ESPECIFICACIÓN TÉCNICA MOVIMIENTO DE TIERRAS

ÍNDICE

1. [ALCANCE Y OBJETIVO 3](#_bookmark0)
2. [DEFINICIONES 3](#_bookmark1)
   1. [EXCAVACIONES 3](#_bookmark2)
   2. [ESCARPE 3](#_bookmark3)
   3. [RELLENOS 3](#_bookmark4)
   4. [BOMBEO 3](#_bookmark5)
3. [DESCRIPCIÓN DE TRABAJOS 4](#_bookmark6)
   1. [ESCARPE 4](#_bookmark7)
   2. [EXCAVACIONES 4](#_bookmark8)
   3. [RELLENO ESTRUCTURAL 5](#_bookmark9)
   4. [RELLENO ESTRUCTURAL BAJO FUNDACIONES 5](#_bookmark10)
      * 1. [Especificaciones del Material 6](#_bookmark11)
        2. [Colocación y Exigencias de Compactación 7](#_bookmark12)
   5. [RELLENO PARA CONFORMACIÓN DE PLATAFORMA 7](#_bookmark13)
      * 1. [Especificaciones del Material 7](#_bookmark14)
        2. [Preparación de Área de Trabajo 9](#_bookmark15)
        3. [Formación y Compactación 9](#_bookmark16)
   6. [RELLENOS SOBRE EL SELLO DE FUNDACIÓN DE ESTRUCTURAS 10](#_bookmark17)
   7. [CARPETA DE RODADURA PARA CAMINOS 10](#_bookmark18)
   8. [ESPECIFICACIONES DEL MATERIAL 11](#_bookmark19)
   9. [COLOCACIÓN Y EXIGENCIAS DE COMPACTACIÓN 12](#_bookmark20)
4. [CONTROL DE CALIDAD 13](#_bookmark21)
   1. [ENSAYOS 13](#_bookmark22)
   2. [CONTROL TOPOGRÁFICO 15](#_bookmark23)

# ALCANCE Y OBJETIVO

Las presentes especificaciones tienen por finalidad servir de base para la elaboración de trabajos de construcción de plataforma y caminos de subestaciones que sean desarrollados por la empresa Sistema de Transmisión del Sur en las distintas obras que se ejecuten en las regiones del Biobío, Araucanía, Los Ríos y Los Lagos, por lo que para zonas geográficas distintas pueden no ser aplicables por las particularidades climáticas.

# DEFINICIONES

## EXCAVACIONES

Se refiere al conjunto de operaciones de remoción del terreno hasta obtener el nivel de subrasante del proyecto para lo cual entre otras labores se incluye remover, cargar y transportar los materiales de los cortes que se efectúen.

Las excavaciones corresponderán a las requeridas para conformar la plataforma de la Subestación, así como cualquier otra excavación definida como tal, en el Proyecto. Quedan comprendidas, entre otras, las excavaciones necesarias para realizar los escarpes, drenajes, caminos y la remoción de materiales inadecuados. En este último caso, se consideran aquellos suelos que se encuentren a nivel de sello de excavación o por debajo de ésta.

Las excavaciones considerarán el transporte de los materiales hasta los lugares previstos en el proyecto, sean estos terraplenes, botaderos u otros, cualquiera sea la distancia por recorrer.

## ESCARPE

Entiéndase por escarpe a la excavación superficial asociada al retiro de material vegetal o fértil, raíces u otros. Corresponde en general al primer estrado de suelo color café oscuro de profundidad indicada en la mecánica de suelos del proyecto.

## RELLENOS

Se refiere a la formación y compactación de terraplenes para conformar la plataforma de la subestación. Se incluye, además los rellenos de las excavaciones de escarpe, y otras construcciones señaladas en el Proyecto.

## BOMBEO

Pendiente transversal de la plataforma en tramos en tangente. Está pendiente, va generalmente del eje hacia los bordes.

# DESCRIPCIÓN DE TRABAJOS

## ESCARPE

La excavación de escarpe consiste en la remoción total de la cubierta vegetal en las zonas donde se emplazará el Proyecto, incluyendo caminos de acceso.

Se entiende por cubierta vegetal aquellos suelos que contengan más de 3% de materia orgánica seca al horno a 60° C. El contenido de materia orgánica se determina por calcinación de una muestra seca representativa de tamaño mínimo 100 x TMN (mm), con un mínimo de 500 gr, a una temperatura entre 560° C y 800° C hasta masa constante.

La profundidad de escarpe se controlará de acuerdo con lo señalado en Estudio de Mecánica de Suelos o lo que indique la ITO, con terminación superficial hecha con balde sin puntas o algún medio que pueda reflejar confiablemente el retiro total del material orgánico.

El ancho por escarpar será definido en el proyecto. De no ser así, deberá ser igual a 50 cms medidos desde la intersección del talud de plataforma con el nivel de suelo natural.

Cuando dentro del área a escarpar se encuentren canales, depresiones naturales o artificiales, se deberá eliminar todo material suelto o con exceso de humedad, hasta que la depresión o el canal queden perfectamente limpios, aunque para ello sea necesario alcanzar una cota inferior al nivel de escarpe.

En caso de hallarse troncos de raíces profundas, deberá retirarse la totalidad de éstos, dando previamente aviso a la ITO.

El Adjudicatario deberá tomar precauciones para evitar la perturbación del suelo fuera de los límites de la excavación, asegurando los límites de trabajo con Malla Faenera.

El sello de excavación de escarpes para apoyo de terraplenes de plataforma y caminos de acceso deberá compactarse hasta alcanzar un 95% de la DMCS. En caso de terraplenes altos, en los que el coronamiento del terraplén quede a 1.20 metros o más del nivel de sello el suelo natural se especifica un porcentaje de compactación mínimo de 90% de la DMCS. En caso de que no sea posible alcanzar dicha especificación de densidad debido al exceso de humedad, el Adjudicatario deberá realizar una sobreexcavación o bien colocar una tela geotextil de refuerzo en el sello de la excavación, a su costo, de forma de mejorar la capacidad de soporte del suelo. Cuando el terraplén deba fundarse sobre áreas pantanosas que no soporten el peso del equipo de construcción, se procederá a depositar el material de relleno sobre terreno firme, para luego extenderlo hacia el área pantanosa mediante Bulldozer u otro equipo adecuado, hasta formar una capa de trabajo de espesor tal, que soporte el peso de los equipos de movimiento de tierras. El material de relleno podrá está compuesto por material integral de río, bolones, rocas de tamaño adecuado o una combinación de éstos.

## EXCAVACIONES

Esta sección se refiere a todo tipo de excavaciones, tanto masivas como puntuales.

Las excavaciones deberán tener las dimensiones y alcanzar las cotas mínimas indicadas en el Proyecto.

El material extraído de las excavaciones debe, en lo posible, ser utilizado en obras anexas del Proyecto. En caso de que dicho material no pueda ser utilizado, se dispondrá en botaderos autorizados por la autoridad pertinente.

Para el caso de excavaciones para fundaciones de estructuras, deberán tomarse todas las precauciones para evitar perturbar el suelo del sello de excavación. Para esto podrá excavarse mediante métodos mecánicos hasta 10 cms por sobre el nivel de sello de fundación y los restantes 10 cms se excavarán mediante métodos manuales.

El Adjudicatario tomará todas las medidas necesarias a fin de garantizar la seguridad de los trabajadores que se desempeñen en las tareas de excavación. Estas medidas deberán quedar reflejadas en sus procedimientos de trabajos. En forma general debe considerarse que el acopio de material quede a por lo menos 1.5 metros del coronamiento de la excavación, deben respetarse las inclinaciones de taludes provisorios indicados en el estudio de mecánica de suelos, ejecutar entibaciones cuando la estabilidad de los taludes de la excavación así lo requiera, etc.

Las excavaciones para fundaciones se mantendrán libres de agua mientras éstas se realicen, y, en especial, durante la preparación del sello de fundación de estructuras, la colocación de hormigón y el periodo de curado de este, para que éste no se lave. Para ello se deberán construir cunetas, canales, drenes, subdrenes y cualquier otra solución provisoria que permita conducir o desviar las aguas de la zona de trabajo.

Los drenajes provisorios deberán construirse fuera del área de las obras definitivas de proyecto y deberán estar provistos de todo elemento necesario para evitar el arrastre de partículas de suelo.

Los procedimientos destinados a controlar y agotar agua de las excavaciones son responsabilidad del Adjudicatario, siendo, en consecuencia, de su exclusiva responsabilidad. Toda obra provisoria debe ser removida una vez que queden fuera de uso.

Se tratará por todos los medios de evitar las sobreexcavaciones durante la ejecución de cualquier faena de excavación. En caso de que éstas se produzcan, deberán ser rellenadas de acuerdo con lo establecido en los planos de proyecto. En caso de que éstos no lo indiquen, se procederá a rellenarlas con el mismo material especificado para la construcción de plataforma, hormigón pobre grado H5 o como lo determine la ITO. En caso de sobreexcavaciones en zonas donde se emplacen fundaciones, se deberá rellenar con hormigón pobre o bien con relleno estructural descrito en este mismo documento. Los costos asociados a las sobreexcavaciones serán de responsabilidad única del Adjudicatario.

## RELLENO ESTRUCTURAL

Esta sección abarca las especificaciones que deben cumplir los rellenos estructurales bajo fundaciones y los correspondientes a la plataforma.

## RELLENO ESTRUCTURAL BAJO FUNDACIONES

Los rellenos estructurales son requeridos principalmente para mejoramiento de suelos bajo estructuras de importancia y tienen por finalidad mejorar la capacidad de soporte de suelos y disminuir asentamientos. En general estos mejoramientos se ejecutan en reemplazo del suelo

natural y por lo tanto se encuentran confinados. Por esta razón y para mejorar la expulsión de agua bajo las fundaciones se especifican materiales no plásticos.

Previo al inicio de cualquier relleno estructural se deberá solicitar a la ITO la autorización y recepción de la zona en donde se colocará la primera capa de relleno.

El Adjudicatario no deberá colocar rellenos durante los períodos de lluvias, nieves u otras precipitaciones de una intensidad que afecte el acondicionamiento de la humedad, salvo autorización de la ITO.

Se deberá emparejar la superficie de los rellenos, para facilitar el drenaje, cuando la colocación de estos deba suspenderse por lluvia o amenaza de lluvia. Antes de reiniciar los trabajos se deberá escarificar y acondicionar si es necesario, la humedad a los límites especificados.

Los sellos de excavación para fundaciones deben encontrarse libres de agua, material suelto, escombros, materia orgánica o basura.

Con la finalidad de evitar alteraciones en las propiedades del suelo natural, lo últimos 10 cms antes de alcanzar el sello de excavación deben realizarse de forma manual, evitando que existan sobreexcavaciones.

El sello de excavación debe encontrarse nivelado y su superficie debe coincidir con las pendientes especificadas en el proyecto.

Cuando en la cota del sello de excavación se encuentre nivel de napa freática el Adjudicatario deberá realizar agotamiento de ésta a través de un método aprobado por la ITO.

### Especificaciones del Material

Los rellenos estructurales estarán compuestos por gravas arenosas y deben cumplir con las características detalladas en la Tabla 1:

Tabla 1 – Especificaciones para Rellenos Estructurales

|  |  |
| --- | --- |
| Tamiz | Porcentaje que Pasa en  Peso |
| 3”\* | 100 |
| 1” | 70 – 100 |
| 10 | 20 – 100 |
| 40 | 10 – 60 |
| 200 | 0 – 10 |
| Índice de Plasticidad | No plástico |

\* El tamaño máximo se especifica en función del espesor del relleno. El tamaño máximo deberá determinarse en función del espesor compactado de las capas con que se construirá el relleno. Para capas de 300 mm o más de espesor compactado, el tamaño máximo será de 150 mm pudiendo existir hasta 5 % de sobretamaño hasta de 200mm. 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.

### Colocación y Exigencias de Compactación

Previo a la aplicación de la primera capa de relleno estructural, el sello de excavación debe encontrarse seco y libre de materia orgánica, basura, materiales deleznables, nieve o hielo. La ITO deberá inspeccionar, recibir y aprobar la superficie de fundación, previa a ser cubierta con materiales de relleno

Las superficies de fundación de rellenos deberán estar niveladas. La compactación de cada capa de relleno deberá hacerse en forma sistemática y paralela a la superficie del sello de fundación.

Se deberá esparcir el material de relleno de forma que no se produzca segregación entre las partículas que forman el material de relleno.

El espesor de las capas de material suelto deberá ser concordantes con el tipo de equipo de compactación a emplear. La selección se basará en el tipo de suelo y el espacio disponible para maniobrar.

El tamaño máximo de partículas del material de relleno dependerá del espesor de capa a compactar. Este será igual al 50% del espesor de la capa, con un límite de 5% de sobre tamaño de dimensión máxima igual a 2/3 del espesor de la capa.

Los procedimientos de compactación que se adopten deberán asegurar que los materiales se compacten hasta lograr una densidad relativamente uniforme, igual o superior del 95% del Proctor Modificado o igual o superior al 80% de la Densidad Relativa.

## RELLENO PARA CONFORMACIÓN DE PLATAFORMA

Es habitual en la construcción de subestaciones la especificación de rellenos para alcanzar el nivel de la plataforma y mejoramiento de accesos. En ocasiones estos rellenos pueden alcanzar espesores mayores a 1 metro, por lo que deben cumplirse especificaciones propias de terraplenes.

### Especificaciones del Material

Los materiales que 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. 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: 𝐶𝑈 = 𝐷60

𝐷10

𝐷2

30

CC = Coeficiente de Curvatura: 𝐶𝑈 =

𝐷10∙𝐷60

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 con la siguiente ecuación:

𝑏 = 1 −

𝐷

𝐷𝑝

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 (N°200) 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.

### Preparación de Área de Trabajo

Cuando el terraplén deba fundarse sobre terreno de cualquier naturaleza, con una inclinación inferior a 20%, se exigirá a este último una densidad igual o superior a 95% de la DMCS del Proctor Modificado u 80% de la Densidad Relativa.

Cuando el terreno de fundación sea roca o terreno rocoso, se fundará el terraplén directamente sobre él.

Cuando el terraplén deba fundarse sobre áreas pantanosas que no soporten el peso del equipo de construcción, se procederá a depositar el material de relleno sobre terreno firme, para luego extenderlo hacia el área pantanosa mediante Bulldozer u otro equipo adecuado, hasta formar una capa de trabajo de espesor tal, que soporte el peso de los equipos de movimiento de tierras. El material de relleno podrá está compuesto por material integral de río, bolones, rocas de tamaño adecuado o una combinación de éstos. El Adjudicatario podrá presentar una metodología alternativa, la cual deberá ser aprobada por la ITO.

### Formación y Compactación

El Adjudicatario deberá colocar estacas espaciadas a no más de 20 m entre sí, que delimiten el pie del terraplén.

Las capas por compactar serán de espesor uniforme y paralelas a la superficie de coronación de la plataforma. El bombeo deberá mantenerse con una pendiente mínima, que asegure el escurrimiento durante la construcción. La colocación del material se efectuará mediante camiones de volteo u otros equipos apropiados, y el esparcimiento del material debe realizarse mediante bulldozer, motoniveladoras u otro equipo adecuado que asegure capas de espesor uniforme.

La construcción deberá comenzar desde los puntos más bajos del perfil transversal y proseguir por capas superpuestas hasta alcanzar el ancho total del terraplén. Se colocará la capa siguiente solo una vez que la capa precedente haya sido debidamente compactada y aprobada por la ITO.

El espesor de compactación de cada capa debe ser de 0,30 m como máximo. Sólo se podrán aceptar espesores mayores si se demuestra que con los equipos disponibles en obra se asegura la compactación especificada en todo el espesor de la capa. El tamaño máximo del material empleado será de 150 mm. En el coronamiento del terraplén solo se aceptarán capas de 0,30 m y el tamaño máximo no será superior a 100 mm.

Los materiales que compactar deberán estar homogéneamente húmedos y su contenido debe ser cercano al óptimo.

El trabajo deberá realizarse desde los bordes del terraplén, avanzando hacia el centro con pasadas paralelas traslapadas en, por lo menos, la mitad del ancho de la unidad compactadora. Toda la superficie deberá recibir el número suficiente de pasadas para obtener una compactación uniforme en todo el ancho del terraplén.

El cuerpo del terraplén deberá compactarse en capas hasta alcanzar una densidad mínima de 95%H: VV la DMCS del Proctor Modificado u 80% de la Densidad Relativa.

En caso de plataformas altas, que consideren rellenos por sobre 1,20 metros, las especificaciones de compactación para las capas que se encuentren a más de 1,20 metros de

profundidad medidos desde el coronamiento del terraplén pueden ser disminuidas a densidades de 90% de la DMCS o a 70% de la Densidad Relativa

Los taludes de los terraplenes de plataforma tendrán una inclinación uniforme de 3:2 (H:V), salvo indicación distinta del proyecto. Se podrá aceptar un sobreancho de hasta 0,15 m respecto de la línea teórica de talud, medido perpendicular al plano de éste. En caso de terraplenes construidos con material rocoso, dicho sobreancho podrá ser de 0,30 m y hasta 0,50 m en caso de que el tamaño de las partículas no permita dicha tolerancia. Los taludes terminados deberán quedar libres de protuberancias y depresiones, debiendo presentar una superficie uniforme.

El Adjudicatario será responsable de la estabilidad de las plataformas y deberá efectuar, a su cargo, los trabajos que sean necesarios para reponer total o parcialmente aquellos que hubieren quedado mal construidos o que resultasen dañados por descuido, negligencia o por haberse tomado las debidas precauciones. La reparación de daños por aguas lluvia será de exclusivo cargo el Adjudicatario.

Los caminos de acceso que requieran un mejoramiento bajo la capa de rodadura deberán seguir las indicaciones de la presente sección. En caso de que sólo se cuente con material erosionable para la confección del cuerpo del terraplén y no sea posible confinarlo, se podrá proceder con la construcción del terraplén, considerando un sobreancho tal que asegure la estabilidad de la carpeta de rodadura durante el periodo de tiempo que duren las labores de construcción y montaje de equipos, entendiendo que esta solución representa una solución provisoria y responde a la escasez de material adecuado en la zona. La carpeta de rodadura deberá satisfacer las especificaciones de la sección 3.4.

## RELLENOS SOBRE EL SELLO DE FUNDACIÓN DE ESTRUCTURAS

Los rellenos sobre el nivel de sello de fundación deben estar compuestos por material limpio, libre de desechos y ser compactado en capas de 15 a 20 cms. Este material no requiere de especificaciones adicionales, salvo que la ITO o el proyecto de ingeniería indique lo contrario.

## CARPETA DE RODADURA PARA CAMINOS

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 compuesta 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 N°2 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 |
| Mayor e igual que 10 | - | 120 |
| n.r: no se recomienda como solución | |  |

## ESPECIFICACIONES DEL MATERIAL

El material que 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 (N°4), 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 (N°4), deben estar constituidos por arenas naturales o trituradas y por partículas minerales que pasan por tamiz 0,08 mm (N°200). Las fracciones que pasan por el tamiz 0,08 mm (N°200) no deberán ser mayores que los dos tercios de la fracción que pasa por el tamiz 0,5 mm (N°40)
    - 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 |

## COLOCACIÓN Y EXIGENCIAS DE COMPACTACIÓN

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.

# CONTROL DE CALIDAD

El control de calidad de las obras es de responsabilidad del Adjudicatario, quien deberá programar y ejecutar todos los controles que sean requeridos o necesarios para garantizar el estricto cumplimiento de los Planos y Especificaciones Técnicas en general.

Sin perjuicio de lo anterior, la ITO realizará todos los controles que a su juicio sean necesarios. Asimismo, tendrá derecho a objetar y/o rechazar en cualquier instancia, durante la exploración, procesamiento, transporte, colocación y compactación, aquellos materiales o procedimientos que a su juicio no sean adecuados

Antes del inicio de los trabajos se debe caracterizar el material con el que se trabajará, de forma de confirmar que cumple con las especificaciones definidas en este documento. Además, durante la evolución del proceso constructivo es necesario realizar controles para verificar que no existan desvíos tanto del material especificado como de los procedimientos utilizados.

## ENSAYOS

Se deberán realizar los siguientes ensayos según corresponda, de acuerdo con la versión vigente de la normativa:

* + - MC volumen 8 8.102.1: Determinación de la Granulometría
    - NCh 1517/1: Determinación del límite líquido
    - NCh 1517/2: Determinación del límite plástico
    - NCh1516: Determinación de la densidad en el terreno
    - NCh1852: Determinación de la Razón de Soporte de Suelos Compactados en Laboratorio
    - NCh1534/2: Ensayo Proctor Modificado
    - NCh1515: Determinación de la humedad en terreno
    - NCh152: Densidad de Partículas Sólidas
    - ASTM D 4253: Densidad Máxima Seca
    - ASTM D 4254: Densidad Mínima Seca
    - NCh1369: Determinación de Desgaste de Pétreos
    - MC volumen 8 8.502.1 Determinación de Densidad in-situ por Método Nuclear
    - MC volumen 8 8.502.2 Determinación de Humedad in-situ por Método Nuclear

El control de calidad de los rellenos se deberá efectuar con equipo y personal apropiados, o con un laboratorio especializado autorizado que cuente con la respectiva aprobación.

El Adjudicatario deberá ejecutar como mínimo los ensayos que se indican en la tabla 4. La frecuencia puede ser disminuida siempre que se demuestre que los procedimientos de trabajo del Adjudicatario entregan resultados satisfactorios y siempre con la aprobación de la ITO. En caso de que se detecte cambios en las características del material empleado para los rellenos o se cambie el pozo de empréstito el Adjudicatario deberá verificar que el material cumple con las especificaciones definidas en este documento.

Si los resultados son inferiores a los especificados, el Adjudicatario deberá tomar las medidas necesarias para remover o recompactar las canchas respectivas.

Tabla 4 - Frecuencia de Muestreo y Ensayos

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Descripción | Controles | Frecuencia de Control |
|  | Ensayos de granulometría y límites de consistencia | 1 ensayo cada 1000 m3 y por tipo de material |
| Formación y compactación de terraplenes para Plataforma | Ensayos Proctor Modificado o Densidad Relativa | 1 ensayo cada 1000 m3 y por tipo de material |
| Ensayo de razón de soporte CBR | 1 ensayo cada 1000 m3 y por tipo de material |
|  | Control de compactación | 1 ensayo cada 1.000 m2 y por tipo de material |
|  | Ensayos de granulometría y límites de consistencia | 1 ensayo cada 500 m3 y por tipo de material |
| Coronamiento de Terraplén y Carpeta de  Rodadura | Ensayos Proctor Modificado o Densidad Relativa | 1 ensayo cada 500 m3 y por tipo de material |
| Ensayo de razón de soporte CBR | 1 ensayo cada 500 m3 y por tipo de material |
|  | Control de compactación | 1 ensayo cada 1.000 m2 para  coronamiento de terraplén y 1 ensayo cada 500 m2 para carpeta de rodadura |
| Rellenos Estructurales | Ensayos de granulometría y límites  de consistencia | 1 ensayo por tipo de material y por  cambio de pozo de empréstito |

|  |  |
| --- | --- |
| Ensayos Proctor Modificado o Densidad Relativa | 1 ensayo por tipo de material y por cambio de pozo de empréstito |
| Control de compactación | 1 ensayo cada 50 m2 |

Además de los ensayos normales, la ITO podrá solicitar un control de calidad para aquellos materiales o áreas de relleno en que a su juicio haya dudas en relación con la calidad de los materiales o el grado de compactación de los rellenos. El costo de los ensayos solicitados por la ITO será asumido por el Adjudicatario.

## CONTROL TOPOGRÁFICO

El Adjudicatario deberá realizar el replanteo de las obras basándose en una red topográfica definida para el proyecto, la cual estará materializada en terreno mediante puntos de referencia (PR) cuyas coordenadas serán entregadas por el Propietario y verificadas por el Adjudicatario.

Los puntos de referencia deberán quedar replanteados en monolitos construidos de hormigón, dejando inserto en el centro un fierro (tipo espárrago) de 6 mm de diámetro, y quedar fuera del área de excavación, de tal forma que sean permanentes y no sufran variaciones.

Adicionalmente, será responsabilidad del Adjudicatario verificar que los puntos de referencia entregados por el Propietario sean consistentes con el sistema de coordenadas UTM y elevaciones utilizado en los planos del proyecto. En caso de discrepancia, deberá ser informada inmediatamente a la ITO, y de ningún modo se podrá comenzar con el replanteo.

Será responsabilidad del Adjudicatario definir procedimientos de trabajos adecuados para realizar un control permanente de la evolución constructiva del proyecto. En caso de desvíos respecto de los planos aprobados, se deberá informar de forma inmediata a la inspección, quienes en conjunto con el área de ingeniería definirán como proceder frente a situaciones imprevistas.