

**ESPECIFICACIÓN TÉCNICA**

**CRITERIOS DE DISEÑO DE OBRAS CIVILES**

**COCHABAMBA - BOLIVIA**

**TABLA DE CONTENIDO**

[1. INTRODUCCIÓN Y NORMATIVA 4](#_Toc530164933)

[2. UBICACIÓN Y CARACTERÍSTICAS AMBIENTALES DEL SITIO 5](#_Toc530164934)

[2.1 UBICACIÓN GEOGRÁFICA 5](#_Toc530164935)

[2.2 CARACTERÍSTICAS AMBIENTALES 7](#_Toc530164936)

[3. ALCANCE DE LOS DISEÑOS 8](#_Toc530164937)

[3.1 PLANOS GENERALES DE OBRAS CIVILES 9](#_Toc530164938)

[3.2 MEMORIAS DE CÁLCULO 9](#_Toc530164939)

[4. ESTUDIOS 9](#_Toc530164940)

[4.1 ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS 10](#_Toc530164941)

[4.2 ESTUDIO GEOTECNICO 10](#_Toc530164942)

[4.3 ESTUDIO HIDROLÓGICO Y ESTUDIOS HIDRAULICOS 10](#_Toc530164943)

[5. CRITERIOS DE DISEÑO 11](#_Toc530164944)

[5.1 GENERALIDADES 11](#_Toc530164945)

[5.1 PLATAFORMA DE SUBESTACIÓN 12](#_Toc530164946)

[5.2 CAMINOS VECINALES Y VÍAS INTERNAS EXISTENTES 12](#_Toc530164947)

[5.3 VIA DE ACCESO A SUBESTACIÓN 12](#_Toc530164948)

[5.4 VÍAS INTERNAS 13](#_Toc530164949)

[5.5 PROTECCIÓN DE TALUDES 15](#_Toc530164950)

[5.6 ACABADO DE PATIO 15](#_Toc530164951)

[5.7 SISTEMA DE DRENAJES 16](#_Toc530164952)

[5.8 CERRAMIENTOS 18](#_Toc530164953)

[5.9 ZANJAS, CAJAS DE TIRO Y DUCTOS 18](#_Toc530164954)

[5.10 FUNDACIONES PARA PÓRTICOS Y EQUIPOS 19](#_Toc530164955)

[5.11 FUNDACIONES, MUROS DE HORMIGÓN ARMADO Y FOSOS PARA AUTOTRANSFORMADORES, REACTORES Y TRAFOS SS.AA. 21](#_Toc530164956)

[5.12 EDIFICACIONES 23](#_Toc530164957)

[5.13 RESERVORIOS ENTERRADOS 26](#_Toc530164958)

[5.14 OTRAS OBRAS CIVILES 27](#_Toc530164959)

[5.15 INTEGRACIÓN DE OBRAS DE SUBESTACIÓN. 27](#_Toc530164960)

[6. ESTRUCTURAS METALICAS 27](#_Toc530164961)

[6.1 CARGAS 29](#_Toc530164962)

[6.2 COMBINACIONES DE CARGA Y FACTORES DE SOBRECARGA 31](#_Toc530164963)

[6.3 REVISIÓN DE LA INGENIERÍA DEL CONTRATISTA 34](#_Toc530164964)

[6.4 LISTA DE DOCUMENTOS 35](#_Toc530164965)

[6.5 PLANOS 36](#_Toc530164966)

[7. RESPONSABILIDAD Y OBLIGACIONES DEL CONTRATISTA 37](#_Toc530164967)

Especificaciones Técnicas de

CRITERIOS DE DISEÑO OBRAS CIVILES

# INTRODUCCIÓN Y NORMATIVA

Este documento presenta los principales criterios de diseño a partir de los cuales se realizarán las obras civiles requeridas en las subestaciones Padilla, Monteagudo y Camiri dentro del Proyecto Interconexión de Camiri al SIN.

El Contratista es responsable de la elaboración de recomendaciones técnicas en temas de tipos de materiales y temas constructivos, especial énfasis en nivel freático elevado, tomando como base las presentes especificaciones técnicas; siendo cualquier cambio o modificación a las especificaciones, una mejora a la práctica de la ingeniería civil y sólo se considerará si ENDE CORPORACIÓN la aprueba. No existe reajuste de precios ni plazo por una mejora en los materiales de construcción o temas constructivos en general.

Las especificaciones o normas bajo las cuales se deben ejecutar las obras se presentan en los diferentes módulos de Especificaciones de Obra Civil, o en los planos, o en las Normas Bolivianas y deben estar acorde con los requerimientos del Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental (EEIA) y con las resoluciones vigentes expedidas por el Ministerio del Medio Ambiente y Agua. Son documentos complementarios a estas especificaciones:

* ESTUDIO DE GEOTECNIA
* OBRAS CIVILES GENERALES
* MOVIMIENTO DE TIERRAS
* OBRAS CIVILES GENERALES
* CANALIZACIONES Y DRENAJES
* OBRAS CIVILES COMPLEMENTARIAS

Los diseños serán realizados por el contratista con base en las Especificaciones Técnicas del Proyecto y a las siguientes normativas:

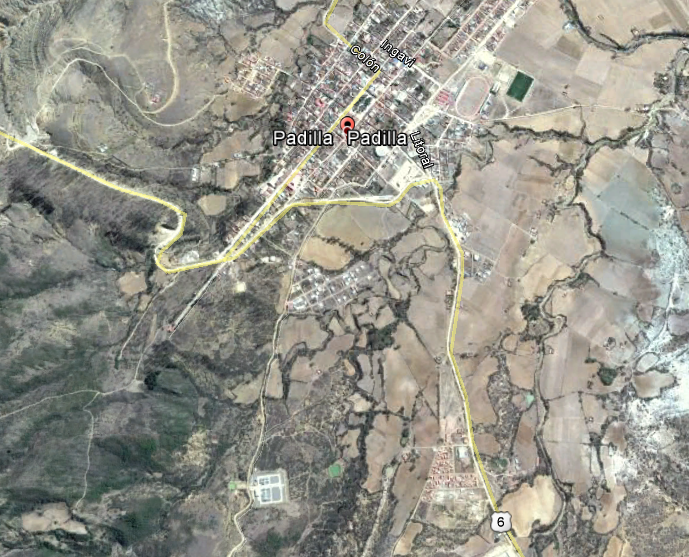
* Norma Boliviana de Diseño Sísmico – NBDS 2006
* American Concrete Institute – ACI 318-11 o superior
* Uniform Building Code 1997.
* International Building Code 2003.
* AASHTO: American Association of State Highway and Transportation Officials.
* AASHO: Standard Specification for Highway Materials and Methods of Sampling and Testing.
* ISC: American Institute of Steel Construction.
* AISI: American Iron and Steel Institute.
* ASCE: American Society of Civil Engineers.
* Norma ASCE-74.ASTM: American Society for Testing and Materials.
* AWS: American Welding Society.
* IES: Illuminating Engineering Society.
* IEC: International Electro technical Commission.
* NFPA: National Fire Protection Association.
* Applied Hydrology, Ven Te Chow & Larry W. Mays

# UBICACIÓN Y CARACTERÍSTICAS AMBIENTALES DEL SITIO

## UBICACIÓN GEOGRÁFICA

* **Subestación Padilla 115 kV:**

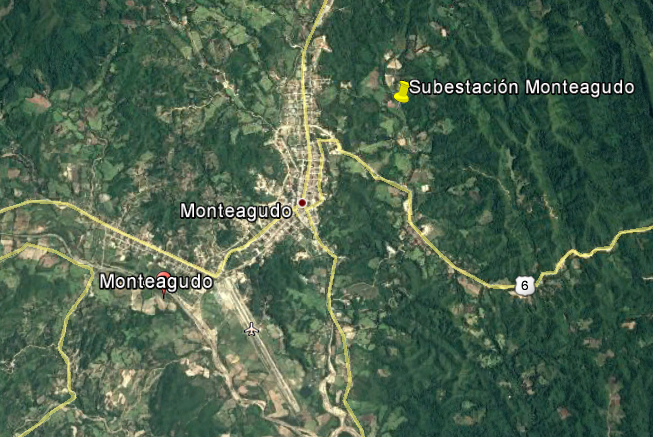
El terreno de la subestación es de propiedad de ENDE CORPORACIÓN, se encuentra ubicado en provincia de Tomina, en el departamento de Chuquisaca, al sudeste del país. Las coordenadas en UTM son: Zona 20 K; Este 362826,38 mE; Norte 7863113,31 mS.

Figura 1. Localización subestación Padilla 115 kV

**SUBESTACIÓN PADILLA**

* **Subestación Monteagudo 115/24.9 kV:**

La nueva subestación Monteagudo, se encuentra ubicada en la localidad de la Provincia Hernando Siles del sudoeste de Bolivia, en el departamento de Chuquisaca, rodeado de sierras montañosas que van en dirección norte-sur abundantemente cubiertas de vegetación. Las coordenadas en UTM son: Zona 20 K; Este 401357,00 mE; Norte 7811398,00 mS.

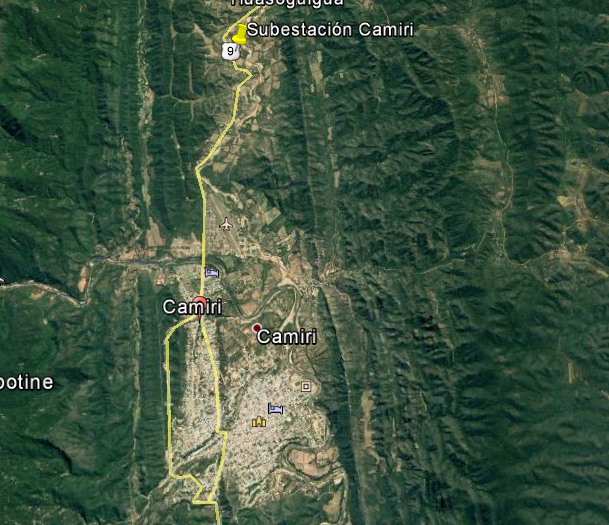


**SUBESTACIÓN MONTEAGUDO**

Figura 2. Localización subestación Monteagudo 115/24.9 kV

* **Subestación Camiri 115 kV:**

La nueva subestación Camiri 115 kV, se encuentra ubicada al Sudeste de Bolivia, en la región conocida como el Chaco Boliviano. 295 Km. al Sur de la ciudad de Santa Cruz de la Sierra, capital del Departamento de Santa Cruz. Al pie del cerro “Sararenda” y a orillas del río “Parapetí”. Las coordenadas en UTM son: Zona 20 K; Este 444861,25 mE; Norte 7791173,43 mS.



**SUBESTACIÓN CAMIRI**

Figura 3. Localización subestación Camiri 115 kV

Los sitios de las subestaciones son accesibles. Es obligación del Proponente verificar las condiciones topográficas y climáticas de los sitios de tal forma de objetivar los precios de su oferta y no ser causa de reclamos posteriores.

## CARACTERÍSTICAS AMBIENTALES

Las características de los sitios, tomadas como valores de entrada en el diseño electromecánico, son:

Tabla 1. Características de los sitios

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Característica** | | **Unidad** | **Subestación** | **Subestación** | **Subestación** |
| **Padilla 115 kV** | **Monteagudo 115/24.9 kV** | **Camiri 115 kV** |
| 1. | Altura sobre el nivel del mar | m | 2100 | 1133 | 811 |
| 2. | Temperatura |  |  |  |  |
| 2.1. | - Máxima promedio (anual) | ºC | 26 | 32 | 34 |
| 2.2. | - Promedio (anual) | ºC | 18 | 21.6 | 22.5 |
| 2.3. | - Mínima promedio (anual) | ºC | 7 | 11 | 12 |
| 3. | Humedad relativa | % | 90 | 90 | 90 |
| 4. | Precipitación promedio anual | mm | 120 | 135 | 147 |
| 5. | Velocidad del viento para diseño | km/h | 50 | 50 | 50 |
| 6. | Aceleración en suelo, Ao/g | g | 0,12 | 0,12 | 0,12 |
| 7. | Nivel de contaminación ambiental (IEC/TS 60815-1) |  | Media | Media | Media |
| 8. | Radiación solar Qs (IEEE Std. 738-2006) | kWh/m2 - dia | 5.7 | 5.4 | 4.8 |

# ALCANCE DE LOS DISEÑOS

Este capítulo tiene como objeto describir guías de diseño en los aspectos pertinentes a planos, manuales, pruebas y memorias de cálculo.

ENDE CORPORACIÓN en el futuro podrá hacer uso de toda la documentación técnica que se produzca dentro del desarrollo del Contrato, sin ninguna restricción y cuando lo considere conveniente, ya sea en el desarrollo de este Contrato, en el desarrollo de contratos con otras firmas o en el desarrollo de actividades internas y del sector eléctrico.

Asimismo, el Contratista debe tener en cuenta que los costos que se derivan de lo estipulado en este capítulo deben estar incluidos en los gastos de administración.

Toda la documentación relacionada con el proyecto debe utilizar el sistema internacional de unidades, “Sistema Internacional”.

El Contratista debe someter a la aprobación de ENDE CORPORACIÓN, el material y la calidad de los documentos en cuanto a la calidad del papel, tipo de tinta, forma de presentación, etc., para los segundos originales, reproducibles, copias de planos y en general para toda la información que suministre en forma digital e impresa.

En este documento se detallan los trabajos que realizará el contratista con relación a Estudios Geotécnicos, Movimiento de Tierras, O.C. Generales, Canalizaciones y Drenajes, Edificaciones y O.C. Complementarias, de manera enunciativa y no limitativa, debiendo realizar las actividades necesarias para la culminación exitosa del proyecto.

## PLANOS GENERALES DE OBRAS CIVILES

Después de la firma de contrato, el contratista deberá presentar los siguientes planos generales para la aprobación de ENDE CORPORACIÓN:

* Instalación de faenas y campamentos,
* Sistema de drenajes pluviales y sanitarios.
* Vías de acceso.
* Disposición de vías internas.
* Cerramiento perimetral y puertas de acceso (disposición en planta).
* Cimentaciones de pórticos.
* Cimentaciones de equipos.
* Cimentaciones de transformador de potencia (Incluye foso de almacenamiento de aceite).
* Cimentaciones de reactor de potencia (Incluye foso de almacenamiento de aceite).
* Cimentaciones de banco de capacitores.
* Tanques de almacenamiento de aceite.
* Muros cortafuego de hormigón armado.
* Sala de control, casetas de diámetro, bodega y demás edificaciones,
* Disposición general de fundaciones, zanjas y ductos.
* Cargas de conexión sobre soportes de equipos.
* Cargas de conexión sobre soportes de pórticos.
* Planos de diseño de soportes de equipos.
* Planos de diseño de soportes de pórticos.
* Otros solicitados en las especificaciones técnicas.

## MEMORIAS DE CÁLCULO

* De acuerdo a lo solicitado en los punto 4, 5 y 6.

# ESTUDIOS

Es responsabilidad del contratista realizar todos los estudios para elaborar la ingeniería del proyecto. De forma no limitativa, a continuación se explica los estudios mínimos que debe realizar el contratista.

## ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS

Los estudios topográficos deben realizarse en las áreas de proyecto y en las subestaciones existentes cercanas, con el fin de obtener una coherencia en los niveles de los pedestales de equipos y pórticos.

Los datos recolectados permitirán identificar los detalles encontrados, y los planos bimodales (planta – perfil) de las subestaciones con una escala horizontal mayor que 10 veces a la escala vertical para poder apreciar los desniveles, dichos planos contendrán:

* Curvas de nivel a 0.20 m de desnivel entre curvas
* Coordenadas del área de estudio
* Incluye levantamiento de la vía de acceso y obras existentes cercanas hasta una distancia suficiente que abarque las posibles salidas de la red de drenaje.

Los planos topográficos contendrán la información de los Puntos Base de Referencia y su amarre al sistema IGM, el cual debe corresponder al utilizado para la línea de transmisión.

El Contratista deberá realizar un levantamiento topográfico propio y ser presentado para la aprobación de ENDE CORPORACIÓN.

## ESTUDIO GEOTECNICO

Tendrán como objetivo determinar los parámetros para el diseño y la construcción de las obras en contacto con el suelo para garantizar un comportamiento adecuado de las edificaciones, fundaciones, taludes, rellenos y demás obras.

La especificación técnica “Estudio de Geotecnia” explica las características que debe contener este informe con base a estudios y ensayos in situ.

## ESTUDIO HIDROLÓGICO Y ESTUDIOS HIDRAULICOS

Estudios Hidrológicos (análisis) enlazados a sistemas de información geográfica, incluye:

* La obtención de todos los datos base necesarios (de empresas meteorológicas autorizadas, como ser Senhami, etc),
* Entrega de mapas SIG en formato editable,
* Análisis hidrológico de toda la sub-cuenca de aporte hacia la subestación, distribución de probabilidades y mapas SIG de toda el área de aporte a la subestación, incluye memoria de cálculo en base a datos existentes de SENAMHI.
* Entrega de mapas SIG en formato editable.
* Intensidades de lluvia y periodos de retorno,
* Tiempos de concentración,
* Entrega de registros debidamente sellados por senamhi u otro centro autorizado,
* Otros.

Estudios Hidráulicos, incluye:

* Diseño del sistema de drenaje en relación al punto 5.7.
* Análisis físico - químico de las aguas para construcción.
* Otros.

# CRITERIOS DE DISEÑO

## GENERALIDADES

En los planos se presentan aspectos como: una concepción general de la ubicación de los patios dentro del predio, disposición de las estructuras de pórticos y equipos, vías internas y de acceso, acabado de vías, sistema conceptual de drenaje aguas lluvias de los patios y zanjas, ubicación del cerramiento, localización de la casa de control, casetas de diámetro donde ello aplique, entre otros aspectos civiles.

Para la realización de los diseños se tendrá en cuenta normas mencionadas en el punto 1, considerando los espectros sísmicos y las velocidades de viento de diseño establecido para el proyecto, indicado en el documento de “criterios de diseño electromecánico” y “estudios eléctricos”.

Los materiales a utilizar serán:

* Concreto con resistencia característica mínima de f’c=210 kg/cm2 para todas las estructuras de concreto. En caso que se especifique algo diferente en los puntos 5.2 a 5.14, prevalecerá lo que se especifique en los puntos 5.2 a 5.14.
* Concreto f’c=100 kg/cm2 para capa de hormigón pobre.
* Concreto ciclópeo compuesto por un concreto con resistencia característica de f’c= 180 kg/cm2 adicionado con agregado ciclópeo cuyo tamaño no exceda de 20 cm y en una cantidad aproximada del 40% del volumen de la mezcla.
* Acero de refuerzo corrugado con límite de fluencia fy = 500 MPa. Se utilizaran barras de acero BELGO CA50.
* Tuberías de hormigón para drenaje de aceite.
* Tuberías en PVC esquema 40 o su equivalente para el sistema de abastos y sistemas de drenaje y para el sistema séptico en PVC tipo sanitaria.

## PLATAFORMA DE SUBESTACIÓN

ENDE CORPORACIÓN conformará la plataforma de la subestación.

ENDE CORPORACIÓN informa que utilizará el material de corte del mismo lugar para la conformación de rellenos compactados.

## CAMINOS VECINALES Y VÍAS INTERNAS EXISTENTES

Para los caminos vecinales existentes, el contratista realizará un mejoramiento puntual donde sea requerido, ya sea por falta de mantenimiento o carencia en la estructura de la vía (sub base y base). Es obligación del contratista visitar la zona para elaborar su propuesta económica.

Notas aclaratorias:

*El mantenimiento y mejoramiento eventual de cualquier camino vecinal es a cuenta y costo del contratista.*

*Es responsabilidad del contratista ubicar los botaderos y banco de préstamo. Los mismos deberán ser gestionados por el contratista y bajo la autorización del propietario o comunidad.*

## VIA DE ACCESO A SUBESTACIÓN

ENDE CORPORACIÓN conformará la vía de acceso de la subestación, se utilizará el material de corte del mismo lugar para la conformación de rellenos compactados.

El contratista llave en mano realizará un cambio de material (capa sub base y base), con un ancho de banca mínimo de 6 m en toda la longitud del camino de acceso. De la misma forma, el contratista realizará el suministro e instalación de enlosetado para todo el acceso de ENDE CORPORACIÓN (ver plano P143CAR30P600-H1). La longitud de vía de acceso establecida en los planos del pliego de Condiciones, es la mínima referencial. No existirá reajuste de precios con respecto a la longitud final de vía de acceso.

Las vías estarán delimitadas con bordillos de concreto prefabricados o vaciados en el sitio, los cuales sobresaldrán 0.10 m sobre estas. Los bordillos tendrán mínimamente 0.4 m de altura y 0.15 m de espesor en su parte superior.

Nota aclaratoria:

*El mejoramiento, cambio de material e instalación de losetas hexagonales en la vía de acceso a Subestación es a cuenta y costo del contratista.*

*Es responsabilidad del contratista ubicar los botaderos y banco de préstamo. Los mismos deberán ser gestionados por el contratista y bajo la autorización del propietario o comunidad.*

### Planos, Memorias de cálculo y demás información Técnica

* Plano de vista en detalle de la vía de acceso a subestación (secciones obtenidas, progresivas, alineamientos, etc.)
* Plano de vista en corte con la situación actual y situación con proyecto.
* Plano de vista en detalle de la vía de acceso a subestación (secciones obtenidas, progresivas, alineamientos, etc.).
  + - Volúmenes de corte, relleno, cambio de material para la ejecución de obras.
* Plano de Alcantarillas para vía de acceso a subestación y cabezales de hormigón armado.
* Archivo fuente del Software: AutoCAD Civil 3D con todo el detalle del diseño realizado, está permitido realizar diseños en un software diferente, sin embargo, se deberá entregar la importación con todos los detalles en el programa Civil 3D y bajo formato de ENDE CORPORACIÓN.

## VÍAS INTERNAS

Las vías internas se diseñarán con acabado en losetas prefabricadas de hormigón y deberán cumplir con los siguientes anchos y especificaciones:

* El mejoramiento de las vías internas en un espesor adecuado es responsabilidad del contratista (Incluye cambio de material con material sub-base y base). La estructura se comprobará a partir de los parámetros de resistencia del suelo mediante el ensayo CBR.
* La instalación de loseta hexagonal prefabricada de hormigón aplica a la(s) subestación(es), incluye corte/relleno (con material de banco de préstamo de ser necesario) para su correcta instalación.
* Las vías principales para el acceso a transformadores y reactores en patio serán de 6,0 m de ancho con sobre anchos en las curvas y/o zonas de maniobra según se requiera para el acceso de vehículos de carga y transporte.
* Las vías de acceso en patios 115 kV serán de 6,0 m de ancho.
* El radio de curvatura hacia el interior de las vías será mayor a 10,0 m. El radio de curvatura de las vías de circulación interna y vía de acceso deberán ser amplias para el paso de un lowboy (para transporte de Transformador y Reactor).
* Las vías de servicio para facilitar el montaje y mantenimiento de estructuras y equipos consistirán en un corredor con acabado de patio y delimitación con sardineles y tendrán un ancho de 4 m.
* Es responsabilidad del contratista ubicar los botaderos y banco de préstamo. Los mismos deberán ser gestionados por el contratista y bajo la autorización del propietario o comunidad.

Las vías estarán delimitadas con bordillos de concreto prefabricados o vaciados en el sitio, los cuales sobresaldrán 0.10 m sobre estas. Los bordillos tendrán mínimamente 0.4 m de altura y 0.15 m de espesor en su parte superior.

Queda claramente establecido que las longitudes de vías internas establecida en los planos del pliego de Condiciones, son las mínimas referenciales. No existirá reajuste de precios con respecto a la longitud final de vías internas.

### Planos, Memorias de cálculo y demás información Técnica

* Plano de vista en detalle de las vías de circulación y vía de acceso a subestación (secciones obtenidas, progresivas, alineamientos, etc.)
* Plano de vista en corte con la situación actual y situación con proyecto.
* Plano de vista en detalle de vías de circulación a subestación (secciones obtenidas, progresivas, alineamientos, etc.).
  + - Volúmenes de corte, relleno, cambio de material para la ejecución de obras.
* Archivo fuente del Software: AutoCAD Civil 3D con todo el detalle del diseño realizado, está permitido realizar diseños en un software diferente, sin embargo, se deberá entregar la importación con todos los detalles en el programa Civil 3D y bajo formato de ENDE CORPORACIÓN.

## PROTECCIÓN DE TALUDES

ENDE CORPORACIÓN conformará los taludes y revestirá los mismos.

La construcción de las salidas del sistema de drenaje (a construir por el contratista llave en mano) incluye la reposición de obras (en hormigón armado u otros) que ENDE CORPORACIÓN haya realizado en taludes, cerco de malla olímpica, drenaje perimetral exterior u otros.

## ACABADO DE PATIO

Se tendrá una capa de grava de mínimo 0.10 m de espesor, con la granulometría requerida en las especificaciones.

Queda claramente establecido que las áreas establecidas en los planos del pliego de Condiciones, son las mínimas referenciales. No existirá reajuste de precios con respecto a al área final de suministro y extendido de grava.

### Planos, Memorias de cálculo y demás información Técnica

* Elaboración de Planos y detalles, cómputos métricos. El área mínima de grava a ser suministrada y extendida por el contratista está definida en los planos de Licitación.
* Suministro y extendido de grava seleccionada de 2 a 2 1/2” o lo que indique la supervisión en el área mostrada en los planos de licitación, incluye dos zarandeados, perfilado de la plataforma y compactación previa. Para suelos no cohesivos y para la zona cercana al cerco perimetral, el contratista deberá realizar un cambio de suelo en 20cm de profundidad con el fin de que la grava no se quede perdida inmersa en el suelo, queda claramente establecido que este cambio de material tiene un costo prorrateado al suministro y extendido de la grava.

## SISTEMA DE DRENAJES

El contratista es responsable de la ingeniería y construcción de la red de drenaje de la subestación, drenaje perimetral interior, salidas de la red de drenaje, vías de circulación interna, acceso y reposición de obras existentes de ENDE CORPORACIÓN por la construcción del sistema del sistema de drenaje.

Se considera parte del sistema de drenaje, el sistema aceitoso que van desde las bancadas de reactores y transformadores, hacia los tanques de aceite.

Para el sistema de drenaje de las aguas lluvias en patios (incluido el drenaje perimetral interior), el contratista deberá manejar las aguas lluvias mediante un sistema de tuberías filtros y colectores, complementado con cunetas y canales abiertos cuando las condiciones del terreno lo requieran, además las cunetas abiertas contarán con un sistema de rejillas metálicas y deberán tener la suficiente profundidad para que puedan pasar por debajo de las zanjas de cables.

Las tuberías para filtros y colectores se construirán utilizando tubería PVC esquema 40 y serán dimensionadas para trabajar al 75% de su capacidad máxima a flujo libre con las lluvias máximas correspondientes a la intensidad propia de la zona considerando las épocas con registros históricos de lluvia.

Las vías serán diseñadas de modo que su escurrimiento sea natural hacia los patios o el exterior previendo pasos en los bordillos u elementos que la delimitan.

El contratista construirá el sistema de drenaje pluvial de la subestación considerando la información topográfica, tipo de suelo y subsuelo, vía de acceso a subestación, la protección perimetral interior de la subestación. El contratista deberá considerar en su diseño de forma obligatoria, el crecimiento futuro para la previsión de cotas, posición de tuberías y canales.

El contratista deberá unir los sistemas de drenajes de la subestación existente Padilla 115 kV, con la nueva red de drenaje; debiendo el contratista considerar para el diseño de tuberías y canales, el aporte de la red de drenaje de la subestación existente.

En caso que la construcción de las salidas de drenaje (a construir por el contratista) afecten a obras existentes, el contratista es el único responsable de la reposición de obras (en hormigón armado u otros) que ENDE CORPORACIÓN haya realizado en taludes, cerco de malla olímpica, drenaje perimetral exterior u otros, es decir, parte de los trabajos del contratista es la reposición o re-construcción de cualquier obra que haya sido ejecutado previamente por ENDE CORPORACIÓN.

Queda claramente establecido, que el (los) sistema(s) de drenaje perimetral interior necesarios para la recolección y manejo del agua pluvial son parte del sistema de drenaje a construir por el contratista, mismos que por ningún motivo incurren en un costo adicional y/o plazo adicional.

Las tuberías de la red de aguas lluvias y la red exterior de aguas residuales se construirán en tubería PVC esquema 40 y las tuberías para drenaje de aceite se construirán con tubería de hormigón.

El diseño del sistema de drenaje aceitoso para el banco de reactores debe considerar y prever cotas para la instalación de ocho reactores con la salida al tanque de aceite a construir por el contratista.

### Planos, Memorias de cálculo y demás información Técnica

* Elaboración de sistemas hidráulicos internos, drenaje perimetral interior, salidas de la red de drenaje y de alcantarillado de las edificaciones de la subestación.
* Elaboración de sistemas hidráulicos y sanitarios para las edificaciones. Incluye memoria de cálculo.
* Elaboración del sistema de drenaje aceitoso.
* Elaboración de planos en planta y secciones longitudinales de la red de drenaje pluvial para la subestación (con cotas, pendientes, profundidades de excavación y todos los detalles correspondientes).
* Los planos incluirán los detalles de diámetro, longitudes y pendientes de la tubería, las cámaras de inspección, bocatomas y otros deberán tener en detalle de las cotas de entrada y salida.
* Obras de arte para el drenaje perimetral interior de la subestación.
* Elaboración de la memoria de cálculo hidráulico incluyendo un modelo en el software SWMM o Autodesk Storm and Sanitary Analisis, entrega del modelo editable a ENDE CORPORACIÓN.
* Emisión de planos constructivos y de sus respectivas revisiones de acuerdo a los formatos de ENDE CORPORACIÓN. Elaboración de los cómputos métricos de obras.

## CERRAMIENTOS

ENDE CORPORACIÓN construirá los cerramientos perimetrales.

El contratista deberá incluir en los planos de disposición general de obras, el alineamiento previsto para el cerramiento de la subestación.

La construcción de las salidas de drenaje (a construir por el contratista llave en mano) incluye la reposición de obras (en hormigón armado u otros) que ENDE CORPORACIÓN haya realizado en taludes, cerco de malla olímpica, drenaje perimetral exterior, etc.

## ZANJAS, CAJAS DE TIRO Y DUCTOS

Para cubrir las diferentes necesidades de cableado se utilizarán tres o cuatro secciones típicas de zanjas de dimensiones adecuadas y serán en concreto reforzado. El dimensionamiento de las zanjas y ductos deberá hacerse previendo las ampliaciones futuras.

El alineamiento y ubicación de las zanjas se hará de forma tal que se minimice la longitud de cables requeridos, y se coordinará con las previsiones del drenaje de patio.

En lo posible se evitarán las zanjas muy pequeñas para acometida de cables a los equipos, construyéndose en cambio ductos en tubería PVC en los tramos bajo tierra y metálica galvanizada en la parte expuesta para acceder al equipo. Todos los ductos enterrados que van desde las cámaras de tiro hacia la zanja, entre cámaras u otros, deberán tener una capa de hormigón de protección vaciado encima del tubo. No se prevén ductos embebidos en los cimientos de los equipos. Todos los ductos enterrados que van desde las cámaras de tiro hacia la zanja, entre cámaras u otros, deberán tener una capa de hormigón de protección vaciado encima del tubo.

Los ductos que eventualmente tengan que cruzar vías serán embebidos en concreto dependiendo de la profundidad, salvo en las zanjas recolectoras principales, en donde, en caso de que se requiera, se diseñara un “box-coulvert” de dimensiones adecuadas para el acceso y manejo de cables.

Las cajas de tiro serán de dimensiones suficientemente amplias para permitir un fácil manejo de los cables. Las tapas serán de concreto.

Las zanjas y las cajas de tiro se drenarán mediante tuberías al sistema de drenaje del patio.

Las zanjas dentro de las edificaciones serán diseñadas teniendo en cuenta la disposición de tableros. Las tapas (en donde se requieran) se diseñaran en plancha estriada, reforzadas por debajo con ángulos metálicos soldados a la tapa.

Para los cables de fibra óptica se colocará una tubería adosada a la pared de la zanja con cajas adecuadamente dispuestas para el cableado y teniendo en cuenta la redundancia requerida.

Queda claramente establecido que la longitud de zanja de cables establecida en los planos del pliego de Condiciones, son referenciales. No existirá reajuste de precios con respecto a la longitud final de zanja de cables.

### Planos, Memorias de cálculo y demás información Técnica

* Vista general de zanjas, cajas de tiros y ductos.
* Detalles constructivos.
* Conexión de zanjas y cámaras de tiro a red de drenaje.
* Pasos vehiculares: Elaboración del diseño estructural del paso vehicular y su emplazamiento en la ingeniería de las vías de circulación, incluye memoria de cálculo estructural.

## FUNDACIONES PARA PÓRTICOS Y EQUIPOS

El diseño de fundaciones de pórticos y equipos se realizará considerando los resultados del estudio de suelos del sitio para determinar el rango de presiones que se puede transmitir al suelo con el objeto de garantizar que los asentamientos sean menores a los límites máximos.

Los asentamientos totales deben ser menores de 2.5 cm y los asentamientos diferenciales que se presenten deben ser menores a 2 cm en fundaciones para pórticos y de 1 cm en fundaciones para equipos. En los pórticos, el contratista deberá considerar en su diseño, asentamientos diferenciales.

En general las fundaciones se dimensionarán para resistir el volcamiento o arrancamiento inducido por cargas de trabajo, con un factor de seguridad mínimo de 1.5 en las condiciones más severas de carga.

Los eventos de carga a considerar corresponden a las combinaciones de peso propio, carga de mantenimiento, viento, tensiones mecánicas de los conductores, corto circuito y sismo horizontal y vertical.

Los diseños en general se harán con pedestales y placa dependiendo de la magnitud de las cargas y las características del suelo, de tal manera que se obtenga una fundación estable y económica. Alternativamente y según convenga se utilizaran pilotes o pilas. Se considera como parte de la fundación, el/los pilotes/micro-pilotes necesarios de acuerdo a diseño (y en conformidad a estudios del punto 4). No existe reajuste de precios ni plazo por el uso de pilotes/micropilotes.

De forma obligatoria, se utilizará fundaciones combinadas entre polos de una misma fase en 115 kV, en seccionadores con apertura central horizontal, central horizontal con cuchilla de PAT, seccionador semi pantografo horizontal, seccionador semipantografo horizontal con cuchilla de PAT.

La superficie de acabado final de los pedestales de la fundación se terminará a 0.20 m sobre el nivel de rasante del terreno correspondiente a 0,10 m sobre el nivel de acabado de patio. Es importante indicar que por las variaciones en la pendiente del terreno, estos 10 cm pueden aumentar, dependiendo como ya se dijo de la inclinación del terreno y de la distancia entre los equipos y pórticos, tomando en cuenta que este valor no debe ser mayor 40 cm. Los pedestales quedarán con un bombeo que evite el encharcamiento del agua.

En caso que durante la construcción se encuentre materia orgánica en la superficie de apoyo de la cimentación, el contratista deberá realizar un cambio de material en la profundidad suficiente, el cambio de material no implica cambio en costo o plazo del proyecto.

### Planos, Memorias de cálculo y demás información Técnica

* Elaboración de cómputos métricos.
* Elaboración de la memoria de cálculo de la fundación.
* Emisión de planos constructivos y de sus respectivas de revisiones de acuerdo a los formatos de ENDE CORPORACIÓN.
* Elaboración de notas en planos relacionados a la calidad de los materiales a construir, métodos constructivos, recomendaciones para la construcción, etc.
* Entrega de archivos digitales editables de la ingeniería (incluye el análisis con corridas de programas estructurales para verificación de simulación en el programa aplicado, se admite los programas Sap2000, Cypecad, Ram Elements, Safe, Excel, etc).

## FUNDACIONES, MUROS DE HORMIGÓN ARMADO Y FOSOS PARA AUTOTRANSFORMADORES, REACTORES Y TRANASFORMADORES DE SS.AA.

Se construirá, en el sitio de cimentación de los equipos, un foso colector con descarga a un tanque que separa y almacena el aceite que pueda caer derramado. Igualmente se construirá un muro cortafuego de Hormigón Armado entre transformadores, y reactores adyacentes.

Los fosos colectores de aceite se diseñan integralmente con la cimentación de los equipos, de tal manera que puedan descargar a un tanque colector y separador de aceite la totalidad del aceite contenido en uno de los equipos en caso de derrame. El área de cada foso se determina de acuerdo con el tamaño de los equipos.

Las fundaciones de los transformadores y reactores, consistirán en losas de Hormigón Armado diseñadas para las cargas estáticas y dinámicas que aplican a estos equipos. Se considera como parte de la fundación, el/los pilotes/micro-pilotes necesarios de acuerdo a diseño (solo si se requiere de acuerdo a estudios del punto 4). No existe reajuste de precios ni plazo por el uso de pilotes/micropilotes. Los concretos deberán tener de una resistencia característica mínima de 210 kg/cm2.

Los criterios básicos de diseño son:

* El contorno exterior del foso ira a 0,50 m por fuera del contorno del equipo con partes que contienen aceite.
* Se construirá una carrilera en una placa superficial entre cada foso para los autotransformadores y reactores, con rieles de acero según la recomendación del fabricante, en caso de no haber recomendación se seguirá la instrucción de ENDE CORPORACIÓN.
* En los fosos se colocará una rejilla galvanizada que retenga una capa mínima de 0,20 m de material granular redondeado, uniforme, de diámetro entre 5 cm y 10 cm para ayudar a extinguir el fuego en caso de que el aceite caiga inflamado. La capa de material irá sobre una rejilla que apoya con patas sobre el concreto. En la zona central de los fosos se colocará una reja metálica apoyada en las caras laterales de las vigas y sobre esta se colocará la capa de material granular, esta reja debe soportar el material granular que extingue el fuego y permitir una rápida evacuación del aceite por debajo de ella.
* Recubrimiento Mínimo en Muros cortafuego de Hormigón Armado de 7.5cm.
* El equipo será anclado a la cimentación.
* Para el diseño de los fosos se tendrán en cuenta las combinaciones de carga que consideren el peso del equipo y las combinaciones de sismo horizontal y vertical.
* En los extremos se dejará embebido en el concreto un gancho de tiro en varilla de una pulgada de diámetro, que sirva para facilitar el movimiento del equipo.
* El drenaje hacia el tanque de aceite se construirá en tubería de concreto de 8 pulgadas de diámetro.
* El muro cortafuego se diseñará con una altura de 0,30 m por encima del tanque conservador del transformador o reactor, los muros corta fuego serán en concreto armado y con un acabado liso. El diseño se realizará para la combinación de carga con sismo perpendicular a su plano y sismo vertical. La deriva permitida será del 1% de la altura libre del muro.
* Las unidades de repuesto de los reactores serán compartidas entre las subestaciones que tengan reactores con la misma potencia. En todas las subestaciones al lado de los reactores se construirá un nicho para la ubicación del reactor de repuesto.
* Incluye el sistema contra incendios y caseta para extinguidor.
* En caso que durante la construcción se encuentre materia orgánica en la superficie de apoyo de la cimentación, el contratista deberá realizar un cambio de material en la profundidad suficiente, el cambio de material no implica cambio en costo o plazo del proyecto.
* El diseño del banco de reactores debe considerar el diseño de:

1. La primera, la losa de fundación para cuatro reactores con cinco muros cortafuego. Incluye fierros de espera en uno de los extremos de la losa de fundación (Incluye planos y memoria de cálculo para construcción).
2. La segunda, la losa de fundación para ocho reactores con nueve muros cortafuego. Incluye detalles para construcción en diferentes etapas con el punto “a” (Incluye planos y memoria de cálculo solo para ingeniería del proyecto).

### Planos, Memorias de cálculo y demás información Técnica

* Revisión a detalle de los ejes constructivos de la fundación en fundación a las distancias eléctricas que requieren los equipos a revisar.
* Elaboración de cómputos métricos.
* Elaboración de la memoria de cálculo de la fundación.
* Emisión de planos constructivos y de sus respectivas de revisiones de acuerdo a los formatos de la ENDE CORPORACIÓN.
* Elaboración de notas con recomendaciones de calidad de materiales, métodos constructivos, recomendaciones para la construcción, etc.
* Entrega de archivos digitales editables de la ingeniería (incluye el análisis con corridas de programas estructurales para verificación de simulación en el programa aplicado, solo se admite los programas Sap2000, Cypecad, Ram Elements, Safe, Excel, etc).

## EDIFICACIONES

Para el diseño estructural de las edificaciones a construir tendrán en cuenta los requerimientos sísmicos, combinaciones de carga y factores de mayoración incluidos en la Norma Boliviana de Diseño Sísmico – NBDS 2006 y ACI.

Las edificaciones consta de Sala de Control, caseta de diámetro, sala de servicios auxiliares (sala de media tensión, sala de baja tensión y sala de generador) y bodega. Se considera el suministro e instalación de un sistema de aire acondicionado y un sistema contra incendios pasivo para todas las edificaciones.

El proyecto arquitectónico de estas edificaciones considerará en acabados de albañilería en ladrillo, acabado a la vista en el exterior y revocado con cemento y pintado en el interior. El piso será cerámica nacional de primera calidad y para la sala de baterías el piso será en cerámica. Las puertas y ventanas serán con marco de aluminio y vidrios, que cumplan con las especificaciones técnicas. El cielo raso (falso techo interior) será de placas de yeso prefabricadas o drywall. En ambientes húmedos (cocina y baños) se utilizarán placas drywall verdes resistentes a la humedad. En exteriores, se utilizará placas drywall de cemento para zonas expuestas a la interperie, alternativamente se podrá utilizar placas de PVC únicamente en exteriores.

Las ventanas de las edificaciones deberán permitir la visión de todo el patio. Se debe considerar una iluminación natural (ventanas) en todo el perímetro de las edificaciones. El contratista deberá suministrar e instalar a su cuenta y costo, el sistema de ventilación que sea necesario. El diseño y construcción del sistema de ventilación de los ambientes, debe estar acompañado de una memoria de cálculo y sometido a la aprobación de ENDE CORPORACIÓN.

Como sistema estructural de las casas de control se tendrá un sistema de pórticos conformado por columnas y vigas en concreto armado en todo su perímetro, el cual permite que la energía que impone el sismo a la estructura sea disipada adecuadamente mediante deformaciones inelásticas, en general este sistema ofrece un mejor comportamiento y es más flexible que sistemas basados en muros de mampostería armada.

Las edificaciones estarán compuestas por cimientos corridos, zapatas, losa de hormigón armado, muros de mampostería, columnas, vigas peraltadas y vigas soleras, losas aligeradas, etc. Como sistema de cimentación para muros portante, se utilizará una viga de arriostre entre columnas que funcionará como cimiento corrido.

Para el dimensionamiento de las zapatas, se considerará que estas transmitirán al suelo de cimentación una presión máxima que no exceda a la especificada en el Estudio de Suelos.

En el caso de la bodega, el contratista deberá considerar para el diseño de la losa de hormigón armado, el ingreso de una grúa de mínimamente de 12 toneladas para que los equipos de repuestos ingresen con un camión grúa a la parte interior de la bodega.

La cimentación para muros portantes interiores u otros que no se apoyen sobre la viga de arriostre serán de concreto. La cimentación deberá transmitir la carga de los muros al terreno, de acuerdo a los esfuerzos permisibles sobre éste y con asentamientos diferenciales que no originen rajaduras en la albañilería. La cimentación de los elementos de refuerzo será monolítica con la cimentación de los muros. Se considera como parte de las fundaciones, el/los pilotes/micro-pilotes necesarios de acuerdo a diseño. No existe reajuste de precios ni plazo por el uso de pilotes/micropilotes.

En el diseño para la evacuación de aguas residuales, el dimensionamiento y determinación de pendientes de tuberías se harán de acuerdo con los caudales de evacuación estimados.

### Planos, Memorias de cálculo y demás información Técnica

Fases de diseño en todas las edificaciones a realizar por el contratista:

1. Diseño arquitectónico

* Elaboración de los planos arquitectónicos de todas las edificaciones (plantas arquitectónicas, planos de acabados, cortes, cortes constructivos, elevaciones constructivas) a satisfacción de ENDE CORPORACIÓN.
* Detalles de puertas y ventanas de modo de evitar la oxidación de las máquinas interiores, tableros, puertas, ventanas, etc. a satisfacción de ENDE CORPORACIÓN.

1. Diseño y calculo estructural de la cubierta,

* Planos de cubierta con perfiles de acero estructural A36, plano de carpinterías, aislamiento térmico.
* Memoria de cálculo estructural de la cubierta. Incluye cercha metálica de la cubierta, las pendientes de las cubiertas serán definidas en el diseño.

1. Diseño y calculo estructural de la edificación, planos de detalle, memoria de cálculo.
2. Diseño y cálculos: Hidráulicos para la recolección de aceite dieléctrico, hidrosanitarios para las instalaciones de agua y alcantarillado, planos de detalle, memoria de cálculo.

* El diseño de las instalaciones hidráulico-sanitarias para las edificaciones comprende los siguientes elementos: Acometidas o abastos de agua potable, drenaje de aguas residuales, sistema séptico.
* El drenaje de aguas lluvias de las cubiertas de las edificaciones descargará directamente al sistema de drenaje del patio mediante bajantes y cámaras.

1. Diseño y cálculos de sistemas eléctricos, planos de detalle, memoria de calculo
2. Diseño y cálculos de sistemas de ventilación, aire acondicionado, planos de detalle, memoria de cálculo.
3. Plano de Paisajismo para sala de control, bodega y sala de servicios auxiliares.
4. Coordinación técnica entre Ingenierías. Detalles constructivos en los planos de la obra civil, con el fin de prever instalaciones eléctricas, hidrosanitarias, contraincendios, Aire acondicionado y calefacción.

* Emisión de planos constructivos y de sus respectivas de revisiones de acuerdo a los formatos de la ENDE CORPORACIÓN. Elaboración de cómputos métricos.
* ENDE CORPORACIÓN podrá solicitar planos no constructivos en los que el contratista deberá sobreponer los diferentes diseños.

1. Entrega de archivos digitales editables de la ingeniería, incluye las diferentes simulaciones. Programa Revit V.2016 para la parte arquitectónica, para el hormigón armado puede ser con programas estructurales ya sea Robot Structural, Sap2000, Cypecad, Ram Elements, Safe, Excel, etc).

Nota aclaratoria:

*A pesar que en las especificaciones técnicas se describen los materiales a utilizar en la edificación, el Contratista es responsable de la elaboración de recomendaciones técnicas en temas de tipos de materiales y temas constructivos, especial énfasis en nivel freático elevado, clima húmedo con altas temperaturas, tomando como base las presentes especificaciones técnicas; siendo cualquier cambio o modificación a las especificaciones, una mejora a la práctica de la construcción e ingeniería civil y sólo se considerará si ENDE CORPORACIÓN la aprueba. No existe reajuste de precios ni plazo por una mejora en los materiales de construcción o temas constructivos en general.*

## RESERVORIOS ENTERRADOS

Se tiene previsto la construcción de un tanque de agua, un tanque séptico, tanque(s) de aceite y zanja de absorción.

Para el tanque de agua se diseñara un tanque enterrado que será abastecido a través de conexión a la red de agua potable, con una capacidad mínima de 12,0 m3 y deberá preverse una entrada y llave de paso para una futura conexión a la red de agua de la zona. Se suministrará un sistema de bombeo hidro-neumático (hidrofló) de minimo 0,5 HP.

El tanque de aceite se construirá con capacidad para almacenar hasta un 120% del volumen de aceite contenido en uno solo de los equipos con mayor contenido de aceite. El vaciado del agua lluvia que descarga al tanque será por gravedad hacia el terreno natural en el contorno del predio. Se colocará una trampa con muros para atrapar los eventuales derrames de aceite. La salida del tanque deberá conectarse a la red de drenaje asegurando solo la salida de agua pluvial y no de aceite.

En el caso de nivel freático alto, el contratista diseñara y construirá una zanja de absorción sin modificar costo o plazo. No se permite la contaminación de aguas superficiales y subterráneas.

El diseño estructural de los reservorios enterrados deberá estar en función a ACI 350-06.

### Planos, Memorias de cálculo y demás información Técnica

* Diseño de los tanques de cámara séptica, incluye sistema de filtros explicados en la especificación técnica Obras Civiles Complementarias.
* Memoria de cálculo estructural de los tanques enterrados (tanque de agua, cámara séptica y tanque de aceite). en función a ACI 350-06.
* Emisión de planos constructivos y de sus respectivas de revisiones de acuerdo a los formatos de la ENDE CORPORACIÓN. Elaboración de cómputos métricos.
* Entrega de archivos digitales editables de la ingeniería (incluye el análisis con corridas de programas estructurales para verificación de simulación en el programa aplicado, se admite los programas Sap2000, Cypecad, Ram Elements, Safe Excel, etc.).

## OTRAS OBRAS CIVILES

* Casetas de extinguidor, incluye suministro de extinguidores y señalización definitiva.
* Bases para iluminación exterior e interior.
* Sistema de señalización.
* Otros: Elaboración otros detalles solicitados por ENDE CORPORACIÓN, cómputos y otros necesarios para la correcta ejecución de obra.

## INTEGRACIÓN DE OBRAS DE SUBESTACIÓN.

Ejes: Verificación de los ejes de las distintas estructuras de la subestación (verificación de la configuración en planta en función a los planos eléctricos/electromecánicos).

Niveles: Verificación de los niveles de acabados de las estructuras de la subestación.

Generación de vistas: Elaboración de vistas en corte y detalles pertinentes de las subestación en las secciones principales para clarificación del contratista durante la ejecución.

Edificación: Cruce de información en edificación (Arquitectónica, estructural, hidrosanitaria, eléctrica, contraincendios, aire acondicionado, y calefacción). Incluye entrega de planos de esta verificación.

Elaboración de detalles: Dibujo de planos de detalles faltantes para mayor clarificación en construcción.

Coordinación y corrección de planos: Coordinación con ENDE CORPORACIÓN para la adecuación de la ingeniería. Emisión de correcciones de planos y otros necesarios para la correcta ejecución de obras.

Cronograma detallado de ejecución de la obra (MS Project); debe ser entregado en formato fuente editable.

# ESTRUCTURAS METALICAS

Se elaborarán los diseños definitivos y suministro de todas las estructuras metálicas para soporte de templas, barrajes y equipos de patio, requeridas para la subestación. Se validarán las siluetas y tipologías típicas para columnas, vigas y soportes de equipos, así como las cargas a las que estarán sometidas las estructuras considerando diferentes condiciones de carga.

Para la definición de las estructuras y el cálculo de las cargas se considerará la incidencia en el diseño de la siguiente información:

* Disposición física de patio, configuración eléctrica y distancias de seguridad.
* Definición de las áreas de patio, urbanización y adecuación de los patios.
* Selección de conductores, barras, aisladores y conectores.
* Catálogos de los equipos suministrados para el proyecto (propiedades físicas y mecánicas de los equipos).
* Características meteorológicas, ambientales y sísmicas de la subestación.
* Estudio de suelos del sitio.
* Radiación solar del lugar.

Los análisis y diseños se realizarán con base en las disposiciones previstas en las Especificaciones Técnicas suministradas para el proyecto.

Los cálculos de carga para los diseños de las estructuras metálicas se realizarán con metodologías utilizadas en la práctica común para las estructuras metálicas, buscando proveer a las estructuras de suficiente resistencia para soportar los equipos, conductores, cables de guarda, aisladores, herrajes y demás accesorios, bajo las condiciones de carga y los factores de sobrecarga, sin que soporten sobreesfuerzos o deformación permanente en cualquier miembro individual. El diseño cubrirá los elementos necesarios para el anclaje de las estructuras a las cimentaciones y los anclajes de los equipos a las estructuras.

Las estructuras consideradas serán tipo celosía en acero galvanizado. Las conexiones entre vigas y columnas se detallan con rigidez tal que permite garantizar la transferencia de momentos entre un elemento y otro, y disminuir las cargas resultantes a nivel de cimentación.

En los planos guías y en las especificaciones se indicaran los materiales y galvanizado a utilizar:

* Aceros de alta resistencia para perfiles de acuerdo a las normas ASTM A588, ASTM A572, ASTM A242.
* Aceros de resistencia media-normal de acuerdo a la norma ASTM A36.
* Tornillos para conexiones de elementos en acero de acuerdo a la norma ASTM A 394M.
* Tuercas de acero de acuerdo a la norma ASTM A563M.
* Soldaduras E70XX
* Pernos de anclaje de calidad ASTM A93, SAE 1020 ó SAE 1045.
* Galvanizado en caliente para perfiles de acuerdo a las normas ASTM A123M y ASTM A143.
* Galvanizado en caliente para tornillos de acuerdo a la norma ASTM A153M.

Los pernos de anclaje serán tipo J tendrán arandela y tuerca de nivelación, tuerca y contratuerca, y su longitud roscada será tal que permita la adecuada colocación de todos los elementos, incluida la placa base de la estructura y una holgura de 30 mm para nivelación.

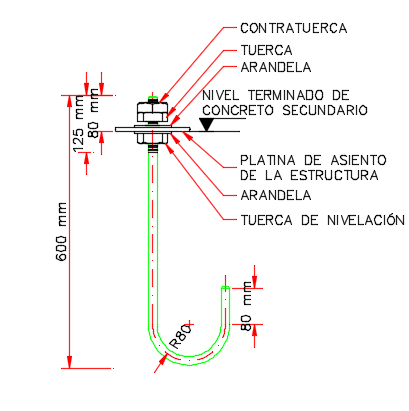


Figura 1: Esquema perno de anclaje tipo J

Se consideraran las siguientes holguras en las perforaciones:

* 1/16” para tornillos con diámetros menores o iguales a 7/8”.
* 1/8” para tornillos mayores y para perforaciones en las placas base.

El Contratista debe tomar en cuenta de forma obligatoria, las recomendaciones de las especificaciones técnicas de “Estructuras metálicas de pórticos y soportes de equipos”.

## CARGAS

Se considerará sobre las estructuras metálicas del proyecto, la acción de cargas de tensión estática y electrodinámica de conductores en templas y barrajes, cables de guarda y conductores de conexionado entre los equipos; de cargas asociadas a las estructuras (equipos, accesorios de anclaje, plataformas, mandos) para las condiciones de peso propio, viento y sismo, así como de cargas de accionamiento y cargas de montaje y mantenimiento.

### CARGAS DE TENSION MECANICA Y CORTOCIRCUITO

Para efectuar el diseño de las estructuras de soporte de equipos y pórticos se estimarán las cargas de conexión de los conductores y cables. Para ello se seleccionara una tensión tal que el conjunto conductor- cadena de aisladores – herrajes no presenten problemas de seguridad por acercamiento entre conductores.

Se determinara la tensión básica requerida para controlar la flecha a la temperatura media del conductor asociada a la temperatura media ambiente, de manera que se cumplan las distancias mínimas permitidas entre fases en el centro del vano considerando el movimiento típico de los conductores durante un cortocircuito.

Igualmente se calcularan las tensiones de conexionado entre equipos teniendo en cuenta las condiciones estáticas y electrodinámicas, considerando parámetros de seguridad, resistencia del conductor y de las terminales de los equipos.

Para evaluar las cargas de cortocircuito generadas por los conductores sobre la conexión, se estimaran las tensiones y los desplazamientos máximos ocasionados por el efecto del cortocircuito en un sistema de barras flexibles. Se utilizara para la evaluación de los efectos del cortocircuito la metodología recomendada en:

* CIGRE WG 23-11, “The mechanical effects of short - circuit currents in open air substations”, 1996 - 2002.
* CIGRE WG 02-SC23, “The mechanical effects of short - circuit currents in open air substations”, 1987.
* IEC 60865-1, “Short-circuit Currents – Calculation of effects”. International Electrotechnical Commission.

### CARGAS DE PESO PROPIO

Se estiman las cargas de peso propio de las estructuras de acuerdo con las propiedades asignadas a los elementos en la etapa de diseño, adicionando el peso de las platinas y elementos de conexión.

Se deberán incluir cargas de montaje y mantenimiento.

Para los equipos que serán soportados por las estructuras (incluyendo contadores de descarga, cajas de mando, mecanismos de accionamiento) las cargas se determinan con base en la información suministrada por el fabricante de los equipos.

### CARGAS DE VIENTO

La estimación de las cargas de viento sobre estructuras y equipos, se realiza siguiendo la metodología ilustrada en la referencia (3), considerando la velocidad del viento de diseño para el sitio del proyecto.

Para la estimación de las cargas de viento sobre los conductores, se seguirá la metodología indicada en la referencia (3).

### CARGAS DE SISMO

Para la estimación de las cargas de sismo sobre las estructuras, se considera la participación de los movimientos sísmicos en dos direcciones horizontales no simultáneas.

Las componentes verticales de los movimientos sísmicos de diseño se toman como las dos terceras partes de los valores correspondientes a los efectos horizontales y se aplicarán tanto en la dirección de la gravedad como en la dirección contraria a ésta.

## COMBINACIONES DE CARGA Y FACTORES DE SOBRECARGA

Todas las estructuras metálicas y cimentaciones para los pórticos y estructuras de equipos de la subestación serán diseñadas para la combinación más crítica de carga a tiro unilateral. Los eventos de carga corresponden a las combinaciones de peso propio, viento, tensiones mecánicas de los conductores, cortocircuito y sismo horizontal y vertical.

A continuación se presentan las combinaciones de cargas y sus factores de carga correspondientes, según Norma ASCE 113 (ASCE 113, 2005. Substation Structure Design Guide):

1. Combinaciones de cargas últimas:
2. 1,1 PP + 1,1 CT + 0,75 CC + 1,0 CMM
3. 1,1 PP + 1,1 CT + 0,75 CC ± 1,2 VX
4. 1,1 PP + 1,1 CT + 0,75 CC ± 1,2 VY
5. 1,1 PP + 1,1 CT + 0,75 CC + 1,0 (± 1,0 Sx ± 0,33 Sy + 0,66 Sz)
6. 1,1 PP + 1,1 CT + 0,75 CC + 1,0 (± 0,33 Sx ± 1,0 Sy + 0,66 Sz)
7. 0,9 PP + 1,1 CT + 0,75 CC + 1,0 (± 1,0 Sx ± 0,33 Sy - 0,66 Sz)
8. 0,9 PP + 1,1 CT + 0,75 CC + 1,0 (± 0,33 Sx ± 1,0 Sy - 0,66 Sz)
9. 1,1 PP + 1,1 CT + 1,0 CC
10. 1,1 PP + 1,1 CT + 0,75 CC + 1,0 D (+/-)
11. Combinaciones de cargas de servicio:
12. 1,0 PP + 1,0 CT + 0,75 CC + 1,0 CMM
13. 1,0 PP ± 1,0 VX + 0,75 CC + 1,0 CT
14. 1,0 PP ± 1,0 VY + 0,75 CC + 1,0 CT
15. 1,0 PP + 1,0 CT + 0,75 CC + (1,0/1,25) (± 1,0 SX ± 0,33 SY ± 0,66 SZ)
16. 1,0 PP + 1,0 CT + 0,75 CC + (1,0/1,25) (± 0,33 SX ± 1,0 SY ± 0,66 SZ)
17. 0,9 PP + 1,0 CT + 0,75 CC + (1,0/1,25) (± 1,0 Sx ± 0,33 Sy - 0,66 Sz)
18. 0,9 PP + 1,0 CT + 0,75 CC + (1,0/1,25) (± 0,33 Sx ± 1,0 Sy - 0,66 Sz)
19. 1,0 PP + 1,0 CT + 0,75 CC
20. 1,0 PP + 1,0 CT + 0,75 CC + 1,0 D (+/-)

El factor de 1.25 en la división del sismo se extrae de ASCE 113 (ASCE 113, 2005. Substation Structure Design Guide) y se debe a que las fuerzas sísmicas se calcularán con Norma Boliviana de Diseño Sísmico – NBDS 2006, cuya metodología es para hallar fuerzas últimas.

Donde,

PP: Peso propio de la estructura, peso de aisladores, herrajes, accesorios, equipos, etc.

CMM: Carga de mantenimiento y montaje.

CT: Cargas de tensión mecánica de conductores y cables de guarda.

CC: Cargas de tensión en conductores por efecto del cortocircuito.

V(X, Y): Cargas de viento sobre templas, equipos y estructuras en dirección x e y.

S(X, Y): Cargas por sismo horizontal reducida sobre equipos y estructuras en dirección x e y.

SZ: Cargas por sismo vertical reducida en equipos y estructuras en dirección z.

D: Accionamiento, Esta combinación únicamente aplica para seccionador e interruptor, en este último son dos combinaciones debido a que las cargas de operación son una para apertura y la otra para cierre.

En el caso de los pórticos de subestación, el contratista deberá verificar si el diseño TOWER, toma en cuenta el peso de los pernos; en caso de que el modelo computacional TOWER no tome en cuenta el peso de los pernos, el contratista deberá estimar peso de los pernos de toda la estructura como porcentaje del peso total, con el fin de considerarlos como cargas gravitacionales en las estructuras metálicas, mismos que deben reflejarse en las reacciones (diseño de cimentaciones).

De forma obligatoria, la resultante de las cargas aplicadas a la estructura en la base de la cimentación, deberán ser mayoradas en un 10% como mínimo para el dimensionamiento de cimentaciones.

Las cargas para el evento de montaje de las estructuras deberán tenerse en cuenta en la combinación de cargas correspondiente a 1) y las cargas por operación del equipo se tendrán en cuenta en todas las combinaciones.

Las deformaciones horizontales de las estructuras de pórticos y soportes de equipos se limitarán a los siguientes valores (Los valores son tomados del capítulo 4 de ASCE 113 (2005. Substation Structure Design Guide)):

* El diseño de las columnas de pórticos, clasificados como estructura tipo C, según ASCE 113, debe limitar el desplazamiento máximo horizontal del extremo superior, para las condiciones de cargas de servicio más críticas (sin factores de sobrecarga), a un valor de H/50.
* Para el diseño de vigas clasificados como estructura tipo C, según ASCE 113, en el caso que se requieran, se debe limitar a un valor de L/100 las deflexiones máximas horizontales y L/100 para deflexiones máximas verticales.
* Soportes de equipos clasificados como estructura tipo A, según ASCE 113, tal es el caso de interruptores y seccionadores, el diseño debe limitar el desplazamiento horizontal del extremo superior a un valor de H/100 y para elementos horizontales en voladizo se controlarán las deflexiones horizontales y verticales a un valor de L/200.
* Soportes de equipos clasificados como estructura tipo B, según ASCE 113, tal es el caso de transformadores de corriente, transformadores de tensión, descargadores de sobretensión, aisladores poste y trampas de onda; el diseño debe limitar el desplazamiento horizontal del extremo superior a un valor de H/100 y para elementos horizontales en voladizo se controlarán las deflexiones horizontales a L/100 y verticales a un valor de L/200.

La determinación de los esfuerzos unitarios máximos permisibles a compresión, tensión, flexión, cortante y aplastamiento se deben basar en los numerales aplicables de ASCE 10-97, referencia (ASCE 10, 1997. Design of Latticed Steel Transmission Structures).

Para la definición de los elementos metálicos los límites de las relaciones de esbeltez serán los siguientes:

1. Para miembros principales sometidos a compresión: 120
2. Para otros miembros: 200
3. Para miembros redundantes sin esfuerzos calculados: 250
4. Para miembros sometidos sólo a tensión: 350

Los miembros a compresión compuestos de dos ángulos o canales espalda con espalda en contacto o separados por una distancia pequeña deben conectarse en tal forma que la máxima relación de esbeltez L/R de cada miembro entre conexiones no sea mayor de 40 o mayor del 60% de la relación de esbeltez del miembro como conjunto tomada con relación a su radio de giro mínimo.

En ningún caso, la relación entre el ancho nominal libre de la aleta y el espesor (b/t), debe exceder lo descrito en la referencia (ASCE 10, 1997. Design of Latticed Steel Transmission Structures).

Los espectros de diseño a aplicar, se realizarán de acuerdo con el Título A de la Norma Boliviana de Diseño Sísmico – NBDS 2006 y a los datos del sitio suministrados en el estudio de suelos.

## REVISIÓN DE LA INGENIERÍA DEL CONTRATISTA

En un plazo máximo de 10 (diez) días calendario a partir de la recepción de la documentación de Contratista; ENDE CORPORACIÓN, dará respuesta vía correo electrónico y en formato PDF, sobre la información recibida, con una de las siguientes leyendas:

* Aceptado
* Aceptado con observaciones
* Rechazado

En el caso de que la documentación contenga las opciones Aceptado con observaciones y Rechazado, el Contratista debe realizar las modificaciones indicadas y remitir a ENDE CORPORACIÓN la documentación correspondiente para una nueva revisión.

La aceptación de cualquier documento no exime al Contratista de plena responsabilidad en cuanto al diseño y funcionamiento correcto de la obra civil y electromecánica, y a la obligación de corregir la construcción a cuenta y costo del contratista.

La entrega de la información del contratista para revisión de ENDE CORPORACIÓN, debe ser en el formato fuente editable indicado en el punto 5.

Una vez que la información sea Aceptada y antes de la construcción en obra, el Contratista deberá presentar a ENDE CORPORACIÓN:

* Tres (3) ejemplares impresos de toda la documentación aprobada por ENDE CORPORACIÓN, incluyendo las respectivas modificaciones solicitadas. Incluye una copia de dicha documentación en discos compactos (CD).

## LISTA DE DOCUMENTOS

Dentro de los 60 días siguientes a partir de la firma del Contrato, el Contratista debe presentar a ENDE CORPORACIÓN para aprobación, tres copias impresas y una digital de la "Lista de documentos", la cual debe incluir al menos la siguiente documentación:

1. Programa de trabajo detallado acorde con las obras a realizarse en el proyecto.
2. Estudios del Contratista mencionados en el punto 4.
3. Planos y memorias descritas en el punto 5.
4. Manuales de mantenimiento.

La lista de documentos debe ser elaborada de forma tal, que pueda ser actualizada durante el desarrollo del Contrato, para tal fin, esta debe incluir la siguiente información:

1. Descripción.
2. Código asignado por el Contratista.
3. Código asignado por ENDE CORPORACIÓN.
4. Fecha prevista para suministro de la documentación.
5. Índices de revisión, cada una de estas con la siguiente información:

A la finalización del proyecto, el contratista deberá presentar:

1. Elaboración de planos As-built (a la finalización del proyecto).

## PLANOS

Los planos de los diferentes fabricantes, deben tomarse como la base de los planos que el Contratista debe preparar y presentar como “Planos de Construcción”.

En general cuando en este documento se habla de “Planos” se está haciendo referencia a los planos de construcción que se generarán en la ingeniería de detalle realizado por el Contratista, los cuales deben incluir todos los detalles referidos en este documento.

Para la elaboración de los planos el Contratista debe considerar los siguientes aspectos:

1. Debe haber elaborado y presentado memoria de cálculo o justificación del diseño cumpliendo los requerimientos de estas especificaciones.
2. Los planos deben ser completamente claros, contener secciones y detalles completos para la ejecución de las obras.
3. Los planos se deben elaborar siguiendo las pautas estipuladas en las publicaciones pertinentes y para esto deben utilizar formatos de la serie ISO-A3 para equipos electromecánicos ó ISO-A3 para el caso de Arquitectura y Obras Civiles.

Una vez finalizadas las obras civiles deben actualizarse los planos de construcción y editarse una revisión denominada “Según lo construido” “Tal Como Se Construyó” (As built), que incluye todas las modificaciones hechas en obra debidamente aprobadas por la Supervisión. Los planos “Según lo construido” se deben suministrar en formato DWG para ser procesado por AUTOCAD (Versión 2012). Para tal fin el Contratista debe suministrar dos copias de dicha documentación en discos compactos (CD) y tres copias en papel, con un índice para cada uno de estos que relacione el código asignado por el Contratista al plano y la identificación del archivo que contiene dicho plano. ENDE CORPORACIÓN revisará la calidad y precisión de la información producida y solicitará los ajustes que estime necesarios.

El Contratista debe realizar y verificar levantamiento topográfico antes del movimiento de tierras de la subestación en las que va a trabajar así como el replanteo y la nivelación de las líneas y puntos existentes. Toda esta información se registrará en el terreno y los correspondientes cálculos en carteras adecuadas, de las cuales dos (2) copias deberán ser entregadas a ENDE CORPORACIÓN, junto con tres (3) copias y un (1) original reproducible de los planos, secciones y cuadros explicativos. El Contratista deberá entregar además copia de los archivos magnéticos que surjan de estos cálculos.

El Contratista deberá mantener informada a ENDE CORPORACIÓN con suficiente anticipación, acerca de las fechas y lugares en que proyecte realizar cualquier trabajo que requiera líneas y cotas para que tales datos puedan ser aprobados oportunamente. La conservación de las referencias correrá por cuenta del Contratista.

Para realizar trabajos en instalaciones de otros es necesario informar oportunamente a ENDE CORPORACIÓN para la coordinación respectiva y no dará lugar a reclamos en caso de no poder ejecutar los trabajos.

Todos los planos deberán presentarse en tamaño DIN A3.

En la etapa del diseño relacionada con las estructuras metálicas, se prepararán los planos generales, conformados de la siguiente manera:

* Planta general: muestra la planta de la subestación con la ubicación de conductores y la numeración e identificación de cada una de las conexiones y estructuras.
* Cortes: incluye las secciones necesarias de la subestación, mínimo una longitudinal y otra transversal, con las alturas de conexión, geometría de los pórticos y las pendientes del terreno.
* Isométrico: en él se indica la designación de cada una de las estructuras, la ubicación de los conductores, equipos en las vigas, considerados en el diseño.
* Siluetas, detalles de anclaje: se presenta la geometría de los diferentes tipos de estructuras de las subestaciones del proyecto, los detalles de anclajes de los conductores en las estructuras metálicas y de las estructuras a las cimentaciones y los demás requerimientos de las estructuras.

# RESPONSABILIDAD Y OBLIGACIONES DEL CONTRATISTA

* Es responsabilidad y obligación del contratista, conocer detalladamente todos los documentos que constituyen el proyecto de Llave en Mano, cuyo carácter es indicativo y no limitativo.
* Mantener permanentemente barreras, letreros, luces y señalización adecuada, y en general todo medio de seguridad en el lugar de la obra, que prevenga al personal de obra y a terceros del riesgo de accidentes.
* Proteger de posibles daños a las propiedades adyacentes a la Obra. En caso de que éstos se produzcan, deberán ser resarcidos bajo exclusiva responsabilidad del Contratista, debiendo indemnizar por daños causados por las obras realizadas por este a los propietarios vecinos de la obra y de toda lesión causada a terceras personas, como resultado de sus trabajos.
* Precautelar de daños a cañerías, tuberías de gas, conductores, torres y cables de instalación eléctrica, debiendo reparar cualquier daño o desperfecto ocasionado por su propia cuenta o riesgo.
* Mantener permanentemente el área de trabajo libre de obstáculos y desperdicios. A la terminación de la obra, debe desmontar las construcciones provisionales, remover todos los obstáculos y materiales dejando la obra completamente limpia, así como el entorno en caso de que se evidencie la necesidad.
* En caso de presentarse defectos en la ejecución de los trabajos, corregirlos dentro el plazo que haya sido determinado por el Supervisor.
* Atender de inmediato todos los requerimientos del Contratante y Supervisor relativos al objeto de la contratación.
* Asegurar que todas las actividades se llevan a cabo adecuadamente, por las personas apropiadas y según lo establecido en el Cronograma de Obras.
* Ajustar mensualmente el cronograma de obras, mismo que deberá estar en todo momento disponible para el Supervisor.
* Presentar los respaldos técnicos requeridos por el Supervisor para procesar los Certificados de Pago, de acuerdo al modelo y planilla de ENDE CORPORACIÓN, además deberá verificar y certificar que los volúmenes de obra a ser pagados deben ser los que efectivamente fueron ejecutados. Toda esta documentación deberá estar aprobada por ENDE CORPORACIÓN para posibilitar el pago, las mediciones para el avance de obra deberán realizarse de manera conjunta entre el Contratista y Supervisor.
* El Contratista será el único responsable por los reclamos judiciales y/o extra judiciales efectuados por terceras personas que resulten de actos u omisiones relacionadas exclusivamente con la ejecución de las obras liberando a ENDE CORPORACIÓN de cualquier tipo de reclamación.