SECCIÓN 12: ESPECIFICACIÓN TÉCNICA DE

CONSTRUCCIÓN DE OBRAS CIVILES

24\_266\_OC\_E03

www.coordinadorelectrico.cl

ÍNDICE

[12.1 ALCANCE 4](#_Toc117264375)

[12.1.1 CONSTRUCCIÓN DE PLATAFORMA (Si aplica) 4](#_Toc117264376)

[12.1.2 CONSTRUCCIÓN DE FUNDACIONES Y CANALETAS 4](#_Toc117264377)

[12.2 RESPONSABILIDAD Y ORGANIZACIÓN DEL ADJUDICATARIO 4](#_Toc117264378)

[12.3 NORMAS 4](#_Toc117264379)

[12.4 CONSTRUCCIÓN DE PLATAFORMA 7](#_Toc117264380)

[12.4.1 GENERALIDADES 7](#_Toc117264381)

[12.4.2 INICIACIÓN DE LOS TRABAJOS 7](#_Toc117264382)

[12.4.3 ESCARPE 7](#_Toc117264383)

[12.4.4 AGOTAMIENTO 7](#_Toc117264384)

[12.4.5 DISPOSICIÓN DE LOS MATERIALES EXTRAÍDOS 8](#_Toc117264385)

[12.4.6 RELLENOS 8](#_Toc117264386)

[12.4.7 MATERIALES PARA RELLENOS 9](#_Toc117264387)

[12.4.8 OBTENCIÓN DE MATERIALES PARA RELLENO 10](#_Toc117264388)

[12.4.9 CARGUÍO Y TRANSPORTE 11](#_Toc117264389)

[12.4.10 INSTALACIÓN DEL MATERIAL DE RELLENO 11](#_Toc117264390)

[12.4.11 RESTRICCIONES CLIMÁTICAS 12](#_Toc117264391)

[12.4.12 SECUENCIA DE CONSTRUCCIÓN 12](#_Toc117264392)

[12.4.13 HUMEDAD DE COMPATACIÓN 13](#_Toc117264393)

[12.4.14 HUMEDAD DE COMPATACIÓN 13](#_Toc117264394)

[12.4.15 CONTROL DE AGUAS SUPERFICIALES Y SUBTERRÁNEAS 14](#_Toc117264395)

[12.4.16 CONTROL DE CALIDAD 14](#_Toc117264396)

[12.5 CONSTRUCCIÓN DE FUNDACIONES Y CANALETAS 16](#_Toc117264397)

[12.5.1 TRAZADOS Y NIVELES 16](#_Toc117264398)

[12.5.1.1 Generalidades 16](#_Toc117264399)

[12.5.1.2 Ejecución 16](#_Toc117264400)

[12.5.2 TRAZADOS Y NIVELES 17](#_Toc117264401)

[12.5.3 EXCAVACIONES 17](#_Toc117264402)

[12.5.4 TOLERANCIAS DE CONSTRUCCIÓN DE FUNDACIONES 19](#_Toc117264403)

[12.5.5 HORMIGÓN ARMADO 21](#_Toc117264404)

[12.5.5.1 General 21](#_Toc117264405)

[12.5.5.2 Materiales 21](#_Toc117264406)

[12.5.5.3 Emplantillados 22](#_Toc117264407)

[12.5.5.4 Dosificación de los hormigones 22](#_Toc117264408)

[12.5.5.5 Instalación de las armaduras 24](#_Toc117264409)

[12.5.6 CONTROL DE CALIDAD DE LOS HORMIGONES 24](#_Toc117264410)

[12.5.6.1 Frecuencia 24](#_Toc117264411)

[12.5.6.2 Procedimientos 24](#_Toc117264412)

[12.5.7 RELLENO DE FUNDACIONES 26](#_Toc117264413)

[12.5.7.1 Materiales para rellenos 26](#_Toc117264414)

[12.5.7.2 Rellenos contra estructuras de hormigón 27](#_Toc117264415)

[12.5.7.3 Control de los rellenos 28](#_Toc117264416)

[12.5.8 APLICACIÓN DE GRAVA SUPERFICIAL 28](#_Toc117264417)

[12.6 CONSTRUCCIÓN EDIFICACIONES 29](#_Toc117264418)

[12.6.1 GENERAL 29](#_Toc117264419)

[12.7 URBANIZACIÓN 29](#_Toc117264420)

[12.7.1 CAMINOS INTERIORES 29](#_Toc117264421)

[12.7.2 VEREDAS 32](#_Toc117264422)

[12.7.3 ALUMBRADO SUBESTACIÓN 32](#_Toc117264423)

[12.7.4 RECOLECCIÓN DE AGUAS LLUVIAS 32](#_Toc117264424)

[12.7.5 CERCOS 32](#_Toc117264425)

# ALCANCE

Esta especificación se aplicará a la construcción de obras incluidas en el presente Contrato en particular las siguientes:

## CONSTRUCCIÓN DE PLATAFORMA (Si aplica)

* Excavaciones y rellenos masivos.
* Compactación.
* Control de calidad del relleno compactado.

## CONSTRUCCIÓN DE FUNDACIONES Y CANALETAS

* Trazados, niveles, replanteo.
* Excavaciones.
* Tolerancias de construcción.
* Hormigón armado para construcción de fundaciones, canaletas y muros de contención.
* Rellenos de fundaciones (equipos y estructuras)
* Sala de control.
* Grupo generador

# RESPONSABILIDAD Y ORGANIZACIÓN DEL ADJUDICATARIO

El ADJUDICATARIO deberá ser el responsable de la contratación del personal idóneo para la labor encomendada mediante el presente Contrato, debiendo disponer de los servicios de higiene, salud y alimentación para el buen desempeño de los trabajadores. Por otro lado, deberá contar con los equipos y maquinarias adecuados para la realización de los trabajos encomendados, los cuales además, deberán estar en buen estado. Durante la faena, tendrá el control de acceso al predio y deberá contar con cuidador propio de los equipos e instalaciones que utilice para el desarrollo de los trabajos si así lo considera necesario.

Los materiales de construcción de desecho provenientes de la faena deberán ser transportados a un botadero autorizado en los documentos ambientales del Contrato y no podrán ser dispuestos en predios vecinos.

# NORMAS

Las Normas y Especificaciones Externas, las cuales forman parte de este documento son las siguientes:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| [1] ASTM C 494 | : | Especificación Normalizada de Aditivos Químicos para Concreto |
| [2] ASTM C127 | : | Método de Ensayo Normalizado para Determinar la Densidad, la Densidad Relativa (Gravedad Específica), y la Absorción de Agregados Gruesos |
| [3] ASTM D 2216 | : | Standard Test Methods for Laboratory Determination of Water (Moisture) Content of Soil and Rock by Mass |
| [4] ASTM D 854 | : | Standard Test Methods for Specific Gravity of Soil Solids by Water Pycnometer |
| [5] ASTM D1556 | : | Standard Test Method for Density and Unit Weight of Soil in Place by Sand-Cone Method |
| [6] ASTM D1557-02 | : | Standard Test Methods for Laboratory Compaction Characteristics of Soil Using Modified Effort |
| [7] ASTM D1883 | : | Standard Test Method for California Bearing Ratio (CBR) of Laboratory-Compacted Soils |
| [8] ASTM D2216 | : | Standard Test Methods for Laboratory Determination of Water (Moisture) Content of Soil and Rock by Mass. |
| [9] ASTM D2922/05 | : | Standard Test Methods for Density of Soil and Soil-Aggregate in Place by Nuclear Methods |
| [10] ASTM D3017/05 | : | Standard Test Method for Water Content of Soil and Rock in Place by Nuclear Methods |
| [11] ASTM D422 | : | Standard Test Method for Particle-Size Analysis of Soils |
| [12] ASTM D4253 | : | Standard Test Methods for Maximum Index Density and Unit Weight of Soils Using a Vibratory Table |
| [13] ASTM D4254 | : | Standard Test Methods for Minimum Index Density and Unit Weight of Soils and Calculation of Relative Density |
| [14]  ASTM D698 | : | Standard Test Methods for Laboratory Compaction Characteristics of Soil Using Standard Effort |
| [15]  DS N° 43/2012 | : | Regulación de la Contaminación Lumínica |
| [16]  DS N° 594 | : | Condiciones en los Lugares de Trabajo. Ministerio de Salud. Artículos 21 y 23 |
| [17]  DS Nº 369/1996 | : | Reglamenta Normas sobre Extintores Portátiles |
| [18]  NCh 1017 | : | Hormigón - Confección en obra y curado de probetas para ensayos de compresión, tracción por flexión y por hendimiento. |
| [19]  NCh 1018 | : | Hormigón - Preparación de mezclas de prueba en laboratorio |
| [20]  NCh 1037 | : | Hormigón - Ensayo de compresión de probetas cúbicas y cilíndricas. |
| [21]  NCh 1444 | : | Áridos para morteros y hormigones – Determinación de sales – Parte 1: Determinación de Cloruros y Sulfatos. |
| [22]  NCh 1516 | : | Mecánica de suelos - Determinación de la densidad en el terreno - Método del cono de arena |
| [23]  NCh 1517/II. | : | Mecánica de suelos - límites de consistencia - parte 3: determinación del límite de contracción INN |
| [24]  NCh 1534/II | : | Mecánica de suelos - Relaciones humedad / densidad -Parte 1: Métodos de compactación con pisón de 2,5 kg y305 mm de caída |
| [25]  NCh 165 | : | Aridos para morteros y hormigones – Tamizado y determinación de la granulometría. |
| [26]  NCh 170 | : | Hormigón – Requisitos Generales |
| [27]  NCh 171 | : | Hormigón – Extracción de muestras de hormigón. |
| [28]  NCh 1726 | : | Mecánica de suelos – Determinación de las densidades máxima y mínima y cálculo de la densidad relativa en suelos no cohesivos. |
| [29]  NCh 1998 | : | Hormigón - Evaluación estadística de la resistencia mecánica. |
| [30]  NCh 204 | : | Acero – Barras laminadas en caliente para hormigón armado. |
| [31]  NFPA 850 | : | Recommended Practice for Fire Protection for Electric Generating Plants and High Voltage Direct Current Converter Stations |
| [32]  RIDDA | : | Reglamento de Instalaciones Domiciliarias de Agua Potable y Alcantarillado |

# CONSTRUCCIÓN DE PLATAFORMA

## GENERALIDADES

Se debe considerar que el movimiento de tierra es responsabilidad del ADJUDICATARIO, y la ejecución de estos para la construcción de la plataforma correspondiente al proyecto de ampliación de la subestación.

Esta Especificación Técnica se complementa además con las especificaciones y notas en los planos de ingeniería del presente Contrato.

## INICIACIÓN DE LOS TRABAJOS

El ADJUDICATARIO deberá replantear las áreas en que, de acuerdo a los planos de proyecto, se deberán ejecutar los trabajos señalados. El replanteo deberá ser sometido a la inspección del Ingeniero Jefe antes de iniciar los trabajos. Los procedimientos para delimitar en el terreno las áreas involucradas deberán ser tales, que permitan verificar, en forma simple y rápida, que los trabajos cumplen con los límites indicados en el Contrato. El replanteo deberá ser realizado en base a puntos de referencia topográficos que entregarán el ADJUDICATARIO en su Ingeniería los que se deberán monolizar para tenerlos como referencia durante toda la ejecución del Contrato.

## ESCARPE

El escarpe consistirá en la remoción, transporte y depósito en lugares aprobados en los documentos ambientales del Contrato, de toda la capa superficial del suelo que contenga elementos de desecho, humus, materiales en descomposición, o cualquier residuo de vegetación.

El escarpe se realizará hasta alcanzar suelo natural sin contenido orgánico o relleno artificial. El espesor del escarpe será el indicado en los planos una y tendrá una extensión tal que todo el material indicado en el párrafo precedente haya sido removido.

Los límites en planta de las áreas de escarpe se extenderán un metro más allá de los límites establecidos para la planta de las excavaciones o rellenos, salvo indicación diferente en los planos del Contrato o del Ingeniero Jefe.

## AGOTAMIENTO

Se deberán mantener limpios los desagües existentes o se construirán desagües que permitan el escurrimiento gravitacional del agua hacia afuera de las áreas en que se ejecute el escarpe.

Las aguas provenientes del agotamiento no podrán ser desviadas hacia predios vecinos sin el permiso del propietario respectivo y deberá contar con la revisión del Ingeniero Jefe.

## DISPOSICIÓN DE LOS MATERIALES EXTRAÍDOS

Los materiales provenientes de las operaciones de escarpe y aquellos que puedan ser utilizados como suelo vegetal o material orgánico en trabajos de estabilización mediante implantación de vegetación, deberán ser acopiados en lugares especialmente destinados a este fin con la autorización previa del Ingeniero Jefe. Los depósitos destinados al material de escarpe se deberán dejar limpios y con taludes suaves y adecuados que aseguren el escurrimiento de las aguas sin que se produzca erosión.

## RELLENOS

El ADJUDICATARIO deberá ejecutar los rellenos con los materiales, las dimensiones y ubicación que aparecen en los planos del Contrato o la que le señale el Ingeniero Jefe, y de acuerdo con las disposiciones de estas Especificaciones.

Todos los rellenos que necesite realizar el ADJUDICATARIO para las labores propias de la construcción y que no estén contemplados en los Planos y Especificaciones del Contrato, deberán contar con la revisión del Ingeniero Jefe, quien podrá rechazar su ejecución si a su juicio ellos puedan provocar problemas durante la ejecución de la obra.

Los rellenos controlados deberán cumplir, al menos, con alguna de las tres bandas especificadas en la siguiente tabla, eligiendo aquella que mejor se acomode a la disponibilidad de materiales en la zona.

Tabla . Banda granulométrica para material de relleno

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Tamiz | | % que pasa | | |
| Pulgadas | mm |
| 2” | 50 | 100 |  |  |
| 1- 1/2” | 40 | 70-100 | 100 |  |
| 1” | 25 | 55-85 | 70-100 | 100 |
| 3/4” | 20 | 45-75 | 60-90 | 70-100 |
| 3/8” | 10 | 35-65 | 40-75 | 50-80 |
| N°4 | 5 | 25-55 | 30-60 | 35-65 |
| N°10 | 2 | 15-45 | 15-45 | 25-50 |
| N°40 | 0,5 | 5-25 | 10-30 | 10-30 |
| N°200 | 0,08 | 0-10 | 0-15 | 0-15 |

El relleno deberá ser compactado hasta alcanzar el 95 % del proctor modificado. La compactación será controlada por medio del método del cono de arena (NCh 1516) o densímetro nuclear (ASTM D 6938), el cual previamente debe estar contrastado con el cono de arena de acuerdo con la profundidad de control y al material que se esté utilizando.

## MATERIALES PARA RELLENOS

Los materiales a emplear en la construcción del cuerpo de la plataforma deberán tener un poder de soporte no inferior a 10% medido a 95% de la D.M.C.S. del ensayo Proctor Modificado u 80% de la Densidad Relativa y según disponga el mecánico de suelos que desarrolle el estudio. El tamaño máximo del material será de 150 mm, aceptándose una tolerancia de 5% en peso entre 150 mm y 200 mm. Cuando se construya capas de menor espesor el tamaño máximo será igual al 50% del espesor de la capa, con 5% de sobre tamaño de dimensión máxima igual a 2/3 del espesor de la capa.

Si en la construcción del terraplén se utiliza material de origen fluvial debe procurarse que tenga buena graduación, lo cual se controla mediante los coeficientes de curvatura y de uniformidad de la curva granulométrica. Esto se traduce en los siguientes indicadores:

CU < 4 y 1 < CC < 3

Donde:

CU = Coeficiente de uniformidad:

CC = Coeficiente de Curvatura:

En que D10, D30, D60 representan el diámetro de la abertura del tamiz por el cual pasa respectivamente 10%, 30% y 60% en peso del material considerado.

En caso de no cumplir con uno de los parámetros anteriores, se podrá usar como material de relleno para compactación de plataforma aquel que logre demostrar, mediante cancha de prueba de compactación, que se puede lograr una porosidad (n) menor o igual que 0,30 a la densidad especificada de compactación.

En caso de requerirse una cancha de prueba de compactación, esta será de una longitud mínima de 50 metros por 3 metros de ancho y en una capa de 30 cms de espesor final. Se medirá la densidad seca y la densidad de partículas sólidas, con lo que se determinará la porosidad de acuerdo a la siguiente ecuación:

Donde D: Densidad seca

Dp: Densidad de Partículas Sólidas.

Se tomarán 4 puntos en la cancha de prueba y el promedio debe cumplir la condición especificada para la porosidad.

Además, para los 0.30 m superiores de la plataforma (coronamiento) deberá utilizarse suelos granulares (según clasificación AASHTO), cuyo poder de soporte no debe ser inferior a 20% del CBR medido al 95% de la DMCS del Proctor Modificado, siendo el tamaño máximo del material no superior a 100 mm. El índice de plasticidad del material utilizado en el coronamiento deberá estar comprendido entre 3 y 9.

En zonas donde ocurran frecuentes ciclos de hielo y deshielo, el material ubicado en zonas donde vayan a emplazarse estructuras deberá cumplir, además, con características de no heladizo, esto es, el porcentaje máximo que pasa por el tamiz 0,08 mm (Nº200) se limitará a 5% y el índice de plasticidad se limitará a un máximo de 6. La profundidad de material que estará sujeto a esta especificación dependerá de la profundidad esperada de penetración de las heladas.

Por otro lado, se debe cumplir que los suelos erosionables sólo se podrán emplear en la construcción del núcleo del terraplén a partir de 0.30 m bajo el nivel de coronamiento proyectado, siempre que dicho material quede confinado lateralmente con suelos granulares no erosionables, en un ancho mínimo de 1.0 m medido horizontalmente desde la línea de talud hacia el cuerpo del terraplén. Alternativamente podrá utilizarse soluciones debidamente aprobadas como por ejemplo protección de taludes con hidrosiembra, malla vegetal biodegradable u otro que sea propuesto y cumpla con el objetivo de evitar la erosión de los taludes del terraplén. Se consideran suelos erosionables principalmente a suelos compuestos principalmente por arenas y limos sin cohesión.

## OBTENCIÓN DE MATERIALES PARA RELLENO

La ubicación y obtención de los materiales necesarios para los rellenos serán responsabilidad del ADJUDICATARIO. El material de relleno deberá cumplir con lo siguiente:

* Tamaño máximo de 3”.
* El porcentaje de material bajo malla ASTM #200 debe ser menor que 12%.
* Porcentaje de gravas (material retenido en malla ASTM #4) mayor o igual que 30%.
* El material que pase bajo la malla ASTM #40 deberá tener un Índice de plasticidad menor a 10% y un límite líquido inferior a 40%.
* C.B.R. medido al 80% de la densidad relativa o al 95% del Proctor Modificado, deberá ser mayor que 30%.

Los yacimientos seleccionados por el ADJUDICATARIO deberán ser sometidos a la revisión del Ingeniero Jefe y será de responsabilidad del ADJUDICATARIO realizar todos los ensayos e investigaciones requeridas.

En el caso que el ADJUDICATARIO propusiera cambiar las fuentes de obtención de los materiales ya revisados por el Ingeniero Jefe, deberá justificar dicho cambio mediante un número de ensayos y observaciones oculares necesarios para demostrar la conveniencia para el MANDANTE de cambiar el yacimiento y siempre que no resulte un costo adicional para éste.

## CARGUÍO Y TRANSPORTE

El ADJUDICATARIO tendrá plena responsabilidad del diseño, suministro y operación de todas las instalaciones y equipos necesarios para el carguío y transporte de los materiales para rellenos desde los yacimientos, las excavaciones y los acopios intermedios hasta el lugar de los rellenos.

El ADJUDICATARIO deberá modificar o cambiar sus instalaciones y equipos de carguío y transporte, o modificar sus sistemas de operación a satisfacción del Ingeniero Jefe en los casos que, a juicio de éste dichas instalaciones o sistema de operación produzcan o puedan producir segregación, saturación, secado, congelamiento o cualquier otro defecto perjudicial en los materiales de relleno.

## INSTALACIÓN DEL MATERIAL DE RELLENO

El ADJUDICATARIO colocará y compactará los materiales para la ejecución de los rellenos en las zonas que se indican en los Planos del Contrato y deberá esparcirlos, regarlos, compactarlos, ararlos, emparejarlos o efectuar cualquier otro proceso, de acuerdo con los requisitos especificados.

El ADJUDICATARIO no deberá instalar ningún material de relleno antes que el Ingeniero Jefe haya inspeccionado, realizando los levantamientos topográficos que estime necesario e indique que la superficie está apta para la colocación del material de relleno.

No se deberá colocar ningún material de relleno en superficies bajo agua para ello se deberá realizar el agotamiento de la napa, excepto cuando la superficie sea roca, las superficies de fundación se deberán preparar nivelando y compactando el suelo de fundación, hasta obtener un grado de densidad igual o superior al relleno que se colocará sobre ella. Si en opinión del Ingeniero Jefe, las superficies de fundación están demasiado secas o lisas para obtener una buena adherencia con la primera capa de relleno por colocar sobre ellas, el ADJUDICATARIO deberá humedecer o trabajar con arados, escarificadores u otro equipo indicado por el Ingeniero Jefe, y en una extensión y profundidad suficiente para obtener una superficie con adherencia satisfactoria, antes de iniciar el relleno. Si a juicio del Ingeniero Jefe, la superficie de fundación está muy húmeda para obtener una buena compactación de la primera capa de relleno, el ADJUDICATARIO deberá remover el material de la superficie o permitir que se seque, trabajándolo con arados, escarificadores u otro equipo apropiado para bajar el contenido de agua a límites aceptables. Finalmente se deberá compactar la superficie antes de la colocación de la primera capa, hasta el grado especificado.

En el caso de fundaciones en roca, se deberá humedecer con agua la roca inmediatamente antes de la colocación de rellenos impermeables contra ella. Por otro lado, si el sello de excavación corresponde a un suelo fino (arcilla o limo) de humedad alta o saturada, éste se deberá mejorar según se indique en los planos del proyecto.

## RESTRICCIONES CLIMÁTICAS

El ADJUDICATARIO no podrá usar materiales congelados en la ejecución de los rellenos ni podrá colocar nuevos rellenos sobre terrenos de fundación o rellenos antiguos congelados. Los materiales de fundación o los rellenos existentes que se hayan congelado se deberán remover y eliminar o deshielar, reacondicionar y compactar, de acuerdo con las disposiciones de estas Especificaciones.

## SECUENCIA DE CONSTRUCCIÓN

El ADJUDICATARIO deberá colocar los rellenos en capas continuas y aproximadamente horizontales de la dimensión total de la sección especificada. No se permitirán desniveles mayores de 0,50 m entre rellenos contiguos. Los materiales se descargarán y esparcirán en el lugar que quedarán, de manera que no se produzca segregación de éstos.

Los rellenos con un tamaño máximo superior a 3" y un contenido de grava igual o superior al 70% (porcentaje en peso, de partículas de tamaño igual o mayor a 4,76 mm), se colocarán para su posterior compactación en capas de un espesor (compactado) no superior a 60 cm. Los rellenos con un contenido de grava comprendido entre un 50% y un 70% con tamaño máximo superior a 3" y aquellos con un contenido de grava superior al 50% y un tamaño máximo de 3”, o menor, se colocarán para su posterior compactación en capas de un espesor (compactado) no superior a 30 cm. Para el resto de los rellenos permeables, el espesor de la capa compactada no deberá superar los 20 cm. No se permitirá la compactación de los rellenos mediante equipos manuales.

La superficie de cada capa que se coloque deberá quedar nivelada antes de compactar de modo que no presente depresiones y montículos que alcancen profundidades o sobreelevaciones mayores de 5 cm, a fin de conseguir una compactación efectiva y uniforme de los rellenos; para esta nivelación se deberá usar medios mecánicos.

## HUMEDAD DE COMPATACIÓN

Los materiales de rellenos que tengan un contenido de grava superior al 50% se podrá compactar con la humedad que llegue del yacimiento.

Los materiales que tengan un contenido de finos superior al 5% se deberán compactar con una humedad comprendida en un rango de 2% de la humedad óptima dada por el ensayo definido por la Norma NCh 1517/II.

## HUMEDAD DE COMPATACIÓN

Se deberá utilizar un equipo compactador vibratorio (rodillo liso) de al menos 5 toneladas de peso estático mínimo que garantice una compactación superior al 80% de la Densidad Relativa (NCh 1726) o superior al 95% del Proctor Modificado (NCh 1534/II).

Los procedimientos de compactación que se adopten deberán asegurar que los materiales se compacten hasta lograr una densidad relativamente uniforme, igual o superior al grado especificado anteriormente.

La compactación de cada capa de material de relleno se ejecutará en forma sistemática, ordenada, continua y en forma paralela a la dirección de colocación de los materiales que la forman.

El ADJUDICATARIO empleara medios especiales de colocación y compactación de los materiales de rellenos en los lugares en donde sea impracticable el empleo de equipos convencionales. Los compactadores que se usen en estas zonas deberán ser mecanizados, pero de accionamiento manual del tipo de impacto o vibratorio, éstos deberán ser capaces de producir densidades iguales o mayores a aquellas obtenidas por los equipos empleados en las zonas vecinas.

El ADJUDICATARIO deberá reparar cualquier daño que cause a estructuras o al terreno de fundación de éstos, debido a la operación de cualquier equipo en la zona vecina de la estructura. El peso estático de los rodillos no podrá ser obtenido mediante la adición de estanques de agua u otros dispositivos que no formen parte del rodillo tal como lo suministra normalmente el fabricante.

Los rellenos se compactarán hasta alcanzar densidades relativas medias iguales o superiores al 80% siendo inaceptable cualquier área del relleno que presente una densidad relativa inferior al 78%; en todo caso, la compactación de estos rellenos contemplará al menos 4 pasadas de rodillo.

La densidad relativa media corresponderá al promedio aritmético de las densidades relativas determinadas de las últimas 5 muestras extraídas. El Ingeniero Jefe podrá ordenar reducir los espesores de capa, aumentar el número de pasadas, regar el material, exigir cambio del equipo de compactación o cualquier otra medida que estime conveniente si la densidad relativa media no alcanza los mínimos establecidos anteriormente.

## CONTROL DE AGUAS SUPERFICIALES Y SUBTERRÁNEAS

Durante la ejecución de los rellenos, el ADJUDICATARIO deberá mantener el nivel de las aguas a una cota tal que permita efectuar los rellenos en seco y además mantener el sello de fundación con una humedad tal que éste no se vea alterado por los trabajos de preparación de la superficie de fundación y los de colocación y compactación de los materiales que formarán los rellenos.

El ADJUDICATARIO deberá asegurar mediante una adecuada inclinación o por otro método que apruebe el Ingeniero Jefe, la salida rápida de las aguas lluvias o de otro origen de la superficie de trabajo.

El ADJUDICATARIO deberá proyectar todas las ataguías, todos los drenajes y sistemas de agotamiento que se requieran para satisfacer lo señalado en esta Sección y someter dichos proyectos a la revisión del Ingeniero Jefe antes de iniciar la construcción de las obras. Las ataguías se deberán proyectar de modo que eviten en forma efectiva la erosión de estas y las filtraciones que se puedan producir a través de su cuerpo o su fundación.

El ADJUDICATARIO será el único responsable de la seguridad y eficiencia de las instalaciones de drenaje y agotamiento y de las ataguías.

Las aguas provenientes del agotamiento de la napa o del escurrimiento de la lluvia no podrán ser desviadas hacia predios vecinos sin el permiso del propietario respectivo y deberá contar con la revisión del Ingeniero Jefe.

## CONTROL DE CALIDAD

El ADJUDICATARIO será el único responsable de asegurar que los rellenos cumplan totalmente los requisitos que se establecen en estas Especificaciones, en las Especificaciones Técnicas Particulares y en los Planos del Contrato. El Ingeniero Jefe podrá tomar muestras y enviar a realizar los ensayos de los rellenos colocados por el ADJUDICATARIO con el fin de determinar si éstos cumplen con las Especificaciones.

Los controles de calidad serán de cargo del ADJUDICATARIO, quien deberá efectuarlo con equipo y personal apropiados, o con un laboratorio especializado certificado que cuente con la revisión del Ingeniero Jefe.

Los ensayos que se deban ejecutar para efectuar el control de calidad de los rellenos incluirán entre otros, aquellos necesarios para la determinación de la granulometría y plasticidad de los materiales, la densidad en sitio, la humedad de compactación y las densidades y humedades patrones de comparación. Estos ensayos se deberán efectuar siguiendo los procedimientos estandarizados que se indican a continuación o los que se indiquen en las Especificaciones Técnicas Particulares o los que señalen el Ingeniero Jefe.

Tabla 3. Ensayos y procedimientos

|  |  |
| --- | --- |
| ENSAYO | PROCEDIMIENTO |
| Granulometría | ASTM D422 |
| Límite Líquido | NCh1517/1 |
| Límite Plástico | NCh1517/2 |
| Peso Específico partículas mayores a 4,76 mm | ASTM C127 |
| Peso Específico partículas menores a 4,76 mm | ASTM D 854 |
| Determinación del contenido de humedad | ASTM D 2216 |
| Densidad in situ (Método de cono de arena) | NCh 1516 |
| Densidad in situ (Densímetro Nuclear) | ASTM D2922/05 ASTM D3017/05 |
| Densidad Relativa | ASTM D4253 ASTM D4254 |
| Proctor Modificado | ASTM D1557 |
| CBR | ASTM D1883 |

El control de calidad de los materiales que forman el relleno se efectuará a los materiales colocados y compactados. El control de calidad del grado de compactación de los rellenos se efectuará a la última capa que se haya colocado. La frecuencia con que se realizará el control será la siguiente:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| * Verificación de densidad | : | 1 cada 2000 m2 de superficie, con un mínimo de 2, por cada capa colocada. |
| * Ensayo de Clasificación | : | 1 cada 2.500 m3 de material de relleno compactado y cada vez que cambie el material de relleno, con un mínimo de 4. |
| * Ensayo Proctor Modificado | : | 1 cada 5.000 m3 de material de relleno y cada vez que cambie el material, con un mínimo de 2. |
| * Ensayo CBR | : | 1 cada 5.000 m3 de material de relleno y cada vez que cambie el material, con un mínimo de 2. |

Además de los ensayos normales, el Ingeniero Jefe podrá solicitar un control de calidad para aquellos materiales o áreas de rellenos en que a su juicio haya dudas en relación con la calidad de los materiales o al grado de compactación de los rellenos.

El ADJUDICATARIO estará obligado a prestar toda la ayuda que le solicite el Ingeniero Jefe para el control de calidad de los rellenos. Para ello se deberá considerar: el libre acceso al área de control, la interrupción de los trabajos en las zonas vecinas al punto de control, la remoción del material superficial suelto y la nivelación del área a controlar.

# CONSTRUCCIÓN DE FUNDACIONES Y CANALETAS

## TRAZADOS Y NIVELES

#### Generalidades

Las obras comprendidas en este ítem se refieren a las distintas faenas a realizar para un correcto replanteo de puntos de referencias, trazados, niveles y demás elementos indicados en el proyecto para la ubicación espacial de las distintas obras que lo conforman.

#### Ejecución

La ubicación y trazado de las diferentes obras que constituyen el proyecto se debe efectuar considerando la información contenida en los planos del proyecto.

Se deberá mantener un control topográfico permanente durante la ejecución de las obras, referido al mismo sistema de cotas y coordenadas (UTM DATUM WGS-84) indicados en los planos del proyecto con los puntos de referencia como base.

Se deberá materializar el conjunto de Puntos de Referencia mediante monolitos de hormigón 25 cm x 25 cm de base x 50 cm de enterramiento con malla de acero perimetral y con una barra de acero de 25 mm (de 50 cm de longitud) para marcar el punto, debiendo proceder a su reemplazo inmediato cuando estos resulten dañados o desplazados.

Se deberá efectuar un reconocimiento completo de trazados, cotas y niveles indicados en los planos del proyecto. Se deberá ubicar y verificar los puntos de referencia y demás elementos indicados en los planos para estos fines, se replantearán los ejes y obras especiales en conformidad con los planos. Se define como eje teórico a aquel eje materializado en terreno. Los ejes teóricos de cada estructura, de cada pilar y de cada macizo de fundación se materializarán en terreno mediante estacas. El replanteo de las excavaciones lo efectuará el ADJUDICATARIO de acuerdo con prácticas aceptadas por el Ingeniero Jefe y dentro de las tolerancias que se indican en estas especificaciones.

## TRAZADOS Y NIVELES

Salvo indicación expresa en los planos, las canalizaciones subterráneas serán realizadas mediante tubería plástica rígida PVC Schedule 40, para uso eléctrico (color naranja).

Se evitará dejar partes bajas en la canalización donde se pueda almacenar agua. La pendiente se dejará hacia las cámaras o canaletas. Después de su instalación, los ductos se dejarán con sus extremos accesibles taponeados hasta el momento de iniciar el tendido de cables en el tramo correspondiente.

Para este tipo de canalización, los ductos serán separados mediante espaciadores plásticos. Todas las terminaciones de los ductos en cámaras serán con terminales para cámara.

Una vez instalados los ductos, se procederá a dejarlos embebidos en todo su recorrido, con hormigón G-10 en forma tal que el recubrimiento sea por lo menos de 10 cm sobre los ductos.

Sobre este recubrimiento se colocará un mortero de color rojo. Los cruces de camino se ejecutarán con bancos de ductos reforzados. Para su instalación se procederá al armado del canastillo, con la instalación de los ductos dentro del canastillo, separados entre sí a lo menos en dos (2) diámetros del ducto de mayor sección, para luego, se proceda a rellenar con hormigón G-20 (mínimo de acuerdo a requerimientos del proyecto) en forma tal que el recubrimiento sea por lo menos de 10 cm sobre los ductos. Sobre este recubrimiento se colocará un mortero de color rojo.

Cuando el hormigón de protección haya fraguado se procederá a rellenar la zanja con el mismo material de las excavaciones, con una compactación cuya densidad no sea inferior al noventa y cinco por ciento (95%) del material en sitio y cuidando de no dañar los ductos ni su protección de hormigón, diez (10) cm sobre el mortero se deberá colocar una tela plástica de color rojo, con la leyenda “Peligro Cables de Alta Tensión”, a lo largo y ancho de la zanja.

## EXCAVACIONES

La forma, secuencia y procedimiento para ejecutar las excavaciones, serán determinados por el ADJUDICATARIO de modo de optimizar las faenas y considerando el global y los grupos de fundaciones cercanas a instalar.

En general, las excavaciones deberán tener las dimensiones mínimas compatibles con el tipo de fundación y suelo, señaladas en los planos del Contrato. Se determinará la forma y procedimiento a seguir con las excavaciones una vez que se haya elegido el tipo de fundación a emplear en cada ubicación. Estas podrán ser verticales, si así lo permite el Informe de Mecánica de Suelos, de lo contrario se deben usar los taludes de excavación indicados en este Informe.

Las excavaciones se realizarán mediante procedimientos mecánicos o manuales, con o sin agotamiento y se tendrán que ajustar a las dimensiones indicadas en los Planos del Contrato. El Ingeniero Jefe podrá modificar el método de excavación e incluso solicitar la terminación de ésta en forma manual, si el procedimiento que se está usando no satisface, a su juicio, las exigencias que se establecen en estas Especificaciones.

El agotamiento se podrá hacer directamente desde el fondo de la excavación, pero se deberá continuar durante todo el proceso de colocación del hormigón o rellenos de suelo sin interrupción, hasta pasado no menos de cuatro horas del término del hormigonado, a excepción de aquellas realizadas con acelerador de fraguado, en las que este tiempo será definido por el Ingeniero Jefe. El ADJUDICATARIO deberá deprimir la napa antes de abrir las excavaciones a fin de efectuar las excavaciones en seco, en aquellos casos en que a juicio del Ingeniero Jefe el terreno vecino a la excavación se vea muy alterado por un agotamiento directo desde el fondo de ésta.

Las excavaciones para aquellas fundaciones que contemplan la ejecución de rellenos compactados, deberán tener dimensiones compatibles con el equipo de compactación que se seleccione para la ejecución de los rellenos.

En el caso de las fundaciones concretadas contra terreno y que presentan ensanche inferior, es fundamental para el buen funcionamiento de la fundación, la ejecución del ensanche alterando un mínimo el terreno natural vecino; por lo tanto, para esta zona, el Ingeniero Jefe podrá indicar un método de excavación diferente a la del resto de la fundación. En todo caso, el método de excavación que se use en esta última debe dar garantías de que no alterará en forma excesiva los terrenos vecinos que no se excaven.

Una vez que la excavación alcance los niveles indicados en el proyecto, el Ingeniero Jefe procederá a inspeccionar el sello de fundación y podrá ordenar la realización de excavaciones adicionales, si aparecen en éste suelos no aptos para fundar. Inmediatamente antes de hormigonar la fundación, se retirará del fondo de la excavación y de las paredes de ésta, el suelo suelto o cualquier material extraño. No deberá haber agua acumulada en el fondo en el momento de hormigonar cada fundación o al efectuar sus rellenos.

Si en la ejecución de las excavaciones se hiciese necesario el uso de explosivos, el ADJUDICATARIO podrá usarlos, con la debida autorización del Ingeniero Jefe. En todo caso, el ADJUDICATARIO será el responsable de los daños que se puedan producir debido a su uso.

Las sobreexcavaciones serán rellenadas en la forma y con el tipo de suelo o material que indican los planos del Contrato, vale decir, donde se especifica hormigón, suelo compactado o suelo suelto, se colocará únicamente este material, independientemente de la magnitud de la sobreexcavación.

No se aceptará la ejecución de una excavación general que abarque la totalidad de área definida por el perímetro exterior de las losas de fundación, salvo en el caso de existir arenas sueltas inundadas que se derrumben y escurran hacia el fondo de la excavación y en los casos que autorice el Ingeniero Jefe.

En suelos arcillosos o limosos blandos inundados, se deberá recurrir a sostenimientos si se prevé la ocurrencia de derrumbes.

Los materiales provenientes de las excavaciones de las fundaciones que no se utilicen como material de relleno, se deberán llevar al botadero indicado en los documentos ambientales del Contrato.

Los trabajos de excavación y ejecución de las fundaciones deberán ser continuos entre sí, no aceptándose desfases mayores de una semana entre ambos, salvo que el Ingeniero Jefe lo autorice en otra forma. En general, las excavaciones deberán permanecer abiertas el menor tiempo posible.

Una vez alcanzado el sello de fundación, se establece que éste deberá ser regado para adicionar una humedad cercana a la óptima y proceder a continuación a compactarlo mediante un mínimo de 4 pasadas por punto de un rodillo vibratorio liso de 10 toneladas de peso estático, hasta alcanzar una compacidad equivalente al 95% del Proctor Modificado.

En caso de que el material encontrado en el sello de fundación sea imposible de compactar debido a su calidad, se deberá hacer un mejoramiento de suelo mediante una inyección de lechada de cemento en el sello o en su defecto se procederá a colocar una capa de ripio chancado bajo 3” y se compactará rigurosamente, de modo que este último se incorpore al sello de fundación como suelo.

## TOLERANCIAS DE CONSTRUCCIÓN DE FUNDACIONES

Se deberá cumplir con las tolerancias que se señalan a continuación en la ubicación y ejecución de fundaciones de estructuras para la ampliación de la subestación, salvo los casos en que los planos correspondientes se indique otra cosa (para los efectos de tolerancias se define como eje teórico a aquel eje materializado en terreno):

* Ubicación en planta de la intersección de los ejes teóricos de la estructura con respecto a los ejes de la subestación: ±1 cm.
* Giro de los ejes teóricos de la estructura con respecto a los ejes de la subestación: ±25 minutos de grado centesimal.
* Ubicación en planta de la intersección de los ejes teóricos de cada macizo independiente de fundación con respecto a los ejes de la subestación: ±1 cm.
* Giro de los ejes teóricos de cada macizo independiente de fundación con respecto a los ejes de la subestación: ±25 minutos de grado centesimal.
* Ubicación en planta de la intersección de los ejes reales de cada macizo de fundación respecto a sus ejes teóricos: ±1 cm; siendo los ejes reales aquellos que unen los puntos medios de los lados opuestos del macizo.
* Giro de los ejes reales de cada macizo de fundación con respecto a sus ejes teóricos: ±2 grados centesimales.
* Desnivel entre dos placas de anclaje cualesquiera de una misma estructura: 3 mm.
* Ubicación de la intersección de los ejes teóricos de cada pilar respecto a los ejes teóricos de la estructura: L/1000, pero no mayor que 0,5 cm, siendo L la distancia indicada en los planos entre dichos ejes.
* Giro de los ejes teóricos de cada pilar con respecto a los ejes teóricos de la estructura: ±25 minutos de grado centesimal.
* Ubicación de cada perno de anclaje respecto al eje teórico del pilar correspondiente: la que resulte mayor entre 1 mm y L/1000 con un máximo de 3 mm, siendo “L” la distancia indicada en los planos entre dicho perno de anclaje y el eje del pilar. Además, una vez obtenidas estas tolerancias para cada perno de un mismo grupo se deberán comparar entre sí y verificar que la diferencia entre ellas no sea superior a 2 mm. Se define como grupo de pernos de anclaje a todos los pernos anclados a una misma placa base.
* Distancia entre pernos de anclaje cualesquiera de un mismo grupo: 1 mm.
* Proyección del perno de anclaje: + 1 cm – 0 cm.
* Verticalidad del perno de anclaje: 0,5 grados centesimales.
* Tolerancia entre grupos de pernos de anclaje: Para cada grupo de pernos, el Ingeniero Jefe definirá un perno de anclaje de referencia y estos deberán cumplir con lo siguiente:
* Si la distancia L entre pernos de anclaje de referencia de un mismo pilar es igual o menor a 1,0 m, ésta no deberá diferir en más de 1,0 mm de la que se obtiene de los planos.
* Si la distancia L entre pernos de anclaje de referencia de un mismo pilar es mayor de 1,0 m, ésta no deberá diferir de la obtenida de los planos en más de L/1000 con un máximo de 6 mm.
* Para efectos de las tolerancias señaladas anteriormente una estructura de soporte de equipo se considerará como un pilar.

## HORMIGÓN ARMADO

#### General

Para los hormigones de las obras del Contrato son aplicables las disposiciones de las presentes Especificaciones Técnicas, de los planos del Contrato, o las instrucciones del Ingeniero jefe. El hormigón será del grado establecido en los planos del Contrato, con 90% de nivel de confianza, de acuerdo con la Norma NCh 170 Of. 2016.

Todas las superficies de las fundaciones deberán ser protegidas con una capa de igol denso o similar, para la protección ante sales del terreno. Adicionalmente, se deberá proteger la fundación con una lámina de polietileno, de espesor no inferior a 0,4 mm entre el hormigón de las fundaciones y el medio externo.

#### Materiales

1. Áridos

Se utilizarán 3 fracciones de agregados, una de arena, una de gravilla de tamaño máximo 3/4” y una de grava de tamaño máximo 1 1/2”. Se deberá verificar el contenido de sales solubles de acuerdo con lo indicado en la NCh1444.

1. Cemento

El ADJUDICATARIO deberá utilizar cualquiera de los tipos de cementos comerciales nacionales que incluyen una base Pórtland más un agregado no inferior a 20% de tipo puzolánico o escoria de alto horno.

1. Acero de refuerzo

El acero de refuerzo será calidad A630-420H, según Norma NCh 204.

1. Aditivos

Sólo se admitirá el uso de plastificantes, retardadores e incorporadores de aire, previa comprobación certificada por un laboratorio inspeccionado por el Ingeniero Jefe, que el aditivo no produce cambios en las otras cualidades exigidas al hormigón y que no ataca a las armaduras.

Los aditivos que se utilicen serán de marca comercial reconocida. El ADJUDICATARIO certificará, previamente a su utilización en obra, las características de los aditivos, comprobadas mediante ensayos en laboratorio, realizados de acuerdo con Normas Internacionalmente aceptadas en laboratorios oficiales nacionales o extranjeros revisados por el Ingeniero Jefe. Esta certificación se ajustará a las prescripciones de las Normas ASTM C 494. Adicionalmente, el ADJUDICATARIO aportará antecedentes de obras en que se hayan utilizado los aditivos propuestos en los últimos doce (12) meses, incluyendo resultados del control de esta obra realizada sobre los aditivos o, en su defecto, certificados emitidos por los propietarios de dichas obras, garantizando cualidades apropiadas para ello. En este caso, los aditivos se utilizarán en las proporciones recomendadas por el ADJUDICATARIO y revisados por el Ingeniero Jefe.

#### Emplantillados

Los emplantillados se colocarán donde lo indican los planos del Contrato y su espesor no podrá ser menor a 5 cm, su resistencia a veintiocho (28) días será la correspondiente a un hormigón de grado G-05. La necesidad de colocar una capa de grava compactada bajo el emplantillado será determinada por el Ingeniero Jefe. No será necesario efectuar tratamiento de junta de hormigonado en el emplantillado.

#### Dosificación de los hormigones

Previo a la iniciación de los trabajos de hormigonado y con una anticipación no inferior a cuarenta y cinco (45) días, el ADJUDICATARIO propondrá al Ingeniero Jefe una dosificación para cada grado de hormigón definido en los hormigones de las obras.

Estas proposiciones deberán incluir, como mínimo, el tamaño máximo del árido, la dosis de cemento, la razón agua/cemento y el asentamiento de cono previsto para cada tipo de hormigón.

Una vez revisadas las dosificaciones por el Ingeniero Jefe, el ADJUDICATARIO preparará hormigones de prueba, de acuerdo con la Norma NCh 1018 y en presencia del Ingeniero Jefe, empleando los mismos materiales constituyentes del hormigón que utilizará durante la construcción para cada uno de los grados de hormigón establecidos.

La dosificación de los hormigones de prueba se estudiará para obtener el valor de docilidad previsto y la razón agua/cemento que corresponde a la resistencia media para garantizar la resistencia del proyecto, calculada de acuerdo la Norma NCh 170.

La determinación de las cantidades de los componentes de los hormigones de prueba se hará de manera que la granulometría total del hormigón, incluido el cemento, se ajuste a una de las dos curvas granulométricas tipo Faury definidas en la figura anexa, para el tamaño máximo nominal y tipo de hormigón correspondiente. El mejor ajuste se deberá obtener igualando los módulos de finura de las curvas granulométrica teórica y real. La determinación del módulo de finura se efectuará conforme con la Norma Chilena NCh165, suponiendo un valor igual a cero para el módulo de finura del cemento.



La dosis de cemento será determinada a partir del resultado de resistencia obtenido en el ensayo de la muestra extraída de la mezcla de prueba. Para este objeto, si la resistencia obtenida en el ensayo difiere de la resistencia media de dosificación, la dosis de cemento usada en la mezcla de prueba se corregirá multiplicándola por el factor indicado en la siguiente tabla:

Tabla 4. Factor de corrección

|  |  |
| --- | --- |
| R´/R | Factor |
| 1,25 | 0,85 |
| 1,10 | 0,93 |
| 1,00 | 1,00 |
| 0,90 | 1,08 |
| 0,80 | 1,15 |

Siendo:

R´: Resistencia obtenida en la mezcla de prueba

R: Resistencia media de dosificación.

La dosificación se recalculará considerando el nuevo valor de la dosis de cemento, en caso de haber sido necesario efectuar la corrección señalada en el párrafo anterior.

En el caso que el ADJUDICATARIO considere la alternativa de suministro externo del hormigón, se deberá cumplir en tal caso con los requerimientos establecidos en el Contrato y las que contengan estas especificaciones.

El proveedor externo del hormigón deberá entregar certificados de los ensayos realizados para determinar la dosificación del hormigón suministrado.

#### Instalación de las armaduras

Las armaduras se deberán instalar en la posición indicada en los planos del Contrato, y se asegurarán firmemente en el vaciado y vibrado del hormigón.

Los recubrimientos de las armaduras, salvo indicación contraria indicada en los planos del Contrato, serán los siguientes:

* Fundaciones: 7.5 cm.
* Foso y otras obras de hormigón: 2 cm a 5 cm, según los planos.

En la construcción de bancos de ductos y otras obras de hormigón que contengan cables eléctricos de fuerza, se deberá evitar la conformación de lazos de enfierradura con el fin de impedir la circulación de corrientes eléctricas que puedan afectar la armadura.

## CONTROL DE CALIDAD DE LOS HORMIGONES

#### Frecuencia

El muestreo de hormigón se hará mediante muestras, consistentes cada una de tres (3) probetas cúbicas de 20 cm de arista, tomadas de acuerdo con una de las pautas siguientes que defina la mayor cantidad de muestras:

* Una muestra cada 5 fundaciones bajas.
* Una muestra diaria.
* Una muestra cada 50 m3.

#### Procedimientos

La extracción de muestras se hará en conformidad a NCh 171, la confección y curado de acuerdo con NCh 1017 y el ensayo de acuerdo con NCh 1037.

Las probetas para ensayo de aceptación recibirán un curado normal de laboratorio tan pronto como sea factible, como se indica en NCh 1017. Estas probetas son las que servirán para evaluar la resistencia del hormigón. El Ingeniero Jefe podrá requerir otras muestras especiales, para verificar plazo de desmolde, efectividad del curado y protecciones, etc.

1. Criterios de Ensayo

Se contempla el ensayo de una probeta a los siete (7) días, lo que permitirá efectuar las correcciones necesarias en las dosificaciones si la proyección de su resistencia a los veintiocho (28) días es inferior a la especificada a esta edad.

El ensayo de las dos (2) probetas restantes se efectuará a los veintiocho (28) días. El promedio de las resistencias a la compresión de las dos (2) probetas ensayadas a veintiocho (28) días constituye la resistencia de la muestra a esta edad.

Para la evaluación se considerarán todas las probetas ensayadas, salvo aquellas en que haya evidencia de maltrato o procedimiento erróneo en el ensaye y/o muestreo.

Además, se deberá ejecutar un control diario de la humedad de áridos para hacer los ajustes en la dosificación y establecer, además, el valor real de la razón agua/cemento en uso.

1. Criterios de evaluación y aceptación

El nivel de resistencia del hormigón a veintiocho (28) días de edad será aceptable, con un nivel de confianza del 90%, si se verifican simultáneamente las dos condiciones siguientes:

* El promedio de las resistencias de 3 muestras consecutivas es igual o superior a la resistencia especificada.
* Ningún resultado individual es menor que la resistencia especificada de proyecto menos 25 kgf/cm2.

En caso de no cumplir con estas condiciones se deberá proceder de acuerdo con lo indicado en el anexo A, punto A4 “Investigación de resultados defectuosos” de la Norma NCh 1998 of89.

Para el control del hormigón fresco, el ADJUDICATARIO deberá medir el asentamiento de cono del hormigón con una frecuencia mínima de un control por cada etapa de hormigonado de una estructura.

Cuando el hormigón sea de suministro externo se deberá controlar el asentamiento de cono del hormigón de cada camión mezclador.

Los asentamientos controlados en los hormigones se deberán mantener dentro de un rango de ±2 cm del previsto para la dosificación del hormigón y si accidentalmente una masada se sale de dicho rango, se rechazará si excede en más de 6 cm de ese asentamiento.

El ADJUDICATARIO deberá presentar al Ingeniero Jefe informes semanales con los siguientes antecedentes:

* Etapas de hormigonado controladas, con indicaciones de los asentamientos de cono obtenidos.
* Copia de los certificados de resistencia a la compresión del hormigón y humedades de los áridos, emitidos por el laboratorio en caso de que se hubiesen recibido en el período informado.

Los certificados de los ensayos físicos de los áridos y resistencia a la compresión de los hormigones de las fundaciones deberán ser enviados al Ingeniero Jefe por el ADJUDICATARIO a más tardar una semana después de haber sido ejecutados los ensayos por el laboratorio.

Para el control del hormigón fresco, el ADJUDICATARIO deberá medir el asentamiento de cono del hormigón con una frecuencia mínima de un control por cada etapa de hormigonado de una estructura.

Los asentamientos controlados en los hormigones se deberán mantener dentro de un rango de ±2 cm del previsto para la dosificación del hormigón y si accidentalmente una masada se sale de dicho rango, se rechazará si excede en más de 6 cm de ese asentamiento.

## RELLENO DE FUNDACIONES

Los rellenos por ejecutar en las fundaciones de estructuras de subestaciones se deberán efectuar conforme a lo que se señala en los planos del Contrato y en estas especificaciones.

#### Materiales para rellenos

Materiales que se utilicen para la ejecución de los rellenos se deberán obtener cuando sea posible de las mismas excavaciones o en defecto, deberán provenir de un yacimiento aceptado por el ingeniero jefe.

En caso de usar materiales provenientes de la misma excavación que se abra para alojar la fundación, se deberá cuidar al momento de excavar de separar los suelos que se consideren aptos para rellenos de aquellos inadecuados o difíciles de compactar.

Se considerarán aptos los suelos que sean exentos de materia orgánica y que se puedan incluir en una de las dos categorías que se indican a continuación y que tengan las condiciones de humedad adecuadas para su compactación. Para los efectos de los rellenos, los materiales se dividirán en tres categorías:

* Gravas: suelos que presentan un contenido de grava igual o superior al 50% y un porcentaje de fino inferior al 10%. A estos materiales se deberá limitar su tamaño máximo a 6”.
* Arenas: suelos que presentan un contenido de grava menor del 50% y un porcentaje de fino inferior al 10%. A estos materiales se deberán limitar su tamaño máximo a 3”.
* Finos: suelos que presentan un contenido de fino igual o superior al 10%. A estos materiales se deberá limitar su tamaño máximo a 3”.

#### Rellenos contra estructuras de hormigón

Los rellenos en torno a estructuras de hormigón no se colocarán antes que el hormigón tenga catorce (14) días de edad o hasta que éste haya alcanzado una resistencia a la compresión igual o superior al 50% de la teórica a los veintiocho (28) días.

Los rellenos no se podrán colocar hasta que los hormigones hayan sido inspeccionados por el Ingeniero Jefe.

Los rellenos que se efectúen con suelos que tengan un porcentaje de fino superior al 5%, se deberán compactar con una humedad que esté comprendida entre la óptima menos 2% y la óptima más 2%, definiendo la humedad óptima como aquella con la que se alcanza la máxima densidad en el ensayos definido por la Norma ASTM D698.

Los materiales que tengan un porcentaje de fino inferior al 5%, se podrán compactar con cualquier humedad. Se debe verificar:

* Que estén exentos de materiales deleznables.
* La composición de los suelos, la granulometría, el contenido de sales y demás características.
* Que no contengan sobretamaño.

La comparación de los rellenos contra estructuras se deberá efectuar en capas de no más de 20 cm de espesor si se efectúa con gravas, 15 cm si se efectúa con arenas y 10 cm si se trata de material fino, haciendo uso de placas vibratorias de no más de 200 kgf de peso estático u otro equipo similar que proponga el ADJUDICATARIO y apruebe el Ingeniero Jefe. En la selección del equipo se deberá tener en cuenta que un equipo que transmita una energía de compactación alta puede dañar la estructura, lo cual será de la exclusiva responsabilidad del ADJUDICATARIO. El uso de otros equipos de compactación quedará condicionado a la revisión del Ingeniero Jefe, el que podrá exigir cambios en el espesor de capas y en el número de pasadas.

En caso de usar pisones manuales, el material a compactar no podrá tener piedras mayores a 3”, el espesor de la capa no deberá superar los 10 cm y el número de pasadas no podrá ser inferior a 5. Los pisones manuales deberán pesar 10 kgf y su superficie no deberá superar los 100 cm2.

Procediendo en la forma antes señalada, se considera que se pueden obtener grados de compactación iguales o superiores al 95% del Proctor Modificado (NCh 1534/2) o densidades relativas iguales o superiores al 80% (normas ASTM D4253 y D4254). Si el control de compactación indicase que estos grados de compactación no se están alcanzando, el Ingeniero Jefe podrá ordenar que se aumente el número de pasadas y/o que se reduzca el espesor de capa a fin de conseguir los niveles de compactación antes señalados. Los rellenos se llevarán parejos en todos los costados de la fundación.

#### Control de los rellenos

Para controlar la calidad de los rellenos que se realicen, el Ingeniero Jefe podrá solicitar al ADJUDICATARIO, cuando lo estime conveniente, la determinación de: densidad en sitio siguiendo el procedimiento fijado por la Norma ASTM D1556, la densidad máxima y la humedad óptima siguiendo el procedimiento que establece la Norma ASTM D1557-02, la humedad natural siguiendo el procedimiento fijado por las Normas ASTM D2216 y las densidades máxima y mínimas del material conforme a las Normas ASTM D4253 y D4254.

El ADJUDICATARIO podrá proponer al Ingeniero Jefe el uso de otros métodos de control, quien los aceptará si a su juicio fuesen adecuados. Todos los ensayos que se efectúen para estos controles deberán ser ejecutados por un laboratorio o por personal, especializado y certificado, que seleccione el ADJUDICATARIO y lo apruebe el Ingeniero Jefe.

## APLICACIÓN DE GRAVA SUPERFICIAL

La grava a utilizar en los patios de alta tensión debe cumplir con las siguientes características:

* Espesor de la capa de grava de 15 cm.
* La resistividad debe ser mayor que 3.000 Ohm por metro.
* La granulometría debe ser de ¾ a 1 ½ pulgadas.
* La grava debe ser de piedras redondeadas sin cantos.
* La grava debe estar libre de contaminantes como tierra vegetal, malezas u otros que impidan la natural separación entre las piedras producto de su forma.

La cubierta de grava se aplicará una vez terminada las faenas de llenado y compactado de las zanjas. La grava deberá estar limpia y libre de depósitos de material extraño, tales como tierra vegetal o vegetación.

# CONSTRUCCIÓN EDIFICACIONES

## GENERAL

La construcción de la sala de control se deberá ejecutar de acuerdo con los planos y especificaciones de arquitectura, planos estructurales y lo establecido en las presentes especificaciones.

# URBANIZACIÓN

## CAMINOS INTERIORES

La carpeta de rodadura corresponde a la superficie superior del pavimento que soporta directamente las solicitaciones del tráfico. Dado el bajo volumen de tráfico a que estarán sometidos los caminos de subestaciones, la superficie de rodadura más adecuada desde el punto de vista económico y técnico estará compuesto por materiales granulares.

El principal atributo de las carpetas de rodadura compuesta por materiales granulares tiene relación con su bajo costo. Es por esto que sus especificaciones particulares tendrán relación con la disponibilidad de materiales en la zona donde se emplace el proyecto, siempre que satisfaga algunos criterios de calidad básicos que se presentan en esta sección.

Los espesores de la carpeta de rodadura dependerán del CBR de la subrasante. En la tabla Nº2 se presentan espesores de la carpeta de rodadura recomendados por el Departament of the Army & Air Force (1995) de Estados Unidos. Estos espesores son referenciales y pueden utilizarse sin no existe un diseño particular. Estos espesores deberán permitir que tránsitos superiores a 1.000 EE (ejes equivalentes) provoquen muy poco ahuellamiento.

*Tabla 2 - Espesores de carpeta de Rodadura en Función del CBR de la Subrasante*

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **SUBRASANTE CBR(%)** | **ESPESOR DE LA CAPA DE GRAVA (mm)** | |
| **CON GEOTEXTIL** | **SIN GEOTEXTIL** |
| 0,5 | 380 | n.r |
| 1 | 280 | n.r |
| 2 | 170 | n.r |
| 3 | 150 | n.r |
| 4 | 120 | 180 |
| 6 | 140 | 140 |
| Mayor e igual que 10 | 120 | 120 |

El material a utilizar en capas de rodadura expuestas deberá cumplir con los siguientes requisitos generales:

* Contenido mínimo de chancado del 50%
* Soporte CBR ≥ 60
* La fracción gruesa deberá tener resistencia al desgaste, medida por el ensaye de Los Ángeles, de no más del 30%.
* Los agregados gruesos, retenidos sobre tamiz 5 mm (Nº4), deben ser partículas resistentes, durables, constituidas por fragmentos de roca, grava o escoria. Materiales que se quiebren con los ciclos hielo - deshielo y humedad - sequedad no deben ser utilizados
* Los agregados finos, que pasan por el tamiz 5 mm (Nº4), deben estar constituidos por arenas naturales o trituradas y por partículas minerales que pasan por tamiz 0,08 mm (Nº200). Las fracciones que pasan por el tamiz 0,08 mm (Nº200) no deberán ser mayores que los dos tercios dela fracción que pasa por el tamiz 0,5 mm (Nº40)
* Límite Líquido máximo de 35
* Índice de Plasticidad entre 3 – 8.
* Todo material deberá estar libre de materias orgánicas y terrones de arcillas

La distribución de tamaños de partículas del material a emplear de cumplir con la siguiente banda granulométrica:

Tabla 3 - Banda Granulométrica para Capas de Rodadura

|  |  |
| --- | --- |
| Tamiz [mm] | Porcentaje que Pasa en Peso |
| 40 | 100 |
| 25 | 80 – 100 |
| 10 | 50 – 80 |
| 5 | 35 – 65 |
| 2 | 25 – 50 |
| 0,5 | 10 – 30 |
| 0,08 | 5 – 15 |

La superficie de la subrasante terminada deberá quedar suave y uniforme en todo su ancho, libre de bolones a la vista, de dimensiones mayores a 10 cms. Las tolerancias de terminaciones serán de 0,0 cms sobre y 3,0 cms por debajo de las cotas establecidas en proyecto.

La subrasante deberá compactarse de manera que en los 0,30 m superiores se alcance como mínimo un 95% de la D.M.C.S. del Proctor Modificado u 80% de la Densidad Relativa. El material granular no deberá extenderse sobre superficies que presenten capas blandas, barrosas, heladas o con nieve.

Los procedimientos de confección y colocación del material deberán asegurar que se cumpla con los perfiles longitudinales y transversales del Proyecto. Los tramos de camino donde se coloquen materiales granulares de rodadura deberán estacarse, emplazando puntos de referencia altimétrica y de ubicación del eje y bordes, a distancias no superiores a 20 m entre sí. Deben estacarse además todos los puntos singulares del trazado.

La confección de la capa granular de rodadura deberá efectuarse en plantas procesadoras fijas o móviles, que aseguren la obtención de material que cumpla con los requisitos establecidos. El material debe acopiarse en sectores habilitados, procurando evitar su contaminación.

El material granular debidamente preparado se extenderá sobre la plataforma de camino, mediante equipos distribuidores autopropulsados, debiendo quedar el material listo para ser compactado.

La capa granular deberá constituirse por capas de espesor compactado no superior a 0,30 m ni inferior a 0,12 m. El material extendido deberá ser de una granulometría uniforme, no debiendo presentar bolsones o nidos de materiales finos o gruesos.

Una vez extendido el material, éste deberá compactarse mediante rodillos preferentemente vibratorio, y terminarse con rodillos lisos o neumáticos. El rodillado deberá progresar desde los costados hacia el centro del camino, traslapando cada pasada con la precedente en por lo menos la mitad del ancho del rodillo.

El material se deberá compactar hasta logar su total asentamiento, alcanzando un nivel de densificación mínimo del 95% de la D.M.C.S. del ensayo Proctor Modificado u 80% de la Densidad Relativa.

En casos excepcionales, el material podrá compactarse con pisones mecánicos o manuales u otros equipos, hasta alcanzar la densidad mínima especificada.

Una vez terminada la compactación y perfiladura de la capa granular, ajustándose a los perfiles longitudinales y transversales del Proyecto, ésta deberá presentar una superficie de aspecto uniforme y sin variaciones en cota en ningún lugar, cuyas tolerancias especificadas son de +2.0 cms y -1.0 cm, con respecto de las cotas establecidas en proyecto.

Si se detectan áreas a un nivel inferior a la tolerancia especificada, éstas deberán escarificarse en un espesor mínimo de 0,10 m para posteriormente agregar material, regar, recompactar y terminar la superficie en conformidad a lo definido en esta sección. Las zonas con un nivel superior a la tolerancia especificada, serán rebajadas, regadas y compactadas nuevamente hasta cumplir con lo establecido.

## VEREDAS

Alrededor de las edificaciones, y dónde sea indicado en planos se deberá considerar la construcción de veredas de hormigón. Se utilizarán pastelones de hormigón de 50 x 50 cm con un espesor de 4 cm, tipo Grau o equivalente técnico. Se colocarán sobre la gravilla del patio con un mortero de pega tipo Presec o equivalente técnico, de espesor aprox. 4 a 5 cm. con una separación entre pastelones de 2 cm.

## ALUMBRADO SUBESTACIÓN

Los caminos contarán con un Sistema de alumbrado en base a postes de metal galvanizados, con canalizaciones subterráneas. Las luminarias deberán garantizar los niveles de iluminación adecuados para la seguridad y el desplazamiento de las personas.

La temperatura de color de las fuentes lumínicas usadas en la iluminación general deberá ser cálida, lo que permite obtener una reproducción optima de los colores (semejante a los colores bajo luz natural) con la menor alteración posible para así lograr reconocer materiales y texturas de mejor manera. La iluminación de áreas exteriores se diseñará cumpliendo con lo señalado en el D. S. N°43/2012 “Norma de Emisión para la Regulación de la Contaminación Lumínica.”

## RECOLECCIÓN DE AGUAS LLUVIAS

Se considera solo la conexión de los sumideros de caminos interiores, evacuación de canaletas, etc. hacia el sistema de drenaje de la subestación, el cual estará construido por el MANDANTE.

## CERCOS

Se considerará como cierro exterior, la instalación de un cerco perimetral pandereta tipo Bulldog opaco en base a placas de concreto prefabricado autosoportante, con brazo en ángulo en el coronamiento, apto para tres hiladas de púas e incorporación de concertina. El cerco no deberá tener una altura inferior a 3mts.

Se instalará en por perímetro de plataforma, cierro metálico perimetral, tipo Acmafor 3D galvanizado, con brazo en ángulo en el coronamiento, apto para tres hiladas de púas.