EMPRESA NACIONAL DE ELECTRICIDAD

especificaciones técnicas

de

OBRAS CIVILES DE PATIOS

******

contenido

[1. alcance 3](#_Toc268797395)

[2. FUNDACIONES PARA PÓRTICOS Y SOPORTES DE EQUIPOS 3](#_Toc268797396)

[2.1. DESCRIPCIÓN 3](#_Toc268797397)

[2.2. MATERIALES 4](#_Toc268797398)

[2.3. EJECUCIÓN DEL TRABAJO 4](#_Toc268797399)

[3. CANALIZACIONES DE CABLES 5](#_Toc268797400)

[3.1. DESCRIPCIÓN 5](#_Toc268797401)

[3.2. MATERIALES 6](#_Toc268797402)

[3.3. EJECUCIÓN DEL TRABAJO 6](#_Toc268797403)

[4. RED DE FILTROS 8](#_Toc268797404)

[4.1. DESCRIPCIÓN 8](#_Toc268797405)

[4.2. MATERIALES 8](#_Toc268797406)

[4.3. EJECUCIÓN DEL TRABAJO 9](#_Toc268797407)

[5. MALLA DE PUESTA A TIERRA 11](#_Toc268797408)

[5.1. EJECUCIÓN DEL TRABAJO 11](#_Toc268797409)

[6. GRAVA PARA ACABADO DE PATIO 13](#_Toc268797410)

[6.1. DESCRIPCIÓN 13](#_Toc268797411)

[6.2. MATERIALES 13](#_Toc268797412)

[6.3. EJECUCIÓN DEL TRABAJO 14](#_Toc268797413)

[7. SISTEMA CONTRAINCENDIO 15](#_Toc268797414)

[7.1. DESCRIPCIÓN 15](#_Toc268797415)

[7.2. EQUIPO DE EXTINCIÓN MANUAL 15](#_Toc268797416)

[7.3. CASETAS DE PROTECCIÓN 15](#_Toc268797417)

[7.4. CAPACITACIÓN 16](#_Toc268797418)

[8. GARANTÍA TÉCNICA 16](#_Toc268797419)

# alcance

Este documento es aplicable al diseño y a la ejecución del proyecto de construcción de la Subestación Lucianita y contiene las condiciones que deben estar incluidas en las especificaciones técnicas para la construcción de las obras civiles requeridas en los patios de conexión, tales como fundaciones de los equipos eléctricos, canalizaciones de cables, red de filtros y malla de puesta a tierra.

Todas las actividades relacionadas con hormigones, acero de refuerzo y elementos metálicos, deben cumplir con los requerimientos especificados en las secciones correspondientes a cada uno de ellos, contenidas en el documento OBRAS CIVILES GENERALES y la Norma Boliviana Sismorresistente.

Todas las actividades relacionadas con movimiento de tierras, y entre ellas las excavaciones y los rellenos estructurales, deben cumplir con los requerimientos especificados en el documento MOVIMIENTO DE TIERRAS.

Por tanto, son documentos complementarios a estas especificaciones:

* “OBRAS CIVILES GENERALES”.
* “MOVIMIENTO DE TIERRAS”.

# FUNDACIONES PARA PÓRTICOS Y SOPORTES DE EQUIPOS

## DESCRIPCIÓN

Esta sección contiene las actividades requeridas para el diseño y la construcción de las fundaciones para pórticos y soporte de equipos de acuerdo con las dimensiones, características, materiales y detalles mostrados en los planos o con las instrucciones del Supervisor.

El Contratista debe realizar el diseño de las fundaciones de los pórticos de acuerdo a los planos[[1]](#footnote-2)\* y a los pesos suministrados. Debe realizar los cálculos que sean necesarios para el correcto montaje de las estructuras y de los equipos.

El diseño de las fundaciones debe ejecutarse de acuerdo con el espectro de respuesta sísmico de diseño elaborado para cada una de las Subestaciones conforme a la Norma Boliviana sismorresistente.

En la construcción de las fundaciones se deben tener en cuenta las excavaciones estructurales, rellenos, hormigones primarios y secundarios, refuerzo, elementos metálicos embebidos y otros accesorios localizados en los sitios indicados en los planos o por el Supervisor.

## MATERIALES

Las fundaciones serán diseñadas para su construcción en hormigón armado, con las resistencias y detalles que deben estar indicados en los documentos y planos a ser generados, teniendo prevista la utilización del acero de refuerzo, los elementos metálicos y los accesorios previstos.

## EJECUCIÓN DEL TRABAJO

El Contratista suministrará el equipo, mano de obra y materiales que se requieran para ejecutar los trabajos de acuerdo con los planos, la documentación generada en el diseño y a satisfacción del Supervisor de ENDE.

Las profundidades de los cimientos que sean indicadas en los planos se consideran aproximadas; sin embargo, el Supervisor podrá ordenar que se efectúen los cambios que considere necesarios para obtener una cimentación satisfactoria y segura.

El fondo de las excavaciones que recibirán los hormigones debe ser terminado cuidadosamente a mano hasta darle las dimensiones que sean indicadas en los planos o por el Supervisor. Las superficies así preparadas deben humedecerse y apisonarse con herramientas adecuadas para darles una buena compactación, de manera que constituyan una fundación firme para las estructuras de hormigón que soportarán.

El terreno de fundación se protegerá con una capa de hormigón pobre para solados, del espesor indicado en los planos. Tan pronto como el hormigón de solado haya fraguado, se procederá a colocar el acero de refuerzo, con el doblado indicado en los planos.

Luego de colocado el acero de refuerzo se procede a realizar el vaciado del hormigón de acuerdo con las indicaciones de los planos. Los procedimientos para la construcción de las fundaciones deben garantizar la calidad de las estructuras construidas.

Antes de vaciar el hormigón primario debe tenerse especial cuidado y tomar todas las precauciones del caso para que los pernos de anclaje queden correctamente fijados y embebidos en el hormigón y alineados de acuerdo con las indicaciones de los planos, y para que no se formen vacíos, grietas ni hormigueros en los sitios donde se instalan. Para esto, el Contratista debe suministrar plantillas u otros elementos que considere convenientes y necesarios para garantizar la localización exacta de los pernos.

Durante el vaciado del hormigón de los pedestales se debe verificar que los pernos no se desplacen o inclinen.

Las fundaciones para pórticos y equipos deben ser terminadas con un hormigón secundario que se coloca después del montaje y nivelación de las estructuras metálicas.

Antes de vaciar los hormigones secundarios, se deberá aplicar a la superficie del hormigón primario un adherente epóxico aprobado por el Supervisor que garantice la plena adherencia del hormigón endurecido con el hormigón fresco.

El Contratista debe tener en cuenta que antes del vaciado del hormigón, se deben dejar los pases para las tuberías de conexión de los equipos a los zanjas y de la conexión a la malla de puesta a tierra.

Los pedestales deben construirse con el bombeo indicado en los planos de tal forma que se evite la acumulación del agua en la superficie.

La construcción de las fundaciones debe incluir los ductos requeridos como accesos para conexiones de equipos a zanjas y conexiones a la malla de puesta a tierra, de acuerdo con las indicaciones de los planos y las especificaciones correspondientes en cuanto a la clase de ductos y su sistema de instalación, teniendo en cuenta que los ductos entre la fundación del equipo y la caja de tiro se construyen con tubería metálica galvanizada y los ductos entre la caja de tiro y la zanja se construyen con tubería PVC, en los diámetros, tipos y secciones que se indiquen en los planos.

La ejecución de los trabajos deben incluir la colocación de las tuberías de PVC o de hierro galvanizado, las protecciones, los hormigones de empotramiento, las cajas de conexión necesarias, los rellenos y los demás elementos que sean requeridos para la ejecución de los trabajos a satisfacción del Supervisor, de acuerdo con las especificaciones correspondientes a cada una de las actividades.

Deben considerarse tanto las conexiones de los equipos cuyo acceso se realiza hacia un solo polo y las conexiones cuando el acceso de los equipos se realiza hacia tres polos, de acuerdo con los detalles de los planos (considerar las características de los equipos a proveer).

# CANALIZACIONES DE CABLES

## DESCRIPCIÓN

Esta sección se refiere a la construcción de zanjas y bancos de ductos para instalación de cables de fuerza y de control, de acuerdo con las dimensiones, características, materiales y detalles mostrados en los planos o con las instrucciones del Supervisor.

Todas las zanjas y cajas de tiro se proveerán de drenajes conectados al sistema de desagüe de las subestaciones. La losa de piso en las zanjas se construirá con una pendiente longitudinal igual o mayor al 0,5%, para garantizar el drenaje de las aguas de escorrentía.

## MATERIALES

Las zanjas serán construidas en hormigón armado u hormigón simple, aspecto que debe ser indicado en los planos, teniendo prevista la utilización del acero de refuerzo, los elementos metálicos y los materiales para rellenos, en ellos previstos.

Los ductos desde el equipo hasta la caja de tiro o zanja adyacente serán en tubería conduit metálica galvanizada y sus accesorios tales como curvas o uniones serán tipo conduit metálicos.

Algunos de estos ductos deben dejarse embebidos en el hormigón de la fundación. Los ductos entre cajas de tiro y zanjas y los bancos de ductos deben ser en tubería PVC (Norma ASTM 1785).

Los conduits metálicos rígidos y sus accesorios deben ser de acero galvanizado en caliente, del tipo semipesado.

## EJECUCIÓN DEL TRABAJO

### ZANJAS

Cualquiera que sea el sistema constructivo de las zanjas se requiere, antes de iniciar su construcción, que el Supervisor apruebe los alineamientos, la profundidad de la excavación y la calidad del terreno de fundación.

Sobre el piso compactado de la excavación se colocará una capa de hormigón pobre como solado, con un espesor de 5 cm.

Estando el solado en condiciones de fraguado tales que permitan pisarlo sin sufrir deterioro (no menos de 24 horas), se colocará el refuerzo especificado en los planos, apoyado sobre elementos de hormigón (galletas o separadores), dejando libre las puntas del traslapo de los muros, luego se vaciarán los hormigones que constituyen el fondo de la zanja. Este hormigón debe tener la pendiente, terminado y nivelación.

La base de hormigón debe tener la pendiente mínima que debe ser indicada en los planos y que garantice un drenaje adecuado hacia los sumideros o rejillas previstas en el fondo de las zanjas. Posteriormente se hará la colocación del acero de refuerzo de los muros, asegurando firmemente los elementos metálicos incorporados al hormigón, o en los bordes de las zanjas, posteriormente se colocará la formaleta hasta el nivel final de acabado del muro, éstas deben asegurarse adecuadamente para evitar desalineamientos o deformaciones. Estos elementos deben alinearse y nivelarse con absoluta precisión ya que no se aceptarán irregularidades visibles.

Los muros de hormigón una vez vaciados deben terminarse en su canto de manera que las tapas que descansen sobre ellos, lo hagan en forma uniforme, sin vibraciones o movimientos oscilantes sobre el muro.

Las tapas de las zanjas que están localizados en los patios de la subestación, se fabricarán en hormigón, cuyas dimensiones y detalles deben estar presentes en los planos de construcción elaborados por el Contratista.

### DUCTOS EMPOTRADOS EN HORMIGÓN

En las zanjas, una vez excavadas, compactadas, niveladas, revisadas y aprobadas por el Supervisor, se colocará en el piso una primera capa de hormigón en la cual se debe embeber una tubería de PVC E-40 para drenaje, debidamente ensamblada, de acuerdo con las instrucciones del fabricante, con la pendiente, longitud y diámetros que deben ser mostrados en los planos o indicados por el Supervisor. A continuación se colocarán las capas de hormigón para disponer las tuberías empotradas de los ductos con los espaciamientos indicados en los planos y se colocarán espaciadores adecuados previamente aprobados por el Supervisor. Se tendrá en cuenta que las tuberías siempre deben rematarse con adaptadores terminales de campana, a tope con la cara interior de las cajas de tiro o de los zanjas.

Las tuberías se ensamblarán en la longitud total del ducto, mediante accesorios de fábrica, de acuerdo con las especificaciones del fabricante. No se admitirá la fabricación de campanas ni curvas en obra.

Los tiros completos de tubería se extenderán al lado de la excavación, cuidando que no les entre mezcla, ni basura antes ni durante su instalación.

En el caso de bancos de ductos, la instalación de los tubos y el vaciado del hormigón con la resistencia especificada en los planos, se hará en capas horizontales, manteniendo la separación entre tubos, según se muestra en los planos; para la siguiente colocación de la capa de tubos, se debe dejar endurecer la primera capa de hormigón, de tal manera que garantice que los tubos ya colocados no se van a mover.

Terminada la última capa de hormigón, y cuando éste haya endurecido suficientemente, se procede a la ejecución del relleno compactado con material granular, hasta la cota indicada en los planos de construcción.

Seguidamente se efectúa la limpieza de los ductos instalados mediante la utilización de un vástago de un diámetro ligeramente inferior al de los ductos, provisto en su extremo de una arandela o cuello de goma con un diámetro ligeramente superior al del ducto, que garantice una limpieza total. Finalmente se tapan los extremos de los ductos con tapones de madera, metal o plástico fácilmente removibles.

### DUCTOS DIRECTAMENTE ENTERRADOS

Para los ductos que se colocan directamente en contacto con el suelo, el Contratista debe proceder así:

Una vez excavadas y niveladas las zanjas, se colocará la tubería para drenaje con la pendiente indicada en los planos, cubriéndola en su totalidad con un relleno de arena fina compactada de 3 cm de espesor por encima del tubo. En los sitios de las uniones se dejará una cavidad para asegurar el asentamiento de la tubería en toda su longitud, la separación de los ductos se hará colocando espaciadores cada 2 m; luego se llenan los espacios entre ductos con arena, compactando cuidadosamente para evitar roturas, hasta alcanzar la cota clave de las tuberías, a continuación se coloca una capa de material de relleno de no menos de 15 cm, la cual se compactará con precaución por medio de compactadora manual o pisón. Si se debe instalar tubería en una hilera superior, se construye la capa de material siguiente y se procede en la misma forma que para la colocación de los ductos, sobre los cuales se compacta el material de relleno hasta la cota indicada en los planos. Finalmente se efectúa la limpieza y taponamiento de igual manera que lo indicado para ductos empotrados.

Para los ductos se exige la utilización de accesorios de fábrica, no se permitirá doblar tubos en obra, hacer campanas o boquillas por calentamiento de las tuberías. Todas las uniones y empalmes deben ser realizadas de acuerdo con las instrucciones del fabricante, para obtener tuberías herméticas.

### CAJAS DE TIRO

Las diferentes cajas de tiro que conectan los ductos se deben construir en hormigón armado o mampostería de ladrillo, en los sitios y con las dimensiones que deber estar indicadas en los planos. Todas las cajas de tiro deben ser drenadas mediante tubería de PVC empalmada a la red de desagües del patio de conexiones de las subestación.

Las cajas de tiro deben tener dimensiones uniformes, los muros deben ser ortogonales y las tapas deben apoyar uniformemente, permitiendo su levantamiento con facilidad.

Las tapas de las cajas de tiro se fabricarán en hormigón, de acuerdo con las indicaciones descritas en los planos.

# RED DE FILTROS

## DESCRIPCIÓN

El trabajo descrito en esta sección comprende directrices para el diseño y posterior construcción de las obras de drenaje de los patios de la subestación tales como: excavación estructural en brechas, suministro y colocación de geotextil para los filtros o zanjas drenantes, material granular, construcción de cajas y cámaras de inspección, drenajes de cajas de tiro y zanjas y construcción de cajas de empalme, de acuerdo con los diseños, alineamientos, pendientes, dimensiones, cotas y sitios que deben quedar indicados en los planos de construcción.

## MATERIALES

Todos los materiales serán suministrados por el Contratista y requerirán la aprobación previa del Supervisor.

La tubería perforada será de hormigón simple o PVC perforada para filtros y debe cumplir con las dimensiones y detalles de diseño mostrados en los planos.

Estas tuberías deben cumplir con los requerimientos de las normas vigentes para tuberías de hormigón sin refuerzo; además, el sistema de unión de ambas tuberías será de espigo y campana.

Los tubos perforados serán de tipo espigo y campana con el diámetro interior especificado para cada caso; las perforaciones pueden ser cuadradas de un 1 cm de lado o también redondas de 1 cm de diámetro, bien terminadas y sin que afecten la resistencia del tubo, ni obstaculicen el flujo del agua. Los tubos deben llegar a la obra perforados, en ningún caso se permitirá la perforación de los tubos por medio de golpes; sólo se permitirá la utilización de taladros de alta revolución para tal efecto.

Las perforaciones estarán dispuestas en dos hileras a cada lado paralelas al eje del tubo, con una separación de 10 cm de centro a centro entre dos perforaciones consecutivas de la misma hilera.

Las perforaciones de una hilera con respecto a la otra quedarán alternadas. El extremo del espigo deberá quedar sin perforaciones en una longitud igual a la de la campana. La posición de las perforaciones en la hilera superior estarán un cuarto de cuadrante del círculo debajo de la horizontal (22,5°) y las inferiores estarán medio cuadrante del círculo debajo de la horizontal (45°).

Como material filtrante se usará grava de 1½” conformada por partículas duras, recias y durables y exentas de piedra desintegrada, sales, álcalis, materias orgánicas o revestimientos adheridos, y deberán cumplir con los requisitos que a juicio del Supervisor sean aplicables a los materiales para filtros.

El material filtrante y la tubería se deben envolver con un manto de geotextil no tejido conformado por un sistema de fibras de polipropileno. Las características del geotextil deben cumplir con los valores mínimos que a continuación se relacionan: espesor de 2 mm. constante en todas las direcciones; resistencia a la tensión de 360 N; resistencia al punzonamiento de 110 N; resistencia al desgarre trapezoidal de 110 N.

## EJECUCIÓN DEL TRABAJO

### CONSTRUCCIÓN DE FILTROS E INSTALACIÓN DE LAS TUBERÍAS

Los anchos de las zanjas dependerán del diámetro y de la profundidad de la tubería a instalar, la siguiente tabla contiene información que podrá ser usada como referencia:



Tabla 1.- Ancho de zanjas para instalación de tuberías

Para asegurar la estabilidad de los taludes excavados, estos se deben entibar cuando su altura sea mayor de 1,80 m o cuando las características del suelo no garanticen la estabilidad de las paredes de la excavación.

Las zanjas para los drenes o filtros con tubería perforada se excavarán en el sitio de acuerdo a las dimensiones, pendientes y alineamientos indicados en los planos o por el Supervisor.

Después de nivelar el fondo de la zanja se colocará el geotextil cubriendo totalmente el perímetro de la zanja y acomodándolo lo más ajustado posible a la parte inferior y a las paredes laterales de ésta y dejando por encima la cantidad de tela necesaria para que, una vez se acomode la tubería y el material filtrante, se cubran en su totalidad, con un traslapo mínimo de 30 cm. Se tendrá especial cuidado durante el almacenamiento, transporte o colocación del material de filtro para que se mantenga limpio y no se mezcle con tierra o barro.

En algunos sitios la construcción del filtro debe hacerse en tramos pequeños debido a los condiciones de estabilidad del terreno. En este caso, se excavará la zanja en la longitud fijada y se colocará un tablestacado, para permitir la colocación de la tubería y el llenado con material filtrante sin que se mezcle con el material de excavación del tramo siguiente.

En caso de que se requiera, la reconstrucción de filtros en las subestaciones comprende:

Excavación y retiro del material de relleno, del material filtrante y de la tubería perforada, lavado del material filtrante y de la tubería retirada, colocación de un manto geotextil en la forma indicada para construcción de filtros, y recolocación y disposición adecuada de los materiales antes retirados y lavados.

### CAJAS DE INSPECCIÓN

El fondo de la excavación de la caja se cubrirá con una capa de hormigón pobre de 5 cm de espesor, sobre la cual se vaciará una base de hormigón reforzado de f'c = 21 MPa del espesor que sea indicado en los planos respectivos. Luego se construirán las paredes en hormigón debidamente impermeabilizadas, en hormigón de f'c = 21 MPa.

Sobre la base de la caja de inspección se hará con mortero, alisado de piso y afinado con plancha metálica, una media caña de profundidad igual a la mitad del diámetro del tubo de salida y en la dirección del flujo con la pendiente adecuada para el empalme.

Las cajas de inspección llevan una tapa de hormigón reforzado de f'c = 21 MPa; las dimensiones de la tapa y de los elementos metálicos deben estar especificadas en los planos.

### CAJAS DE EMPALME

El fondo de la excavación se cubrirá con una capa de hormigón pobre de 5 cm de espesor, sobre la cual se vaciará una base de hormigón simple de f'c = 17,5 MPa del espesor indicado en los planos respectivos.

Las cajas de empalme se construirán en hormigón simple de f'c = 17,5 MPa con una sección interior mínima de 30 x 30 cm y una altura mínima de 40 cm; las paredes y el fondo serán las dimensiones indicadas en los planos. La tapa será de hormigón reforzado de f'c = 17,5 MPa, las dimensiones de la tapa y de los elementos metálicos se deben indicar en los planos.

Sobre la base de la caja de empalme se hará en mortero de alistado de piso y afinado con plancha metálica, para conformar las cañuelas necesarias, con la pendiente adecuada para garantizar el flujo.

### CÁMARAS DE INSPECCIÓN

Las cámaras de inspección se construirán de acuerdo con los detalles que deben ser indicados en los planos. Las paredes del cilindro serán en hormigón simple de f’c = 21 MPa, se levantarán verticalmente para empatar con un tronco de cono en hormigón armado. Llevará una tapa del diámetro indicado en planos en hormigón armado de f'c = 21 MPa y estarán provistas de un marco metálico, con el fin de permitir un buen asiento de la tapa.

La media caña se hará en hormigón simple de f'c = 17,5 MPa, sobre una losa circular en hormigón simple de f’c = 21 MPa. Todas las cámaras estarán provistas de escaleras de inspección hechas con peldaños de varillas, los cuales deben cubrirse con pintura anticorrosiva.

### DRENAJES DE CAJAS DE TIRO Y ZANJAS

Son los drenajes que deben ser diseñados para evacuar las aguas de cajas de tiro y zanjas de acuerdo a la localización de la red principal de drenajes de patio, la que debe ser mostrada en los planos de construcción.

Los drenajes en cajas de tiro y zanjas deben constar de una rejilla metálica en bronce de la mejor calidad y un codo de PVC con sus uniones y accesorios correspondientes del diámetro indicado en los planos, conectados a la red de drenaje del patio por medio de tubería PVC del diámetro del codo utilizado.

Los drenajes que descargan a filtros deberán permanecer sellados mientras se ejecutan los trabajos, destapándolos solamente después de la limpieza de la zanja o caja. Al concluirse los trabajos el Supervisor exigirá probar el sistema para verificar su correcta operación y proceder a su recibo.

# MALLA DE PUESTA A TIERRA

## EJECUCIÓN DEL TRABAJO

El Contratista deberá suministrar e instalar todos los elementos requeridos para la ampliación o construcción de las redes de tierra, observando las mejores técnicas empleadas en instalaciones de este tipo.

El trabajo comprende básicamente lo siguiente:

1. Apertura de zanjas.
2. Tendido de cable.
3. Ejecución de las conexiones con soldadura exotérmica incluyendo otros elementos metálicos que se muestren en los planos o que ordene el Supervisor.
4. Construcción de cajas de inspección y conexión e instalación de los elementos requeridos en ellas.
5. Relleno y compactación de las zanjas.

El Contratista hará las zanjas teniendo en cuenta la profundidad de instalación de la malla principal de conexión a tierra desde el nivel de piso acabado y con la localización que debe estar mostrada en los planos, así como las colas requeridas con sus respectivas longitudes.

Ejecutada la excavación y aprobada por el Supervisor, el Contratista tenderá el cable en tramos lo más largos posibles para minimizar conexiones.

Luego de colocado el cable con sus respectivas conexiones y una vez aprobado este trabajo por el Supervisor, el Contratista podrá proceder a efectuar el relleno de las zanjas.

Los diferentes tipos de empalmes deben ser claramente mostrados en los planos y serán efectuados por el Contratista con las herramientas y elementos que suministrará para el efecto. Todas las conexiones entre cables, entre éstos y varillas de puesta a tierra de cobre, se deberán hacer con soldadura exotérmica. La aplicación de cualquier tipo de unión deberá efectuarse de acuerdo con las recomendaciones técnicas dadas por los fabricantes.

Antes de realizar la conexión debe efectuarse previamente una buena limpieza y secado de los puntos a ser unidos y asegurar la utilización de los moldes apropiados, de acuerdo con el tamaño y forma de los elementos a conectar. Debe verificarse después de la aplicación la rigidez mecánica de la conexión debiendo ser reemplazada cualquiera que resulte defectuosa.

El personal encargado por el Contratista para el manejo de la soldadura exotérmica y otros elementos, deberá ser entrenado debidamente para la utilización adecuada de estas herramientas y la elaboración correcta de la conexión.

Cuando la trayectoria de una red coincida con estructuras de hormigón existentes u otros obstáculos, se harán los desplazamientos convenientes de la malla previa aprobación del Supervisor. Siempre se evitará que el cable quede embebido directamente en hormigón previendo los pasos necesarios o variando su trayectoria, a menos que en los planos se prevean conexiones especiales al refuerzo de las estructuras.

Las cajas de inspección y las cajas de conexión para la malla de conexión a tierra se construirán en hormigón o bloques de hormigón con las dimensiones mínimas que deben estar indicadas en los planos y con tapas de hormigón armado; de acuerdo con los planos y las órdenes del Supervisor.

Cuando se requiera construir zanjas, carrileras o vías antes de la construcción de la red de tierra, se deberán dejar pasos para el cable en tubería PVC.

Si durante la construcción de la red de tierra se daña parcial o totalmente alguna estructura en hormigón, tubería, filtros u cualquier otro elemento de la subestación esta deberá ser reemplazada o reparada por el Contratista sin ningún costo para ENDE.

Si durante la construcción de cualquier estructura en hormigón, o elaboración de cualquier obra se daña parcial o totalmente un cable o conexión de la malla de puesta a tierra, esta deberá ser reparada o reemplazada a criterio del Supervisor, por el Contratista, sin costo adicional para ENDE.

# GRAVA PARA ACABADO DE PATIO

## DESCRIPCIÓN

Este trabajo comprende la construcción de una base de material granular grueso en la superficie del patio de conexiones de las subestaciones. El espesor de la grava estará entre 10 y 15 cm, pero podrá ser modificado por el Supervisor en la obra, si las condiciones de trabajo así lo exigen.

## MATERIALES

Los materiales que se utilizarán para acabado del piso del patio de conexiones y para la grava clasificada para el foso del transformador deberán cumplir con los siguientes requisitos:

El material granular deberá obtenerse de fuentes aluviales o por trituración y lavado de roca no meteorizada de una cantera escogida por el Contratista y aceptada por el Supervisor. El Contratista deberá indicar en su propuesta las fuentes o canteras que utilizará para surtirse de agregados. No se permitirá la utilización de materiales que contengan sustancias orgánicas, arcillas o materiales en descomposición o cualquier otro producto objetable a criterio del Supervisor.

La gradación del material para el acabado del patio de conexiones deberá estar dentro de los siguientes límites:



**3/8**

Tabla 2.- Granulometría para material de acabado de patio

En los fosos colectores de aceite se utilizará material granular limpio y redondeado con una gradación única comprendida entre tamaños de 2 ½” y 3”.

## EJECUCIÓN DEL TRABAJO

### GENERALIDADES

El acabado a construir como aislante eléctrico en el patio de conexiones de las subestación deberá ejecutarse con los alineamientos, cotas, espesores y demás detalles que deben ser mostrados en los planos y con las modificaciones que ordene el Supervisor de la obra.

### PREPARACIÓN DE LA SUBRASANTE

La superficie que vaya a servir de fundación para el acabado del patio de conexiones, deberá limpiarse de cualquier material suelto, removido, erosionado o inadecuado, se perfilará y compactará con mínimo cuatro (4) pasadas de compactador manual o vibrocompactador de rodillo liso hasta obtener una superficie lisa y compacta con las cotas y pendientes indicadas en los planos o por el Supervisor. No se aceptarán cavidades o depresiones antes de iniciar la colocación del material de acabado. El cambio de material se definirá a partir de los resultados de un estudios de suelos, los costos de estos ensayos estarán a cargo del Contratista.

### COLOCACIÓN DEL MATERIAL DE ACABADO

El material de acabado se colocará y esparcirá uniformemente a todo lo largo y ancho del patio de conexiones y se compactará mediante el empleo de equipo mecánico liviano (Compactador manual o vibrocompactador) en por lo menos 2 pasadas, conservando las cotas, espesores y pendientes indicadas en los planos o por el Supervisor.

El Contratista deberá tener en cuenta que el acabado solo podrá colocarse una vez se hayan construido los drenajes, las redes de puesta a tierra, las fundaciones para equipos, pórticos y las zanjas, razón por la cual deberá programar y estudiar los accesos para el suministro de materiales dentro del patio de conexiones, sin que afecte ninguna de las obras ya construidas, ni los plazos de ejecución de las mismas.

### CONSERVACIÓN

Después de terminada cualquier área de acabado en el piso del patio de conexiones, el Contratista será responsable de su conservación hasta la entrega de las obras.

# SISTEMA CONTRAINCENDIO

## DESCRIPCIÓN

Esta sección contiene los requisitos para el suministro e instalación de los equipos de extinción manual que se ubicarán en la zona de los patios de la subestación, de acuerdo con las características, materiales, detalles y dimensiones que deben estar mostradas en los planos o con las instrucciones del Supervisor.

Los extintores rodantes que sean suministrados se deberán instalar en una caseta de protección y almacenamiento destinada para tal fin, la cual se construirá de acuerdo con las indicaciones que deberán ser indicados en los planos.

## EQUIPO DE EXTINCIÓN MANUAL

Los patios de la subestación se deberán proteger con extintores manuales.

Se deberán suministrar e instalar los siguientes extintores:

1. Un (1) extintor manual de polvo químico seco (PQS) rodante tipo satélite de 150 libras, para cada banco de autotransformadores o reactores de línea del patio de la subestación.
2. Un (1) extintor manual de polvo químico seco (PQS) multipropósito, tipo satélite de 50 libras, cerca de la zona del tanque de combustible principal de las plantas diesel de emergencia.
3. Un (1) extintor manual de polvo químico seco (PQS) multipropósito, tipo satélite de 150 libras, para el patio de 115 kV.

El Contratista deberá instalar los satélites en las casetas de almacenamiento y protección que deben ser construidas para tal fin. El Contratista deberá construir una caseta por cada extintor rodante que suministre en los sitios definidos en los planos.

El Contratista deberá proveer datos del fabricante de todos los dispositivos y materiales del equipo a suministrar, incluyendo instalación, mantenimiento y procedimiento de operación y prueba, dimensiones, etc, para la revisión y aprobación de ENDE.

## CASETAS DE PROTECCIÓN

Las casetas de protección y almacenamiento de los extintores rodantes de patio se construirán con las dimensiones y materiales que deberán estar indicadas en los planos previamente aprobados por el Supervisor.

En la construcción de la losa de fundación, los andenes y las vigas perimetrales de las casetas, se tendrán en cuenta los materiales, requisitos y procedimientos especificados para “Obras en Hormigón” y “Acero de Refuerzo”, puntos 6 y 7 de las especificaciones técnicas de “Obras civiles generales”, respectivamente.

## CAPACITACIÓN

El Contratista conducirá dos sesiones de capacitación de cuatro horas cada una, para familiarizar al personal que laborará en las subestación con las características de operación del sistema de extinción manual.

# GARANTÍA TÉCNICA

El Contratista garantizará todos los materiales y la mano de obra por un período de un (1) año a partir de la fecha de aprobación final. El Contratista será responsable de cualquier daño causado por su trabajo (o el de los subcontratistas), en materiales o equipos, durante los períodos de instalación, pruebas y garantía.

1. \* Los planos a los cuales se hace referencia en este documento, son los que surgen de la ingeniería de detalle tanto eléctrica como civil. [↑](#footnote-ref-2)