UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA

DISEÑO DE LAS INSTALACIONES ELECTRICAS EN MEDIA TENSION DEL ESTADIO NACIONAL DE LIMA – PERU

INFORME DE SUFICIENCIA

PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

WILLIAM LUDGWIN OMAR ABARCA ZUÑIGA

PROMOCION 1990 – II

LIMA – PERU

2012

DEDICATORIA

A mis padres, Guillermo y Rosa, por sus muchos años de entrega sin límites, de amor absoluto y de confianza incondicional, a pesar de todo.

A mis hermanos Abarca, Aguirre, Avalos, Ballón, Ramos, que de múltiples formas hicieron de mí lo que soy.

A mi esposa Helé, por mi causa experta en paciencia y otros menesteres.

A mis hijos Lucía y Luis, *porvenir de mis huesos y de mi amor,* por venir de mis huesos y de mi amor y porque podrían ser perfectos.

CONTENIDO

PRÓLOGO **6**

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN **8**

1.1 Antecedentes 8

1.2 Objetivo 9

1.3 Justificación 9

1.4 Planteamiento del Problema 10

1.5 Consideraciones Técnicas y alcances 11

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO. **14**

2.1 Normas Administrativas

2.1.1 Ley de Concesiones Eléctricas y su Reglamento 14

2.1.2 "Norma de procedimientos para la elaboración de proyectos y ejecución de obras en sistemas de utilización en media tensión en zonas de concesión de distribución.", RD 18-2002-EM/DGE 15

2.1.3 Reglamento Nacional de Edificaciones. 15

2.1.4 Reglamento Nacional de Edificaciones. 15

2.2 Leyes y Normas Técnicas 15

CAPITULO III: DISEÑO DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN MEDIA TENSION **17**

3.1 Concepción del diseño 17

3.1.1 Criterios de diseño 17

3.1.2 Instalaciones existentes 18

3.2 Descripción del proyecto 19

3.2.1 Redes 19

3.2.2 Subestaciones 20

3.2.3 Sistema de tierra. 31

3.2.4 Ventilación de las subestaciones 31

3.3 Cálculos justificativos 31

3.3.1 Datos de entrada 31

3.3.2 Cálculo de la corriente nominal de carga 37

3.3.3 Selección de cables de media tensión 38

3.3.4 Selección de equipamiento 47

3.3.5 Selección del cable de puesta a tierra 48

3.3.6 Selección de fusibles 54

3.3.7 Ventilación de las subestaciones 55

3.4 Especificaciones Técnicas 58

3.4.1 Objetivo 58

3.4.2 Redes 58

3.4.3 Subestaciones 61

3.4.4 Sistema de puesta a tierra 88

3.4.5 Elementos auxiliares de protección y maniobra 89

CAPITULO IV: ESTRUCTURA DE COSTOS **95**

CONCLUSIONES **97**

RECOMENDACIONES **98**

BIBIOGRAFÍA **99**

ANEXOS **100**

PLANOS **105**

DEDICATORIA

A mis padres, Guillermo y Rosa, por sus muchos años de entrega sin límites, de amor absoluto y de confianza incondicional, a pesar de todo.

A mis hermanos Abarca, Aguirre, Avalos, Ballón, Ramos, que de múltiples formas hicieron de mí lo que soy.

A mi esposa Helé, por mi causa experta en paciencia y otros menesteres.

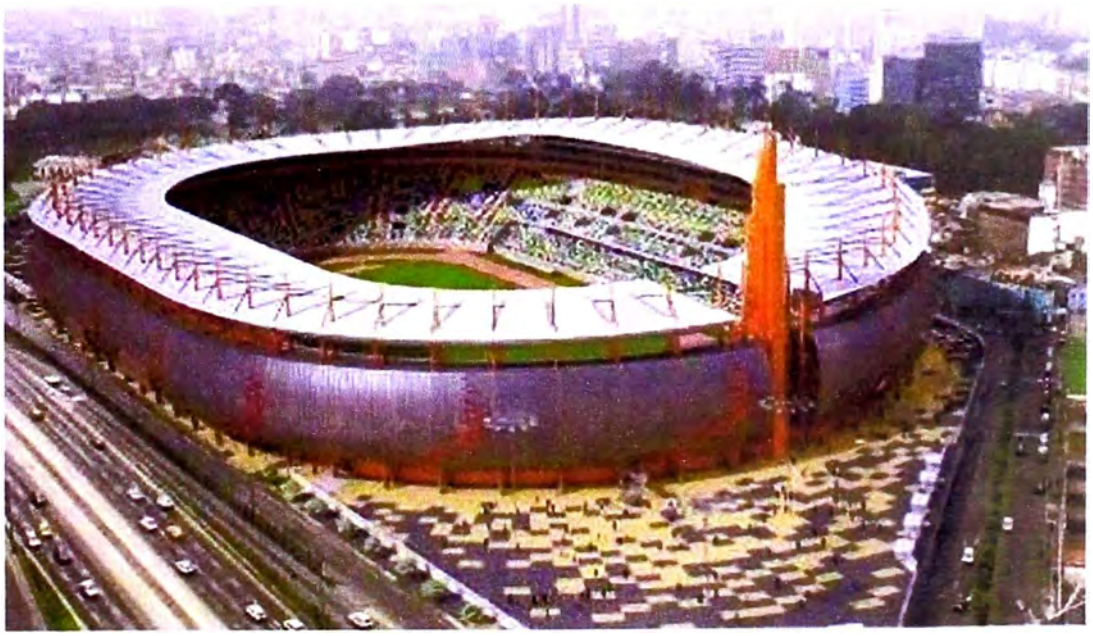
A mis hijos Lucía y Luis, *porvenir de mis huesos y de mi amor,* por venir de mis huesos y de mi amor y porque podrían ser perfectos.

En el primer Capítulo, Introducción, se presenta un resumen de la historia de las instalaciones existentes en el estadio antes de ejecutar el proyecto materia de este informe, se indica el objetivo que se pretende alcanzar con el proyecto y se enuncian la justificación, el alcance y el planteamiento del problema.

En el capítulo II, se expone someramente las leyes que rigen el diseño eléctrico y el uso de la electricidad en el país.

En el tercer capítulo se presenta el diseño propiamente dicho de las instalaciones. Se plantea la solución a los requerimientos del propietario, se describe la solución planteada y se efectúan los cálculos que sustentan el uso de los equipos seleccionados.

Finalmente, en el Capítulo IV se muestra el costo de ejecutar el proyecto.



CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1 ANTECEDENTES

En 1950 se construyó el Estadio Nacional de Lima, Perú utilizando la tecnología de la época como: subestaciones y celdas de mampostería, interruptores en pequeño volumen de aceite y transformadores cuyo aceite dieléctrico tenía un alto contenido de elementos contaminantes.

En 1992 se incrementó la potencia del Sistema Eléctrico del estadio, con la finalidad de satisfacer la demanda del nuevo sistema de iluminación del campo deportivo, que junto con la de las oficinas administrativas sumaba 700 kW abastecida a través del suministro No. 141090. En esta remodelación del sistema eléctrico, se desecharon las instalaciones existentes y se montaron celdas metálicas convencionales, interruptores en pequeño volumen de aceite, seccionadores de potencia en aire, seccionadores unipolares de accionamiento sin carga por medio de pértigas y transformadores con aislamiento en aceite.

Posteriormente se instaló el marcador electrónico ubicado en la tribuna sur y para alimentarlo se instaló el suministro Nº 1138877 y se construyó una nueva subestación con una demanda de 179,50 kW. Estos dos suministros provenían de la subestación de Luz del Sur No. 1477, ubicada en el sector oriente del estadio.

1.2 OBJETIVO

Diseñar las Instalaciones Eléctricas de Media Tensión del Estadio Nacional, en el marco de su remodelación y ampliación determinada por el gobierno peruano, con la finalidad de alcanzar los estándares FIFA relacionados con los niveles de iluminación y la confiabilidad de las instalaciones eléctricas.

1.3 JUSTIFICACIÓN

El año 2009 el estado peruano, a través del Instituto Peruano del Deporte (IPD), decidió remodelar y ampliar la infraestructura del estadio, con la finalidad de cumplir con los estándares FIFA que le permitan ser elegibles para el desarrollo de competencias deportivas del mayor nivel.

En tal sentido, varias son las razones por las que se precisa de la elaboración del proyecto materia del presente informe, entre las se puede citar:

- La remodelación comprende aproximadamente el 12% del área existente de las oficinas destinados a nuevos ambientes exigidos por las normas FIFA, tales como camerinos, sala de prensa, de conferencias, servicios higiénicos, etc., lo que ha obligado, a reubicar una de las subestaciones existentes desde el centro de la zona de occidente hacia un área lateral.

- Para cumplir los objetivos de la remodelación, en lo que se refiere a instalaciones eléctricas, se requiere un notable incremento en el nivel de la iluminación de campo deportivo desde los 1000 lux existentes a 2500 lux de iluminancia horizontal y vertical exigidos para la categoría V de los

estándares FIFA, lo cual obliga a incrementar la potencia eléctrica disponible en el estadio.

- Para solventar los fuertes gastos que ocasionan el funcionamiento de las diversas federaciones deportivas del país, se necesita de los ingresos económicos que brinda la publicidad. Las formas de publicidad vigentes exigen paneles publicitarios dinámicos con leds, manejados con software, lo cual a su vez demanda un alto consumo de energía eléctrica.

- Por otro parte, la ampliación de la infraestructura del estadio, consistente en la construcción de tres niveles de palcos, así como de restaurantes, dos niveles de sótanos para estacionamientos, y diversas facilidades como riego automatizado del campo deportivo, pantallas gigantes y otros, demandan un monto de potencia eléctrica imposible de suministrarse en las condiciones actuales.

- Finalmente y considerando que las instalaciones eléctricas existentes tienen 17 años en servicio, es decir, están al borde de su vida útil, considerada de 20 años, resulta evidente que se requiere renovar las instalaciones eléctricas de media tensión existentes en el estadio para que sean capaces de suministrar la potencia que demanden la nuevas facilidades a instalarse en el estadio.

1.4 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Las instalaciones eléctricas del estadio, en su actual condición, (879.50 kW de carga contratada) no pueden satisfacer las necesidades de energía que implican

la remodelación y ampliación del estadio, ni el incremento de las nuevas facilidades y servicios que tendrá el campo de juego, los cuales bordean los 2.5 MW de potencia.

Por ello, se requiere de un nuevo diseño que asegure la potencia necesaria para abastecer las diferentes necesidades de energía del estadio y brinde, además, la seguridad de contar con energía de respaldo en caso de que fallara el suministro normal desde las redes del concesionario.

El proyecto a desarrollar debe ceñirse, además, a las condiciones físico-estructurales de las subestaciones, tales como sus dimensiones y el hecho de tener los techos inclinados por estar ubicadas debajo de las tribunas y con columnas de gran peralte.

1.5 CONSIDERACIONES TECNICAS Y ALCANCES

La remodelación y ampliación del estadio, en lo que ha instalaciones eléctricas se refiere, consiste en el incremento de la potencia instalada de 879,50 kW a 2432 kW, -lo que implica el aumento de transformadores, celdas, tableros- y el montaje de dos grupos electrógenos que abastecen de energía en caso de falta del suministro normal.

De acuerdo a las condiciones planteadas por el concesionario, la tensión de servicio inicial será de 10 kV por un lapso de aproximadamente 5 años, al cabo de los cuales la tensión será cambiada a 22,9 kV. Por ello, en el desarrollo del diseño de las Instalaciones Eléctricas en Media Tensión se ha considerado las dos tensiones de trabajo 22,9 kV y 10 kV.

El presente informe trata sólo de la Instalaciones Eléctricas en Media Tensión del Estadio Nacional de Lima, en las que se incluyen:

El Diseño de la red de alimentación, desde el punto de diseño fijado por el concesionario Luz del Sur, hasta las diferentes subestaciones proyectadas.

El Diseño Electromecánico de las subestaciones mencionadas.

El proyecto tiene como base el esquema unifilar que se muestra en la figura Nº 1 siguiente, (una presentación completa se enseña en el plano MT-1).

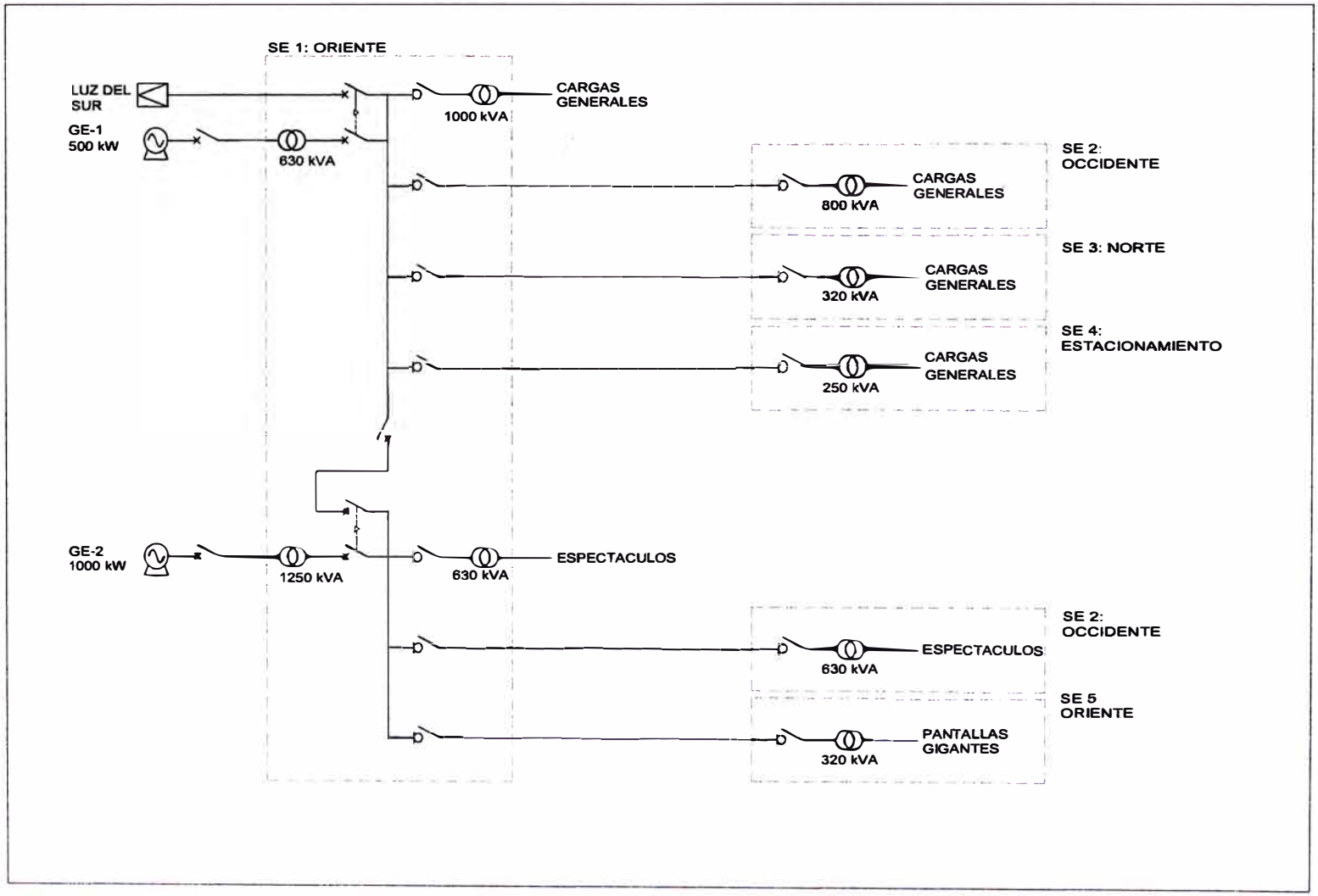


FIGURA Nº 1 ESQUEMA UNIFILAR GENERAL

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

Son varias las leyes, reglamentos, normas y códigos nacionales e internacionales que deben cumplirse en el desarrollo de los proyectos de instalaciones eléctricas, para que satisfagan los requerimientos de calidad y seguridad.

Estos dispositivos legales pueden clasificarse en dos tipos que se han denominados: administrativos y técnicos.

2.1 NORMAS ADMINISTRATIVAS

Estas normas son el marco legal dentro de las cuales deben desarrollarse los proyectos y ejecutarse las obras de instalaciones eléctricas. Entre ellas podemos mencionar:

2.1.1 La Ley de Concesiones Eléctricas 25844 y su reglamento

Se estipulan aquí las condiciones generales para el uso de la electricidad en el ámbito nacional. Se definen requisitos para que las personas naturales y jurídicas puedan hacer uso y comercio de la energía eléctrica y los ámbitos de competencia de las partes involucradas: generadores, transmisores, distribuidores, reguladores y usuarios.

2.1.2 La "Norma de procedimientos para la elaboración de proyectos y ejecución de obras en sistemas de utilización en media tensión en zonas de concesión de distribución."

En la que se establece los plazos, trámites y requisitos que debe cumplir el usuario para la aprobación de sus proyectos y se definen, además, los roles de propietarios, proyectistas, contratistas y concesionarios.

De acuerdo a esta Norma, el proyecto materia del presente informe es definido como un Sistema de Utilización en Media Tensión.

2.1.3 El Reglamento Nacional de Edificaciones

En la que se establecen reglas y criterios de diseño que deben satisfacerse en cuanto a niveles de iluminación, formas de elaborar los proyectos, escalas de planos, etc.

2.1.4 Otras normas aplicables.

Además de las mencionadas existen otras normas que deben cumplirse en la ejecución de proyectos, por ejemplo el Reglamento de Seguridad y Salud en el trabajo de las actividades eléctricas.

2.2 LEYES Y NORMAS TÉCNICAS

Son aquellas que tratan del conocimiento y manejo de la energía eléctrica propiamente dicha y de su comportamiento frente a determinados eventos tales como los cortocircuitos.

Estas normas sirven para la adecuada selección de aparatos, dispositivos, cables, etc., de manera que se tenga en el lugar deseado, energía eléctrica dentro de los estándares de calidad normados, y con las protecciones adecuadas para prevenir posibles accidentes o escenarios peligrosos. Entre ellas se pueden mencionar:

- El Código Nacional de Electricidad, Utilización, del año 2006
- El Código Nacional de Electricidad, Suministro, del año 2011
- Normas de la IEC (International Electrotechnical Commission)
- Normas de la National Fire Protection Association (NFPA)
- Estándares del Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE)

CAPÍTULO III

DISEÑO DE LAS INSTALACIONES EN MEDIA TENSIÓN

3.1 CONCEPCIÓN DEL PROYECTO

3.1.1 Criterios de diseño

Dos son los criterios con los que se ha desarrollado el proyecto:

Se trabajará sobre una obra existente, por lo que el diseño debe sujetarse, a las estructuras civiles existentes. Dadas las reducidas dimensiones de las subestaciones y la cantidad de celdas a instalar, para satisfacer este requerimiento, se ha dejado de lado el equipamiento con celdas convencionales de grandes dimensiones, y preferido el uso de celdas compactas modulares, a prueba de arco interno y equipos de protección en vacío o gas. Asimismo para cumplir con las normas aplicables a locales con acceso de público se han seleccionado transformadores del tipo seco.

Es segundo criterio es alimentar de forma independiente, desde transformadores diferentes, las cargas de las oficinas y las de espectáculos, deportivos o artísticos, de manera que un defecto o falla en una no afecte a la otra. Este concepto ha originado las celdas y subestaciones indicadas en el esquema de principio del plano MT-1

Para los casos de falta de suministro normal se contará con dos grupos electrógenos independientes. El primero, de 500 kW, abastecerá las oficinas y el segundo, de 1000 kW, las cargas deportivas.

3.1.2 Instalaciones Existentes

Antes de su remodelación, el estadio contaba con las cuatro subestaciones que se indican:

4.1.2.1 Subestación Nº 1

Ubicada bajo las graderías del sector oriente, es la subestación principal y alimenta las cargas de las oficinas y el alumbrado de las canchas ubicadas en este sector, y abastece en media tensión las subestaciones Nº 2 y 3

4.1.2.2 Subestación Nº 2

Estaba ubicada bajo la parte central de las graderías de occidente y alimentaba las cargas de las oficinas y el alumbrado de las canchas ubicadas en este sector. Como la subestación estaba ubicada en un área cercana al hall principal, más aparente para otros usos, se decidió reubicarla en la misma zona de occidente pero hacia el extremo límite con la tribuna Sur.

4.1.2.3 Subestación Nº 3

Está ubicada bajo las graderías del sector norte y alimenta las cargas de las oficinas de esta parte

4.1.2.4 Subestación Nº 4

Está ubicada bajo las graderías del sector oriente y alimentaba exclusivamente el marcador electrónico.

3.2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

3.2.1 Redes

La red de media tensión parte desde la subestación de Luz del Sur Nº 1540S, ubicada en el Paseo de la República, cerca al cruce con el Jr. Isabel la Católica, y llega hasta la subestación Nº 1 del estadio en forma subterránea. De aquí, mediante una red de ductos y buzones llega hasta las subestaciones Nº 2, proyectada en occidente, la Nº. 3, existente en la zona Norte, la Nº. 4, proyectada en la explanada Sur y hasta la No. 5, existente en la tribuna de oriente

Las características de esta red de alimentación son:

- Tensión nominal (kV) : 22.9 (operación inicial 10 kV)
- Tipo de distribución : trifásico
- Número de hilos : 3
- Sistema adoptado : Subterráneo
- Tipo de cables : N2XSY, 3-1x120 mm², 50 mm2

3.2.2 Subestaciones

Todas las subestaciones son del tipo convencional, construidas con columnas de concreto armado y paredes de ladrillo, tarrajeadas y pintadas.

La siguiente descripción del equipamiento instalado en las subestaciones, se hace siguiendo el esquema de principio de las instalaciones eléctricas del estadio, que se muestra en el plano MT-1

3.2.2.1 Subestación Nº. 1 (Oriente)

En la subestación se tienen dos grupos de celdas en media tensión interconectados a través de un seccionador de potencia.

Desde el primer juego de celdas se alimenta las cargas de uso cotidiano tales como alumbrado, tomacorrientes, aire acondicionado y data de las oficinas y federaciones.

El segundo juego de celdas sirve para alimentar las cargas del estadio que funcionan durante los eventos deportivos o artísticos, tales como la iluminación de la cancha, la publicidad perimetral, las pantallas gigantes y la iluminación decorativa.

En el primer grupo se tienen las celdas compactas modulares, a prueba de arco interno, construida en plancha de acero de 2 mm de espesor, aptas para trabajar a 24 kV, 16 kA, que se mencionan a continuación y se detallan en las respectivas especificaciones técnicas:

a) Una celda de llegada, CLL-1.1, cuya alimentación proviene de la red de Luz del Sur y cuenta con los siguientes equipos:

- Un interruptor automático, I-1.1, con cámara de corte en vacío, de 24 kV, 630 A, 24/50/125 kV, fijo, mando frontal.
- Un seccionador 24 kV, 400 A, de tres posiciones, (conectado, seccionado y puesto a tierra), enclavado con el interruptor anterior.
- Tres sensores de corriente de 300 A, 60 Hz, uso interior.
- Un transformador toroidal para obtener la señal de falla a tierra

El interruptor I-1.1 forma un sistema de transferencia automática con el interruptor I-1.2 de la celda CLL-1.2, por lo están eléctricamente enclavados entre sí. Para la protección del equipamiento instalado aguas abajo se tiene un relé con las protecciones: 50/51/51N.

b) Una celda de llegada, CLL-1.2, igual y contigua a la anterior, y cuya alimentación proviene del primer grupo electrógeno, GE-1, a través del transformador elevador TR-1.1.

Su interruptor, I-1.2, forma un sistema de transferencia automática con el interruptor I-1.1 de la celda CLL-1.1, por lo están eléctricamente enclavados entre sí.

Desde cualquiera de estas celdas, pero no desde las dos a la vez, se alimentan las siguientes celdas:

c) Una celda de medición, CM-1.1 equipada con:

- Tres transformadores de tensión de 10-22.9/0.1 KV, 15 VA, clase 0.5, uso interior, encapsulado en resina epóxica
- Tres sensores de corriente de 300 A, 60 Hz, uso interior.
- Un medidor multifunción, de estado sólido 5 A, 100 V, 60 Hz, clase de precisión 0.2 capaz de registrar y mostrar simultáneamente las tres fases de tensión, corriente, potencia aparente, potencia activa, potencia reactiva, factor de potencia, nivel de armónicos

d) Una celda de salida, CS-1.1 hacia el transformador TR-1.2, ubicado en la misma subestación y que cubre la demanda de las oficinas de las zonas Oriente y Sur. Esta celda alberga los siguientes equipos:

- Un seccionador de potencia en SF6, de 24 KV, 630ª, 24/50/125 KV, fijo, mando frontal, con fusibles de 80 A para 12 kV y de 40 A para 24 kV.

e) Una celda de salida, CS-1.2 hacia la subestación Nº 2, para alimentar las oficinas de la zona occidente, en cuyo interior se montarán los siguientes equipos:

- Un seccionador de potencia en SF6, de 24 KV, 630ª, 24/50/125 kV, fijo, mando frontal, con fusibles de 63 A para 12 kV y de 40 A para 24 kV.

f) Una celda de salida, CS-1.3 hacia la subestación Nº 3, para alimentar las oficinas de la zona norte y equipada con:

- Un seccionador de potencia en SF6, de 24 kV, 630 A, 24/50/125 kV, fijo, mando frontal, con fusibles de 40 A para 12 kV y de 16 A para 24 kV.

g) Una celda de salida, CS-1.4 hacia la subestación Nº 4, para alimentar las cargas del futuro estacionamiento de la zona sur y equipada con:

- Un seccionador de potencia en SF6, de 24 kV, 630 A, 24/50/125 kV, fijo, mando frontal, con fusibles 25 A para 12 kV y de 16 A para 24 kV.

h) Una celda de seccionamiento, CC-1.1, para la interconexión del primer juego de barras antes mencionados con el segundo juego de barras a través de de una celda de llegada CLL 1.3. Esta celda está equipada con:

- Un seccionador de potencia en SF6, de 24 kV, 630 A, 24/50/125 kV, fijo, mando frontal.

En el segundo grupo se tienen las celdas compactas modulares, a prueba de arco interno, construida en plancha de acero de 2 mm de espesor, aptas para trabajar a 24 kV, 16 kA, se tienen conectadas las siguientes celdas:

i) Una celda de llegada, CLL-1.3, igual a la celda CLL-1.1, cuya alimentación proviene de las redes de Luz del Sur a través de la celda CC-1.1 y que está equipada con:

- Un interruptor automático, I-1.3, con cámara de corte en vacío, de 24 kV, 630 A, 24/50/125 kV, fijo, mando frontal con transformador de corriente incorporado
- Un seccionador 24 kV, 400 A, de tres posiciones, (conectado, seccionado y puesto a tierra), enclavado con el interruptor anterior.
- Un transformador toroidal para obtener la señal de falla a tierra

El interruptor I-1.3 forma un sistema de transferencia automática con el interruptor I-1.4 de la celda CLL-1.4, por lo están eléctricamente enclavados entre sí. Para la protección del equipamiento instalado aguas abajo se tiene un relé con las protecciones: 50/51/51N.

j) Una celda de llegada, CLL-1.4, igual y contigua a la anterior y cuya alimentación proviene del segundo grupo electrógeno, GE-2, a través del transformador elevador TR-1.3

Su interruptor I-1.4 forma un sistema de transferencia automática con el interruptor I-1.3 de la celda CLL-1.1, por lo están eléctricamente enclavados entre sí.

Desde cualquiera de estas celdas, pero no desde las dos a la vez, se alimentan las siguientes celdas:

k) Una celda de salida, CS-1.5, hacia el transformador TR-1.4, ubicado en la misma subestación Nº 1 y que abastece las cargas deportivas de la zona oriente. Esta celda alberga los siguientes equipos:

- Un seccionador de potencia en SF6, de 24 kV, 630 A, 24/50/125 kV, fijo, mando frontal, con fusibles de 63 A para 12 kV y de 40 A para 24 kV.

l) Una celda de salida, CS-1.6, hacia la subestación No. 2, para alimentar las cargas deportivas de la zona occidente, en cuyo interior se tienen los siguientes equipos:

- Un seccionador de potencia en SF6, de 24 kV, 630 A, 24/50/125 kV, fijo, mando frontal, con fusibles 63 A para 12 kV y de 40 A para 24 kV.

m) Una celda de salida, CS-1.7, hacia la subestación No. 5 que alimenta las pantallas gigantes y está equipada con:

- Un seccionador de potencia en SF6, de 24 kV, 630 A, 24/50/125 kV, fijo, mando frontal, con fusibles de 40 A para 12 kV y de 16 A para 24 kV.

Además de las celdas de protección, medición y control indicadas, en la subestación Nº 1 se tienen instaladas:

n) Una celda de transformación CT-1.1 en la que se ha montado el transformador elevador TR-1.1, de 630 kVA, 22.9-10/0.48 kV y grupo de conexión Dyn5 (en 10 kV) y YNyn6 (en 22.9 kV) y sirve para conectar a las barras de media tensión el grupo electrógeno GE-1.

o) Una celda de transformación CT-1.2, que alberga el transformador TR-1.2, de 1000 kVA, 22.9-10/0.23 kV y grupo de conexión Dyn5 (en 10 kV) y YNyn6 (en 22.9 kV), para alimentar las oficinas de oriente y sur.

p) Una celda de transformación CT-1.3, en la que se ha montado el transformador elevador TR-1.3, de 1250 kVA, 22.9-10/0.48 kV y grupo de conexión Dyn5 (en 10 kV) y YNyn6 (en 22.9 kV) y sirve para conectar a las barras el grupo electrógeno GE-2.

q) Una celda de transformación CT-1.4, con el transformador de triple devanado TR-1.4, de 630 (430-200) kVA, 22.9-10/0.40-0.23 kV y grupo de conexión Dyn5 (en 10 kV) y YNyn6 (en 22.9 kV), para alimentar las cargas deportivas de oriente.

3.2.2.2 Subestación Nº 2 (Occidente)

En la subestación se tienen dos grupos de celdas independientes, una para abastecer las cargas de las oficinas y la otra para las cargas deportivas.

En el primer grupo se tiene:

a) Una celda de remonte CR-2.1, cuya alimentación proviene de la celda de salida CS-1.2 de la subestación Nº 1 y sirve para acceder a la parte superior de la celda de salida CS-2.1. En ella se ejecutarán:

- Tres terminales unipolares, termocontraibles de 25 kV, adecuados para cable N2XSY 18/30 kV de 50 mm²

b) Una celda de salida CS-2.1 hacia el transformador de oficinas de occidente, TR-2.1, cuya construcción y equipamiento es similar a las celdas de salida indicadas en la subestación Nº 1, con fusibles de 63 A para 12 kV y de 40 A para 24 kV.

c) Una celda de transformación CT-2.1, que alberga el transformador TR-2.1, de 800 kVA, 22.9-10/0.23 kV y grupo de conexión Dyn5 (en 10 kV) y YNyn6 (en 22.9 kV), para alimentar las oficinas de occidente.

En el segundo grupo se tiene:

d) Una celda de remonte CR-2.2, cuya alimentación proviene de la celda de salida CS-1.6 de la subestación Nº 1 y sirve para acceder a la parte superior de la celda de salida CS-2.2. En ella se ejecutarán:

- Tres terminales unipolares, termocontraibles de 25 kV, adecuado para cable N2XSY 18/30 kV de 50 mm²

e) Una celda de salida CS-2.2 hacia el transformador de cargas deportivas de occidente, TR-2.2, cuya construcción y equipamiento es similar a las celdas de salida indicadas en la

subestación Nº 1, con fusibles de 63 A para 12 kV y de 40 A para 24 kV.

f) Una celda de transformación CT-2.2, con el transformador de triple devanado TR-2.2, de 630 (430-200) kVA, 22.9-10/0.40-0.23 kV y grupo de conexión Dyn5 (en 10 kV) y YNyn6 (en 22.9 kV), para alimentar para las cargas deportivas de occidente.

3.2.2.3 Subestación Nº 3 (Norte)

En la subestación se tiene el siguiente equipamiento:

a) Una celda de remonte CR-3.1, cuya alimentación proviene de la celda de salida CS-1.3 de la subestación Nº 1 y sirve para acceder a la parte superior de la celda de salida CS3-1. En ella se ejecutarán:

- Tres terminales unipolares, termocontraibles de 25 kV, adecuado para cable N2XSY 18/30 kV de 50 mm²

b) Una celda de salida CS-3.1 hacia el transformador de oficinas de norte, TR-3.1, cuya construcción y equipamiento es similar a las celdas de salida indicadas en la subestación Nº 1, con fusibles de 40 A para 12 kV y de 16 A para 24 kV.

c) Una celda de transformación CT-3.1, que alberga el transformador TR-3.1, de 320 kVA, 22.9-10/0.23 kV y grupo de conexión Dyn5 (en 10 kV) y YNyn6 (en 22.9 kV para las cargas de las oficinas de norte.

3.2.2.4 Subestación Nº 4 (Estacionamiento)

En es una nueva subestación ubicada en el segundo sótano de estacionamiento proyectado bajo la denominada explanada sur En ella se tiene el siguiente equipamiento:

a) Una celda de remonte CR-4.1, cuya alimentación proviene de la celda de salida CS-1.4 de la subestación Nº 1 y sirve para acceder a la parte superior de la celda de salida CS-4.1. En ella se ejecutarán:

- Tres terminales unipolares, termocontraibles de 10 kV, adecuado para cable N2XSY 18/30 kV de 50 mm²

b) Una celda de salida CS-4.1 hacia el transformador que alimenta las cargas del estacionamiento construido en las explanada sur, TR-4.1, cuya construcción y equipamiento es similar a las celdas de salida indicadas en la subestación Nº 1, con fusibles de 25 A para 12 kV y de 16 A para 24 kV.

c) Una celda de transformación CT-4.1, que alberga el transformador TR-4.1, de 250 kVA, 22.9-10/0.23 kV y grupo de conexión Dyn5 (en 10 kV) y YNyn6 (en 22.9 kV), para las cargas del estacionamiento.

3.2.2.5 Subestación Nº 5 (Pantallas gigantes)

En la subestación se tiene el siguiente equipamiento:

a) Una celda de remonte CR-5.1, cuya alimentación proviene de la celda de salida CS-1.7 de la subestación Nº 1 y sirve para acceder a la parte superior de la celda de salida CS-5.1. En ella se ejecutarán:

- Tres terminales unipolares, termocontraibles de 25 kV, adecuado para cable N2XSY 18/30 kV de 50 mm²

b) Una celda de salida CS-5.1 hacia el transformador que alimenta las pantallas gigantes, TR-5.1, cuya construcción y equipamiento es similar a las celdas de salida indicadas en la subestación Nº 1, con fusibles de 40 A para 12 kV y de 16 A para 24 kV.

c) Una celda de transformación CT-5.1, que alberga el transformador TR-5.1, de 320 kVA, 22.9-10/0.40 kV y grupo de conexión Dyn5 (en 10 kV) y YNyn6 (en 22.9 kV).

3.2.3 Sistema de puesta a tierra

Para la puesta a tierra, en cada subestación se ejecutarán tres sistemas de tierra independientes para media y baja tensión y para el neutro de media tensión cuando trabaje en 22.9 kV.

3.2.4 Ventilación de las subestaciones

Para mantener la temperatura de las subestaciones dentro de los márgenes de temperatura de trabajo del equipamiento, se empleará ventilación forzada.

3.3 CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

Los cálculos se efectúan para determinar las secciones de los cables a emplear y las características de los equipos a instalar, de manera que puedan soportar eventuales situaciones como cortocircuitos y sobretensiones.

Los cálculos a efectuar, así como los datos necesarios y los criterios de selección del equipo o cable son los siguientes:

3.3.1 Datos de entrada

Como datos de entrada se requieren la demanda de energía, la tensión de servicio y los valores de la potencia de cortocircuito y la duración de la falla en el ***punto de diseño***, -es decir, el equivalente a toda la red instalada aguas arriba- y el tiempo que demore en actuar el dispositivo de protección inmediatamente antes del punto en el que el concesionario entrega la energía.

La demanda se obtiene del Proyecto de Instalaciones Eléctricas de Baja Tensión y los datos de cortocircuito son proporcionados por el concesionario de electricidad.

3.3.1.1 Máxima demanda

En el estadio se tiene 5 subestaciones, cada una de las cuales tendrá la carga instalada y la demanda normal y de emergencia que se indican en las tablas Nº 1 y 2 siguientes:

TABLA Nº 1

CARGA INSTALADA Y MAXIMA DEMANDA NORMAL DEL ESTADIO NACIONAL

AMBIENTE	OFICINAS		CANCHA		TOTAL	
SUBESTACION	CARGA INSTALADA (kW)	MAXIMA DEMANDA (kW)	CARGA INSTALADA (kW)	MAXIMA DEMANDA (kW)	CARGA INSTALADA (kW)	MAXIMA DEMANDA (kW)
SUBESTACION No. 1 (ORIENTE)	1 044,785	796,976	406,453	406,453	1 451 238	1 203,429
SUBESTACION No. 2 (OCCIDENTE)	708,87	567,962	400,593	400,593	1,108,880	968,555
SUBESTACION No. 3 (NORTE)	311,014	220,618			311.014	220,618
SUBESTACION No. 4 (ESTACIONAMIENTO)	196,000	196,000			196.000	196,000
SUBESTACION No. 5 (PANTALLAS GIGANTES)			200,000	200,000	200.000	200,000
TOTAL	2 260,086	1 781,556	1,007.046	1 007,046	3,267.132	2 788,602
FACTOR DE SIMULTANEIDAD		0,80		1		
MAXIMA DEMANDA SIMULTANEA		1 425,245		1 007,046		2 432,291

TABLA Nº 2				
CARGA INSTALADA Y MAXIMA DEMANDA EN EMERGENCIA DEL ESTADIO NACIONAL				
AMBIENTE	**OFICINAS**		**CANCHA**	
SUBESTACION	**CARGA INSTALADA (kW)**	**MAXIMA DEMANDA (kW)**	**CARGA INSTALADA (kW)**	**MAXIMA DEMANDA (kW)**
SUBESTACION No. 1 (ORIENTE)	326,696	323,366	406,453	406,453
SUBESTACION No. 2 (OCCIDENTE)	206,105	151,115	400,593	400,593
SUBESTACION No. 3 (NORTE)	90,980	90,800		
SUBESTACION No. 4 (ESTACIONAMIENTO)				
SUBESTACION No. 5 (PANTALLAS GIGANTES)			200,000	200,000
TOTAL	623,781	565,281	1 007,046	1 007,046
FACTOR DE SIMULTANEIDAD		0,80	1	1
MAXIMA DEMANDA	632,781	452,225	1 007,046	1 007,046

3.3.1.2 Dimensionamiento de los transformadores

Para satisfacer la demanda de energía indicada en la tabla anterior, se requiere de transformadores cuya capacidad se indica en la Tabla Nº 3 siguiente, y ha sido obtenida de la potencia activa requerida y el factor de potencia que se indica.

TABLA Nº 3

DIMENSIONAMIENTO DE TRANSFORMADORES

AMBIENTE	OFICINAS			CANCHA		
SUBESTACION	MAXIMA DEMANDA (kW)	FACTOR DE POTENCIA (%)	POTENCIA NOMINAL DEL TRANSFORMADOR (kVA)	MAXIMA DEMANDA (kW)	FACTOR DE POTENCIA (%)	POTENCIA NOMINAL DEL TRANSFORMADOR (kVA)
SUBESTACION No. 1 (ORIENTE)	796,976	80%	1000	406,453	80%	630
SUBESTACION No. 2 (OCCIDENTE)	567,962	80%	800	400,593	80%	630
SUBESTACION No. 3 (NORTE)	220,618	80%	320			
SUBESTACION No. 4 (ESTACIONAMIENTO)	196,000	80%	250			
SUBESTACION No. 5 (PANTALLAS GIGANTES)				200,000	80%	320
TRANSFORMADOR ELEVADOR	452,225	80%	500	1007,046	80%	1250

3.3.1.3 Parámetros de diseño

De acuerdo a Luz del Sur, concesionario de electricidad de la zona, la demanda solicitada será atendida inicialmente en 10 kV, que luego será cambiada a 22.9 kV. Los parámetros de diseño, en ambos casos son los siguientes:

PARAMETRO		TENSION INICIAL (10KV)	TENSION FINAL (22.9KV)
Caída de tensión máxima permisible	:	5%	
Tensión nominal (KV)	:	10	
Potencia de diseño (KVA)	:	3950	
Máxima demanda (KW)	:	2432	
Factor de potencia	:	0,850	
Potencia de cortocircuito en el punto de diseño (MVA)	:	207	490
Tiempo de apertura del dispositivo de protección (seg.)	:	0,20	0,20

3.3.2 Cálculo de la corriente nominal de carga

La fórmula empleada para el efecto es:

$$I_b = \frac{P_d}{\sqrt{3} \times V} \text{ (kA)}$$

donde:

I_b : Corriente de carga (A)
P_d : Potencia de diseño (kVA)
V : Tensión nominal de servicio (V)

Con los datos de la respectiva máxima demanda, se calculan la corriente de carga de cada subestación, obteniéndose los resultados siguientes, tanto para 10 kV como para 22,9 kV. Como en la subestación

Nº 2 existen dos grupos de celda independientes, sólo por cuestiones didácticas, se les ha denominado como subestación 2.1 al primer grupo y 2.2 al segundo.

TABLA Nº 4: POTENCIA Y CORRIENTE NOMINAL EN SUBESTACIONES			
SUBESTACION	**PARAMETRO**	**TENSION INICIAL (10 kV)**	**TENSION DEFINITIVA (22.9 kV)**
1	POTENCIA INSTALADA (kVA)	3950	3950
	CORRIENTE NOMINAL (A)	228,05	99,59
2.1	POTENCIA INSTALADA (kVA)	800	800
	CORRIENTE NOMINAL (A)	46,19	20,17
2.2	POTENCIA INSTALADA (kVA)	630	630
	CORRIENTE NOMINAL (A)	36,37	15,88
3	POTENCIA INSTALADA (kVA)	320	320
	CORRIENTE NOMINAL (A)	18,48	8,07
4	POTENCIA INSTALADA (kVA)	250	250
	CORRIENTE NOMINAL (A)	14,43	6,3
5	POTENCIA INSTALADA (kVA)	320	320
	CORRIENTE NOMINAL (A)	18,48	8,07

3.3.3 Selección de cables de media tensión

Además del tipo de cable y su aislamiento, determinados básicamente por las condiciones ambientales del lugar donde se instalen, la selección de cables, se efectúa considerando los siguientes aspectos:

- Capacidad real de conducción del cable
- Caída de tensión
- Intensidad y duración del cortocircuito.

3.3.3.1 Capacidad de conducción del cable

La capacidad real de conducción del cable es su capacidad nominal, dada por los fabricantes, afectada por factores dependientes del lugar y forma de instalación tales como la temperatura ambiente, temperatura del suelo, resistividad térmica del suelo, separación entre cables, cantidad de cables, etc. Es decir, la capacidad real del cable es:

$$I_r = I_n \times \sigma_T$$

donde:

I_r	:	Capacidad real del cable (A)
I_n	:	Capacidad nominal del cable (A)
σ_T	:	factor total de corrección de la capacidad del cable,

El criterio de selección es que la capacidad real de conducción del cable sea mayor que la corriente a transportar.

a) Condiciones nominales de trabajo

-	Temperatura del suelo	:	25°C	
-	Profundidad de enterramiento	:	1,10 m.	
-	Temperatura máxima de trabajo	:	90°C	
-	Resistividad térmica del suelo	:	150°C-cm/W	
-	Cantidad de cables en la zanja	:		
-	Separación entre cables	:	70 mm	
-	Conexión a tierra de la pantalla de cable	:	en ambos extremos y en los empalmes	
-	Sección del cable	:	120 mm2	50mm2
-	Capacidad nominal del cable (In)	:	309 A	186 A

b) Condiciones reales de trabajo (factores de corrección)

El cable será instalado en condiciones diferentes a las nominales, por lo que su capacidad será afectada por los siguientes factores, según las condiciones que se indican:

-	temperatura del suelo	:	30°C
	* factor de corrección σts	:	0,96
-	profundidad de enterramiento	:	1,10 m
	* factor de corrección σpe	:	1,00
-	resistividad térmica del suelo	:	200 °C- cm/W
	* factor de corrección σrt	:	0,88

El factor de corrección combinado (σT) será:

$$\sigma_T = \sigma_{ts} \times \sigma_{pe} \times \sigma_{rt} \times \sigma_d$$

$\sigma_T = 0,8448$

c) Capacidad real del cable (Ir)

La capacidad real del cable de 120 mm2 es:

$$I_r = I_n \times \sigma_T$$

$I_{r120} = 309x\ 0,8448 = 261,04\ A$

y la del cable de 50mm2 es:

$I_{r50} = 186x\ 0,8448 = 157,13\ A$

Para cumplir con los valores del tabla Nº 4, por capacidad se selecciona, entonces, el cable N2XSY 18/30 KV, 3-1x120mm2 para el tramo entre el punto de diseño y la subestación Nº 1 y de 50 mm2 para alimentar el resto de subestaciones.

3.3.3.2 Caída de tensión (V)

La caída de tensión en el cable se calcula con la fórmula:

$$\Delta V = \sqrt{3} \times I_b \times L \times z$$

$$z = (rcos\emptyset + xsen\emptyset)\Omega/km$$

donde:

I_b : corriente de carga (A)
L : longitud del cable (m)
z : Impedancia del cable (Ohm/km)
r20 : resistencia DC del cable a 20°C (Ohm/km)
re : resistencia AC del cable a su temperatura de operación (Ohm/km)
x : reactancia del conductor (Ohm/km)

El criterio de selección es que la caída de tensión sea menor a 5% entre el punto de diseño y el punto de carga.

Con los datos de los cables que se indican en la tabla Nº 5 siguiente, se obtienen los valores de caída de tensión mostrados en la tabla Nº 6, en la se indican además, la corriente nominal, la longitud, sección e impedancia del cable alimentador considerando un factor de potencia de 85%. Se indica también la caída de tensión acumulada en cada subestación desde el punto de diseño.

TABLA Nº 5: CARACTERISTICAS ELECTRICAS DE LOS CABLES N2XSY

TENSION E_o/E (V)	SECCION (mm2)	RESISTENCIA A 20 °C (Ω/km)	RESISTENCIA A 90 °C (Ω/km)	REACTANCIA (Ω/km)	CAPACIDAD NOMINAL (A)
18/30	50	0,387	0,4935	0,2763	186
	70	0,268	0,3417	0,2637	242
	120	0,153	0,1951	0,244	309
	240	0,0754	0,0961	0,2212	486

TABLA Nº 6: CAIDA DE TENSION EN LAS SUBESTACIONES			
SUBESTACION	**PARAMETRO**	**TENSION INICIAL (10 kV)**	**TENSION DEFINITIVA (22.9 kV)**
1	CORRIENTE NOMINAL (A)	228,05	99,59
	LONGITUD DEL TRAMO (m)	371	371
	SECCION DEL CABLES (mm2)	120	120
	IMPEDANCIA (Ω/km)	0,29437	0,29437
	CAIDA DE TENSION (V)	43,1378	18,8384
	CAIDA DE TENSION (%)	**0,4314%**	**0,0823%**
2.1	CORRIENTE NOMINAL (A)	46,19	20,17
	LONGITUD DEL TRAMO (m)	165	165
	SECCION DEL CABLES (mm2)	50	50
	IMPEDANCIA (Ω/km)	0,56503	0,56503
	CAIDA DE TENSION (V)	7,4587	3,257
	CAIDA DE TENSION (%)	0,0746%	0,0142%
	CAIDA DE TENSION ACUMULADA	**0,5060%**	**0,0965%**
2.2	CORRIENTE NOMINAL (A)	36,37	15,88
	LONGITUD DEL TRAMO (m)	165	165
	SECCION DEL CABLES (mm2)	50	50
	IMPEDANCIA (Ω/km)	0,56503	0,56503
	CAIDA DE TENSION (V)	5,873	2,5643
	CAIDA DE TENSION (%)	0,0587%	0,0112%
	CAIDA DE TENSION ACUMULADA	**0,4901%**	**0,0935%**
3	CORRIENTE NOMINAL (A)	18,48	8,07
	LONGITUD DEL TRAMO (m)	330	330
	SECCION DEL CABLES (mm2)	50	50
	IMPEDANCIA (Ω/km)	0,56503	0,56503
	CAIDA DE TENSION (V)	5,9683	2,6063
	CAIDA DE TENSION (%)	0,0597%	0,0114%
	CAIDA DE TENSION ACUMULADA	**0,4911%**	**0,0936%**
4	CORRIENTE NOMINAL (A)	14,43	6,3
	LONGITUD DEL TRAMO (m)	165	165
	SECCION DEL CABLES (mm2)	50	50
	IMPEDANCIA (Ω/km)	0,56503	0,56503
	CAIDA DE TENSION (V)	2,3301	1,0173
	CAIDA DE TENSION (%)	0,0233%	0,0044%
	CAIDA DE TENSION ACUMULADA	**0,4547%**	**0,0867%**
5	CORRIENTE NOMINAL (A)	18,48	8,07
	LONGITUD DEL TRAMO (m)	65	65
	SECCION DEL CABLES (mm2)	50	50
	IMPEDANCIA (Ω/km)	0,56503	0,56503
	CAIDA DE TENSION (V)	1,1756	0,5134
	CAIDA DE TENSION (%)	0,0118%	0,0022%
	CAIDA DE TENSION ACUMULADA	**0,4431%**	**0,0845%**

3.3.3.3 Intensidad y duración del cortocircuito

En un tramo de cable el cortocircuito puede ocurrir en cualquier punto, siendo el más desfavorable el que está más cerca a la fuente de energía, es decir, el punto de entrega de energía. La potencia de cortocircuito en el punto inicial del sistema eléctrico del estadio, el denominado *punto de diseño*, es un dato que entrega el concesionario.

a) En la subestación Nº 1

a.1) Potencia de cortocircuito en el punto inicial del alimentador a la subestación Nº 1:

Por dato del concesionario se tiene los valores mostrados en la Tabla Nº 7

a.2) Cálculo de la corriente de cortocircuito en el punto inicial del alimentador a la subestación Nº 1

La corriente de cortocircuito está dada por:

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

donde:

I_{cc} : corriente de cortocircuito en el punto de diseño (kA)
P_{cc} : Potencia de cortocircuito en el punto de diseño (MVA)
V : Tensión nominal de servicio (kV)

Para la subestación Nº 1 se tiene los mostrados en la Tabla Nº 7:

a.3) Mínima sección de cable que soporta la corriente de cortocircuito (Icccc)

El cable debe tener una sección capaz de soportar la corriente de cortocircuito durante el tiempo que este dure. Para obtener la sección del cable que cumple con este requisito se emplea la fórmula siguiente:

$$I_{ccc} = \frac{k \times S}{\sqrt{t}} \text{ (kA)}$$

por lo que la mínima sección a emplearse para encontrar la mínima sección que soporta el cortocircuito es:

$$S_{mn} \geq \frac{k \times I_{ccc}}{\sqrt{t}} \text{ (kA)}$$

donde:

I_{ccc} : corriente de cortocircuito que soporta el cable (kA)

k : Factor dependiente del tipo de aislamiento del cable y la temperatura que puede soportar así como de la temperatura presente en el cable al momento de iniciarse el cortocircuito. Para cables de polietileno reticulado este factor es igual a 0.14356

S : Sección del cable (mm2)

S_{mn} : Mínima sección del cable que soporta el cortocircuito (mm2)

t : Duración del cortocircuito, equivalente al tiempo de actuación de la protección del concesionario (seg)

El criterio de selección del cable, considerando el cortocircuito, es que la sección a emplearse sea mayor que la mínima antes calculada.

Para la subestación Nº 1 se tiene:

TABLA Nº 7 POTENCIA Y CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO EN EL PUNTO DE DISEÑO Y SECCIÓN DEL ALIMENTADOR A LA SUBESTACIÓN Nº 1			
SUBESTACION	**PARAMETRO**	**TENSION INICIAL (10 kV)**	**TENSION DEFINITIVA (22.9 kV)**
1	POTENCIA DE CORTOCIRCUITO EN EL PUNTO DE DISEÑO (MVA)	207	490
	DURACION DEL CORTOCIRCUITO (seg)	0,2	0,2
	CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO (kA)	11,95	12,35
	MINIMA SECCION QUE SOPORTA EL CORTOCIRCUITO (mm2)	37,23	38,47

Como se aprecia, de cables, la sección de cable que satisface los tres parámetros para la selección es de 120mm2

b) En la subestaciones Nº 2, 3, 4, 5

b.1) Potencia de cortocircuito en el punto inicial de los alimentadores a las subestaciones Nº 2, 3, 4 y 5

Este punto está ubicado en las barras de la subestación Nº 1. Para calcular la potencia de cortocircuito en este punto se empleará la siguiente fórmula:

$$P_{cc1} = \frac{V^2}{\sqrt{\left(\frac{V^2}{P_{cc}}+X\right)^2+R^2}}$$

donde:

P_{cc1} : Potencia de cortocircuito en el punto 1 (MVA)
V : Tensión nominal (V)
P_{cc} : Potencia de cortocircuito en el punto de entrega (mm2)
X : Reactancia del cable (Ω)
R : Resistencia del cable (Ω)

En la tabla Nº 8 se muestran los valores de la potencia y corriente de cortocircuito presentes en la subestación Nº 1

TABLA Nº 8: POTENCIA Y CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO EN LA SUBESTACIÓN Nº 1			
SUBESTACION	**PARAMETRO**	**TENSION INICIAL (10 kV)**	**TENSION DEFINITIVA (22.9 kV)**
1	POTENCIA DE CORTOCIRCUITO EN EL PUNTO DE DISEÑO (MVA)	207	490
	SECCION DEL ALIMENTADOR (mm2)	120	120
	POTENCIA DE CORTOCIRCUITO EN LA SUBESTACION (MVA)	172,961	450,910
	CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO (kA)	9,99	11,37

Con este valor se procede a calcular la mínima sección de los cables alimentadores a las subestaciones 2, 3, 4 y 5, las que se indican en la tabla Nº 9. Como la protección de estos cables se efectuará por medio de fusibles, se considera un tiempo de duración de la falla de 0.02 seg.

TABLA Nº 9 POTENCIA Y CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO EN EL PUNTO DE ENTREGA Y SECCION DEL ALIMENTADOR A LAS SUBESTACIONES Nº 2, 3, 4 Y 5			
2	POTENCIA DE CORTOCIRCUITO EN EL PUNTO DE ENTREGA (MVA)	172,961	450,910
	DURACION DEL CORTOCIRCUITO (seg)	0,02	0,02
	CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO EN EL PUNTO DE ENTREGA (kA)	9,99	11,37
	MINIMA SECCION QUE SOPORTA EL CORTOCIRCUITO (mm2)	9,84	11,2
	SECCION EMPLEADA (mm2)	50	50
3	POTENCIA DE CORTOCIRCUITO EN EL PUNTO DE ENTREGA (MVA)	172,961	450,910
	DURACION DEL CORTOCIRCUITO (seg)	0,02	0,02
	CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO EN EL PUNTO DE ENTREGA (kA)	9,99	11,37
	MINIMA SECCION QUE SOPORTA EL CORTOCIRCUITO (mm2)	9,84	11,2
	SECCION EMPLEADA (mm2)	50	50
4	POTENCIA DE CORTOCIRCUITO EN EL PUNTO DE ENTREGA (MVA)	172,961	450,910
	DURACION DEL CORTOCIRCUITO (seg)	0,02	0,02
	CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO EN EL PUNTO DE ENTREGA (kA)	9,99	11,37
	MINIMA SECCION QUE SOPORTA EL CORTOCIRCUITO (mm2)	9,84	11,2
	SECCION EMPLEADA (mm2)	50	50
5	POTENCIA DE CORTOCIRCUITO EN EL PUNTO DE ENTREGA (MVA)	172,961	450,910
	DURACION DEL CORTOCIRCUITO (seg)	0,02	0,02
	CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO EN EL PUNTO DE ENTREGA (kA)	9,99	11,37
	MINIMA SECCION QUE SOPORTA EL CORTOCIRCUITO (mm2)	9,84	11,2
	SECCION EMPLEADA (mm2)	50	50

3.3.4 Selección de equipamiento

La selección del equipamiento se efectúa considerando básicamente los siguientes aspectos:

- Capacidad de corriente
- Poder de cortocircuito.

3.3.4.1 Capacidad de corriente

La capacidad de corriente de los equipos deberá ser mayor que la indicada en la tabla Nº 4.

3.3.4.2 Poder de cortocircuito

El poder de cortocircuito de los equipos seleccionados deberá ser superior a la indicada en la tabla Nº 9

3.3.5 Selección de cables de puesta a tierra

El criterio a tomar en cuenta para seleccionar los cables de puesta a tierra, es que deben soportar la corriente de cortocircuito que pudiera presentarse en la subestación por el tiempo que dure la falla.

El proceso de cálculo consiste en encontrar la corriente de cortocircuito, en media y baja tensión, y determinar cuál es la mínima sección de cables, según el tipo de cable empleado, que la soporta por el tiempo que dure la falla.

3.3.5.1 Para media tensión

Los cables empleados para la puesta a tierra de media tensión son de cobre desnudo, y su factor a emplearse en la fórmula 2.3.3 c.3) es 0.10525. La corriente de cortocircuito soportada por el cable de tierra es:

$$I_{t11} = \frac{0.10525 \times S_{t11}}{\sqrt{t}} > I_{cc11}\ (kA)$$

de donde se deduce la mínima sección del cable de puesta a tierra en el lado primario es:

$$S_{t11} > \frac{I_{cc11} \times \sqrt{t}}{0.10525}$$

donde:

I_{t11} : Corriente de cortocircuito soportada por el cable de puesta a tierra de media tensión en la subestación Nº 1 (kA)

S_{t11} : Sección del cable de puesta a tierra de media tensión en la subestación Nº 1 (mm2)

I_{cc1} : Corriente de cortocircuito en barras de la subestación Nº 1 (kA)

t : tiempo de apertura del dispositivo de protección (seg)

La potencia y corriente de cortocircuito en cada subestación se calcula de manera similar a la empleada en el caso de la subestación Nº 1, punto 4.3.3.3 b.1, y los resultados se muestran en la tabla Nº 10 siguiente

TABLA Nº 10: POTENCIA Y CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO EN LAS SUBESTACIONES Nº 2, 3, 4 Y 5

SUBESTACION	PARAMETRO	TENSION INICIAL (10 kV)	TENSION DEFINITIVA (22.9 kV)
2	POTENCIA DE CORTOCIRCUITO EN EL PUNTO DE ENTREGA (MVA)	172,961	450,91
	SECCION DEL ALIMENTADOR (mm2)	50	50
	POTENCIA DE CORTOCIRCUITO EN BARRAS DE LA SUBESTACION (MVA)	158,971	357,797
	CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO (kA)	9,18	9,02
3	POTENCIA DE CORTOCIRCUITO EN EL PUNTO DE ENTREGA (MVA)	172,961	450,91
	SECCION DEL ALIMENTADOR (mm2)	50	50
	POTENCIA DE CORTOCIRCUITO EN BARRAS DE LA SUBESTACION (MVA)	145,165	283,454
	CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO (kA)	8,38	7,15
4	POTENCIA DE CORTOCIRCUITO EN EL PUNTO DE ENTREGA (MVA)	172,961	450,91
	SECCION DEL ALIMENTADOR (mm2)	50	50
	POTENCIA DE CORTOCIRCUITO EN BARRAS DE LA SUBESTACION (MVA)	158,971	357,797
	CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO (kA)	9,18	9,02
5	POTENCIA DE CORTOCIRCUITO EN EL PUNTO DE ENTREGA (MVA)	172,961	450,91
	SECCION DEL ALIMENTADOR (mm2)	50	50
	POTENCIA DE CORTOCIRCUITO EN BARRAS DE LA SUBESTACION (MVA)	167,508	413,446
	CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO (kA)	9,67	10,42

Con los datos de la corriente de cortocircuito indicados en las tablas Nº 8 y 10, se encuentran las secciones de los cables de puesta a tierra que se muestran en la tabla Nº 11

TABLA Nº 11 SECCION DEL CABLE DE PUESTA A TIERRA PARA MEDIA TENSION

SUBESTACION	PARAMETRO	TENSION INICIAL (10 kV)	TENSION DEFINITIVA (22.9 kV)
1	CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO (kA)	9,99	11,37
	DURACION DEL CORTOCIRCUITO (seg)	0,2	0,2
	MINIMA SECCION DE CABLE (mm2)	42,45	48,31
	SECCION DEL EMPLEADA (mm2)	50	50
1	CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO (kA)	9,18	9,02
	DURACION DEL CORTOCIRCUITO (seg)	0,02	0,02
	MINIMA SECCION DE CABLE (mm2)	12,33	12,12
	SECCION DEL EMPLEADA (mm2)	35	35
3	CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO (kA)	8,38	7,15
	DURACION DEL CORTOCIRCUITO (seg)	0,02	0,02
	MINIMA SECCION DE CABLE (mm2)	11,26	9,61
	SECCION DEL EMPLEADA (mm2)	35	35
4	CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO (kA)	9,18	9,02
	DURACION DEL CORTOCIRCUITO (seg)	0,02	0,02
	MINIMA SECCION DE CABLE (mm2)	12,33	12,12
	SECCION DEL EMPLEADA (mm2)	35	35
5	CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO (kA)	9,67	10,42
	DURACION DEL CORTOCIRCUITO (seg)	0,02	0,02
	MINIMA SECCION DE CABLE (mm2)	12,99	14
	SECCION DEL EMPLEADA (mm2)	35	35

3.3.5.2 Para baja tensión

El cable de puesta a tierra debe soportar la corriente de cortocircuito que se presente en el lado de baja tensión. Para calcular la potencia de cortocircuito se considera sólo el transformador de mayor potencia con una impedancia de 5%, y la fórmula:

$$P_{cc2} = \frac{1}{\frac{1}{P_{cc1}} + \frac{z_T}{P_T}} \text{ (MVA)}$$

y la corriente de cortocircuito es:

$$I_{cc2} = \frac{P_{cc2}}{\sqrt{3} \times V_2} \text{ (kA)}$$

Para la puesta a tierra de baja tensión se empleará un cable tipo NXH, que deberá tener una capacidad de corriente de corta duración mayor que la que se presente en el cortocircuito:

$$I_{t2} = \frac{0.14356 \times S_{t2}}{\sqrt{t}} > I_{cc2} \text{ (kA)}$$

por lo que

$$S_{t2} > \frac{I_{cc2} \times \sqrt{t}}{0.14356}$$

donde:

P_{cc2} : Potencia de cortocircuito en bornes de baja tensión de la subestación Nº 1 (MVA)

P_{cc1} : Potencia de cortocircuito en media tensión (MVA)

z_T : impedancia de cortocircuito del transformador de mayor potencia

P_T : Potencia del transformador de mayor potencia (MVA)

I_{cc2} : Corriente de cortocircuito en baja tensión (kA)

V_2 : Tensión secundaria nominal (V)

I_{t2} : Corriente de cortocircuito soportada por el cable de puesta a tierra (kA)

S_{t2} : Sección del cable de puesta a tierra de media tensión (mm2)

t : tiempo de apertura del dispositivo de protección (seg)

Igual que para media tensión, en la tabla Nº 12 se presentan los valores de potencia de cortocircuito, corriente de cortocircuito, mínima sección del cable de puesta tierra y la sección del cable a instalar, considerando la potencia del mayor transformador y su tensión secundaria.

TABLA Nº 12: POTENCIA Y CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO Y SECCION DEL CABLE DE PUESTA A TIERRA PARA BAJA TENSION			
SUBESTACION	**PARAMETRO**	**TENSION INICIAL (10 kV)**	**TENSION DEFINITIVA (22.9 kV)**
1	POTENCIA DEL MAYOR TRANSFORMADOR (kVA)	1000	1000
	TENSION SECUNDARIA (V)	0,23	0,23
	POTENCIA DE CORTOCIRCUITO (MVA)	17,93	19,15
	CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO (kA)	45,01	48,07
	MINIMA SECCION DE CABLE (mm2)	140,21	149,75
	SECCION DEL EMPLEADA (mm2)	150	150
2,1	POTENCIA DEL MAYOR TRANSFORMADOR (kVA)	800	800
	TENSION SECUNDARIA (V)	0,23	0,23
	POTENCIA DE CORTOCIRCUITO (MVA)	14,05	14,05
	CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO (kA)	35,27	35,27
	MINIMA SECCION DE CABLE (mm2)	109,87	109,87
	SECCION DEL EMPLEADA (mm2)	150	150
2,2	POTENCIA DEL MAYOR TRANSFORMADOR (kVA)	630	630
	TENSION SECUNDARIA (V)	0,4	0,4
	POTENCIA DE CORTOCIRCUITO (MVA)	11,36	11,36
	CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO (kA)	16,4	16,4
	MINIMA SECCION DE CABLE (mm2)	51,09	51,09
	SECCION DEL EMPLEADA (mm2)	70	70
3	POTENCIA DEL MAYOR TRANSFORMADOR (kVA)	320	320
	TENSION SECUNDARIA (V)	0,23	0,23
	POTENCIA DE CORTOCIRCUITO (MVA)	6,07	6,07
	CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO (kA)	15,24	15,24
	MINIMA SECCION DE CABLE (mm2)	47,48	47,48
	SECCION DEL EMPLEADA (mm2)	50	50
4	POTENCIA DEL MAYOR TRANSFORMADOR (kVA)	250	250
	TENSION SECUNDARIA (V)	0,23	0,23
	POTENCIA DE CORTOCIRCUITO (MVA)	4,8	4,8
	CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO (kA)	12,05	12,05
	MINIMA SECCION DE CABLE (mm2)	37,54	37,54
	SECCION DEL EMPLEADA (mm2)	50	50
5	POTENCIA DEL MAYOR TRANSFORMADOR (kVA)	320	320
	TENSION SECUNDARIA (V)	0,23	0,23
	POTENCIA DE CORTOCIRCUITO (MVA)	6,09	6,09
	CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO (kA)	15,29	15,29
	MINIMA SECCION DE CABLE (mm2)	47,63	47,63
	SECCION DEL EMPLEADA (mm2)	50	50

3.3.6 Selección de fusibles

Los fusibles se han seleccionado en función a las tablas recomendadas por el fabricante, la misma que se adjunta en el Anexo Nº 1. Los fabricantes de fusibles han probado que para la potencia de los transformadores indicada, sus dispositivos dejan circular la corriente de inserción y proveen una adecuada protección.

TABLA Nº 10: SELECCIÓN DE FUSIBLES

SUBESTACION	CELDA	PARAMETRO	TENSION INICIAL (10 kV)	TENSION DEFINITIVA (22.9 kV)
1	CS-1.1	POTENCIA TRANSFORMADOR (kVA)	1000	1000
		FUSIBLE (A)	80	40
	CS-1.2	POTENCIA TRANSFORMADOR (kVA)	800	800
		FUSIBLE (A)	63	40
	CS-1.3	POTENCIA TRANSFORMADOR (kVA)	320	320
		FUSIBLE (A)	40	16
	CS-1.4	POTENCIA TRANSFORMADOR (kVA)	250	250
		FUSIBLE (A)	25	16
	CS-1.5	POTENCIA TRANSFORMADOR (kVA)	630	630
		FUSIBLE (A)	63	25
	CS-1.6	POTENCIA TRANSFORMADOR (kVA)	630	630
		FUSIBLE (A)	63	25
	CS-1.7	POTENCIA TRANSFORMADOR (kVA)	320	320
		FUSIBLE (A)	40	16
2.1	CS-2.1	POTENCIA TRANSFORMADOR (kVA)	800	800
		FUSIBLE (A)	63	40
2.2	CS-2.2	POTENCIA TRANSFORMADOR (kVA)	630	630
		FUSIBLE (A)	63	25
3	CS-3.1	POTENCIA TRANSFORMADOR (kVA)	320	320
		FUSIBLE (A)	40	16
4	CS-4.1	POTENCIA TRANSFORMADOR (kVA)	250	250
		FUSIBLE (A)	25	16
5	CS-5.1	POTENCIA TRANSFORMADOR (kVA)	1000	1000
		FUSIBLE (A)	80	40
5	CS-5.1	POTENCIA TRANSFORMADOR (kVA)	320	320
		FUSIBLE (A)	40	16

3.3.7 Ventilación de las subestaciones

Como las subestaciones no presentan facilidades para una ventilación cruzada que asegure una temperatura de funcionamiento de lo equipos dentro de sus parámetros de diseño, se empleará ventilación forzada.

El flujo de aire necesario para asegurar la ventilación se calcula como sigue:

3.3.7.1 Condiciones de diseño

- Se considera aire seco
- Temperatura de entrada del aire : 25°C
- Temperatura de salida : 40°C

3.3.7.2 Masa de aire necesaria

La masa de aire necesaria para la refrigeración será:

$$m = \frac{P}{\Delta t}$$

donde:

m flujo de masa de aire (kg/seg)

P Pérdidas de potencia (kW)

Δt Incremento de temperatura del aire

Considerando una elevación de temperatura de 15°C, se tiene:

$$m = \frac{P}{15} \ Kg/seg$$

3.3.7.3 Volumen de aire al ingreso a la subestación

El volumen de ingreso correspondiente a este flujo, para una temperatura dada será:

$$V_i = m\frac{T_i}{342\times p}$$

donde:

- T temperatura del aire (°K)
- p presión del aire (MPa)

3.3.7.4 Volumen de aire a la salida de la subestación

El volumen de ingreso correspondiente a este flujo, para una temperatura dada será:

$$V_s = m\frac{T_s}{342\times p}$$

Con el flujo de aire necesario se verifica en un catálogo de fabricante de ventiladores y se selecciona uno que brinde el flujo mencionado a una presión de 6 mm de agua.

Aplicando lo indicado en el punto 2.3.7, y considerado las pérdidas que se producen en 22.9 kV, mayores que las obtenidas en 10 kV, se obtienen los siguientes resultados para el flujo de aire que deben proporcionar los ventiladores. En el caso de la subestación Nº 1, se ha considerado la situación caso más desfavorable, que será cuando se trabaja en emergencia, es decir, cuando funcionen los transformadores elevadores.

TABLA Nº 11: SELECCIÓN DE XTRACTORES E INYECTORES PARA VENTILACION DE LAS SUBESTACIONES		
SUBESTACION	**PARAMETRO**	**TENSION INICIAL (10 kV)**
1	POTENCIA TOTAL DE TRANSFORMADORES (kVA)	3530
	PERDIDAS DE POTENCIA (kW)	48.60
	MASA DE AIRE NECESARIA (kg/seg)	3.24
	VOLUMEN DE AIRE AL INGRESO (m3/seg)	2.82
	VOLUMEN DE AIRE A LA SALIDA (m3/seg)	2.97
2	POTENCIA TOTAL DE TRANSFORMADORES (kVA)	1.44
	PERDIDAS DE POTENCIA (kW)	20.95
	MASA DE AIRE NECESARIA (kg/seg)	1.40
	VOLUMEN DE AIRE AL INGRESO (m3/seg)	1.22
	VOLUMEN DE AIRE A LA SALIDA (m3/seg)	1.28
3	POTENCIA TOTAL DE TRANSFORMADORES (kVA)	320
	PERDIDAS DE POTENCIA (kW)	5.75
	MASA DE AIRE NECESARIA (kg/seg)	0.38
	VOLUMEN DE AIRE AL INGRESO (m3/seg)	0.33
	VOLUMEN DE AIRE A LA SALIDA (m3/seg)	0.35
4	POTENCIA TOTAL DE TRANSFORMADORES (kVA)	250
	PERDIDAS DE POTENCIA (kW)	4.68
	MASA DE AIRE NECESARIA (kg/seg)	0.31
	VOLUMEN DE AIRE AL INGRESO (m3/seg)	0.27
	VOLUMEN DE AIRE A LA SALIDA (m3/seg)	0.28
5	POTENCIA TOTAL DE TRANSFORMADORES (kVA)	320
	PERDIDAS DE POTENCIA (kW)	5.75
	MASA DE AIRE NECESARIA (kg/seg)	0.38
	VOLUMEN DE AIRE AL INGRESO (m3/seg)	0.33
	VOLUMEN DE AIRE A LA SALIDA (m3/seg)	0.35

3.4 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

3.4.1 Objetivo

Las siguientes Especificaciones Técnicas cubren los materiales a emplearse en la ejecución del presente proyecto. Todos está previstos para trabajar en 22.9 KV. Tienen un carácter general, y no cubren detalles propios de cada marca o fabricante, por lo tanto, el suministro debe incluir los accesorios, piezas, etc. que hagan posible su buena instalación y operación sin restricción.

3.4.2 Redes

3.4.2.1 Cable subterráneo N2XSY

El cable subterráneo será unipolar con conductor de cobre recocido, cableado de sección circular, pantalla eléctrica de semiconductor extruido sobre el conductor, aislamiento de polietileno reticulado, pantalla eléctrica de cinta semiconductora sobre la aislación, blindaje metálico de cinta de cobre recocido y cubierta exterior de PVC color rojo. Tendrá las siguientes características:

- Sección (mm2)	:	50	120
- Tensión nominal Eo/E (kV)	:	18/30	18/30
- Tipo	:	N2XSY	N2XSY
- Capacidad nominal (A)	:	186	309
- Temperatura de operación (°C)	:	90	90
- Diámetro exterior (mm)	:	31.9	37.5

a) Tendido del cable directamente enterrado

La zanja para el tendido del cable directamente enterrado deberá tener una sección de 0.60 x 1.10 m. El cable se colocará sobre una capa

de 10 cm. de tierra cernida o arena compactada, luego la zanja se llenará con una primera capa de 15 cm. de tierra cernida, donde se colocará una hilera continua de ladrillos y luego, a 20 cm. de la base de los ladrillos se tenderá una cinta señalizadora de color rojo, completándose el relleno de la zanja con tierra original libre de pedrones y compactada por capas de 15 cm. Los detalles se muestran en planos.

El cable irá encintado en todo su recorrido con cinta adhesiva de vinilo color celeste para diferenciarlo como un cable de uso particular.

b) Tendido del cable en ductos de concreto

Los ductos serán instalados en zanjas de 0.60 x 1.10 m sobre un solado de concreto pobre (1:12) de 5 cm de altura y deberán instalarse perfectamente alineados, sus uniones deberán ser selladas con un anillo de concreto. Las vías que no se empleen serán taponeadas con yute y brea o alquitrán.

La zanja se llenará con tierra cernida y compactada hasta 0.10 m. sobre los ductos, luego se llenará con una capa de 0.35m de tierra original libre de piedras, donde se tenderá una cinta señalizadora de color rojo y se echará otra capa de 0.15m de este mismo material, compactándose en franjas de 0.15m. Posteriormente, se llenará con una base de 0.15m de material afirmado compactado y se completará el relleno de la zanja con concreto o pavimento, según sea el acabado de la pista original tierra original.

3.4.2.2 Cinta Señalizadora

La cinta señalizadora, utilizada para indicar la presencia de cables de media tensión, será colocada a 0.20 m. de la base de los ladrillos o sobre los ductos de concreto y tendrá las siguientes características:

- Material : polietileno de alta calidad resistente a los ácidos y álcalis.
- Ancho : 125 mm.
- Espesor : 1/10 mm.
- Color : rojo
- Elongación : 250%
- Inscripción : "Peligro de muerte 25,000 voltios", inscrita con letras negras que no pierdan su color con el tiempo y recubiertas con plástico.

3.4.2.3 Cinta Delimitadora celeste

La Cinta Delimitadora es una película de vinil con adhesivo de caucho, resistente a la abrasión y a la mayoría de solventes comunes, que se empleará para señalar que los cables tendidos en la vía pública no son propiedad del concesionario.

Construcción:

- Respaldo : Película de vinil pigmentada.
- Adhesivo : Caucho.
- Color del Respaldo : Celeste.
- Longitud de los rollos : 33 metros.
- Ancho de los rollos : 2"

3.4.2.4 Terminal de cable

El terminal de cable será del tipo termocontraible, para 25 kV, uso interior, adecuado para el cable N2XSY de 50 mm2 y estará compuesto por:

- Tubo termocontraible de control de campo
- Tubo termocontraible aislante
- Cintas de mastic sellante
- Cinta de cobre preformado para tierra

y tendrá las siguientes características:

Tensión nominal	:	25 kV
Tensión de impulso	:	150 kV BIL
Línea de fuga	:	400 mm
Norma de fabricación	:	IEEE-48-1996

3.4.3 Subestaciones

Las celdas a emplearse serán del tipo autosoportado, fabricadas en chapa pregalvanizada, a prueba de arco interno. Cada unidad está constituida por compartimientos separados metálicamente entre sí, poseerá además un cierre de fondo con aberturas especiales para el pase de los cables de media tensión y agujeros preparados para su fijación sobre el piso.

El compartimiento de barras contiene el sistema de barras principales que serán de cobre electrolítico y estarán aisladas en aire y fijadas en los terminales del seccionador de aislamiento o del seccionador de potencia, según el tipo de celda.

El compartimiento del seccionador o seccionador de potencia contiene las partes activas del elemento de protección o maniobra y está metálicamente segregado del compartimiento de barras y del compartimiento línea mediante la caja de acero inoxidable del seccionador o seccionador de potencia.

El compartimiento línea está separado del compartimiento barras y contiene diferentes equipos según el tipo de celda tales como interruptores o fusibles.

Las puertas frontales tendrán un enclavamiento mecánico que permita su apertura solo en condiciones de seguridad. Su grado de protección será IP2X dentro de la celda, IP3X en la caja externa (excluidas las zonas de maniobra) y IP2XC en las zonas de maniobra. Las celdas cumplirán con la Norma IEC 68871-200 y estarán garantizadas para trabajar en las siguientes condiciones de servicio:

- Temperatura de ambiente mínima : -5 °C
- Temperatura de ambiente máxima : 40 °C
- Humedad relativa máxima sin condensación : 95%
- Altitud : ≤ 1000 m
- Tensión nominal : 240 kV
- Tensión de prueba (60 Hz/1min) : 50 kV
- Tensión de ensayo a impulso : 125 kV
- Frecuencia nominal : 60 Hz

Las celdas y sus componentes deberán se fabricados bajo las siguientes normas:

- IEC 62271-200 Celdas Metal enclosed de 1 kV a 72 kV
- IEC 62271-200 Anexo A (1 al 5) Arco Interno
- IEC 62271-100 Interruptores de Potencia
- IEC 60694 Especificaciones Generales de Celdas
- IEC 62271-102 Seccionador y Seccionador Tierra
- IEC 60265-1 (IEC 62271-103) Seccionador 1 kV a 72 kV
- IEC 62271-105 Seccionador Fusible combinado
- IEC 60282-1 Fusibles
- IEC 60044-1 Transformadores de Corriente
- IEC 60044-2 Transformadores de Tensión
- IEC 60255 Relés de Protección

El equipamiento propio de cada subestación es el que se indica a continuación:

3.4.3.1 Subestación No. 1

a) Celdas de Llegada CLL-1.1 y CLL-1.2

Estas celdas formarán un sistema de trasferencia automática entre las fuentes de energía normal, proveniente de las redes del concesionario y de emergencia, proveniente desde el grupo electrógeno No. 1, gobernada por el relé de protección y control, por lo que deberá contarse con los relés o contactores auxiliares, temporizados, de mínima tensión y otros elementos que permitan efectuar la transferencia automática deseada. Las celdas serán para 630 A, 16 kA/1s con ingreso de potencia por la parte inferior y de las siguientes dimensiones:

- Ancho : 750 mm
- Profundidad : 975 mm.
- Altura : 1,950 mm.

En su interior se montarán los siguientes equipos:

- 3 terminales para cable unipolar tipo corto, contraibles para montaje interior, para 24 kV y especificado para cable N2XSY de 120 mm2
- Barra de tierra.
- Relé de protección con las funciones 50/51/51N
- Un transformador homopolar 50/1
- Un seccionador de tres posiciones: conectado, seccionado y puesto a tierra, uso interior, mando manual desde el frente de la celda
- Un interruptor automático de polos separados, con cámara de corte en vacío, y de las siguientes características:

. Norma de fabricación	:	IEC 62271-100
. Tensión nominal	:	24 kV
. Tensión nominal de aislamiento	:	24 kV
. Intensidad nominal (Ir)	:	630 A
. Poder de corte nominal (Isc)	:	20 kA
. Poder de cierre Ith	:	50 kA
. Corriente admisible de breve duración 3seg (Ik)	:	20 kA
. BIL	:	125 kV
. Tensión de ensayo (60 Hz)	:	50 kV
. Tiempo total de corte	:	50...75 ms
. Ejecución	:	fija
. Montaje	:	lateral

. Accesorios:

.. Relés de cierre y apertura

.. Mando motorizado

.. Aisladores capacitivos de presencia de tensión

.. Lámparas señalizadoras de presencia de tensión

.. Seccionador de puesta a tierra

.. Enclavamientos: se proveerá un bloqueo mecánico de manera que:

... Sólo se pueda conectar y seccionar el seccionador cuando el interruptor haya sido desconectado.

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

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

- 3 sensores de corriente de las siguientes características:

. Norma de fabricación	:	IEC 60044-8
. Principio de funcionamiento	:	bobina de Rogowski
. Aplicación	:	Protección y monitoreo
. Tensión de servicio	:	24 kV
. Relación	:	250/0.18 V
. Clase de precisión	:	1/5P30
. Burden	:	> 4 MΩ
. Frecuencia	:	60 Hz

- Relé digital multifunción trifásico de protección y control, de las siguientes características:

. Funciones de protección	:	50, 51, 51N
. Corriente nominal	:	5 A
. Frecuencia	:	60 Hz.

- Soportes para los cables unipolares del tipo seco.

b) Celda de Medición CM-1.1

La celda será, para 24 KV, 400 A, 20 KA, y de las siguientes dimensiones:

- Ancho	:	500 mm
- Profundidad	:	975 mm.
- Altura	:	1,950 mm.

En su interior se montarán los siguientes equipos:

- 3 sensores de corriente de las siguientes características:

. Norma de fabricación	:	IEC 60044-8
. Principio de funcionamiento	:	bobina de Rogowski
. Aplicación	:	Protección y monitoreo
. Tensión de servicio	:	24 kV
. Relación	:	250/0.18 V
. Clase de precisión	:	1/5P30
. Burden	:	> 4 MΩ
. Frecuencia	:	60 Hz

- 3 Transformadores de tensión monofásico, fabricado con núcleo de fierro silicoso de grano orientado y arrollamientos de cobre electrolítico de alta conductividad, encapsulado en resina epóxica, y de las siguientes características:

. Potencia	:	15 VA
. Relación	:	22.9/√3 / 0.100/√3 kV
. Clase de precisión	:	0.5
. Frecuencia	:	60 Hz

- 1 medidor multifunción, capaz de registrar simultáneamente las tres fases de los siguientes parámetros: V, I, cos ∅ P, N, nivel de armónicos.

c) Celdas de Salida CS-1.1, CS-1.2, CS-1.3, CS-1.4

Las celdas serán para 24 KV, 400 A, 16 KA, y de las siguientes dimensiones:

- Ancho	:	500 mm
- Profundidad	:	975 mm.
- Altura	:	1,950 mm.

En su interior se montarán los siguientes equipos:

- 3 terminales para cable unipolar tipo corto, contraíble para montaje interior, para 24 kV y especificado para cable N2XSY de 50 mm2
- Barra de tierra.
- Un seccionador de potencia con cámara de extinción de arco en hexafluoruro de azufre (SF6), mando frontal.

. Tensión nominal : 24 kV
. Intensidad nominal : 400 A
. Ejecución : fija
. Montaje : lateral
. Accesorios:
.. Placa de características y banderas indicadoras de posición
.. Contador de operaciones
.. Aisladores capacitivos de presencia de tensión
.. Lámparas señalizadoras de presencia de tensión
.. Enclavamientos: se proveerá un bloqueo mecánico de manera que:
... Se pueda acceder a los tubos portafusible sólo cuando el seccionador haya sido desconectado y puesto a tierra.
... Se pueda conectar el seccionador de potencia sólo cuando el seccionador de puesta a tierra esté abierto.
... Se pueda conectar el seccionador de puesta tierra sólo cuando el seccionador de potencia está abierto.
... Se pueda acceder a los tubos portafusible sólo cuando el seccionador haya sido desconectado y puesto a tierra.

- 3 Fusibles de 24 kV

d) Celda de Seccionamiento CC-1.1

La celda será para 24 KV, 400 A, 20 kA, y de las siguientes dimensiones:

- Ancho : 500 mm
- Profundidad : 975 mm.
- Altura : 1,950 mm.

En su interior se montarán los siguientes equipos:

- 3 terminales para cable unipolar tipo corto, contraíble para montaje interior, para 24 kV y especificado para cable N2XSY de 50 mm2
- Barra de tierra.
- Un seccionador de potencia con cámara de extinción de arco en hexafluoruro de azufre (SF6), mando frontal.

. Tensión nominal : 24 kV
. Intensidad nominal : 400 A
. Ejecución : fija
. Montaje : lateral
. Accesorios:
.. Placa de características y banderas indicadoras de posición
.. Contador de operaciones
.. Aisladores capacitivos de presencia de tensión
.. Lámparas señalizadoras de presencia de tensión
.. El seccionador de la celda de salida CC 1.1 tendrá un relé de apertura accionado por un contacto auxiliar del interruptor 1.1, de manera que por este seccionador sólo fluya energía normal y no de emergencia.
.. Enclavamientos: se proveerá un bloqueo mecánico de manera que:
... Se pueda conectar el seccionador de potencia sólo cuando el seccionador de puesta a tierra esté abierto.

... Se pueda conectar el seccionador de puesta tierra cuando el seccionador de potencia está abierto.

e) Celda de Llegada CLL-1.3 y CLL-1.4

Estas dos celdas formarán un sistema de trasferencia manual entre las fuentes de energía normal, proveniente de la celda CC-1.1 y de emergencia, proveniente desde el grupo electrógeno Nº 2. Serán para 630 A, 16 KA/1s con ingreso de potencia por la parte inferior y de las siguientes dimensiones:

- Ancho : 750 mm
- Profundidad : 975 mm.
- Altura : 1,950 mm.

En su interior se montarán los siguientes equipos:

3 terminales para cable unipolar tipo corto, contraíble para montaje interior, para 24 kV y especificado para cable N2XSY de 50 mm2

Barra de tierra.

Relé de protección con las funciones 50/51/51N

Un transformador homopolar 50/1

Un seccionador de tres posiciones: conectado, seccionado y puesto a tierra, uso interior, mando manual desde el frente de la celda

Un interruptor automático de polos separados, con cámara de corte en vacío, y de las siguientes características:

. Norma de fabricación : IEC 62271-100
. Tensión nominal : 24 kV

. Tensión nominal de aislamiento : 24 KV
. Intensidad nominal (Ir) : 630 A
. Poder de corte nominal (Isc) : 20 KA
. Poder de cierre Ith : 50 KA
. Corriente admisible de breve duración 3seg (Ik) : 20 KA
. BIL : 125 KV
. Tensión de ensayo (60 Hz) : 50 KV
. Tiempo total de corte : 50...75 ms
. Ejecución : fija
. Montaje : lateral

. Accesorios:

.. Palanca de mando
.. Aisladores capacitivos de presencia de tensión
.. Lámparas señalizadoras de presencia de tensión
.. Seccionador de puesta a tierra
.. Enclavamientos: se proveerá un bloqueo mecánico de manera que:
... Sólo se pueda conectar y seccionar el seccionador cuando el interruptor haya sido desconectado.
... No se pueda conectar el interruptor cuando el seccionador de puesta a tierra esté cerrado.
... No se pueda conectar el seccionador de puesta tierra cuando el interruptor está en servicio.

- 3 sensores de corriente de las siguientes características:

. Norma de fabricación : IEC 60044-8
. Principio de funcionamiento : bobina de Rogowski
. Aplicación : Protección y monitoreo
. Tensión de servicio : 24 kV
. Relación : 250/0.18 V
. Clase de precisión : 1/5P30
. Burden : > 4 MΩ
. Frecuencia : 60 Hz

- Relé digital multifunción trifásico de protección y control, de las siguientes características:

  . Funciones de protección : 50, 51, 51N
  . Corriente nominal : 5 A
  . Frecuencia : 60 Hz.

- Soportes para los cables unipolares del tipo seco.

f) Celdas de Salida CS-1.5, CS-1.6, CS-1.7

Las celdas serán, para 24 kV, 400 A, 16 kA, y de las siguientes dimensiones:

- Ancho : 750 mm
- Profundidad : 975 mm.
- Altura : 1,950 mm.

En su interior se montarán los siguientes equipos:

- 3 terminales para cable unipolar tipo corto, contraíble para montaje interior, para 24 kV y especificado para cable N2XSY de 50 mm2
- Barra de tierra.
- Un seccionador de potencia con cámara de extinción de arco en hexafluoruro de azufre (SF6), mando frontal.

  . Tensión nominal : 24 kV
  . Intensidad nominal : 400 A
  . Ejecución : fija
  . Montaje : lateral
  . Accesorios:
  .. Placa de características y banderas indicadoras de posición
  .. Contador de operaciones
  .. Aisladores capacitivos de presencia de tensión

.. Lámparas señalizadoras de presencia de tensión
.. Enclavamientos: se proveerá un bloqueo mecánico de manera que:
... Se pueda acceder a los tubos portafusible sólo cuando el seccionador haya sido desconectado y puesto a tierra.
... Se pueda conectar el seccionador de potencia sólo cuando el seccionador de puesta a tierra esté abierto.
... Se pueda conectar el seccionador de puesta tierra sólo cuando el seccionador de potencia está abierto.
... Se pueda acceder a los tubos portafusible sólo cuando el seccionador haya sido desconectado y puesto a tierra.

- 3 Fusibles de 24 kV

g) Celdas de transformación

Las celdas de transformación serán de frente muerto, autosoportadas, uso interior, construidas con plancha perforada de 2 mm de espesor, con paneles desmontables. Todas las partes metálicas serán sometidas a un tratamiento anticorrosivo de decapado por inmersión en caliente y/o arenado, luego del cual se recubrirá con una capa de fosfatizado y acabado con pintura del tipo epoxi-polyester, color beige según RAL 7032 de 100 micras de espesor, secado al horno.

Tendrán las siguientes dimensiones:

CELDA	ANCHO (mm)	PROFUNDIDAD (mm)	ALTURA (mm)
CT 1.1	2,400	1,500	3200
CT 1.2	2,400	1,500	3200
CT 1.3	2,400	1,500	3200
CT 1.4	2,400	1,500	3200

h) Transformadores

Los transformadores serán trifásicos, secos, encapsulado en resina epoxi, refrigeración con arrollamientos de aluminio y núcleo de acero al silicio de grano orientado, laminado en frío, montaje interior, enfriamiento forzado, y de las siguientes condiciones de servicio:

CARACTERISTICA	TRANSFORMADOR			
	TR-1.1	TR-1.2	TR-1.3	TR-1.4
Potencia (kVA)	630	1000	1250	630
Tensión primaria (kV)		10-22.9		
Tensión secundaria (V)	480	230	480	400-230
Regulación		± 2 x 2.5%		
Tensión de cortocircuito		5%		
Frecuencia		60 Hz		
Grupo de conexión		Dyn5-YNyn6		
Altura de servicio (msnm)		1000		
Refrigeración		AN		
Número de terminales				
. A.T.	4	4	4	7
. B.T.	4	4	4	7
Nivel de aislamiento primario (kV)		24/50/125		
Nivel de aislamiento secundario (kV)		1/1/3		
Norma de ejecución		IEC 726		
Servicio		Continuo		
Accesorios:				
Conmutador manual en vacío.				
Sondas de temperatura.				
Placa de características.				
. Ganchos de suspensión.				
. Abrazadera de tierra.				
. Ruedas bidireccionales				

i) Tableros de baja tensión

De acuerdo al transformador del que se derivan, el interruptor general de cada tablero de baja tensión del transformador será:

TABLERO	1.1	1.2	1.3	1.4
Interruptor general (A)	1000	3200	2000	1000-630

j) Tensión auxiliar

Se proveerá una sistema de tensión auxiliar conformado por batería, cargador de batería y tablero de protección para alimentar el relé de protección y control.

3.4.3.2 Subestación Nº 2

a) Celda de Remonte CR-2.1 y CR-2.2

Estas celdas serán para 630 A, 16 kA con ingreso de potencia por la parte inferior y servirán para acceder a las celdas de salida por su parte superior. Tendrán de las siguientes dimensiones:

- Ancho : 500 mm
- Profundidad : 975 mm.
- Altura : 1,950 mm.

En su interior se montarán los siguientes equipos:

- 3 terminales para cable unipolar tipo corto, contraibles para montaje interior, para 24 kV y especificado para cable N2XSY de 120 mm2
- Barra de tierra.

b) Celdas de Salida CS-2.1, CS-2.2

Las celdas serán para 24 kV, 630 A, 16 kA, y de las siguientes dimensiones:

Ancho	500 mm
Profundidad	975 mm.
Altura	1,950 mm.

En su interior se montarán los siguientes equipos:

- 3 terminales para cable unipolar tipo corto, contraíble para montaje interior, para 24 kV y especificado para cable N2XSY de 50 mm2
- Barra de tierra.

Un seccionador de potencia con cámara de extinción de arco en hexafluoruro de azufre (SF6), mando frontal.

. Tensión nominal	24 kV
. Intensidad nominal	630 A
. Ejecución	fija
. Montaje	lateral

. Accesorios:

.. Placa de características y banderas indicadoras de posición
.. Contador de operaciones
.. Aisladores capacitivos de presencia de tensión
.. Lámparas señalizadoras de presencia de tensión
.. Enclavamientos: se proveerá un bloqueo mecánico de manera que:
... Se pueda acceder a los tubos portafusible sólo cuando el seccionador haya sido desconectado y puesto a tierra.
... Se pueda conectar el seccionador de potencia sólo cuando el seccionador de puesta a tierra esté abierto.

... Se pueda conectar el seccionador de puesta tierra sólo cuando el seccionador de potencia está abierto.

... Se pueda acceder a los tubos portafusible sólo cuando el seccionador haya sido desconectado y puesto a tierra.

- 3 Fusibles de 24 kV

c) Celdas de transformación

Las celdas de transformación serán de frente muerto, autosoportadas, uso interior, construidas con plancha perforada de 2 mm de espesor, con paneles desmontables. Todas las partes metálicas serán sometidas a un tratamiento anticorrosivo de decapado por inmersión en caliente y/o arenado, luego del cual se recubrirá con una capa de fosfatizado y acabado con pintura del tipo epoxi-polyester, color beige según RAL 7032 de 100 micras de espesor, secado al horno.

Tendrán las siguientes dimensiones:

CELDA	ANCHO (mm)	PROFUNDIDAD (mm)	ALTURA (mm)
CT 2.1	2,400	1,500	3200
CT 2.2	2,400	1,500	3200

d) Transformadores

Los transformadores serán trifásicos, secos, encapsulado en resina epoxi, refrigeración con arrollamientos de aluminio y núcleo de acero al silicio de grano orientado, laminado en frío, montaje interior, enfriamiento forzado, y de las siguientes condiciones de servicio:

CARACTERISTICA	TRANSFORMADOR TR-2.1	TR-2.2
Potencia (kVA)	800	630
Tensión primaria (kV)	10-22.9	
Tensión secundaria (V)	230	400-230
Regulación	± 2 x 2.5%	
Tensión de cortocircuito	5%	5%
Frecuencia	60 Hz	
Grupo de conexión	Dyn5-YNyn6	
Altura de servicio (msnm	1000	
Refrigeración	AN	
Número de terminales		
. A.T.	4	4
. B.T.	4	7
Nivel de aislamiento primario (kV) 24/50/125		
Nivel de aislamiento secundario (KV) 1/1/3		
Norma de ejecución IEC 726		
Servicio Continuo		
Accesorios:		
Conmutador manual en vacío.		
Sondas de temperatura.		
Placa de características.		
. Ganchos de suspensión.		
. Abrazadera de tierra.		
.. Ruedas bidireccionales		

e) Tableros de baja tensión

De acuerdo al transformador del que se derivan, el interruptor general de cada tablero de baja tensión del transformador será:

TABLERO	2.1	2.2
Interruptor general (A)	2500	1000-630

3.4.3.3 Subestación Nº 3

a) Celda de Remonte CR-3.1

Esta celda será para 630 A, 16 kA con ingreso de potencia por la parte inferior y servirá para acceder a las celdas de salida por su parte superior. Tendrán de las siguientes dimensiones:

- Ancho : 500 mm
- Profundidad : 975 mm.
- Altura : 1,950 mm.

En su interior se montarán los siguientes equipos:

- 3 terminales para cable unipolar tipo corto, contraibles para montaje interior, para 24 kV y especificado para cable N2XSY de 120 mm2
- Barra de tierra.

b) Celdas de Salida CS-3.1

La celda será para 24 kV, 630 A, 16 kA, y de las siguientes dimensiones:

- Ancho : 500 mm
- Profundidad : 975 mm.
- Altura : 1,950 mm.

En su interior se montarán los siguientes equipos:

- 3 terminales para cable unipolar tipo corto, contraíble para montaje interior, para 24 kV y especificado para cable N2XSY de 50 mm2
- Barra de tierra.
- Un seccionador de potencia con cámara de extinción de arco en hexafluoruro de azufre (SF6), mando frontal.

. Tensión nominal : 24 kV
. Intensidad nominal : 630 A
. Ejecución : fija
. Montaje : lateral
. Accesorios:
.. Placa de características y banderas indicadoras de posición
.. Contador de operaciones
.. Aisladores capacitivos de presencia de tensión
.. Lámparas señalizadoras de presencia de tensión
.. Enclavamientos: se proveerá un bloqueo mecánico de manera que:
... Se pueda acceder a los tubos portafusible sólo cuando el seccionador haya sido desconectado y puesto a tierra.
... Se pueda conectar el seccionador de potencia sólo cuando el seccionador de puesta a tierra esté abierto.
... Se pueda conectar el seccionador de puesta tierra sólo cuando el seccionador de potencia está abierto.
... Se pueda acceder a los tubos portafusible sólo cuando el seccionador haya sido desconectado y puesto a tierra.

- 3 Fusibles de 24 kV

c) Celda de transformación

La celda de transformación será de frente muerto, autosoportada, uso interior, construida con plancha perforada de 2 mm de espesor, con

paneles desmontables. Todas las partes metálicas serán sometidas a un tratamiento anticorrosivo de decapado por inmersión en caliente y/o arenado, luego del cual se recubrirá con una capa de fosfatizado y acabado con pintura del tipo epoxi-polyester, color beige según RAL 7032 de 100 micras de espesor, secado al horno.

Tendrán las siguientes dimensiones:

CELDA	ANCHO (mm)	PROFUNDIDAD (mm)	ALTURA (mm)
CT 3.1	2,400	1,500	3200

d) Transformador

El transformador será trifásico, seco encapsulado en resina epoxi, refrigeración con arrollamientos de aluminio y núcleo de acero al silicio de grano orientado, laminado en frío, montaje interior, enfriamiento forzado, y de las siguientes condiciones de servicio:

CARACTERISTICA	TRANSFORMADOR TR-31
Potencia (kVA)	320
Tensión primaria (kV)	10-22.9
Tensión secundaria (V)	230
Regulación	± 2 x 2.5%
Tensión de cortocircuito	5% 5%
Frecuencia	60 Hz
Grupo de conexión	Dyn5-YNyn6
Altura de servicio (msnm	1000
Refrigeración	AN
Número de terminales	
. A.T.	4
. B.T.	4
Nivel de aislamiento primario (KV)	24/50/125

Nivel de aislamiento secundario (kV)	1/1/3
Norma de ejecución	IEC 726

Accesorios:

Conmutador manual en vacío.

Sondas de temperatura.

Placa de características.

. Ganchos de suspensión.

. Abrazadera de tierra.

. Ruedas bidireccionales

e) Tableros de baja tensión

De acuerdo al transformador del que se derivan, el interruptor general de cada tablero de baja tensión del transformador será:

TABLERO	**3.1**
Interruptor general (A)	1250

3.4.3.4 Subestación Nº 4

a) Celda de Remonte CR-4.1

Esta celda será para 630 A, 16 kA con ingreso de potencia por la parte inferior y servirá para acceder a la celda de salida por su parte superior. Tendrán de las siguientes dimensiones:

- Ancho : 500 mm
- Profundidad : 975 mm.
- Altura : 1,950 mm.

En su interior se montarán los siguientes equipos:

- 3 terminales para cable unipolar tipo corto, contraibles para montaje interior, para 24 kV y especificado para cable N2XSY de 120 mm2
- Barra de tierra.

b) Celdas de Salida CS-4.1

La celda será para 24 kV, 630 A, 16 kA, y de las siguientes dimensiones:

- Ancho : 500 mm
- Profundidad : 975 mm.
- Altura : 1,950 mm.

En su interior se montarán los siguientes equipos:

- 3 terminales para cable unipolar tipo corto, contraíble para montaje interior, para 24 kV y especificado para cable N2XSY de 50 mm2
- Barra de tierra.
- Un seccionador de potencia con cámara de extinción de arco en hexafluoruro de azufre (SF6), mando frontal.

. Tensión nominal : 24 kV
. Intensidad nominal : 630 A
. Ejecución : fija
. Montaje : lateral
. Accesorios:
.. Placa de características y banderas indicadoras de posición
.. Contador de operaciones
.. Aisladores capacitivos de presencia de tensión
.. Lámparas señalizadoras de presencia de tensión

.. Enclavamientos: se proveerá un bloqueo mecánico de manera que:

... Se pueda acceder a los tubos portafusible sólo cuando el seccionador haya sido desconectado y puesto a tierra.

... Se pueda conectar el seccionador de potencia sólo cuando el seccionador de puesta a tierra esté abierto.

... Se pueda conectar el seccionador de puesta tierra sólo cuando el seccionador de potencia está abierto.

... Se pueda acceder a los tubos portafusible sólo cuando el seccionador haya sido desconectado y puesto a tierra.

- 3 Fusibles de 24 kV

c) Celda de transformación

La celda de transformación será de frente muerto, autosoportada, uso interior, construida con plancha perforada de 2 mm de espesor, con paneles desmontables. Todas las partes metálicas serán sometidas a un tratamiento anticorrosivo de decapado por inmersión en caliente y/o arenado, luego del cual se recubrirá con una capa de fosfatizado y acabado con pintura del tipo epoxi-polyester, color beige según RAL 7032 de 100 micras de espesor, secado al horno.

Tendrán las siguientes dimensiones:

CELDA	ANCHO (mm)	PROFUNDIDAD (mm)	ALTURA (mm)
CT 4.1	2,000	1,500	3200

d) Transformador

El transformador será trifásico, seco encapsulado en resina epoxi, refrigeración con arrollamientos de aluminio y núcleo de acero al silicio de grano orientado, laminado en frío, montaje interior, enfriamiento forzado, y de las siguientes condiciones de servicio:

CARACTERISTICA	TRANSFORMADOR TR-41
Potencia (kVA)	250
Tensión primaria (kV)	10-22.9
Tensión secundaria (V)	230
Regulación	± 2 x 2.5%
Tensión de cortocircuito	5%
Frecuencia	60 Hz
Grupo de conexión	Dyn5-YNyn6
Altura de servicio (msnm	1000
Refrigeración	AN
Número de terminales	
. A.T.	4
. B.T.	4
Nivel de aislamiento primario (kV) 24/50/125	
Nivel de aislamiento secundario (kV)	1/1/3
Norma de ejecución	IEC 726

Accesorios:

Conmutador manual en vacío.

Sondas de temperatura.

Placa de características.

. Ganchos de suspensión.

. Abrazadera de tierra.

. Ruedas bidireccionales

e) Tableros de baja tensión

De acuerdo al transformador del que se derivan, el interruptor general de cada tablero de baja tensión del transformador será:

TABLERO	4.1
Interruptor general (A)	800

3.4.3.5 Subestación Nº 5

a) Celda de Remonte CR-5.1

Esta celda será para 630 A, 16 kA con ingreso de potencia por la parte inferior y servirá para acceder a la celda de salida por su parte superior. Tendrán de las siguientes dimensiones:

- Ancho : 500 mm
- Profundidad : 975 mm.
- Altura : 1,950 mm.

En su interior se montarán los siguientes equipos:

- 3 terminales para cable unipolar tipo corto, contraibles para montaje interior, para 24 kV y especificado para cable N2XSY de 120 mm2
- Barra de tierra.

b) Celdas de Salida CS-5.1

La celda será para 24 kV, 630 A, 16 kA, y de las siguientes dimensiones:

- Ancho : 500 mm
- Profundidad : 975 mm.
- Altura : 1,950 mm.

En su interior se montarán los siguientes equipos:

- 3 terminales para cable unipolar tipo corto, contraíble para montaje interior, para 24 kV y especificado para cable N2XSY de 50 mm2
- Barra de tierra.

- Un seccionador de potencia con cámara de extinción de arco en hexafluoruro de azufre (SF6), mando frontal.

  . Tensión nominal : 24 kV
  . Intensidad nominal : 630 A
  . Ejecución : fija
  . Montaje : lateral
  . Accesorios:
  .. Placa de características y banderas indicadoras de posición
  .. Contador de operaciones
  .. Aisladores capacitivos de presencia de tensión
  .. Lámparas señalizadoras de presencia de tensión
  .. Enclavamientos: se proveerá un bloqueo mecánico de manera que:
  ... Se pueda acceder a los tubos portafusible sólo cuando el seccionador haya sido desconectado y puesto a tierra.
  ... Se pueda conectar el seccionador de potencia sólo cuando el seccionador de puesta a tierra esté abierto.
  ... Se pueda conectar el seccionador de puesta tierra sólo cuando el seccionador de potencia está abierto.
  ... Se pueda acceder a los tubos portafusible sólo cuando el seccionador haya sido desconectado y puesto a tierra.
- 3 Fusibles de 24 kV

c) Celda de transformación

La celda de transformación será de frente muerto, autosoportada, uso interior, construida con plancha perforada de 2 mm de espesor, con paneles desmontables. Todas las partes metálicas serán sometidas a un tratamiento anticorrosivo de decapado por inmersión en caliente y/o arenado, luego del cual se recubrirá con una capa de fosfatizado y

acabado con pintura del tipo epoxi-polyester, color beige según RAL 7032 de 100 micras de espesor, secado al horno.

Tendrán las siguientes dimensiones:

CELDA	ANCHO (mm)	PROFUNDIDAD (mm)	ALTURA (mm)
CT 3.1	2,400	1,500	3200

d) Transformador

El transformador será trifásico, seco encapsulado en resina epoxi, refrigeración con arrollamientos de aluminio y núcleo de acero al silicio de grano orientado, laminado en frío, montaje interior, enfriamiento forzado, y de las siguientes condiciones de servicio:

CARACTERISTICA	TRANSFORMADOR TR-51
Potencia (kVA)	320
Tensión primaria (kV)	10-22.9
Tensión secundaria (V)	230
Regulación	± 2 x 2.5%
Tensión de cortocircuito	5% 5%
Frecuencia	60 Hz
Grupo de conexión	Dyn5-YNyn6
Altura de servicio (msnm	1000
Refrigeración	AN
Número de terminales	
. A.T.	4
. B.T.	4
Nivel de aislamiento primario (kV)	24/50/125
Nivel de aislamiento secundario (kV)	1/1/3
Norma de ejecución	IEC 726

Accesorios:

Conmutador manual en vacío.

Sondas de temperatura.

Placa de características.

. Ganchos de suspensión.

. Abrazadera de tierra.

. Ruedas bidireccionales

e) Tableros de baja tensión

De acuerdo al transformador del que se derivan, el interruptor general de cada tablero de baja tensión del transformador será:

TABLERO	5.1
Interruptor general (A)	1250

3.4.4 Sistema de puesta a tierra

El sistema de puesta a tierra de cada subestación estará conformado por tres pozos independientes: uno para las masas de los equipos de media tensión (22.9 kV), otro de baja tensión, y el tercero para el neutro del transformador.

Cada uno de los pozos a tierra tendrá una profundidad de 3.00m. y estará conformados por un electrodo de cobre de 5/8"ϕ y 2.40 m. de longitud, conectores del tipo AB y tres dosis de sales electrolíticas para disminuir la resistividad del terreno.

La resistencia óhmica de los pozos de media tensión y del neutro, no deberán exceder de 15Ω y la del de baja tensión deberá ser inferior a 25 Ω.

Toda la ferretería de la subestación, así como las partes metálicas de los equipos no sujetas a tensión, estarán conectadas a sus respectivos

sistemas de tierra pozos de tierra mediante conductores de las siguientes secciones:

SUBESTACION	MEDIA TENSION	NEUTRO DE TENSION	BAJA TENSION
1	50	50	150
2	50	50	150
3	50	50	50
4	50	50	50
5	50	50	50

4.4.5 Elementos auxiliares de protección y maniobra

Antes de su puesta en servicio, la subestación deberá ser provista de:

4.4.5.1 Lentes de seguridad

Para personal que necesita anteojos de prescripción médica

. Material : Policarbonato antiempañante y antirrayadura, con protección UV
. Material montura : Vinil
. Ventilación : indirecta
. Color de montura : gris
. Color de lentes : transparente
. Banda de sujeción elástica : aprox. 55 cm
. Angulo de visión panorámica : 160°
. Talla : standard
. Presenta protección lateral
. Sistema de fácil ajuste y liberación
. Lente renovable y de fácil reemplazo
. Referencia : ANSI Z87.1

Para personal que no necesita anteojos de prescripción médica

. Material : Policarbonato antiempañante y antirrayadura, con protección UV
. Material montura : Plástico (nylon)
. Color de montura : negro / azul
. Color de lentes : transparente
. Angulo de visión panorámica : panorámica
. Talla : estándar
. Presenta protección lateral
. Brazos ajustables con seguros intermedios
. Referencia : ANSI Z87.1

4.4.5.2 Guantes de algodón

. Material : 100% algodón.
. Peso : 60 gr. aprox.
. Color : crudo
. Tallas : estándar
. Longitud : 25 cm. aprox.
. Puño : remallado.
. Uso : directamente sobre la mano y antes de los guantes dieléctricos

4.4.5.3 Guantes dieléctricos de caucho

. Material : Caucho de goma natural resultado de un proceso de múltiple inmersión en un solución de caucho que asegura un alarga vida útil y una máxima protección. Livianos

. Diseño	:	Estilo puño entallado, otorgando mayor espacio a la muñeca facilitando el uso de magas o ropa gruesa y pesada
. Color	:	negro con rojo y amarillo
. Tensión máxima de uso	:	Hasta 26,500V , clase 3
. Longitud	:	14" de largo
. Tiempo de vida	:	dependiente del uso, pruebas y manejo.
. Marcas o impresiones	:	Marca, categoría, clase, talla, mes y año de fabricación
. Marcas aceptadas	:	NORTH, WHITE
. Referencia	:	ASTM D-120, EN-60903

4.4.5.4 Guantes protectores de guante dieléctrico

. Material	:	cuero de vaca
. Fabricación	:	Cocidos con hilos de poliéster para suturas largas
. Color	:	amarillo
. Espesor	:	1.6 a 1.8 mm
. Marca	:	NORTH.
. Uso	:	sobre los guantes de hilo y los dieléctricos

4.4.5.5 Casco de seguridad

. Material	:	Polietileno de alta densidad, no inflamable, resistente al impacto y a la penetración, no permite la absorción de agua.

. Ajuste del casco : Por medio de un sistema de ajuste de fácil regulación y desplazamiento (tipo RATCHET) suspensión de 4 puntos según norma de referencia, preparada para usar con carrillera.

. Color

.. Operario del contratista : azul

.. Supervisor contratista : blanco

. Características eléctricas del casco

.. Tensión de prueba a 60 Hz : 20 kV por 3 minutos

.. Corriente máxima de fuga a la tensión de prueba : 9 mA

. Características básicas de la carrillera

.. Correa elástica graduable

.. Color verde con logotipo del fabricante.

. Marcas aceptadas : PROTECTOR

. Referencia : ANSI Z-89.1, CLASE E TIPO I

4.4.5.6 Zapatos dieléctricos

. Material : cuero satinado con plancha firme de caucho natural dieléctrico antideslizante, tendrá un diseño especial con cerco de suela cocido a la entrezuela (caucho dieléctrico de 4 mm de espesor) con hilo de nylon y cubierto con

		un perfil de plástico que protege de la penetración del agua.
. Color	:	negro
. Rigidez dieléctrica de la planta	:	en superficie seca y húmeda:
.. con 10 kV, 60 seg.	:	No se produce perforación
.. con 18 kV, 10 seg.	:	Sí se produce perforación
. Resistencia de aislamiento	:	en superficie seca y húmeda: 3.3 MΩ para 220V (1000V DC) durante 1 minuto
. Espesor	:	de 2.0 a 2.2 mm de espesor
. Forro interior	:	cambrel laminado
. Entreplanta	:	PVC flexible de 4 mm de espesor
. Plantilla	:	anatómica de badana natural
. Marcas y rotulado	:	Marca de fabricante, fecha de fabricación, talla, logotipo, uso: EM
. Referencia	:	NTP 241.004, NTP 241.016 y ANSI-z41-1999

4.4.5.7 Revelador de tensión 30 KV luminoso y sonoro

Se empleará para indicar la presencia de tensión en la alimentación.

Mediante la presión del pulsador TEST se determina la presencia de tensión iluminándose intermitentemente el diodo de color rojo y se oye la señal sonora. Deteniendo la presión sobre el pulsador TEST se ilumina el diodo color verde.

Tendrá las siguientes características:

- Material : Caja de policarbonato. Equipo dotado de electrónica de detección que integra explosor a gas.
- Temp. de funcionamiento : -15 + 40°C
- Temp. De almacenamiento : -25 +55°C
- Peso : 80 gr
- Alimentación : Pila alcalina Estándar 9V, tipo 6 LR 61
- Referencia : IEC 61243-1
- Tensión : 36 kV
- Protegido contra choques, vibraciones y humedad
- Umbral preciso y estable
- Ensayados dieléctricamente sobre barras conductoras

4.4.5.8 Pértiga

La pértiga deberá tener las siguientes características:

- Tensión nominal : 27 kV
- Corriente nominal : 400 A
- BIL : 150 kV

4.4.5.9 Otros elementos de seguridad

Además de los anteriormente citados se dotará a la subestación de los siguientes elementos de seguridad:

- Banco de maniobras, aislado para 27 kV.
- Extintor tipo ABC
- Carteles indicadores de "Peligro de muerte alta tensión", en las puertas de las celdas.

CAPÍTULO IV

ESTRUCTURA DE COSTOS

4.1 Presupuesto del Sistema de Utilización

ESTADIO NACIONAL DEL PERU

PRESUPUESTO DEL SISTEMA DE UTILIZACION EN MEDIA TENSION

FECHA : MARZO DE 2011

ITEM A	DESCRIPCION MATERIALES	UN	CANT	UNITARIO	PARCIAL
1	Cable N2XSY 18/30 kV 120mm2	ml	1113	25,00	27 825,00
2	Cable N2XSY 18/30 kV 50mm2	ml	1550	15,00	23 250,00
3	Terminación 25 kV para cable N2XSY 120mm2	un	1	367,50	367,50
4	Terminación 25 kV para cable N2XSY 50mm2	un	30	450,00	13 500,00
5	Ducto de concreto 4 vias	ml	116	24,15	2 801,40
6	Cinta señalizadora	ml	888	0,21	186,48
7	Celda de llegada	ml	4	15000	60 000,00
8	Celda de medicióm	ml	1	8 000,00	8 000,00
9	Celda de seccionamiento	ml	1	12 000,00	12 000,00
10	Celda de salida	ml	12	15 000,00	180 000,00
11	Celda de remonte	ml	5	7 000,00	35 000,00
12	Fusibles 10 kV CEF	ml	36	250,00	9 000,00
13	Relé 50/51/50N/51N	ml	4	3 000,00	12 000,00
14	Batería y cargador	ml	4	2 500,00	10 000,00
15	Transformador homopolar toroidal	ml	4	1 000,00	4 000,00
16	Celda de transformación 2400x1500x3200	ml	9	10 471,34	94 242,06
17	Transformador 1250 kVA	ml	1	150 000,00	150 000,00
18	Transformador 1000 kVA	ml	1	125 000,00	125 000,00
19	Transformador 800 kVA	ml	1	100 000,00	100 000,00
20	Transformador 630 kVA	ml	2	75 000,00	150 000,00

21	Transformador 320 kVA	ml	2	50 000,00	100 000,00
22	Transformador 250 kVA	ml	1	40 000,00	40 000,00
	TOTAL MATERIALES			**S/,**	1 157 172,44
B	**MANO DE OBRA**				
1	Corte, rotura y reparación de vereda	ml	887	44,77	39 710,99
2	Corte, rotura y reparación de asfalto	ml	21	44,77	940,17
3	Excavación y relleno de zanja	ml	908	10,04	9 116,32
4	Ejecución de cruzadas	ml	21	13,60	285,60
5	Elminación de desmonte	m3	248,36	40	9 934,40
6	Ejecución de terminación	Un	31	350	10 850,00
7	Montaje de celdas de llegada	Un	4	7000	28 000,00
8	Montaje de celdas de medición	Un	1	4000	4 000,00
9	Montaje de celdas de seccionamiento	Un	1	4000	4 000,00
10	Montaje de celdas de salida	Un	12	5900	70 800,00
11	Montaje de celdas de remonte	Un	5	4000	20 000,00
12	Montaje de celdas de transformación	Un	9	1500	13 500,00
13	Montaje de transformadores	Un	8	2000	16 000,00
	TOTAL MANO DE OBRA			**S/.**	**227 137,48**
	COSTO DIRECTO			**S/.**	1 384 309,92
	GASTOS GENERALES Y UTILIDAD	10,0%		**S/.**	138 430,99
	SUB TOTAL			**S/.**	1 522 740,91
	IGV	18%		**S/.**	274 093,36
	TOTAL			**S/.**	**1 796 834,28**

RESUMEN DE COSTOS

A	Materiales	**S/.**	1 157 172,44
B	Mano de Obra	**S/.**	227 137,48
C	Costo directo	**S/.**	1 384 309,92
D	Gastos generales y utilidad	**S/.**	138 430,99
E	Subtotal	**S/.**	1 522 740,91
F	IGV	**S/.**	274 093,36
G	**COSTO TOTAL**	**S/.**	**1 796 834,28**

CONCLUSIONES

1. El sistema eléctrico del Estadio Nacional cuenta ahora con un sistema de respaldo de energía que le permitirá, en casos de falla del suministro normal de energía, continuar funcionando por un tiempo indefinido (dependiendo sólo del suministro de petróleo) y cubriendo el total de la carga de espectáculos y el 32% del resto de cargas.

2. Tanto las oficinas como las instalaciones relacionadas a los eventos deportivos o artísticos pueden funcionar en forma independiente, aún en caso de falla de la una de ellas.

3. Los equipos empleados responden a la tecnología vigente en la actualidad, por lo pueden funcionar a lo largo de su vida útil y contar con el respaldo de mantenimiento y suministro de piezas.

4. Los transformadores, al ser del tipo seco, resultan amigables con el medio ambiente.

5. El sistema de protección proyectado es de última generación: relés electrónicos de falla por sobrecarga, cortocircuito y fallas a tierra.

RECOMENDACIONES

1. Al efectuar la compra de los equipos, verificar que efectivamente cumplan con las especificaciones indicadas, especialmente que los ingresos de cables a las celdas de llegada sean por la parte inferior, ya que no todas las marcas cuentan con celdas de estas características.

2. Procurar comprar los equipos de una sola marca, de manera que forman un sistema de uso probado. Prestar especial atención a la coordinación entre interruptores y relés.

3. Al evaluar las ofertas de equipamiento debe considerarse que el fabricante cuente con un representante en el país, que la marca de los equipos ofertados sea reconocida y con presencia continua en el país desde hace años.

4. El postor del equipamiento eléctrico deberá presentar cuadros, diagramas o gráficos que demuestren la coordinación de la protección entre los equipos de media y baja tensión ofertados.

BIBLIOGRAFIA

1 ABB Calor Emag Medium voltage Products; **Medium voltaje air-insulated switchgear; 2009**

2 ABB Power Technologies Management Ltd; **Transformadores de distribución tipo seco encapsulado al vacío; 2006**

3 INDECO; **Catalogo de cables**

4 KINDERMAN, Geraldo; CAMPAGNOLO J.M., **Aterramento Elétrico,** Editora Sagra-d.c. Luzzato, Porto Alegre, RS, 1995

5 KINDERMAN, Geraldo; CAMPAGNOLO J.M., **Curto-circuito,** Editora Sagra Luzzato, Porto Alegre, RS, 1997

6 LUZ DEL SUR; **Normas de distribución.**

7 MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS; **Ley de Concesiones Eléctricas.** D.L. 25844 del 19 de noviembre de 1992

8 MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS; **Reglamento de la Ley de Concesiones Eléctricas**. D.S. 009-93-EM del 24 de septiembre del 2002

9 MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS, Dirección General de Electricidad; **Norma de Procedimientos para la elaboración de proyectos y ejecución de obras en sistemas de utilización en media tensión en zonas de concesión de distribución**, 27 de septiembre de 2002

10 MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS; **Código Nacional de Electricidad, Utilización**; 2006

11 MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS; **Código Nacional de Electricidad, Suministro**; 2011

12 National Fire Protection Association; **NFPA 70, National Electrical Code, 2008**

ANEXOS

ANEXO Nº 1

CALCULO DEL NÚMERO DE POZOS DE PUESTA A TIERRA

1.0 CONSIDERACIONES

Tipo de suelo	:	limoso
Resistividad del terreno natural	:	100 Ω-m
Material de la varilla del pozo de tierra	:	cobre
Diámetro de la varilla	:	16 mm
Longitud de la varilla	:	2.40 m

2.0 FÓRMULA EMPLEADA:

$$R = \frac{\rho}{2\pi L}(\ln \frac{4L}{r})$$

donde:

. ρ = resistividad del terreno

. L = longitud de la varilla de cobre (2.40 m)

. r = radio de la varilla (0.008 m)

3.0 RESULTADO ORIGINAL

Remplazando se tiene:

R = 42.42 ohmios

4.0 TRATAMIENTO DEL POZO DE TIERRA

Se considerará que con el tratamiento con sal y bentonita se reduce la resistividad del suelo en 60% de su valor, es decir de la nueva resistividad será de 40 Ω-m.

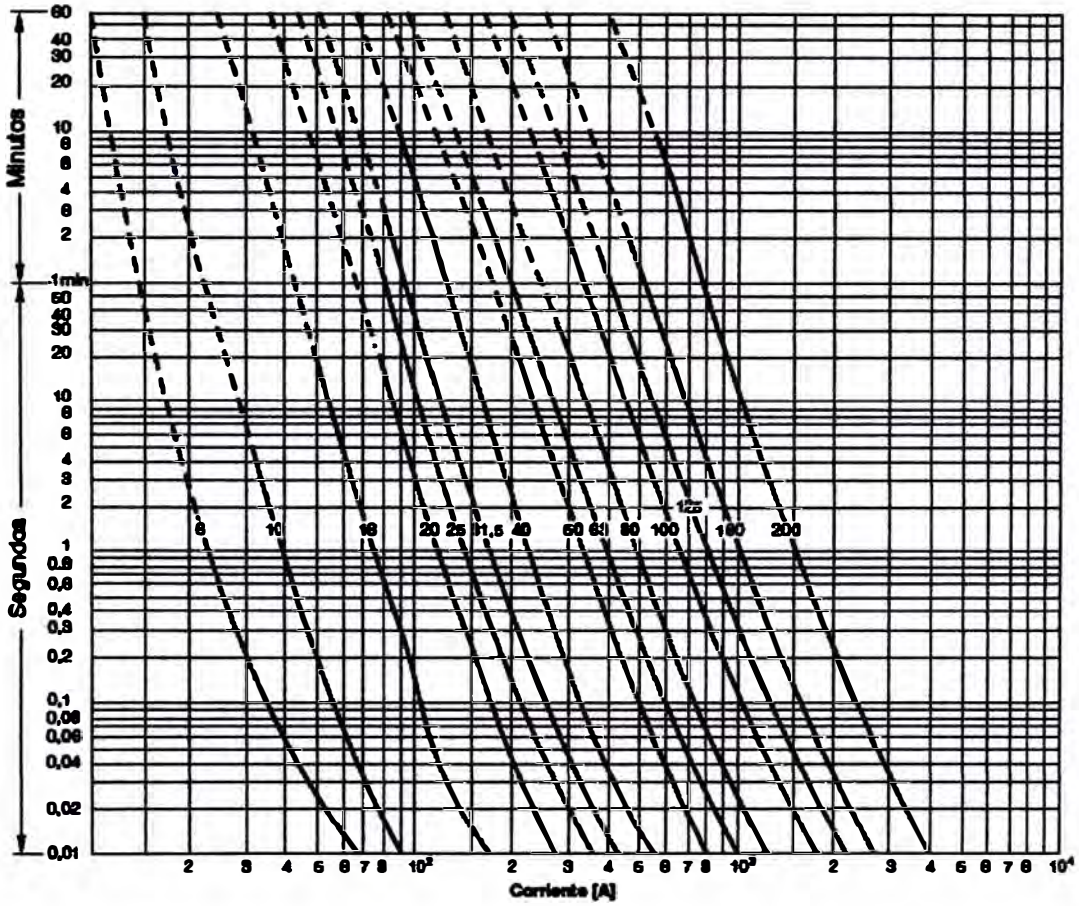
Con este valor la resistencia del pozo de tierra, luego del tratamiento con las sales indicadas será de:

R1 = 16.97 ohmios.

CONCLUSION

Para obtener los 25 ohmios será necesario ejecutar un pozo de conexión a tierra.

ANEXO No. 2

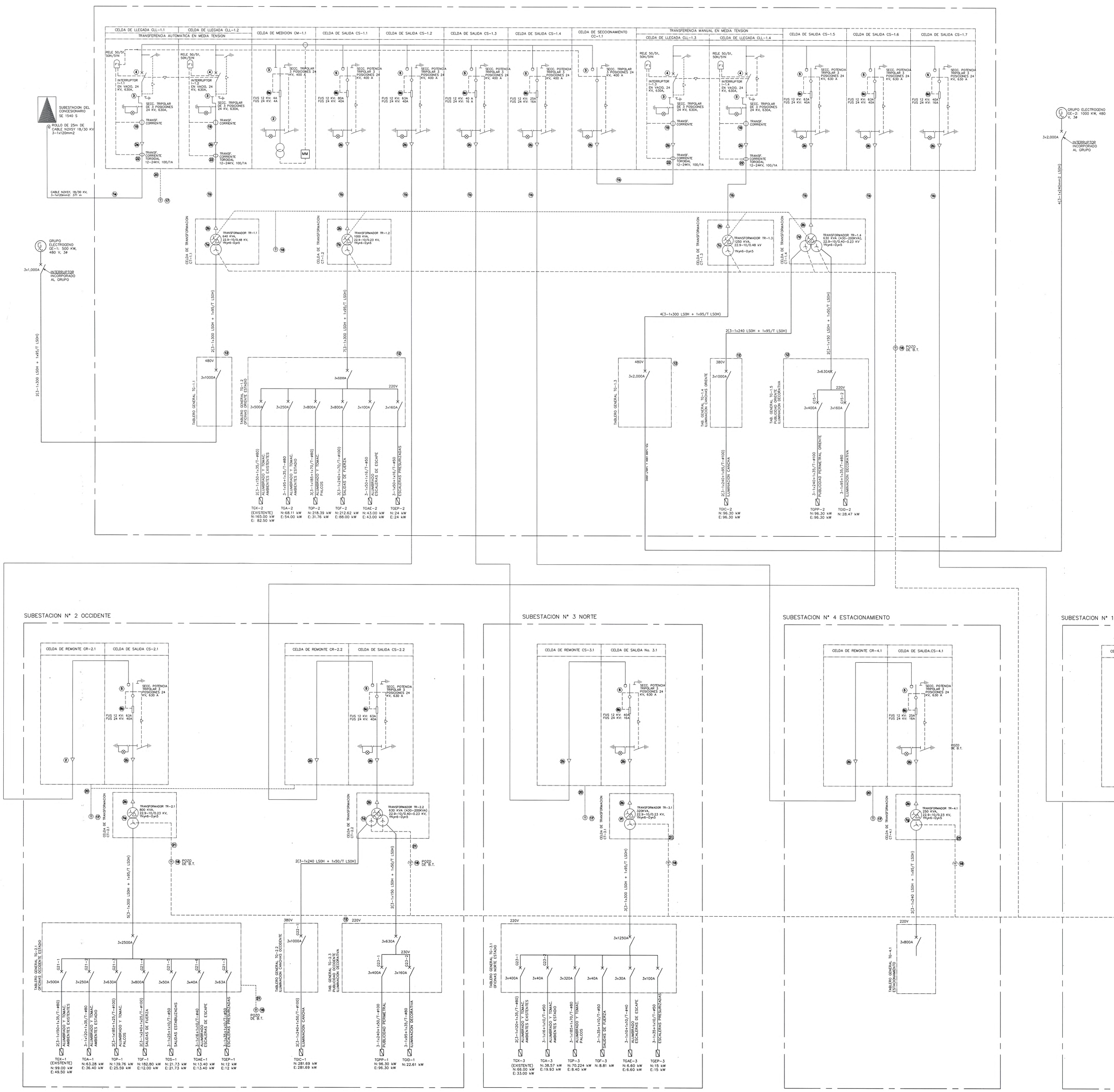


Elección de los fusibles para protección de transformadores

Tensión de Línea [kV]	POTENCIA DEL TRANSFORMADOR [kVA]																		
	25	50	75	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150
	FUSIBLES DE ALTA TENSIÓN I_n [A]																		
3	16	25	25	40	40	63	63	63	80	100	100	160	200	200	250*	315*			
5	10	16	25	25	25	40	40	63	63	63	80	100	100	160	200	200	250*	315*	315*
6	10	16	16	25	25	25	40	40	63	63	63	80	100	100	160	200	200	250*	315
10	6	10	16	16	16	25	25	25	31,5	40	63	63	63	80	100	100	160	200	250*
12	6	10	16	16	16	16	25	25	25	31,5	40	63	63	63	80	100	160	160	200
15	6	10	10	16	16	16	16	20	25	25	31,5	40	63	63	63	100	100	125	200
20	6	10	10	10	16	16	16	20	20	20	31,5	31,5	40	63	63	63	80	100	125
24	6	10	10	10	10	16	16	20	20	20	31,5	31,5	40	40	63	63	63	80	125
30	6	10	10	10	10	10	16	16	16	16	25	25	25	40	40	40	2x40	2x40	
36	6	10	10	10	10	10	10	16	16	16	16	25	25	25	40	40	2x40	2x40	
Baja Tensión	FUSIBLES DE ALTA TENSIÓN I_n [A]																		
220V		80	100	125	160	200	250	250	315	400	500	630							
380V		50	63	100	100	125	125	200	250	250	350	400	400	500	630				
500V		40	50	80	80	100	100	160	160	200	250	350	350	400	500	630			

PLANOS

SUBESTACION N° 1 ORIENTE



20		TRANSFORMADOR DE CORRIENTE PARA MEDICION, 250/5 A, 12 KV
22		TRANSFORMADOR DE CORRIENTE TOROIDAL, 250/1 A, 12 KV
21		CABLE DE TIERRA 1X120mm2 TW
20		CABLE DE TIERRA 1X35mm2 TW
19		TRANSFORMADOR DE CORRIENTE UNIPOLAR PARA PROTECCION, CLASE 5P20, 250/5 A, 24 KV
18		POZO DE TIERRA DE NEUTRO DE MEDIA TENSION
17		POZO DE TIERRA DE MEDIA TENSION
16		POZO DE TIERRA DE BAJA TENSION
13		RIEL DE SOPORTE DE TRANSFORMADOR
12		TABLEROS DE BAJA TENSION
8c		FUSIBLE TIPO CARTUCHO 24KV: 25 A, 12KV: 63A
8d		FUSIBLE TIPO CARTUCHO 24KV: 63 A, 12KV: 100A
8c		FUSIBLE TIPO CARTUCHO 24KV: 25 A, 12KV: 63A
8b		FUSIBLE TIPO CARTUCHO 24KV: 16 A, 12KV: 16A
8a		FUSIBLE TIPO CARTUCHO 24KV: 4 A, 12KV: 4A
7h		TRANSFORMADOR DE DISTRIBUCION 320 KVA, 22.9–10/0.40–0.23 KV, YNyn6–Dyn5
7g		TRANSFORMADOR DE DISTRIBUCION 200 KVA, 22.9–10/0.23 KV, YNyn6–Dyn5
7f		TRANSFORMADOR DE DISTRIBUCION 320 KVA, 22.9–10/0.23 KV, YNyn6–Dyn5
7e		TRANSFORMADOR DE DISTRIBUCION 800 KVA, 22.9–10/0.23 KV, YNyn6–Dyn5
7d		TRANSFORMADOR DE DISTRIBUCION 630 KVA, 22.9–10/0.40–0.23 KV, YNyn6–Dyn5
7c		TRANSFORMADOR DE DISTRIBUCION 1250 KVA, 22.9–10/0.48 KV, YNyn6–Dyn5
7b		TRANSFORMADOR DE DISTRIBUCION 1000 KVA, 22.9–10/0.23 KV, YNyn6–Dyn5
7a		TRANSFORMADOR DE DISTRIBUCION 500 KVA, 22.9–10/0.48 KV, YNyn6–Dyn5
5		SECCIONADOR DE POTENCIA TRIPOLAR, DE TRES POSICIONES EN SF6, USO INTERIOR, 24 KV, 630A
4		INTERRUPTOR AUTOMATICO EN VACIO 24 KV, 630 A, CON RELE 50/51, 50N/51N
3		SECCIONADOR TRIPOLAR DE ACCIONAMIENTO MANUAL SIN CARGA, 24 KV, 630 A
2b		TERMINAL DE CABLE UNIPOLAR 25 KV, USO INTERIOR, PARA CABLE N2XSY DE 50mm2
2a		TERMINAL DE CABLE UNIPOLAR 25 KV, USO INTERIOR, PARA CABLE N2XSY DE 120mm2
1b		CABLE N2XSY, 18/30 KV, 3–1x50mm2
1a		CABLE N2XSY, 18/30 KV, 3–1x120mm2
PROYECTADO	EXISTENTE	DESCRIPCION
SIMBOLO O NUMERO		LEYENDA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERA MECANICA

PROYECTO: **DISEÑO DE LAS INSTALACIONES ELECTRICAS DE MEDIA TENSION DEL ESTADIO NACIONAL DE LIMA**

PLANO: **ESQUEMA DE PRINCIPIO**

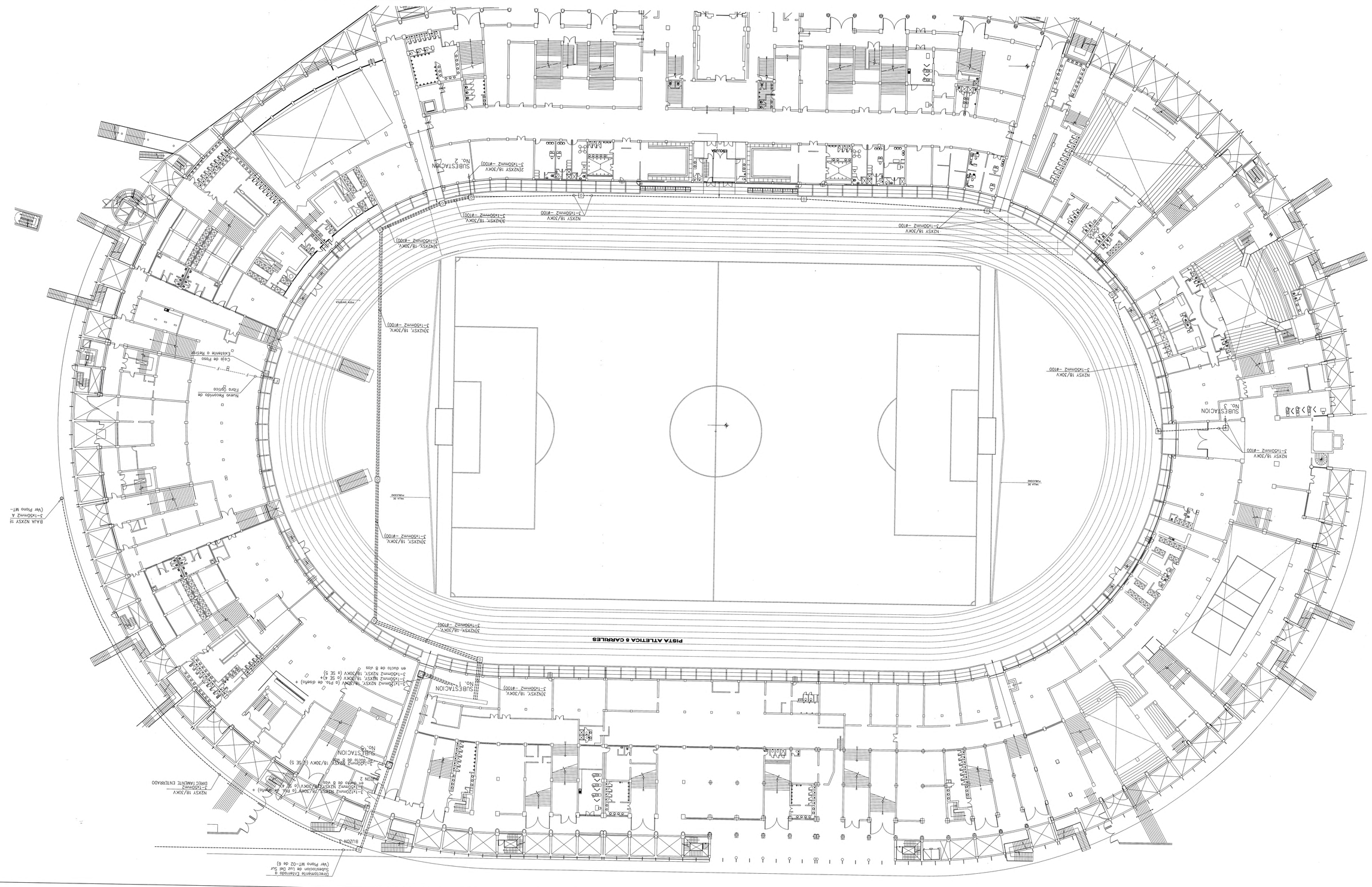
INFORMANTE: **WILLIAM LUDGWIN OMAR ABARCA ZUÑIGA**
ESPECIALIDAD MECANICA ELECTRICA — CODIGO 741238 E

DEP.:	LIMA
PROV.:	LIMA
DISTR.:	LIMA
ESC.:	SE
FECHA:	JUNIO 2012
LAMINA:	**MT-1**

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERA MECANICA	
PROYECTO: DISEÑO DE LAS INSTALACIONES ELECTRICAS DE MEDIA TENSION DEL ESTADIO NACIONAL DE LIMA	DIP.: LIMA PROY.: LIMA DISTR.: LIMA
PLANO: RED INTERIOR DE ALIMENTADORES DE MEDIA TENSION	ESC.: 1/500 FECHA: JUNIO 2012
AUTOR(ANTE: WILLIAM LUDGWIN OMAR ABARCA ZUÑIGA EMPEADO MECNICA ELECTRICA (20020 / 14)	LAMINA: **MT-3**

LEYENDA

Proyec:	
Buzon de Concreto de Media Tension	⊡
Cable NXSY 18/30KV en ludcto de PVC	----------



CUARTO NIVEL +19.50

Baños de oficinas

CUBIERTA METALICA NIVEL +19.50

CUBIERTA METALICA SUPERIOR

CUBIERTA METALICA NIVEL +26.40

PLATAFORMA EQUIPOS CHILLER 2.50 x 2.50

CUBIERTA LOSA NIVEL +19.50

PROYECCION LUCARNA

SALA DE MAQUINAS

VERIFICAR NIVELES DE CUARTO DE MAQUINAS
VER PLANOS DE ASCENSOR ADJUNTOS

CUBIERTA LOSA NIVEL +5.75

CUBIERTA METALICA NIVEL +19.50

PENDIENTE 5%

PENDIENTE 2%

DUCTO 2

DUCTO 3

DUCTO 4

SARDINEL JUNTA DE DILATACION

SUBESTACION ENTEL

CUARTO DE COMUNICACIONES

NPT +19.50

NPT +16.25

NPT +19.60

	soporte transversal		soporte transversal y longitudinal		soporte para ramal		colgador			#	Punto de colgado hardulos
	anillo antisísmico		tubería para gabinetes		tubería para hidrantes		tubería para rociadores		tuberías principales		montante para edificio de oficinas
	rociador hacia abajo en tibo cala K=80,8 L/min/bar0.5 t=68°C Respuesta rápida		manómetro de presión		detector de flujo		gabinete contra incendios		presurizado 2,5 galones		extintor de agua desmineralizado 2,5 galones
	rociador hacia arriba K=80,6 L/min/bar0.5 t=68°C Respuesta rápida		válvula mariposa ranurada		válvula de tres vías - npt	X = Diametro en milimetros Y,Z = Longitud en metros			válvula de bola npt		extintor de gas abc 20 y 50 lb

Proyecto:

Centro Comercial

Ubicación:

Distrito Surquillo
Departamento Lima

Proyectistas:

EngineeringServices s.a.c.
Asesores y Consultores en Seguridad Integral

Ejecución Sistema PCI:

INGE & CON

Desarrollo y Dibujo:
LEANDRO JARAMILLO F.
MILTON VARGAS N.

Coordinacion y Revision:
ALDO ZEGARRA C.

Profesional responsable:
RICARDO VILCHEZ SUYON

Propietario:

saga falabella

REVISION:

FECHA:	OBSERVACIONES:

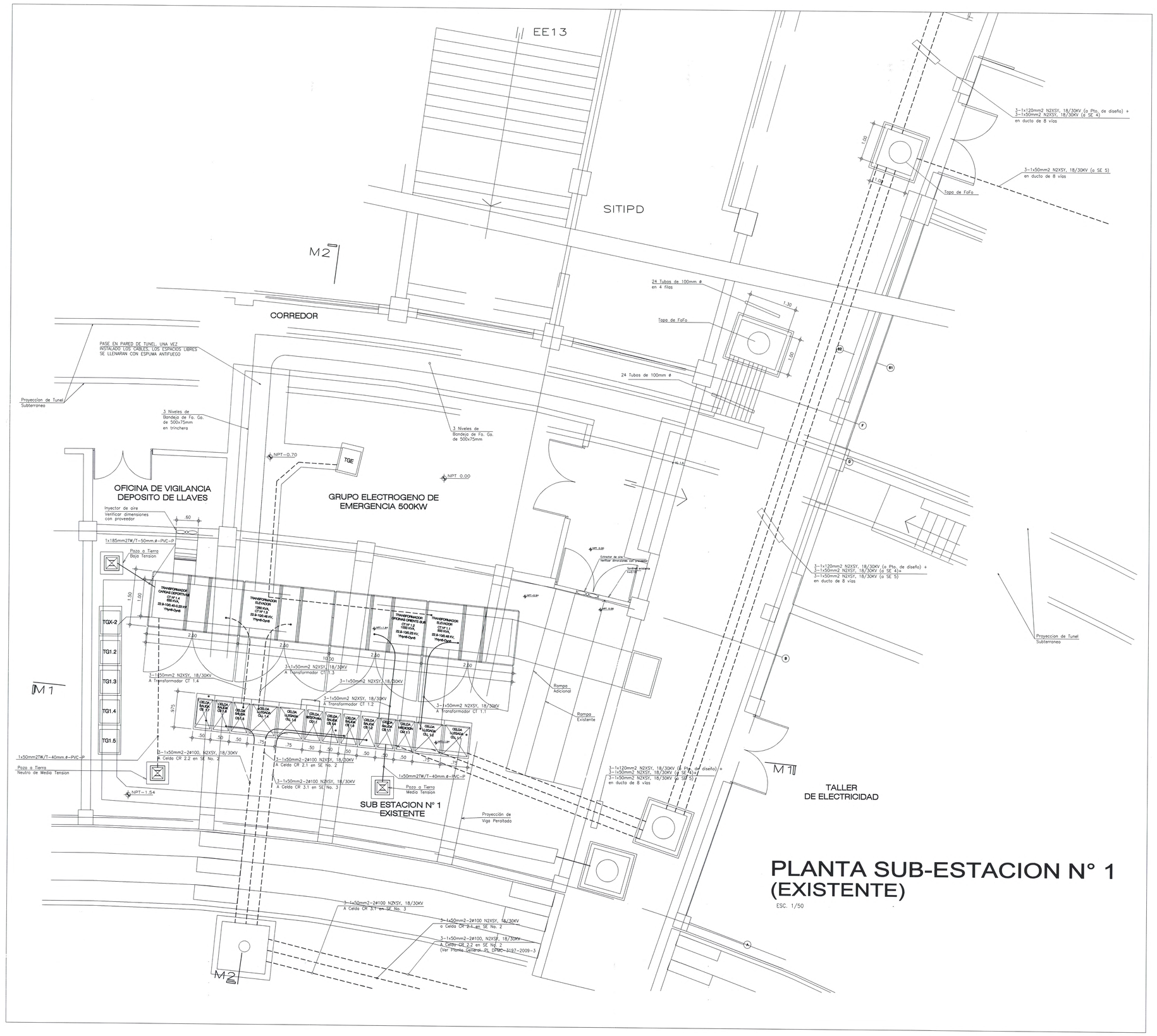
Especialidad:
SISTEMA DE PROTECCIÓN DE AGUA CONTRA INCENDIOS

Nombre de la Lámina:
RED DE AGUA Y SISTEMA DE ROCIADORES CONTRA INCENDIOS CUARTO NIVEL +19.50

Escala:
1/250

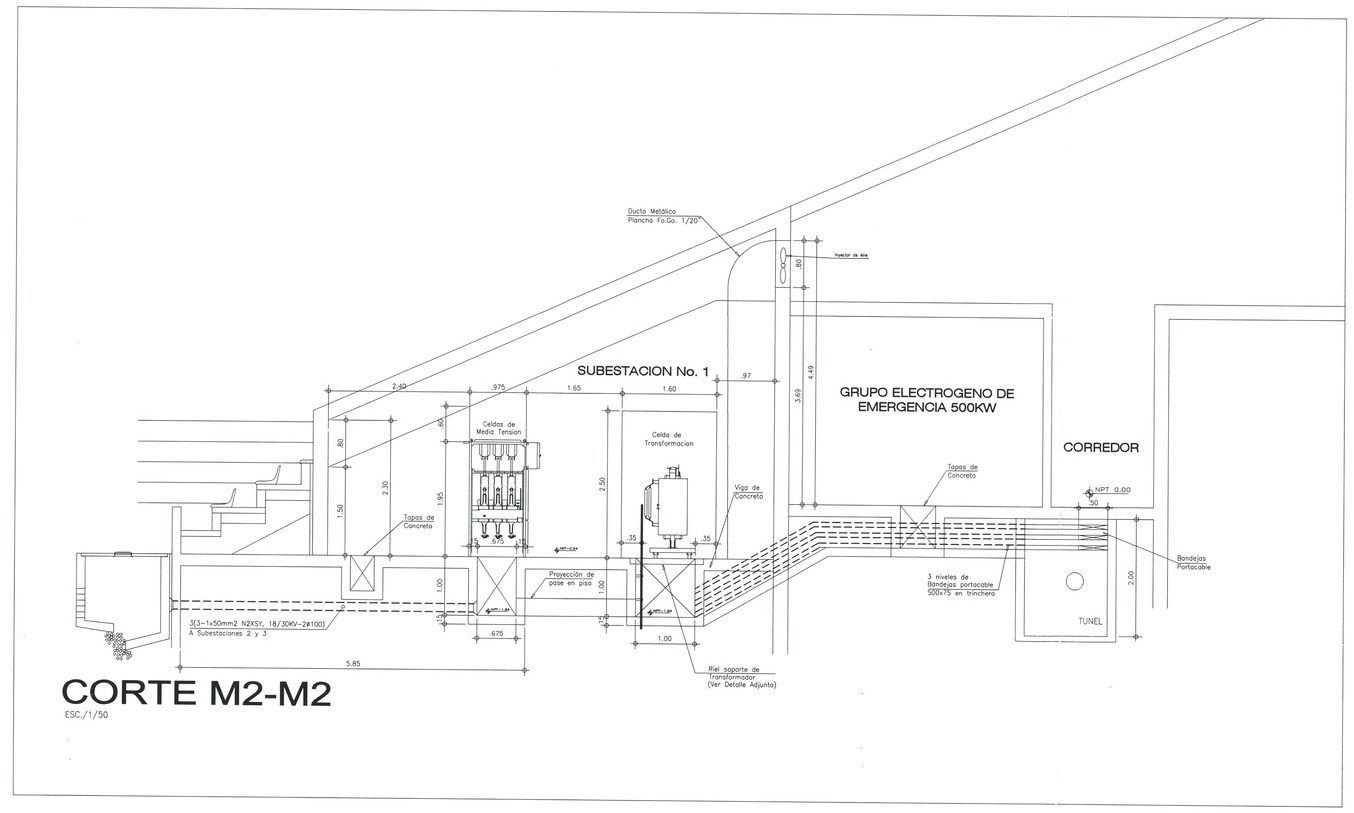
Fecha:
AGOSTO, 2010

Lámina:
ACI-08



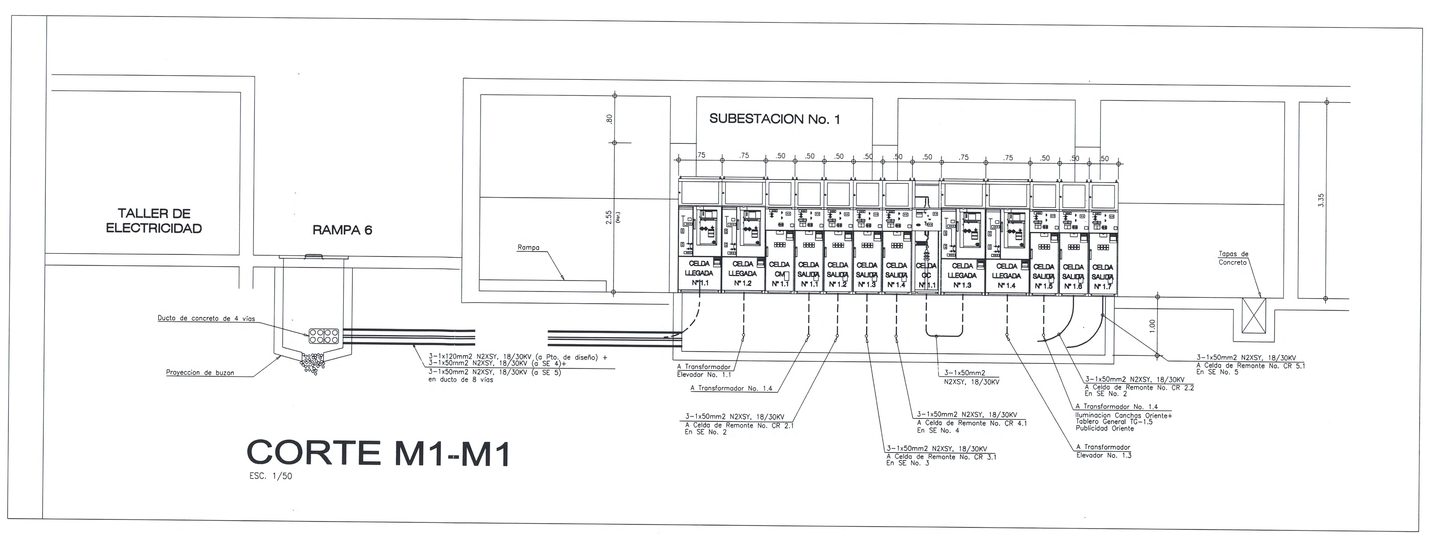
PLANTA SUB-ESTACION N° 1 (EXISTENTE)

ESC. 1/50



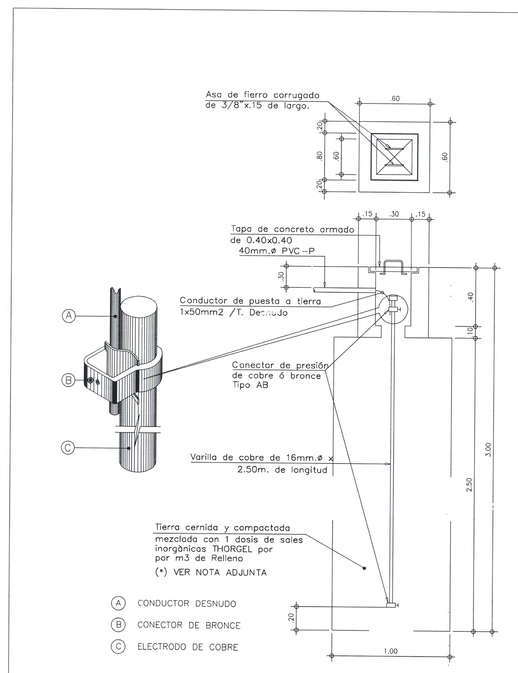
CORTE M2-M2

ESC/1/50



CORTE M1-M1

ESC. 1/50



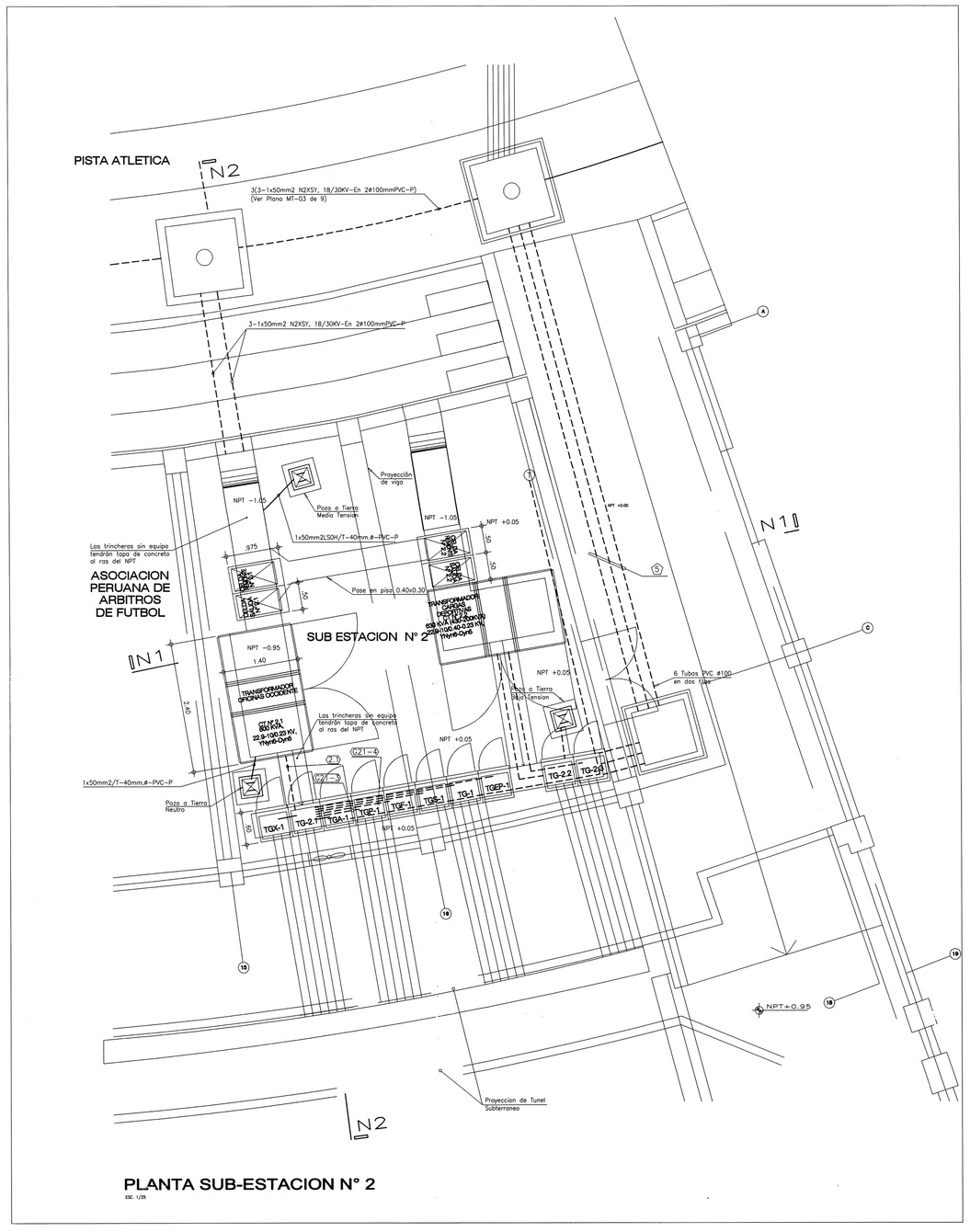
POZO DE TIERRA

ESC. 1/25

(RESISTENCIA ≤ 15 OHMIOS)

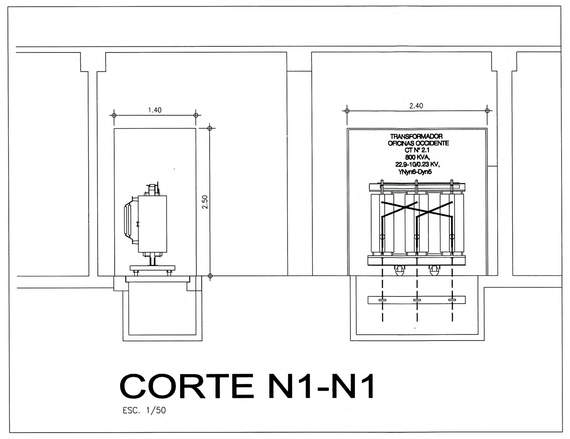
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERA MECANICA

PROYECTO: DISEÑO DE LAS INSTALACIONES ELECTRICAS DE MEDIA TENSION DEL ESTADIO NACIONAL DE LIMA	DEP.: LIMA
	PROV.: LIMA
	DISTR.: LIMA
PLANO: SUBESTACION Nº 1	ESC.: INDICADA
	FECHA: JUNIO 2012
INFORMANTE: WILLIAM LUDGWIN OMAR ABARCA ZUÑIGA, ESPECIALIDAD MECANICA ELECTRICA, CODIGO 741238 E	LAMINA: MT-4



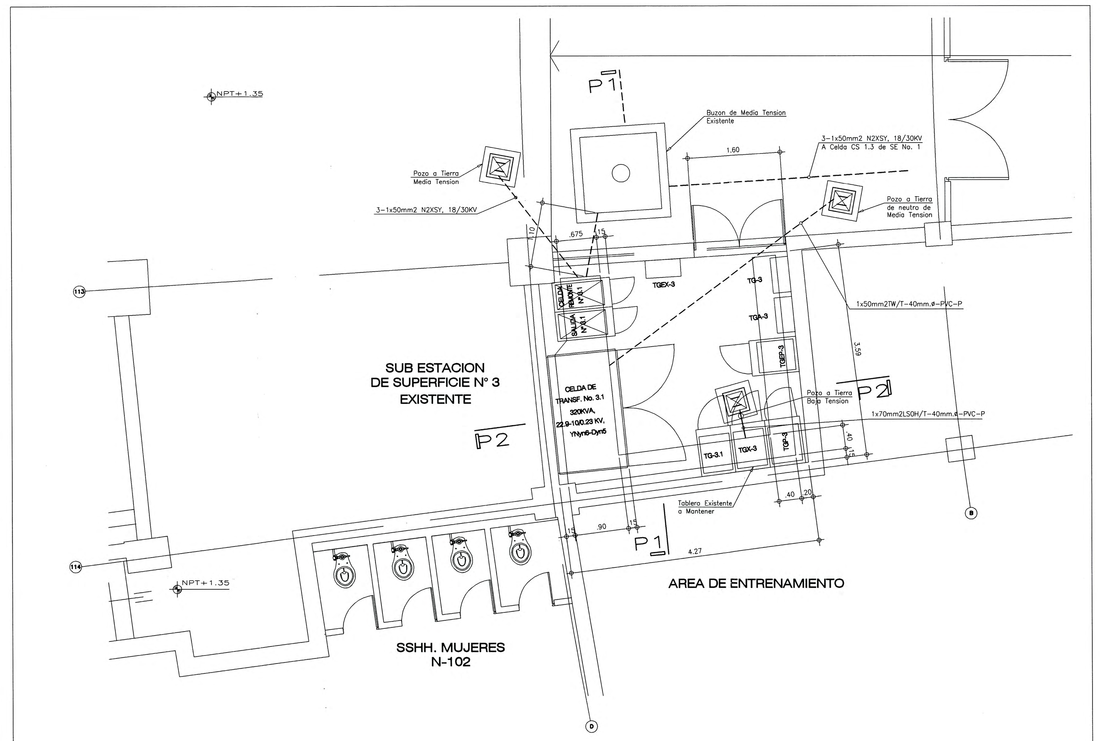
PLANTA SUB-ESTACION N° 2

esc. 1/50



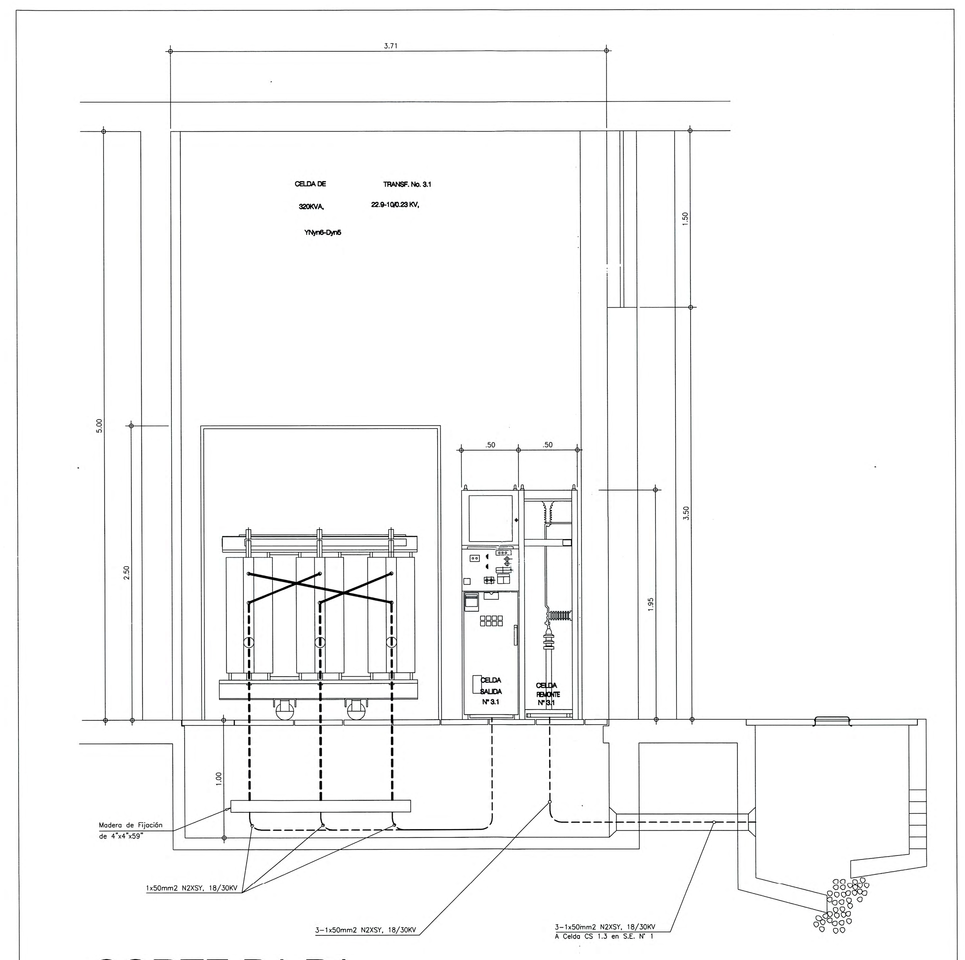
CORTE N1-N1

ESC. 1/50



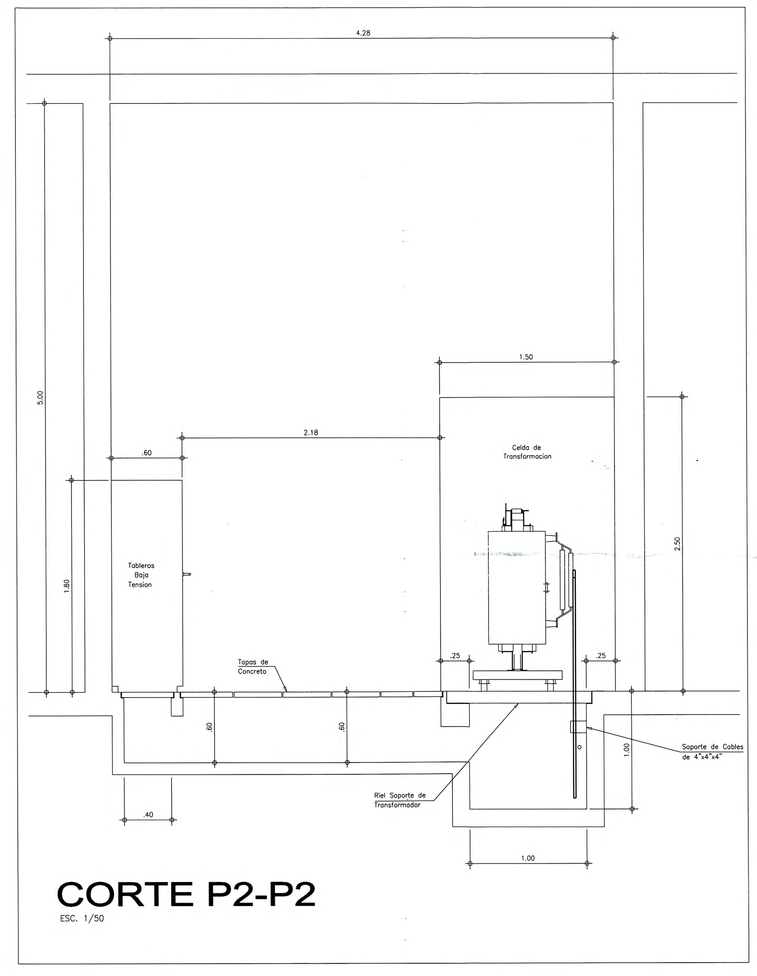
PLANTA SUB-ESTACION N° 3

ESC. 1/50



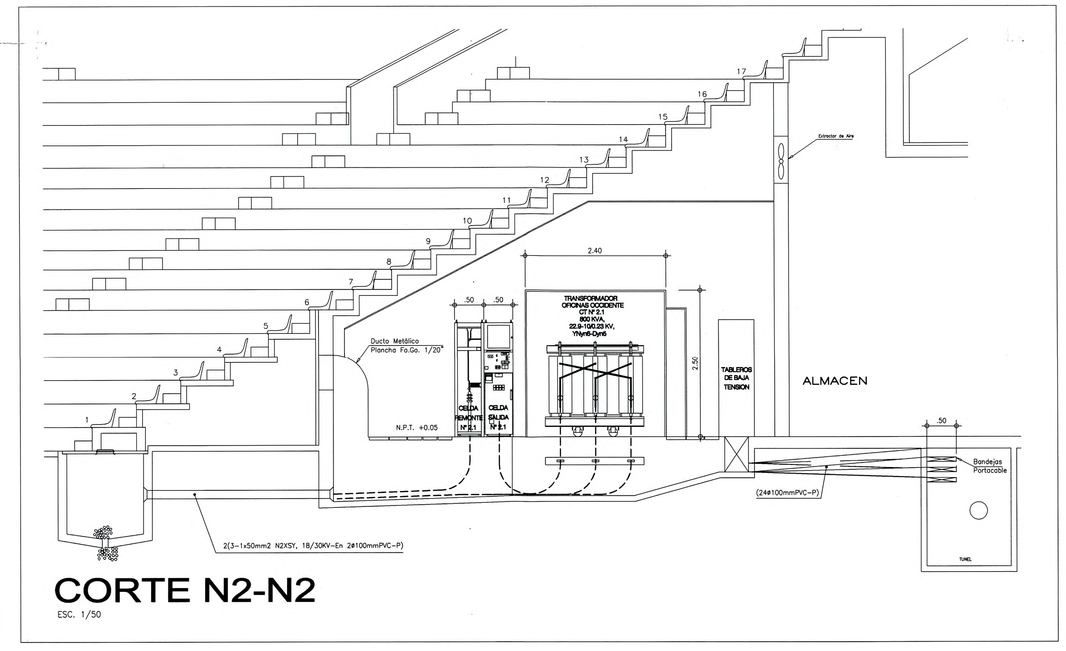
CORTE P1-P1

ESC. 1/50



CORTE P2-P2

ESC. 1/50

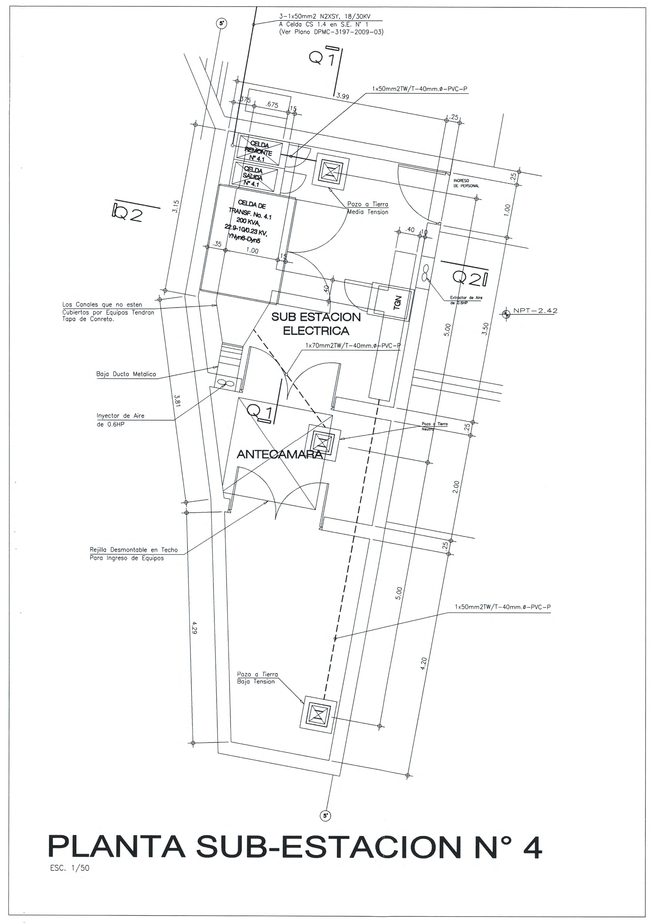


CORTE N2-N2

ESC. 1/50

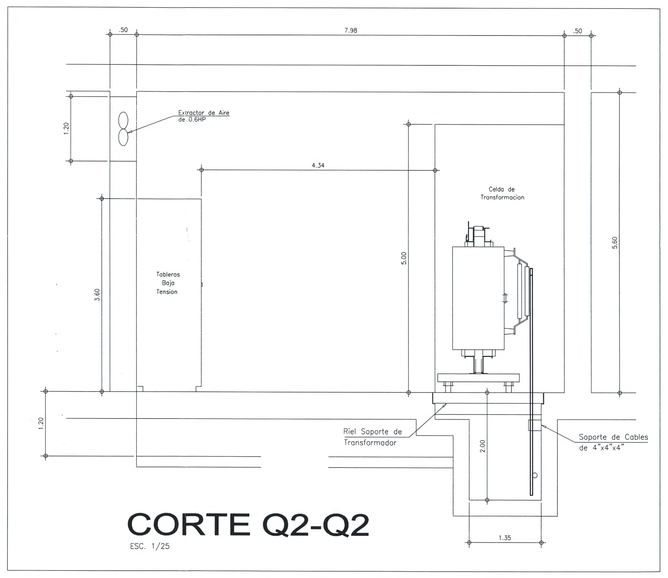
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERA MECANICA

PROYECTO: DISEÑO DE LAS INSTALACIONES ELECTRICAS DE MEDIA TENSION DEL ESTADIO NACIONAL DE LIMA	DEP.: LIMA
	PROV.: LIMA
	DISTR.: LIMA
PLANO: SUBESTACIONES Nº 2 Y 3	ESC.: INDICADA
	FECHA: JUNIO 2012
INFORMANTE: WILLIAM LUDGWIN OMAR ABARCA ZUÑIGA, ESPECIALIDAD MECANICA ELECTRICA, CODIGO 741238 E	LAMINA: MT-5



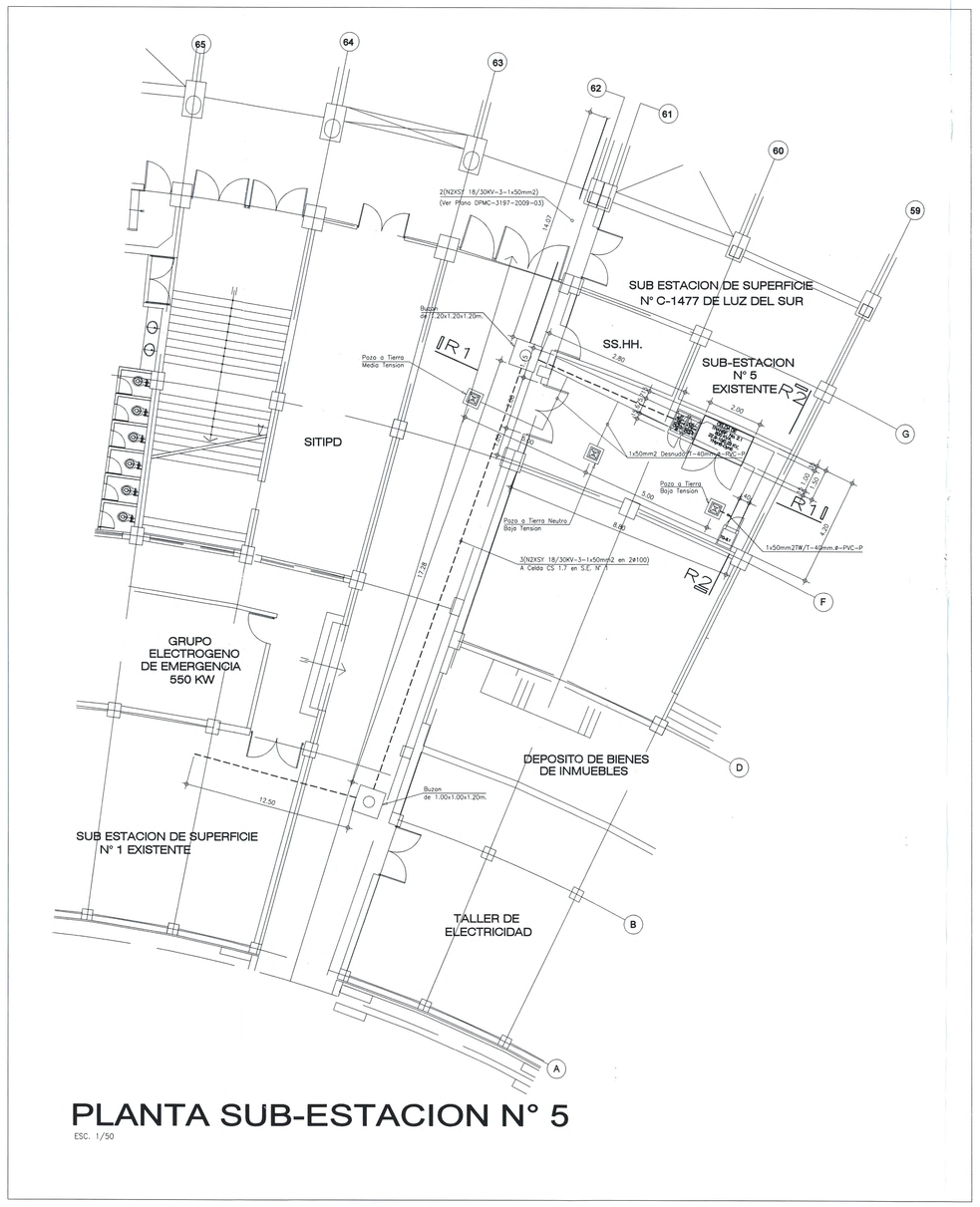
PLANTA SUB-ESTACION N° 4

ESC. 1/50



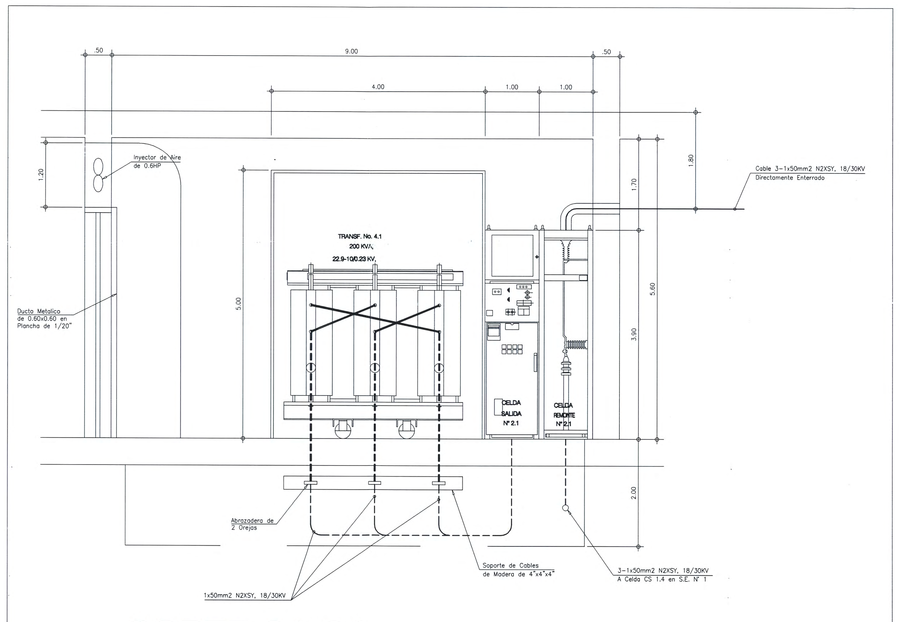
CORTE Q2-Q2

ESC. 1/25



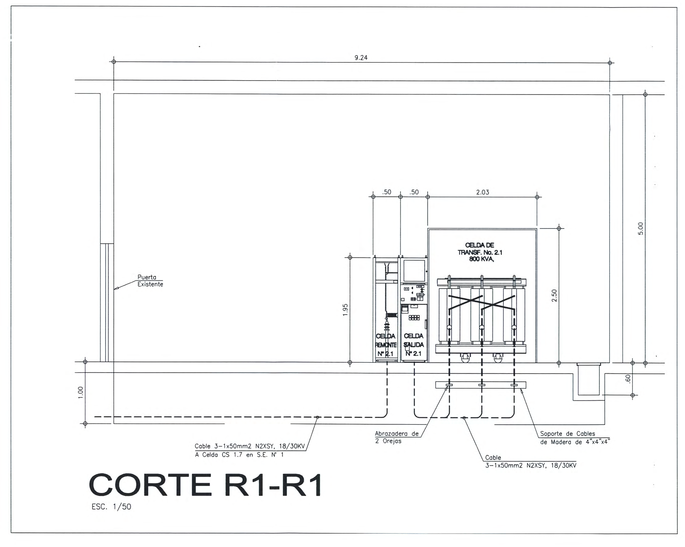
PLANTA SUB-ESTACION N° 5

ESC. 1/50



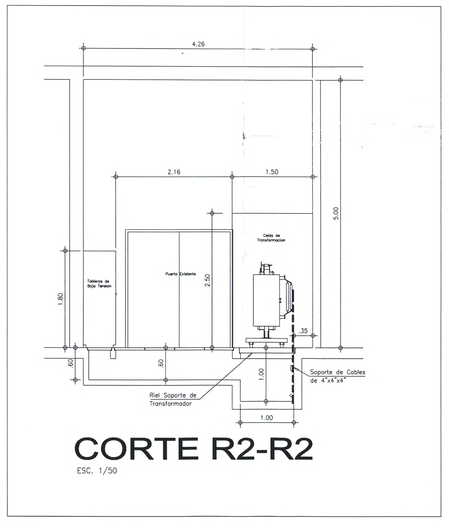
CORTE Q1-Q1

ESC. 1/50



CORTE R1-R1

ESC. 1/50



CORTE R2-R2

ESC. 1/50

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERA MECANICA

PROYECTO:
DISEÑO DE LAS INSTALACIONES ELECTRICAS DE MEDIA TENSION DEL ESTADIO NACIONAL DE LIMA

DEP.: LIMA
PROV.: LIMA
DISTR.: LIMA
ESC.: INDICADA
FECHA: JUNIO 2012

PLANO:
SUBESTACIONES Nº 4 Y 5

INFORMANTE:
WILLIAM LUDGWIN OMAR ABARCA ZUÑIGA
ESPECIALIDAD MECANICA ELECTRICA — CODIGO 741238 E

LAMINA:
MT-6