC. 1/150

ITEM	LEYENDA
P.T.	POZO DE TIERRA PUNTUAL
CX	CONECTOR PARA SOLDADURA EXOTERMICA TIPO CADWELD CX
CT	CONECTOR PARA SOLDADURA EXOTERMICA TIPO CADWELD CT
CO	DISPOSITIVO EQUIPOTENCIAL (POTENTIAL EQUALIZATION CLAMP)
CAJA	CAJA DE BARRA EQUIPOTENCIAL

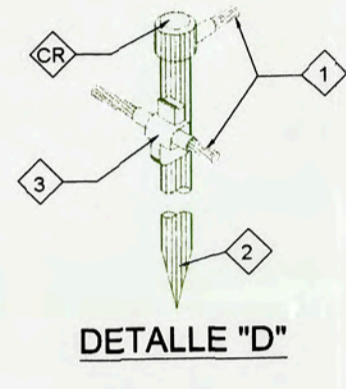
ITEM	DESCRIPCION
1	CABLE DE COBRE DESNUDO 70mm ²
2	VARILLA DE COPPERWELD DE 5/8" DIA. x 2.40 m LONG.
3	CONECTOR DE BRONCE SIMILAR A BURNDY GKP.
CO	SOLDADURA EXOTERMICA TIPO CADWELD VS CAPSULA SEGUN REQUERIMIENTO
CT	SOLDADURA EXOTERMICA TIPO CADWELD TA CAPSULA SEGUN REQUERIMIENTO
CS	SOLDADURA EXOTERMICA TIPO CADWELD CS CAPSULA SEGUN REQUERIMIENTO
CX	SOLDADURA EXOTERMICA TIPO CADWELD CX CAPSULA SEGUN REQUERIMIENTO
CR	SOLDADURA EXOTERMICA DE PUESTA A TIERRA CR CAPSULA SEGUN REQUERIMIENTO



DETALLE DE CONDUCTOR ENTERRADO

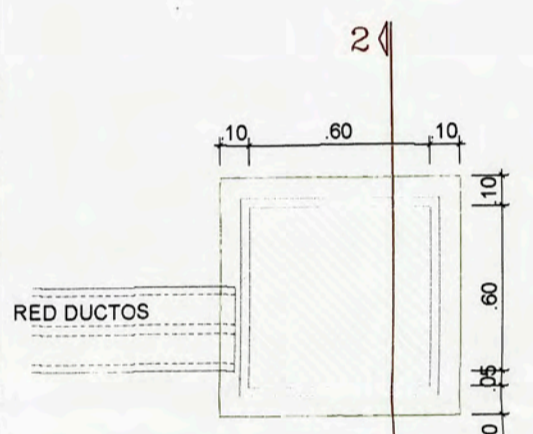


CORTE 1-1

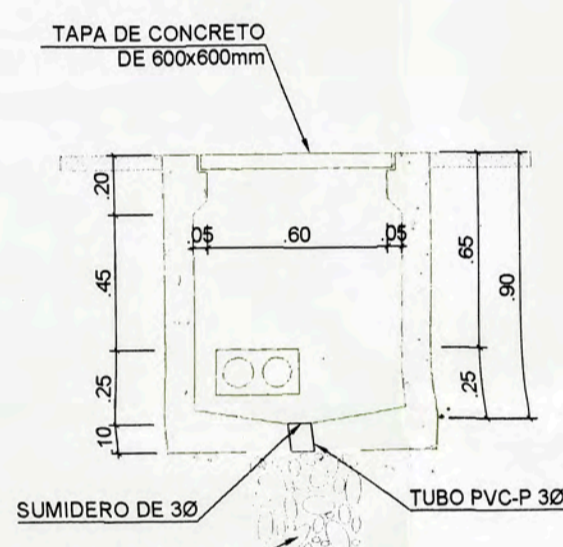


ACCESORIOS DE CONEXION DE MALLA A TIERRA

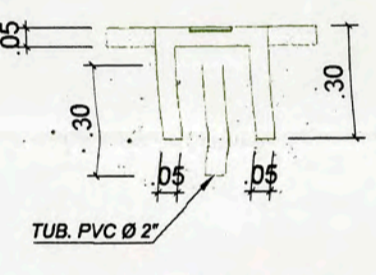
DETALLE "D"



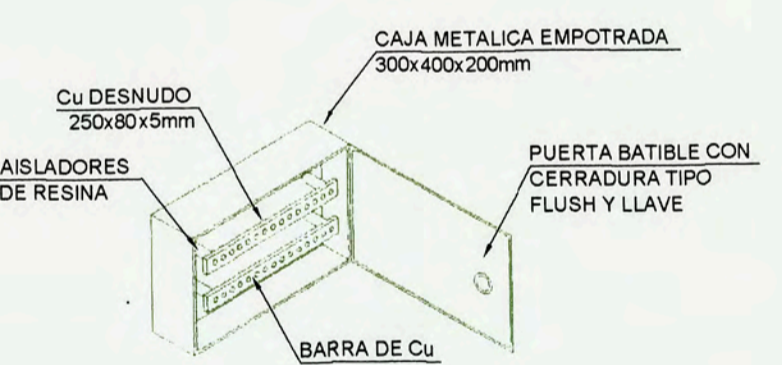
BUZON TIPO-2 (BE-3)
 ESC. 1/25



CORTE 2-2
 ESC. 1/25

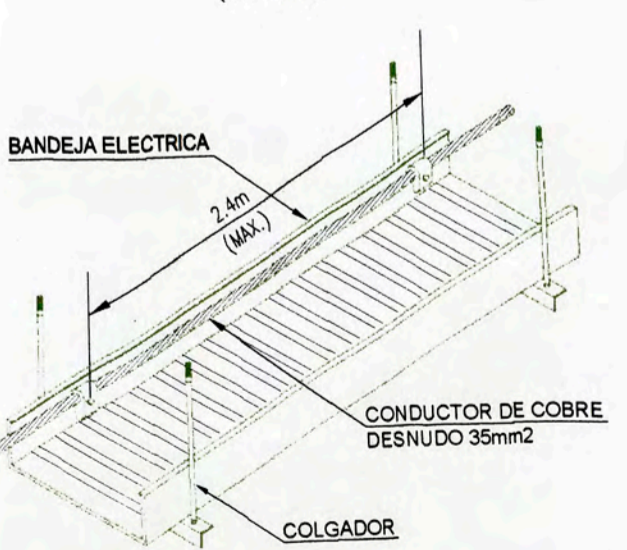


CORTE V-V
 ESC. 1/20



DETALLE D-1: CAJA DE BARRA EQUIPOTENCIAL S/E

DETALLE DE INSTALACION DE PUESTA A TIERRA EN BANDEJAS (TIPICO)



DETALLE CONEXION EN CAJA DE LA BARRA EQUIPOTENCIAL S/E



BIBLIOGRAFIA

- [1] Código Nacional de Electricidad – Utilización Enero 2 006
- [2] Normas eléctricas de la Empres Luz del Sur 2 007
- [3] Instalaciones Eléctricas en Media Tensión y Baja Tensión.
José García Trasancos. Editorial Paraninfo Sexta Edición
- [4] Proyectos para el desarrollo de Instalaciones Eléctricas de Distribución.
José Luis Sanz Serrano, José Carlos Toledano Gasca Editorial Paraninfo Thomson Learning
- [5] Catalogo de Celdas de Media Tensión de Equipos industriales de “Elecín”
- [6] Catálogo de Celdas compactas de Media Tensión de “Ormazabal”
- [7] Catálogo de Transformadores de Potencia Secos de “Tesar”
- [8] Catálogo de Transformadores de Potencia Secos de “ABB”