ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES

ESTIPULACIONES PARA EL DISEÑO DE LAS OBRAS CIVILES

19\_198\_OA\_53

ÍNDICE

1. [ALCANCE 6](#_bookmark0)
2. [ESTIPULACIONES GENERALES PARA LA INGENIERÍA DE DISEÑO 6](#_bookmark1)
   1. [CATEGORÍA DE LA INGENIERÍA 6](#_bookmark2)
3. [INFORMACION PARA LA INGENIERIA DE DISEÑO 6](#_bookmark3)
   1. [GENERALIDADES 6](#_bookmark4)
   2. [DISPOSICIONES GENERALES 7](#_bookmark5)
   3. [PLANOS BASICOS 7](#_bookmark6)
4. [DISEÑO DE ESTRUCTURAS METALICAS DE LINEAS Y SUBESTACION 8](#_bookmark7)
   1. [ALCANCES 8](#_bookmark8)
   2. [SOLICITACIONES 8](#_bookmark9)
   3. [SOLICITACIONES DE VIENTO SOBRE LA ESTRUCTURA 11](#_bookmark10)
   4. [SOLICITACIONES DE MONTAJE 11](#_bookmark11)
   5. [SOLICITACIONES DE MANTENIMIENTO. 11](#_bookmark12)
   6. [METODOLOGIA DE CÁLCULO 11](#_bookmark13)
      1. [GENERALIDADES 11](#_bookmark14)
      2. [DISEÑO A COMPRESIÓN 12](#_bookmark15)
      3. [DISEÑO A TRACCION 13](#_bookmark16)
      4. [DISEÑO DE PERNOS 14](#_bookmark17)
   7. [DISPOSICIONES DE DISEÑO 14](#_bookmark18)
      1. [DIMENSIONES MINIMAS 14](#_bookmark19)
      2. [USO DE SOLDADURA 14](#_bookmark20)
      3. [DEFORMACIONES 15](#_bookmark21)
   8. [PLANOS DE FABRICACIÓN Y MONTAJE 15](#_bookmark22)
5. [DISEÑO SÍSMICO DE ESTRUCTURAS DE LA SUBESTACIÓN 16](#_bookmark23)
   1. [INTENSIDAD SÍSMICA DE DISEÑO 16](#_bookmark24)
   2. [ESPECTRO DE DISEÑO 16](#_bookmark25)
   3. [CÁLCULO DE SOLICITACIONES SISMICAS PARA EQUIPOS LIVIANOS 18](#_bookmark26)
      1. [EXCITACIÓN SISMICA DE DISEÑO 18](#_bookmark27)
      2. [AMORTIGUAMIENTO 18](#_bookmark28)
      3. [COEFICIENTE SISMICO 18](#_bookmark29)
      4. [NIVEL BASAL Y CORTE BASAL 18](#_bookmark30)
      5. [DISTRIBUCION DE LAS FUERZAS SISMICAS SEGÚN LA ALTURA 19](#_bookmark31)
      6. [CORTES Y MOMENTOS 19](#_bookmark32)
      7. [COMPONENTE VERTICAL 20](#_bookmark33)
      8. [VERIFICACION DE ESTABILIDAD DE LAS FUNDACIONES 20](#_bookmark34)
      9. [DISEÑO DE DISPOSITIVOS DE SUJECIÓN DE LA ESTRUCTURA A LA FUNDACIÓN 20](#_bookmark35)
      10. [ORDENADA ESPECTRAL MÁXIMA 20](#_bookmark36)
   4. [CALCULO DE SOLICITACIONES SÍSMICAS PARA EQUIPOS RÍGIDOS 20](#_bookmark37)
      1. [DISTRIBUCIÓN DE LAS FUERZAS SÍSMICAS HORIZONTALES SEGÚN LA ALTURA 21](#_bookmark38)
      2. [AMORTIGUAMIENTO 21](#_bookmark39)
      3. [CORTES Y MOMENTOS 21](#_bookmark40)
      4. [COMPONENTE VERTICAL 21](#_bookmark41)
      5. [VERIFICACIÓN DE LA ESTABILIDAD DE LAS FUNDACIONES 22](#_bookmark42)
6. [DISEÑO DE OBRAS CIVILES 22](#_bookmark43)
   1. [PARÁMETROS BASE 22](#_bookmark44)
      1. [CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS 22](#_bookmark45)
      2. [TIPO DE HORMIGÓN Y ARMADURAS 22](#_bookmark46)
      3. [NORMAS DE DISEÑO 23](#_bookmark47)
   2. [CONDICIONES DE DISEÑO 23](#_bookmark48)
      1. [REQUISITOS GEOMÉTRICOS 23](#_bookmark49)
      2. [VERIFICACIONES 23](#_bookmark50)
      3. [DIMENSIONAMIENTO 24](#_bookmark51)
      4. [DISEÑO DE CANALETAS 24](#_bookmark52)
   3. [DISEÑO DE FUNDACIONES DE TORRES DE ALTA TENSIÓN 24](#_bookmark53)
      1. [GENERAL 24](#_bookmark54)
      2. [TIPO DE FUNDACIÓN 24](#_bookmark55)
      3. [REQUISITOS GEOMÉTRICOS 24](#_bookmark56)
      4. [DISEÑO DE FUNDACIONES 25](#_bookmark57)
   4. [BASES DE DISEÑO DE FUNDACIONES DE ESTRUCTURAS ALTAS DE SUBESTACIONES 25](#_bookmark58)
      1. [SOLICITACIONES SOBRE LAS FUNDACIONES 25](#_bookmark59)
      2. [DISEÑO DE FUNDACIONES CUYAS SOLICITACIÓN PRINCIPAL ES LA CARGA AXIAL 25](#_bookmark60)
      3. [DISEÑO DE FUNDACIONES CONJUNTAS 26](#_bookmark61)
   5. [BASES DE DISEÑO DE FUNDACIONES DE ESTRUCTURAS DE SOPORTE DE EQUIPOS ELECTRICOS](#_bookmark62) [SUBESTACIONES 27](#_bookmark62)
      1. [PARÁMETROS BASE 27](#_bookmark63)
      2. [METODOLOGÍA DE CÁLCULO 27](#_bookmark64)
      3. [FUNDACIONES DE ESTRUCTURAS SOPORTANTES DE EQUIPOS LIVIANOS 28](#_bookmark65)
   6. [MÉTODO X-Y MODIFICADO 28](#_bookmark66)
      1. [VERIFICACIÓN DE LA TENSIÓN MÁXIMA DEL SUELO 29](#_bookmark67)
      2. [VERIFICACIÓN DEL VOLCAMIENTO DE LA FUNDACIÓN 30](#_bookmark68)
   7. [PROYECTO DE URBANISMO 32](#_bookmark69)
7. [DISEÑO DE LAS OBRAS ELÉCTRICAS DE LA SUBESTACIÓN 32](#_bookmark70)
   1. [SISTEMA DE ALUMBRADO 33](#_bookmark71)
      1. [ALCANCE 33](#_bookmark72)
      2. [CONDICIONES GENERALES DE DISEÑO 33](#_bookmark73)
      3. [FUENTES DE ALIMENTACIÓN DE ALUMBRADO 34](#_bookmark74)
      4. [ESTUDIOS DE ADJUDICATARIO 34](#_bookmark75)
      5. [DOCUMENTOS QUE ENTREGAR 34](#_bookmark76)
      6. [CANALIZACIONES 35](#_bookmark77)
   2. [CANALIZACIONES ELÉCTRICAS 35](#_bookmark78)
      1. [ALCANCE 35](#_bookmark79)
      2. [DISEÑO GENERAL 35](#_bookmark80)
      3. [INTERFERENCIA CON OTRAS CANALIZACIONES 37](#_bookmark81)
      4. [CAMARAS 37](#_bookmark82)
      5. [CAJAS DE DERIVACION, CAJAS DE APARATOS Y ACCESORIOS 37](#_bookmark83)
      6. [SELLADO Y PASADAS DE CABLES 38](#_bookmark84)
   3. [MALLA DE PUESTA A TIERRA 39](#_bookmark85)
      1. [ALCANCE 39](#_bookmark86)
      2. [NORMAS APLICABLES 39](#_bookmark87)
      3. [CRITERIOS DE DISEÑO 39](#_bookmark88)
      4. [INFORMES Y PLANOS 40](#_bookmark89)
   4. [CONECTORES Y CONEXIONES 41](#_bookmark90)
8. [DISEÑO DEL SISTEMA DE TELECOMUNICACIONES 41](#_bookmark91)

# ALCANCE

Las estipulaciones establecidas en esta Sección constituyen las bases de diseño que deberá considerar el Adjudicatario para la verificación de la ingeniería de detalle como la construcción del proyecto, tanto para las obras eléctricas, como para las obras civiles, incluidas en este Contrato. Se indica, además, los requisitos sísmicos que deberá respetar el Adjudicatario en sus diseños y los estudios que deberá llevar a cabo.

# ESTIPULACIONES GENERALES PARA LA INGENIERÍA DE DISEÑO

## CATEGORÍA DE LA INGENIERÍA

El Adjudicatario deberá realizar la verificación del diseño y la elección de los componentes del proyecto de manera que se asegure lograr una solución óptima desde los puntos de vista de calidad, rendimiento global, seguridad, costo de operación, facilidades de mantenimiento y otras metas propias de la buena ingeniería.

El diseño y la elección de los equipos y materiales de responsabilidad del Adjudicatario deberán considerar tecnologías modernas. No obstante, los equipos y materiales seleccionados deberán haber sido empleados satisfactoriamente en empresas semejantes a EL PROPIETARIO.

En la selección de los equipos y materiales el Adjudicatario deberá procurar la uniformidad para funciones iguales o similares, tendiendo a un mínimo de repuestos necesarios.

El contenido de las instrucciones de mantenimiento, el alcance de la capacitación que impartirá el Adjudicatario y la determinación de las existencias de repuestos deberá hacer posible las revisiones periódicas, las eventuales reparaciones y las ampliaciones en los sistemas de control y protecciones con el personal propio de EL PROPIETARIO sin depender de especialistas de fábrica, salvo en casos excepcionales que el Adjudicatario deberá identificar antes de la etapa de capacitación.

# INFORMACION PARA LA INGENIERIA DE DISEÑO

## GENERALIDADES

Para la verificación del diseño y la ejecución de las obras comprendidas en este Contrato, el Adjudicatario deberá considerar la siguiente información:

* Las características, planos e información técnica correspondientes al material y equipo incluido en la Oferta para ser adquirido y suministrado por el Adjudicatario, de acuerdo con lo establecido en este Contrato.
* Los planos proporcionados por EL PROPIETARIO para la licitación.
* La información que el Adjudicatario deberá obtener de su propia investigación en el terreno.
* La información adicional que le proporcione el Ingeniero Jefe.
* Lo especificado en los documentos del Contrato.

## DISPOSICIONES GENERALES

La verificación de los diseños de disposición general de las obras que comprenden el presente Contrato se deberá basar en los planos proporcionados por EL PROPIETARIO.

Estos planos fueron elaborados basándose en estimaciones de las dimensiones de los equipos y, por lo tanto, pueden sufrir alteraciones en aquellos aspectos que dependan de las condiciones y características particulares que se desprendan del diseño ejecutado por el fabricante de los equipos. Sin embargo, no deberán ser modificados en sus conceptos fundamentales.

Para determinar las disposiciones generales, el Adjudicatario deberá tomar en consideración, entre otros, los siguientes criterios:

* Funcionalidad de cada elemento del equipo e instalaciones.
* Economía de equipo y materiales.
* Simplicidad, sin desmedro de la seguridad de servicio y redundancias estipuladas en el proyecto básico.
* Espacios necesarios alrededor de los equipos para ejecutar montajes y desmontajes en caso de reparaciones y mantenimientos.
* Distancias eléctricas de seguridad.
* Acceso fácil a los equipos e instalaciones, tanto para su montaje como para su operación, reparación y mantenimiento.
* Seguridad, tanto para el personal como para el equipo y las instalaciones durante la construcción, el montaje, la operación, la reparación y el mantenimiento de los equipos y las instalaciones.
* Seguridad para el personal contra siniestros, como inundaciones, movimientos sísmicos e incendios y seguridad para el desplazamiento de los medios de extinción.
* Seguridad para el personal frente a equipos, o partes de equipos, energizados eléctricamente.
* Seguridad para el personal en caso de oscurecimiento involuntario, como fallas en los circuitos de alumbrado, fallas en los circuitos de servicios auxiliares, etc.

## PLANOS BASICOS

Los planos referenciales principales de cada obra de este Contrato se encuentran estipulados en las Especificaciones Técnicas Particulares. El Adjudicatario deberá efectuar la verificación y proponer las optimizaciones de los esquemas que resulten de los estudios establecidos en estas especificaciones y someterlas a la consideración del Ingeniero Jefe.

# DISEÑO DE ESTRUCTURAS METALICAS DE LINEAS Y SUBESTACION

## ALCANCES

En esta sección se establecen las bases de diseño de las estructuras metálicas para las obras del presente contrato. Estas especificaciones se aplican al diseño de estructuras bajas de soporte de equipos eléctricos, estructuras altas como marcos de líneas, marcos de barras, pilares para cables de guardia, torres de alta tensión, etc.

Las estructuras que se diseñen deben cumplir con las siguientes normas y códigos: AISC: Manual of steel construction Allowable stress design.

* ASCE: Standard ASCE 10-15. “Design of Latticed Steel Transmission Structures”.
* ASTM A36: Carbon structural steel.
* ASTM A572: High strength low-alloy structural steel.
* ASTM A325: High strength bolts for structural steel joints.
* ASTM A394: Steel transmission towers bolts zinc coated.
* ASTM A6: General requirements for rolled structural steel bars.

EN 10025-2: Productos laminados en caliente, de acero no aleado, para construcciones metálicas de uso general.

* NCh-203 of 77: Acero para uso estructural.
* NCh-432 of 71: Cálculo de la acción del viento sobre las construcciones.
* AWS: Structural welding Code-Steel D1.1
* NCh 431: Sobrecargas de Nieve.
* EIA 222 F-1996: Standard for Steel Antenna Towers and Antenna Support Structures
* Norma Técnica de Seguridad y Calidad de Servicio.
* Normas ETG de TRANSELEC.

## SOLICITACIONES

* Estructuras de Líneas de Transmisión de Alta Tensión

Las solicitaciones para las estructuras de las Líneas de Alta Tensión deben calcularse de acuerdo con lo establecido en documento “Guidelines for Transmission Line Structural Loading” de ASCE y respetando la normativa local.

* Estructuras Altas

Las solicitaciones para considerar en el diseño de las estructuras altas de patio son las siguientes:

* PPE: Peso propio de la estructura.
* PPC: Peso propio conductores, cables de guardia, aisladores, trampas de ondas y otro accesorio que cargue la estructura.
* VE (T, L): Viento máximo sobre la estructura, actuando en sentido transversal o longitudinal de la estructura, según corresponda. Presión dinámica de viento de 100 gf/m2.
* VC (T, L): Viento máximo sobre conductores, cables de guardia, aisladores, accesorios, actuando en sentido transversal o longitudinal de la estructura, según corresponda. Presión dinámica de viento de 50kgf/m2.
* TC (T, L): Tensión máxima de conductores, actuando en sentido transversal o longitudinal de la estructura, según corresponda.
* TCG (T, L): Tensión máxima del cable de guardia, actuando en sentido transversal o longitudinal de la estructura, según corresponda.
* DESEQ (T, L): Desequilibrio longitudinal, actuando en sentido transversal o longitudinal de la estructura, según corresponda.
* M: Montaje, se considera una carga vertical, de 113 kg aplicada en las barras horizontales o con una inclinación menor a 45º con la horizontal.
* FANG: Fuerza transversal debido a la llegada en ángulo de la línea.

Las combinaciones de carga son:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| A | Viento máximo transversal. | Normal |
| PPE + PPC + VE(T) + VC + TC + TCG |
| B | Viento máximo longitudinal. | Normal |
| PPE + PPC + VE(L) + VC/4 + TC + TCG |
| C | Viento máximo transversal con ángulo línea. | Normal |
| PPE + PPC + VE(T) + VC + TC + TCG + FANG |
| D | Viento máximo longitudinal con ángulo línea | Normal |
| PPE + PPC + VE(L) + VC/4 + TC + TCG + FANG |
| E | Viento transversal medio con sobrecarga vertical | Eventual |
| PPE + 2 PPC + VE(T)/2 + VC/2 + TC + TCG |
| F | Montaje | Eventual |

Los factores de sobrecarga que deben considerarse son:

* 1.7 Caso Normal
* 1.3 Caso Eventual
* Estructuras bajas

Las solicitaciones para considerar en el diseño de las estructuras bajas de soporte de equipos son las siguientes:

* PPE: Peso propio de las estructuras.
* PPEq: Peso propio equipo
* VE: Viento máximo sobre la estructura. Para la fuerza del viento se debe considerar el área proyectada de los elementos de las caras que golpea el viento perpendicularmente. Para este cálculo no se considera variación de la presión de viento con la altura, ni efecto de ráfaga. Presión dinámica de viento de 100 kgf/m2.
* Veq: Viento sobre equipos. Presión dinámica de viento de 100 kgf/m2.
* S: Sismo sobre conjunto equipo – estructura – fundación.
* Co: Solicitaciones generadas por la operación del equipo, las que deben ser definidas por el fabricante, incluye:

Efectos térmicos debidos a condiciones de operación en régimen permanente; Presión interna en elementos que contengan gases o aire. Para el caso de interruptores de poder la presión interna corresponderá a la presión máxima de trabajo cuando se efectúa la interrupción de la corriente nominal de cortocircuito;

Solicitación de cortocircuito cuando sea aplicable, el nivel de cortocircuito a ser considerado corresponderá al de diseño de la instalación;

Otros esfuerzos de servicio (por ejemplo, los originados por la operación de mecanismos oleo neumáticos de interruptores de poder).

* T: Tirón en terminales del equipo: se supondrá la dirección que origine la combinación más desfavorable con un valor de:

100 kg para equipos de tensión nominal igual o inferior a 245 kV. 175 kg para equipos de tensión nominal superior a 245 kV.

Las combinaciones de carga son:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| A | Condición normal de operación | Normal |
| PRE + PPEQ + CO + T+ Nv |
| B | Viento máximo | Normal |
| PPE + PPEq + VE + Veq + Co + T |
| C | Sismo | Eventual |
| PPE + PPEq + S + Co + T |

Los factores de sobrecarga que deben considerarse son:

* 1.7 Caso Normal
* 1.3 Caso Eventual

## SOLICITACIONES DE VIENTO SOBRE LA ESTRUCTURA

Para la solicitación de viento sobre las estructuras de SS/EE, altas y bajas, se considerará una presión básica de viento de 100 kg/m2, según norma NSEG 5.E.n.71.

La fuerza del viento sobre la estructura se calculará considerando el área proyectada de los elementos de las caras que golpea el viento perpendicularmente, se considera la cara anterior y posterior, por lo tanto, el factor de forma es 2,0.

En este cálculo no se considera variación de la presión de viento con la altura, ni efecto de ráfaga.

## SOLICITACIONES DE MONTAJE

Para la condición de montaje de las estructuras se verificará que todas las barras horizontales o que tienen un ángulo menor a 45° con la horizontal, resisten un peso de 113 kg en su punto medio, con un factor de seguridad de 1,2. Esta verificación se debe hacer considerando flexión de la barra.

## SOLICITACIONES DE MANTENIMIENTO.

Para la condición de mantenimiento de las estructuras se verificará que todas las barras horizontales resisten un peso de 113 kg en su punto medio combinado con el esfuerzo axial de la barra. Esta verificación se debe hacer considerando flexo compresión o flexo tracción en las barras, las que deben resistir con un factor de seguridad de 1,2.

## METODOLOGIA DE CÁLCULO

## GENERALIDADES

El diseño de las estructuras de soporte de equipos eléctricos y de estructuras altas se hará utilizando las recomendaciones indicadas en el manual ASCE 10-15 “Design of Latticed Steel

Transmission Structures”. Se consideran las cargas mayoradas por el factor de seguridad correspondiente a cada estado de carga.

El cálculo de las estructuras altas y torres de antena se hará considerando un modelo espacial de nudos y barras que sólo resisten esfuerzo axial. En el análisis se aplicará la teoría elástica para determinar los esfuerzos y deformaciones. El cálculo de esfuerzos de cada elemento de las estructuras se deberá hacer mediante un análisis tridimensional, usando un programa de cálculo estructural.

El cálculo de las estructuras bajas debe considerar el criterio de rigidez, que establece que las estructuras de soporte de equipos deberán tener un comportamiento rígido, por lo cual deberá verificarse que la frecuencia natural sea mayor a 30 Hz o mayor a cuatro veces la frecuencia natural del equipo que la estructura soporta (el menor valor de los dos es suficiente).

Para la determinación de la frecuencia de la estructura de soporte se deberá considerar la masa del conjunto equipo-estructura; adicional, la estructura debe resistir las solicitaciones resultantes del análisis sísmico del conjunto total equipo-estructura-fundación.

## DISEÑO A COMPRESIÓN

La tensión de diseño a compresión de los elementos cargados axialmente se determinará usando las ecuaciones de pandeo 3.6-1 y 3.6-2 definidas en el manual ASCE 10-15, considerando la esbeltez de cada elemento, para ello se deben determinar los largos efectivos de pandeo de cada tipo de elemento según se indica considerando lo siguiente:

* + - * Para determinar el largo efectivo de pandeo de montantes de esquina se usará la ecuación 3.7-5 que considera carga concentrada en ambos extremos.
      * Para determinar el largo efectivo de pandeo de diagonales, marcos y cuerdas inferiores de crucetas usarán las ecuaciones 3.7-7 y 3.7-8 del manual ASCE 10-15, que consideran excentricidad en ambos extremos o que ambos extremos no están restringidos a rotación.
      * Para determinar el largo efectivo de pandeo de los rellenos o barras redundantes se usarán las curvas 3.7-7 y 3.7-11 del manual ASCE 10-15, que consideran excentricidad en ambos extremos o que ambos extremos no están restringidos a rotación.

Los rellenos se calcularán a compresión considerando que deben resistir, al menos, entre el 1,5 a 2,5% del esfuerzo del elemento principal que arriostran transversalmente contra el pandeo, según ecuación 3.16-1 del manual ASCE 10-15. Sólo se considerará que los rellenos restrinjan el pandeo en el plano con que están colocados si uno de su extremo está fijado a un nudo de la estructura.

Los valores máximos de la esbeltez de cada tipo de elemento estarán limitados a:

* + - * 150 para montantes de esquina apernadas en ambas alas y cuerdas inferiores de Crucetas.
      * 200 para diagonales y marcos apernados sólo en un ala.
      * 250 para elementos traccionados y rellenos.

## DISEÑO A TRACCION

* + - * Perfiles conectados en ambas alas (montantes de esquina).

Para el diseño a tracción de los montantes de esquina o cantoneras se considera que la tensión en el área efectiva debe ser menor a la tensión de fluencia, calculada con cargas mayoradas.

El área neta efectiva se define como:

##### Aef  Aneta

S2

Aneta = Aperfil − e ∗ (∅ + 3.2mm) ∗ n + e ∗ ∑

4 ∗ g

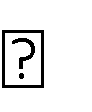
Se considera para el cálculo del área neta un diámetro de perforación igual al diámetro nominal del perno Ø más 3,2 mm.

N : Número de perforaciones.

s : Distancia entre perforaciones en el sentido paralelo a la fuerza.

g : Distancia entre perforaciones en el sentido perpendicular a la fuerza. ø : Diámetro del perno.

e : Espesor del perfil.

 Perfiles conectados en un ala (diagonales, marcos y rellenos)

Para el diseño a tracción de diagonales, marcos y rellenos apernados sólo en un ala se considera que la tensión de tracción en el área efectiva debe ser menor a 0,9 veces la fluencia, calculada con cargas mayoradas. El área neta efectiva se define como:

* + - * Perfiles conectados con 1 o 2 pernos:
      * Perfiles conectados con 3 pernos o más:

### Aef Aef

 0.75.*Aneta*

 0.85.*Aneta*

En diagonales también se debe realizar verificación de bloque de corte según la siguiente fórmula, ver Manual ASCE 10-15.

*Padm*  0.6  *Av*  *Fu*  *At*  *Fy*

|  |  |
| --- | --- |
| Av: | Área neta resistente al corte en la dirección de la  fuerza. |
| At: | Área neta resistente en tracción en dirección |

perpendicular a la fuerza

Para calcular el bloque de corte se usarán las siguientes distancias:

* + - * Distancia mínima entre pernos 42 mm para pernos de 5/8” y 50 mm para pernos de 3/4".
      * Distancia mínima a borde laminado 22mm para pernos de 5/8” y 25 mm para pernos

de 3/4".

* + - * Distancia a borde cortado 28 mm para pernos 5/8” y 32 mm para pernos 3/4".
      * Para perfiles de 40 mm de ala la distancia a borde laminado se reduce a 19 mm para

pernos de 5/8”. Con este perfil no se usan pernos de 3/4”.

## DISEÑO DE PERNOS

Las uniones de barras se harán mediante pernos de diámetro 5/8” o 3/4” o sus equivalentes M16 y M20. Se debe usar un diámetro único de perno en cada estructura. Se usarán pernos calidad ASTM A394 tipo 1.

Para el diseño de los pernos se considera una tensión de corte de 3.375 kg/cm2 considerando cargas mayoradas y una tensión de aplastamiento de 1,5 veces la tensión de rotura del elemento conectado.

Para las estructuras de la subestación, el anclaje a la fundación se hará con pernos de anclaje, los pernos de anclaje tendrán un diámetro mínimo de 3/4”, deberán ser de acero con resiliencia garantizada.

## DISPOSICIONES DE DISEÑO

## DIMENSIONES MINIMAS

* + - * El perfil angular mínimo tendrá dimensiones 1 ¾” x 1 ¾” x 3/16” ó 40 x 40 x 4 mm.
      * El espesor mínimo de planchas será de 3/16” ó 5 mm.
      * El espesor mínimo de los perfiles que se utilicen en montantes de esquina de las estructuras y en las cuerdas de las vigas de los marcos será de 5 mm.
      * El diámetro mínimo de los pernos será de 5/8” ó 16 mm.
      * El diámetro de las perforaciones será igual al diámetro del perno más 1,6 mm.
      * El diámetro mínimo de los pernos de anclaje será 3/4” o 20mm, y su largo mínimo de

anclaje será 70 cm

## USO DE SOLDADURA

En las estructuras de la subestación se usará soldadura sólo en los marcos superiores de las estructuras bajas de soporte de equipos eléctricos y en la unión de las placas bases de las estructuras altas y bajas.

## DEFORMACIONES

Como resultado del diseño las estructuras deberán tener una deformación máxima de H/150 calculada con las combinaciones normales de solicitaciones, siendo H la altura total de la estructura.

Las estructuras de soporte de equipos eléctricos deberán tener un comportamiento rígido, por lo cual deberá verificarse que la frecuencia natural sea mayor a 30 Hz o mayor a cuatro veces la frecuencia natural del equipo que la estructura soporta (el menor valor de los dos es suficiente). Para la determinación de la frecuencia de la estructura de soporte se deberá considerar la masa del conjunto equipo-estructura.

Además, la estructura de soporte de equipos eléctricos debe resistir las solicitaciones resultantes del análisis sísmico del conjunto equipo-estructura-fundación que se debe realizar de acuerdo con este documento.

## PLANOS DE FABRICACIÓN Y MONTAJE

En la ejecución de los planos de fabricación y montaje se deberá considerar lo siguiente:

* Distancias mínimas de borde y entre perforaciones para pernos ASTM A 394 tipo 1 o DIN 267 tipo 8.8:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Diámetro del perno | Distancia mínima entre pernos (mm) | Distancia mínima al borde | |
| Borde laminado (mm) | Borde cortado (mm) |
| 5/8” | 42 | 22 (\*) | 28 |
| ¾” | 50 | 25 | 32 |

* El detalle de las uniones se debe hacer de modo de no tener excentricidades o reducirlas al mínimo.
* Los pernos deberán llevar arandela de presión, y eventualmente, cuando el hilo del perno no llega a la plancha, arandela plana.
* El largo de los pernos se dimensionará de modo que no se produzcan esfuerzos de cortadura en la zona con hilo y que los pernos sobresalgan tres hilos más allá de la tuerca. Si es necesario se puede usar arandelas planas para asegurar el apriete del perno.
* En las estructuras altas de la S/E se debe considerar la instalación de peldaños para trepado.
* Los planos deben incluir todos los elementos necesarios para la fijación de conductores, cables de guardia o equipos eléctricos.
* Para cada estructura se deberá entregar un listado de materiales indicando todos los elementos de la estructura, sus dimensiones, pesos, calidad de acero, diámetro, largo y cantidad de cada tipo de perno, pernos de anclaje, etc.

Deberán ejecutarse agujeros normales en las uniones de barra con barra, a menos que el ingeniero apruebe agujeros holgados, ovalados cortos u ovalados largos en uniones apernadas.

# DISEÑO SÍSMICO DE ESTRUCTURAS DE LA SUBESTACIÓN

Estas Especificaciones de Diseño Sísmico se aplican al diseño de las estructuras y fundaciones que soportan equipo eléctrico. No aplican a torres ni a las estructuras altas

## INTENSIDAD SÍSMICA DE DISEÑO

La intensidad sísmica, es decir, la caracterización de los parámetros que representan los máximos valores de aceleración, de velocidad y de desplazamiento horizontal en la superficie del terreno, será la que le corresponde a la sismicidad del lugar y a las características del suelo de fundación.

Según la ubicación geográfica de la subestación se determinará la zona sísmica correspondiente, con lo cual se obtiene la aceleración efectiva máxima del suelo de la siguiente tabla:

|  |  |
| --- | --- |
| Zona I | a = 0.3 g |
| Zona II | a = 0.4 g |
| Zona III | a = 0.5 g |

Para las obras del presente contrato de deberá considerar Zona III.

## ESPECTRO DE DISEÑO

Se usará el espectro de respuesta lineal de aceleraciones establecido en el gráfico de la Figura Anexo 1, para la determinación del coeficiente sísmico horizontal.

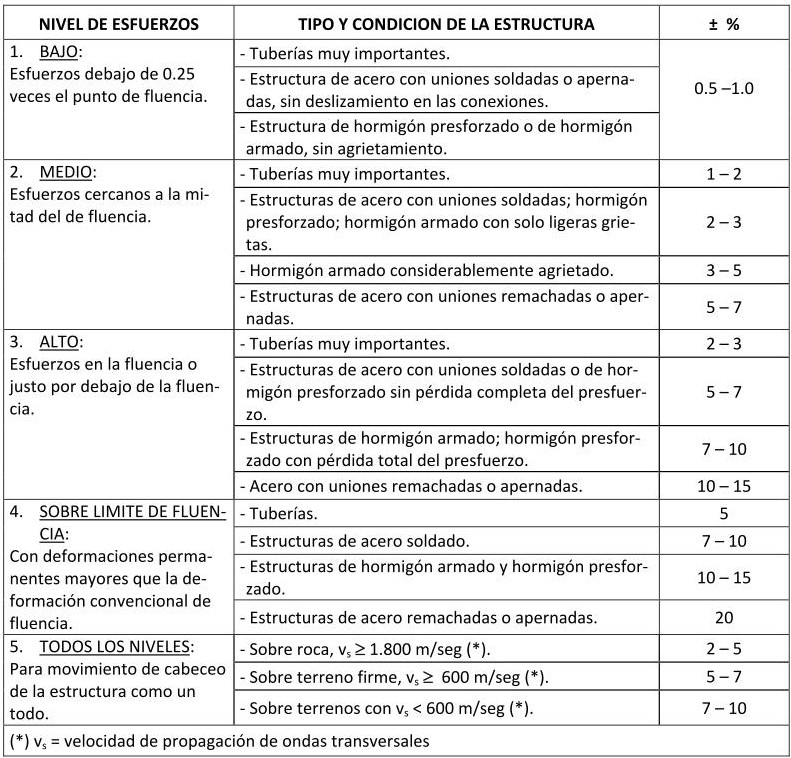
Las curvas del gráfico son válidas para a = 0.5 g; para valores menores a’ se deberá multiplicar

la ordenada espectral por la relación:

*a*´

0.5  *g*

Se elegirá un valor de amortiguamiento de acuerdo con las características de la estructura. En la Tabla siguiente, se indican valores típicos de amortiguamiento.



Las ordenadas ζ (T) del espectro de diseño quedan dadas por las siguientes expresiones:

 (*T* )  *A*(*T* , ) ,

##### R

*T*  *T*1

 (*T* )  1 *T*   *a*  *T*





 (*T*1), 0  *T*  *T*1

Dónde:

 *T*1 *T*1

a: Aceleración horizontal máxima en la superficie del terreno en el lugar de la obra

T1: Período correspondiente al punto final de la rama ascendente del espectro lineal de aceleraciones

R: Coeficiente de modificación de la respuesta

A(T,  ): Ordenada del espectro de respuesta lineal para T y  .

El coeficiente de modificación de la respuesta considera la ductilidad de la estructura, la existencia de más de un sistema de elementos resistentes y la experiencia acumulada acerca

del comportamiento sísmico de obras similares analizadas, en general en las estructuras de soporte de equipo eléctrico se usa R=3.

## CÁLCULO DE SOLICITACIONES SISMICAS PARA EQUIPOS LIVIANOS

Las estructuras de soporte y fundaciones de equipos eléctricos livianos, como transformador de corriente, transformador potencial, pararrayos, desconectador, aislador de pedestal, etc., las que presentan amplificaciones dinámicas importantes (cabeceo), se calcularán sísmicamente mediante un análisis estático. El procedimiento por seguir es el siguiente:

## EXCITACIÓN SISMICA DE DISEÑO

El espectro de respuesta lineal será el indicado anteriormente, y las solicitaciones sísmicas corresponden a las siguientes:

* + - * En dirección horizontal: un movimiento del terreno cuya intensidad sísmica corresponde a lo indicado en estos Criterios de Diseño.
      * En dirección vertical: un campo de aceleraciones uniforme y constante de intensidad igual al 60% de la aceleración horizontal máxima del terreno.
      * La verificación sísmica se hará para dos (2) direcciones horizontales separada e independientemente, eligiendo en cada caso la combinación más desfavorable de direcciones y sentidos de las acciones horizontales y verticales.

## AMORTIGUAMIENTO

Para definir la ordenada espectral máxima que se utilizará en la determinación del coeficiente sísmico horizontal, se emplearán el siguiente valor de amortiguamiento expresados como un porcentaje del amortiguamiento crítico:

* + - * Estructuras soportantes con juntas soldadas = 3%.
      * Estructuras soportantes con pernos de torque controlado = 5%.

## COEFICIENTE SISMICO

El coeficiente sísmico horizontal se calculará mediante la fórmula:

*Ch*  *A Rg*

Dónde:

R =Coeficiente de modificación de la respuesta.

## NIVEL BASAL Y CORTE BASAL

El nivel basal corresponde al plano horizontal en el cual está aplicada la acción sísmica y donde se equilibran mutuamente las resultantes horizontales de las fuerzas de inercia y de las reacciones del suelo de fundación. Este nivel corresponde al sello de fundación. El corte basal está dado por la ecuación:

*Qb*  *Ch**Wi*

*i*

Donde C es el coeficiente sísmico horizontal y ΣWi es la suma de los pesos y las partes del sistema situadas por encima del nivel basal, por lo tanto, incluye el peso del equipo, de la estructura, de la fundación y del suelo inmediatamente existente sobre la fundación

## DISTRIBUCION DE LAS FUERZAS SISMICAS SEGÚN LA ALTURA

La fuerza de corte basal se distribuirá según la altura, descomponiéndola en fuerzas Fi aplicadas simultáneamente al nivel del centro de masas de cada una de las partes, todas dirigidas en el mismo sentido, en la dirección de análisis. La distribución se hará como se describe a continuación:

Se distribuirá Qb en proporción a los pesos Wi de las partes (distribución uniforme),

obteniéndose así fuerzas Fi’ dadas por la ecuación:

*F* ` *WiQb*  *Ch*·*W*

*Wi*

*i*

*i*

*i*

Se distribuirá Qb en proporción a los productos hiWi (distribución triangular), obteniéndose

así fuerzas Fi’’ dadas por la ecuación:

*Fi* ``

*hiWiQb*

 *h W*

*i i*

*i*

Donde hi es la altura del centro de masas de la parte identificada con el índice i, por encima del nivel basal. Se calculará Fi como promedio ponderado de Fi’ y Fi’’, según la ecuación:

*F*  1 *F* ` 2 *F* ``

*i* 3 *i* 3 *i*

## CORTES Y MOMENTOS

Las fuerzas de corte serán las que resulten de la estática al aplicar Fi. Los momentos correspondientes a las fuerzas Fi se afectarán por un coeficiente de reducción J, dado por la relación:

#### *J*  0.8  0.2 *h*

##### H

En que h es la cota de la sección en la cual se desea evaluar el momento reducido y H es la altura de la parte más alta del sistema, ambas medidas desde el nivel basal.

## COMPONENTE VERTICAL

El efecto de la componente vertical del sismo se evaluará usando el coeficiente sísmico vertical Cv, dado por la relación:

*Cv*  0.6  *Ch*

En que Ch es el coeficiente sísmico horizontal

## VERIFICACION DE ESTABILIDAD DE LAS FUNDACIONES

La verificación de las presiones de contacto y de la estabilidad de las fundaciones se hará considerando la acción simultánea del sismo horizontal y vertical, para cada una de las direcciones horizontales de análisis consideradas separadamente.

En el caso de fundaciones aisladas, el área de contacto entre la base de la fundación y el suelo no podrá ser inferior al 80 % del área de la base.

## DISEÑO DE DISPOSITIVOS DE SUJECIÓN DE LA ESTRUCTURA A LA FUNDACIÓN

En el caso de que para el diseño de la estructura y su fundación se utilice una Intensidad Sísmica menor que a=0,5 g, para el diseño de pernos de anclaje, placas de apoyo, llaves de corte y demás elementos de sujeción de la estructura a la fundación, se deberá emplear un coeficiente de reducción de la respuesta R = 2,25, es decir, las fuerzas de diseño de estos elementos debidas a la componente horizontal del sismo serán las especificadas anteriormente amplificadas por 1,33.

## ORDENADA ESPECTRAL MÁXIMA

La ordenada espectral máxima (A) se determinará con la ecuación indicada en el punto

3.01.03 de la ETG – A.0.21-2013.



Dónde:

A: Ordenada espectral máxima

a: Aceleración máxima del terreno.

 : Amortiguamiento expresado en %.

## CALCULO DE SOLICITACIONES SÍSMICAS PARA EQUIPOS RÍGIDOS

Los equipos rígidos se caracterizan por no tener amplificaciones dinámicas de importancia y no presentar giro en torno de un eje horizontal al nivel de la fundación (Cabeceo). Estos equipos van anclados directamente a la fundación.

El método de análisis sísmico para el diseño de las fundaciones de los equipos rígidos pesados, como son los autotransformadores y reactores, será preferentemente estático.

Tanto la excitación sísmica de diseño, la ordenada espectral máxima, el coeficiente sísmico y el nivel y corte basal serán los mismos que para el análisis sísmico de estructuras con amplificaciones dinámicas significativas.

Sin embargo, la distribución de las fuerzas sísmicas horizontales según la altura se realizará en su forma más simple empleando coeficientes sísmicos uniformes, iguales para todas las partes de la estructura e independientes del período natural de ésta

## DISTRIBUCIÓN DE LAS FUERZAS SÍSMICAS HORIZONTALES SEGÚN LA ALTURA

La fuerza de corte basal se distribuirá según la altura descomponiéndola en fuerzas Fi aplicadas simultáneamente al nivel del centro de masas de cada una de las partes, todas dirigidas en el mismo sentido en la dirección de análisis. La distribución se hará como se describe a continuación:

Se distribuirá Qb en proporción a los pesos Wi de las partes (distribución uniforme), obteniéndose así fuerzas Fi dadas por la ecuación:

*F*  *Wi*  *Qb*

*i*

*Wi*

 *Ch* *Wi*

*i*

En el caso de suelos de fundación blandos o aluviales, se debe considerar distribución triangular:

*Fi* 

*hiWi*

*h W*

 *Qb*

*i i*

*i*

## AMORTIGUAMIENTO

Para los equipos pesados anclados directamente a la fundación, se emplearán los siguientes valores de amortiguamiento expresados como porcentaje del amortiguamiento crítico:

* + - * Sobre terreno de Vs ≥ 1.800 m/seg = 5%.
      * Sobre terreno de Vs < 1.800 m/seg= 7%.

Con Vs = velocidad de propagación de las ondas transversales.

## CORTES Y MOMENTOS

Tanto las fuerzas de corte como los momentos correspondientes serán los que resulten de la estática al aplicar Fi.

## COMPONENTE VERTICAL

El efecto de la componente vertical del sismo se evaluará como se indica en el apartado 5.3.7

## VERIFICACIÓN DE LA ESTABILIDAD DE LAS FUNDACIONES

La verificación de las presiones de contacto y de la estabilidad de las fundaciones se hará considerando la acción simultánea del sismo horizontal y vertical, para cada una de las direcciones horizontales de análisis consideradas separadamente. En el caso de fundaciones aisladas, el área de contacto entre la base de la fundación y el suelo no podrá ser inferior al 80 % del área de la base

# DISEÑO DE OBRAS CIVILES

En la presente Especificación Técnica se establecen las bases de diseño para las obras civiles que se deben construir. Estas obras civiles incluyen las fundaciones de las estructuras altas y de las estructuras de soporte de equipo eléctrico, canaletas y toda otra obra civil necesaria para el proyecto construcción de la subestación

## PARÁMETROS BASE

## CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS

Los suelos deberán ser agrupados según sus parámetros geotécnicos para facilitar el diseño. Se deberá considerar distintas calidades de suelo seco y de suelo saturado o bajo agua de acuerdo con lo indicado en la tabla:

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Tipo de Suelo** | **Forma de Trabajo** | **Cohesión (t/m2)** | **Ángulo de Fricción (°)** | **Ángulo Cono Arran.(°)** | **Peso Unitario Suelo**  **Arran. (°)** | **Peso Unitario Suelo**  **Aplast.** | **Peso Unitario Hormigón**  **Arran.** | **Peso Unitario. Hormigón.**  **Aplast. (t/m3)** | **Presión Administrada Neta Vertical**  **(t/m2)** | **Presión Administrada Neta Horizontal**  **(t/m2)** |
| 1 | Anclaje |  |  | 30 | 2,0 | 2,3 | 2,3 | 2,4 | 200 | 150 |
| 2 | 1C y F2 | 6 | 35 | 40 | 2,0 | 2,0 | 2,3 | 2,4 | 60 | 50 |
| 3 | F | 0 | 35 | 30 | 2,0 | 2,0 | 2,3 | 2,4 | 40 | 30 |
| 4 | F | 0 | 30 | 30 | 1,6 | 2,0 | 2,3 | 2,4 | 20 | 15 |
|  | C | 7 | 0 | 30 | 1,6 | 2,0 | 2,3 | 2,4 | 20 | 15 |
| 5 | F | 0 | 35 | 40 | 1,0 | 2,0 | 1,3 | 2,4 | 30 | 25 |
| C | 4 | 30 | 40 | 1,0 | 2,0 | 1,3 | 2,4 | 30 | 25 |
| 6 | F | 0 | 30 | 30 | 1,0 | 2,0 | 1,3 | 2,4 | 15 | - |
| C | 5 | 0 | 30 | 1,0 | 2,0 | 1,3 | 2,4 | 15 | - |
| 7 | C | 2,5 | 0 | 20 | 1,0 | 1,6 | 1,3 | 2,4 | 5 | - |

## TIPO DE HORMIGÓN Y ARMADURAS

Se deberá considerar lo siguiente:

* + - * Hormigón calidad G20 (95% confianza).

1 Friccionante

2 Cohesivo

* + - * Densidad hormigón 2,4 tonf/m3.
      * Emplantillado G10

Barras de acero de refuerzo calidad A630-420H

* + - * Recubrimiento de hormigón sobre las armaduras: 5 cm
      * Recubrimiento de hormigón sobre las armaduras que van contra terreno: 7,5 cm
      * Profundidad de fundación mínima y tensiones admisibles según informe de mecánica de suelos.

## NORMAS DE DISEÑO

En el diseño de las fundaciones y otras obras de hormigón se usarán las últimas ediciones de las siguientes normas:

* + - * ACI 318 : American Concrete Institute.
      * NCh 204 : Acero. Barras laminadas en caliente para hormigón armado.
      * NCh 430 : Hormigón armado. Requisitos de diseño y cálculo
      * NCh 1537 : Cargas permanentes cargas de uso.
      * NCh 433 : Diseño sísmico de Edificios.
      * NCh 2369 : Diseño sísmico de estructuras e instalaciones industriales.
      * NCh 3171 : Disposiciones generales y combinaciones de cargas.
      * NCh 432 : Cálculo de la acción del viento sobre las estructuras.
      * NCh 1928 : Albañilería armada. Requisitos para el diseño y cálculo
      * NCh-432 of71 : Albañilería confinada. Requisitos para el diseño y cálculo.
      * Norma Técnica de Seguridad y Calidad de Servicio.
      * Normas ETG de TRANSELEC.

Nota: Las Normas NCh son las últimas versiones vigentes a la fecha de emisión de este documento

## CONDICIONES DE DISEÑO

En general, el diseño de estas fundaciones debe cumplir lo siguiente:

## REQUISITOS GEOMÉTRICOS

El extremo superior de las fundaciones de hormigón deberá quedar al menos 20 cm sobre el nivel de la gravilla, además su parte superior deberá tener la pendiente suficiente para que no se acumule agua.

## VERIFICACIONES

La tensión de contacto sobre el suelo deberá ser menor o igual a la tensión de contacto admisible definida en el informe geotécnico. El área en compresión será de 100% en condición de cargas permanentes y un mínimo de 80% para condición de cargas permanentes + eventuales.

## DIMENSIONAMIENTO

Una vez seleccionadas las dimensiones y enterramiento de las fundaciones, se dimensionarán los diferentes elementos resistentes, el dimensionamiento se hará de acuerdo con las buenas prácticas de diseño y a lo establecido en la norma ACI 318 en su última versión. Se recomienda que se usen en el cálculo de las armaduras y en la verificación de las secciones de hormigón los factores de cargas establecidos en la citada norma.

## DISEÑO DE CANALETAS

Las canaletas se diseñarán en hormigón armado considerando las dimensiones establecidas en los planos. El espesor de muro mínimo será 15 cm con una malla central.

## DISEÑO DE FUNDACIONES DE TORRES DE ALTA TENSIÓN

## GENERAL

El diseño de las fundaciones de torres de alta tensión deberá cumplir con lo establecido en estas especificaciones.

Las fundaciones de las torres necesarias para dar cumplimiento a los alcances del Contrato deberán diseñarse según lo indicado en las presentes especificaciones y considerando los tipos de suelo según lo indicado en el informe geotécnico de la Subestación Picarte 66 kV.

* + - 1. PARAMETROS DE DISEÑO DE FUNDACIONES

El Adjudicatario deberá considerar los siguientes parámetros:

* + - * + Hormigón calidad G20.
        + Emplantillado G10.
        + Barras de acero de refuerzo calidad A630-420H.
        + Recubrimiento mínimo de hormigón sobre las armaduras: 5 cm.
        + Recubrimiento de hormigón sobre las armaduras que van contra terreno: 7,5 cm

## TIPO DE FUNDACIÓN

Las fundaciones para estructuras autosoportantes de torres de alta tensión tendrán que ser adecuadas para una torre de anclaje, suspensión o remate, de acuerdo con lo dispuesto en la ingeniería de la subestación.

## REQUISITOS GEOMÉTRICOS

El extremo superior de las fundaciones de hormigón deberá quedar al menos 20 cm sobre la cota superior de gravilla dispuesta sobre la plataforma, además su parte superior deberá tener la pendiente suficiente para que no se acumule agua en torno al montante o pieza de fundación. La profundidad mínima deberá cumplir con lo estipulado en el estudio de mecánica de suelos.

## DISEÑO DE FUNDACIONES

El diseño de estas fundaciones debe cumplir lo siguiente:

* + - * La tensión de contacto deberá ser menor o igual a la tensión de contacto admisible definida en el informe geotécnico.
      * El área en compresión será de 100% en condición de cargas permanentes y un mínimo de 80% para condición de cargas permanentes + eventuales.
      * La fuerza resistente al arrancamiento deberá ser mayor o igual a 1,1 veces la solicitación de arrancamiento (tracción) mayorada.

## BASES DE DISEÑO DE FUNDACIONES DE ESTRUCTURAS ALTAS DE SUBESTACIONES

Las fundaciones de estructuras Altas de Subestaciones se deberán diseñar según lo indicado en las presentes especificaciones y considerando los parámetros de diseño de acuerdo al tipo de suelo encontrado.

## SOLICITACIONES SOBRE LAS FUNDACIONES

El diseñador deberá calcular las fundaciones de las torres y estructuras altas considerando las solicitaciones que le entregará el proyectista de las estructuras. Estas solicitaciones deberán estar “no mayoradas” o no aumentadas por los factores de seguridad asociados a los estados de carga de la estructura.

Las solicitaciones se entregarán aplicadas en la “Perforación de Referencia” ó PR. Este punto corresponde a la unión de las diagonales de las patas de la estructura con los montantes de esquina de ésta. Este punto se ubica habitualmente a 10 cm como mínimo por sobre el coronamiento de la fundación.

## DISEÑO DE FUNDACIONES CUYAS SOLICITACIÓN PRINCIPAL ES LA CARGA AXIAL

Corresponden a fundaciones independientes para cada placa o pata de apoyo de la estructura. La solicitación principal es la carga axial, que puede ser de aplastamiento o arrancamiento, el esfuerzo de corte a nivel de la superficie de la fundación es menor y el momento es nulo.

Este tipo de fundación es propio de las torres con fundaciones independientes en cada pata.

Si el terreno permite excavación con paredes verticales se puede diseñar un bloque de fundación hormigonado contra terreno, con una zarpa en su base. De lo contrario se puede diseñar una fundación con zapata y relleno compactado.

Todas las fundaciones se deberán verificar al arrancamiento y al aplastamiento, para las condiciones de carga más desfavorables impuestas en el proyecto de las estructuras.

Las fundaciones se deberán dimensionar al arrancamiento empleando los dos métodos que se describen a continuación, adoptando como factor de seguridad final el valor más bajo obtenido:

* + - * Método 1

En este primer método, el cálculo se hará suponiendo que el suelo comprometido en la falla es un tronco de cono o pirámide, que forma con la vertical un ángulo β y que alcanza una altura que se medirá a partir de la superficie superior de la losa de fundación o de la superficie inferior del ensanche de ésta. Para asegurar que se forme el cono de arrancamiento se debe considerar una zarpa hormigonada contra terreno, en caso de fundación en bloque.

* + - * Método 2

En este segundo método, el cálculo se hará suponiendo que la falla se produce de acuerdo al esquema fijado por G.G. Meyerhof y J. I. Adams en la publicación “The Ultimate Uplift Capacity of Foundations”, procedimiento que se utilizará también para calcular la resistencia última del suelo de fundación, adoptando en general criterios conservadores en el caso de los suelos cohesivos.

La sobrecarga o suelo que cubre al estrato resistente se la supondrá con una resistencia al corte nulo y sólo se considerará su peso propio.

Para los efectos de aplicación de este método, se considerarán en el cálculo los parámetros de corte y pesos unitarios para el suelo indicado en la Tabla N°1 que podrán ser reemplazados por los parámetros entregados en el informe de Mecánica de Suelos desarrollado para la Subestación.

Se hace notar que, si la base de la fundación no tiene zarpa hormigonada contra terreno en el caso de fundación en bloque o el relleno que confina la fundación no es un relleno controlado, en el caso de fundación en zapata, el ángulo β es cero y la fundación se debe dimensionar considerando sólo su peso y el del relleno colocado sin control sobre la base de la fundación.

Lo anterior hace recomendable diseñar la fundación disponiendo, toda vez que el suelo lo permita, una zarpa en la base de la fundación que se hormigone contra terreno natural y que siempre se especifique que el relleno sobre la base de la fundación y que confina el vástago de ella, sea controlado.

## DISEÑO DE FUNDACIONES CONJUNTAS

En caso de que las estructuras sean de base angosta o que las fundaciones aisladas resulten tan grandes que se traslapen entre sí, se diseñarán “fundaciones conjuntas”. Estas podrán soportar, en una sola fundación, dos o incluso las cuatro patas de una misma estructura.

Este tipo de fundación es propia de postes reticulados, marcos de líneas, marcos de barras, pilares de cable de guardia, etc.

La solicitación principal de las "fundaciones conjuntas" es el momento flector y el esfuerzo horizontal en una dirección principal. En general el momento flector y el esfuerzo horizontal

en la dirección perpendicular a la principal, así como el esfuerzo normal de arrancamiento o de aplastamiento, es menor.

Para dimensionar las "fundaciones conjuntas" considerando las solicitaciones de Aplastamiento más Volcamiento y de Arrancamiento más Volcamiento se recomienda usar el método X-Y modificado, tomado del Bureau of Reclamation, en su publicación "Transmission Structures".

El Método X-Y modificado también considera la existencia de un cono de suelo, por lo tanto, se hace debe considerar que si la base de la fundación no tiene zarpa hormigonada contra terreno, en caso de fundación en bloque, o el relleno que confina la fundación no es un relleno controlado, en caso de fundación en zapata, el ángulo β es cero y la fundación se debe dimensionar considerando sólo su peso y el del relleno colocado sin control sobre la base de la fundación.

Lo anterior hace recomendable diseñar la fundación disponiendo, toda vez que el suelo lo permita, una zarpa en la base de la fundación que se hormigone contra terreno natural y que se especifique que el relleno sobre la base de la fundación y que confina el vástago de ella, sea controlado.

## BASES DE DISEÑO DE FUNDACIONES DE ESTRUCTURAS DE SOPORTE DE EQUIPOS ELECTRICOS SUBESTACIONES

Las fundaciones para estructuras bajas de subestaciones se deberán diseñar de acuerdo a las solicitaciones resultantes del diseño sísmico de estructuras de subestaciones y considerando los tipos de suelo según el informe geotécnico de la subestación.

## PARÁMETROS BASE

Los parámetros base necesarios para el cálculo son los siguientes:

* + - * Características del tipo de suelo en que estará la estructura, de acuerdo con los parámetros geotécnicos indicados en el Estudio de Mecánica de Suelos respectivo.
      * Parámetros de diseño sísmico
      * Intensidad sísmica de diseño (Ver Sección 5)
      * Valor del amortiguamiento.
      * Coeficiente sísmico horizontal y vertical.
      * Parámetros de diseño de la fundación (Considerar los indicados en la presente Especificación)

## METODOLOGÍA DE CÁLCULO

En general, el diseño de estas fundaciones debe cumplir lo siguiente:

* + - * La tensión de contacto deberá ser menor o igual a la tensión de contacto admisible definida en el informe geotécnico.
      * El área en compresión será de 100% en condición de cargas permanentes, y un mínimo de 80% para condición de cargas permanentes + eventuales.
      * La resistencia total al desplazamiento, minorada, deberá ser mayor o igual a la solicitación. Para la verificación al deslizamiento de la fundación debido a las solicitaciones eventuales se deberán usar los siguientes factores de minoración de las resistencias:
        + Resistencia por fricción: 0,77
        + Resistencia por cohesión: 0,33
        + Resistencia por empuje pasivo: 0,33

Las fundaciones para estructuras de soporte de equipos eléctricos y equipos en general losas que permitan recibir equipos en conjunto.

En general, estas fundaciones están sometidas a solicitación de aplastamiento más volcamiento.

## FUNDACIONES DE ESTRUCTURAS SOPORTANTES DE EQUIPOS LIVIANOS

Si aplica instalación de equipos livianos, la solicitación sísmica se calcula considerando las masas sísmicas del conjunto equipo-estructura-fundación; por lo tanto, para el cálculo del corte basal se debe considerar el peso del equipo, de la estructura, de la fundación y del suelo inmediatamente existente sobre la fundación. Este corte basal se distribuye en altura, aplicando fuerzas en los centros de gravedad del equipo, de la estructura, de la fundación y del suelo sobre la fundación. De este modo se puede determinar el momento de volcamiento.

La fundación resultante puede ser un bloque de hormigón hormigonado contra terreno natural, en caso de que el Informe de Mecánica de Suelos del sitio permita considerar la colaboración lateral del suelo que confina la fundación.

Para considerar la colaboración lateral del suelo que confina la fundación se debe aplicar el método establecido por la "Comisión para la revisión de las Prescripciones Suizas", desarrollado por el ingeniero Sulzberger de la Comisión Suiza Federal.

En los casos en que no se permite la colaboración lateral del terreno se debe diseñar una fundación con zapata con un relleno compactado sobre ella y se diseñará aplicando el método X-Y modificado descrito en numeral siguiente.

## MÉTODO X-Y MODIFICADO

El método X-Y modificado permite diseñar las fundaciones de las estructuras de SS/EE considerando la existencia de un cono de suelo que contribuye a su estabilidad general.

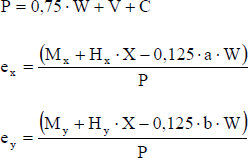
Para verificar la estabilidad general de las fundaciones se deben cumplir 2 condiciones:

* Verificar que la tensión de contacto máxima en el suelo no supere la tensión admisible
* Verificar que el volcamiento de la fundación considerando que para cargas permanentes el área comprimida debe ser 100% y para cargas esporádicas o eventuales el área comprimida debe ser mayor al 80%

## VERIFICACIÓN DE LA TENSIÓN MÁXIMA DEL SUELO

CASO 1: Carga Vertical de Compresión y Excentricidades Menores a un Sexto de sus Dimensiones en Planta. Para este caso, se debe considerar la Figura Anexo. 2

Se calculan las excentricidades con las siguientes expresiones:



Y se calcula la tensión máxima en el suelo con la siguiente expresión:



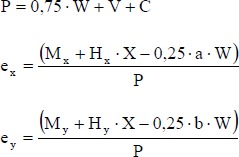
En que:

A = Área basal = a x b

K = Valor que se debe obtener del gráfico de la Figura Anexo. 5

CASO 2: Carga Vertical de Compresión y Resultante, usualmente fuera del Tercio Central. Para este caso, se debe considerar la Figura Anexo. 3.

Se calculan las excentricidades con las siguientes expresiones:



Y se calcula la tensión máxima en el suelo con la siguiente expresión:



En que:

A = Área basal = a x b

K = Valor que se debe obtener del gráfico de la Figura Anexo. 5

CASO 3: Carga Vertical de Tracción. Para este caso, se debe considerar la Figura Anexo. 4. La tensión máxima de contacto en este caso no controla el diseño.

## VERIFICACIÓN DEL VOLCAMIENTO DE LA FUNDACIÓN

CASO 1: Carga Vertical de Compresión y Excentricidades Menores a un Sexto de sus Dimensiones en Planta.

Para el Caso 1 se debe considerar la Figura Anexo. 2. En este caso, para verificar el volcamiento de la fundación sólo se requiere que las excentricidades calculadas anteriormente en Caso 1 verifiquen la siguiente relación, según sea la condición de análisis:

* + - * Cargas Normales:



Con lo cual el área comprimida es 100%

* + - * Cargas Eventuales:



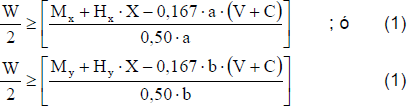
Con lo cual el área comprimida es mayor a 80%.

CASO 2: Carga Vertical de Compresión y Resultante Usualmente fuera del Tercio Central. Para este caso, se debe considerar la Figura Anexo. 3.

* + - * Cargas Normales:

Sólo se consideran en este caso las fundaciones de las estructuras sometidas a solicitaciones permanentes de momento importantes (ejemplo, remate de conductores).

Cuando las solicitaciones son sólo en un eje se debe verificar una de las siguientes condiciones, según corresponda:

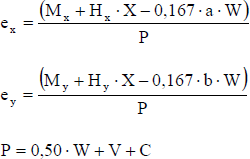


Si la condición (1) se cumple, el área comprimida de la fundación es igual a 100 %. Si la condición (1) no se cumple, la fundación es insuficiente para cargas normales.

Cuando las solicitaciones son en ambos ejes en forma simultánea se deben verificar las siguientes condiciones:



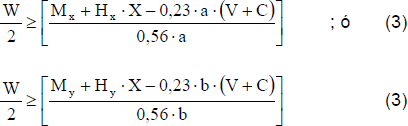
En que:



Si la condición (2) se cumple, el área comprimida de la fundación es igual a 100 %. Si la condición (2) no se cumple, la fundación es insuficiente para cargas normales.

* + - * Cargas Eventuales:

Cuando las solicitaciones son sólo en un eje se debe verificar una de las siguientes condiciones, según corresponda:

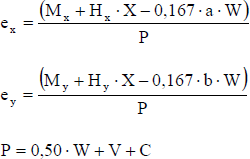


Si la condición (3) se cumple, el área comprimida de la fundación es mayor al 80 %. Si la condición (3) no se cumple, la fundación es insuficiente.

Cuando las solicitaciones son en ambos ejes en forma simultánea se debe verificar la siguiente condición:



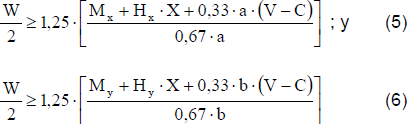
En que:



Si la condición (4) se cumple, el área comprimida de la fundación es mayor al 80 %. Si esta condición (4) no se cumple, la fundación es insuficiente.

CASO 3: Carga Vertical de Tracción.

Para este caso se debe considerar la Figura Anexo. 4 no es necesario asegurar un porcentaje mínimo de área comprimida de la fundación. Se deben verificar las siguientes condiciones:



Si ambas condiciones (5) y (6) se cumplen, la fundación no presenta problemas de volcamiento. Si alguna condición (5) ó (6) no se cumple, la fundación es insuficiente.

## PROYECTO DE URBANISMO

En el proyecto de urbanización se debe considerar lo siguiente:

* Portón de acceso a patio
* Iluminación patio ampliación
* Cercos.
* Ampliación de camino interior de subestación.

# DISEÑO DE LAS OBRAS ELÉCTRICAS DE LA SUBESTACIÓN

En esta especificación se establecen los criterios que deberá considerar el Adjudicatario en sus diseños de instalaciones eléctricas de Baja Tensión, incluyendo el diseño de los servicios auxiliares y de la malla de puesta a tierra para la subestación.

Los criterios de diseño correspondiente a las obras eléctricas de Alta Tensión se establecen en los planos de ingeniería, en donde se indican los equipos a utilizar, sus disposiciones físicas, las distancias mínimas en aire, secuencias de fases, tipos de materiales a utilizar, equipos y estructuras, etc.

## SISTEMA DE ALUMBRADO

## ALCANCE

El Adjudicatario deberá realizar la ingeniería, el diseño, suministro y montaje de la modificación del sistema de alumbrado existente en la Subestación, ateniéndose a estas especificaciones y a las Normas Chilenas NCh Elec. 4/2003 “Electricidad. Instalaciones Interiores en Baja Tensión".

La modificación del sistema de alumbrado cubrirá todas las áreas que forman parte del alcance de este proyecto.

## CONDICIONES GENERALES DE DISEÑO

* + - * Nivel de Iluminación

El diseño se deberá realizar en función de los valores de iluminancia indicados en la siguiente tabla:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Recinto por iluminar | Particularidad | Iluminancia [lux] |
| Patios Eléctricos | Iluminación localizada de equipos de maniobra | 100 |
| Vialidad |  | 10 |
| Sala de Control | Frente los armarios y tableros | 300 |

* + - * Condiciones de medición:

Los valores de iluminación en exteriores se deben medir en:

* Patios: En plano vertical 1,5m de altura.
* Sala de comando: En plano vertical 0,8 m de altura.
  + Disposición de artefactos

Las luminarias deberán disponerse de tal modo que se eviten o se reduzcan al mínimo las interferencias con la obra civil y con los equipos primarios de las obras.

La disposición deberá permitir fácil acceso para trabajos de mantenimiento, Asimismo las luminarias deberán permitir fácil recambio de lámparas y otros elementos desgastables.

En patios eléctricos donde no existan conductores desnudos, deberán ubicarse las luminarias a modo que sea posible el mantenimiento sin peligro para el personal y sin necesidad de desenergizar las instalaciones primarias.

## FUENTES DE ALIMENTACIÓN DE ALUMBRADO

Las instalaciones de alumbrado deberán diseñarse para ser alimentadas por las redes de servicios auxiliares de corriente alterna, de 50 Hz, 220V.

## ESTUDIOS DE ADJUDICATARIO

El Adjudicatario propondrá para la consideración del Ingeniero Jefe, el proyecto de alumbrado, el cual deberá incluir los planos generales y de detalle requeridos para su materialización, así como la verificación de todas las memorias de calculo que respalden los estudios realizados y las soluciones recomendadas respecto a:

* Niveles de iluminancia a obtener.
* Selección y especificación de las luminarias.
* Disposición de las luminarias.

Las listas de materiales deberán ser detalladas para definir perfecta e inequívocamente marca, tipo y origen de los equipos y materiales previstos a emplear en el proyecto. Los Interruptores automáticos deberán ser de fábricas precalificadas por el Ingeniero Jefe.

## DOCUMENTOS QUE ENTREGAR

El Adjudicatario deberá entregar la siguiente documentación que defina cabalmente el proyecto de alumbrado, cumpliendo con las normas y especificaciones técnicas indicadas en esta cláusula:

Diseño y/o verificación de:

* Planos eléctricos unilineales, planos de canalizaciones y de ubicación de luminarias, artefactos, tableros de distribución, planos funcionales de los circuitos de control, planos de puesta a tierra, etc.
* Lista completa de equipos y materiales.
* Lista de repuestos.
* Planos de disposición de equipos en los tableros de distribución.
* Memoria de cálculo de iluminación.
* Memoria de cálculo de caída de tensión para circuitos típicos y para los casos más desfavorables.
* Memoria de cálculo de las protecciones y de la selectividad.

## CANALIZACIONES

Las canalizaciones del sistema de alumbrado deberán realizarse según los lineamientos descritos en la presente especificación y a las Especificaciones Técnicas Particulares del proyecto.

## CANALIZACIONES ELÉCTRICAS

## ALCANCE

El Adjudicatario deberá verificar la disponibilidad del sistema de canalización existente para el tendido del cableado pertinente al proyecto. De no existir disponibilidad, deberá realizar el diseño, el suministro, construcción y montaje de las canalizaciones que permita realizar el tendido de cables desde el patio de alta tensión a la sala de comando existente y vicecersa, vale decir, canaletas, bandejas, escalerillas, ductos, cajas de derivación, etc., en todas las obras incluidas en este Contrato, ateniéndose a lo establecido en estas especificaciones y a la información que entregue el Ingeniero Jefe.

## DISEÑO GENERAL

Las canalizaciones diseñadas en la ingeniería de detalles y verificadas por el Adjudicatario deberán incluir una reserva del 10%. Esta reserva, que debe quedar libre, estará destinada a satisfacer las necesidades de eventuales modificaciones o complementos posteriores a la recepción final de las obras.

En el diseño de las canalizaciones se deberá mantener y considerar como principio básico, la segregación de los sistemas, de modo que cualquier problema que afecte a un sistema no afecte al otro. Para cumplir con este objetivo y sin que se pueda interpretar como definición, se deberá considerar, por ejemplo, la utilización de canalizaciones y zonas de tendido independientes, la obturación con materiales adecuados de las pasadas de bandejas y escalerillas a través de muros, losas y hacia tableros, así como el ingreso por puntos diferentes a tableros cuando éstos tengan alimentación duplicada, etc.

El diseño y ejecución de las canalizaciones deberá considerar que, en la sala de comando, las mismas deberán ser embutidas, pre-embutidas u ocultas, no aceptándose canalizaciones a la vista.

Las canalizaciones a la vista sólo se podrán utilizar en lugares en que no existe riesgo de daño mecánico. Las bandejas y escalerillas, como los componentes menores, es decir, pernos, golillas, etc. deberán ser metálicas de acero galvanizado en caliente.

* + - 1. CANALIZACION EN DUCTOS

Las canalizaciones en ductos pueden utilizar los siguientes tipos de ductos:

* + - * + Ductos metálicos rígidos
        + Ductos de PVC
        + Ductos flexibles.

Las características y número de las fijaciones deberán asegurar la solidez y durabilidad de la instalación, aún en las condiciones más rigurosas estipuladas en estas especificaciones.

En los extremos de ductos se instalarán tapas adecuadas que impidan la entrada de elementos extraños a las canalizaciones.

Se deberán dejar ductos sin ocupar (reserva) equivalentes a un 10% de los instalados, con un mínimo de un ducto en cada vía de canalización.

En las entradas de los ductos a cajas u otros accesorios similares, se deberá colocar un bushing o adaptador para proteger del roce a los conductores, a menos que el diseño de la entrada de la caja o el accesorio sea tal que proporcione dicha protección.

La llegada a equipos expuestos a vibraciones o desplazamientos ocasionales, se deberán conectar con conductores protegidos con ductos metálicos flexibles.

* + - * + Ductos metálicos.

Se aceptará el uso de ductos metálicos subterráneos, en canalizaciones subterráneas al exterior, los ductos deberán quedar embebidos en hormigón clase A. Los bancos de ductos que crucen zonas de tránsito vehicular quedarán embebidos en hormigón clase C o clase D.

Las clases de los hormigones están definidas según la Norma Chilena NCh 170. El Adjudicatario proveerá cámaras adecuadas en este tipo de canalizaciones.

No se aceptará que una misma canalización se pueda emplear para servicios de distinta naturaleza, salvo casos puntuales en los que se deberá contar con la revisión del Ingeniero Jefe.

Los diámetros de los ductos del proyecto se ajustarán a dimensiones estándar y normalizadas con un diámetro mínimo de 3/4".

Los ductos metálicos instalados a la vista deberán tener soportes a una distancia no superior a 1,5 m.

La unión de ductos metálicos tipo conduit se hará con coplas con hilo recto NPSC (ANSI/ASME B.1.20.1).

* + - * + Ductos no metálicos

Se aceptará el uso de ductos no metálicos tipo conduits (mínimo Sch-40) de cloruro de polivinilo rígido de alto impacto cuyas especificaciones apruebe el Ingeniero Jefe.

* + - * + Ductos flexibles

El uso de los ductos flexibles será preferentemente para servir de unión entre una canalización en ducto rígido y equipos sometidos a vibraciones; también se aceptará en aquellos equipos que son de difícil acceso.

El acoplamiento entre ductos flexibles y rígidos, cajas, etc., se deberá hacer mediante los accesorios de línea, adecuados a cada caso.

## INTERFERENCIA CON OTRAS CANALIZACIONES

Las canalizaciones eléctricas se deberán instalar suficientemente retiradas de ductos de calefacción.

No se aceptará que el mismo sistema de canalización sea utilizado por circuitos de combustibles, agua, gases, etc.

En los cruces de canalizaciones eléctricas con redes de gas, agua potable o alcantarillado se cuidará que los conductores eléctricos queden separados de las tuberías de los otros servicios como mínimo 0,50 m en cualquier sentido.

Si el cruce es subterráneo, los ductos eléctricos se deberán proteger con una capa de hormigón de 0,20 m de espesor, pudiendo en este caso disminuir la separación de 0,50 m.

## CAMARAS

Las cámaras se usarán para facilitar el tendido y mantenimiento de las diversas canalizaciones subterráneas y permitir los empalmes de distintos tipos de ductos o bancos de ductos. Se ubicarán, aproximadamente, cada 30 m y además en aquellos puntos en que la diferencia de niveles del terreno es apreciable.

Se podrán utilizar los tres tipos de cámaras definidos en la norma NCh ELEC. 4/2003 "Instalaciones eléctricas en baja tensión". Los ductos o bancos de ductos exteriores se instalarán con pendiente hacia las cámaras, evitando así la posible entrada de agua en las instalaciones principales. A su vez, las cámaras contarán con un sistema de drenaje, adecuado a las características del terreno.

La solución que se adopte deberá contar con la revisión del Ingeniero Jefe.

A los ductos que lleguen a las cámaras se les instalarán bushing adecuados para proteger la aislación o cubierta de los cables.

## CAJAS DE DERIVACION, CAJAS DE APARATOS Y ACCESORIOS

En las canalizaciones en tuberías se emplearán cajas como puntos de unión o derivación, en lugares donde se colocarán aparatos y otros similares desde donde se tirarán los conductores para alambrar las tuberías.

Toda unión, derivación o alimentación de artefactos, se deberá hacer en una caja. No se permitirá hacer derivaciones en cajas de aparatos.

Las entradas de las tuberías o cables se harán a través de perforaciones que se dejarán durante el proceso de fabricación y la fijación de ellos se hará con bushings y contratuerca. En el caso de tuberías de diámetro nominal inferior a 1 pulgada, la unión se podrá hacer mediante tuerca y contratuerca.

La entrada de un cable a una caja se fijará y protegerá mediante una prensa estopa o dispositivo similar, adecuado al diámetro del cable.

Las cajas usadas en lugares húmedos o mojados deberán ser de construcción adecuada para resistir las condiciones ambientes e impedir la entrada de humedad o líquido en su interior.

Las cajas que se usen en lugares en que haya gran cantidad de polvo en suspensión deberán ser de construcción estanca al polvo.

Las uniones de la canalización con este tipo de cajas a prueba de humedad, goteo, chorro de agua, salpicaduras o polvo se deberán efectuar de modo que el conjunto conserve sus características de estanquidad.

Las cajas para se instalarán al nivel del piso deberán ser a prueba de polvo y humedad.

Las cajas deberán estar rígidamente fijas a la superficie sobre la cual serán montadas o deberán estar firmemente sujetas o fijas al concreto o la albañilería si son embutidas.

De preferencia, para canalizaciones embutidas, las cajas de mayor tamaño deberán estar fijas a alguna parte estructural de la construcción.

A través de una caja común se podrá pasar o derivar los conductores que forman distintos alimentadores.

La cantidad de conductores que podrán ir dentro de una caja se fijará en función del volumen requerido por un conductor para su fácil manipulación y correcto funcionamiento.

Las dimensiones de las cajas deberán ser tales que permitan el tendido de cables, hacer conexiones, sacar derivaciones, etc.

Cuando se necesite pasar conductores a través de una tapa, se deberá proteger la pasada con una boquilla o pasa cable aprobado para dicho uso.

## SELLADO Y PASADAS DE CABLES

Las pasadas de cables por escotillas, aberturas en muros, paredes, tabiques, losas, etc., deberán ser selladas después de terminar el tendido de los cables, con un material resistente al fuego y adecuado, para un fácil retiro en caso de modificaciones necesarias.

Hasta donde sea posible, la canalización no deberá interferir con las obras civiles.

Es de responsabilidad del Adjudicatario la ejecución de los afinados y las terminaciones, así como las protecciones necesarias de las canaletas y de los cables que en ellas se instalen.

Todo sistema de canalización no contemplado como habitual a criterio del Ingeniero Jefe, deberá ser objeto de revisión, para lo cual el Adjudicatario informará al Ingeniero Jefe describiendo el sistema y sus especificaciones con la correspondiente justificación.

## MALLA DE PUESTA A TIERRA

## ALCANCE

El Adjudicatario será responsable del suministro, construcción y verificaciones de la construcción de la ampliación y/o mejoras a la malla de puesta a tierra existente, además de la conexión de todos los equipos y estructuras instadas en el patio de 66 kV.

Para ello el Adjudicatario deberá efectuar la verificación de los estudios y mediciones de la malla de puesta a tierra en la plataforma destinada a la instalación, en caso de ser necesario.

## NORMAS APLICABLES

Para el diseño, construcción, montaje y pruebas finales se deberán aplicar las siguientes normas eléctricas y otras cláusulas indicadas en esta especificación.

IEEE Std 80-2013: IEEE Guide for safety in ac substation grounding.

IEEE Std 81-2012: IEEE Guide for measuring earth resistivity, ground impedance, and earth surface potentials of a ground system (Part 1).

IEEE Std 81.2-1992: IEEE Guide for measurement of impedance and safety characteristic of large, extended or interconnected grouding system (Part 2).

IEEE Std 367-2012: IEEE Recommended practice for determining the electric power substation ground potential rise and induced voltage from a power fault.

## CRITERIOS DE DISEÑO

A continuación, se indican las actividades principales que el Adjudicatario deberá realizar y considerar en el diseño.

* + - * Entrega de catálogos y certificados de instrumentos

Con anterioridad a las mediciones que deberá realizar el Adjudicatario en las instalaciones, el Adjudicatario deberá entregar al Ingeniero Jefe para revisión, los catálogos de operación y los certificados de calidad al día de los instrumentos que se utilizarán en las mediciones de resistividad de suelo, resistencia de puesta a tierra y de las condiciones de seguridad de las mallas.

* + - * Medición de la resistividad de suelo

De no existir estudio de resistividad del suelo de la subestación, el Adjudicatario deberá realizar la medición de resistividad de suelo mediante el método de Schlumberger. En el proceso de realización de la medición de resistividad de suelo se tomarán las precauciones indicadas en la norma Std 81-2012. La interpretación de los valores para modelar la

estratificación del suelo se puede realizar según las curvas de Orellana-Mooney o las aproximaciones por el software IP2Win. Se indicará en el informe cuál es la metodología a utilizar.

* + - * Medición de la resistencia de puesta a tierra

Se deberá realizar la medición de la resistencia de puesta a tierra de la malla, utilizando el método de la caída de potencial y siguiendo el procedimiento indicado en la norma Std 81.2- 1992. La longitud del eje de mediciones será de cinco veces el valor de diagonal mayor de la malla de puesta a tierra que se mide. Se realizarán dos mediciones independientes de la resistencia de puesta a tierra, siguiendo ejes ortogonales uno del otro.

* + - * Medición de las tensiones de paso y de contacto de las mallas de puesta a tierra.

## INFORMES Y PLANOS

Una vez terminado el proceso de verificación del diseño, el Adjudicatario deberá entregar, para revisión del Ingeniero Jefe, un informe detallado de la verificación diseño de las mallas de puesta a tierra y de los planos de detalle suministrados por el Propietario, el cual deberá incluir los resultados de mediciones de tensiones de paso, incluyendo una medición fuera de la malla y mediciones tensiones de contacto.

Estos documentos deberán ser entregados para revisión del Ingeniero Jefe dos (2) meses antes de la fecha de inicio de la faena de construcción de las mallas. Las obras de construcción de las mallas de puesta a tierra se podrán iniciar sólo una vez revisados por el Ingeniero Jefe los informes y los planos de diseño correspondientes.

* + - * Informe de diseño de la malla de puesta a tierra

El informe de las mallas de puesta a tierra deberá contener al menos lo siguiente:

* Medida de resistividad de suelo.
* Medida de la resistencia de puesta a tierra de las instalaciones existentes.
* Conclusiones
  + Planos

El Adjudicatario deberá verificar los planos de la malla de puesta a tierra, los que deberán contener al menos lo siguiente:

* Dimensiones detalladas del reticulado de la malla de puesta a tierra.
* Sección del conductor utilizado en la malla.
* Sección de los conductores utilizados para conectar los equipos eléctricos y los elementos metálicos a la malla.
* Tipos de uniones de termofusión utilizadas en la malla de puesta a tierra.
* Tipos de uniones de termofusión utilizadas para conectar los equipos eléctricos y los elementos metálicos a la malla.
* Detalle de las conexiones de todos los equipos eléctricos a la malla de puesta a tierra.
* Detalle de las conexiones de todos los elementos metálicos a la malla de puesta a tierra.
* Las vistas y cortes que sean necesarios, para claridad en la faena de construcción.
* Listado de todos los materiales utilizados para la construcción de las mallas.

## CONECTORES Y CONEXIONES

Todas las conexiones de cable a terminal de equipo deben ser a COMPRESIÓN para 66 kV, válidas para conexiones a barra, y entre equipos primarios.

Las conexiones en derivación que alimentan TTPP, Pararrayos u otro equipo de consumo reducido, podrán ser apernadas en el conductor pasante y a compresión en la derivación.

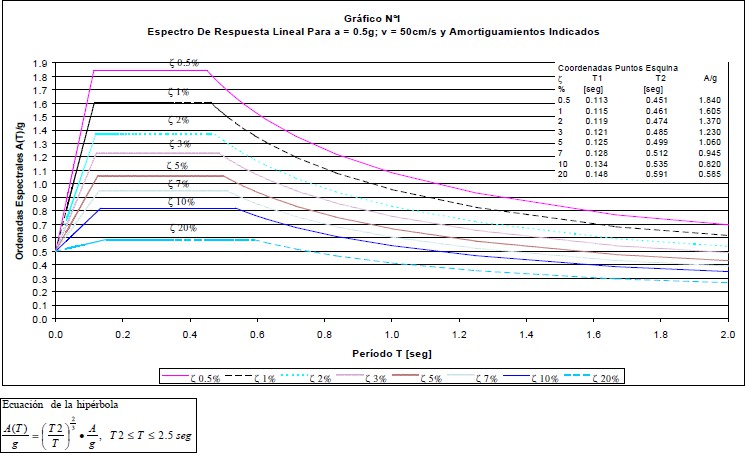
Las conexiones entre equipos primarios y entre equipos y barras deben cumplir con las holguras especificadas en la norma IEEE-693.

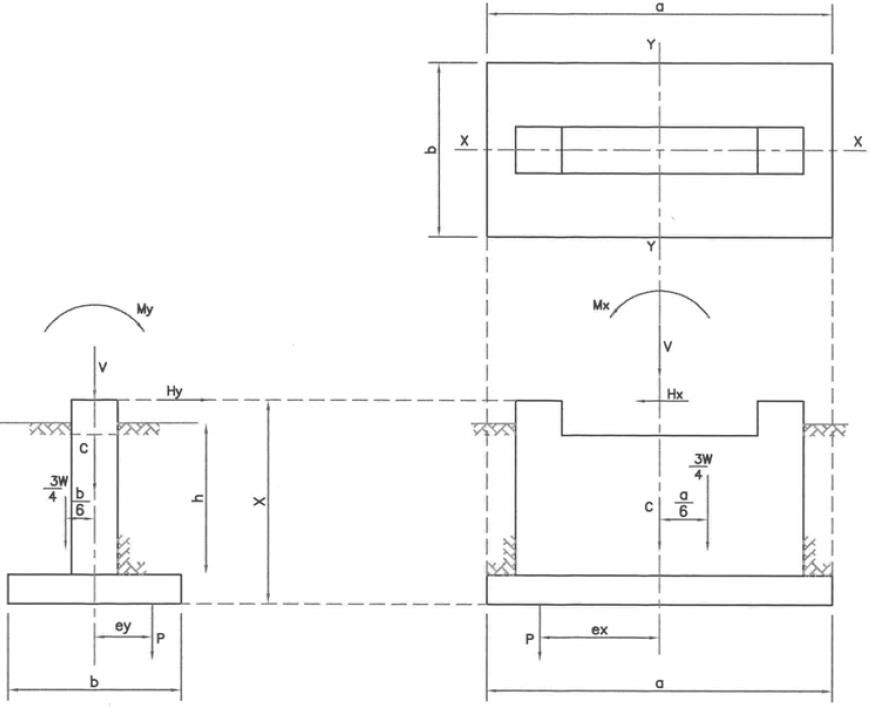
# DISEÑO DEL SISTEMA DE TELECOMUNICACIONES

El sistema de telecomunicaciones se deberá diseñar según lo estipulado en la sección de Suministro de Telecomunicaciones, de estas especificaciones.

ANEXOS

Figura Anexo. 1 Espectro de Respuesta Lineal





Solicitaciones provenientes del equipo

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Hx | = | Carga Horizontal en dirección X actuando en la |
|  |  | parte superior de la fundación. |
| Hy | = | Carga horizontal en dirección Y actuando en la |
|  |  | parte superior de la fundación. |
| Mx | = | Momento sobre la fundación en dirección X |
| My | = | Momento sobre la fundación en dirección Y |
| V | = | Carga vertical de compresión sobre la fundación |
| C | = | Peso de la fundación |
| W | = | Peso del suelo contenido en el paralelepipedo abh |

