Instrucción

Proyecto Tipo Centros de Transformación y Seccionamiento Subterráneos Sumergibles

Código: **IT.10370**

Edición: **1**

Los datos relativos a la aprobación de este documento se encuentran disponibles en el Gestor Documental de Normativa

Valora la necesidad de imprimir este documento, una vez impreso tiene consideración de copia no controlada. Protejamos el medio ambiente.
Propiedad de Naturgy Energy Group, S.A. Prohibida su reproducción

Índice

		Página
1.	Objeto	3
2.	Alcance	3
3.	Documentos de referencia	3
4.	Definiciones	4
5.	Responsabilidades	7
6.	Desarrollo	8
7.	Presupuesto	34
8.	Planos	34
9.	Relación de Anexos	35
Anexo 00: Histórico de revisiones		36
Anexo 01: Reglamento de Servicio		37
Anexo 02: Pliego de Condiciones técnicas		39
Anexo 03: Normas de Prevención de Riesgos Laborales y de Protección de Medio Ambiente		46
Anexo 04: Proyecto Específico		54

Propiedad de Naturgy Energy Group, S.A.. Prohibida su reproducción

1. Objeto

Tiene por objeto el presente Proyecto Tipo, establecer y justificar todos los datos constructivos que presenta la ejecución de cualquier obra que corresponda a la instalación de Centros de Transformación y Seccionamiento Subterráneos Sumergibles , sin más que aportar en cada Proyecto concreto las particularidades específicas del mismo, tales como situación, potencia proyectada, planos, cálculo de puesta a tierra, alimentación y presupuesto.

Por otra parte, el presente documento servirá de base genérica para la tramitación oficial de cada obra, en cuanto a la Autorización Administrativa y de Ejecución, sin más requisitos que la presentación en forma de proyecto de las características particulares de la misma, haciendo constar que su diseño se ha realizado de acuerdo con el presente Proyecto Tipo.

NOTA: En lo sucesivo, en este documento, a los Centros de Transformación Subterráneos Sumergibles se le denominará por las siglas CTS y a los Centros de Seccionamiento Subterráneos Sumergibles CSS. El término “Centro” se usará de manera general para refererirse a los CTS o CCS indistintamente.

2. Alcance

El presente Proyecto Tipo será de aplicación a los Centros de Transformación y Seccionamiento de instalación subterránea sumergible. Incluye los centros a utilizar en la red de MT a las tensiones nominales de 13.2 kV y 34.5 kV. Este proyecto tipo definirá no solo los tipos de centros a utilizar, sino también las condiciones de la instalación, características de los locales, plataformas, protecciones, etc.

Todos los cálculos y detalles de diseño que no estén expresamente detallados o calculados en el presente Proyecto Tipo deberán ser incluidos y justificados en el Proyecto Específico y los planos del proyecto correspondiente.

3. Documentos de referencia

Para la confección del presente Proyecto Tipo se ha tenido en cuenta, en lo aplicable, los siguientes documentos:

- Criterios de Arquitectura de Red de MT / BT Panamá.
- American National Standars Institute (ANSI)
- National Electrical Safety Code (NESC) – Estados Unidos. Edición 2017.
- Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE)
- IEEE 386 –Última versión

Propiedad de Naturgy Energy Group, S.A.. Prohibida su reproducción

4. Definiciones

Acometida: Derivación de la red local del servicio respectivo que llega hasta el registro de corte del inmueble. En edificios de propiedad horizontal o condominios y en general en las unidades inmobiliarias cerradas, la acometida llega hasta el registro de corte general.

Aprobado: aceptado por la autoridad competente.

Arquitectura de red: documento que establece las reglas y criterios para el análisis y ordenamiento de la explotación de la red actual y de las redes que se planifiquen en el futuro.

Cable: conjunto de alambres sin aislamiento entre sí y entorchado por medio de capas concéntricas.

Cámara: recinto subterráneo de amplias dimensiones, accesible desde el exterior, donde se colocan cables, sus accesorios y equipo, generalmente de transformación o seccionamiento, y donde se ejecutan maniobras de instalación, operación y mantenimiento por personal que pueda estar en su interior.

Centro de Seccionamiento Sumergible (CSS): instalación cuya misión principal es el corte de una línea de distribución para la mejora de la maniobrabilidad de la misma, pudiendo haber una o varias salidas o derivaciones con su respectiva aparamenta para maniobra y protección de cada derivación. Esta compuesta por el seccionador, cámara, cables, terminaciones y accesorios.

Centro de Transformación Sumergible (CTS): instalación que comprende el transformador sumergible, cámara, aparamenta de media tensión y de baja tensión, conexiones y elementos auxiliares, para suministrar energía en BT a partir de una red MT.

Conductor de puesta a tierra de equipos: esta expresión se usa para describir cualquiera de los caminos conductores que unen (o mantienen unidos) los encerramientos metálicos no portadores de corriente del equipo eléctrico en un sistema eléctrico. Este término, incluye conductores desnudos o aislados, canalizaciones metálicas y las chaquetas metálicas del cable, cuando la normatividad permite que tales canalizaciones sean usadas como puesta a tierra de equipos.

Conductor desnudo: conductor que no tiene ningún tipo de cubierta o aislamiento eléctrico

Conductor neutro: conductor que sólo transporta corriente de desequilibrio de los conductores del circuito.

Conductor puesto a tierra: conductor de una instalación o circuito conectado intencionalmente a tierra.

Contactos directos: contactos de personas y animales con partes activas.

Contactos indirectos: contactos de personas o animales con partes que sean puestas bajo tensión como resultado de un fallo de aislamiento o defecto de la instalación.

Propiedad de Naturgy Energy Group, S.A.. Prohibida su reproducción

Continuidad eléctrica: condición de una instalación, equipo o material, que permite la circulación de la corriente eléctrica entre dos puntos.

Corriente de cortocircuito máxima admisible: valor eficaz máximo de la corriente de cortocircuito que puede soportar un elemento de la red durante una corta duración especificada.

Corriente de defecto a tierra: es la corriente total que se deriva a tierra a través de la puesta a tierra.

Dieléctrico: material de baja conductividad eléctrica que puede ser tomado como no conductor o aislador.

Distancias de seguridad: es la mínima distancia entre una línea energizada y una zona donde se garantiza que no habrá un accidente por acercamiento.

Ductos y canalizaciones: ducto se refiere a la tubería utilizada para el alojamiento de los cables conductores que transportan la corriente; la canalización es la adecuación del terreno para la instalación de los ductos.

Electrodo de puesta a tierra: elemento o conjunto metálico conductor que se pone en contacto con la tierra física o suelo, ubicado lo más cerca posible del área de conexión del conductor de puesta a tierra al sistema. Puede ser una varilla destinada específicamente para ese uso o el elemento metálico de la estructura, la tubería metálica de agua en contacto directo con la tierra, un anillo o una malla formados por uno o más conductores desnudos destinados para este uso.

Encerramiento: envoltura, caja, gabinete, envolvente o carcasa de un aparato; cerca o paredes que rodean una instalación para evitar que las personas entren en contacto accidental con partes energizadas, o para proteger los equipos contra daños físicos.

Equipo sumergible: aquel equipo hermético que, por características de diseño, puede estar inmerso en agua de forma intermitente.

Equipo: término general que incluye los materiales, accesorios, dispositivos, artefactos, utensilios, herrajes y similares utilizados como parte de, o en relación con una instalación eléctrica.

Especificaciones: documento técnico de la empresa que especifica lo referente a la topología del sistema de distribución.

Falla: degradación de componentes. Alteración intencional o fortuita de la capacidad de un sistema, componente o persona, para cumplir una función requerida.

Instalación de puesta a tierra: grupo de elementos conductores equipotenciales, en contacto eléctrico con el suelo o una masa metálica de referencia común, que distribuye las corrientes eléctricas de falla en el suelo o en la masa. Comprende electrodos, conexiones y conductores enterrados.

Propiedad de Naturgy Energy Group, S.A.. Prohibida su reproducción

Interruptor: aparato dotado de poder de corte, destinado a efectuar la apertura y el cierre de un circuito, que tiene, dos posiciones en las que puede permanecer en ausencia de acción exterior y que corresponden, una a la apertura y la otra al cierre del circuito.

Línea de puesta a tierra: es el conductor o conjunto de conductores que une el electrodo de tierra con una parte de la instalación que se haya de poner a tierra, siempre y cuando los conductores estén fuera del terreno o colocados en él pero aislados del mismo.

Línea subterránea: aquella que está constituida por uno o varios cables aislados que forman parte de un circuito eléctrico o de comunicación, colocados bajo el nivel del suelo, ya sea directamente enterrada, en ductos o bancos de ductos.

Nominal: término aplicado a una característica de operación; indica los límites de diseño de esa característica para los cuales presenta las mejores condiciones de operación. Los límites siempre están asociados a una norma técnica.

Normalizado: material o equipo fabricado con las especificaciones de una norma aceptada.

Partes activas – partes vivas: cualquier elemento del sistema que tenga alguna diferencia de tensión a tierra y a neutro, diseñado para transportar energía eléctrica.

Persona cualificada: persona natural que demuestre su formación profesional en electrotecnia y riesgos asociados a la electricidad y además, cuente con matrícula profesional, certificado de inscripción profesional, o certificado de matrícula profesional, de conformidad con la normatividad vigente y que lo acredite para el ejercicio de la profesión.

Proyecto específico: es un documento que hace parte del proyecto tipo. Establece un modelo para el diseño de una línea que regula: presentación de los cálculos eléctricos y mecánicos, presentación de planos, informe de cruzamientos y paso por zonas, presupuesto de obra, etc.

Proyecto tipo: documento normalizado de la empresa que establece y justifica los conceptos y criterios para el diseño, cálculo y construcción de las instalaciones, considerando normas y legislación aplicable, así como especificaciones de materiales.

Resistencia de tierra: es la resistencia entre un conductor puesto a tierra y un punto de potencial cero.

Seccionador: aparato mecánico de conexión que, por razones de seguridad, en posición abierta, asegura una distancia de seccionamiento que satisface unas condiciones específicas de aislamiento.

Sistema de puesta a tierra: conjunto de elementos conductores de un sistema eléctrico específico, sin interrupciones ni fusibles, que conectan los equipos eléctricos con el terreno o una masa metálica. Comprende la puesta a tierra y la red equipotencial de cables que normalmente no conducen corriente.

Propiedad de Naturgy Energy Group, S.A.. Prohibida su reproducción

Sistema eléctrico: conjunto de medios y elementos útiles para la generación, transporte, distribución y uso final de la energía eléctrica.

Sobrecorriente: se considera a cualquier valor de corriente superior a la corriente nominal de un equipo, o por encima de la capacidad de corriente de un conductor.

Sobretensión: tensión anormal existente entre dos puntos de una instalación eléctrica, superior al valor máximo que puede existir entre ellos en servicio normal.

Sólidamente aterrizado: conectado a tierra de manera permanente a través de una conexión de puesta a tierra, que tenga una impedancia suficientemente baja, para que la corriente de falla a tierra que pueda ocurrir no cause tensiones peligrosas para la integridad física de las personas y del equipo.

Tensión de contacto: es la fracción de la tensión de puesta a tierra que puede ser puenteada por una persona entre la mano y un punto del terreno situado a un metro de separación o entre ambas manos.

Tensión de paso: es la parte de la tensión a tierra que aparece en caso de un defecto a tierra entre dos puntos del terreno separados a un metro.

Tensión nominal: valor convencional de la tensión con la que se denomina un sistema o instalación y para el que ha sido previsto su funcionamiento y aislamiento.

Topología: se refiere a la forma como están conectados los distintos equipos de una red.

Transformador sumergible: es un dispositivo eléctrico diseñado para ser instalado en cámara o bóveda que ocasionalmente puede sufrir inundaciones, por lo cual debe ser de frente muerto y con accesorios para conectarse a sistemas de distribución subterránea.

Unidad constructiva: sistema de materiales y mano de obra dispuestos de una forma preestablecida que componen una unidad de montaje. Constituyen elementos constructivos básicos que facilitan el diseño de las instalaciones eléctricas de distribución de manera sencilla, ordenada y uniforme.

Zona de servidumbre: es una franja de terreno que se deja sin obstáculos a lo largo de una línea de transporte de energía eléctrica, como margen de seguridad para la construcción, operación y mantenimiento de dicha línea, así como para tener una interrelación segura con el entorno.

5. Responsabilidades

- **Centro de Proyectos/Diseñadores propios, contratados o de terceros**
  - Realizar el diseño y cálculo de los proyectos de red aplicando los criterios establecidos en el presente documento, las normas nacionales e internacionales de referencia aplicables y la buena práctica de la ingeniería.
  - Elaborar el Proyecto Especifico, planos y presupuesto según lo establece este Proyecto Tipo.

Propiedad de Naturgy Energy Group, S.A.. Prohibida su reproducción

- **Unidades Operativas de Zona, Sectores y Proyectos de Red.**
  - Supervisar que las unidades ejecutaras construyan las obras según el diseño aprobado, aplicando el Reglamento de Servicio y el Pliego de Condiciones Técnicas del presente Proyecto Tipo.
- **Unidades de Ejecutoras propias, contratadas o de terceros.**
  - Ejecutar la obra según el diseño aprobado, aplicando el Reglamento de Servicio y el Pliego de Condiciones Técnicas del presente Proyecto Tipo.
  - Atender las normas de prevención de riesgos laborales y prevención medioambiental establecidas en este Proyecto Tipo así como las leyes y normas nacionales que apliquen a la actividad.
- **Unidades de Planificación, Calidad y Seguridad de Gestión del Sistema de Distribución.**
  - Responsable planificar y realizar el aseguramiento de la calidad y seguridad de los proyectos y obras que apliquen, siguiendo los criterios del presente Proyecto Tipo.
- **Unidad de Normativa**
  - Responsable de velar por el mantenimiento y actualización de este documento.

6. Desarrollo

6.1. Topología de Red

6.1.1. Niveles de Tensión

A continuación, se indican los niveles de tensión normalizados según la Norma técnica para el suministro eléctrico a clientes.

6.1.1.1. Tensión M.T.

Los niveles de tensión en M.T son 13.2 kV y 34.5 kV, sistema en estrella con neutro distribuido y multiaterrizado.

6.1.1.2. Tensión B.T.

Los niveles de tensión normalizados en B.T son los siguientes:

- Sistema trifásico, 208Y/120 voltios, estrella aterrizada, 4 hilos. Este sistema es usado comúnmente en apartamentos, centros comerciales y edificios gubernamentales, para una combinación de potencia y alumbrado que ofrece flexibilidad para disposición de los circuitos ramales y aplicación del equipo requerido. Al hacer uso de este sistema es necesario que se mantenga un estricto balance en las tres (3) fases.

Propiedad de Naturgy Energy Group, S.A.. Prohibida su reproducción

Para clientes que precisen un suministro trifásico y una potencia demandada entre 300 kVA y 1500 kVA por punto de entrega.

- Sistema trifásico, 480Y/277 voltios, estrella aterrizada, 4 hilos. Para clientes que precisen un suministro trifásico y una potencia demandada entre 750 kVA y 2500 kVA por punto de entrega. Este sistema es usado comúnmente en zonas industriales y centros comerciales, para una combinación de potencia y alumbrado.

6.1.1.3. Nivel de aislamiento para el material

A los efectos del nivel de aislamiento del material de baja tensión instalado en el Centro, se clasificará de la siguiente manera:

a) Materiales para la conexión entre transformadores y cuadro de baja tensión, cuadros de baja tensión y salidas de éstos hacia la red de distribución.

b) Materiales para los servicios propios del CTS o CSS.

Los materiales contemplados en el apartado a) deberán de ser capaces de soportar, por su propia naturaleza tensiones de hasta 10 kV a tierra.

Los materiales contemplados en el apartado b) deberán ser capaces, por su propia naturaleza, por condiciones de instalación o mediante dispositivos adecuados, de soportar tensiones de hasta 10 kV a tierra.

Las características de aislamiento de las bornas de Baja Tensión se muestran en la siguiente tabla:

Tabla No. 1. Nivel de aislamiento para materiales en B.T.

Clase (kV)	Tensión de Servicio (kV)	Tensión Tipo Rayo (kV pico) (BIL)	CA (60Hz) 1 min (kV rms)
1.2	120/208	30	10
1.2	120/240	30	10

En Media Tensión dependiendo de la tensión de servicio, la serie y nivel de aislamiento previsto para el material, es el indicado en la siguiente tabla:

Propiedad de Naturgy Energy Group, S.A.. Prohibida su reproducción

Tabla No. 2. Nivel de aislamiento para materiales en M.T.

Clase (kV)	Tensión de Servicio (kV)	Tensión Máx. Red Fase-Fase (kV)	Tensión Tipo Rayo (kV pico) (BIL)	CA (60Hz) 1 min (kV rms)
15	13.2	14.4	95	34
35	34.5	36.6	150	50

6.1.1.4. Intensidad Nominal en MT. Nivel de Cortocircuito

Las intensidades de cortocircuito y los tiempos de duración del defecto serán, en cada caso, determinados por Naturgy Panamá.

Los materiales de alta tensión instalados en el CTS o CSS, deberán ser capaces de soportar dichas solicitaciones. A tal efecto, deberán tomarse en consideración las características de dichos materiales, definidas en las correspondientes Especificaciones de Materiales de Naturgy Panamá, y expuestas a continuación:

Tabla No. 3. Nivel de cortocircuito de materiales de alta

Componente	Clase (kV)	Corriente Nominal (A)	I_{RMS} Simétrica (kA)
Terminal acodado enchufable en carga	15 y 35	200	10 (*)
Terminal atornillable en T sin carga	15 y 35	600	25 (*)
Interruptor	15	600	12.5 (**)
	35	400	12.5 (**)

* El tiempo de despeje de falta tomado es de 0.17 s, según la especificación técnica correspondiente.

** El tiempo de despeje de falta tomado es de 1 s.

6.2. Condiciones de la instalación

6.2.1. Ubicación

La ubicación del Centro se determinará de acuerdo entre el peticionario y Naturgy Panamá, teniendo en cuenta las consideraciones de orden eléctrico y otras relacionadas con la explotación y mantenimiento de dichos Centros.

Propiedad de Naturgy Energy Group, S.A.. Prohibida su reproducción

Las cámaras C-1D y C-2D han sido calculadas para estar ubicadas en zonas de alto tráfico (vías principales y secundarias) y eventualmente podrían ubicarse en cualquier zona (áreas verdes, peatonal, vehicular) siempre y cuando el terreno donde se cimente cumpla con condiciones adecuadas (buena capacidad de soporte, entre otras) o se haga un tratamiento previo de mejora de la capacidad portante y estabilización.

La cámara C-1D será utilizada para transformadores sumergibles:

- Hasta 1,000 kVA en 13.2 kV con dimensiones máximas de 1.89 metros de largo x 1.22 metros de ancho x 1.49 metros de alto..
- De 500 kVA en 34.5 kV con dimensiones máximas de 1.708 metros de largo x 1.135 metros de ancho x 1.376 metros de alto.

Cuando un proyecto requiera un equipo de mayor capacidad o dimensiones a las indicadas arriba se utilizará la cámara C-2D de mayores dimensiones.

Los Centros serán subterráneos con muros perimetrales de concreto reforzado los cuales, en principio, no permiten filtraciones desde el exterior. Aún así las cámaras pueden estar sujetas a entrada de agua desde las tapas superiores por lo que eventualmente podrían inundarse. Se ha estimado una carga de nivel freático desde el exterior de 50% de la altura del muro. Si no se cumple dicha condición, se tomarán las medidas oportunas para evitar problemas de elevados niveles freáticos (impermeabilización, drenajes perimetrales, etc.).

Se debe tener en cuenta que han de estar ubicados donde puedan ser ventilados al aire exterior, sin necesidad de utilizar ductos o canales

6.2.2. Accesos

Como criterio general se podrá acceder al Centro desde la vía pública, o desde una vía privada siendo ésta accesible con su correspondiente servidumbre de paso.

La ubicación y los accesos deberán permitir:

- El movimiento y colocación de los elementos y maquinaria necesarios para la realización adecuada de la instalación con los medios disponibles.
- Ejecutar las maniobras propias de su exploración en condiciones óptimas de seguridad para las personas que lo realicen.
- El mantenimiento y sustitución del material que compone el mismo.

El acceso al interior del Centro será exclusivo para el personal de Naturgy Panamá. Para permitir un desplazamiento y manejo fáciles de elementos pesados del Centro, los accesos por vía privada tendrán la correspondiente

Propiedad de Naturgy Energy Group, S.A.. Prohibida su reproducción

señalización de prohibido aparcar. No podrán situarse en zonas que haya que dejarse permanentemente libre, tales como paso de bomberos, salidas de urgencia o socorro.

El emplazamiento seleccionado para el Centro, deberá permitir el tendido, a partir de las vías públicas o galerías de servicio, de las canalizaciones subterráneas. Todos los cables subterráneos podrán tenderse hasta una profundidad de 0,6 m, como mínimo.

6.2.3. Disposiciones generales

A continuación, se presentan las condiciones que deben cumplir los Centros:

- Las cámaras serán construidas enteramente con materiales no combustibles.
- La ventilación debe ser la adecuada para eliminar las pérdidas del equipo a plena carga sin provocar aumentos de temperaturas que excedan de sus valores nominales.
- Sistemas de ductos o tuberías ajenos a la instalación eléctrica (agua, aire, gas, teléfonos, etc) no deben entrar ni atravesar las cámaras para transformadores o seccionadores.
- Todos los elementos deben ser diseñados de tal forma que se evite la propagación del fuego en caso de un eventual incendio.

6.2.4. Distancias de seguridad

Las dimensiones del CTS o CSS deberán permitir:

a) El movimiento y colocación en su interior de los elementos y maquinaria necesarios para la realización adecuada de la instalación eléctrica.

b) La ejecución de las maniobras propias de su operación y mantenimiento en condiciones óptimas de seguridad para las personas que lo realicen.

Las distancias de seguridad cumplirán con la normativa de la empresa.

6.2.5. Características Constructivas

6.2.5.1. Suelo y Losa de fondo

Al momento de realizar las excavaciones preliminares y terracería, se tomará en cuenta que debe vaciarse una capa delgada de concreto de limpieza, de espesor aproximado de 5 centímetros, para trabajar en un ambiente libre de lodo y mucha suciedad.

Propiedad de Naturgy Energy Group, S.A.. Prohibida su reproducción

El terreno donde se cimente la estructura deberá cumplir con una capacidad de soporte mínima de 10 Ton/m^2. De no cumplir con esta capacidad, se debe realizar un procedimiento de mejora de capacidad del suelo mediante algún procedimiento de ingeniería adecuado y aprobado por los profesionales competentes.

La losa de fondo será de concreto reforzado con el espesor indicado en planos y con pendientes mínimas de 0.5 % para recoger las aguas en el sumidero localizado en un punto específico de la misma.

al realizar los trabajos de terracería e instalación de refuerzo y otros, se deberán tener en cuenta el empotramiento de herrajes, colocación de tubos, registros, canalizaciones de cables, picas de tierra, etc.

6.2.5.2. Forjado superior

En el caso que el Centro esté ubicado de forma que sobre él se prevean cargas excepcionales (zonas de circulación o aparcamiento de vehículos) las características mecánicas se adecuarán a estas circunstancias.

6.2.5.3. Muros

Se construirán de concreto reforzado, con resistencia a la compresión a los 28 días de f´c = 280 kg/cm^2, el cual provee una resistencia al fuego mínima de 3 horas. Esto supone cumplir las siguientes exigencias en ese intervalo de tiempo:

- Estabilidad o capacidad portante.
- Ausencia de emisión de gases inflamables.
- Estanqueidad al paso de llamas o gases calientes.
- Resistencia térmica.

6.2.5.4. Ventilación

Para la remoción del calor generado en el interior del Centro, deberá posibilitarse la circulación de aire.

La ventilación de las cámaras será solamente por convección natural. Se establecerán huecos de ventilación que permitan la evacuación del aire caliente, se efectuará mediante los espacios entre rejillas metálicas ubicadas en las tapas en la parte superior de la cámara.

El área neta total de todos los huecos de ventilación, no debe ser inferior a 1933.33 mm^2 por kVA de capacidad de los transformadores en servicio. A continuación se presenta el área neta total de todas las aberturas de ventilación que debe ser garantizada para la instalación del CTS.

Propiedad de Naturgy Energy Group, S.A.. Prohibida su reproducción

Tabla No. 4. Área mínima de abertura de ventilación

Transformador (kVA)	Área Mínima de Ventilación (m^2)
300	0.58
500	0.97
750	1.45
1000	1.94
1500	2.91
2000	3.87
2500	4.85

6.2.5.5. Cerrajería

La cerrajería deberá estar integrada en las tapas prefabricadas especificadas para acceso a las cámaras. Dicho sistema será antivandalismo con cierre de protección y revestido con recubrimiento para reducir los efectos de intemperie y corrosión.

6.2.5.6. Escaleras

El acceso para el personal a Centros subterráneos, se podrá realizar mediante una escalera móvil de extensión de 2 cuerpos, con separación de peldaños no superior a 25 cm y capacidad de carga máxima de 300 libras o 136 kilogramos, zapatas antideslizantes de acero galvanizado y caucho, de uso eléctrico para trabajo pesado, constituida por perfiles metálicos u otro material suficientemente resistente el cual deberá estar aislado para la tensión de operación.

6.2.5.7. Base del transformador

Los transformadores se deben emplazar sobre vigas de acero, dichas vigas se deben colocar según las especificaciones técnicas de dimensionado y ubicación de las bases del transformador a utilizar. Las bases serán fijadas al suelo mediante conectores mecánicos, según detalle de planos.

El transformador debe situarse centrado y equilibrado con respecto a la horizontal. No deberá quedar inclinado en ninguna dirección mayor que 1,5°.

Propiedad de Naturgy Energy Group, S.A.. Prohibida su reproducción

6.2.5.8. Rejillas de ventilación

Los espacios dejados para ventilación se localizan en las tapas superiores de acero estructural y concreto definidas para los transformadores. Se dejarán espacios entre los elementos de acero con ancho suficiente para proveer la ventilación necesaria para el equipo. Adicionalmente, debido al espacio requerido entre platinas, se colocarán mallas expandidas de acero para limitar la abertura a espacios mínimos de manera que no se permita el ingreso de elementos que puedan utilizarse para vandalizar cualquier equipo o equipos sumergibles dentro de la cámara.

6.2.5.9. Desagües

Las cámaras dispondrán de pozos de recolección de agua construidos en la losa base para la instalación de bombas de achique que permitan extraer agua que quede depositada en la cámara. Además, el piso de la cámara tendrá una pendiente mínima del 0.5% respecto de la horizontal hacia la zona en la que se ubique la bomba.

6.2.5.10. Tapas movibles

Las tapas movibles estarán construidas de acero estructural y/o concreto reforzado de resistencia a la compresión a los 28 días de f´c = 350 kg/cm^2. Se componen de vigas principales y secundarias de acero estructural (ASTM) soldadas entre ellas, con un espacio donde en algunos casos se integra monolíticamente con el concreto la tapa de hierro dúctil de acceso; en otros casos se conecta la tapa metálica directamente con los elementos de acero estructural mediante proceso de soldadura estructural. Además cuenta con platinas de acero dispuestas para soportar carga de alto tráfico y espacio entre ellas para ventilación. Dispondrán de orificios en puntos específicos de la tapa para facilitar su alzado, en caso de ser necesario la operación o mantenimiento del CTS o CSS.

Se ha tomado en cuenta ubicar una tapa metálica para poder operar desde la parte superior y de forma vertical con pértiga aislada, el T Blade y cambiador de tomas en carga del transformador.

Cuando las cámaras se encuentren abiertas o se abran las tapas, es decir, que dan acceso se tiene que colocar, como medida de seguridad, barandillas perimetrales para protección de los transeúntes.

6.2.5.11. Canalizaciones

Las canalizaciones subterráneas enlazarán con el CTS o CSS de forma que permitan el tendido directo de cables a partir de la vía de acceso o galería de servicios.

Propiedad de Naturgy Energy Group, S.A.. Prohibida su reproducción

Los cables de alta tensión entrarán bajo tubo hasta la ventana para ducto en la camara, llegando por canal o tubo. Estas ventanas estarán ubicadas cercano en la esquinas de la cámara y los accesos para operación y mantenimiento estarán ubicado en los extremos opuestos de las ventanas. Las dimensiones de las ventanas se ajustaran a la profundidad, al ancho y alto de la canalización. Estos tendrán superficie interna lisa y externa corrugada. En los tubos no se admitirán curvaturas. En las canalizaciones, los radios de curvatura serán como mínimo de 10 veces el diámetro externo del tubo.

De acuerdo con el Proyecto Tipo de red subterránea de MT y el Proyecto Tipo de red subterránea de BT, las bocas de los tubos se sellarán mediante espuma de poliuretano expandido tanto si llevan cables como si son tubos de reserva para cables futuros.

6.2.6. Equipotencialidad

El Centro, cuando las actividades de operación y mantenimiento se realicen desde el interior del mismo, estará construido de manera que su interior presente una superficie equipotencial. Para ello se seguirán las siguientes instrucciones:

Piso

En el piso, los electrodos de puesta a tierra embebidos en el hormigón cerca de las esquinas opuestas de la cámara constituirán la armadura del sistema equipotencial. El conductor de cobre del sistema de puesta a tierra estará conectado a las varillas y unidas entre sí mediante soldadura exotérmica acorde a las recomendaciones del fabricante (tipo de soldadura de ignición electrónica, tipo de molde y unidad de control a distancia de encendido o ignición electrónico) o unión a través de un conector de compresión irreversible para varilla de cobre de 5/8”Ø tipo C de cobre.

Rejillas

Las rejillas metálicas que den al exterior del Centro, serán colocadas de manera que no exista contacto eléctrico con las masas conductoras interiores.

Partes Metalicas Internas

Todos los elementos metálicos internos dentro de la cámara tienen que estar debidamente aterrizados. Se utilizarán terminales de compresión o pernofusible tipo pletina para conductores con hueco para tornillo de 14.3 mm (9/16”).

Propiedad de Naturgy Energy Group, S.A.. Prohibida su reproducción

Esta terminal tiene que estar debidamente atornillada y apretada mediante torque manual de manera que queden fijo al equipo o dispositivos o elementos metálicos.

Cada derivación o ramal de conductor del sistema de puesta a tierra que proviene de la terminal de compresión o pernofusible tipo pletina del elemento metálico aterrizado se conectará al conductor principal del sistema de puesta a tierra mediante el conector de compresión irreversible tipo C de cobre.

Muros

Los muros entre sus caras, al mes de su construcción, tendrán una resistencia mínima de 10,000 ohmios. La medición de esta resistencia se realizará aplicando una tensión de 500 V entre dos placas de 200 cm^2 cada una.

Ningún herraje o elemento metálico unido al sistema equipotencial podrá ser accesible desde el exterior del local.

6.2.7. Señalización material de seguridad

Los Centros cumplirán con las siguientes prescripciones:

a) Las tapas de acceso al Centro llevará la marca registrada de la empresa en el país.

b) Las tapas de acceso al Centro llevarán el cartel con la correspondiente señal triangular distintiva de riesgo eléctrico.

c) El Centro debe contar, en el lugar correspondiente, con un cartel donde se indiquen las instrucciones de maniobra, salvo que estas figuren en el propio aparato.

No será necesario que los Centros estén equipados con pértiga, si la pértiga a utilizar es única en el equipamiento habitual de los equipos de operaciones.

6.3. Materiales y equipos

6.3.1. Transformadores

Los transformadores pueden ser del tipo y potencias que se indican a continuación:

- Transformadores trifásicos con entrada y salida, tipo Sumergible: con seis bornas integrales para transformadores sumergibles con una intensidad admisible de 600 A y cuatro bornas de BT según la especificación técnica correspondiente. Las potencias normalizadas serán:

Propiedad de Naturgy Energy Group, S.A.. Prohibida su reproducción

- 300, 500, 750, 1000, 1500, 2000 y 2500 kVA para 13.2 kV.
- 500, 750, 1000, 1500, 2000 y 2500 kVA para 34.5 kV.

6.3.1.1. Transformador tipo Sumergible trifásico entrada-salida.

El diseño del transformador tipo sumergible trifásico entrada-salida consistirá en un tanque rectangular sellado de acero inoxidable Tipo 304 como mínimo. Dispondrá en su tapa superior, pasamuros de MT aislados y diseñados para soportar niveles de agua por encima de los mismos y pasamuros de BT tipo pala.

La pintura de todo el transformador deberá ser durable, garantizar una adecuada protección frente a la corrosión. El espesor mínimo de la pintura será de 120 micras y su acabado deberá ser adecuado para resistir la prueba de rociado según la norma ASTM B117-54. El acabado final debe ser de un color oscuro y deberá respetar los requerimientos indicados en la norma IEEE Std C57.12.32.

Al lado de cada pasamuros de MT se dispondrá de puntos de conexión a tierra para aterrizar las pantallas de cada conductor. Para el secundario del transformador se dispondrá también de la correspondiente toma de tierra.

En la superficie del tanque, el transformador contará con un indicador de nivel del aceite y termómetro. Así mismo, contará con dos válvulas, una de entrada para el relleno del aceite en la parte superior del tanque, y otra de salida, para el vaciado y toma de muestras, ubicada en la parte inferior del tanque.

Además, incluirá una válvula autosellante de sobrepresión situada en la parte superior del tanque. Todas las válvulas con sus correspondientes tapones deberán disponer de un sistema de precintado.

El cambio de voltaje se realizará por medio de un conmutador manual de cinco posiciones manual localizado en la tapa superior del tanque.

La protección del transformador contra sobrecargas, se realizará a través de fusibles en serie del tipo bayoneta.

La protección contra cortocircuitos se realizará mediante fusible interno de alto poder de ruptura tipo limitador de la intensidad adecuada a la potencia del transformador y coordinado con el interruptor termomagnético de protección contra sobrecargas.

La maniobra de la línea se realizará mediante un interruptor de cuatro posiciones tipo T-Blade, sin corte en la línea durante la operación. Este

Propiedad de Naturgy Energy Group, S.A.. Prohibida su reproducción

interruptor permitirá alimentar el transformador en las siguientes posiciones:

- Posición 1: Fuente lado 1 cerrado, fuente lado 2 cerrado, lado de carga cerrado.
- Posición 2: Fuente lado 1 abierto, fuente lado 2 cerrado y lado de carga cerrado.
- Posición 3: Fuente lado 1 cerrado, fuente lado 2 cerrado y lado de carga abierto. Se desenergiza el tranformador, mientras que se mantiene operativa la línea de distribución.
- Posición 4: Fuente lado 1 cerrado, fuente lado 2 abierto y lado de carga cerrado.

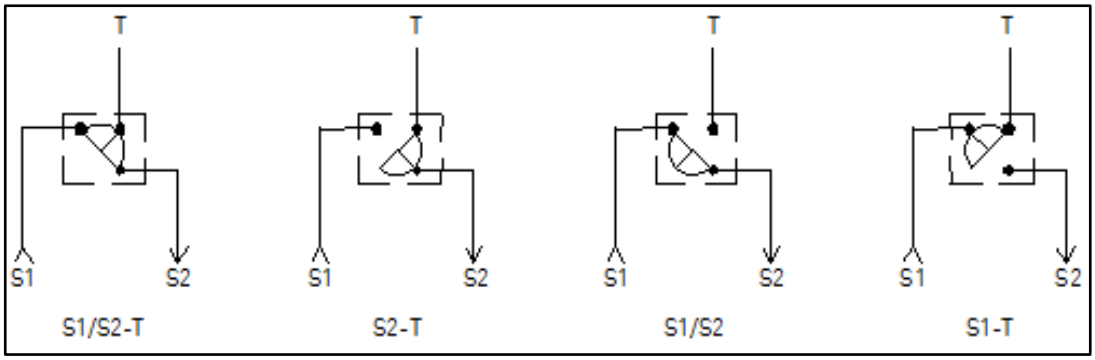


Figura N° 1. Distancias configuraciones en el T-Blade

Se debe tener en cuenta que la unión entre las palas de baja tensión y los terminales de los conductores debe realizarse siempre con tornillería de aleación de bronce al silicio. Además se debe proceder a aislar esta unión con diferentes capas de cinta aislante.

A continuación, se enumeran las capas de cintas por orden de instalación:

1. Cinta de Cambray Barnizada 3/4’’.
2. Cinta Aislante Cambray Adhesiva 1/2 ‘’.
3. Cinta Aislante para Empalme 130 C 3/4’’.
4. Cinta Aislante de Vinilo N33+ 3/4’’ y 1/2’’.
5. Cinta Aislante Plástica de color (Negra, azul, roja y blanca) 3/4’’.

Propiedad de Naturgy Energy Group, S.A.. Prohibida su reproducción

Tabla No. 5. Cantidad de cinta aislante por potencias

Cinta Aislante	500 a 1000 kVA (rollo)		1500 a 2500 kVA (rollo)	
	¾	½	¾	½
Cinta Cambray Barnizada	1		2	
Cinta Cambray Adhesiva		1		2
Cinta Aislante 130 C	2		4	
*Cinta Aislante de Vinilo N33+	2	1	4	2
Plástica de color	1		2	

*Esta cinta aislante puede utilizarse o de ¾ o de ½, nunca ambas a la vez.

6.3.2. Seccionamientos

6.3.2.1. Características Generales

Los CSS son centros de maniobra aptos para ser instalados en cámaras o locales debajo de la superficie de zonas de utilidad pública, expuestos a inundaciones, en el que bajo una única envolvente se instalarán interruptores-seccionadores con diferentes características en función de la configuración del equipo y aislados en SF6 o, Estado Sólido y Vacío.

Los interruptores-seccionadores serán para seccionamiento de alimentadores troncales de hasta 600 Amperios (Sin protección).

En los casos de proyectos particulares en que el estudio de conexión y el diseño lo amerite o justifique, se podrá utilizar un equipo con una o más vías con protección. Estas vías con protección, podrán ser de 600A o 200A según lo justifique el estudio de conexión y el diseño en particular. Los tipos de protección a utilizar serán los siguientes:

- Interruptor de falla, reajustable y controlado mediante microprocesador, para seccionamiento y protección de alimentadores troncales de hasta 600 A (Protección automática).

- Interruptor de falla, reajustable y controlado mediante microprocesador para seccionamiento y protección de derivaciones, ramales y circuitos secundarios de hasta 200 A (Protección automática).

Las diferentes configuraciones internas de los equipos vendrán definidos en el apartado siguiente, donde se establecerá el número y el tipo de interruptores.

Propiedad de Naturgy Energy Group, S.A.. Prohibida su reproducción

Estos componentes estarán conectados y encerrados en un tanque de acero inoxidable Tipo 304 como mínimo, soldado y aislado, totalmente protegidos contra el medio ambiente, y su medio de conexión serán terminales atornillables o enchufables según IEEE .386

En cada CS se integrará las funciones de interruptor-seccionador y seccionador de puesta a tierra, pudiéndose encontrar en tres (3) posiciones: conectado, seccionamiento (apertura) y puesta a tierra. Se podrán operar a distancia, mediante el accionamiento de un motor eléctrico telecontrolado, o de forma local y manual, mediante la utilización de palancas suministradas en el equipo para tal fin, activando previamente en el cuadro de mando el modo local y desactivando el modo remoto.

La interrupción de fallas se realizará automáticamente mediante el control programable de sobrecorrientes generadas en el alimentador o en la derivación a proteger.

Todos los Centros de Seccionamiento serán telegestionados. La Unidad Terminal Remota (RTU) de telecontrol se debe integrar fácilmente con las redes de comunicación y sistema SCADA de la empresa.

Las características del equipo, así como las de la RTU, protecciones, puertos y protocolos requridos se indicarán en la especificación técnica correspondiente. La RTU de telecontrol debe informar a través del sistema de monitoreo, corrientes, fallas, pérdida de alimentación y estado de batería donde aplique y debe permitir configurar y solucionar problemas a través de la red.

El equipo mantendrá un registro donde se recojan, con marca de tiempo, los eventos, anomalías del equipo, cambios de estado, procesamiento de mandos, cambios de configuración, accesos y reinicios, así como los estados de las funciones de protección. Adicionalmente, el equipo debe contar con señalización local mediante indicadores LED o display del estado de la alimentación general, anomalías de equipo, posición del interruptor (abierto, cerrado, tierra) etc.

6.3.2.2. Configuraciones Existentes

A continuación se presentan las diferentes configuraciones de CSS existentes en la red.

6.3.2.3. Seccionamiento tipo Subterráneo Sumergible 2L

El seccionamiento dispone de dos posiciones de línea sin protección: una para entrada y una para salida de la línea principal.

Propiedad de Naturgy Energy Group, S.A.. Prohibida su reproducción

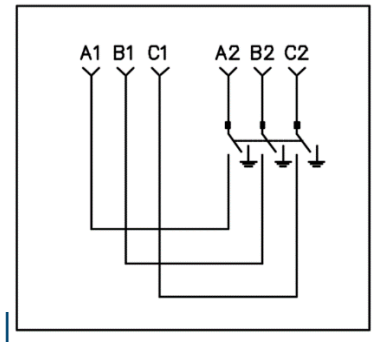


Figura N° 2. Esquema para Centros de Maniobra de 2L

6.3.2.4. Seccionamiento tipo Subterráneo Sumergible 3L

El seccionamiento dispone de tres posiciones de línea sin protección, dos para entrada y salida de la línea principal.

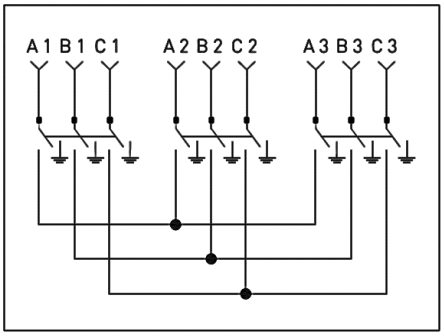


Figura N° 3. Esquema para Centros de Maniobra de 3L

6.3.2.5. Seccionamiento tipo Subterráneo Sumergible 4L

El seccionamiento dispone de cuatro posiciones con cuatro posiciones de línea sin protección, dos para entrada y dos para salida de la línea principal (o una de entrada y 3 de salida).

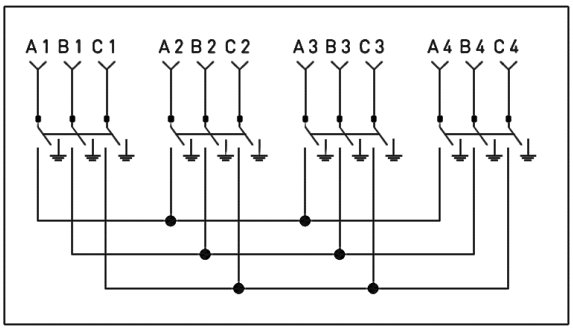


Figura N° 4. Esquema para Centros de Maniobra de 4L

Propiedad de Naturgy Energy Group, S.A.. Prohibida su reproducción

6.3.2.6. Seccionamiento tipo Subterráneo Sumergible 6L

El seccionamiento dispone de seis posiciones de línea sin protección: dos para entrada y cuatro para salida de la línea principal (o una de entrada y cinco de salida).

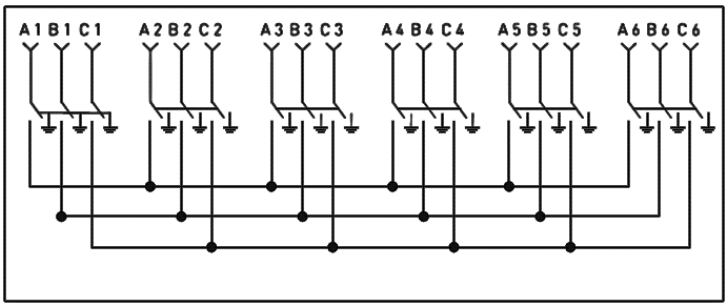


Figura N° 5. Esquema para Centros de Maniobra de 6L

6.3.3. Conexiones de baja tensión

Las conexiones entre los transformadores y los puntos de consumo se realizarán como se indica en la tabla adjunta, teniendo en cuenta las siguientes variantes:

1. Conexión trifásica entre las bornas de BT del transformador y el o los interruptores de los puntos de consumo.

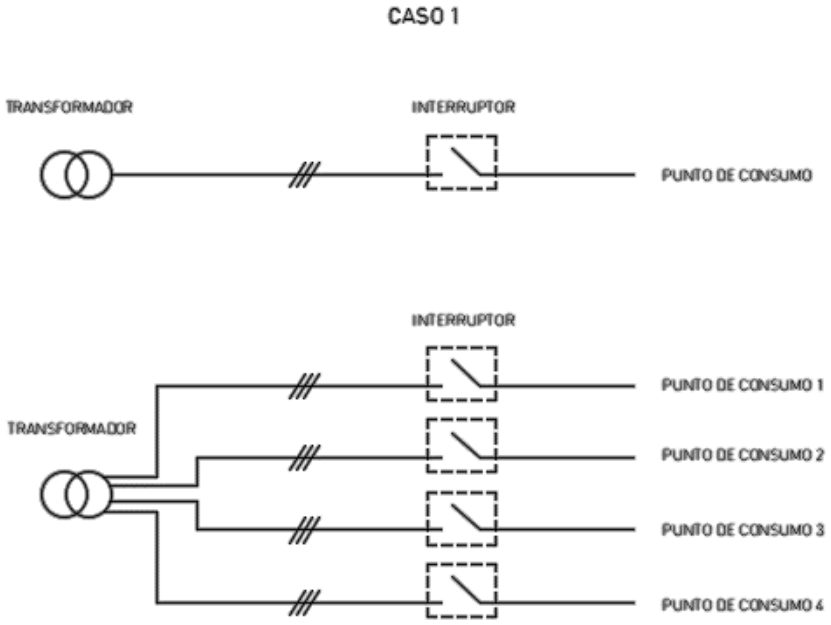


Figura N° 6. Esquematicos de Derivacion para conexiones entre transformador e interruptores principales

Propiedad de Naturgy Energy Group, S.A.. Prohibida su reproducción

2. Conexión trifásica entre las bornas de BT del transformador y un tablero de distribución desde donde se hará el reparto a distintos puntos de consumo.

   En este caso, el tablero de distribución podrá contar con un máximo de 6 interruptores en los cuales, la sumatoria de la capacidad nominal de los interruptores no debe sobrapasar el 125% de la corriente nominal del transformador del lado secundario. Exceptuando al transformador de 2,500 kVA cuya sumatoria máxima permitida será de 4,000 Amperios.

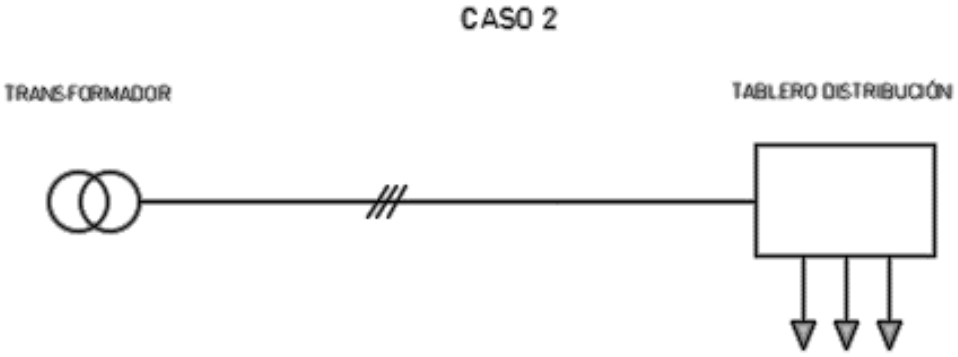


Figura N° 7. Esquematicos de Derivacion para conexiones entre transformador y tablero de distribución con un máximo de 6 breakers de distribución.

Según las posibles situaciones descritas y la potencia del transformador, las secciones mínimas de los conductores de BT se muestran en la siguiente tabla:

Tabla No. 6. Cantidad de conductores de Baja Tensión por potencia de transformador directo a interruptores generales o tablero de distribución hasta 6 Breaker principales

Potencia (kVA)	Tamaño y número de conductores de BT	
	Fases	Neutro
Transformador Trifásico. BT - 208 V (Punto 1)		
300	4X 500 kcmil	4X 500 kcmil
500	6 X 500 kcmil	6 X 500 kcmil
750	8 X 500 kcmil	8 X 500 kcmil
1000	12 X 500 kcmil	12 X 500 kcmil
1500	13 X 500 kcmil	13 X 500 kcmil

Propiedad de Naturgy Energy Group, S.A.. Prohibida su reproducción

Transformador Trifásico. BT - 480V (Punto 1)		
750	4 X 500 kcmil	4 X 500 kcmil
1000	6 X 500 kcmil	6 X 500 kcmil
1500	8 X 500 kcmil	8 X 500 kcmil
2500	13 X 500 kcmil	13 X 500 kcmil

Las bornas de BT del transformador deberán ser cubiertas con cintas aislantes que las protejan contra las inclemencias del medio ambiente al que se expondrán. Para el transformador de 2,500 kVA la máxima capacidad permitida será de 4,000 Amperios en el Interruptor Principal o en las barras y sumatoria total de los 6 breakers principales en el tablero de distribución.

Las bornas de BT serán roscadas (1"Ø o 1 1/4" Ø) tipo pala o, integral tipo pala dependiendo de la cantidad de conductores a instalar en el secundario hasta 750 kVA según voltaje de operación que aplique. De 750 kVA hasta 2500 kVA será del tipo integral al CT.

En la siguiente tabla se muestra el tipo de borma BT según la potencia y voltaje secundario del transformador.

Tabla No. 7. Tipo de Borna según la potencia y voltaje secundario del transformador

Tipo de Borna BT	Cantidad de Huecos	Potencia (KVA)	Voltaje (V)
Roscada tipo pala	4	300	208Y/120
		300 - 500	480Y/277; 480
Roscada tipo pala	8	300 - 500	120/240; 480
		500	208Y/120
		750	480Y/277; 480
Integral tipo pala	12	1000 - 1500	480Y/277; 480
		750 - 1000	208Y/120
Integral tipo pala	12	2000 - 2500	480Y/277; 480

En cualquiera de los casos indicados anteriormente, la canalización de las líneas BT se realizará intalando una terna de cables por cada tubo.

Propiedad de Naturgy Energy Group, S.A.. Prohibida su reproducción

6.3.4. Instalación de puesta a tierra

El Centro estará provisto de una instalación de puesta a tierra, con objeto de limitar las tensiones de defecto a tierra que se pueden originar en la propia instalación. Esta instalación deberá asegurar la descarga a tierra de la intensidad de defecto, contribuyendo, de esta manera, a la eliminación del riesgo eléctrico debido a la aparición de tensiones peligrosas de paso y de contacto con las masas eventualmente en tensión.

6.3.4.1. Sistema de puesta a tierra

Se conectarán a una instalación de tierra general (de protección y de servicio), los siguientes elementos:

- Envolturas o pantallas metálicas de los cables.
- Cuba metálica de los transformadores
- Pararrayos de alta tensión si los hubiera.
- Bornas de tierra de detectores de tensión.
- Neutro del transformador.
- Bornas para la puesta a tierra de los dispositivos portátiles de puesta a tierra.
- Envolvente metálica

6.3.4.2. Elementos constitutivos de los sistemas de puesta a tierra.

Los elementos que constituyen el sistema de puesta a tierra en Centros son los siguientes:

a) Línea de tierra.

b) Electrodos de puesta a tierra.

6.3.4.2.1. Líneas de tierra.

Estarán constituidas por conductores de cobre. En función de la intensidad de defecto y la duración del mismo, las secciones mínimas (S) del conductor a emplear por cada línea de tierra a efectos de no alcanzar una temperatura elevada se deducirán a partir de la expresión:

$$A_{kcmil} = I_d * K_f * \sqrt{t}$$

Propiedad de Naturgy Energy Group, S.A.. Prohibida su reproducción

Siendo:

- A_{kcmil} = Área del conductor en kcmil.
- I_d = Corriente de defecto en Amperios.
- t = Tiempo de duración de la falta en segundos.
- K_f = Constante dependiendo del tipo de material de la línea de tierra. Obtenida según IEEE Std.80-2000.

Se tomará 16 kA como valor máximo de la intensidad de defecto para niveles de tensión de 13,2 kV, y 12,5 kA para 34,5 kV. Se considerará un tiempo máximo de duración de la falta de 0,1 s ó 0,2s.

Con estos datos se obtienen los siguientes resultados:

Tabla No. 8. Línea de Tierra

K_f	t (s)	$I_{defecto}$ (kA)	Tensión (kV)	A_{kcmil}	Sección (mm^2)
7.00	0.1	16	13.2	35.42	17.95
7.00	0.1	12.5	34.5	27.67	14.02
7.00	0.2	16	13.2	50.10	25.38
7.00	0.2	12.5	34.5	39.13	19.83

A la vista de los resultados mostrados en la tabla, la sección del conductor de tierra mínimo a utilizar dentro de las secciones normalizadas para conductores aislados como para desnudos, será de sección #2 AWG (33,62 mm2) de cobre.

6.3.4.2.2. Electrodos de puesta a tierra

Estarán constituidos por los siguientes elementos:

a) Conductores dispuestos horizontalmente

b) Picas (Picas de acero con recubrimiento de cobre) de 5/8”Øx8’ requeridos por Naturgy.

6.3.4.3. Condiciones de instalación de electrodos

Las picas se hincarán verticalmente quedando embebidas en el hormigón quedando la parte superior visible para la conexión de la línea de tierra.

Los electrodos horizontales se dispondrán a una altura igual a la parte superior de las picas, recorriendo el contorno de la cámara.

Propiedad de Naturgy Energy Group, S.A.. Prohibida su reproducción

El valor mínimo de la superficie total del electrodo será tal que la densidad de corriente disipada (que es igual al cociente entre la intensidad de defecto y la superficie total del electrodo en contacto con tierra) sea inferior al valor dado por la siguiente expresión:

$$\delta = \frac{11600}{\sqrt{\rho * t}}$$

Siendo:

- δ = densidad de corriente disipada. (A/m2)
- ρ = resistividad del terreno. (Ω.m)
- t = tiempo de duración del defecto (s)

Tabla No. 9. Resistividad del terreno

Tipo de terreno	ρ (Ω.m)	t (s)	δ (A/m^2)
Terreno pantanoso	5-30	0.1	16404-6697
Arcilla plástica	50		5187
Arena arcillosa	50-500		5187-1640
Arena silícea..	200-3000		2593-669
Suelo pedregoso cubierto de césped	300-500		947-669
Calizas blandas	100-300		3668-2117
Calizas compactas	1000-5000		1160-518
Pizarra	50-300		5187-2117
Rocas de mica y cuarzo	800		1296

6.3.4.4. Ejecución de la puesta a tierra

La cámara del Centro de transformación y Seccionamiento sumergible estará rodeada por un electrodo horizontal compuesto por un conductor desnudo de calibre #2 AWG, unido a un número suficiente de picas para conseguir que la resistencia de tierra no sea mayor de 25 Ω.

En la instalación de puesta a tierra de masas y elementos a ella conectados, se cumplirán las siguientes condiciones:

a) Llevarán un borne accesible para la medida de la resistencia de tierra.

Propiedad de Naturgy Energy Group, S.A.. Prohibida su reproducción

b) Todos los elementos que constituyen la instalación de puesta a tierra, estarán protegidos, adecuadamente, contra deterioros por acciones mecánicas o de cualquier otra índole.

c) Los elementos conectados a tierra, no estarán intercalados en el circuito como elementos eléctricos en serie, sino que su conexión al mismo se efectuará mediante derivaciones individuales.

d) Para asegurar el correcto contacto eléctrico de todas las masas y la línea de tierra, se verificará que la resistencia eléctrica entre cualquier punto de la masa o cualquier elemento metálico unido a ella y el conductor de la línea de tierra, en el punto de penetración en el terreno, será tal que el producto de la misma por la intensidad de defecto máxima sea igual o inferior a 50 V.

La línea de tierra del neutro de baja tensión, se instalará siempre, antes del dispositivo de seccionamiento de baja tensión (si lo hubiera) y preferentemente partiendo de la borna del neutro del transformador o junto a ella.

6.3.4.5. Tensiones de paso y contacto máximas admisibles

Una vez conocida la resistividad del terreno (tabla 9), se determinan que las tensiones de paso y contacto no superarán los valores máximos indicados en la publicación ANSI/IEEE Std. 80 “Guía para la seguridad en la puesta a tierra en subestaciones de corriente alterna”, es decir:

$$V_p = \frac{157}{\sqrt{t_s}} * (1 + \frac{6 * \rho_s}{1000})$$

$$V_c = \frac{157}{\sqrt{t_s}} * (1 + \frac{1.5 * \rho_s}{1000})$$

Siendo:

- V_p= Tensión de paso máxima admisible (V).
- V_c=Tensión de contacto máxima admisible (V).
- t_s= Duración de la corriente de cortocircuito (s).
- ρ_s= Resistividad superficial del terreno (Ω·m).

6.3.4.6. Condiciones a cumplir por el electrodo elegido

Cuando se produce un defecto a tierra en una instalación de alta tensión se provoca una elevación de potencial del electrodo a través del cual circula

Propiedad de Naturgy Energy Group, S.A.. Prohibida su reproducción

la corriente de defecto. Asimismo, al disiparse dicha corriente por tierra, aparecerán en el terreno gradientes de potencial. Al diseñarse los electrodos de puesta a tierra deben tenerse en cuenta los siguientes aspectos:

- Seguridad de las personas en relación con las elevaciones de potencial.

  Tensión de paso calculada ≤ Tensión de paso máxima admisible

  Tensión de contacto calculada ≤ Tensión de contacto máxima admisible

- Sobretensiones peligrosas para las instalaciones.

  Nivel de aislamiento de BT ≥ Tensión de defecto

- Valor de la intensidad de defecto que haga actuar a las protecciones, asegurando la eliminación de la falta.

  Intensidad de defecto > Intensidad de arranque protecciones

6.4. Cálculos Eléctricos

6.4.1. Intensidades nominales

Las intensidades en el secundario para un transformador trifásico se calculan mediante la siguiente expresión:

$$I_{BT} = \frac{S_N}{\sqrt{3} * U_{BT}} (A)$$

Siendo:

- I_{BT}: Intensidad nominal que circula por el devanado secundario (A).
- S_N: Potencia aparente nominal del transformador (VA).
- U_{BT}: Tensión nominal secundaria entre fases del transformador (V).

Aplicando esta expresión obtenemos las siguientes tablas en función de la tensión nominal entre fases de la línea:

Tabla No. 10.
Intensidades nominales B.T. 208V de transformadores trifásicos

Potencia nominal del transformador trifásico (kVA)	Intensidades nominales en el circuito de B.T. -208 V (A)
300	833
500	1388
750	2082

Propiedad de Naturgy Energy Group, S.A.. Prohibida su reproducción

1000	2776
1500	4164

Tabla No. 11.

Intensidades nominales B.T. 480 V de transformadores trifásicos

Potencia nominal del transformador trifásico (kVA)	Intensidades nominales en el circuito de B.T. -480V (A)
750	902
1000	1203
1500	1804
2500	3007

De forma análoga, se obtienen las corrientes en el primario del transformador.

$$I_{MT} = \frac{S_N}{\sqrt{3} * U_{MT}} \ (A)$$

Siendo:

- I_{MT} *: Intensidad nominal que circula por el devanado primario (A).*
- S_N *: Potencia aparente nominal del transformador (kVA).*
- U_{MT} *: Tensión nominal primaria entre fases del transformador (kV).*

Aplicando esta expresión obtenemos las siguientes tablas en función de la tensión nominal entre fases de la línea:

Tabla No. 12.
Intensidades nominales M.T.

Potencia nominal del transformador (kVA)	I_N en el circuito de M.T. (A)	
	13.2 kV	34.5 kV
Transformador Trifásico		
300	13.12	** No Aplica
500	21.87	8.37
750	32.80	12.55
1000	43.74	16.73
1500	65.60	25.10

Propiedad de Naturgy Energy Group, S.A.. Prohibida su reproducción

2500	109.34	41.83

** Este proyecto tipo no contempla la instalación de CTS de 300 KVA con voltaje primario en 34.5 KV.

6.4.2. Intensidades de cortocircuito

Para poder dimensionar y coordinar las protecciones para cada configuración y potencia se realizan los cálculos de las intensidades de cortocircuito en la salida del transformador.

La intensidad para cortocircuito en bornas de B.T. se calcula de la siguiente forma:

$$I_{CC} = \frac{100 * I_N}{U_{CC}} (A)$$

Siendo:

- I_{CC}: *Intensidad de cortocircuito (A).*
- I_N: *Intensidad nominal (A).*
- U_{CC}: *Tensión de cortocircuito (%). Se tomarán los valores mostrados a continuación:*

Tabla No. 13. Tensiones de cortocircuito

Potencia nominal del transformador (kVA)	Tensión de cortocircuito (%)
Transformador Trifásico	
300	5
500	5
750	5.75
1000	5.75
1500	5.75
2000	5.75
2500	5.75

De acuerdo con las potencias de los transformadores , sus intensidades nominales y la tensión de cortocircuito, se obtienen los resultados mostrados en la siguiente tabla:

Propiedad de Naturgy Energy Group, S.A.. Prohibida su reproducción

Tabla No. 14.
Intensidades de cortocircuito en el circuito de B.T. – 208 V

Potencia nominal del transformador trifásico (kVA)	Intensidades nominales en el circuito de B.T. -208 V (kA)
300	16.66
500	27.76
750	36.21
1000	48.28
1500	72.42

Tabla No. 15.
Intensidades de cortocircuito en el circuito de B.T. – 480 V

Potencia nominal del transformador trifásico (kVA)	Intensidades nominales en el circuito de B.T. -480 V (kA)
750	15.69
1000	20.92
1500	31.37
2000	41.84
2500	52.30

Estas corrientes de cortocircuito en el secundario, transfieren en el primario las siguientes corrientes de cortocircuito:

Tabla No. 16.
Intensidades de cortocircuito en el circuito de M.T.

Potencia nominal del transformador (kVA)	I_{CC} en el circuito de M.T. (A)	
	13.2 kV	34.5 kV
Transformador Trifásico		
300	263	** No Aplica
500	438	168
750	571	219
1000	761	291
1500	1141	437
2500	1902	728

Propiedad de Naturgy Energy Group, S.A.. Prohibida su reproducción

** Este proyecto tipo no contempla la instalación de CTS de 300 KVA con voltaje primario en 34.5 KV.

7. Presupuesto

El presupuesto de ejecución material se obtendrá especificando la cantidad de cada una de las distintas Unidades Constructivas y sus correspondientes precios unitarios.

Para obtener el Presupuesto General será preciso incrementar, si procede, el Presupuesto de Ejecución Material en los porcentajes de Gastos Generales, Beneficio Industrial, Dirección de Obra y cualquier otro que proceda.

Las Unidades Constructivas que se incluirán en este Presupuesto forman parte del Manual de Unidades Constructivas para Obras de Distribución.

En la siguiente tabla y en el Anexo 04, Proyecto Específico, del presente Proyecto Tipo se muestra un ejemplo de la estructura que debe emplearse en la realización del presupuesto.

Tabla No. 17.
Modelo de Tabla de Presupuesto

Código	Descripción Unidad Constructiva	Unidad	Cantidad	Total

8. Planos

Tabla No. 18. Planos

Código	Título	Cantidad de Hojas
Grupo 010. Cámara CT Subterráneo Sumergible		
PL010100	CÁMARA PARA TRANSFORMADOR SUMERGIBLE (C-1D)	5
PL010200	CÁMARA PARA TRANSFORMADOR SUMERGIBLE (C-2D)	5
Grupo 020. Transformador Subterráneo Sumergible		
PL020100	CTSS DIMENSIONES 13.2 Y 34.5 KV	1
PL020200	CTSS LOCALIZACION DE BORNAS PRIMARIAS Y SECUNDARIAS 13.2 Y 34.5 KV	1
PL020300	CTSS BORNAS BT ES 300-750 KVA 13.2 y 34.5 KV	1

Propiedad de Naturgy Energy Group, S.A.. Prohibida su reproducción

PL020400	CTSS BORNAS BT ES 750-1500 KVA 13.2 Y 34.5 KV	1
PL020500	CTSS BORNAS BT ES 2000-2500 KVA 13.2 y 34.5 KV	1
Grupo 030. Distancias de Seguridad		
PL030100	CTSS DELIMITACIÓN ZONA DE TRABAJO E INSPECCION C-1D	1
PL030100 (A)	CTSS ESQUEMA DE INSTALACION C-1D	1
Grupo 040 Centro de seccionamiento sumergible		
PL040100	CSSS 2 VÍAS 13.2 Y 34.5 KV	1
PL040200	CSSS 4 VÍAS 13.2 Y 34.5 KV	1
PL040300	CSSS 6 VÍAS 13.2 Y 34.5 KV	1

9. Relación de Anexos

- **Anexo 00**: Histórico de revisiones
- **Anexo 01:** Reglamento de Servicio.
- **Anexo 02:** Pliego de Condiciones Técnicas.
- **Anexo 03:** Normas de Prevención de Riesgos Laborales y Protección de Medio Ambiente.
- **Anexo 04:** Proyecto Específico.

Propiedad de Naturgy Energy Group, S.A.. Prohibida su reproducción

Anexo 00: Histórico de revisiones

Edición	Fecha	Motivos de la edición y/ o resumen de cambios
1	01/10/2021	Primera edición del documento.

Propiedad de Naturgy Energy Group, S.A.. Prohibida su reproducción

Anexo 01: Reglamento de Servicio

En este anexo, el término “equipo” se usará de manera general para referirse al aparato o dispositivo eléctrico que se instalará dentro de la cámara, ya sea un transformador sumergible o un seccionador sumergible.

En los Centros de Transformación y de Seccionamiento que se proyecten se observarán las siguientes normas:

Primera

El exterior del transformador o seccionador debe ser inspeccionado en busca de desperfectos como abolladuras o rayaduras. Se debe examinar la tapa del tanque y todas las juntas (bujes, manómetros, fusibles, etc.) para comprobar la posible filtración del líquido aislante. Se deberá verificar el nivel del líquido aislante.

Segunda

El equipo se debe transportar en un camión con plataforma abierta para facilitar el uso de una grúa para su descarga. El aparato contará con asas de levantamiento para su movimiento, el cual se realizará en posición vertical para evitar el desplazamiento de las bobinas lo cual podría causar anomalía al energizar el transformador.

Tercera

El transformador o seccionador se instalará sobre vigas de acero según se indique en los planos. No deberá inclinar a más de 1.5° en niguna dirección.

Cuarta

El equipo siempre debe estar conectado a tierra. Es esencial una buena y permanente conexión a tierra de baja resistencia para proporcionar protección adecuada al tanque que se energiza momentáneamente a causa de fallas internas o externas o de sobretensiones transitorias provocadas por rayos.

Quinta

A la hora de realizar las conexiones eléctricas se deben asegurar de limpiar las uniones y dar el par de apriete correspondiente. Realice una inspección completa al centro antes de energizarlo y asegúrese de que funcionen correctamente todos los componentes, como

Propiedad de Naturgy Energy Group, S.A.. Prohibida su reproducción

por ejemplo, que no haya fugas alrededor de las piezas de los pasamuros o costuras soldadas del transformador o seccionador.

Sexta

Una vez energizado el tranformador realice los siguientes pasos para verificar que la tensión sea la correcta.

1. Verifique que las características nominales del voltímetro sean adecuadas para medir la tensión del lado de alta y baja del transformador, según se indica en la placa de características.
2. Con el voltímetro, verifique las tensiones del secundario del transformador. Si las tensiones no son las adecuadas, verifique la tensión del primario. Emplee el conmutador de tomas para ajustar la tensión.

Séptima

Revise lo siguiente después de energizar el Centro de Transformación:

- Revise el termómetro de cuadrante y asegúrese de que el líquido tenga la temperatura adecuada. La temperatura del dieléctrico deberá ser medida cerca de la parte superior de la tapa del tanque y no deberá exceder de 55ºC.

Octava

Antes de abandonar el lugar, debe cerciorarse de que la cámara esté completamente cerrada.

Propiedad de Naturgy Energy Group, S.A.. Prohibida su reproducción

Anexo 02: Pliego de Condiciones Técnicas

Índice

1. Objeto 40
2. Ejecución del trabajo 40
2.1. Emplazamiento 40
2.2. Excavación 40
2.3. Cámara 41
2.4. Elementos metálicos 42
2.6. Ventilación 42
2.7. Evacuación de aguas 42
3. Instalación eléctrica 43
3.1. Alimentación Subterránea 43
3.2. Conexiones M.T. 43
3.3. Conexiones B.T. 43
3.4. Puesta a tierra 43
4. Materiales 44
4.1. Reconocimiento y admisión de materiales 44
4.2. Herrajes 44
4.3. Conductores 44
5. Recepción de obra 44
5.1. Aislamiento 45
5.2. Ensayo dieléctrico 45
5.3. Instalación de puesta a tierra 45
5.4. Transformador 45
6. Normas de referencia 45

Propiedad de Naturgy Energy Group, S.A.. Prohibida su reproducción

1. Objeto

Este Pliego de Condiciones determina las condiciones mínimas aceptables para la ejecución de las obras de montaje de un Centro de Transformación y Seccionamiento según el Proyecto tipo Centro de Transformación y Seccionamiento Subterráneo Sumergible.

Estas obras contemplan el suministro y montaje de los materiales necesarios en la construcción del Centro, así como la puesta en servicio de las mismas.

Los pliegos de condiciones particulares podrán modificar las presentes prescripciones.

2. Ejecución del trabajo

Corresponde al Contratista la responsabilidad en la ejecución de los trabajos.

2.1. Emplazamiento

El lugar elegido para la construcción del Centro debe permitir la colocación y reposición de todos los elementos del mismo, concretamente los que son pesados y grandes, como transformadores. Los accesos al Centro deben tener las dimensiones adecuadas para permitir el paso de dichos elementos.

Al ser sujetos a inundaciones, el suelo del Centro debe estar como mínimo a 0,20 m por encima del máximo nivel de aguas conocido, de lo contrario, al Centro se le debe proporcionar una estanqueidad perfecta hasta dicha cota.

El local que contiene el Centro debe estar construido en su totalidad con materiales no combustibles.

2.2. Excavación

Se efectuará la excavación con arreglo a las dimensiones y características del Centro y hasta la cota necesaria indicada en el Proyecto.

Se evitará la acumulación junto al margen de la fosa del material excavado y equipos, tomándose las previsiones necesarias que imposibiliten el desmorone de las paredes y la caída al fondo de dichos materiales.

Se debe mantener una zona libre de cargas y de circulación de vehículos alrededor de la excavación.

La carga y transporte a vertedero de las tierras sobrantes será por cuenta del Contratista.

Propiedad de Naturgy Energy Group, S.A.. Prohibida su reproducción

2.3. Cámaras

2.4.

La construcción del CTS o CSS se realizará de acuerdo a los planos de obra civil del Proyecto Tipo.

La cámara C-1D será utilizada para transformadores sumergibles:

- Hasta 1,000 kVA en 13.2 kV con dimensiones máximas de 1.89 metros de largo x 1.22 metros de ancho x 1.49 metros de alto..
- De 500 kVA en 34.5 kV con dimensiones máximas de 1.708 metros de largo x 1.135 metros de ancho x 1.376 metros de alto.

Cuando un proyecto requiera un equipo de mayor capacidad o dimensiones a las indicadas arriba se utilizará la cámara C-2D de mayores dimensiones.

Complementariamente a lo indicado en la Memoria, se deberá cumplir con lo siguiente:

2.4.1. Suelos y cubiertas

Los suelos serán de hormigón armado y estarán provistos para las cargas fijas y rodantes que implique el material.

Para el cálculo del suelo del Centro, deberá considerarse una sobrecarga móvil de 3,500 kg/m^2. En el caso de que el Centro esté ubicado de forma que sobre él se prevean cargas excepcionales (zonas de circulación o aparcamiento de vehículos) las características mecánicas se adecuarán a estas circunstancias.

Se preverán, en los lugares apropiados del Centro, orificios para el paso de interior al exterior del local de los cables destinados a la toma de tierra de masas y de neutros de los transformadores y cables de BT y MT. Los orificios estarán inclinados y desembocarán hacia el exterior a una profundidad de 0,4 m del suelo como mínimo.

También se preverán los agujeros de empotramiento para herrajes de equipo eléctrico y el emplazamiento de las vigas en H de apoyo de los transformadores. Así mismo, se tendrán en cuenta los conductos de drenaje, las tuberías para conductores de tierra, registros para las toma de tierra y canales para los cables de MT y BT.

2.4.2. Muros

Los muros serán de concreto reforzado, conectados monolíticamente entre ellos y con la losa de fondo.

Propiedad de Naturgy Energy Group, S.A.. Prohibida su reproducción

El concreto de lo muros tendrá una resistencia a la compresión a los 28 dias de 280 Kg/cm^2 (4,000 psi). El acero de refuerzo será grado 60 ó 4,200 Kg/cm^2 (60,000 psi). Para cualquier otro dato referente a los materiales y características de las cámaras, referirse a la memoria técnica de cálculo estructural de las cámaras para transformador sumergible.

2.4.3. Acabados

Estos se efectuarán en los muros y orificios para empotramiento antes de dar enlucido. El acabado en la superficie será liso (concreto visto). Se eliminarán excesos o existencia de huecos en el concreto con mortero de reparación.

De ser necesario, la parte interior de los muros será tratada con mortero de reparación en las zonas donde lo amerite. Se prohíben los enlucidos de yeso. Las puestas y recuadros metálicos estarán protegidos contra la oxidación.

2.5. Elementos metálicos

Todos los elementos metálicos que intervengan en la construcción de la cámara CTSS y CSSS y puedan estar sometidos a oxidación, deberán estar protegidos mediante un tratamiento adecuado como galvanizado en caliente, pintura antioxidante, etc.

Los elementos de acero estructural y tapas Metálicas prefabricadas serán tratados contra corrosión mediante la aplicación de 1 capa de pintura de protección o “primer” y 2 capas de pintura anticorrosiva. Toda manipulación de pintado de estos elementos se realizará en un taller especializado.

2.6. Ventilación

En ningún caso las aberturas de ventilación darán sobre otros locales ni sobre ambientes a temperatura elevada o que contengan polvo perjudicial, vapores corrosivos, líquidos, gases, vapores o polvos inflamables.

Se recurrirá a la ventilación natural, aunque en casos excepcionales podrá utilizarse también la ventilación forzada. Se emplearán aberturas dejadas por espacios entre platinas de acero en las tapas prefabricadas. Las aberturas superiores dispondrán de un mallado que impida la entrada de objetos, insectos, basuras, etc.

2.7. Evacuación de aguas

En el caso de terrenos inundables, los muros del centro deberán ser capaces de contener un mínimo de filtraciones entre juntas por lo que se deben evitar juntas de construcción en exceso.

Se deberá de disponer de receptáculos cerrados al exterior preparados para la instalación de bombas de achique que permitan extraer el agua que eventualmente

Propiedad de Naturgy Energy Group, S.A.. Prohibida su reproducción

pueda entrar al CTS o CSS. Además, el piso de la envolvente tendrá una pendiente mínima del 0.5% respecto a la horizontal hacia la zona en la que se ubique la bomba.

3. Instalación eléctrica

3.1. Alimentación Subterránea

Los cables de alimentación subterránea entrarán en el Centro, alcanzando las bornas de M.T., por un canal o tubo. Las secciones de estos canales o tubos permitirán las colocaciones de los cables con la mayor facilidad posible. Los tubos serán de superficie interna lisa y externa corrugada. La disposición de los canales y tubos, será de tal manera que permitan que los cables a ser instalados cumplan con un radio de curvatura de 10 veces su diámetro, como mínimo.

Después de colocados los cables se obstruirá el orificio de paso por un tapón al que, para evitar la entrada de roedores, se incorporaran materiales duros que no dañen el cable.

3.2. Conexiones MT

Las conexiones de MT se realizarán mediante conectores atornillables sin carga para 600 A.

3.3. Conexiones BT

Las conexiones de BT se realizarán mediante terminaciones bimetálicas tipo pletina con un taladro de 1/2".

3.4. Puesta a tierra

Condiciones de los circuitos de puesta a tierra:

1. En ninguno de los circuitos de puesta a tierra se colocarán elementos de seccionamiento.
2. Cada circuito de puesta a tierra llevará un borne para la medida de la resistencia de tierra, situado en un punto fácilmente accesible.
3. Los circuitos de tierra se establecerán de manera que se eviten los deterioros debidos a acciones mecánicas, químicas o de otra índole.
4. La conexión del conductor de tierra con la toma de tierra se efectuará de manera que no haya peligro de aflojarse o soltarse.
5. Los circuitos de puesta a tierra formarán una línea continua en la que no podrán incluirse en serie las masas del Centro. Siempre la conexión de las masas se efectuará por derivación.

Propiedad de Naturgy Energy Group, S.A.. Prohibida su reproducción

6. Los conductores de tierra enterrados serán de cobre y su sección no inferior a 33,62 mm^2 o #2 AWG (para un despeje de la falta de 0.1s)
7. Como la alimentación a un Centro se efectúa por medio de cables subterráneos provistos de cubierta metálica que hace las veces de neutro, se asegurará la continuidad de ésta. La cubierta metálica se unirá al circuito de puesta a tierra.
8. La continuidad eléctrica entre un punto cualquiera de la masa y el conductor de puesta a tierra, en el punto de penetración en el suelo, satisfará la condición de que la resistencia eléctrica correspondiente sea inferior a 0,4 ohmios.

La puesta a tierra será única y a ella se unirán:

- Neutro del transformador.
- Todas las partes metálicas del CTS o CSS.

4. Materiales

4.1. Reconocimiento y admisión de materiales

No se podrán emplear materiales que no hayan sido aceptados previamente por el Director de Obra.

Se realizarán cuantos ensayos y análisis indique el Director de Obra aunque no estén indicados en este Pliego de Condiciones.

4.2. Herrajes

Los herrajes que sirvan de sujeción a los elementos y aparatos de los Centros, estarán constituidos por perfiles de acero laminado. Su forma, dimensiones, modo de sujeción, etc., se determinarán en función de los esfuerzos a los que deben estar sometidos.

4.3. Conductores

El tipo de sección y aislamiento de los cables, será el indicado en el Proyecto Tipo Líneas Subterráneas de MT.

5. Recepción de obra

Durante la obra o una vez finalizada la misma, el Director de Obra podrá verificar que los trabajos realizados están de acuerdo con las especificaciones de este Pliego de Condiciones. Esta verificación se realizará por cuenta del Contratista.

Una vez finalizadas las instalaciones, el Contratista deberá solicitar la oportuna recepción global de la obra.

En la recepción de la instalación se incluirán los siguientes conceptos:

Propiedad de Naturgy Energy Group, S.A.. Prohibida su reproducción

5.1. Aislamiento

Consistirá en la medición de la resistencia de aislamiento del conjunto de la instalación y de los aparatos más importantes.

5.2. Ensayo dieléctrico

Todo el material que forma parte del equipo eléctrico del CTS o CSS deberá haber soportado por separado las tensiones de prueba a frecuencia industrial y a impulso tipo rayo.

Además, todo el equipo eléctrico MT deberá soportar durante un minuto, sin perforación, la tensión a frecuencia industrial correspondiente al nivel de aislamiento del Centro.

Los ensayos se realizarán aplicando la tensión entre cada fase y neutro, quedando las fases no ensayadas conectadas a tierra.

5.3. Instalación de puesta a tierra

Se comprobará la medida de las resistencias de tierra, las tensiones de contacto y de paso, la separación de los circuitos de tierra y el estado de resistencia de los circuitos de tierra.

5.4. Transformadores

Se medirá la rigidez dieléctrica del aceite de los transformadores.

6. Normas de referencia

La ejecución de las obras civiles se realizará con estricto arreglo a las normas abajo listadas y a aquellas que, aún no estando incluidas en el listado adjunto, sean de obligado cumplimiento.

- REP-2014 Reglamento para el Diseño Estructural en la República de Panamá 2014.
- ANSI C57.12.00 IEEE Standard General Requirements for Liquid-Immersed Distribution, Power, and Requlatinq Transformers.
- ANSI C57.12.24. Standar for Submersible Three-Phase Transformers, 3750 kVA and Smaller: High Voltage, 34500 GrdY/19920 Volts and Below; Low Voltage, 600 Volts and Below.
- IEEE 386. IEEE Standard for Separable Insulated Connector Systems for Power Distribution Systems Above 600 V.
- IEEE 37.60. 2012.

Nota: En caso de que los documentos anteriores sean revisados o modificados, debe tomarse en cuenta la edición en vigor.

Propiedad de Naturgy Energy Group, S.A.. Prohibida su reproducción

Anexo 03: Normas de Prevención de Riesgos Laborales y de Protección de Medio Ambiente

Índice

1. Objeto 47
2. Normas de Prevención de Riesgos Laborales 47
3. Normas de Protección del Medio Ambiente 49

Propiedad de Naturgy Energy Group, S.A.. Prohibida su reproducción

1. Objeto

El presente documento tiene por objeto el precisar las normas de seguridad para la prevención de riesgos laborales y de protección medioambiental, a desarrollar en cada caso para las obras contempladas en este Proyecto Tipo.

2. Normas de Prevención de Riesgos Laborales

Las normas de Prevención de Riesgos Laborales (PRL) es todo un conjunto de normas, leyes, decretos y documentos que establecen reglas o medidas preventivas que intentan asegurar las condiciones de trabajo de los empleados y contratistas.

Todo empleado, contratista o empresa deberá adoptar y mantener durante todo el tiempo de realización de las obras o prestación del servicio a la empresa distribuidora las medidas de seguridad desde el punto de vista de prevención de riesgos laborales indicados en la tabla 19.

Tabla No. 19. Legislación de seguridad aplicable

Fecha de publicación	Autoridad Competente	Título
1970	Orden Legislativo	Decreto de gabinete nº68 de 31 de marzo de 1970 por el cual se centraliza en la Caja del Seguro Social la cobertura obligatoria de los riesgos profesionales para todos los trabajadores del Estado y de la empresa particular que operan en la República.
1971	Ministerio de Trabajo	Código de Trabajo – Decreto de Gabinete N° 252 de 30 de diciembre de 1971. Libro II Riesgos Profesionales. Título I Higiene y Seguridad en el rabajo.
1978	Orden Legislativo	Constitución Política de la República, reformada por los actos reformatorios de 1978, por el acto constitucional de 1983 y los actos legislativos 1 de 1983 y 2 de 1994. Artículo 105.
1987	Ministerio de Obras Públicas	Resolución Nº229 de 26 de enero de 1959 por medio de la cual se adopta el Reglamento para las Instalaciones Eléctricas de la República de Panamá y se nombra un Comité Consultivo Permanente para el estudio y actualización del mismo.
1998	Ministerio de Salud	Decreto Ejecutivo Nº 77 de 20 de agosto de 1998, por el cual se establece la Presentación y Normas para realización del Estudio de Riesgos a la Salud y el Ambiente.
2000	Ministerio de Comercio e Industrias	Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 44-2000. Condiciones de Higiene y Seguridad en ambientes de Trabajo donde se genere ruidos.
2000	Ministerio de Comercio e Industrias	Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 45-2000. Condiciones de Higiene y Seguridad en ambientes de Trabajo donde se genere vibraciones.
2001	Ministerio de Comercio e Industrias	Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 43-2001. Condiciones de Higiene y Seguridad donde se manejan sustancias químicas.

Propiedad de Naturgy Energy Group, S.A.. Prohibida su reproducción

Tabla No. 19 (continuación)

Fecha de publicación	Autoridad Competente	Título
2002	Ministerio de Salud	Decreto Ejecutivo Nº 306 de 4 de septiembre de 2002 que adopta el Reglamento para el Control de los Ruidos en Espacios Públicos, Áreas Residenciales o de la Habitación, así como en Ambientes Laborales.
2004	Ministerio de Salud	Decreto Ejecutivo Nº 1 de 15 de enero de 2004 que determina los niveles de ruido para las áreas residenciales e industriales.
2005	Orden Legislativo	Ley 51 de 27 de diciembre de 2005 que reforma la Ley Orgánica de la caja de Seguro Social y dicta otras disposiciones.
2007	Ministerio de Trabajo	Decreto Ejecutivo Nº 15 de 2007. Por el cual se adoptan medidas de urgencia en la industria de la construcción con el objeto de reducir la incidencia de accidentes de trabajo.
2007	Asamblea Nacional	Ley Nº 6 de 11 de enero de 2007 que dicta normas sobre el manejo de residuos aceitosos derivados de hidrocarburos o de base sintética en el territorio nacional.
2008	Ministerio de Trabajo	Decreto Ejecutivo Nº 2 de 15 de febrero de 2008. Por el cual se reglamenta la Seguridad, Salud e Higiene en la Industria de la Construcción.
2008	Ministerio de Trabajo	Decreto Ejecutivo N°17. Por el cual se deroga el artículo 3 y se modifican algunos artículos del Decreto Ejecutivo 15 de # julio de 2007.
2009	Ministerio de Comercio e Industrias	Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 81-2009. Sistema de Barandas y Condiciones de Seguridad.
2015	Gas Natural Fenosa	NT.00053.GN-SP.ESS. Estándar de Seguridad y Salud: Señalización. Aplicación a todas las empresas del grupo Gas Natural Fenosa, y a sus empresas colaboradoras en las actividades que realicen para el grupo Gas Natural Fenosa.

Propiedad de Naturgy Energy Group, S.A.. Prohibida su reproducción

3. Normas de Protección del Medio Ambiente

Todas las instalaciones deberán diseñarse y construirse limitando el impacto en el medio ambiente, por esta razón, deberán respetarse las leyes, decretos y demás disposiciones vigentes en la República de Panamá sobre esta materia, al igual que los procedimientos emitidos por la empresa distribuidora en lo concerniente a manejo de productos químicos, productos y desechos peligrosos, y manejo de derrames y descargas.

Tabla No. 20. Legislación medioambiental aplicable

Fecha de publicación	Autoridad Competente	Título
1972	Asamblea Nacional	Constitución Política de la República de Panamá 1972, Enfoque Ecológico, Capitulo 7 – Título III.
1998	Asamblea Nacional	Ley Nº41, de 1 de julio de 1998, Ley General de Ambiente de la República de Panamá. Actualizada por la Ley 8 del 25 de marzo de 2015.
2009	Ministerio de Economía y Finanzas	Decreto Ejecutivo Nº 123 del 14 de agosto del 2009, por el cual reglamenta el Capítulo II del Título IV de la Ley 41 del 1 de julio de 1998, General de Ambiente de la República de Panamá y se deroga el Decreto Ejecutivo 209 de 5 de septiembre 2006.
2011	Ministerio de Economía y Finanzas	Decreto Ejecutivo Nº 155 de 5 de agosto de 2011, que modifica el Decreto Ejecutivo Nº 123 de 14 de agosto de 2009.

Atendiendo a lo preceptuado por el artículo N° 15 del Título II (de los Proyectos que Ingresan al proceso de Evaluación de Impacto Ambiental) del Decreto Ejecutivo No. 123 del 14 de agosto del 2009, el cual reglamenta el proceso de Evaluación de Impacto Ambiental.

Los nuevos proyectos o modificaciones de proyectos existentes en sus fases de planificación, ejecución, emplazamiento, instalación, construcción, montaje, ensamblaje, mantenimiento, operación, funcionamiento, modificación, desmantelamiento, abandono, y terminación que ingresarán al proceso de Evaluación de Impacto Ambiental son los indicados en la lista taxativa desarrollada en el Artículo 16.

"Por lo antes señalado, el ingreso al proceso de Evaluación de Impacto Ambiental está sujeto a la lista taxativa de la normativa precitada, indicado en los sectores de Industria Energética, Industria de la Construcción, Manejo de Residuos. El Ministerio de Ambiente puede solicitar la elaboración de un Estudio de Impacto Ambiental cuando dicha entidad considere que con la ejecución de las actividades u obras propuestas para el desarrollo del proyecto se pueda afectar alguno de los criterios

Propiedad de Naturgy Energy Group, S.A.. Prohibida su reproducción

de protección ambiental o se puedan generar riesgos ambientales, en todo caso, ya sea que la actividad, obra o proyecto esté o no en la lista taxativa tal como se indica en el artículo 17 del decreto."

Para la realización de estas actividades se debe cumplir con los requisitos, normas, procedimientos y directrices Medio Ambientales de Naturgy Panamá.

Para establecer la categoría del Estudio de Impacto Ambiental, se debe considerar lo indicado en el Artículo 23 del Capítulo I del Decreto Ejecutivo N.° 123, del 14 de agosto de 2009 (que reglamenta el proceso de evaluación de impacto ambiental), el cual define cinco Criterios de Protección Ambiental para asignar la categoría de los estudios de impacto ambiental a la que se adscribe un determinado proyecto.

El promotor del proyecto debe mencionar las acciones a realizar en el proyecto, al igual que las medidas de mitigación en caso que las hubiese.

- Actividades Previas: Disposición de materiales, equipos, acondicionamiento de área de trabajo.
- Construcción y Ejecución: Implica toda la construcción de obras civiles, instalación de servicios y manejo de equipos.
- Operación (Si aplica): En esta etapa se prevé que las instalaciones sean ocupadas y operadas.
- Abandono (Si aplica): En esta etapa se prevé el abandono, cierre o desmantelamiento de los equipos o instalaciones.

El estudio de impacto ambiental debe ser realizado por personal idóneo, además debe ser independiente del promotor, proyecto u obra. Debidamente certificado ante el Ministerio de Ambiente de Panamá.

3.1. Requisitos durante la ejecución del trabajo

A continuación se exponen una serie de requisitos ambientales que se deben cumplir a la hora de ejecutar los trabajos definidos en los diferentes Proyecto Tipos.

3.1.1. Condiciones ambientales generales

Se deberá cumplir con la normativa ambiental vigente para el ejercicio de la actividad, así como con los requisitos internos de las instalaciones de Naturgy Panamá, en lo referente a protección ambiental. Así mismo, en caso de existir, se cumplirán los requisitos ambientales establecidos en los Estudios de Impacto Ambiental, Declaraciones de Impacto Ambiental o Planes de Vigilancia Ambientales.

En caso de generarse un incidente o accidente ambiental durante el servicio imputable a una mala ejecución del contratista, se deberán aplicar las medidas correctoras necesarias para restablecer el medio afectado a su situación inicial y hacerse cargo de la restauración del daño causado.

Propiedad de Naturgy Energy Group, S.A.. Prohibida su reproducción

Se deberán realizar los trabajos de acuerdo con las condiciones que resulten de la evaluación ambiental emitidas por la administración competente.

3.1.1.1. Atmósfera

Se deberá evitar la dispersión de material por el viento, poniendo en marcha las siguientes medidas:

- Proteger el material de excavación y/o construcción en los sitios de almacenamiento temporal.
- Reducir el área y tiempo de exposición de los materiales almacenados al máximo posible.
- Humedecer los materiales expuestos al arrastre del viento y las vías no pavimentadas.
- Empedrizar lo más rápido posible las áreas de suelo desnudo.
- Realizar la carga y transporte de materiales al sitio de las obras vigilando que no se generen cantidades excesivas de polvo, cubriendo las cajas de los camiones.

3.1.1.2. Presión Acústica

El nivel máximo admisible de presión acústica depende del tipo de zona en la que se ubique la obra, y variará entre 45 dBA (zonas residenciales) y 50 dBA (zonas industriales), de acuerdo al decreto ejecutivo N° 306 de 4 septiembre de 2002, el decreto ejecutivo 1 del 15 de enero de 2004.

3.1.1.3. Residuos

Se deberá implementar como primera medida una política de no generación de residuos y una política de manejo de residuos sólidos, que en orden de prioridad incluya los siguientes pasos: Reducir, reutilizar, reciclar y disponer en un vertedero autorizado.

Las zonas de obras se conservarán, limpias, higiénicas y sin acumulaciones de desechos o basuras y depositar los residuos generados en los contenedores destinados y habilitados a tal fin, evitando siempre la mezcla de residuos peligrosos entre sí o con cualquier otro tipo de residuo.

Se cumplirá para el transporte y disposición final de los residuos con la normativa establecida a tal efecto por organismo competente en la materia

3.1.1.4. Manejo de Materiales

Se deberán establecer zonas de almacenamiento y acopio de material en función de las necesidades y evolución de los trabajos en Obra. Las zonas de acopio y almacenamiento se situarán siempre dentro de los límites físicos de la obra y no afectarán a vías públicas o cauces ni se situarán en

Propiedad de Naturgy Energy Group, S.A.. Prohibida su reproducción

zonas de pendiente moderada o alta (>12%); salvo necesidad de proyecto y permiso expreso de la autoridad competente.

En el almacenamiento temporal se deberán implementar barreras provisionales alrededor del material almacenado y cubrirlo con lonas o polietileno.

Se deberán gestionar los inertes teniendo en cuenta los siguientes aspectos:

Mínima afectación visual de las zonas de acopio y almacenamiento.

Mínimas emisiones de polvo en las zonas de acceso y movimiento de tierras.

Se colocará de manera temporal y en sitios específicos el material generado por los trabajos de movimiento de tierras, evitando la creación de barreras físicas que impidan el libre desplazamiento de la fauna y/o elementos que modifiquen la topografía e hidrodinámica, así como el arrastre de sedimentos a los cuerpos de agua cercanos a la zona de la obra, deteriorando con ello su calidad.

3.1.1.5. Aguas. Vertidos

Se deberá dar tratamiento a todos los tipos de aguas residuales que se generen durante la obra, ajustado con los límites máximos permisibles establecidos en la normativa vigente antes de verterla al cuerpo receptor.

Se controlarán los vertidos de obra en función de su procedencia siguiendo los criterios operacionales descritos a continuación:

Aguas de lavado de cubas de hormigón:

En caso necesario se establecerá una zona de lavado de cubas de hormigón en Obra perfectamente delimitada y acondicionada.

En caso de Obra en zonas urbanas se efectuarán los lavados en contenedor asegurándose que no se realizan vertidos a la red de saneamiento. El agua de lavado podrá ser vertido de forma controlada a la red de saneamiento previa autorización del organismo competente.

3.1.1.6. Conservación y Restauración Ambiental

Se realizarán operaciones de desbroce y retirada de terreno vegetal de la superficie exclusivamente necesaria para la obra.

Se acumulará y conservará los suelos vegetales removidos para utilizarlos posteriormente en la recomposición de la estructura vegetal.

Se utilizarán los caminos existentes para el transporte de material, equipo y maquinaria que se utilice durante la preparación del sitio y construcción.

Propiedad de Naturgy Energy Group, S.A.. Prohibida su reproducción

Se procederá a la limpieza inmediata y la disposición adecuada de los desechos que evite ocasionar impactos visuales negativos.

Se adaptará la realización de movimientos de tierras a la topografía natural.

3.1.1.7. Parque de Vehículos

Realizar el estacionamiento, lavado y mantenimiento del parque automotor en lugares adecuados para tal fin, evitando la contaminación de cuerpos de agua y suelos con residuos sólidos y aceitosos.

3.1.1.8. Finalización de obra

Se deberá remover todos los materiales sobrantes, estructuras temporales, equipos y otros materiales extraños del sitio de las obras y deberá dejar dichas áreas en condiciones aceptables para la operación segura y eficiente.

Se ejecutará la remoción del suelo de las zonas que hayan sido compactadas y cubiertas, para retornarlas a sus condiciones originales, considerando la limpieza del sitio.

3.1.1.9. Campos electromagnéticos

Recomendación de la Organización Mundial de la Salud.

Siguiendo un proceso estandarizado de evaluación de riesgos para la salud, la OMS en su Nota informativa Nº3221 (2007) concluyó, que no hay efectos sustanciales para la salud relacionados con los campos eléctricos y magnéticos de frecuencias extremadamente bajas (0-100kHz) a los niveles que puede encontrar el público en general.

Propiedad de Naturgy Energy Group, S.A.. Prohibida su reproducción

Anexo 04: Proyecto Específico

Índice:

1.Memoria 56
2.Diseño y Cálculos Justificativos 61
3.Presupuesto 64

Propiedad de Naturgy Energy Group, S.A.. Prohibida su reproducción

____, ____de _____de 20____

PROYECTO DE CENTROS DE TRANSFORMACIÓN Y SECCIONAMIENTO SUBTERRÁNEO SUMERGIBLES

_____

CODIGO DE IDENTIFICACIÓN DEL CENTRO

_____

Expediente nº:_____

Propiedad de Naturgy Energy Group, S.A.. Prohibida su reproducción

4. Memoria

4.1. Preámbulo

El presente proyecto se ajusta a lo especificado por el Proyecto Tipo para Centros de Transformación y Seccionamiento Tipo Subterráneo Sumergible y al Proyecto Tipo de Líneas Subterráneas de M.T.

4.2. Objeto

Naturgy Panamá, empresa distribuidora de energía eléctrica, precisa suministrar energía eléctrica en BT (o MT) y a tal efecto proyecta la instalación de un centro de transformación o seccionamiento de energía eléctrica subterráneo sumergido, con una potencia de _____ kVA y tensiones _____ kV / _____/_____ V, con el objeto de suministrar energía a la red de distribución de B.T. o M.T., necesaria para atender la demanda de consumo en su zona de influencia.

El objeto del presente Documento es la tramitación oficial de la obra descrita, en cuanto a la Autorización Administrativa, y de ejecución y la concesión de Declaración de Utilidad Pública en concreto.

En lo sucesivo se denominará “CENTRO” al Centro de Transformación Subterráneo Sumergible (CTS) y al Centro de Seccionamiento Subterráneo Sumergible (CSS).

4.3. Emplazamiento

La instalación está ubicada en la provincia de _____, distrito de _____, corregimiento de _____, dirección _____.

Propiedad de Naturgy Energy Group, S.A.. Prohibida su reproducción

4.4. Conexión eléctrica con la red de Media Tensión

El Centro se conectará a la línea subterránea de _____ kV, denominada _____, cuyo origen es _____.

La longitud de la acometida de media tensión será _____.

El acceso al Centro, se hará directo desde _____ con la servidumbre de paso correspondiente que permita a Naturgy Panamá las operaciones necesarias de mantenimiento.

4.4.1. Peticionario y Compañía Suministradora

Peticionario: _____

Compañía Suministradora: _____

4.4.2. Descripción de la instalación

La línea de alimentación al Centro, que forma parte del presente proyecto, queda definida por las siguientes características:

Tabla No. 21. Descripción de la instalación

Descripción línea conexión M.T.	
Tensión de servicio (kV)	
Circuito de alimentación	
Longitud de Red M.T, Proyectado (km)	
Potencia de transporte (kW)	
Calibre del Conductor Proyectado	
Tipo de Conductor Proyectado	

Propiedad de Naturgy Energy Group, S.A.. Prohibida su reproducción

4.5. Cruzamientos y paralelismo

Relación de cruzamientos, paralelismos y demás situaciones reguladas en el Proyecto Tipo de Líneas Eléctricas Subterráneas de 13,2 y 34,5 kV, que se producen como consecuencia del trazado de la línea:

_____

4.6. Cálculos Eléctricos

Todos los cálculos eléctricos relativos a la línea objeto del presente proyecto, han sido realizados de acuerdo con el Proyecto Tipo de Líneas Eléctricas Subterráneas de 13,2 y 34,5 kV de Naturgy Panamá.

4.7. Características Técnicas

Los valores de las características técnicas se elegirán de entre las indicadas en el Proyecto Tipo y se indican en los apartados que siguen:

4.7.1. Transformador o seccionamiento

El transformador a instalar tendrá las siguientes características principales:

- Trifásico.
- Potencia asignada: _____kVA
- Tensión asignada Primario: _____ kV
- Tensión asignada Secundario: _____/_____ V
- Aislante: Aceite mineral

El seccionamiento a instalar tendrá las siguientes características principales:

- Trifásico.
- Corriente nominal: _____ A
- Tensión asignada: _____ kV
- Cantidad de Vías: _____
- Aislante: _____

Propiedad de Naturgy Energy Group, S.A.. Prohibida su reproducción

4.7.2. Niveles de aislamiento

Los niveles de aislamiento para los materiales de media y baja tensión, se ajustará a lo especificado en el Proyecto Tipo de Centros de Transformación y Seccionamiento Tipo Subterráneo Sumergible.

4.7.3. Protección contra Sobretensiones

El Centro se protegerá contra sobretensiones de origen atmosférico mediante la instalación de pararrayos de óxidos metálicos con envolvente polimérica y soporte aislante en el poste donde hay un paso de aéreo a subterráneo, según la correspondiente Especificación Técnica.

4.7.4. Protección contra Sobreintensidades

El Centro de Transformación estará protegido contra sobreintensidades en MT mediante la instalación dentro de la cuba de unos fusibles de alto poder de ruptura tipo limitador de la intensidad colocados en el primario del transformador.

Además también llevará instalado un interruptor con protección termomagnética en el primario, instalado en el interior de la cuba con las siguientes características:

Propiedad de Naturgy Energy Group, S.A.. Prohibida su reproducción

4.8. Sistema de Puesta a Tierra

El Centro estará provisto de una instalación de puesta a tierra, con objeto de limitar las tensiones de defecto que se pueden originar en la propia instalación. Esta instalación deberá asegurar la descarga a tierra de la intensidad de defecto, contribuyendo a la eliminación del riesgo eléctrico debido a la aparición de tensiones peligrosas de paso y contacto, con las masas eventualmente puestas en tensión.

En todo caso, los valores de puesta a tierra garantizarán que las tensiones de paso y de contacto no superarán los valores indicados en la publicación IEEE “Guía para la seguridad en la puesta a tierra en subestaciones de corriente alterna”.

En la memoria del presente proyecto se especifica:

- El sistema de tierras será común.
- Las características geométricas del electrodo de puesta a tierra.
- Si se precisan medidas adicionales para el caso de que la tensión de paso ó contacto supere la reglamentaria.
- La línea de puesta a tierra del neutro estará aislada en toda su longitud con un nivel de aislamiento de 10 KV a frecuencia industrial.
- Si la tensión de contacto supera a la tensión admisible reglamentaria se dotará al Centro de _____.

4.9. Conclusión

Expuestas en esta Memoria todas las razones que justifican la importancia de la inmediata instalación y montaje de este Centro de Transformación (o de este Centro de Seccionamiento) y cuyas características quedan recogidas en este proyecto, esperamos que esto merezca la aprobación de la Superioridad y rogamos sea concedida la autorización para la instalación y montaje respectivo.

Propiedad de Naturgy Energy Group, S.A.. Prohibida su reproducción

5. Diseño y Cálculos Justificativos

5.1. Datos de Partida

El Centro que se proyecta se alimenta de una subestación cuyas características son las siguientes:

Tabla No. 22. Datos de partida diseño

Datos de Partida	
Nombre	
Tensión de servicio de MT	
Conexión del neutro	
Sensibilidad de la protección (A)	
Sensibilidad de la protección (ms)	
Nº de reenganches	
km de línea de MT aérea La (km)	
km de línea de MT subterránea Lc (km)	
Reactancia capacitiva equivalente Xc (Ohm)	

En cuanto al resto de los datos de partida para el cálculo de la puesta a tierra son los siguientes:

Tabla No. 23. Datos de partida puesta a tierra

Datos de Partida	
Resistividad superficial	
Resistencia media	
Nivel de aislamiento de BT	

Propiedad de Naturgy Energy Group, S.A.. Prohibida su reproducción

5.1.1. Tensión de Paso y Contacto Admisible

Sus valores serán:

$$V_p = \frac{157}{\sqrt{t_s}} * (1 + \frac{6 * \rho_s}{1000})$$

$$V_c = \frac{157}{\sqrt{t_s}} * (1 + \frac{1.5 * \rho_s}{1000})$$

5.2. Descripción de la Puesta a Tierra

5.3. Resultado del Cálculo

Con la figuración de la puesta a tierra se obtienen los siguientes resultados:

Tabla No. 24. Resultados del cálculo

Resultados del Cálculo	
Corriente de defecto Id (A)	
Tensión de paso Vp (V)	
Tensión de contacto Vc (V)	
Resistencia de puesta a tierra Rp (Ω)	
Tensión de defecto Vd (V)	

Propiedad de Naturgy Energy Group, S.A.. Prohibida su reproducción

5.4. Conclusión

De acuerdo con los cálculos realizados, se cumplen las condiciones fijadas en el Proyecto Tipo, no obstante, una vez construida la puesta a tierra se harán las comprobaciones necesarias para verificar el cumplimiento de la instrucción reseñada anteriormente.

Propiedad de Naturgy Energy Group, S.A.. Prohibida su reproducción

6. Presupuesto

6.1. Presupuesto de materiales

Tabla No. 25. Presupuesto de Materiales

Código	Descripción UC	Unidad de Medida	Cantidad	Aporte Mat.	Costo Unitario	Costo Total Contratista	Costo Total Distribuidora	Costo Total
Cámara								
					Subtotal A:	B/.	B/.	B/.
Conductores y Conexiones								
					Subtotal B:	B/.	B/.	B/.
Centro de Transformación o Seccionamiento								
					Subtotal C:	B/.	B/.	B/.
Puesta a Tierra								
					Subtotal D:	B/.	B/.	B/.

Propiedad de Naturgy Energy Group, S.A.. Prohibida su reproducción

6.2. Presupuesto Mano de Obra

Tabla No. 26. Presupuesto de Mano de Obra

Código	Descripción UC	Unidad de Medida	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
Cámara					
				Subtotal A:	B/.
Conductores y Conexiones					
				Subtotal B:	B/.
Centro de Transformación o Seccionamiento					
				Subtotal C:	B/.
Puesta a Tierra					
				Subtotal D:	B/.

Propiedad de Naturgy Energy Group, S.A.. Prohibida su reproducción

6.3. Presupuesto General

Tabla No. 27.
Presupuesto General

Ítem	Concepto	Costo
1	**Costo Directo**	
1.1	Presupuesto de materiales	**B/.**
1.2	Presupuesto de mano de obra	**B/.**
	Valor Total Costos Directos	**B/.**
2	**Costos Indirectos**	
2.1		**B/.**
2.2		**B/.**
	Valor Total Costos Indirectos	**B/.**
	Valor Total Presupuesto	**B/.**

Asciende el presente presupuesto a la cantidad de **presupuesto total en letra (presupuesto total en número)** B/.

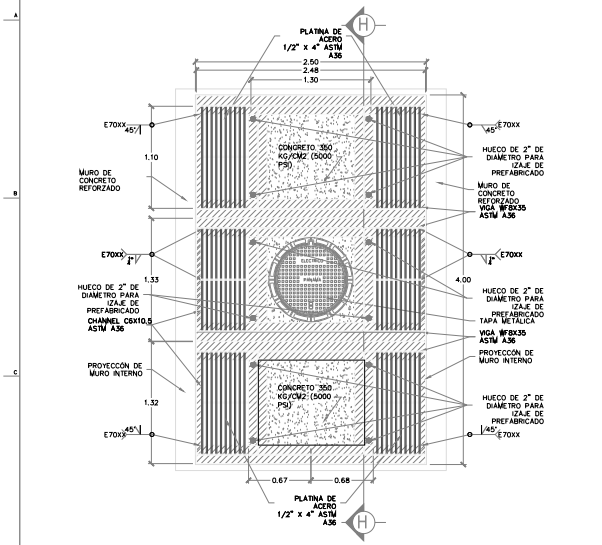
Localidad, fecha

EL INGENIERO

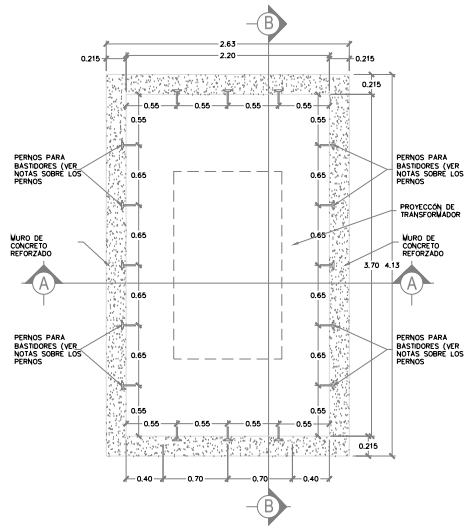
Fdo.:_____

Idoneidad Nº:_____

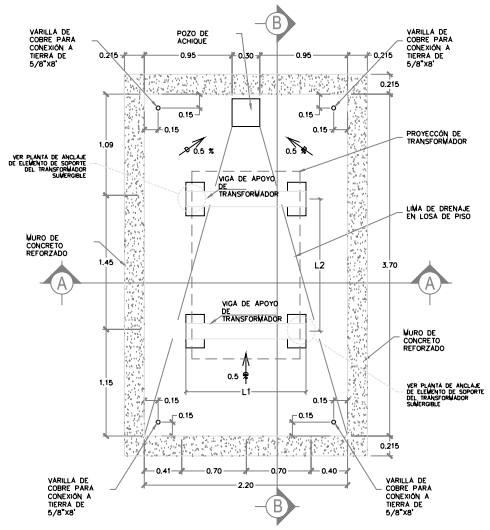
Propiedad de Naturgy Energy Group, S.A.. Prohibida su reproducción



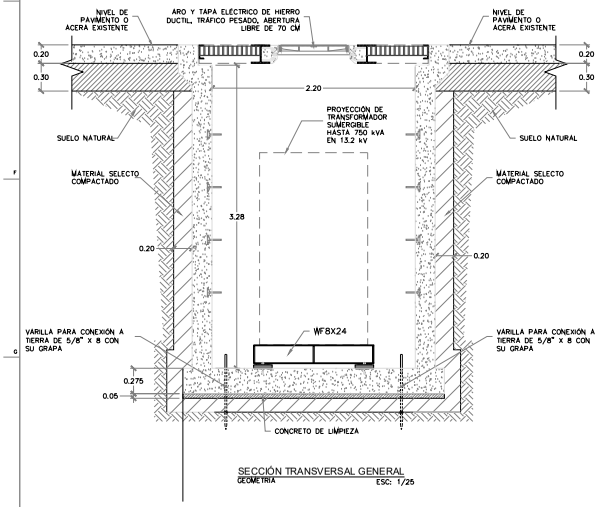
PLANTA NIVEL MEDIO DE TAPA, CORTE GENERAL
GEOMETRÍA ESC: 1/25



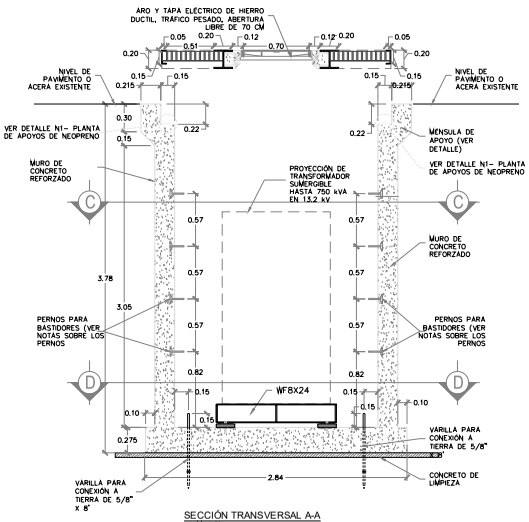
PLANTA NIVEL MEDIO C-C
GEOMETRÍA ESC: 1/25



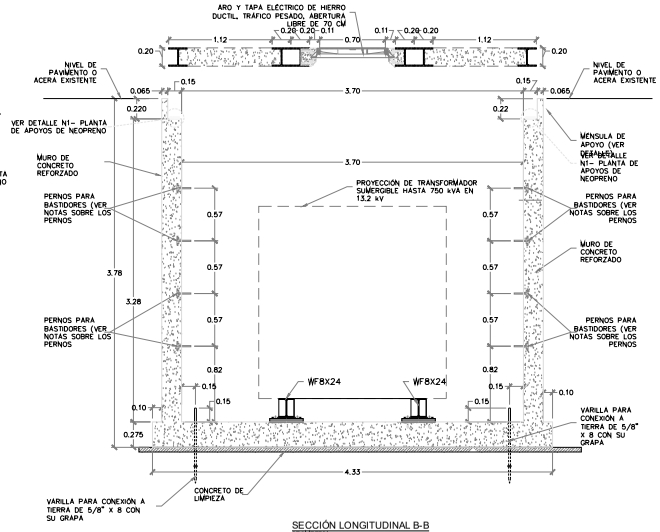
PLANTA NIVEL FONDO D-D
GEOMETRÍA ESC: 1/25



SECCIÓN TRANSVERSAL GENERAL
GEOMETRÍA ESC: 1/25



SECCIÓN TRANSVERSAL A-A
GEOMETRÍA ESC: 1/25



SECCIÓN LONGITUDINAL B-B
GEOMETRÍA ESC: 1/25

EDIC.	FECHA	RL	DP	RP	JP	AP	EDITADO PARA
02	Feb 21						REVISIÓN Y COMENT.
01		C.D.	C.D.	A.L.	D.P.		REVISIÓN Y COMENT.

PROPIETARIO: Naturgy

TÍTULO PROYECTO:
PROYECTO TIPO CENTROS DE TRANSFORMACIÓN Y SECCIONAMIENTO SUBTERRÁNEOS SUMERGIBLES

TÍTULO PLANO: CÁMARA DE TRANSFORMADOR SUMERGIBLE TIPO C - 1D PLANTAS Y SECCIONES

ESCALA: MOSTRADA

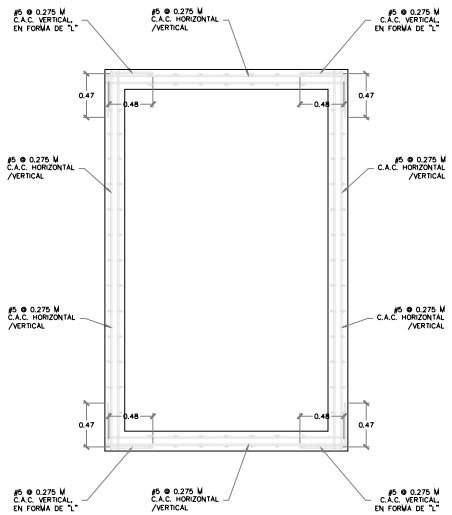
Naturgy

Nº 1

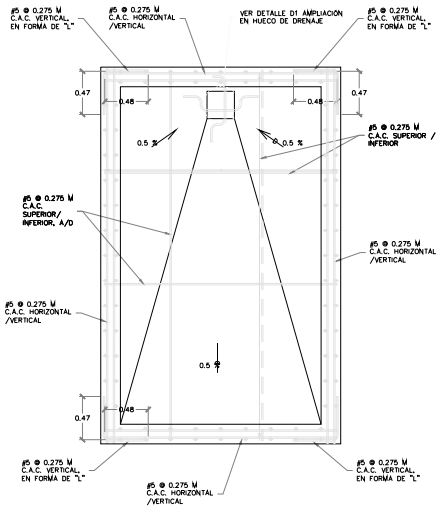
CÓDIGO: PL010100

HOJA: 1 DE: 4

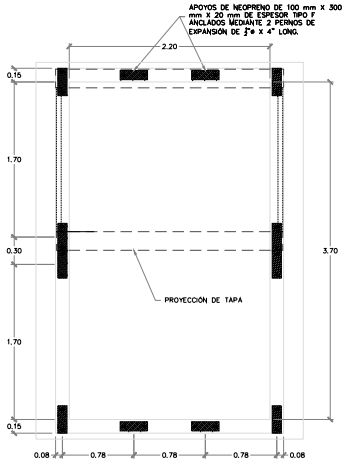
SD-PI11 1



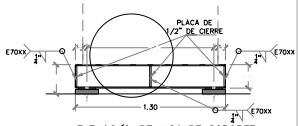
PLANTA NIVEL MEDIO
REFUERZO ESC: 1/25



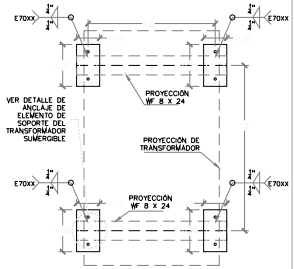
PLANTA NIVEL FONDO
REFUERZO ESC: 1/25



APOYOS DE NEOPRENO N1
PLANTA ESC: 1/25

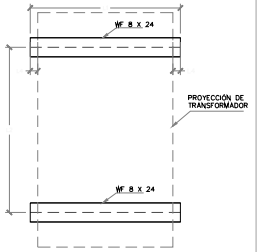


ELEVACIÓN DE VIGA DE SOPORTE
ESC: 1/20

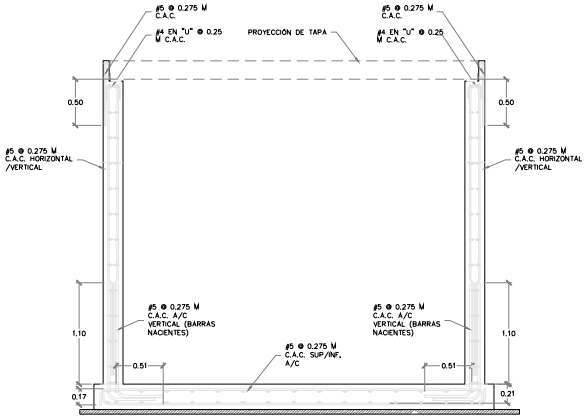


PLANTA DE UBICACIÓN DE PLATOS BASE
ESC: 1/20

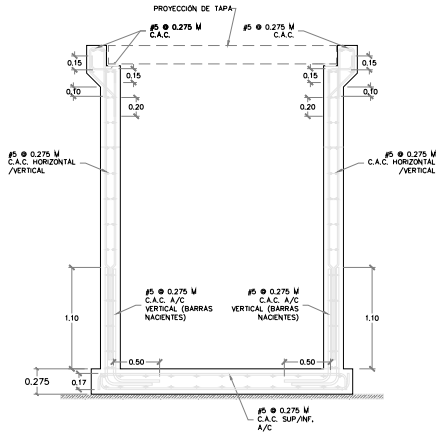
L1= LONGITUD DE LA VIGA DE SOPORTE SEGÚN PUNTOS DE ANCLAJE O FIJACIÓN DEL TRANSFORMADOR SUMERGIBLE
L2 = DISTANCIA DE SEPARACIÓN ENTRE VIGAS DE SOPORTE SEGÚN PUNTOS DE ANCLAJE O FIJACIÓN DEL TRANSFORMADOR SUMERGIBLE.
L3 = DISTANCIA DE SEPARACIÓN DEL PUNTO DE APOYO DE LAS VIGAS DE SOPORTE.
L4 = DISTANCIA LIBRE DE EXTREMO DE VIGA AL TRANSFORMADOR, SEGÚN FABRICANTE



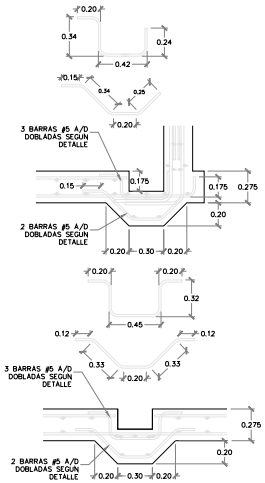
PLANTA DE VIGA DE SOPORTE
ESC: 1/20



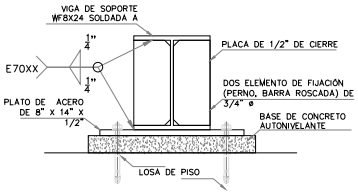
SECCIÓN LONGITUDINAL
REFUERZO ESC: 1/25



SECCIÓN TRANSVERSAL
REFUERZO ESC: 1/25



AMPLIACIÓN – REF.EN HUECO DE DRENAJE D1
ESC: 1/20



DETALLE DE ANCLAJE DE ELEMENTO DE SOPORTE DEL TRANSFORMADOR SUMERGIBLE
ESC 1:5

02	Feb 21						REVISIÓN Y COMENT.
01		C.D.	C.D.	A.L.	D.P.		REVISIÓN Y COMENT.
EDIC.	FECHA	RL	DP	RP	JP	AP	EDITADO PARA

PROPIETARIO: Naturgy

TITULO PROYECTO:
PROYECTO TIPO CENTROS DE TRANSFORMACIÓN Y SECCIONAMIENTO SUBTERRÁNEOS SUMERGIBLES

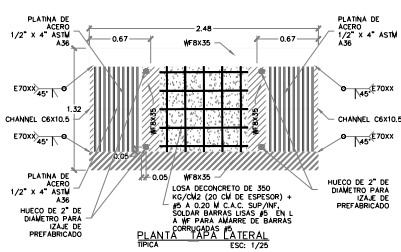
TITULO PLANO: CÁMARA DE TRANSFORMADOR SUMERGIBLE TIPO C - 1D
DETALLES, PLANTAS Y SECCIONES DE REFUERZO VIGA PARA BASE DE TRANSFORMADOR

ESCALA: MOSTRADA

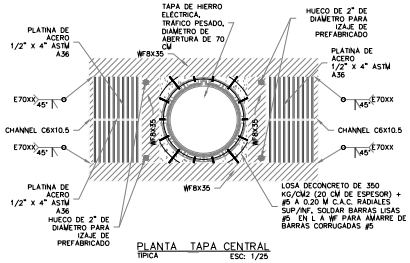
Naturgy

Nº 2
CÓDIGO: PL010100
HOJA: 2 DE: 4

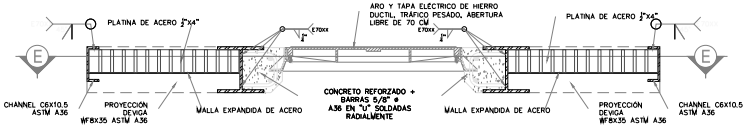
SD-PI11 1



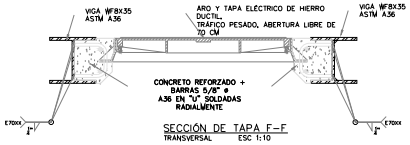
PLANTA TAPA LATERAL
TIPICA ESC: 1/25



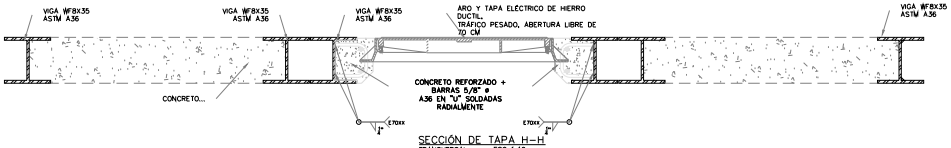
PLANTA TAPA CENTRAL
TIPICA ESC: 1/25



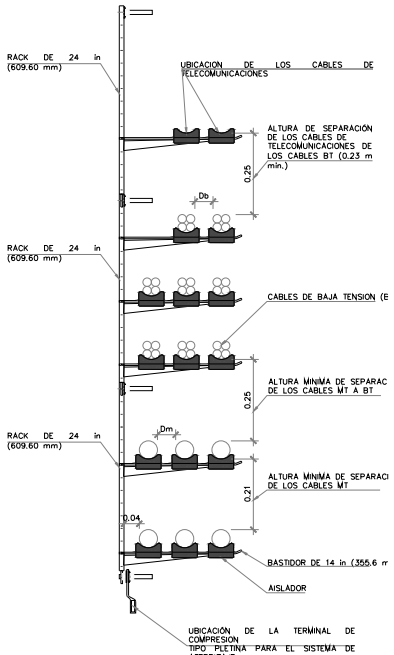
SECCIÓN DE TAPA G-G
LONGITUDINAL ESC: 1:10



SECCIÓN DE TAPA F-F
TRANSVERSAL ESC 1:10



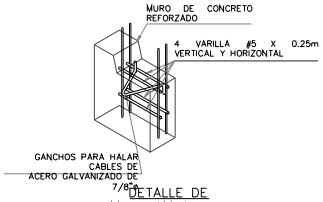
SECCIÓN DE TAPA H-H
TRANSVERSAL ESC 1:10



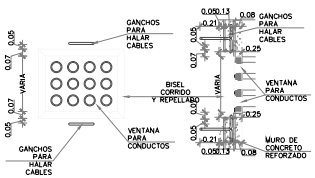
Dm: SEPARACIÓN MINIMA ENTRE CONDUCTORES DE MEDIA TENSIÓN (DIÁMETRO EXTERNO DEL CONDUCTOR).

Db: SEPARACIÓN MINIMA ENTRE CONDUCTORES DE BAJA TENSIÓN (0.25 x DIÁMETRO EXTERNO DEL CONDUCTOR).

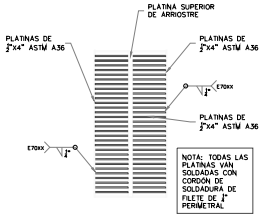
DISTRIBUCIÓN DE DUCTOS EN SOPORTES
SIN ESCALA



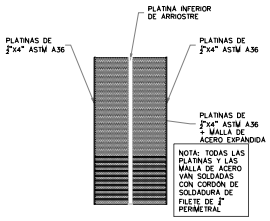
DETALLE DE EMPOTRAMIENTO DE GANCHO EN PARED
ESC 1:25



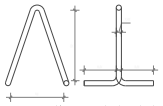
DETALLE VENTANA PARA DUCTOS
ESC. 1:25



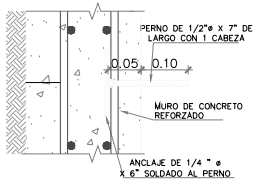
PLANTA ESTR. PLATINAS
SUPERIOR ESC: 1/25



PLANTA ESTR. PLATINAS
INFERIOR ESC: 1/25



DETALLE DE GANCHO PARA HALAR CABLES
ESC 1:10



DETALLE DE COLOCACIÓN DE PERNOS
ESC 1:5

02	Feb 21						REVISION Y COMENT.
01		C.D.	C.D.	A.L.	D.P.		REVISION Y COMENT.
EDIC.	FECHA	RL	DP	RP	JP	AP	EDITADO PARA

PROPIETARIO: Naturgy

TITULO PROYECTO:
PROYECTO TIPO CENTROS DE TRANSFORMACIÓN Y SECCIONAMIENTO SUBTERRÁNEOS SUMERGIBLES

TITULO PLANO: CÁMARA DE TRANSFORMADOR SUMERGIBLE TIPO C- 1D
DETALLES, PLANTAS Y SECCIONES DE TAPAS
DETALLES DE BASTIDORES, GANCHO Y PERNO

ESCALA: MOSTRADA

Nº 3

Naturgy

CÓDIGO: PL010100

HOJA: 3 DE: 4

SD-PI11 1

NOTAS GENERALES

CONTRATISTA

1. EL CONTRATISTA PRINCIPAL SERÁ RESPONSABLE DEL SUMINISTRO, INSTALACIÓN Y CONSTRUCCIÓN DE TODOS LOS COMPONENTES DE LA OBRA CIVIL ESPECIFICADOS EN LOS PLANOS MOSTRADOS.
2. EL CONTRATISTA PRINCIPAL VERIFICARÁ TODA LA INFORMACIÓN SUMINISTRADA POR NATURGY (ESPECIFICACIONES, PLANOS, ETC.) PARA LA REALIZACIÓN DE LOS TRABAJOS Y CONSULTARÁ SOBRE CUALQUIER DUDA O CONFLICTO CON NATURGY ANTES DE INICIAR LOS MISMOS.
3. ANTES DEL VACIADO DE LOS ELEMENTOS DE CONCRETO DE LA ESTRUCTURA, EL CONTRATISTA PRINCIPAL DEBE NOTIFICAR A LA INSPECCIÓN DE NATURGY PARA REALIZAR LA REVISIÓN CORRESPONDIENTE Y DAR SU VISTO BUENO FINAL.
4. EL CONTRATISTA PRINCIPAL DEBE INCLUIR DENTRO DE SU PRESUPUESTO TODOS LOS ELEMENTOS DE INSTALACIÓN, PUESTA A TIERRA, INCLUYENDO RACKS, AISLADORES Y BASTIDORES.
5. LA UBICACIÓN FINAL Y DIMENSIONES DE LAS VIGAS WF DE APOYO DE LOS TRANSFORMADORES SUMERGIBLES DEBERÁ SER DEFINIDA POR EL CONTRATISTA PRINCIPAL UTILIZANDO LAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LOS TRANSFORMADORES A USAR.

HORMIGÓN Y MORTERO

6. SE DEBERÁ VACIAR UNA CAPA DE CONCRETO DE LIMPIEZA DE 5 CM DE ESPESOR (MÍNIMO) PARA TRABAJAR EN LIMPIO, ANTES INICIAR EL PROCESO DE INSTALACIÓN DE REFUERZO EN LA LOSA BASE DE LAS CÁMARAS.
7. LOS MUROS Y LOSA BASE DE LA CÁMARA SE CONSTRUIRÁN CON HORMIGÓN DE 280 kg/cm2 (4,000 psi) CON IMPERMEABILIZANTE ADECUADO, EL CUAL SERÁ VIBRADO AL MOMENTO DEL VACIADO.
8. LAS LOSAS PREFABRICADAS DE TAPA SUPERIOR DE LA CÁMARA SE CONSTRUIRÁN CON HORMIGÓN DE 350 kg/cm2 (5,000 psi).
9. PARA LA NIVELACIÓN DE LAS VIGAS DE APOYO DE LOS TRANSFORMADORES SUMERGIBLES SE UTILIZARÁ MORTERO AUTONIVELANTE SEGÚN DETALLES DEL PLANO.
10. EL ACABADO INTERNO DE LOS MUROS Y LOSA DE LAS CÁMARAS SERÁ LISO.
11. CUALQUIER ABERTURA O PASE EN LOS MUROS DEBERÁ SER SELLADO COMPLETAMENTE PARA EVITAR FILTRACIONES.
12. LAS JUNTAS FRIAS ENTRE VACIADOS SE DEBERÁ TRATAR CON EPÓXICO DE UNIÓN O LECHADA DE CEMENTO.

ACERO DE REFUERZO

13. EL ACERO DE REFUERZO SERÁ DEL TIPO CORRUGADO DE DESIGNACIÓN ASTM A615, GRADO 40 ó 60 SEGÚN EL TAMAÑO DE BARRA A UTILIZAR.
14. EL RECUBRIMIENTO EXTERIOR DEL REFUERZO EN LOS MUROS SERÁ DE 7.5 CM MÍNIMO. EL RECUBRIMIENTO INTERIOR SERÁ DE 5 CM.
15. LOS CORTES EN BARRAS DE ACERO DE REFUERZO NO DEBEN REALIZARSE CON ACETI–OXIGENO.
16. NO SE PERMITE LA SOLDADURA EN BARRAS DE ACERO DE REFUERZO.

ACERO ESTRUCTURAL

17. EL ACERO ESTRUCTURAL PARA ANGULOS, PLACAS Y VIGAS WF SERÁ DE DESIGNACIÓN ASTM A36.
18. TODOS LOS ELEMENTOS DE ACERO ESTRUCTURAL DEBERÁN SER PINTADOS CON UNA PRIMERA CAPA DE PRIMER Y 2 CAPAS DE PINTURA CONTRA OXIDO.

TAPAS METÁLICAS DE ACCESO

19. LAS TAPAS DE ACERO SERÁN DEL TIPO PREFABRICADO, HIERRO DUCTIL, DE USO ELÉCTRICO, DE ESPECIFICACIÓN ASTM A48 Ó SIMILAR.
20. LAS MISMAS DEBERÁN SER INTEGRADAS CON ARO METÁLICO, SISTEMA DE APERTURA DE BISAGRA Y CERRADURA CON ESPACIO LIBRE DE ACCESO MÍNIMO DE 70 CM.
21. SE DEBERÁN FUNDIR EN CONJUNTO CON EL ACERO DE REFUERZO Y EL HORMIGÓN ESTRUCTURAL.

RACKS, BASTIDORES, GANCHOS Y ELEMENTOS DE FIJACIÓN

22. LOS RACKS, BASTIDORES, GANCHOS, TUERCAS Y DEMÁS ELEMENTOS DE FIJACIÓN SERÁN DE ACERO GALVANIZADO EN CALIENTE SEGÚN LA ASTM A153.
23. LOS PERNOS DE SOPORTE DE RACKS Y BASTIDORES SERÁN DE ACERO GALVANIZADO EN CALIENTE (ASTM A153) DE RESISTENCIA ASTM A325.
24. LOS ELEMENTOS DE FIJACIÓN DE LAS VIGAS WF DE SOPORTE DE LOS TRANSFORMADORES SUMERGIBLES SERÁN POST–INSTALADOS, CON RECUBRIMIENTO DE ACERO GALVANIZADO EN CALIENTE.
25. LOS ELEMENTOS GALVANIZADOS QUE RECIBAN DAÑO EN CAMPO, DEBERÁN SER REPARADOS CONFORME LOS PROCEDIMIENTOS RECOMENDADOS EN LA NORMATIVA.
26. LOS GANCHOS DE 12" PARA HALAR CABLES SERÁN DE ACERO GALVANIZADO EN CALIENTE SEGÚN ASTM A153 DE 7/8"ø E IRÁN ANCLADOS AL ACERO DE LOS MUROS DE MAMPOSTERIA SEGÚN EL DETALLE MOSTRADO.
27. LOS PERNOS PODRÁN SER REORDENADOS CON LOS MISMOS ESPACIAMIENTOS CUANDO SEAN AFECTADOS POR LA REUBICACIÓN DE LAS VENTANAS O POR LAS DIMENSIONES DE LAS MISMAS, EN COORDINACIÓN CON EL INSPECTOR DE OBRA.

PUESTA A TIERRA

28. TODAS LAS VARILLAS O PICAS DEL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA SE COLOCARÁN ANTES DEL VACIADO DE LA LOSA INFERIOR.
29. LA RESISTENCIA DEL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA NO PUEDE EXCEDERSE DE LOS 25 OHMS.
30. EL TAMAÑO DE LOS ELECTRODOS DEL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA (VARILLA) SERÁN DE 5/8" ø X 8 PIES CON RECUBRIMIENTO DE COBRE REQUERIDOS POR NATURGY.
31. TODOS LOS EQUIPOS O DISPOSITIVOS O ELEMENTOS METÁLICOS A LA VISTA DEBEN ESTAR DEBIDAMENTE ATERRIZADOS Y CONECTADOS AL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA MEDIANTE LA TERMINAL DE COMPRESION TIPO PLETINA CON HUECO DE 9/16"ø. LA TERMINAL DE COMPRESION TIPO PLETINA SERÁ PARA EL CONDUCTOR DE COBRE REQUERIDO POR NATURGY.
32. LA TERMINAL TIPO PLETINA TIENE QUE ESTAR DEBIDAMENTE ATORNILLADO Y APRETADO MEDIANTE TORQUE MANUAL DE MANERA TAL QUE QUEDEN FIJO AL EQUIPO O DISPOSITIVOS O AL ELEMENTO METALICO ATERRIZADO.
33. LAS UNIONES ENTRE EL CONDUCTOR DE COBRE DE ATERRIZAJE DE LOS RACKS CON BASTIDORES O EQUIPOS O DISPOSITIVOS METÁLICOS AL CONDUCTOR DE COBRE DE ATERRIZAJE PRINCIPAL DEL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA SERÁ CON UN CONECTOR DE COMPRESIÓN IRREVERSIBLE TIPO C DE COBRE.
34. LA VARILLA DE TIERRA TENDRÁ UN CONECTOR DE COMPRESIÓN IRREVERSIBLE DE COBRE PARA VARILLA DE 5/8"ø Y LA DERIVACIÓN POR COMPRESIÓN IRREVERSIBLE AL CONDUCTOR DE COBRE DEL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA REQUERIDO POR NATURGY.

APOYOS ELASTOMÉRICOS DE NEOPRENO

35. LOS APOYOS ELASTOMÉRICOS DE NEOPRENO CUMPLIRÁN CON LAS ESPECIFICACIONES DE LA ASTM D4014 O LA AASTHO M–25 O ALGUNA NORMA EQUIVALENTE A ESTAS.
36. LOS APOYOS ELASTOMÉRICOS DE NEOPRENO SE FIJARÁN AL CONCRETO MEDIANTE CONECTORES MECÁNICOS.

CÓDIGOS Y ESTÁNDARES

1. LOS TRABAJOS EN CONCRETO REFORZADO Y SU CONTROL DE CALIDAD SE REALIZARÁN CONFORME A LOS REQUERIMIENTOS DEL "SPECIFICATION FOR STRUCTURAL CONCRETE ACI 301" Y "BUILDING CODE REQUIREMENTS FOR REINFORCED CONCRETE ACI 318" DE LA AMERICAN CONCRETE INSTITUTE.
2. EL CUIDADO, MANEJO, CORTE Y DOBLADO DEL ACERO DE REFUERZO DEBERÁ CUMPLIR CON LO ESPECIFICADO EN "CRSI DESIGN HANDBOOK" DE LA CONCRETE REINFORCING STEEL INSTITUTE.
3. LA FABRICACIÓN Y COLOCACIÓN DEL ACERO ESTRUCTURAL SE REALIZARÁ CONFORME AL "AISC STEEL CONSTRUCTION MANUAL" DE LA AMERICAN INSTITUTE FOR STEEL CONSTRUCTION".
4. LA SOLDADURA DEL ACERO ESTRUCTURAL Y MISCELÁNEOS CUMPLIRÁ CON LA ÚLTIMA EDICIÓN DEL CÓDIGO "STRUCTURAL WELDING CODE AWS D1.1" DE LA AMERICAN WELDING SOCIETY".

EDIC.	FECHA	RL	DP	RP	JP	AP	EDITADO PARA
02	Feb 21						REVISION Y COMENT.
01		C.D.	C.D.	A.L.	D.P.		REVISION Y COMENT.

PROPIETARIO: Naturgy

TITULO PROYECTO: **PROYECTO TIPO CENTROS DE TRANSFORMACIÓN Y SECCIONAMIENTO SUBTERRÁNEOS SUMERGIBLES**

TITULO PLANO: CÁMARA DE TRANSFORMADOR SUMERGIBLE TIPO C - 1D NOTAS GENERALES

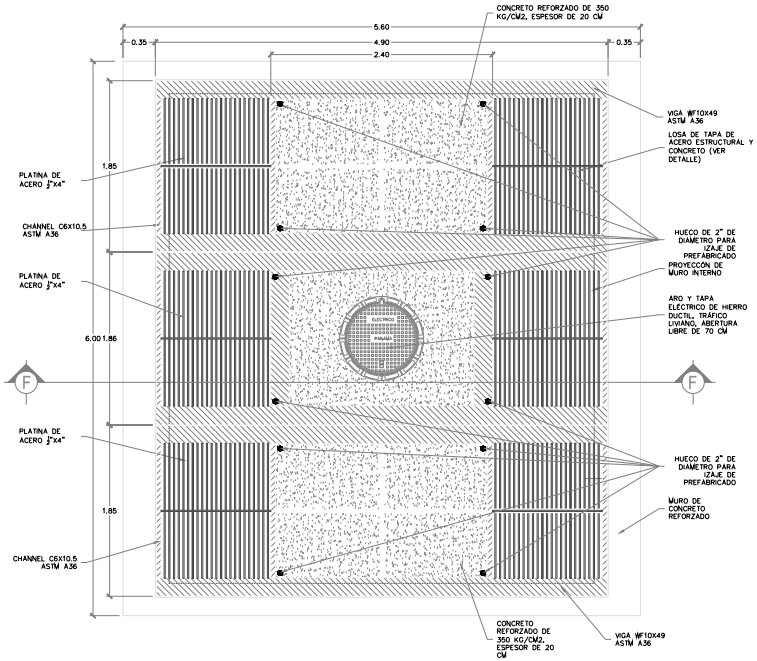
ESCALA: MOSTRADA

Nº 4

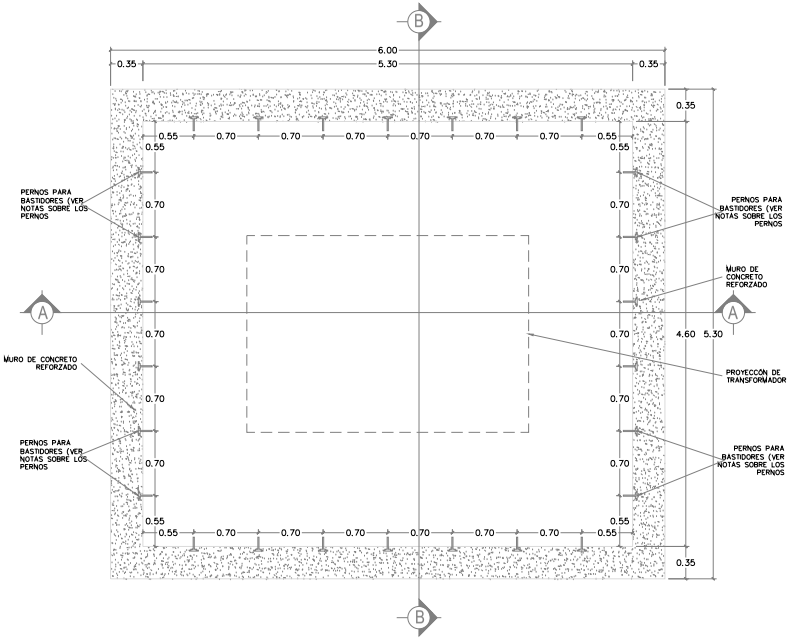
CÓDIGO: PL010100

HOJA: 4 DE: 4

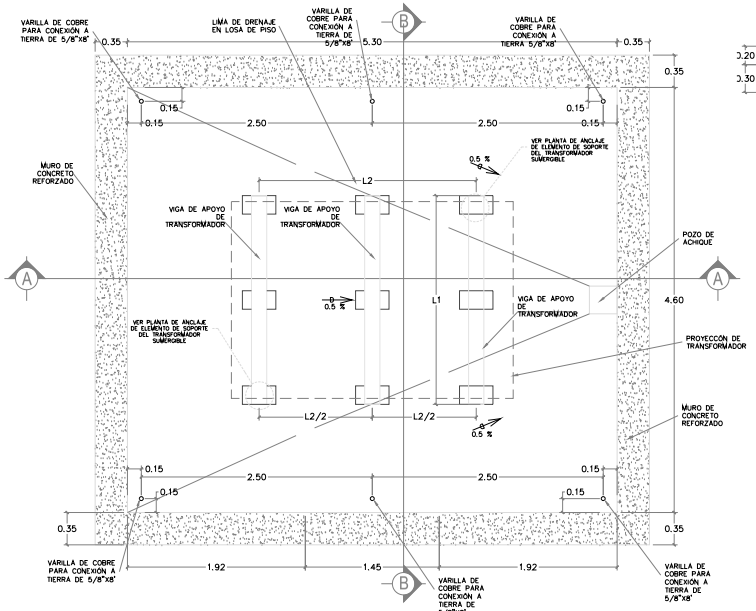
SO-PI11 1



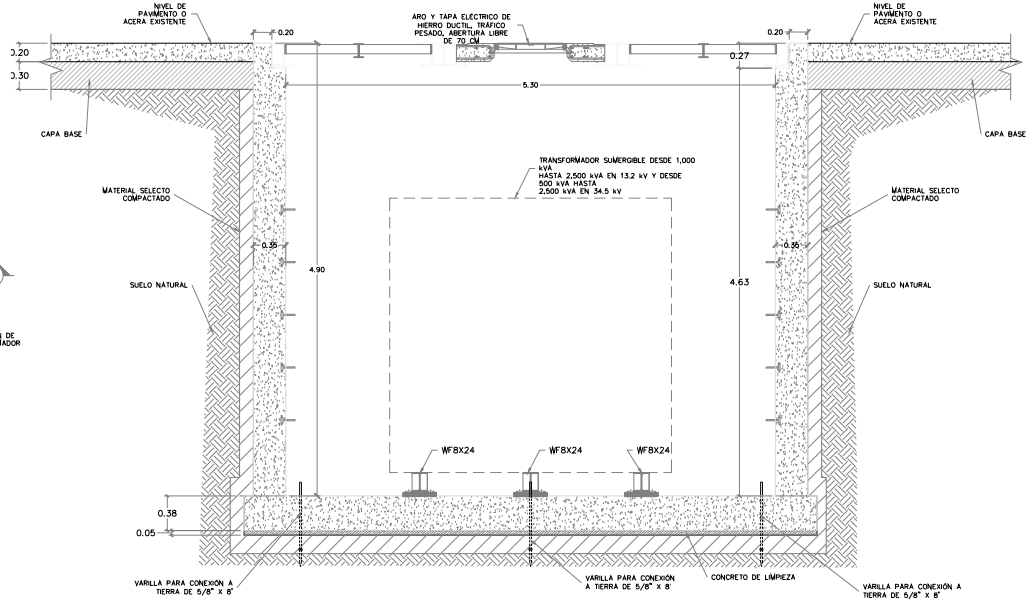
PLANTA NIVEL DE TAPA
GEOMETRÍA ESC: 1/25



PLANTA NIVEL MEDIO C-C
GEOMETRÍA ESC: 1/25



PLANTA NIVEL FONDO D-D
GEOMETRÍA ESC: 1/25



SECCIÓN TRANSVERSAL GENERAL
GEOMETRÍA ESC: 1/25

EDIC.	FECHA	RL	DP	RP	JP	AP	EDITADO PARA
02	Feb.21						REVISIÓN Y COMENT.
01		C.D.	C.D.	A.L.	D.P.		REVISIÓN Y COMENT.

PROPIETARIO: Naturgy

TITULO PROYECTO:
PROYECTO TIPO CENTROS DE TRANSFORMACIÓN Y SECCIONAMIENTO SUBTERRÁNEOS SUMERGIBLES

TITULO PLANO: CÁMARA DE TRANSFORMADOR SUMERGIBLE TIPO C - 2D PLANTAS Y SECCIÓN GENERAL

ESCALA: MOSTRADA

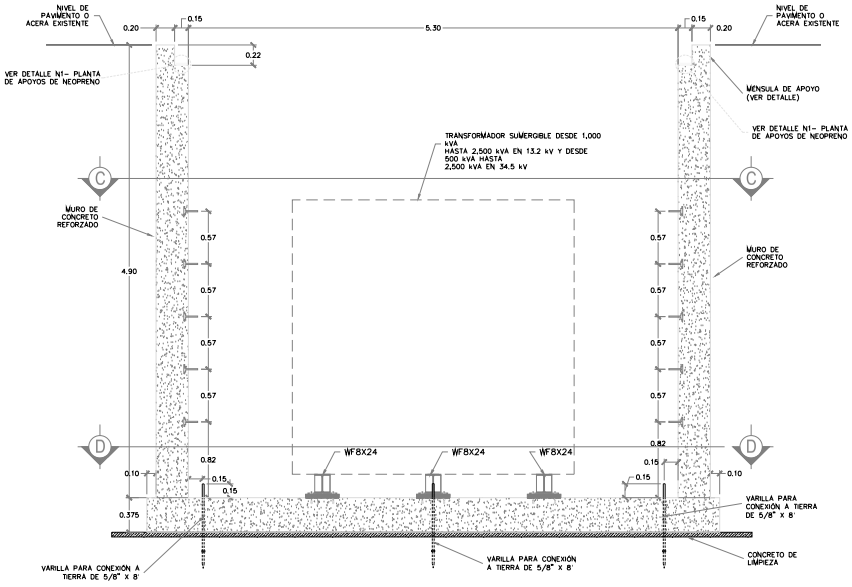
Nº 1

CÓDIGO: PL010200

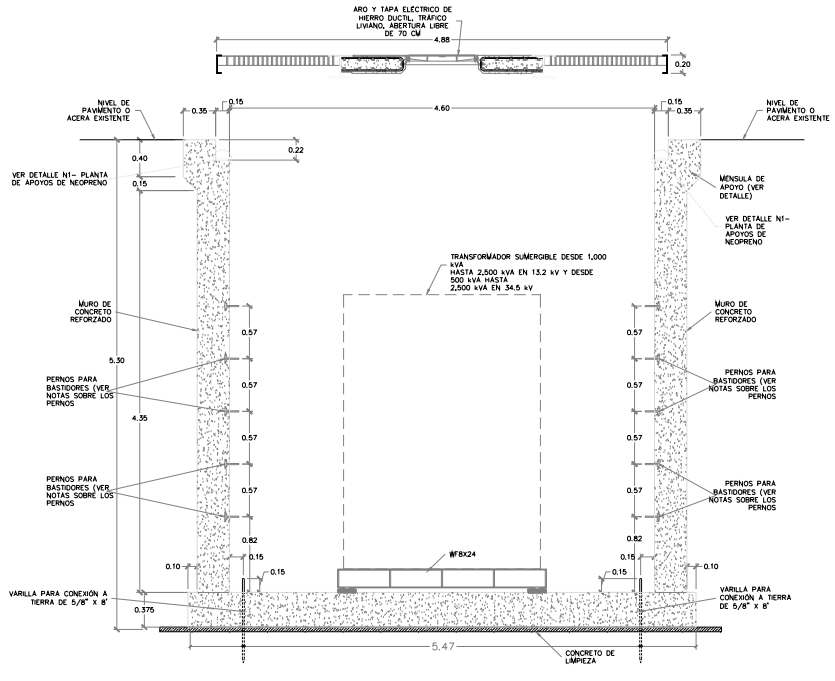
HOJA 1 DE 5

Naturgy

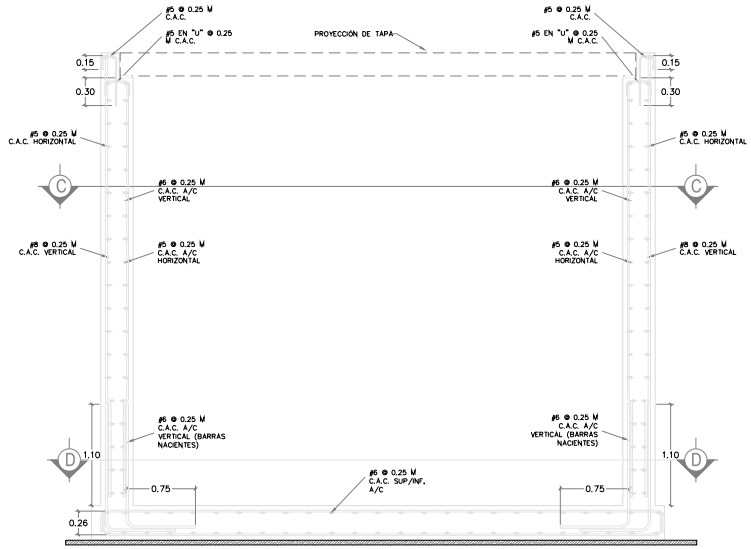
SD-PI11 1



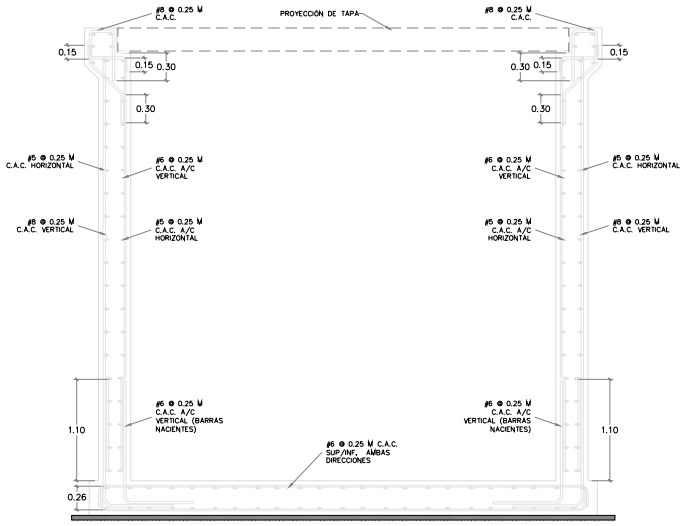
SECCIÓN TRANSVERSAL A-A
GEOMETRIA ESC: 1/25



SECCIÓN LONGITUDINAL B-B
GEOMETRIA ESC: 1/25



SECCIÓN TRANSVERSAL
REFUERZO ESC: 1/25



SECCIÓN LONGITUDINAL
REFUERZO ESC: 1/25

01	Feb.21						REVISION Y COMENT.
02		C.D.	C.D.	A.L.	D.P.		REVISION Y COMENT.
EDIC.	FECHA	RL	DP	RP	JP	AP	EDITADO PARA

PROPIETARIO: Naturgy

TITULO PROYECTO:
PROYECTO TIPO CENTROS DE TRANSFORMACIÓN Y SECCIONAMIENTO SUBTERRÁNEOS SUMERGIBLES

TITULO PLANO: CÁMARA DE TRANSFORMADOR SUMERGIBLE TIPO C - 2D
SECCIONES DE CÁMARA Y REFUERZOS

ESCALA: MOSTRADA

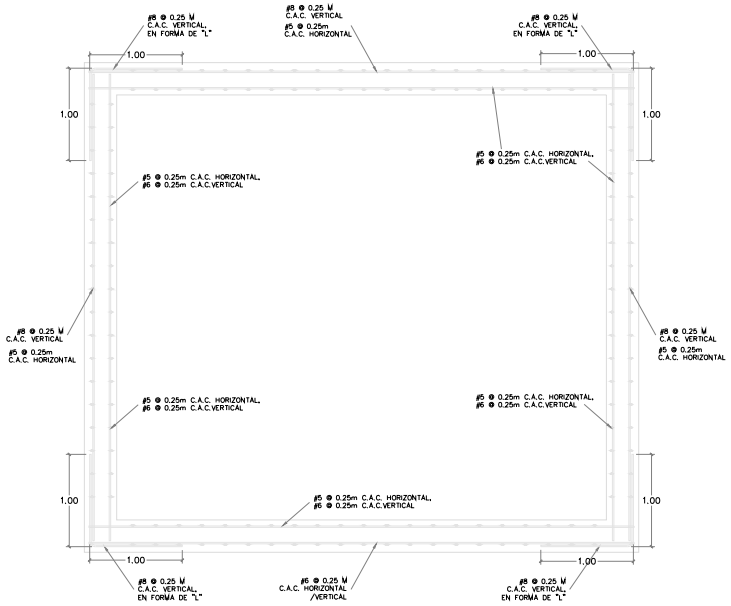
Naturgy

N° 2

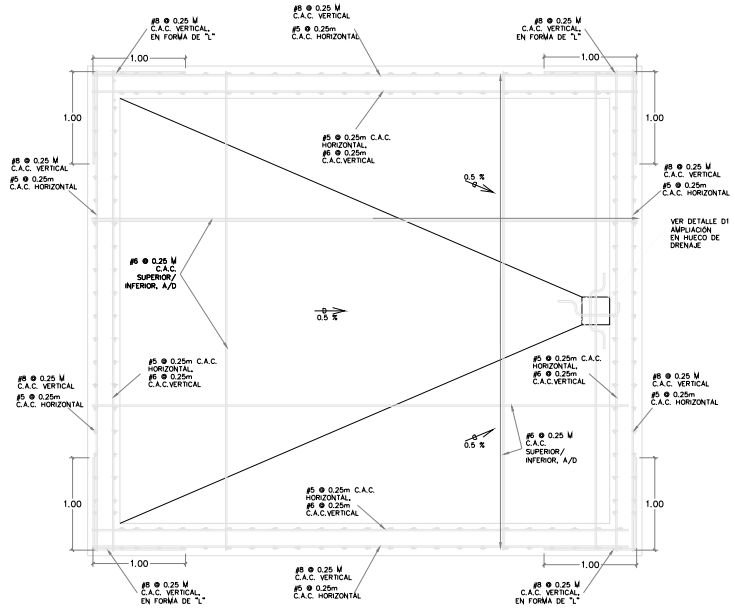
CÓDIGO: PL010200

HOJA 2 DE 5

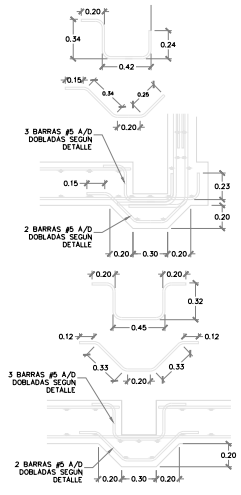
SD-P111 1



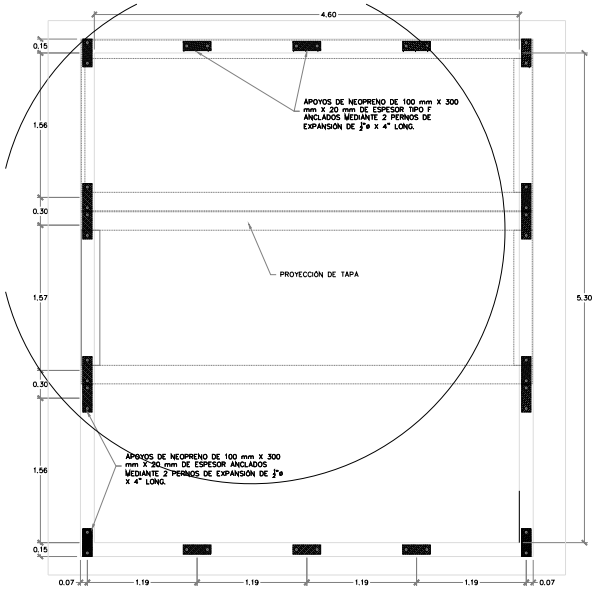
PLANTA NIVEL MEDIO
REFUERZO ESC: 1/25



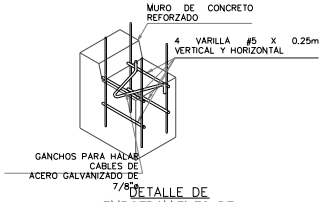
PLANTA NIVEL FONDO
REFUERZO ESC: 1/25



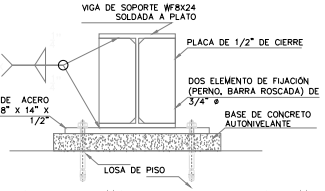
AMPLIACIÓN – REF.EN HUECO DE DRENAJE D1
ESC: 1/20



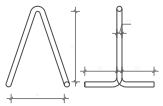
APOYOS DE NEOPRENO N1
PLANTA ESC: 1/25



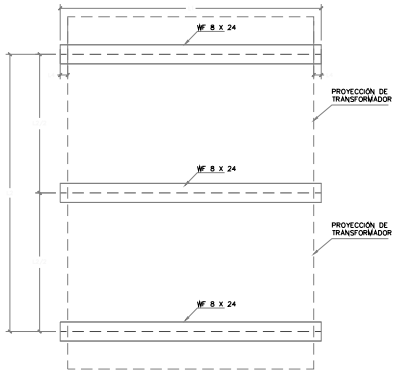
DETALLE DE EMPOTRAMIENTO DE GANCHO EN PARED ESC 1:25



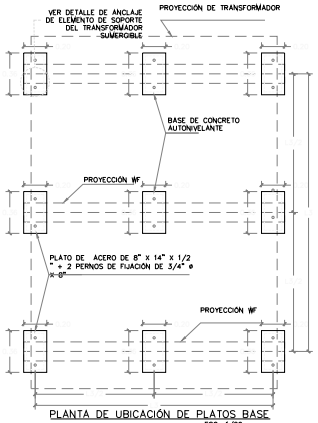
DETALLE DE ANCLAJE DE ELEMENTO DE SOPORTE DEL TRANSFORMADOR SUMERGIBLE
ESC 1:5



DETALLE DE GANCHO PARA HALAR CABLES
ESC 1:10

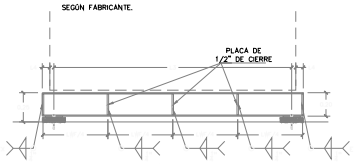


PLANTA DE VIGA DE SOPORTE
ESC: 1/20



PLANTA DE UBICACIÓN DE PLATOS BASE
ESC: 1/20

L1 = LONGITUD DE LA VIGA DE SOPORTE SEGÚN PUNTOS DE ANCLAJE O FIJACIÓN DEL TRANSFORMADOR SUMERGIBLE.
L2 = DISTANCIA DE SEPARACIÓN ENTRE VIGAS DE SOPORTE SEGÚN PUNTOS DE ANCLAJE O FIJACIÓN DEL TRANSFORMADOR SUMERGIBLE.
L3 = DISTANCIA DE SEPARACIÓN DEL PUNTO DE APOYO DE LAS VIGAS DE SOPORTE.
L4 = DISTANCIA LIBRE DE EXTREMO DE VIGA AL TRANSFORMADOR, SEGÚN FABRICANTE.



ELEVACIÓN DE VIGA DE SOPORTE
ESC: 1/20

EDIC.	FECHA	RL	DP	RP	JP	AP	EDITADO PARA
02	Feb.21						REVISIÓN Y COMENT.
01		C.D.	C.D.	A.L.	D.P.		REVISIÓN Y COMENT.

PROPIETARIO: Naturgy

TITULO PROYECTO:
PROYECTO TIPO CENTROS DE TRANSFORMACIÓN Y SECCIONAMIENTO SUBTERRÁNEOS SUMERGIBLES

TITULO PLANO: CÁMARA DE TRANSFORMADOR SUMERGIBLE TIPO C - 2D
DETALLES Y PLANTAS DE REFUERZOS
VIGA PARA BASE DE TRANSFORMADOR

ESCALA: MOSTRADA

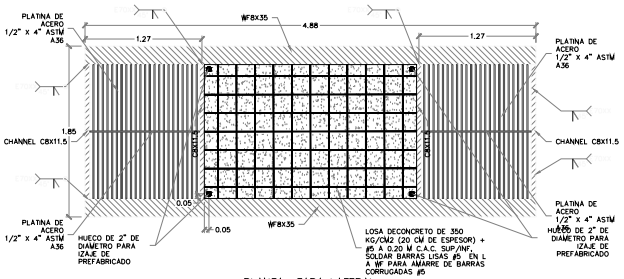
Nº 3

Naturgy

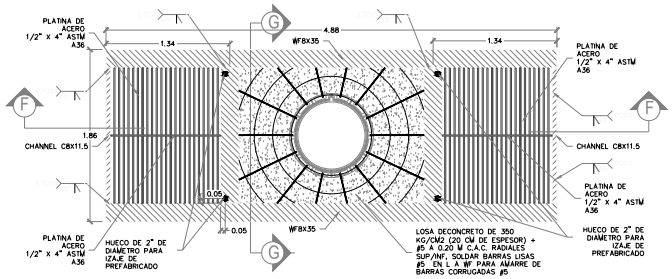
CÓDIGO: PL010200

HOJA 3 DE 5

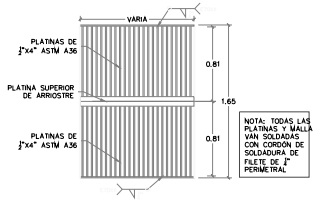
SO-PI11 1



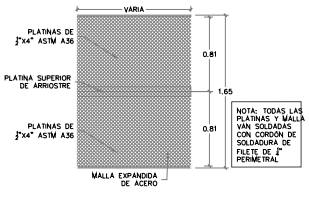
PLANTA TAPA LATERAL
TIPICA ESC: 1/25



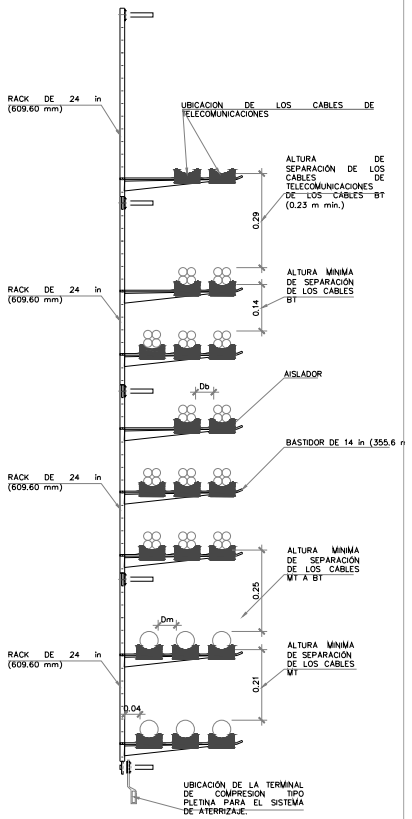
PLANTA TAPA CENTRAL
TIPICA ESC: 1/25



PLANTA ESTR. PLATINAS
SUPERIOR ESC: 1/25



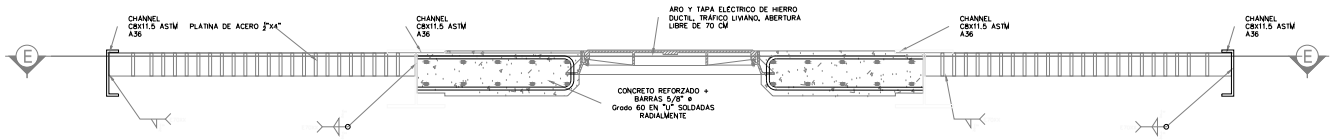
PLANTA ESTR. PLATINAS
INFERIOR ESC: 1/25



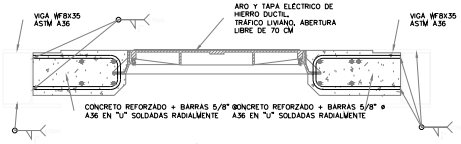
Dm: SEPARACIÓN MINIMA ENTRE CONDUCTORES DE MEDIA TENSIÓN (DIAMETRO EXTERNO DEL CONDUCTOR).

Db: SEPARACIÓN MINIMA ENTRE CONDUCTORES DE BAJA TENSIÓN (2.15 x DIAMETRO EXTERNO DEL CONDUCTOR)

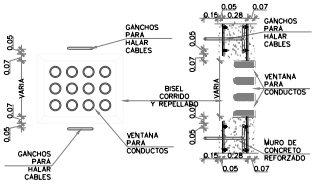
DISTRIBUCIÓN DE CONDUCTORES EN SOPORTES
SIN ESCALA



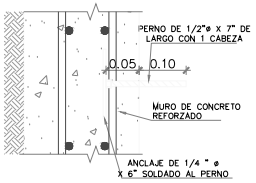
SECCIÓN DE TAPA F-F
LONGITUDINAL ESC 1:10



SECCIÓN DE TAPA G-G
TRANSVERSAL ESC 1:10



DETALLE - VENTANA PARA DUCTOS
ESC 1:25



DETALLE DE COLOCACIÓN DE PERNOS
ESC 1:5

EDIC.	FECHA	RL	DP	RP	JP	AP	EDITADO PARA
02	Feb.21						REVISIÓN Y COMENT.
01		C.D.	C.D.	A.L.	D.P.		REVISIÓN Y COMENT.

PROPIETARIO: Naturgy

TITULO PROYECTO:
PROYECTO TIPO CENTROS DE TRANSFORMACIÓN Y SECCIONAMIENTO SUBTERRÁNEOS SUMERGIBLES

TITULO PLANO: CÁMARA DE TRANSFORMADOR SUMERGIBLE TIPO C - 20
DETALLES, PLANTAS Y SECCIONES DE TAPAS
DETALLES DE BASTIDORES, GANCHO Y PERNO

ESCALA: MOSTRADA

Nº 4

Naturgy

CÓDIGO: PL0101200

HOJA 4 DE 5

SO-P111 1

NOTAS GENERALES

CONTRATISTA

1. EL CONTRATISTA PRINCIPAL SERÁ RESPONSABLE DEL SUMINISTRO, INSTALACIÓN Y CONSTRUCCIÓN DE TODOS LOS COMPONENTES DE LA OBRA CIVIL ESPECIFICADOS EN LOS PLANOS MOSTRADOS.
2. EL CONTRATISTA PRINCIPAL VERIFICARÁ TODA LA INFORMACIÓN SUMINISTRADA POR NATURGY (ESPECIFICACIONES, PLANOS, ETC.) PARA LA REALIZACIÓN DE LOS TRABAJOS Y CONSULTARÁ SOBRE CUÁLQUIER DUDA O CONFLICTO CON NATURGY ANTES DE INICIAR LOS MISMOS.
3. ANTES DEL VACIADO DE LOS ELEMENTOS DE CONCRETO DE LA ESTRUCTURA, EL CONTRATISTA PRINCIPAL DEBE NOTIFICAR A LA INSPECCIÓN DE NATURGY PARA REALIZAR LA REVISIÓN CORRESPONDIENTE Y DAR SU VISTO BUENO FINAL.
4. EL CONTRATISTA PRINCIPAL DEBE INCLUIR DENTRO DE SU PRESUPUESTO TODOS LOS ELEMENTOS DE INSTALACIÓN, PUESTA A TIERRA, INCLUYENDO RACKS, AISLADORES Y BASTIDORES.
5. LA UBICACIÓN FINAL Y DIMENSIONES DE LAS VIGAS WF DE APOYO DE LOS TRANSFORMADORES SUMERGIBLES DEBERÁ SER DEFINIDA POR EL CONTRATISTA PRINCIPAL UTILIZANDO LAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LOS TRANSFORMADORES A USAR.

HORMIGÓN Y MORTERO

6. SE DEBERÁ VACIAR UNA CAPA DE CONCRETO DE LIMPIEZA DE 5 CM DE ESPESOR (MÍNIMO) PARA TRABAJAR EN LIMPIO, ANTES INICIAR EL PROCESO DE INSTALACIÓN DE REFUERZO EN LA LOSA BASE DE LAS CÁMARAS.
7. LOS MUROS Y LOSA BASE DE LA CÁMARA SE CONSTRUIRÁN CON HORMIGÓN DE 280 kg/cm2 (4,000 psi) CON IMPERMEABILIZANTE ADECUADO, EL CUAL SERÁ VIBRADO AL MOMENTO DEL VACIADO.
8. LAS LOSAS PREFABRICADAS DE TAPA SUPERIOR DE LA CÁMARA SE CONSTRUIRÁN CON HORMIGÓN DE 350 kg/cm2 (5,000 psi).
9. PARA LA NIVELACIÓN DE LAS VIGAS DE APOYO DE LOS TRANSFORMADORES SUMERGIBLES SE UTILIZARÁ MORTERO AUTONIVELANTE SEGÚN DETALLES DEL PLANO.
10. EL ACABADO INTERNO DE LOS MUROS Y LOSA DE LAS CÁMARAS SERÁ LISO.
11. CUÁLQUIER ABERTURA O PASE EN LOS MUROS DEBERÁ SER SELLADO COMPLETAMENTE PARA EVITAR FILTRACIONES.
12. LAS JUNTAS FRÍAS ENTRE VACIADOS SE DEBERÁ TRATAR CON EPÓXICO DE UNIÓN O LECHADA DE CEMENTO.

ACERO DE REFUERZO

13. EL ACERO DE REFUERZO SERÁ DEL TIPO CORRUGADO DE DESIGNACIÓN ASTM A615, GRADO 40 Ó 60 SEGÚN EL TAMAÑO DE BARRA A UTILIZAR.
14. EL RECUBRIMIENTO EXTERIOR DEL REFUERZO EN LOS MUROS SERÁ DE 7.5 CM MÍNIMO. EL RECUBRIMIENTO INTERIOR SERÁ DE 5 CM.
15. LOS CORTES EN BARRAS DE ACERO DE REFUERZO NO DEBEN REALIZARSE CON ACETI–OXÍGENO.
16. NO SE PERMITE LA SOLDADURA EN BARRAS DE ACERO DE REFUERZO.

ACERO ESTRUCTURAL

17. EL ACERO ESTRUCTURAL PARA ÁNGULOS, PLACAS Y VIGAS WF SERÁ DE DESIGNACIÓN ASTM A36.
18. TODOS LOS ELEMENTOS DE ACERO ESTRUCTURAL DEBERÁN SER PINTADOS CON UNA PRIMERA CAPA DE PRIMER Y 2 CAPAS DE PINTURA CONTRA ÓXIDO.

TAPAS METÁLICAS DE ACCESO

19. LAS TAPAS DE ACERO SERÁN DEL TIPO PREFABRICADO, HIERRO DÚCTIL, DE USO ELÉCTRICO, DE ESPECIFICACIÓN ASTM A48 Ó SIMILAR.
20. LAS MISMAS DEBERÁN SER INTEGRADAS CON ARO METÁLICO, SISTEMA DE APERTURA DE BISAGRA Y CERRADURA CON ESPACIO LIBRE DE ACCESO MÍNIMO DE 70 CM.
21. SE DEBERÁN FUNDIR EN CONJUNTO CON EL ACERO DE REFUERZO Y EL HORMIGÓN ESTRUCTURAL.

RACKS, BASTIDORES, GANCHOS Y ELEMENTOS DE FIJACIÓN

22. LOS RACKS, BASTIDORES, GANCHOS, TUERCAS Y DEMÁS ELEMENTOS DE FIJACIÓN SERÁN DE ACERO GALVANIZADO EN CALIENTE SEGÚN LA ASTM A153.
23. LOS PERNOS DE SOPORTE DE RACKS Y BASTIDORES SERÁN DE ACERO GALVANIZADO EN CALIENTE (ASTM A153) DE RESISTENCIA ASTM A325.
24. LOS ELEMENTOS DE FIJACIÓN DE LAS VIGAS WF DE SOPORTE DE LOS TRANSFORMADORES SUMERGIBLES SERÁN POST–INSTALADOS, CON RECUBRIMIENTO DE ACERO GALVANIZADO EN CALIENTE.
25. LOS ELEMENTOS GALVANIZADOS QUE RECIBAN DAÑO EN CAMPO, DEBERÁN SER REPARADOS CONFORME LOS PROCEDIMIENTOS RECOMENDADOS EN LA NORMATIVA.
26. LOS GANCHOS DE 12" PARA HALAR CABLES SERÁN DE ACERO GALVANIZADO EN CALIENTE SEGÚN ASTM A153 DE 7/8"ø E IRÁN ANCLADOS AL ACERO DE LOS MUROS DE MAMPOSTERÍA SEGÚN EL DETALLE MOSTRADO.
27. LOS PERNOS PODRÁN SER REORDENADOS CON LOS MISMOS ESPACIAMIENTOS CUANDO SEAN AFECTADOS POR LA REUBICACIÓN DE LAS VENTANAS O POR LAS DIMENSIONES DE LAS MISMAS, EN COORDINACIÓN CON EL INSPECTOR DE OBRA.

PUESTA A TIERRA

28. TODAS LAS VARILLAS O PICAS DEL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA SE COLOCARÁN ANTES DEL VACIADO DE LA LOSA INFERIOR.
29. LA RESISTENCIA DEL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA NO PUEDE EXCEDERSE DE LOS 25 OHMS.
30. EL TAMAÑO DE LOS ELECTRODOS DEL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA (VARILLA) SERÁN DE 5/8" ø X 8 PIES CON RECUBRIMIENTO DE COBRE REQUERIDOS POR NATURGY.
31. TODOS LOS EQUIPOS O DISPOSITIVOS O ELEMENTOS METÁLICOS A LA VISTA DEBEN ESTAR DEBIDAMENTE ATERRIZADOS Y CONECTADOS AL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA MEDIANTE LA TERMINAL DE COMPRESIÓN TIPO PLETINA CON HUECO DE 9/16"ø. LA TERMINAL DE COMPRESIÓN TIPO PLETINA SERÁ PARA EL CONDUCTOR DE COBRE REQUERIDO POR NATURGY.
32. LA TERMINAL TIPO PLETINA TIENE QUE ESTAR DEBIDAMENTE ATORNILLADO Y APRETADO MEDIANTE TORQUE MANUAL DE MANERA TAL QUE QUEDEN FIJO AL EQUIPO O DISPOSITIVOS O AL ELEMENTO METÁLICO ATERRIZADO.
33. LAS UNIONES ENTRE EL CONDUCTOR DE COBRE DE ATERRIZAJE DE LOS RACKS CON BASTIDORES O EQUPOS O DISPOSITIVOS METÁLICOS AL CONDUCTOR DE COBRE DE ATERRIZAJE PRINCIPAL DEL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA SERÁ CON UN CONECTOR DE COMPRESIÓN IRREVERSIBLE TIPO C DE COBRE.
34. LA VARILLA DE TIERRA TENDRÁ UN CONECTOR DE COMPRESIÓN IRREVERSIBLE DE COBRE PARA VARILLA DE 5/8"ø Y LA DERIVACIÓN POR COMPRESIÓN IRREVERSIBLE AL CONDUCTOR DE COBRE DEL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA REQUERIDO POR NATURGY.

APOYOS ELASTOMÉRICOS DE NEOPRENO

CÓDIGOS Y ESTÁNDARES

1. LOS TRABAJOS EN CONCRETO REFORZADO Y SU CONTROL DE CALIDAD SE REALIZARÁN CONFORME A LOS REQUERIMIENTOS DEL "SPECIFICATION FOR STRUCTURAL CONCRETE ACI 301" Y "BUILDING CODE REQUIREMENTS FOR REINFORCED CONCRETE ACI 318" DE LA AMERICAN CONCRETE INSTITUTE.
2. EL CUIDADO, MANEJO, CORTE Y DOBLADO DEL ACERO DE REFUERZO DEBERÁ CUMPLIR CON LO ESPECIFICADO EN "CRSI DESIGN HANDBOOK" DE LA CONCRETE REINFORCING STEEL INSTITUTE.
3. LA FABRICACIÓN Y COLOCACIÓN DEL ACERO ESTRUCTURAL SE REALIZARÁ CONFORME AL "AISC STEEL CONSTRUCTION MANUAL" DE LA AMERICAN INSTITUTE FOR STEEL CONSTRUCTION".
4. LA SOLDADURA DEL ACERO ESTRUCTURAL Y MISCELÁNEOS CUMPLIRÁ CON LA ÚLTIMA EDICIÓN DEL CÓDIGO "STRUCTURAL WELDING CODE AWS D1.1" DE LA AMERICAN WELDING SOCIETY".

EDIC.	FECHA	RL	DP	RP	JP	AP	EDITADO PARA
02	Feb.21						REVISIÓN Y COMENT.
01		C.D.	C.D.	A.L.	D.P.		REVISIÓN Y COMENT.

PROPIETARIO: Naturgy

TITULO PROYECTO:
PROYECTO TIPO CENTROS DE TRANSFORMACIÓN Y SECCIONAMIENTO SUBTERRÁNEOS SUMERGIBLES

TITULO PLANO: CÁMARA DE TRANSFORMADOR SUMERGIBLE TIPO C - 2D NOTAS GENERALES

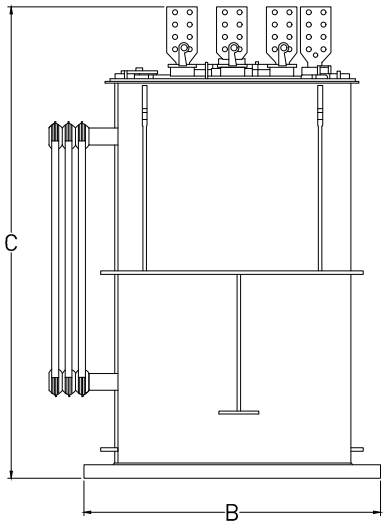
ESCALA: MOSTRADA

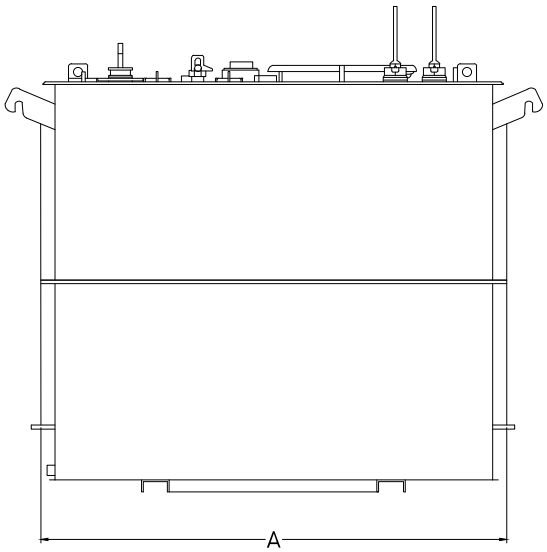
Nº 5

CÓDIGO: PL010200

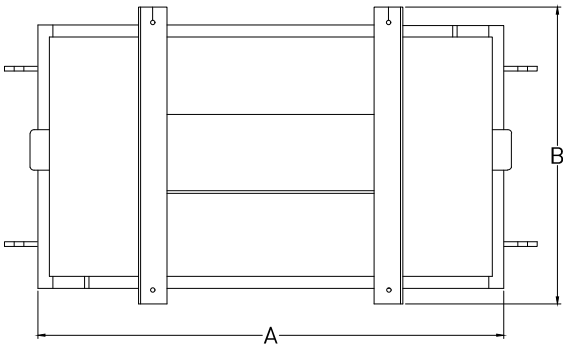
HOJA 5 DE 5

SO-P111 1





Potencia kVA	Alto (mm) C	Largo (mm) A	Ancho (mm) B
Voltaje de 34,5 kV (150 kV BIL)			
500	1960	2440	1520
750	2340	2440	1520
1000	2360	2750	1830
1500	2460	2750	1830
2000	2870	3050	2130
2500	2970	3050	2130
Voltaje de 13,2 kV (95 kV BIL)			
300	1700	1680	1070
500	1700	1830	1120
750	2080	2030	1170
1000	2110	2180	1320
1500	2460	2310	1550
2000	2720	2410	1750
2500	2970	2640	1800



..		.	.	.	.	.
EDIC	FECHA	DD	TP	RVS	APR	EDITADO PARA

ESCALA: 1/3

ID. CLIENTE

TITULO PROYECTO:

PROYECTO TIPO CENTROS DE TRANSFORMACIÓN Y SECCIONAMIENTO SUBTERRÁNEOS SUMERGIBLES

TITULO PLANO:

CENTRO DE TRANSFORMACIÓN SUBTERRÁNEO SUMERGIBLE DIMENSIONES 13.2 Y 34.5 kV

Naturgy

Código: PL020100

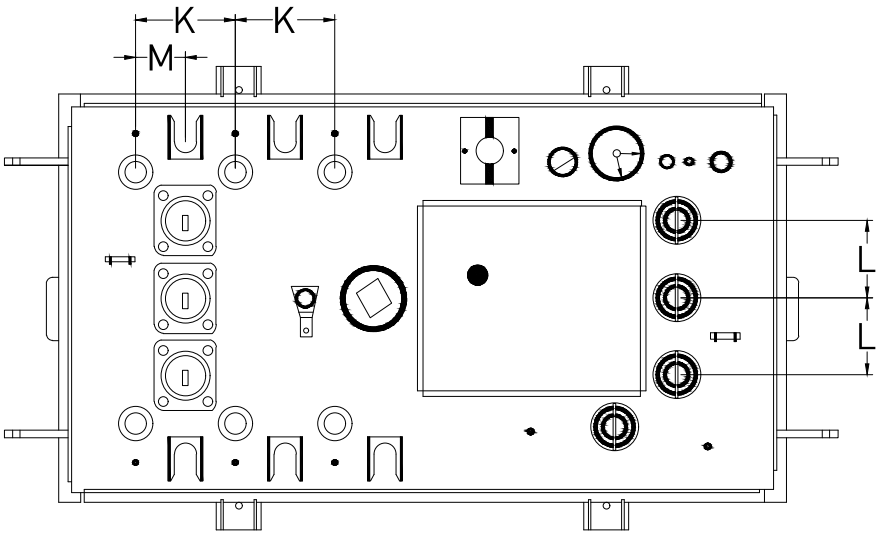
HOJA 1 DE 1

Nº 1

DIN-A4

CAD: PL020100 – CTSS DIMENSIONES 13.2 Y 34.5 KV.DWG 11/09/2020 6:10 PM

FORMATO: IT.05093.ES-TI-FO.07



Potencia kVA	Bornas de BT	Separación de los conectores primarios aislados (kV)					
		8.3 y 8.3/14.4 (mm)		15.2 y 15.2/26.3 (mm)		21.1 y 21.1/36.5 (mm)	
	L	K	M	K	M	K	M
300	130	230	115	300	165	360	180
500	150	230	115	300	165	360	180

..		.	.	.	.	.
EDIC	FECHA	DD	TP	RVS	APR	EDITADO PARA

ESCALA: 1/3

ID. CLIENTE

TITULO PROYECTO:

PROYECTO TIPO CENTROS DE TRANSFORMACIÓN Y SECCIONAMIENTO SUBTERRÁNEOS SUMERGIBLES

TITULO PLANO:

CENTRO DE TRANSFORMACIÓN SUBTERRÁNEO SUMERGIBLE LOCALIZACIÓN DE BORNAS PRIMARIAS Y SECUNDARIAS DE 13.2 Y 34.5 kV

Naturgy

Código: PL020200

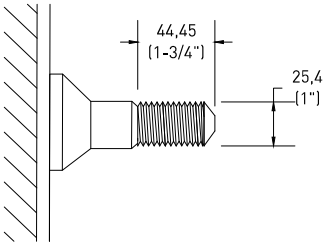
HOJA 1 DE 1

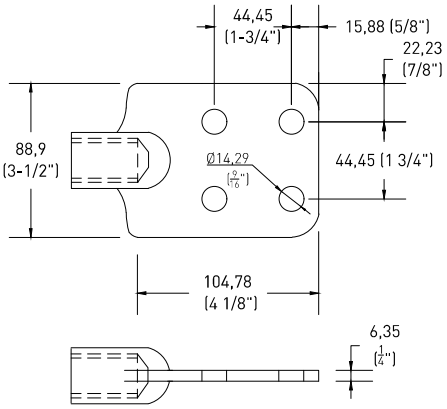
Nº 1

DIN-A4

CAD: PL020200 – CTSS LOCALIZACION DE BORNAS PRIMARIAS Y SECUNDARIAS 13.2 Y 34.5 KV.DWG 11/09/2020 6:13 PM

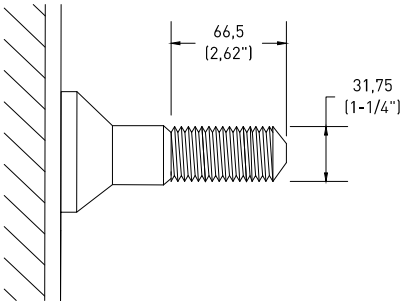
FORMATO: IT.05093.ES-TI-FO.07

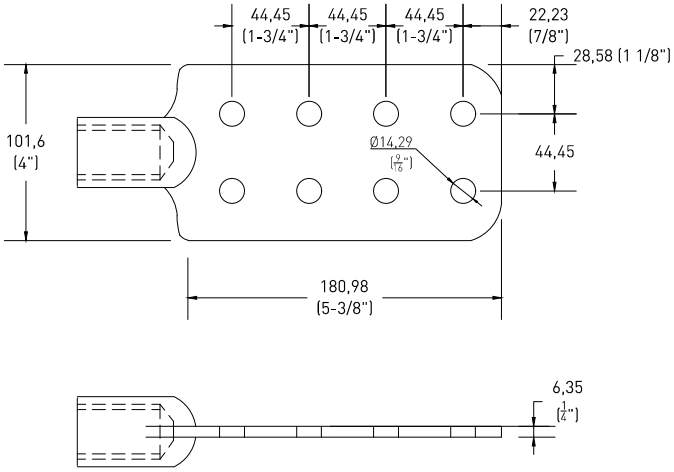




SALIDA BAJA TENSION ROSCADA de 1"Ø CON PALA PARA:

Potencias kVA	Voltaje del Secundario (V)
300	208Y/120
300 - 500	480Y/277; 480





SALIDA BAJA TENSION ROSCADA de 1 1/4"Ø CON PALA PARA:

Potencias kVA	Voltaje del Secundario (V)
300 - 500	120/240; 480
500	208Y/120
750	480Y/277; 480

Todas las cotas en mm (pulgadas)

--		.	.	.	.	.
EDIC	FECHA	DD	TP	RVS	APR	EDITADO PARA

ESCALA: 1/3

ID. CLIENTE

TITULO PROYECTO:

PROYECTO TIPO CENTROS DE TRANSFORMACIÓN Y SECCIONAMIENTO SUBTERRÁNEOS SUMERGIBLES

TITULO PLANO:

CENTRO DE TRANSFORMACIÓN SUBTERRÁNEO SUMERGIBLE BORNAS DE BAJA TENSIÓN ENTRADA-SALIDA 300-750 kVA 13.2 Y 34.5 kV

Naturgy

Código: PL020300

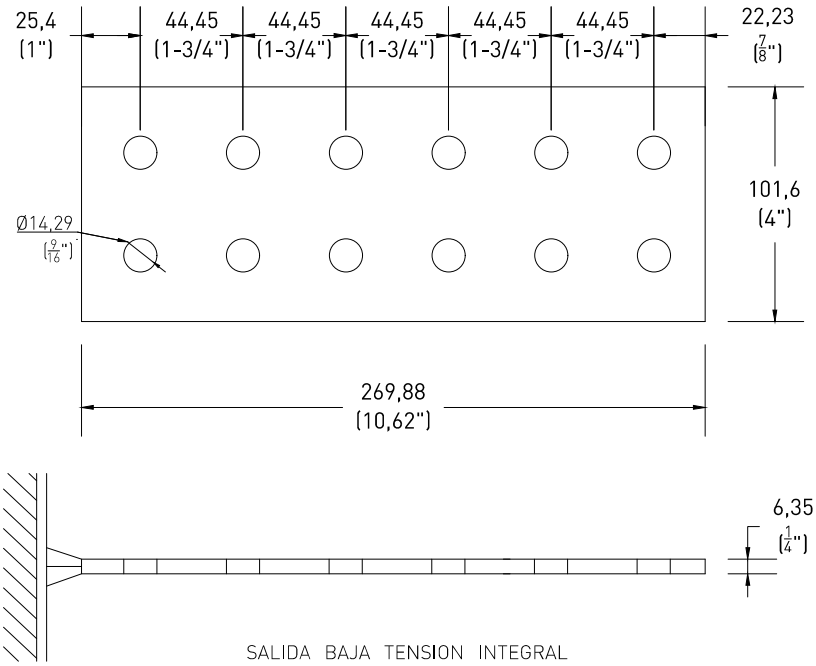
HOJA 1 DE 1

Nº 1

DIN-A4

CAD: PL020300 – CTSS BORNAS BT ES 300–750 KVA 13.2 Y 34.5 KV.DWG 11/09/2020 6:14 PM

FORMATO: IT.05093.ES-TI-FO.07



SALIDA BAJA TENSION INTEGRAL
TIPO PALA PARA:

Potencias kVA	Voltaje del Secundario (V)
1000 - 1500	480Y/277; 480
750 - 1000	208Y/120

..		.	.	.	.	.
EDIC	FECHA	DD	TP	RVS	APR	EDITADO PARA

ESCALA: 1/3

ID. CLIENTE

TITULO PROYECTO:
PROYECTO TIPO CENTROS DE TRANSFORMACIÓN Y SECCIONAMIENTO SUBTERRÁNEOS SUMERGIBLES

TITULO PLANO:
CENTRO DE TRANSFORMACIÓN SUBTERRÁNEO SUMERGIBLE BORNAS DE BAJA TENSIÓN ENTRADA-SALIDA 750-1500 kVA 13.2 Y 34.5 kV

Naturgy

Código: PL020400

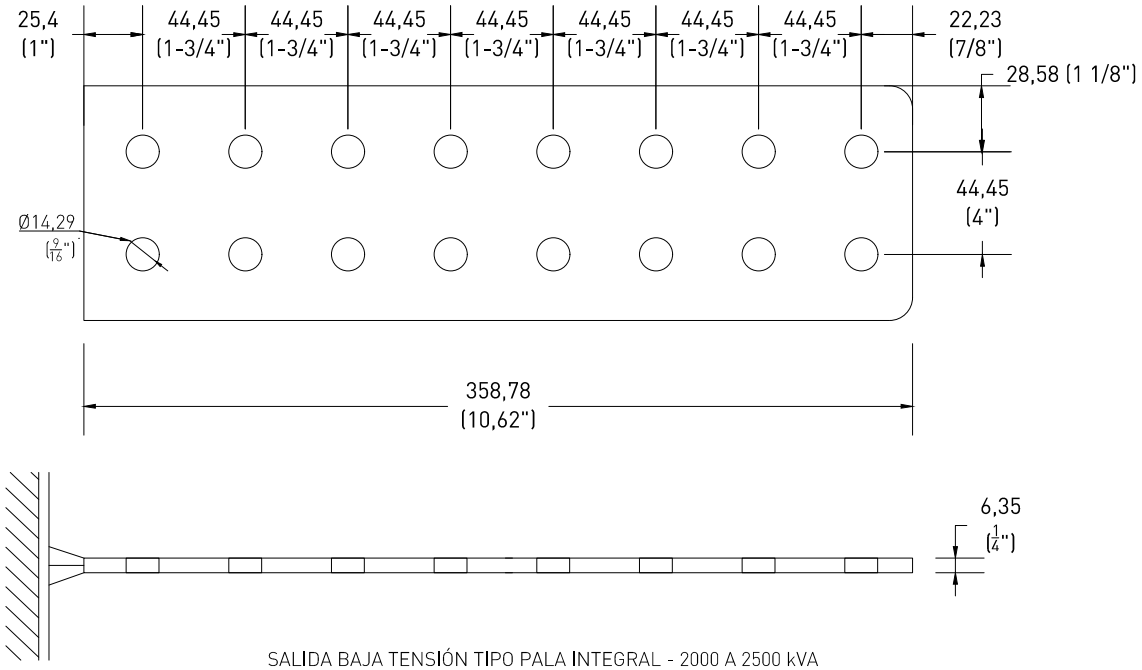
HOJA 1 DE 1

Nº 1

DIN-A4

CAD: PL020400 – CTSS BORNAS BT ES 750–1500 KVA 13.2 Y 34.5 KV.DWG 11/09/2020 6:15 PM

FORMATO: IT.05093.ES-TI-FO.07



SALIDA BAJA TENSIÓN TIPO PALA INTEGRAL - 2000 A 2500 kVA

..		.	.	.	.	.
EDIC	FECHA	DD	TP	RVS	APR	EDITADO PARA

ESCALA: 1/3

ID. CLIENTE

TITULO PROYECTO:

PROYECTO TIPO CENTROS DE TRANSFORMACIÓN Y SECCIONAMIENTO SUBTERRÁNEOS SUMERGIBLES

TITULO PLANO:

CENTRO DE TRANSFORMACIÓN SUBTERRÁNEO SUMERGIBLE BORNAS DE BAJA TENSIÓN ENTRADA-SALIDA 2000-2500 kVA 13.2 Y 34.5 kV

Naturgy

Código: PL020500

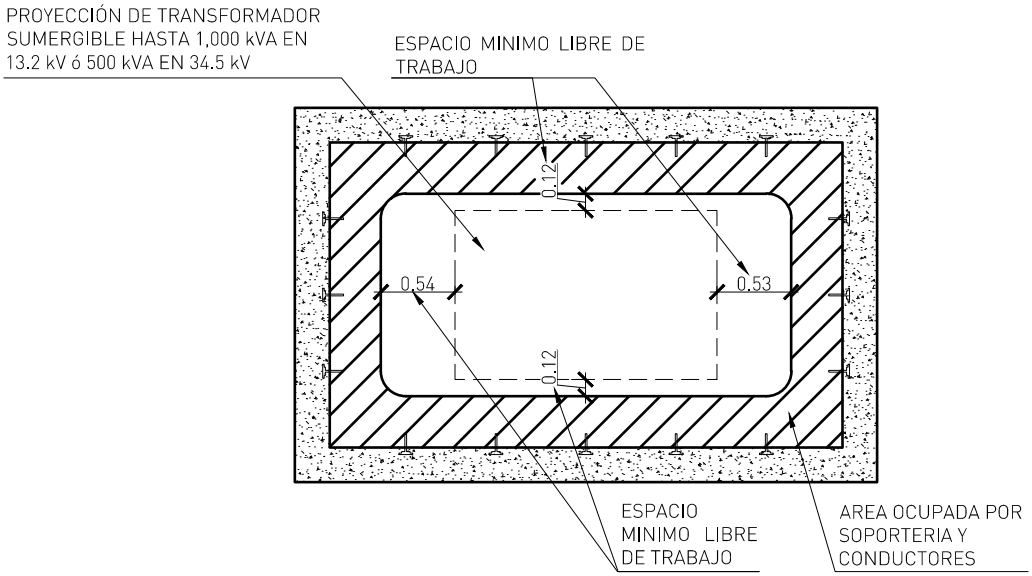
HOJA 1 DE 1

Nº 1

DIN-A4

CAD: PL020500 – CTSS BORNAS BT ES 2000–2500 KVA 13.2 Y 34.5 KV.DWG 11/09/2020 6:17 PM

FORMATO: IT.05093.ES-TI-FO.07



CAMARA C-1D - DELIMITACIÓN EN ZONA DE TRABAJO

VISTA DE PLANTA

..		.	.	.	.	.
EDIC	FECHA	DD	TP	RVS	APR	EDITADO PARA

ESCALA: 1/50

ID. CLIENTE

TITULO PROYECTO:

PROYECTO TIPO CENTROS DE TRANSFORMACIÓN Y SECCIONAMIENTO SUBTERRÁNEOS SUMERGIBLES

TITULO PLANO:

CENTRO DE TRANSFORMACIÓN SUBTERRÁNEO SUMERGIBLE DELIMITACIÓN ZONAS DE TRABAJO E INSPECCIÓN C-1D

Naturgy

Código: PL030100

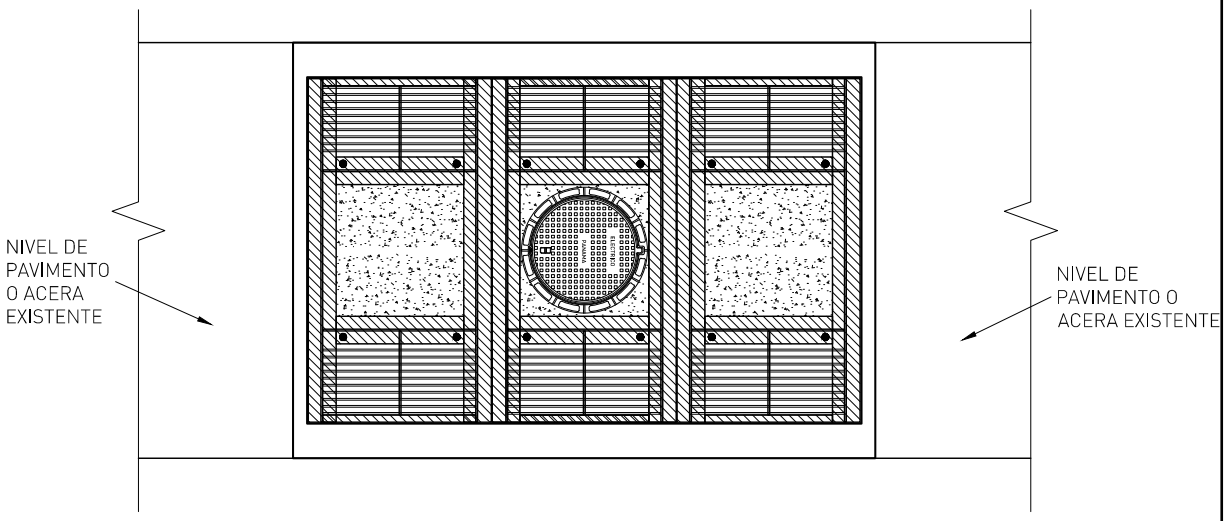
HOJA 1 DE 1

Nº 1

DIN-A4

CAD: PL030100 – CTSS DELIMITACION ZONAS DE TRABAJO E INSPECCION C-1D.DWG 16/12/2020 3:21 PM

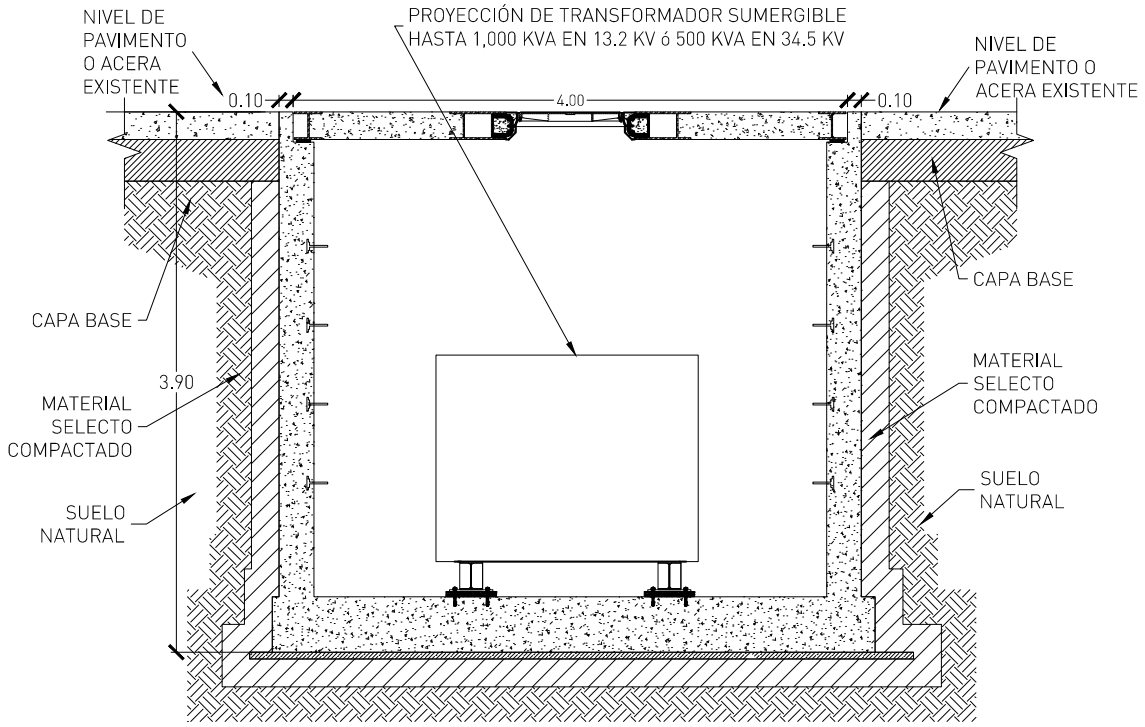
FORMATO: IT.05093.ES-TI-FO.07



ESQUEMA DE INSTALACIÓN - CAMARA C-1D

VISTA DE PLANTA **ESC: 1/50**

VISTA DE PLANTA **ESC: 1/50**



ESQUEMA DE INSTALACIÓN - CAMARA C-1D

SECCION **ESC: 1/50**

..		.	.	.	.	.
EDIC	FECHA	DD	TP	RVS	APR	EDITADO PARA

ESCALA: 1/50

TITULO PROYECTO:

PROYECTO TIPO CENTROS DE TRANSFORMACIÓN Y SECCIONAMIENTO SUBTERRÁNEOS SUMERGIBLES

Naturgy

Código: PL030100 (A)

ID. CLIENTE

TITULO PLANO:

CENTRO DE TRANSFORMACIÓN SUBTERRÁNEO SUMERGIBLE
ESQUEMA DE INSTALACIÓN C-1D

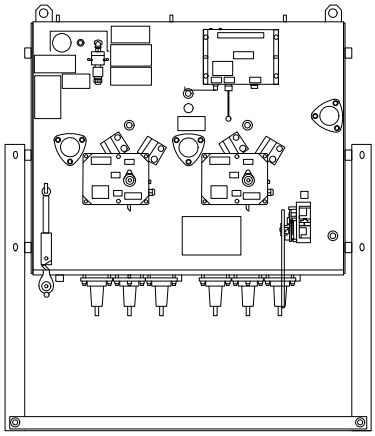
HOJA 1 DE 1

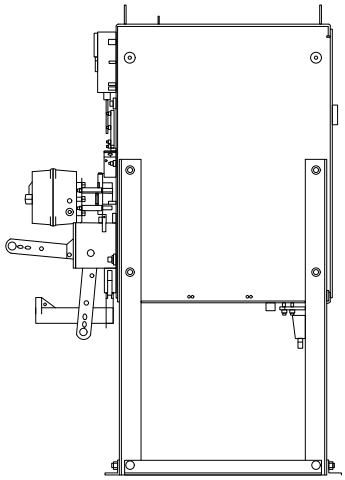
Nº 1

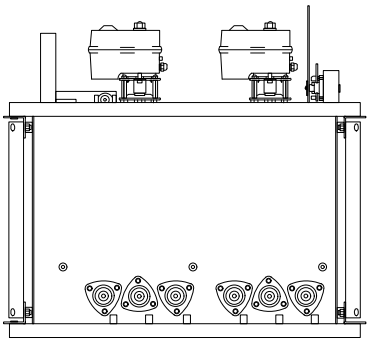
DIN-A4

CAD: PL030100 (A) – CTSS ESQUEMA DE INSTALACION C-1D.DWG 16/12/2020 3:32 PM

FORMATO: IT.05093.ES-TI-FO.07







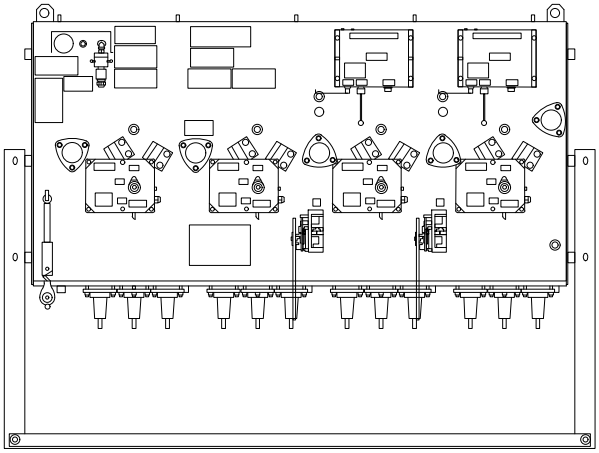
..		.	.	.	.	.
EDIC	FECHA	DD	TP	RVS	APR	EDITADO PARA

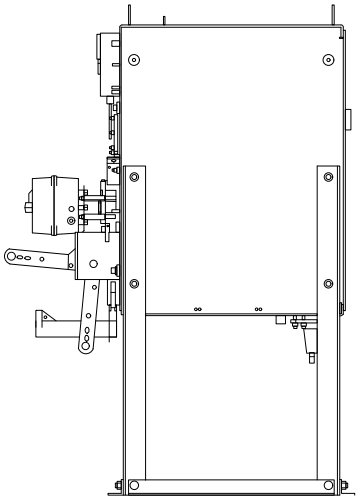
ESCALA: 1/3	TITULO PROYECTO: **PROYECTO TIPO CENTROS DE TRANSFORMACIÓN Y SECCIONAMIENTO SUBTERRÁNEOS SUMERGIBLES**	Naturgy
ID. CLIENTE	TITULO PLANO: CENTRO DE SECCIONAMIENTO SUBTERRÁNEO SUMERGIBLE 2 VÍAS 13.2 Y 34.5 kV	Código: PL040100
		HOJA 1 DE 1
		Nº 1

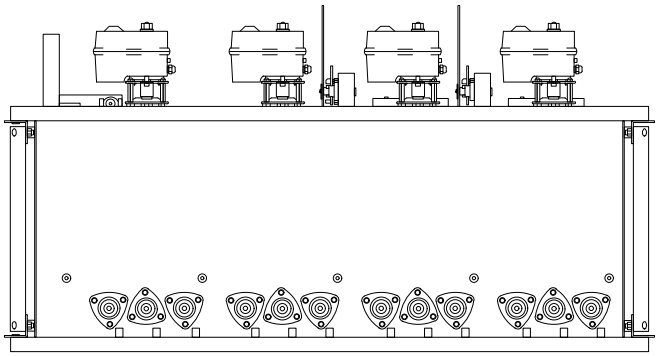
DIN-A4

CAD: PL040100 – CSSS 2 VIAS 13.2 Y 34.5 KV.DWG 31/08/2020 7:33 AM

FORMATO: IT.05093.ES-TI-FO.07







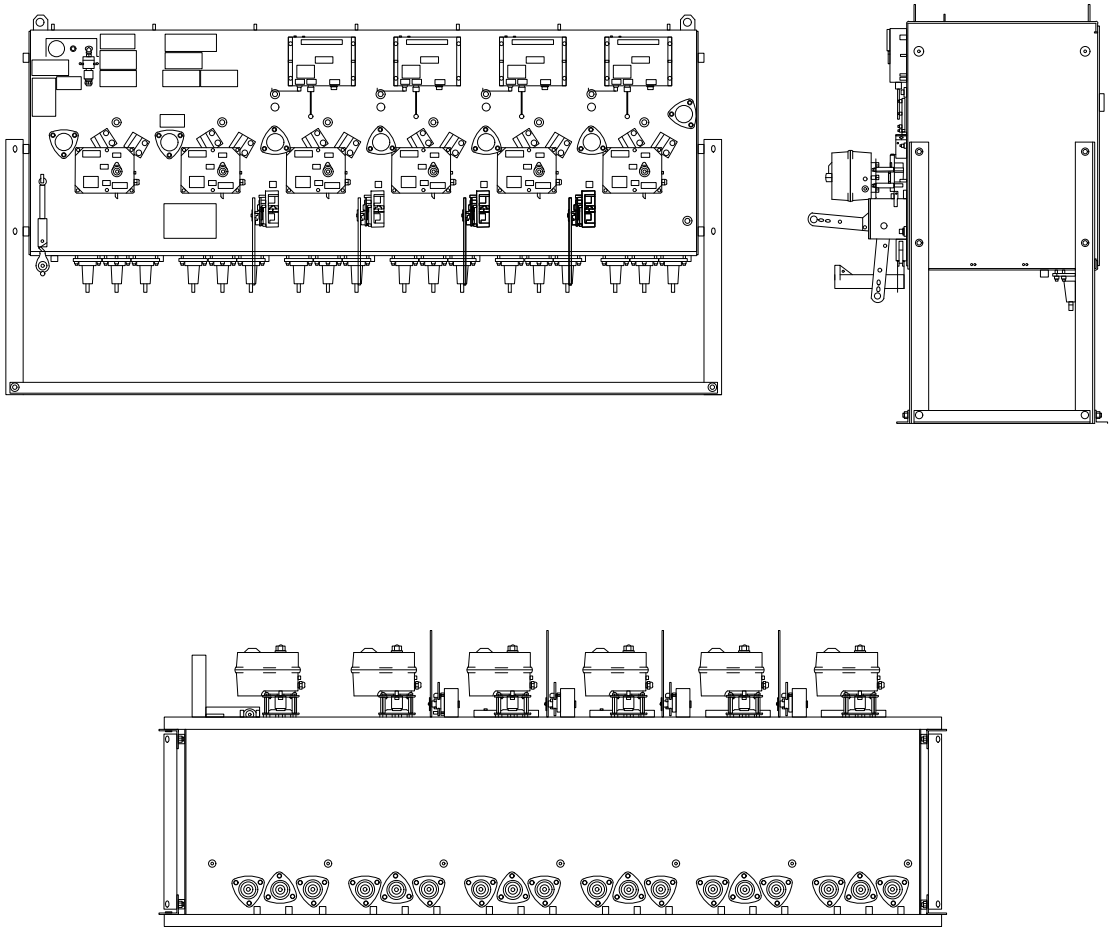
..		.	.	.	.	.
EDIC	FECHA	DD	TP	RVS	APR	EDITADO PARA

ESCALA: 1/3	TITULO PROYECTO: **PROYECTO TIPO CENTROS DE TRANSFORMACIÓN Y SECCIONAMIENTO SUBTERRÁNEOS SUMERGIBLES**	Naturgy
ID. CLIENTE	TITULO PLANO: CENTRO DE SECCIONAMIENTO SUBTERRÁNEO SUMERGIBLE 4 VÍAS 13.2 Y 34.5 kV	Código: PL040200
		HOJA 1 DE 1
		Nº 1

DIN-A4

CAD: PL040200 – CSSS 4 VIAS 13.2 Y 34.5 KV.DWG 31/08/2020 7:33 AM

FORMATO: IT.05093.ES-TI-FO.07



..		.	.	.	.	.
EDIC	FECHA	DD	TP	RVS	APR	EDITADO PARA

ESCALA: 1/3

ID. CLIENTE

TITULO PROYECTO:

PROYECTO TIPO CENTROS DE TRANSFORMACIÓN Y SECCIONAMIENTO SUBTERRÁNEOS SUMERGIBLES

TITULO PLANO:

CENTRO DE SECCIONAMIENTO SUBTERRÁNEO SUMERGIBLE 6 VÍAS 13.2 Y 34.5 kV

Naturgy

Código: PL040300

HOJA 1 DE 1

Nº 1

DIN-A4

CAD: PL040300 – CSSS 6 VIAS 13.2 Y 34.5 KV.DWG 31/08/2020 7:33 AM

FORMATO: IT.05093.ES-TI-FO.07