

## **ANEXO 2 – ESPECIFICACIONES DE TRABAJOS EN LA VÍA**

Las especificaciones técnicas fueron en gran parte extraídas del documento “Especificaciones técnicas de diseño, rehabilitación, mantenimiento y reversión” elaborado por el Consorcio CONCOL - AA&A y cubre todas las actividades que el contratista deberá ejecutar para la ejecución de obra y de mantenimiento en los corredores férreos.

### **LOCALIZACIÓN Y REPLANTEO**

#### **Alcance del Trabajo**

Se entenderá por localización y replanteo de las obras, los levantamientos topográficos que ejecutará el Contratista para establecer los mojones y BM para el control altimétrico y planimétrico; y todos los levantamientos necesarios para el establecimiento de los ejes de las obras y el control de la construcción.

El Contratista deberá contar con los equipos adecuados y el personal suficientemente entrenado para ejecutar el replanteo con la precisión requerida.

#### **Materiales**

El Contratista deberá suministrar equipos de alta precisión y los materiales para construir los mojones de referencia planimétricos y altimétricos, los equipos de cómputo, dibujo y comunicaciones, las estacas de madera y las libretas de campo.

### **DESMONTE Y LIMPIEZA**

#### **Alcance del Trabajo**

El trabajo consiste en la limpieza de la franja concesionada, previo al desmonte de la línea férrea. Posterior al desmontaje se realiza la actividad de desmonte y limpieza en la franja concesionada y finalmente se realiza en la misma franja una fumigación o deshierbe químico, el cual evita el pronto crecimiento de hierbas y malezas. También se incluye dentro del alcance de esta actividad, el manejo de la vegetación y materiales provenientes del desmonte y limpieza.

El manejo de la cobertura vegetal removida implica la ejecución de una serie de actividades que requieren del máximo control y cuidado, puesto que su manejo adecuado será una medida de compensación de los impactos causados por la rehabilitación de la vía férrea, servirá significativamente en el éxito del programa de revegetación (aporte de materia orgánica y nutriente) y disminuirá los costos de fertilización.

#### **Materiales**

El Contratista solo podrá utilizar la madera proveniente del desmonte de especies no trasladables, en la construcción de puentes y pasos provisionales y en otras obras que sean parte del objeto del contrato.

## **EXCAVACIONES**

### **Generalidades**

El trabajo de excavación consiste en el conjunto de las operaciones de excavar, remover, cargar y transportar hasta las zonas de utilización todos los materiales necesarios para la vía incluyendo los requeridos para los trabajos de ensanche de la vía existente, o transportar y desechar los materiales no necesarios.

El trabajo comprende la excavación y remoción de la capa vegetal (o descapote) y de otros materiales blandos, orgánicos y objetables, en las áreas donde se hayan de realizar cortes y terraplenes o en la subrasante del proyecto.

El trabajo comprende todas las excavaciones, los cortes necesarios para el ensanche o modificación del alineamiento horizontal o vertical de la banca existente; la limpieza y conformación de sus zonas laterales y las de préstamo y desecho.

Los trabajos se ejecutarán de tal modo que no causen daños a estructuras, vías, fuentes de agua utilizadas por vecinos, redes de servicios públicos, cultivos o propiedades privadas adyacentes a la zona de las obras, salvo cuando su destrucción esté prevista en los planos. Cuando sea necesario interrumpir drenajes superficiales existentes, alcantarillas, conductos, servicios públicos o estructuras subterráneas, el Contratista será responsable de ello y tomará todas las precauciones necesarias para proteger, preservar y/o restaurar servicios temporales y/o definitivos.

### **DESCAPOTE**

#### **Alcance del Trabajo**

Se considera el descapote como un trabajo preliminar consistente en la remoción de la capa vegetal con elementos orgánicos, de manera que se logre superficie para una fundación adecuada para cualesquiera de las estructuras de la obra o para poder utilizar el material subyacente como material de construcción.

El descapote incluye la remoción de grama, vegetación arbustiva, troncos, raíces, materia orgánica y materiales de sobrecapa. Donde se requiera, la superficie final deberá ser despejada, con contorno suave y taludes estables que faciliten el drenaje natural.

El cespedón y la capa vegetal, pueden ser utilizados en otras partes de la obra, para lo cual deberá almacenarse cerca a la obra y en los sitios indicados por el Plan de Manejo Ambiental, con las precauciones del caso, manteniendo condiciones adecuadas de humedad, protegiéndolos del sol, evitando su enraizamiento en el lugar de almacenamiento y cumpliendo con lo estipulado en las presentes especificaciones.

#### **Materiales**

Los materiales provenientes del descapote: capa vegetal separada de los suelos orgánicos, vegetación y árboles con posibilidades de implantación en sitios de la vecindad o en proyectos de revegetación intensiva en taludes, son recursos ecológicos de importancia en el desarrollo de las obras. La capa de suelo orgánico se depositará convenientemente en el sitio de almacenamiento establecido previamente; de hecho, la capa vegetal deberá ser retirada a mano en forma cuidadosa hasta su depósito, con el suelo orgánico se hará lo propio, pero empleando en caso de ser necesario equipo mecánico.

## **EXCAVACIÓN EN MATERIAL COMÚN**

### **Alcance del Trabajo**

El trabajo cubierto por esta especificación consiste en la excavación, cargue y transporte de los materiales, hasta los sitios de acopio y si es del caso a los sitios para el cargue a vehículos férreos hacia los sitios de botadero.

Este trabajo cobija también las excavaciones generales en material común en taludes de la banca, excavaciones para reemplazo de tuberías de alcantarillas donde lo indiquen los planos de los diseños elaborados por el Contratista.

### **Materiales**

Los materiales de excavación en material común están formados principalmente por suelos orgánicos, limos, arcillas, arenas, gravas, una combinación de los anteriores y en general todos los suelos que puedan excavar manualmente, con tractores sobre orugas o retroexcavadoras sin necesidad de utilizar explosivos. Estos suelos se pueden encontrar con distinto grado de densidad y humedad. También se considera como material común, los bloques de roca aislados, con volumen menor a un (1) metro cúbico.

## **EXCAVACIÓN ESTRUCTURAL EN ROCA**

### **Alcance del Trabajo**

Esta especificación tiene el mismo cubrimiento y finalidad que la excavación en material común, diferenciándose de esta por su modo de ejecución y materiales a excavar.

### **Materiales**

Los materiales de excavación en roca están compuestos de rocas de diferentes durezas y tenacidades, cuya excavación requiere el uso sistemático de explosivos. El Contratista definirá los procedimientos, tipos y cantidades de explosivos y equipos que usará para excavar los cortes en roca; así mismo el Contratista deberá proveer la dirección permanente de los respectivos trabajos, por parte de personas con amplia experiencia en obras similares. Igualmente definirá la secuencia y disposición de las voladuras, las cuales se deberán planear de manera que su efecto sea mínimo fuera de los taludes proyectados.

## **EXCAVACIÓN ESTRUCTURAL EN MATERIAL COMÚN**

### **Alcance del Trabajo**

Comprende esta obra, la excavación estructural necesaria para la construcción de obras de concreto simple o reforzada, gaviones, bolsacretos, bolsas de suelo cemento, alcantarillas, muros de contención; también se incluyen las excavaciones necesarias para el retiro y desarme de las alcantarillas existentes en tubería metálica. Son excavaciones que requieren de una rigurosa localización y toma de perfiles iniciales de terreno antes de proceder a las excavaciones.

### **Materiales**

Los materiales de excavación en material común, están conformados principalmente por suelos orgánicos,

limos, arcillas, arenas y gravas, una combinación de los anteriores y en general suelos que puedan excavarse manualmente o con retroexcavadoras, sin necesidad de utilizar explosivos. Estos suelos se pueden encontrar con distinto grado de densidades de compactación y humedad. También se considera material común, los bloques aislados de rocas con volumen menor a un metro cúbico.

## **LIMPIEZA DE OBRAS DE ARTE**

### **Alcance del Trabajo**

El trabajo comprendido en esta especificación consiste en la rocería, excavación, remoción, limpieza y transporte de los materiales que se encuentran depositados en los encoles y descoles o dentro del cuerpo de las estructuras existentes, a fin de restablecer su capacidad hidráulica y correcto funcionamiento del drenaje de cauces naturales, que de alguna manera pueden afectar la estabilidad de la banca férrea.

### **Materiales**

Los materiales de excavación estarán conformados principalmente por limos, arcillas arenosas, gravas o una combinación de los anteriores; además podrán encontrarse material vegetal heterogéneo incluyendo maleza, arbustos o árboles ya sean en pie a la entrada o salida de las obras. En algunos casos, habrá presencia de agua, la cual debe ser manejada para la correcta ejecución de la limpieza.

Puesto que existe la posibilidad de hallarse materiales compactados y colmatados, se deberán utilizar las herramientas necesarias como son palas, picas, carretillas, etc., para cumplir con la buena realización de los trabajos.

## **EXTRACCIÓN DE DERRUMBES**

### **Alcance del Trabajo**

Esta especificación tiene el mismo alcance y finalidad que la excavación en material común, diferenciándose por su modo de ejecución y estado de los materiales a excavar.

### **Materiales**

Son materiales provenientes de las laderas superiores a la vía, que por desligamiento de las mismas han caído sobre la plataforma férrea, afectando los drenajes naturales y cunetas, además de la contaminación del balasto. Los materiales a remover de estos derrumbes son los mismos indicados en la excavación en material común, adicionados de elementos orgánicos como raíces y árboles caídos con posibilidad de presencia de agua.

## **EXCAVACIÓN PARA CUNETAS**

### **Alcance del Trabajo**

Las cunetas deben construirse de acuerdo con las secciones, pendientes transversales y cotas especificadas en los planos de los diseños elaborados por el Contratista.

### **Materiales**

Comprende a los descritos en los materiales de excavación en material común, conformados principalmente por suelos orgánicos, limos, arcillas, arenas, gravas o una combinación de los anteriores y en general se pueden excavar manualmente, sin necesidad de usar explosivos. Pueden presentar distintas densidades de compactación y humedad. La presencia de bloques de roca de hasta un m<sup>3</sup> se considera material común.

## **LIMPIEZA DE CUNETAS**

### **Alcance del Trabajo**

Esta actividad se refiere al retiro de los materiales que se encuentran obstruyendo y taponando las secciones de las cunetas tanto revestidas en concreto como las de tierra.

### **Materiales**

En general, esta especificación se refiere al retiro de los materiales que la obstruyan; actividad para la cual se necesitarán herramientas de fácil manejo manual como son palas y carretillas. El material no deberá ser depositado en los taludes superiores adyacentes a la obra y se deberá realizar el cargue, transporte y disposición ya sea a mano o mediante el uso de vehículos férreos o carreteros.

## **EXCAVACIÓN PARA CONFORMACIÓN Y LIMPIEZA DE CAUCES**

### **Alcance del Trabajo**

Esta actividad se refiere al retiro de los materiales que se encuentran obstruyendo los cauces naturales en los que desaguan los drenajes transversales y longitudinales de la infraestructura férrea que se va a rehabilitar y aquellos que de una u otra forma impiden el normal escurrimiento de las aguas que por ellos fluye.

### **Materiales**

Los materiales producto de estas excavaciones que no se reutilicen en las obras, se considerarán de desecho y se deberán llevar a los bancos de desperdicio determinados por el Contratista. Para efectuar esta labor, el Contratista cargará, transportará a la distancia necesaria y descargará los materiales en el sitio de disposición.

El material en ningún caso deberá ser depositado sobre los taludes superiores adyacentes a la obra y se deberá realizar el cargue, transporte y disposición ya sea a mano o mediante el uso de vehículos férreos o carreteros.

## **RECONFORMACIÓN MANUAL DE TALUDES**

### **Alcance del Trabajo**

Este trabajo consiste en el retiro de piedras y bloques sueltos y de materiales que presentan indicios de inestabilidad para reconformar los taludes y laderas en los sitios indicados en los planos de los diseños elaborados por el Contratista.

## **RELLENOS**

### **Generalidades**

Este trabajo consiste en la conformación, nivelación y compactación del terreno donde haya de colocarse un relleno nuevo, incluyendo el acarreo del material desde las fuentes de explotación, previa ejecución de las obras de drenaje o sub-drenaje que disponga el Contratista y la colocación, humedecimiento o secamiento, conformación y compactación de los materiales de relleno, de acuerdo con las secciones transversales del proyecto, de acuerdo con los diseños elaborados por el Contratista. Además comprenderá los trabajos previos necesarios para el ensanche de terraplenes existentes o la construcción de terraplenes sobre terreno inclinado.

El trabajo comprende la construcción de relleno con material común, material seleccionado, rocoso o pedraplenes.

### **Materiales**

Los materiales provendrán de los cortes del proyecto, préstamos aprobados o de excavación. Todos los materiales que se empleen en la construcción de terraplenes, bien sea que provengan de excavaciones del proyecto o de préstamos, deberán estar libres de materia orgánica, raíces y sustancias perjudiciales.

El material rocoso que se emplee en la construcción de pedraplenes estará compuesto de fragmentos duros que no se desintegren bajo la acción de los equipos ni sean meteorizables.

### **Explotación de materiales y elaboración de agregados**

Los procedimientos y equipos de explotación, clasificación, eventual trituración, lavado y sistema de almacenamiento deben permitir el suministro de un producto de características uniformes. Todos los trabajos de clasificación de agregados y en especial la separación de partículas de tamaño mayor que el máximo especificado para cada gradación, se deben ejecutar en el sitio de explotación o elaboración y no será permitido efectuarlos en la vía.

## **RECONFORMACIÓN DE LA BANCA EXISTENTE**

### **Alcance del Trabajo**

Este trabajo consistirá en la rectificación del perfil de la vía, el adecuamiento de la capacidad de soporte, el reperfilado de la superficie de la banca y cuando resulte necesario, el ensanche de la banca existente.

### **Materiales**

Los materiales deben cumplir con los requerimientos de estas especificaciones.

El material proveniente de la excavación de la banca existente se considera siempre adecuado para usarlo nuevamente en la ampliación de la banca con la excepción de la construcción de la capa de sub-balasto.

## **SUB-BALASTO**

### **Alcance del Trabajo**

Este trabajo consiste en la colocación de la capa de material de sub-balasto triturado y/o tamizado sobre una superficie preparada de acuerdo con estas especificaciones.

### **Materiales**

El Contratista debe determinar la localización y calidad del material disponible, lo mismo que su costo y la labor requerida para obtener el material disponible, el costo de la labor requerida para triturarlo, tamizarlo, mezclarlo, lavarlo y acopiarlo, lo mismo que para transportarlo al sitio de trabajo. El Contratista también debe determinar el volumen de sobrecapa que debe remover de las canteras y el costo de su manejo.

El agregado para la capa de sub-balasto consistirá en grava o triturado y arena compuestos por elementos limpios, duros y durables de forma poliédrica y con bordes agudos.

El agregado para la capa de sub-balasto cumplirá con los siguientes requisitos:

- Resistencia a la abrasión ASSHTO T 96: 40% max.
- Gradación:

Tamaño ASTM de la zaranda	% por peso que pasa
2"	100
No.4	30 – 60
No. 40	10 – 30
No. 200	8 – 18

- Índice de plasticidad (AASHTO T 90): 9 máx.
- CBR a 100% de MDD y después de 4 días de humedecimiento (AASHTO T 193):60 min. Se tomarán muestras representativas del material cada 200 m. de longitud de vía.

El Contratista determinará si se agrega y se mezcla arena al triturado y/o grava al agregado suministrado con el fin de cumplir con las exigencias de estas especificaciones.

### **Equipo**

El equipo debe cumplir con los estándares establecidos para este tipo de trabajo, y debe estar de acuerdo con el tipo y número señalado en el programa de trabajo detallado del Contratista.

## **RELLENOS EN MATERIAL COMÚN**

### **Alcance del Trabajo**

Este trabajo consiste en el suministro en el sitio de la obra, la colocación y compactación del relleno en material común, el cual se usará especialmente en la reconstrucción de alcantarillas y la reconfiguración de terraplenes de la vía férrea.

### **Materiales**

Para estos rellenos se utilizará material seleccionado proveniente de las excavaciones o de fuentes aledañas, cuyas características sean aceptables. En general, los materiales usados deberán estar libres de materia orgánica.

## Equipo

Para efectos de obtener la compactación especificada, se deberán utilizar compactadores mecánicos o neumáticos, rodillos compactadores, y donde el espacio lo permita rodillos patecabra de llantas o de otro tipo que compacte el relleno en forma adecuada y especialmente, alrededor de las tuberías. Si se usan rodillos, la parte del relleno adyacente a la tubería o estructura deberá apisonarse con equipo manual o mecánico-manual.

Se debe prestar particular atención en la construcción de rellenos en alcantarillas y en mantener igual la altura del relleno a ambos lados del tubo en todo momento.

## RELLENO EN MATERIAL SELECCIONADO

### Alcance del Trabajo

Este trabajo consiste en los rellenos necesarios en las reparaciones o instrucciones de estructuras en general de acuerdo con los siguientes requisitos:

- Se usará relleno en material seleccionado para efectuar atraque de tuberías y alcantarillas y en aquellos sitios donde lo estime conveniente el Contratista.
- Se usarán únicamente materiales granulares aprobados, no plásticos y que produzcan un relleno denso y bien compactado.

### Materiales

La calidad del material granular será la siguiente:

TAMIZ DE MALLA CUADRADA (mm)	% QUE PASA
150	100
100	95
100	90
75	10
No. 200 (0,075)	

Además, el relleno para alcantarillas con tubería metálica debe contener menos de medio (0,5) por ciento de cloruros y sulfatos combinados. No se deben utilizar materiales como césped, desechos y suelos que contengan materia orgánica.

## RELLENO EN MATERIAL FILTRANTE

### Alcance del Trabajo

Esta especificación se refiere a la colocación de arena en aquellos sitios donde la banca requiere ser ensanchada mediante la utilización de gaviones.

### Materiales

La granulometría del material será la correspondiente a la especificada para los filtros de arena y grava, para el caso de drenar arcillas plásticas de bajo permeabilidad.

## DRENAJES

### Generalidades

En esta especificación se determinan los procedimientos constructivos, los materiales, la medida y la forma de pago de todas las obras de drenaje que se construirán, las cuales incluyen: filtros de arena y gravas, tubería de PVC perforada para filtros, tubería de PVC sanitaria, geotextiles no tejidos, e instalación de tuberías en concreto con refuerzo, retiro, suministro e instalación de tuberías metálicas para alcantarillas.

### CONSTRUCCIÓN DE FILTROS

#### Alcance del Trabajo

Este trabajo consiste en la construcción de filtros o sub-drenes de material filtrante para ser utilizados con tubería de P.V.C perforada. El trabajo incluye la excavación de las zanjas para los filtros, el suministro, la colocación y compactación del material filtrante, la tubería perforada y el geotextil, el recubrimiento de éste con material apropiado y el desecho de todo material sobrante en zonas definidas por el Contratista.

El trabajo incluye, la construcción de filtros en material filtrante para interceptar y drenar flujos concentrados de agua subterránea (manas, fuentes u ojos de agua), en taludes de corte, cunetas, la propia banca o en áreas donde se hayan de construir terraplenes o estructuras.

#### Materiales

Los materiales filtrantes deben estar limpios y libres de materia orgánica y de plásticos. Deben cumplir con las siguientes especificaciones:

Si el material del suelo por drenar se compone de arcillas plásticas de baja permeabilidad, se usará arena con los siguientes límites de gradación:

TAMIZ ICONTEC	% QUE PASA
3/8"	100
No. 4	95-100
No. 16	45- 80
No. 50	10- 30
No. 100	2- 10
No. 200	0- 10

Si el material del suelo por drenar se compone de una combinación de arcilla, limo y arena, se usará una mezcla de los materiales filtrantes, en proporción de un 70% del anterior y un 30% de grava que tendrá los siguientes límites de gradación:

TAMIZ ICONTEC	% QUE PASA
1"	100
3/4"	90-100
3/8"	20- 55
No. 4	0-10

El Interventor comprobará la proporción de los dos materiales de acuerdo con las características de los suelos

por drenar y podrá ordenar su variación si es el caso.

Las tuberías serán nuevas, fabricadas con compuesto de policloruro de vinilo rígido, virgen, tipo I, grado I, con una tensión de trabajo mínima de 2000 psi, deberán cumplir la norma ICONTEC 382 Y ASTM D-2441 para la tubería y ASTM D-2466 para los accesorios.

## **SUMINISTRO E INSTALACION DE GEOTEXTIL PARA FILTRO**

### **Alcance del Trabajo**

Este trabajo consiste en el suministro e instalación de geotextil. Se empleara principalmente en sitios de construcción de bolsacretos, bolsas en suelo-cemento y en filtros.

### **Materiales**

El geotextil a emplear en la obra cumplirá las siguientes características:

- **Masa**  
La masa por área determinada según la norma 1999 del ICONTEC, será de 160 g/m<sup>2</sup>.
- **Resistencia a la tensión (Método Grab)**  
Determinada según la norma ICONTEC 1998, será de 40 kg mínimo.
- **Elongación a la ruptura**  
Determinada según la norma ASTM-D4632, mayor del 50% mínimo.
- **Permitividad**  
Determinada según la norma ICONTEC 2002 será de 3.23 S<sup>-1</sup>.
- **Resistencia al rasgado trapezoidal**  
Determinada según la norma ICONTEC 2003, será de 17 kg mínimo.
- **Coefficiente de Permeabilidad**  
Determinada según la norma ICONTEC 2002, será de 6,1 x 10<sup>-1</sup> cm/s mínimo.
- **Resistencia a la ruptura**  
Determinada según la norma ASTM - D3787, será de 600 N.

## **DESARME Y RETIRO DE TUBERIA METALICA EXISTENTE**

### **Alcance del Trabajo**

Esta especificación se refiere a los trabajos necesarios para el retiro de tuberías metálicas de alcantarillas existentes y que requieren ser extraídas debido a que serán reemplazadas, en razón al estado que presentan y su ubicación en sitios, que no interfieran con las operaciones de construcción de las nuevas obras. Así mismo incluyen la labor de desarme y selección de elementos tales como láminas y tortillería en buen estado, los cuales deberán ser colocados cerca a la vía para su posterior cargue por el Contratista a vehículos férreos y descargue por el Contratista en las estaciones o depósitos más cercanos.

Los materiales de este ítem serán las tuberías metálicas por retirar en el estado en que se encuentren en el sitio de la obra.

## **SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERIAS DE CONCRETO REFORZADO**

### **Alcance del Trabajo**

Este ítem se refiere al suministro e instalación de las tuberías de concreto incluidos sus empaques de caucho, según los diámetros requeridos para la conducción de aguas lluvias como parte integral de las alcantarillas del proyecto.

### **Materiales**

La clasificación, las especificaciones de los materiales, los requisitos de diseño relacionados con la resistencia de materiales y tolerancias de fabricación, la toma de muestras y la recepción del producto, relacionados con la inspección de la tubería para aceptación o rechazo de la misma, los ensayos exigidos, el rotulado y demás exigencias necesarias para el control de calidad de las tuberías y accesorios estará de acuerdo con la norma 401 del **ICONTEC** clase III, pared B, actualizada para las tuberías y accesorios de concreto reforzado.

Las juntas entre los elementos o tubos serán del tipo flexible, en donde el elemento sellante o empaque quedará sometido a compresión permitiendo las variaciones de alineamiento del conducto sin comprometer su estanqueidad.

El control de calidad de los empaques utilizados en la juntas flexibles de la tubería de concreto para alcantarillas se regirá por la norma **ICONTEC 1328** actualizada.

Las tuberías prefabricadas tendrán una recepción en el sitio de la obra en donde el Interventor hará el control de calidad de los materiales y manufactura.

El Contratista será responsable de todos los deterioros o daños que se produzcan en las tuberías como consecuencia de los cargues, descargues y transportes, tanto de la fábrica a la obra como dentro de la misma. Las tuberías y todos los accesorios serán cargados, transportados, descargados, almacenados y manejados en forma cuidadosa y utilizando dispositivos adecuados para ejecutar dichas actividades, tales como separadores de madera entre los tubos y entre estos y el piso del sitio de almacenamiento y ganchos de izaje con superficie lo suficientemente ancha para no dañar los bordes de los tubos.

Las tuberías deberán almacenarse en forma tal que permanezcan en seco y nunca en contacto directo con el suelo. No se permitirá al Contratista abrir huecos en los tubos para facilitar el izaje.

### **Prueba de las tuberías**

El Contratista deberá realizar pruebas de filtración, antes o después de ejecutar el relleno según lo indique ésta. Si hay evidencia de mano de obra defectuosa o si la prueba no resulta satisfactoria, el Contratista deberá realizar pruebas adicionales, en parte o en toda la tubería.

## **OBRAS DE PROTECCIÓN**

### **CONSTRUCCIÓN DE GAVIONES**

#### **Alcance del Trabajo**

Este trabajo consiste en el transporte, suministro, manejo, almacenamiento e instalación de canastas metálicas, y el suministro, transporte y colocación de material de relleno dentro de las canastas.

#### **Materiales**

Los materiales componentes de los gaviones se ajustarán a las siguientes especificaciones:

#### **Relleno en Piedra**

El relleno para los gaviones será piedra partida con una pérdida a la abrasión inferior a 50% cuando se le someta a 500 revoluciones en la máquina de abrasión de Los Ángeles según AASHTO T 96. La dimensión mínima de las piedras que se utilicen será de 10cm y la máxima de 20cm, con por lo menos dos caras fracturadas. En todo caso, el diámetro mínimo del relleno será por lo menos, 10 cm. mayor que las aberturas de la canasta.

La absorción de agua del material de relleno será máxima del 2% en peso. El relleno debe contener menos de 30% por peso de piedras planas y elongadas, entendiéndose por planas aquellas con una relación mayor de 1:3 entre el espesor y la anchura menor y por elongadas aquellas con una relación mayor de 1:3 entre la anchura menor y la longitud. En general, el material que conforma el relleno deberá cumplir con:

- Gravedad Especifica mínima  
(AASHTO Determinación T-85) : 2.45 gr/cm<sup>3</sup>.
- Absorción de Agua máxima  
(AASHTO Determinación T-85) : 6%

No se usará piedra redonda y el Contratista cuidará que se obtengan gaviones con caras planas, esquinas agudas y lados completamente llenos de piedra.

#### **Alambre galvanizado**

Se usará alambre galvanizado tanto para la fabricación de las mallas como para los amarres y demás operaciones de la construcción de los gaviones cuya calidad debe cumplir con las siguientes normas:

BSA 1052/1942 Mild Steel, que cumpla la norma ASTM A 116 o ASTM A 856. Alambre galvanizado de triple torsión, con huecos hexagonales de abertura no mayor de 8 cm.

- Resistencia a la tensión mayor de 40 Kg/mm<sup>2</sup>
- Diámetro mínimo de 2.4mm, para Gaviones.
- Diámetro mínimo de 2.2 mm, para Colchoneta Reno.
- B.S 443/82 Para galvanizado en caliente de alambre y acero.

El peso mínimo de la cobertura en Zinc será de 260 g/m<sup>2</sup> y la adhesión de esta cubierta debe ser tal que al enrollarlo con seis vueltas alrededor de un vástago con diámetro tres veces mayor que el del alambre no

presenta rajaduras o grietas de tal magnitud que permitan remover el zinc con los dedos.

### **Malla metálica**

La malla que conforma los gaviones será de tipo flexible, elaborada en alambre galvanizado en caliente de 2.4 mm de diámetro, configurada por celdas mediante torsión de cada par de alambres en tres medias vueltas.

La mayor dimensión de las celdas que configuran la malla no podrá exceder de 8 cm.

Todos los bordes de los gaviones, incluyendo los paneles extremos y los diafragmas, se deben proteger mecánicamente para evitar desgarraduras de la malla. El alambre usado para la protección de los bordes, debe tener un diámetro mayor que el de la malla. Para la malla construida con alambre de 2.4 mm, el alambre de protección y amarre deberá tener un diámetro de 3.9 mm.

## **CONSTRUCCIÓN DE BOLSACRETOS**

### **Alcance del Trabajo**

Se refiere a la construcción de obras con bolsas de polipropileno rellenas de concreto, con resistencia a la compresión de 175 kg/cm<sup>2</sup> (17,5 Mpa o 2.500 psi) a los 28 días, para ser utilizados para la protección de los taludes.

### **Materiales**

#### **Concretos**

Para la elaboración del concreto se deberán cumplir las especificaciones utilizando concreto de 2500 psi (175 Kg/cm<sup>2</sup>) resistencia a la compresión con tamaño máximo de agregado grueso ½".

El valor del asentamiento de este concreto deberá estar comprendido entre 12 y 20 cm.

### **Bolsas de polipropileno**

Las bolsas utilizadas para los bolsacretos serán fabricadas con fibras de polipropileno, capaz de resistir la presión máxima a la cual debe inyectarse el concreto que será de 4 Kg/cm<sup>2</sup> sin exceder la presión especificada por el fabricante, y a su vez permitir la evacuación del agua sobrante. Las costuras realizadas para su configuración serán bien terminadas y seguras para impedir que se descosan con la presión de inyección. Las bolsas deberán fabricarse con algún dispositivo que impida la salida de la mezcla una vez retirada la boquilla de inyección.

La fabricación de las bolsas se hará en geotextil tejido, tipo PAVCO 1.400 o similar, y cuyas características técnicas principales son:

Peso	:	140 gr/m <sup>2</sup>
Urdimbre	:	24 cintas/pulgada
Trama	:	18 cintas/pulgada
Espesor	:	0.88 mm

Resistencia a la tensión		
Transversal	:	650 N
Longitudinal	:	850 N
Permeabilidad		
(ICONTEC 2.002)	:	0.016 cm/seg

## **CONSTRUCCIÓN DE BOLSAS EN SUELO-CEMENTO**

### **Alcance del Trabajo**

El trabajo se refiere a la construcción de obras con bolsas de polipropileno rellenas de suelo- cemento para crear contenciones que eviten la invasión de la vía férrea por parte de materiales extraños.

### **Materiales**

#### **Bolsas de polipropileno**

Las bolsas utilizadas para esta actividad serán fabricadas con geotextil tejido de 120 gr/m<sup>2</sup> utilizando para sus costuras hilo de polipropileno u otro material de las características recomendadas por el fabricante de las bolsas.

#### **Material de relleno**

El material de relleno estará compuesto por una mezcla de cemento, arena (mixto) y agua en proporción 1:5:1 que alcance una resistencia a la compresión de 17.5 Mpa (2.500 psi), una vez logrado su fraguado completo. La arena deberá ser bien gradada, con tamaño máximo de 4 mm y libre de sustancias deletéreas.

## **EMPRADIZACIÓN DE TALUDES - REGENERACIÓN NATURAL CON RASTROJO**

### **Alcance del Trabajo**

Esta especificación comprende las exigencias mínimas para la ejecución de los empradizados en las zonas que deben protegerse contra la erosión.

Para el empradizado, se podrá usar el procedimiento de siembra de semillas o de implantación de cespedones.

### **Materiales**

Los materiales serán la tierra vegetal, las semillas, los cespedones y los fertilizantes deberán ser preferiblemente provenientes de los descapotés realizados según estas especificaciones.

La tierra vegetal para empradizar será un suelo fértil procedente de tierra cultivada, o de los trabajos de descapote de las obras.

## **CONSTRUCCIÓN DE TRINCHOS ENGUADUA O MADERA REDONDA - PARED SIMPLE**

### **Alcance del Trabajo**

El trincho es una estructura de protección de taludes en aquellos sitios donde la escorrentía de las aguas puede presentar erosión, así como también son estructuras que permiten la revegetación en forma de terrazas.

### **Materiales**

El trincho está compuesto por elementos horizontales que pueden ser de guadua o madera rolliza y elementos de palos nacederos (con diámetros menores de 30 cm), los cuales son soportados por elementos verticales con diámetros iguales a los horizontales previamente anclados al terreno, como mínimo a 50 centímetros de profundidad, y con una altura de 80 centímetros por encima del nivel del terreno, separados entre sí un metro (1 m). Los elementos horizontales se amarran con alambre galvanizado de 3 milímetros de diámetro y tensado con grapas. Los elementos verticales se refuerzan con estacas de palos nacederos.

### **CINTA SIKA P.V.C. V – 15**

#### **Alcance del Trabajo**

La Cinta Sika P.V.C. V-15 es una banda termoplástica de cloruro de polivinilo de buena elasticidad y alta resistencia a los agentes agresivos.

Este ítem se refiere al suministro e instalación de la Cinta en las estructuras nuevas de concreto, especialmente en la construcción de solados, cabezotes, escalas de disipación, construcción de cajas, etc., donde las juntas o uniones son susceptibles a infiltraciones de agua.

### **Materiales**

La Cinta Sika P.V.C V-15 o similar, cumplirá con las siguientes características contempladas en las normas ASTM D 2240:

Resistencia a la Tensión	:	125 Kg/cm <sup>2</sup>
Extensión de Rotura	:	300%
Resistencia al Corte	:	60 Kg/cm <sup>2</sup>
Resistencia a Presión de Agua	:	1.5 Kg/cm <sup>2</sup>
Dureza Shore A	:	70 – 75
Temperatura de Servicio	:	- 35°C a + 60°C

### **ANCLAJES**

#### **Alcance del Trabajo**

Este trabajo consiste en el suministro e instalación de anclajes pasivos en las laderas y túneles con el propósito de incluir un elemento de enlace entre bloques de rocas, con el fin de mejorar sus características de estabilidad.

### **Materiales**

Longitud del elemento: 8 a 12 m.

Diámetro mínimo perforación 3"

Varilla corrugada de acero tipo PDR 60 Ø 1" L. max. 12 m. con rosca en un extremo.

Manguera de inyección de PVC Ø ½" L= 12 m.

Separadores para centrar la varilla.

Lechada de agua - cemento de proporción 1 :1.

Platina metálica de 0.2 x 0.2 m. x 3/8"

## **CONCRETOS Y MORTEROS**

### **CONCRETO**

#### **Alcance**

Se presenta a continuación las normas que debe tener en cuenta el Contratista para la elaboración y colocación del concreto.

El concreto cuya dosificación, fabricación, colocación y curado que se especifica corresponde a la totalidad de las estructuras como son: muros de contención, estribos, Box-culvert, alcantarillas, pontones, obras de drenaje, reparaciones y en general para todas las actividades en las que se utilice concreto.

#### **Generalidades**

El concreto deberá estar constituido por una mezcla de cemento portland, agregados pétreos, (gruesos y finos) y agua.

La elaboración del concreto dará como resultado una mezcla plástica y trabajable según las condiciones específicas de colocación, y por otra parte, una mezcla que produzca un concreto de durabilidad, acabado impermeabilidad y resistencia que estén de acuerdo con los requisitos señalados para cada tipo de estructura.

Se menciona a continuación las características de los materiales a utilizar en la fabricación del concreto, los cuales deberán ceñirse estrictamente a lo especificado aquí.

Los materiales para el concreto y los métodos de construcción para el concreto deben cumplir con los requisitos contenidos en las normas sobre construcciones sismo resistentes definidas en el código colombiano NSR - 98, las normas ICONTEC pertinentes, las normas del "American Concrete Institute" (ACI), de la American Society for Testing and Materials" (ASTM) y del "Concrete Manual" publicado por el "United States Bureau of Reclamation". Tienen especial pertinencia las siguientes normas del ACI: ACI 214, ACI 315, ACI 318, ACI 325, ACI 347 y ACI 211.2, ACI 304.R ACI 316 R (anteriormente ACI 613, ACI 614, ACI 617, respectivamente), en sus últimas revisiones. Donde haya discrepancia entre las normas y códigos mencionados anteriormente y las especificaciones contenidas en este capítulo, regirán estas últimas.

#### **Materiales**

##### **- Cemento Portland**

Se utilizará únicamente cemento portland tipo I que se ajuste a las normas ICONTEC 121 y 321, complementadas por la C-150 de la ASTM. Sólo se aceptará cemento de calidad y características uniformes y los sacos deberán ser lo suficientemente herméticos, para que el cemento no sufra alteraciones durante el

transporte, manejo y almacenamiento. Será de entera responsabilidad del Contratista el suministro de cemento que se ajuste en todo a las especificaciones estipuladas.

Se utilizará cemento de la misma marca en una estructura determinada.

Se utilizará cemento fresco, que no haya estado en contacto con la humedad ambiental.

El cemento en sacos deberá almacenarse en una edificación que ofrezca protección adecuada contra los factores atmosféricos. No se permitirá el almacenamiento de sacos de cemento recostados contra las paredes del depósito. Los sacos no se colocarán directamente sobre el piso del depósito sino sobre una plataforma de madera que los separe del piso.

El período de almacenamiento máximo será de 30 días. Cuando el cemento haya sido almacenado en la obra por un período mayor de un mes, no podrá ser utilizado a menos que el Interventor especifique lo contrario, quien podrá ordenar ensayos al Contratista.

#### - **Aditivos**

El Contratista podrá decidir utilizar aditivos como el plastiment vz o similar; dichas sustancias deberán conformarse con lo estipulado en la norma y se agregarán al concreto durante las operaciones de mezcla.

Para asegurar la adherencia de los concretos nuevos con los existentes, se usará soldadura epóxica igual o similar al **SIKADUR 32** primer de **SIKA** en toda la superficie que quedará en contacto con el nuevo, siguiendo las instrucciones del fabricante.

Bajo la entera y exclusiva responsabilidad del Contratista, podrán utilizarse otras sustancias correctivas o acelerantes para remediar deficiencias en la gradación de los agregados o en la calidad de la mezcla, cuando sean estrictamente necesarios de acuerdo con la norma 1299 de ICONTEC, complementada con la norma C-494 de la ASTM.

La dosificación de los aditivos o sustancias correctivas será fijada mediante las instrucciones del fabricante.

### **Agregados pétreos para el concreto**

#### **Generalidades**

Los agregados para la elaboración del concreto, se obtendrán preferiblemente de depósitos aluviales o de cantera.

Los agregados para la fabricación de concreto deberán estar de acuerdo con las especificaciones de la designación C- 33 de la ASTM, ICONTEC 174 y el código NSR-98.

Las partículas de arena y agregado grueso deberán estar compuestas por fragmentos de roca dura, densa, durable, libre de limos, materia orgánica, álcalis, mica, pizarra o partículas de tamaño mayor que el especificado. Además, deberán cumplir con los siguientes requisitos:

- Las partículas no deberán ser delgadas, planas, alargadas ni tener forma de lascas, sino que deberán ser de forma cúbica.
- El contenido de materia orgánica de la arena deberá dar lugar a un color más claro que el estándar de la norma ICONTEC 127.

- El contenido de finos, (partículas que pasan la malla No. 200, medido mediante la norma 78 del ICONTEC no deberá pasar de un 3% por peso, tanto en la arena como en el agregado grueso.
- El contenido de partículas blandas, tales como pizarra o mica, añadido al contenido de finos, no deberá exceder de un 6% para la arena y de un 5% para el agregado grueso.

La gradación de la arena deberá estar dentro de los siguientes límites:

Tamiz ICONTEC		Porcentaje que pasa
9.51 mm	3/8 "	100
4.75 mm	No. 4	95 - 100
2.36 mm	No. 8	80 - 100
1.18 mm	No. 16	50 - 85
600 um	No. 30	26 - 60
300 um	No. 50	10 - 30
150 um	No. 100	2 - 10.

El módulo de finura de la arena deberá estar entre 2.3 y 3.0.

El agregado grueso consistirá en partículas duras, fuertes y limpias, obtenidas de grava natural ó triturada, ó de una combinación de ambas. El agregado grueso debe ser tamizado, lavado, clasificado y sometido a los procesos que se requieran para obtener un material aceptable.

Los agregados gruesos a utilizar para elaboración de concretos estarán formados de partículas con un tamaño inferior a 38 mm y si el Interventor lo determina deberán someterse al ensayo de abrasión en la máquina de los ángeles, de acuerdo con lo establecido en la norma ASTM C - 131, usando clasificación A, y deberán tener una pérdida máxima del 12% en peso a 100 revoluciones, y de 45% en peso a 500 revoluciones.

Los tamaños máximos de los agregados serán los siguientes:

- $t_a < 1/5 d$
- $t_a < 1/3 h$
- $t_a < 3/4 e$

donde :

$t_a$  = tamaño máximo agregado.

$d$  = dimensión menor entre formaleta  $h$  = Profundidad de las losas

$e$  = espaciamiento libre mínimo entre barras.

### Requisitos para gradación de agregados gruesos

Concreto con tamaño máximo del agregado grueso 1 1/2".

Tamaño nominal tamices de abertura cuadrada	Porcentaje que pasa
50 mm ( 2")	100
37.5 mm (1 1/2")	95 – 100
25.0 mm (1")	40 – 85
19.0 mm ( 3/4")	35 – 70
9.5 mm (3/8")	10 – 30
4.5 mm ( No. 4)	0 - 5

Concreto con tamaño máximo del agregado grueso 1".

Tamaño nominal tamices de abertura cuadrada	Porcentaje que pasa
37.5 mm (1 1/2")	100
25.0 mm (1")	90 – 100
12.5 mm (1/2 ")	25 – 60
4.75 mm (No. 4)	0-10
2.36 mm (No. 8)	0-5

Concreto con tamaño máximo del agregado grueso 3/4".

Tamaño nominal tamices de abertura cuadrada	Porcentaje que pasa
19.0 mm (3/4")	90-100
9.5 mm (3/8")	20-55
4.75 mm ( No. 4)	0-10
2.36 mm (No. 8)	0-5

Concreto con tamaño máximo del agregado grueso 1/2"

Tamaño nominal tamices de abertura cuadrada	Porcentaje que pasa
19.0 mm (3/4")	100
9.5 mm (3/8")	90-100
4.75 mm ( No. 4)	10-40

### Almacenamiento de agregados

Las pilas de agregados deberán mantenerse libres de tierra o de elementos extraños. Cada tipo de agregado se almacenará en pilas separadas para evitar la mezcla y la segregación por tamaños. El Contratista deberá construir muros, ramadas, pisos, cunetas e instalaciones que sean necesarias, para la protección de los materiales.

La extracción de materiales de las pilas se hará en tal forma que evite la segregación de los agregados. Deberán proveerse con facilidades de drenaje, especialmente las de arena, de tal manera que alcancen un contenido uniforme de humedad antes de utilizarlos. El Contratista deberá mantener, durante todo el tiempo, un almacenamiento suficiente de agregados, tal que le permita el vaciado continuo de concreto y evitar que se produzcan juntas frías.

## **Agua de mezcla**

El agua para mezcla de concreto deberá ser limpia y no contener ácidos, álcalis, aceites, sales, materias orgánicas, cantidades apreciables de limo o cualquier otra sustancia que pueda perjudicar la calidad y resistencia del concreto, o dañar el refuerzo.

## **Dosificación del concreto**

Todos los materiales que se utilicen para la fabricación del concreto deberán medirse por peso y mezclarse mecánicamente. La unidad de medida para el cemento será el saco de 50 kilogramos.

Las mezclas de concreto serán diseñadas por el Contratista teniendo en cuenta los tamaños máximos de los agregados que puedan ser colocados en las diversas estructuras.

Las características de las mezclas del concreto podrán ser ajustadas o modificadas en el campo, de acuerdo con las condiciones que se encuentren durante la construcción y la variabilidad que se encuentre en los materiales. Las modificaciones en las mezclas deben garantizar las resistencias de diseño.

A menos que exista comunicación expresa por parte del Interventor, el concreto deberá controlarse en tal forma que se logre una relación agua/cemento menor o igual a 0.40 y un asentamiento máximo de 10 cm, medido de acuerdo con la norma ICONTEC 396.

En general el concreto debe dosificarse de tal forma que asegure una resistencia igual o superior a la solicitada en las especificaciones técnicas, para lo cual el Contratista y el Interventor llevaran los controles necesarios, cumpliendo para ello lo dispuesto en el numeral 6.5 de la presente especificación.

## **Mezcla del concreto**

Las mezcladoras serán del tipo y tamaño adecuados para producir un concreto que tenga composición y consistencia uniformes al final de cada ciclo de mezclado. Cada mezcladora deberá estar diseñada en forma tal que los materiales de cada cochada entren sin que haya pérdida y que el descargue del concreto ya mezclado se realice perfecta y libremente en tolvas húmedas o en cualesquiera otros recipientes aprobados por el Interventor.

El concreto debe mezclarse por medios mecánicos en plantas centrales y/o en mezcladoras diseñadas para cochadas mínimas de 0,75 m<sup>3</sup> de capacidad. Las mezcladoras no deberán sobrecargarse.

El equipo utilizado deberá ser capaz de combinar y mezclar los agregados, el cemento y los aditivos, producir una mezcla uniforme dentro de un tiempo normal y descargarla sin que haya separación y segregación de partículas.

El Contratista determinará con anticipación a la ejecución de los trabajos, el equipo, sistema de control de cantidades de los diferentes elementos y el método a utilizar durante todo el trabajo.

La mezcla debe tener características adecuadas de trabajabilidad, consistencia para que el concreto fluya fácilmente sin segregación y lograr las resistencias, acabados y calidades solicitadas.

## **Ensayos para el concreto**

Con la debida anticipación el Contratista deberá elaborar mezclas de prueba del concreto que se propone

utilizar; los diseños y los resultados de los ensayos de las muestras correspondientes.

El Contratista es responsable de suministrar concreto de primera calidad, y a solicitud del Interventor se podrán realizar modificaciones en la dosificación y/o cambios en los materiales que lo componen.

El Contratista debe suministrar al Interventor los materiales para los especímenes de laboratorio para ensayos de resistencia a la compresión. Los ensayos serán realizados por el Interventor con los siguientes propósitos:

- Evaluar la calidad de las mezclas de concreto diseñadas por el Contratista. Los ensayos para estas evaluaciones se realizarán en mínimo seis (6) cilindros estándar de ensayo, con los cuales se fabricarán probetas cilíndricas, para realizar ensayos de resistencia a compresión, de las cuales se fallarán dos (2) a siete (7) días y dos (2) a veintiocho (28) días, luego de ser sometidas al curado normalizado con los requisitos de la norma ASTM C-31; dichos ensayos se harán para cada mezcla que se someta a prueba. Si el Interventor lo considera necesario algunas mezclas serán ensayadas a los 45 días de edad.
- Establecer un criterio que permita la verificación de la calidad del concreto colocado en la obra.

Para este propósito el Contratista deberá suministrar material para la toma de por lo menos 6 cilindros estándar de ensayo, similares a los descritos anteriormente, por cada 30 metros cúbicos de cada clase de concreto colocado en la Obra, o por el volumen del concreto de cada clase colocado en cada estructura por día, si tal volumen es menor de 30 metros cúbicos. Los cilindros se ensayarán por pares a los 7, 14 y a los 28 días de edad y si el Interventor lo requiere, a edades diferentes. El Contratista será responsable de suministrar cualquier otro material, mano de obra o elementos necesarios para moldear, curar y proteger las muestras en el sitio de obra y trasladarlas posteriormente al laboratorio, donde serán falladas por el Interventor. El muestreo, fabricación de las muestras, curado, transporte y ensayo de las mismas debe ser ejecutado con base en las normas NTC 454, 550, 673 y 073.

El promedio de resistencia de los dos (2) especímenes fallados simultáneamente de la misma mezcla, se considera como el resultado de un ensayo. La resistencia del concreto será considerada satisfactoria, si ningún ensayo individual presenta una resistencia inferior en más de treinta y cinco kilogramos por centímetro cuadrado ( $35 \text{ kg/cm}^2$ ) de la resistencia especificados y, simultáneamente, el promedio de tres ensayos consecutivos de resistencia iguala o excede la resistencia de diseño especificada en los planos.

Si alguna o las dos (2) exigencias recién indicadas es incumplida, el Interventor ordenará una revisión de la parte de la estructura que esté en duda, utilizando métodos idóneos para detectar las zonas más débiles y requerirá que el Contratista, a su costa, tome núcleos de dichas zonas, en acuerdo a la norma NTC.

Se deberán tomar tres (3) núcleos por cada resultado de ensayo inconforme. Si el concreto de la estructura va a permanecer seco en condiciones de servicio, los testigos se secarán al aire durante siete (7) días a una temperatura entre dieciséis y veintisiete grados Celsius ( $16^\circ\text{C} - 27^\circ\text{C}$ ) y luego se probarán secos. Si el concreto de la estructura se va a encontrar húmedo en condiciones de servicio, los núcleos se sumergirán en agua por cuarenta y ocho (48) horas y se fallarán a continuación. La preparación y prueba de las muestras debe hacerse según lo prescrito en la norma AASHTO T 24-68.

Se considerará aceptable la resistencia del concreto de la zona representada por los núcleos, si el promedio de la resistencia de los tres (3) núcleos, corregida por la esbeltez, es al menos igual al ochenta y cinco por ciento (85%) de la resistencia especificada en los planos, siempre que ningún núcleo tenga menos del setenta y cinco por ciento (75%) de dicha resistencia.

Si los criterios de aceptación anteriores no se cumplen, el Contratista podrá solicitar que, a sus expensas, se hagan pruebas de carga en la parte dudosa de la estructura conforme lo especifica el reglamento ACI. Si estas pruebas dan un resultado satisfactorio, se aceptará el concreto en discusión. En caso contrario, el Contratista deberá adoptar las medidas correctivas que solicite el Interventor, las cuales podrán incluir la demolición parcial o total de la estructura, si fuere necesario, y su posterior reconstrucción, todo lo cual es un costo y riesgo asumido por el Contratista.

### **Clases de concreto**

Los esfuerzos permisibles en los concretos utilizados para el diseño de estas obras, se basan en una resistencia mínima para un esfuerzo de rotura a la compresión al cabo de 28 días. Este mínimo esfuerzo de rotura a la compresión, será definido con base en la resistencia de cilindros de concreto de las dimensiones descritas anteriormente.

Para efectos de la realización de las obras, se presentan las siguientes clases de concreto:

#### **Concreto Simple**

En función de la resistencia mínima a la compresión a los 28 días expresado en PSI se definen las siguientes clases de concreto y su contenido de cemento estimado:

<b>CLASE DE CONCRETO</b>	<b>CANTIDAD DE CEMENTO</b>
Concreto pobre de 2000 PSI	6.5 sacos de 50 Kg
Concreto de 2500 PSI	7.0 sacos de 50 Kg
Concreto de 3000 PSI	8.0 sacos de 50 Kg
Concreto de 3500 PSI	8.5 sacos de 50 Kg

La cantidad de cemento definitiva siempre estará de acuerdo con el diseño de mezcla y la calidad de materiales que se utilicen.

La resistencia de estos tipos de concreto no será menor a la especificada y estará de acuerdo con la resistencia de cilindros de concreto de las dimensiones descritas anteriormente. Se espera que la resistencia de cilindros de concreto pueda obtenerse con la cantidad de cemento por metro cúbico de concreto indicado en el párrafo anterior. Esta cantidad de cemento es estimada y solo con ensayos de laboratorio se determinará la cantidad real de cemento a usar en la obra. No habrá lugar a reconocimiento económico adicional en caso de que las cantidades de cemento sean superiores a las aquí mencionadas.

De acuerdo con estas especificaciones se considera que el nivel mínimo de resistencia se logra cuando el promedio de los resultados de 3 ensayos consecutivos de resistencia a la compresión iguala o exceden a la resistencia mínima especificada, y siempre que ninguno de los resultados de las pruebas esté por debajo de la resistencia mínima especificada en más de 35 Kg/cm<sup>2</sup> (500 PSI).

Se define como resultado de un ensayo de resistencia a la compresión, el promedio de la resistencia de dos cilindros tomados de la misma muestra y probados a los 28 días.

#### **Concreto Ciclópeo**

Se refiere al concreto simple de 2500 PSI en porcentaje del 60%, adicionado de rajón limpio y resistente, en un

porcentaje el 40 %. Cada piedra deberá quedar rodeada de una capa de concreto simple de espesor mínimo de 5 cms. El tamaño del rajón deberá estar entre 10 cm. como mínimo y 30 cm. como máximo.

### **Transporte**

El concreto deberá transportarse de la mezcladora al sitio de destino tan pronto como sea posible y con métodos que eviten la segregación de los materiales, pérdidas de los ingredientes o pérdidas de más de 3 cm en el asentamiento. Todo concreto que por permanecer largo tiempo en el equipo de transporte, requiera agua adicional para permitir buena colocación, deberá ser rechazado y retirado de la obra.

Tanto los medios de transporte de concreto desde la mezcladora hasta el sitio de destino, como el método de manejo, deberán cumplir con todos los requisitos aplicables de la norma C-94 de ASTM.

### **Colocación y vibrado del concreto**

Por lo menos 48 horas antes de colocar concreto en cualquier lugar de la obra, el Contratista deberá notificar por escrito al Interventor el sitio donde se proyecta realizar la colocación del concreto. Sin la presencia del Interventor no se iniciará ninguna colocación de concreto. El Interventor establecerá procedimientos para revisar y aprobar cada sitio antes de la colocación del concreto.

Antes de que se inicie la colocación del concreto, deberá limpiarse cuidadosamente todo el equipo para mezcla y transporte. Los sitios en donde vaya a ser colocado el concreto deben estar limpios de basuras y residuos y las formaletas bien aceitadas o húmedas cuando sea posible. El refuerzo deberá limpiarse de óxido, materiales sueltos, aceite, o capas de sustancias extrañas. Antes de colocar concreto en cualquier sitio habrá necesidad de retirar todas las aguas estancadas en él.

El requisito más importante para la colocación del concreto es el de que se utilicen métodos que reduzcan al mínimo la segregación del agregado grueso de la mezcla. Además, el equipo de mezcla y colocación deberá ser de tal capacidad como para que el concreto colocado se mantenga sin fraguado y no se presenten juntas frías. Si se utilizan canoas, estas deberán ser metálicas o revestidas en lámina metálica y su pendiente no deberá ser superior a uno vertical sobre dos horizontal, ni menor de uno vertical sobre tres horizontal. Las canoas que tengan más de 6 metros de longitud o que no cumplan las especificaciones indicadas sobre la pendiente, deberán descargar en una tolva.

El concreto deberá tener consistencia y composición tales que permitan su colocación en todas las esquinas o ángulos de las formaletas, alrededor del refuerzo o de cualquier otro elemento embebido, sin que haya segregación de los materiales. Cada carga de concreto deberá depositarse lo más cerca posible de su posición final, para así reducir a un mínimo las posibilidades de segregación. El agua libre en la superficie del concreto colocado, deberá ser recolectada en lugares alejados de las formaletas y retirada antes de colocar una capa nueva de concreto; esta se colocará tan rápido como sea posible y nunca después de 30 minutos de colocada la anterior.

Cuando se coloque concreto sobre una fundación de tierra, esta deberá estar limpia y húmeda, pero sin agua estancada en ella o corriendo sobre la misma y siempre se hará primero un solado de 5 cm de concreto pobre. No podrá colocarse concreto sobre lodo, tierra porosa o llenos no autorizados por el Interventor.

Las superficies de concreto sobre las cuales vaya a colocarse concreto fresco, deberán limpiarse y conservarse libres de aceite, agua estancada o corriente, lodo, basura, lechada, "sangrado", o fragmentos de concreto flojo o semi-adherido a ella. Inmediatamente antes de colocar el concreto se limpiarán cuidadosamente todas las superficies de concreto por medio de chorros de aire y agua a presión, cepillos de alambre u otros métodos aprobados.

Las superficies de concreto deberán humedecerse continuamente durante un período de 48 horas antes de iniciar la colocación de concreto o mortero sobre ellas. Inmediatamente antes de colocar concreto sobre superficies de concreto más o menos horizontales, se colocará sobre estas una capa de mortero con la misma relación arena/cemento del concreto, y con un espesor de más o menos 2 cm, teniendo precaución de que el mortero penetre en todas las irregularidades del concreto, en general en lo concerniente a juntas deberá cumplir lo especificado en las secciones correspondientes.

El concreto deberá colocarse en capas más o menos horizontales que no excedan de un espesor de 50 cm a una velocidad tal que las superficies de concreto que no están aún terminadas no se endurezcan y hagan aparecer grietas o planos de falla en la unión del concreto recién colocado y el que le sigue. La tasa de colocación no deberá ser tampoco tan rápida que llegue a producir movimientos de la formaleta o desplazamiento o distorsión de varillas de refuerzo o de elementos embebidos en la masa de concreto. En general, deberán transcurrir por lo menos 72 horas entre una vaciada y la inmediatamente siguiente. No se podrá colocar el concreto de una losa sin que hayan transcurrido, por lo menos, 24 horas después de finalizar la colocación de concreto en las vigas o muros que le sirven de apoyo.

El concreto se consolidará con la ayuda de equipo mecánico de vibradores, complementado por labores manuales, pero en ningún caso podrán ser utilizados vibradores para desplazar o distribuir el concreto fresco durante una vaciada. Deberá disponerse de un número suficiente de vibradores para alcanzar una consolidación adecuada.

La duración de la operación de vibrado será únicamente la necesaria para alcanzar la consolidación requerida, sin que produzca segregación de los materiales; deberá evitarse que los vibradores penetren en sitios en donde la vibración pueda afectar la posición del refuerzo o de materiales embebidos en el concreto que hayan iniciado el fraguado.

La manipulación del concreto cerca de la parte superior de la superficie de una vaciada deberá ser la mínima necesaria para que se produzca el grado de consolidación deseada para esta capa y una superficie rugosa que permita obtener buena adherencia con el concreto de la vaciada posterior. Las superficies superiores, que no sean formaleteadas y que no vayan a cubrirse con concreto o relleno, se llevarán hasta una cota ligeramente más alta que la indicada; este exceso se quitará con la regla o se le dará el acabado requerido como se indica en estas especificaciones.

Debe tenerse cuidado especial para evitar la segregación del agregado grueso cuando el concreto se coloque a través del refuerzo. Al colocar concreto en cualquier sitio, no se permitirá que este caiga de una altura mayor de 1.50 m, excepto cuando se tengan medios especiales para evitar segregación.

Podrá colocarse concreto en agua cuando el equipo sea adecuado para este tipo de trabajo y los métodos usados produzcan un ahorro de tiempo y materiales, sin sacrificar la resistencia y apariencia de las caras expuestas del concreto. La colocación se hará sin interrupciones hasta que la superficie se lleve a la altura deseada.

### **Formaletas**

El Contratista suministrará e instalará todas las formaletas necesarias para confinar o dar forma al concreto. Las formaletas deberán instalarse o mantenerse dentro de los límites de estas especificaciones. El concreto que exceda los límites establecidos deberá ser corregido o demolido y reemplazado por cuenta del Contratista.

Los encofrados se construirán en tal forma que las superficies del concreto terminado sean de textura y color uniformes.

El Contratista deberá diseñar las formaletas y los soportes u obras falsas que vaya a utilizar en las diferentes obras asegurando que cumpla con los requisitos necesarios de alineamiento, rigidez, rugosidad o acabado. El Contratista deberá diseñar las obras falsas requeridas teniendo en cuenta las condiciones de trabajos a que estarán sujetas.

Las formaletas deberán diseñarse y construirse de modo que puedan retirarse sin dañar el concreto, mantener su posición y forma e impedir que se escape el mortero.

A menos que se especifique de otro modo, las formaletas para superficies expuestas se harán de madera cepillada, triplex, tablas de fibras prensadas duras, madera machihembrada y cepillada o de metal en el cual los agujeros para pernos y remaches se encuentren embutidos, de modo que se obtenga una superficie lisa y dé el contorno deseado; las tablas se colocarán en una disposición regular, de manera que produzcan una textura y dibujo uniforme y constante en el concreto terminado y no podrán usarse recortes, salvo cuando sean indispensables para completar una superficie; se usará un solo material para las formaletas de las superficies expuestas; las formaletas deberán estar libres de óxido o de cualquier otra sustancia que pueda manchar el concreto.

Para superficies no expuestas en la estructura terminada se podrán utilizar formaletas de madera sin cepillar. Las formaletas no deberán tener combaduras y deberán ser lo suficientemente rígidas para que mantengan su forma y dimensiones bajo las presiones del concreto.

La madera y los materiales que se usen para fabricación de tableros para las formaletas, deberán ser de primera calidad, que no produzcan deterioro químico ni cambios en el color de las superficies del concreto. Las características de los tableros que se usen en un determinado sitio, como también el ajuste y pulimiento de los mismos, deberán corresponder a los requisitos indicados por estas especificaciones con relación a los acabados de las distintas superficies.

Toda madera usada para formaletas deberá estar libre de agujeros producidos por nudos, de nudos flojos, fisuras, hendiduras, torceduras u otros defectos que puedan afectar la resistencia de la formaleta o el aspecto de la estructura terminada.

Los pernos interiores para fijación de las formaletas serán contruidos de tal modo que sus extremos exteriores puedan retirarse hasta por lo menos tres centímetros de la superficie, sin dañar el concreto. Todos los receptáculos para pernos de formaleta serán de tal diseño que al quitarlos queden orificios tan pequeños como sea posible.

Las formaletas deberán ser inspeccionadas inmediatamente antes de la colocación del concreto. Las dimensiones serán controladas cuidadosamente y todo alabeo o torcedura deberá ser corregido. Todas las suciedades, aserrín, viruta u otros desperdicios, deberán retirarse del interior de las formaletas.

### **Limpieza y engrase de formaletas**

En el momento de colocar concreto, las superficies de las formaletas deberán estar libres de incrustaciones, de mortero o de cualquier otro material y no deberán tener huecos, imperfecciones o uniones defectuosas que permitan filtraciones de lechada a través de ellos o irregularidades en las caras del concreto.

Antes de hacer las vaciadas se cubrirán las superficies de las formaletas que vayan a estar en contacto con concreto, con una capa de aceite que evite la adherencia entre el concreto y la formaleta. No se permitirá la aplicación del aceite con el refuerzo colocado ó embebido. Si este llegare a humedecerse de aceite se deberá limpiar a satisfacción del Interventor.

## **Retiro de las Formaletas**

Para facilitar el curado de los concretos y para permitir las reparaciones de imperfecciones de las superficies, se retirarán las formaletas tan pronto como el concreto haya adquirido la resistencia suficiente para soportar las cargas muertas y otras cargas que puedan presentarse antes de que el concreto alcance la resistencia especificada.

## **Equipos**

Todo el equipo necesario para la construcción de la obra deberá estar disponible en el sitio, en óptimas condiciones de trabajo. El equipo deberá ser suficiente para garantizar la colocación continua del concreto entre las juntas previstas.

## **Acabados**

### **Generalidades**

Las superficies acabadas deberán ser lisas, sólidas, suaves y estar libres de escamas, depresiones, huecos, manchas y cualesquiera otros defectos o irregularidades y deberán así mismo cumplir con todos los requisitos establecidos para el acabado correspondiente.

Las irregularidades superficiales se denominarán brucas y suaves. Las irregularidades brucas incluyen las salientes causadas por desplazamiento, mala colocación o cualquier defecto de las formaletas.

A menos que los planos o el Supervisor indiquen algo diferente, todas las superficies expuestas a la lluvia o al agua deberán tener pendientes de aproximadamente 0,5 cm por cada metro. Las superficies extensas deberán tener pendiente en más de una dirección, con el fin de facilitar la escorrentía

## **MORTEROS**

### **Alcance del Trabajo**

En esta sección se dan las normas que deberá seguir el Contratista para la elaboración y colocación del mortero utilizado para el recubrimiento de gaviones, la reparación de grietas en alcantarillas y otras obras.

### **Materiales**

El mortero es la mezcla de cemento Portland, agregado fino y agua para obtener una pasta fina que se pueda moldear y aplicar en las superficies que lo requieran como material de pega, recubrimiento o reparaciones.

El cemento Portland y el agua deberán regirse por lo especificado para la elaboración de concreto y el agregado fino deberá cumplir con la norma ICONTEC 127-174 para concretos y además su granulometría debe ser apta para los trabajos a ejecutar.

### **Clases de Mortero**

El mortero se clasificará según su dosificación de cemento y arena mezclados en volumen.

## **DEMOLICIONES**

### **Demolición de Concretos**

#### **Alcance del trabajo**

La demolición de estructuras existentes en las zonas donde se han de reconstruir obras, comprende adicionalmente la remoción, cargue y transporte de los desechos de materiales demolidos a las zonas previamente determinadas. El trabajo comprende la demolición de obras como canales en concreto ciclópeo, muros, cabezotes, estribos, aletas en mampostería, concreto reforzado, concreto ciclopeo, etc y el cargue y transporte de los materiales de la demolición hasta el lugar de botadero definido para la obra. El Contratista suministrará toda la mano de obra, equipo y herramienta para ejecutar los trabajos de demolición.

#### **Materiales**

En general todos los materiales producto de la demolición se retiraran de la obra a los botaderos autorizados.

## **CONCRETO CICLOPEO 210 Kg/Cm2 PARA MUROS, CABEZOTES Y ALETAS Y REALCE DE SOCAVACIONES**

#### **Alcance del Trabajo**

Esta sección se refiere al empleo de concreto ciclópeo para la construcción de cabezotes, aletas, solados, muros de contención, realce de socavaciones de alcantarillas, estribos, etc.

#### **Materiales**

Los materiales componentes del concreto ciclópeo se describen en el capítulo de concretos.

## **CONCRETO SIMPLE DE (175 Kg/Cm2)**

### **Concreto para Atraque de Tuberías**

#### **Alcance del trabajo**

El trabajo a realizarse consistirá principalmente en la construcción de los revestimientos de las cunetas de drenaje, atraque de tuberías, rellenos de pilotes y demás obras requeridos en el proyecto, mediante uso de concreto de 175 Kg/cm<sup>2</sup> (2.500 psi).

#### **Materiales**

El concreto de 175 Kg/cm<sup>2</sup> se elaborará con materiales y dosificaciones en concordancia con lo especificado en el capítulo de concretos.

## **CONCRETO SIMPLE DE 210 Kg/Cm2**

### **Concreto Simple para Solados, Muros y Cunetas MCR, Cunetas de Pasos a Nivel y Realce o**

## **Cabezotes y Estribos en Puentes**

### **Alcance del trabajo**

Esta sección se refiere a la construcción de solados, muros - cunetas, cunetas de pasos a nivel, realce de cabezotes y estribos de puentes, placas, muros de contención, estribos etc., en concreto de 210 Kg/cm<sup>2</sup>.

### **Materiales**

Los materiales empleados en la fabricación del concreto de 210 Kg/cm<sup>2</sup> deberán estar de acuerdo con lo descrito en el capítulo de concretos de estas especificaciones.

## **Concreto Simple para Cajas y Disipadores, Box Culvert, Rejilla Prefabricada en Concreto**

### **Alcance del trabajo**

Este trabajo consiste en la construcción, acondicionamiento o el recubrimiento con una capa de concreto simple o reforzado fundido in situ o prefabricado, para las cajas disipadoras en los drenajes del proyecto la construcción de solados y muros para box culverts y la instalación de rejillas prefabricadas en concreto. En terrenos húmedos, el revestimiento de cunetas normalmente estará precedido de la construcción de filtros.

### **Materiales**

Los materiales de relleno requeridos para la construcción o reacondicionamiento de las cunetas o zanjas serán seleccionados de los cortes adyacentes.

## **Soldadura Epóxica para Unión de Concreto Viejo a Nuevo**

### **Alcance del trabajo**

La soldadura epóxica se utilizará como puente de adherencia que garantice una pega perfecta entre concreto fresco y endurecido.

### **Materiales**

Para lograr esta adherencia se utilizará SIKADUR 32 primer o un producto similar aprobado por el Interventor, que cumpla con las especificaciones establecidas por el fabricante.

## **SUB-BASE GRANULAR**

### **Alcance del Trabajo**

Este trabajo consiste en el suministro y colocación de material de sub-base sobre el afirmado existente, en una o varias capas. El trabajo se extenderá a las bermas o sub-bermas.

### **Materiales**

Los materiales de sub-base incorporados en la obra deben ser pétreos o granulares y de características

uniformes, libres de terrones de arcilla, materia orgánica u otros elementos objetables.

### **Granulometría**

Los materiales deben cumplir con una de las siguientes gradaciones:

<b>TAMIZ ICONTEC</b>	<b>PORCENTAJES QUE PASAN</b>		
	<b>Tipo "A"</b>	<b>Tipo "B"</b>	<b>Tipo "C"</b>
3"	100	-	-
1 1/2"	-	100	-
1"	-	-	100
1/2"	-	50-90	-
No. 4	30-70	30-70	40-80
No. 20	0-15	0-15	5-20

Los trabajos requeridos para obtener estas gradaciones podrán incluir la selección en la fuente de materiales, clasificación de tamaños o trituración y clasificación, mediante el uso de equipos apropiados y de acuerdo con las características de la respectiva fuente.

### **Límites de Consistencia**

La fracción del material que pasa por el tamiz No.4 no debe tener un índice de plasticidad mayor de 6, determinado de acuerdo con las normas MOP-E-3 y E-4.

### **Explotación de Materiales y Elaboración de Agregados.**

Los procedimientos y equipos de explotación, clasificación, eventual trituración o lavado y el sistema de almacenamiento deben permitir el suministro de un producto de características uniformes. Si el Contratista no cumple con estos requisitos, el Interventor podrá exigir los cambios que considere necesarios. Todos los trabajos de clasificación de agregados y en especial la separación de partículas de tamaño mayor que el máximo especificado para cada gradación, se deben ejecutar en el sitio de explotación o elaboración y no será permitido efectuarlos en la vía.

### **Equipo**

El equipo para la ejecución de los trabajos especificados comprende: motoniveladora, carrotanque de agua, cilindro metálico, compactador de llanta o vibratorio y vehículos de transporte. Las respectivas capacidades de producción o elaboración, transporte, conformación y compactación deben permitir un progreso armónico de la construcción.

### **Tolerancias**

Las tolerancias admisibles para la aceptación de la sub-base serán las siguientes:

La distancia entre el eje del proyecto y el borde de la calzada o berma no será menor que la distancia señalada en los planos de diseño elaborados por el Contratista.

La cota de cualquier punto de la sub-base conformada y compactada, no deberá variar en más de 2 cm de la cota proyectada. El espesor, verificado por medio de perforaciones en la sub-base terminada, no deberá ser menor del 90% del espesor de diseño; sin embargo, la máxima deficiencia admisible para el espesor será 2 cm.

En los proyectos de mejoramiento que no se ajustan a rasantes calculadas y en que el afirmado existente forma parte de la sub-base, el Contratista determinará el procedimiento de control de espesores, cotas y pendientes transversales, según lo estime más conveniente.

## SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE BALASTO

Producción

Requisitos de la roca

El balasto debe obtenerse mediante triturado mecánico de roca proveniente de una cantera adecuada.

La calidad de la roca y de los procesos de triturado deben ser tales que permitan obtener agregados de forma isotrópica (dimensiones similares en todas las direcciones).

La roca del balasto será compacta, sin planos de corte y estará libre de cavidades, cuerpos extraños y polvo.

De todas maneras el material deberá cumplir los siguientes requisitos:

- Presencia máxima de roca fríasble <3% de acuerdo con la norma ASTM C.142
- Presencia máxima de arcilla <0.5% de acuerdo con la norma ASTM C.142.
- Absorción máxima de 0.8% de acuerdo con la norma ASTM C.127.

En caso de material proveniente de río, la dimensión mínima del bloque de roca original debe ser 50 cm y el material fracturado no deberá presentar más de 20% de superficie redondeada.

Requisitos de granulometría del balasto

El material de balasto deberá ajustarse a la siguiente granulometría:

MALLA (mm)	PORCENTAJE QUE PASA
63,5 (2.5")	100
50,0 (2,0")	90 - 95
38,0 (1,5")	25 - 35
25,0 (1.0")	0 - 10
12,7 mm (0,5")	1.0

Pruebas

Las pruebas de calidad para la aceptación del balasto serán las siguientes:

Prueba de compresión

Esta prueba se realizará sobre muestras cúbicas de roca que midan 7 cm en cada lado. Para cada prueba se tomarán 4 muestras de la superficie de la cantera, de manera que reflejen las características de la roca. Resistencia última: el promedio para las cuatro muestras no será inferior a 600 kg/cms.

### Prueba de abrasión

Esta prueba se realizará de acuerdo con ASTM C 131 utilizando una máquina Los Angeles para granulometría (1.000 revoluciones).

Cálculo: la diferencia entre el peso original y el peso final de la muestra de prueba se expresará como un porcentaje del peso original de prueba de la muestra.

Este valor se indicará como el porcentaje de desgaste y no excederá del 25%.

### Análisis de cribado

Se efectuarán en muestras de 0,200 M3 de balasto y cumplirán para su aceptación con los porcentajes especificados en 2.7.1.3

### Partículas planas y alargadas

El porcentaje de partículas planas y alargadas no debe ser mayor del 35%.

### Caras fracturadas

El 95% de partículas debe tener por lo menos una cara fracturada y el 75% más de dos caras fracturadas.

### Aceptación

#### Obligaciones del Contratista

El Contratista, antes de iniciar la obra, efectuará un reconocimiento de las áreas en donde planea abrir las canteras para el suministro del balasto, o de las canteras existentes que planea explotar. Determinará si la roca llena los requisitos básicos estipulados y realizará todas las pruebas especificadas anteriormente. Entregará al Interventor un informe técnico detallado sobre sus investigaciones y con los resultados de las pruebas. El mismo procedimiento será seguido por el Contratista durante el desarrollo de la obra, siempre que pretenda cambiar el suministro de material con explotación de nuevas canteras.

El Interventor, sobre la base del informe presentado por el Contratista, dará su aprobación al comienzo del suministro. La aprobación preliminar del Interventor no liberará al Contratista de su obligación de garantizar, durante todo el período de suministro, los requisitos estipulados anteriormente.

El Contratista pondrá a disposición, en su laboratorio, toda la maquinaria, instrumentos y equipo requeridos para las pruebas especificadas. Antes de la iniciación del suministro el Contratista entregará al Interventor las pruebas de laboratorio y su dotación.

Para la aprobación de la cantera, el Contratista deberá entregar los resultados de todas las pruebas determinadas en éstas especificaciones

#### Frecuencia del muestreo y de las pruebas

Por cada 1.000 m3 de balasto suministrado se recogerán muestras para realizar las pruebas de abrasión y de análisis de cribado. Además, el Interventor revisará mediante inspección visual la forma del agregado y la calidad de la roca en cuanto a su conformidad con las especificaciones estipuladas en estas

especificaciones.

Cuando los resultados de la inspección y de las pruebas sean negativos, se rechazará y retirará del sitio la cantidad de balasto a que tales pruebas correspondan.

Todas las demás pruebas se llevarán a cabo cada 10.000 m<sup>3</sup> de balasto.

## **SUSTITUCION DE TRAVIESAS DE MADERA**

Esta actividad consiste en reemplazar únicamente las traviesas que se encuentren en mal estado en la vía férrea, es decir aquellas presentan, pudrición, quemaduras, agrietamientos de un extremo a otro, con perforaciones en la zona de apoyo de la silla y riel, fracturas o imperfecciones con motivo de descarrilamiento, etc.,

Para el suministro de traviesas nuevas por la sustitución de traviesas en condiciones altas de deterioro, el contratista deberá proporcionar traviesas aserradas (Traviesa de madera elaborada o manufacturada a sierra) con dimensiones para trocha estándar (Largo 2.450 m x Ancho 0.230 m x Espesor 0.130 m) y además deberán ser inmunizadas (Traviesa de madera que ha sido sometida a un tratamiento especial con sustancias preservantes que le aumentan la resistencia de putrefacción y al ataque de los insectos).

El recibo de las traviesas de madera se hará en un todo de acuerdo con las normas AREMA para lo cual el Interventor podrá ordenar las pruebas establecidas en dicha norma, tanto para verificar la calidad de la madera como para asegurar que el tratamiento inmunizante satisface los requerimientos del proyecto.

Las traviesas de madera tendrán como origen los siguientes tipos de árboles; otro diferente deberá contar con la aprobación de la Supervisión de la Agencia y de la Interventoría del contrato, en ningún caso una de más baja calidad.

- Olmo
- Alerce
- Alamo
- Abedul
- Arces
- Sasafrás
- Catalpa
- Picea
- Roble
- Carya
- Haya
- Pino
- Nogal
- Quebracho

Las traviesas de madera tendrán sensiblemente la forma de un paralelepípedo recto, de sección transversal uniforme y rectangular con sus caras y cantos planos, aristas rectas y cara extremas perpendicular al eje longitudinal.

Las traviesas de madera aserradas se fabricarán de modo tal que el eje longitudinal de ellos deberá ser paralelo a las fibras y que constituyan un paralelepípedo rectangular, debiendo cuidarse no solo el paralelismo



en los últimos 5 años. Esta condición será verificada por la interventoría y la supervisión del contrato.

La actividad consiste en reemplazar los rieles en forma continua de una vía férrea que se encuentren en mal estado por excesivo desgaste lateral, o vertical, fracturas o deformaciones o bien por corresponder a un tipo de riel que ya no se utiliza.

### PROCEDIMIENTOS DE TRABAJO

- a) Unir provisionalmente los rieles con eclisas adecuadas al tipo de riel y sus correspondientes sujeciones (pernos o clavos rieleros en caso de traviesas de madera),
- b) Retirar los rieles a reemplazar, como también las sillas de asiento y sujeciones que no se utilizarán.
- c) Colocar las nuevas sillas de asiento en los durmientes, colocar los rieles nuevos y proceder a la fijación de los rieles nuevos con la sujeción proyectada,
- d) Los rieles y accesorios retirados que no se empleen deben ser cargados, transportados y descargados, clasificándolos como material a reutilizar o material para exclusión.

### ELEMENTOS DE FIJACIÓN

El Contratista deberá ofrecer soluciones técnicas para los siguientes casos de fijaciones en vías férreas con carga por eje de 18 ton y una velocidad máx de 80 km/h.

- Para la traviesa de concreto y riel ARA-A-90.
- Para traviesas de madera y riel ARA-A-90.
- Para traviesas de madera para los puentes metálicos y riel ARA-A-90.
- Para traviesas de cambiavías y riel ARA-A-90.

Los elementos de fijación deberán cumplir las siguientes condiciones:

- Tipo gancho metálico que no necesita de graduación ni lubricación durante su colocación ni durante el funcionamiento de la línea.
- Tipo elástico, con capacidad de absorber parcialmente los esfuerzos transmitidos por el riel a la traviesa.
- Acoplamiento gancho-riel con una fuerza mínima de 800 kg garantizada.
- Tipo antivandálico.
- Sin tirafondos ni tornillos, para el caso de traviesa en concreto.
- Tipo no aislante.
- Plaqueta de asiento en polietileno u otro material similar entre el riel y el concreto de la traviesa.

### **Material**

Corresponderá al grado no endurecido, con una resistencia a la tracción entre 56 y 65 Kg/mm<sup>2</sup>.

### **DESARME DE VÍA**

Los trabajos comprenden: el desmantelamiento de la vía existente después de haber lubricado los anclajes tipo perno; el cargue, transporte, descargue y almacenamiento correcto de todos los materiales de la vía antigua (rieles, traviesas, cambiavías y elementos de amarre, excluyendo balasto); y la selección de los

materiales que se puedan reutilizar.

Durante el desarme de la vía en puentes metálicos se deben quitar previamente los elementos metálicos (ángulos, zunchos, etc.) colocados allí para prevenir el corrimiento de las traviesas. La superficie metálica de la viga deberá quedar completamente regular. El Contratista es responsable de la custodia de dichos materiales en locales cerrados o con vigilancia permanente hasta la entrega al Interventor.

#### Cargue y Transporte del Material Reutilizable y no Reutilizable

Todo el material recuperado reutilizable y no reutilizable, después de la selección realizada por el Contratista en el área cerca del lugar de trabajo, deberá ser entregado semanalmente al Interventor mediante inventario que conste en acta suscrita, de la siguiente manera:

- Los rieles se entregarán en el área de selección.
- El pequeño material de vía (eclisas, placas, tirafondos, pernos, tuercas, arandelas, clavos, ganchos DENIK y placas de polietileno) en el almacén del Contratista a lo largo del tramo de trabajo.
- Las traviesas de concreto y las traviesas de madera en el depósito del Contratista a lo largo del tramo de trabajo.
- Los cambiavías (parte metálica) en el depósito del Contratista a lo largo del tramo de trabajo.

### **SOLDADURA ALUMINOTERMICA**

El proceso aluminotérmico se podrá utilizar para: soldar en la vía las juntas de las semi- secciones temporales de las Largas Barras Soldadas (LBS) y para todos los casos en los que el Interventor considere imposible utilizar el procedimiento eléctrico.

Las soldaduras aluminotérmicas serán de tipo "rápido", con moldes prefabricados y precalentamiento activado con oxígeno.

#### **Moldes y Porciones de Soldadura**

##### **Materiales y equipo**

Los moldes deberán ser de tipo prefabricado, sin daños ni fracturas y con secciones apropiadas para rieles ARA-A-90. Se deberán almacenar en sus cajas originales.

Las porciones de soldadura serán del tipo y peso apropiados para aplicar en separaciones de rieles especificadas en el empaque para ARA-A-90 tipo A de acero no tratado (Código UIC 860-0), ó cuando sea el caso, para el riel actual ASCE-7540. Deberán señalar en el empaque (bolsas selladas con impresos) los datos característicos del producto: tipo de soldadura ("rápida"), tipo de riel y de acero, peso de la porción, etc. Se prohíbe el uso de porciones cuyos empaques hayan sido alterados. No se deberá agregar ni retirar ningún otro tipo de producto a las porciones de soldadura. En caso de ser necesario, y solo en casos muy especiales en los que el Interventor reconozca que es inevitable soldar con separaciones mayores que las especificadas, se podrán utilizar porciones de soldadura adicionales.

El precalentamiento se hará mediante un soplete apropiado de oxi-propano.

Se requiere especial cuidado en el almacenamiento del material: las porciones de soldadura y los moldes se almacenarán en un cuarto seco, lejos de materiales inflamables; los cilindros de oxígeno y los de

propano se almacenarán separadamente en cuartos aislados. El equipo de soldadura se puede almacenar en el mismo cuarto en que se guarden las porciones de soldadura y los moldes.

#### Ensayo y control de muestras

- Moldes

Se efectuará una inspección visual de la integridad de cada lote de moldes de soldadura en una muestra aleatoria del 4%.

- Porciones

Se tomarán de cada lote dos porciones seleccionadas por el Interventor y se llevarán a cabo dos soldaduras en dos pares de secciones de riel, cada una de 0,75 m de longitud, de manera que se obtengan dos muestras con sendas juntas soldadas para ser sometidas a los siguientes ensayos.

- Ensayo de Flexión

Las muestras deben someterse al ensayo de flexión, con una carga de 400 kN. Bajo la carga máxima no se presentarán fisuras ni roturas.

- Secciones Internas

Se realizará el ensayo respectivo.

- Dureza Brinell

Se ejecutará el ensayo de dureza Brinell.

#### **Ensayos e inspecciones de fabricación de las porciones de soldadura**

Cada lote de porciones de soldadura suministrado se acompañará con un Certificado expedido por un Instituto Oficial de Pruebas del País del fabricante, en el cual se indiquen los resultados de los siguientes ensayos efectuados en la sección soldada del riel con una de las porciones de los lotes en cuestión:

- Ensayo de flexión
- Dureza Brinell
- Prueba de presencia de azufre con reactivo de impronta de la sección transversal soldada.
- Análisis químico para los contenidos de azufre y fósforo. El análisis químico mostrará contenidos de azufre y fósforo que no excedan, cada uno, el 0,050% y, combinados, el 0,09%.

#### **Aceptación**

##### **Moldes**

Se inspeccionará el 4% de los moldes y si las muestras recolectadas resultan defectuosas, la inspección se extenderá a todo el lote. Los moldes defectuosos se romperán.

## **Porciones de Soldadura**

Si los ensayos efectuados a las porciones arrojan resultados negativos y los Certificados del Instituto Oficial del País del fabricante evidencian contenidos de azufre y fósforo superiores a los prescritos y/o índices de dureza Brinell al margen del intervalo especificado, el lote se rechazará y se retirará del patio.

Los materiales y soldaduras aceptados se marcarán con el sello del Supervisor.

El Contratista suministrará en su propio laboratorio de pruebas todas las máquinas, instrumentos y equipos requeridos para los ensayos especificados.

## **Soldadura de los Rieles**

### **Procedimientos operacionales de la soldadura de los rieles**

La luz entre los extremos del riel a soldarse estará de acuerdo con las especificaciones de la porción de soldadura.

Los extremos del riel estarán perfectamente alineados tanto en el plano horizontal como en el vertical. Para compensar la reducción en la altura debida a la contracción térmica, las dos secciones de los extremos del riel deberán levantarse 1 mm. La alineación se mantendrá durante la soldadura mediante la inserción de cuñas de madera. Los extremos del riel se limpiarán con una grata y todo rastro de humedad se secará utilizando un soplete. La colada de soldadura no deberá vaciarse directamente en el molde sino a través de una boquilla. La escoria se recogerá en una caja apropiada.

El soplete se centrará exactamente en la separación a soldarse y se colocará con el orificio a 40 mm por encima de la superficie de rodamiento del riel.

Durante el calentamiento previo, la presión del oxígeno y del propano será respectivamente de 49 N/cm<sup>2</sup> (5 kg/cm<sup>2</sup>) y de 4,9 N/cm<sup>2</sup> (0,5 kg/cm<sup>2</sup>). El calentamiento previo no durará menos de 6 minutos.

Los datos anteriores son indicativos. Los datos reales estarán de acuerdo con lo establecido por el fabricante de la porción. El cumplimiento a este respecto no exonerará al Contratista de la responsabilidad por la correcta ejecución de la soldadura.

El procedimiento para las operaciones subsiguientes, desde la ignición de la porción hasta el retiro de los moldes, se deja a la experiencia y habilidad del operario.

El sobrante de soldadura en el hongo del riel se puede quitar con un martillo y un cincel o con ayuda de una prensa hidráulica equipada con un cincel debidamente conformado. La operación de cincelado no tendrá como resultado el retiro de material de las partes esenciales de las soldaduras.

Las superficies laterales y la superficie de rodamiento del hongo del riel se desbastarán valiéndose de una esmeriladora hasta obtener el perfil normal del riel.

En las demás partes de la sección del riel se tolerará la presencia de los residuos de burbujas de soldadura.

La junta soldada se limpiará con una grata y se protegerá con pintura anticorrosiva en una longitud de 20 cm.

## **Inspecciones sistemáticas de la soldadura aluminotérmica aplicada**

Las siguientes inspecciones se deberán realizar en las soldaduras ejecutadas en la vía.

- Inspección visual según lo indicado en el párrafo 3.5.3. de este documento.
- Inspección en cuanto a aspecto general de la soldadura.
- Inspecciones mediante aparatos especiales de ultrasonido.
- Ensayo de flexión, ensayo de dureza Brinell cada 1000 soldaduras.

## **Aceptación**

Las soldaduras que resulten defectuosas por las inspecciones y los ensayos descritos volverán a hacerse a expensas del Contratista.

## **EQUIPOS Y MAQUINARIA PARA LA CONSTRUCCIÓN**

### **GENERALIDADES**

El Contratista es libre de utilizar métodos de construcción y maquinaria adecuados según su propio criterio, tales que permitan realizar las obras en los plazos contractuales y con los estándares técnicos prescritos en las presentes Especificaciones Técnicas. Sin embargo y solamente a título indicativo, enseguida se proporciona un tipo de organización básica que podrá servir de guía al Contratista para realizar los trabajos.

### **Logística**

El Contratista deberá tener un lugar para alojar a su propio personal y a quienes conforman la Supervisión. Deberá disponer de oficinas, uno o más laboratorios equipados, vehículos tipo campero y las demás instalaciones y seguridades detalladas en el documento de Especificaciones para la Infraestructura.

### **Canteras de Préstamo para Balasto**

El Contratista deberá ubicar las canteras de material rocoso adecuado para la producción del balasto para la vía férrea y los agregados para el concreto.

La(s) cantera(s) deberá(n) estar equipadaa(s) con toda la maquinaria necesaria para la perforación de los bancos de roca, el cargue de las rocas, transporte, trituración, tamizado y eventual lavado, almacenamiento y transporte por carretera o ferrocarril hasta la estación más cercana a las obras (para el balasto), o hasta el lugar de uso (para los agregados).

### **Transporte de Materiales por Vía Férrea**

El Contratista será el único responsable del transporte de materiales por vía férrea, tanto de los materiales que se colocarán en obra, como de los que serán retirados de la obra. El Contratista deberá, por tanto, equiparse con los medios de tracción y con todos los vagones y demás vehículos férreos necesarios.

## **ESPECIFICACIONES PARA EL MANTENIMIENTO**

### **Vigilancia técnica de la vía, recorridos periódicos**

El ingeniero de la sección debe recorrer a pie todo el sector a su cargo, cada seis meses como mínimo. El inspector cada tres meses y el caporal cada quince días.

### **Relación entre material rodante y vía**

Ancho de la vía: 914 mm.

Ancho mínimo: 910 mm.

Ancho máximo: 952 m.m.

### **Plataformas y terracerías-desagues**

La humedad en vecindad de la vía férrea es muy nociva y atenta contra la estabilidad de la plataforma. Por lo tanto, todo los dispositivos de drenaje (cunetas, drenes, drenes colectores, colectores, filtros, drenes verticales, etc.) y de saneamiento en general deben vigilarse y mantenerse adecuadamente.

### **Mantenimiento y vigilancia de los rieles y de las zonas de embridado**

Defectos que impone cambio inmediato de los rieles:

- Rieles rotos.
- Rieles desgastados verticalmente: 10 mm.
- Rieles desgastados lateralmente: 14 mm.
- Rieles desgastados en el alma: 3mm.
- Rieles torcidos en el plano vertical o en el plano horizontal.
- Rieles fisurados o averiados
- Rieles desgastados en la zona de embridado.
- Rieles desgastados en la parte inferior del patín: máximo 2 mm.
- Rieles dañados en las alas del patín.
- Rieles multiperforados en el alma: no debe existir perforaciones salvo en el embridado a menos de 2 metros.

### **Verificación y corrección de la trocha de la vía**

La trocha es la distancia entre la cabeza de los 2 rieles, medida 10 mm debajo del hongo del riel. Esta trocha debe ser:

914 mm en recta y en radios > 125 metros.

929 mm en curva en  $80 < R < 125$  metros.

939 mm en curvas con  $R < 80$  metros.

Para pasar de una trocha a otra, se debe hacer dicha transición de 1 mm por traviesa en traviesas de concreto, salvo el caso de cambio de trocha, no debe hacer variaciones de trocha.

## **Mantenimiento y vigilancia de las plataformas, terracerías y desagües- matamaleza**

En la mayoría de los casos, los problemas que aparecen en las plataformas o en las terracerías en general, son debidos a la presencia de agua en exceso en el interior del terreno, daños que son aumentados por el movimiento vertical de las traviesas, que actúan como bombas, lo que favorece la subida de la arcilla y la contaminación del balastro. Esto conlleva inevitablemente a la destrucción mas o menos rápida de la nivelación, de la alineación y de los elementos constitutivos de la carrilera. En los taludes y terraplens los daños en general aparecen como derrumbes o hundimientos.

Es decir que, de una manera general, es necesario eliminar al máximo el agua que puede invadir la plataforma o terracerías, con la construcción, vigilancia y conservación de obras de drenaje tales como cunetas, drenes, colectores, alcantarillas, filtro, etc. En todo tiempo deben estas obras de drenaje permanecer limpias y en adecuado servicio, haciendo las limpiezas necesarias. El control de la hierba y de las malezas puede hacerse bien sea a mano, o por riego de productos herbicidas que matan las plantas por acción química. Es preferible esta segunda opción. En ningún momento debe haber maleza en el ancho de la plataforma, aproximadamente 6 metros.

## **LIBERACIÓN DE TENSIONES**

Al montar y fijar la vía a temperaturas diferentes, las tensiones que se crean en los carriles son distintas en cada tramo de la vía y esto puede dar lugar a los siguientes problemas:

- Pandeo de la vía por los esfuerzos de compresión en un tramo cuya temperatura de fijación haya sido muy baja y suba posteriormente.
- Desplazamientos laterales diferenciales que producen serpenteo en el carril y que disminuyen la comodidad de los viajeros y la estabilidad de las mercancías.
- Incremento del riesgo de rotura de carril, si se suma a otras causas, en un tramo de vía cuya temperatura de fijación haya sido muy alta y baje posteriormente a temperaturas mínimas.

La finalidad de la liberación de tensiones es conseguir que la temperatura de fijación de los carriles a lo largo de la barra larga definitiva sea igual o muy parecida y que dicha temperatura quede situada entre ciertos límites para lograr que tanto los esfuerzos de compresión con temperaturas máximas, como los de tracción con temperaturas mínimas sean admisibles. Esta temperatura ideal se considera experimentalmente como la que resulta de añadir 5°C a la media de las temperaturas extremas del carril en cada región y se denomina temperatura de neutralización.

La liberación de tensiones se lleva a efecto igualando las existentes en dos semi-barras, separadas por una cala central, con sus extremos constituidos por puntos fijos; lograda esta igualdad es necesario conseguir que ambas semi-barras alcancen la temperatura de neutralización  $\pm 5^{\circ}\text{C}$ , o bien lograr que la longitud de cada semi-barra sea la que corresponda a dicha temperatura, en cuyo momento se suelda la cala central.

## **LIBERACIÓN DE LAS TENSIONES CON TENSORES HIDRÁULICOS DE RIELES**

Este procedimiento se basa en el hecho de que la longitud que adquiere libremente una barra de riel a una determinada temperatura se puede obtener, con temperaturas inferiores, alargando la barra por tracción aplicada en uno de sus extremos si está suficientemente fijo el otro extremo.

Para ello es necesario que la libre dilatación del carril no quede entorpecida por la fijación ni por rozamientos y que a lo largo de la barra larga provisional la temperatura sea homogénea.

Las distintas etapas que este procedimiento requiere realizar, son las siguientes:

- Elección de la longitud a liberar.
- Constitución de los puntos fijos.
- Punto de aplicación de los tensores.
- Aflojado de la clavazón.
- Dilatación libre del carril.
- Dimensionado de la cala central. Marcas de carril y traviesas.
- Tensado del carril.
- Soldeo de las semi-barras.
- Apretado de la sujeción.

### ELECCIÓN DE LA LONGITUD A LIBERAR

La longitud a liberar queda limitada por los rozamientos del carril con la traviesa. Para disminuirlos se colocan rodillos entre ambos. Tampoco se debe realizar en una sola operación si las barras provisionales están situadas en zonas soleadas y de sombra, salvo que sean de pequeña longitud.

La longitud máxima que se autoriza para liberar con este procedimiento es:

En recta y en curvas de radio mayor de 1.200 m: semi-barras de 600 metros.

En curvas entre 500 y 1.200 m de radio, la longitud máxima de cada semi-barra se establecerá por la siguiente fórmula:

$L_{sb} = 250 + 0,5 (R - 500)$ , (l) en la que:

$L_{sb}$  = longitud máxima de cada semi-barra en metros.

R = radio de la curva en metros.

Salvo en situaciones justificadas deben liberarse los dos hilos de la vía a la vez. Las longitudes máximas de las semi-barras no se pueden incrementar, en ningún caso, ni aun por compensación de la menor longitud que pueda tener la otra semi-barra.

### CONSTITUCIÓN DE LOS PUNTOS FIJOS

Se materializan en los extremos exteriores de cada semi-barra y de la siguiente forma:

- Se afloja la fijación de la traviesa que se designa como Punto Rojo.
- Se aprieta correctamente la fijación de las 20 traviesas exteriores y de las 40 interiores más próximas al punto fijo, como mínimo.
- Los puntos fijos deben quedar a no más de 60 metros de los aparatos de dilatación.

### PUNTOS DE APLICACIÓN DE LOS TENSORES

Se situarán en los extremos de las dos semi-barras a liberar que forman la cala central. Deben quedar aproximadamente centrados, por lo que ambas semi-barras deben tener igual longitud.

## AFLOJADO DE LA SUJECIÓN

Para evitar el pandeo del carril desclavado, se comenzará esta operación en la cala central hacia los puntos fijos, aflojando la clavazón hasta la mitad del enroscado de los tirafondos o tornillos (en ciertos tipos de sujeción será necesario desclavar totalmente).

Esta operación debe realizarse simultáneamente en todas las semi-barras.

## DILATACIÓN LIBRE DEL CARRIL

Para permitir que el carril dilate lo más libremente posible es necesario, además de aflojar la sujeción, colocar rodillos entre el carril y la traviesa y golpearlo posteriormente con mazos de madera o de plástico duro, de 5 kilogramos de peso mínimo, en sentido de cala central a puntos fijos y regreso.

## DIMENSIONADO DE LA CALA CENTRAL

Tan pronto se termine de macear el carril se procede a tomar la temperatura,  $t_n$ , del carril; de estar comprendida en la gama de neutralización se procederá a dimensionar la cala central conforme al procedimiento de soldadura empleado. Inmediatamente después se soldará y se apretará la sujeción.

La temperatura de liberación de la barra será la del carril en el momento del soldeo. En otro caso, la dimensión de la cala central queda definida por la siguiente fórmula:

$C = 0,0115 (t_n - t_c) (L_1 + L_2) + s$ , en la que:

- C dimensión de la cala central en milímetros.
- $t_n$  temperatura de neutralización en grados centígrados.
- $t_c$  temperatura del carril.
- $L_1$  Longitud de la semi-barra anterior en metros.
- $L_2$  Longitud de la semi-barra posterior en metros.
- S cala de soldeo en mm según el procedimiento empleado (ver NRV 3-3-2.5.).

El primer término del segundo miembro de la fórmula corresponde a la dilatación teórica del conjunto de las dos semi-barras al pasar de  $t$  a  $t_n$  grados centígrados.

Naturalmente la cantidad a cortar a una de las semi-barras será la diferencia entre C y la separación real en dicho momento.

Puede ocurrir que dicha cala real sea mayor que e en cuyo caso es necesario soldar un cupón de la longitud mínima que determine el tipo de la línea.

## TENSADO DEL CARRIL

Terminado el marcaje del carril y el dimensionado de la cala central se procede a someter a las semi-barras a un esfuerzo de tracción tal que estas alcancen la longitud que tendrían a la temperatura de neutralización. Para ello se utilizan los tensores hidráulicos de rieles.

## SOLDEO DE LAS SEMIBARRAS

Conseguido el alargamiento de las semi-barras previsto se procede al soldeo de las juntas. Los tensores de carril no deben retirarse hasta pasada media hora de la soldadura (mínimo 20 minutos) y una vez que

esté apretada la sujeción conforme se indica en el apartado siguiente.

### APRETADO DE LA SUJECIÓN

Se comienza a apretar la fijación de las semi-barras tan pronto se termina el tensado de carriles. La operación es simultánea con el soldeo de la cala central, de acuerdo con las siguientes prescripciones:

Se quitan los rodillos y se reponen las placas que se hayan quitado anteriormente en dirección de la cala central a los puntos fijos.

- Se comienza a apretar la clavazón treinta traviesas después de la cala central a razón de una traviesa de cada tres.
- Veinte minutos después de soldar se aprietan las 60 traviesas del entorno de la cala central.
- Una vez apretadas estas 60 traviesas y una de cada tres en un mínimo de 30 metros a cada lado, se pueden retirar los tensores.
- Se aprieta la fijación del resto de las traviesas.

### **SUJECIONES DE VÍA**

Los requisitos de la entidad respecto a las sujeciones a instalar como una de las actividades del mejoramiento de vía se refieren a suministrar e instalar sujeciones diseñadas con clip elástico fabricado de barra de acero con la capacidad para soportar cargas pesadas en vías con superestructura compuesta por traviesas de concreto sobre vías balastadas.

Las sujeciones de vía exigidas podrán ser suministradas por cualquier fabricante de sujeciones ferroviarias. Sin embargo, deberán cumplir con las especificaciones AREMA establecidas en el Volumen 1 - Parte 2 - Numeral 2.6:

- Test 5A: Carga Vertical hacia arriba
- Test 5B: Fijación Longitudinal
- Test 5C: Carga Repetida (Carga lateral y vertical)
- Test 5D: Fijación Lateral
- Test 5E: Prueba torsional

La aprobación de las pruebas requeridas por la norma AREMA se verificará por parte de la supervisión y la interventoría del Contrato para lo cual, el proveedor y/o el fabricante deberá demostrar a través de una certificación por parte de AREMA que sus sujeciones cumplen con lo establecido. No obstante, la certificación podrá indicar que las sujeciones a suministrar fueron o están siendo instaladas en Estados Unidos a partir del 2006 (Año en que fueron actualizadas las pruebas).

### **AUSCULTACION ULTRASONICA DE LOS RIELES DE LA VIA**

La auscultación ultrasónica de los rieles tiene como objetivo el descubrimiento de fisuras internas en los rieles antes de la ruptura de los mismos. Generalmente, los defectos internos en los rieles no detectables son fisuras de fatiga que tienen su nacimiento en inclusiones no metálicas o en cadenas de inclusión situadas a diez milímetros aproximadamente bajo la superficie de rodamiento del hongo del riel.

Las fisuras horizontales y sobre todo las fisuras transversales, se desarrollan completamente en el interior del hongo e implican la ruptura antes de cualquier manifestación exterior. A estos defectos se puede agregar el

“shelling” en el riel alto de las curvas que puede degenerar en fisuración transversal , pera que no se manifiesta generalmente por la aparición de manchas negruzcas visibles en el redondeado del hongo Las fisuras del alma y de los redondeados de empalme son prácticamente invisibles. Finalmente, los defectos de soldadura, bastante frecuentes, son en general indetectables a la vista.

## NIVELACION Y ALINEACION

Esta actividad consiste en regularizar la nivelación longitudinal y transversal de la vía conforme a las cotas establecidas en el trazado original.

Consiste en dejar en un mismo plano la superficie de rodado de ambos rieles de la vía férrea en el tramo considerado, eliminando los puntos bajos (nivelación de las vías) y dejar en línea la cara interna de la cabeza de uno de los rieles de la vía a la profundidad de la línea de trocha (16 mm. debajo de la superficie de rodadura), en el caso de una vía en recta, o con curvatura (flechas) uniforme el carril exterior en caso de una vía en curva (alineación de la vía).

Comprende las siguientes operaciones:

i) Retiro del balasto en ambas caras extremas del o de los durmientes (hombros de la vía) que deben ser levantados, para eliminar puntos bajos (golpes) y/o desplazados lateralmente para corregir desalineaciones. En el primer caso se retirarán, además, el lastre en los cajones adyacentes, desde el extremo de los durmientes y hasta 0,50 m. del riel hacia el interior de la vía, de manera de dejar descubierta la base de los durmientes.

ii) Levante del riel mediante gatos mecánicos o hidráulicos debajo del mismo hasta llegar a la altura requerida, que se verificará mediante nivel óptico y niveleta.

iii) Colocación de balasto, según sea el caso, debajo de los durmientes que se levantan y compactación del mismo utilizando la bateadora manual.

iv) Alineación de uno de los carriles en el caso de rectas, y del carril exterior, en el caso de curvas, de acuerdo al método de las cuerdas.

v) Restitución del perfil de la vía, compactando los hombros de ella.

### a) Alineación de la Vía

La alineación, respecto de la flecha medida en el punto medio de una cuerda de largo "L" (en metros), debe estar dentro de los límites establecidos en la siguiente tabla:

Velocidad Máxima Admisible (km/h)	Desviaciones en Vía Recta [mm]		Desviaciones en Vía Curva [mm]	
	L = 20 m	L = 10 m	L = 20 m	L = 10 m
20	100	25	100	25
40	60	15	60	15
65	45	11	45	11
100	38	9	38	9

130	19	5	15	4
160	12	3	9	3

## b) Nivelación de la Vía

La nivelación de la vía debe mantenerse dentro de los límites (en milímetros) establecidos en la tabla que se indica a continuación.

Concepto	Velocidad Máxima Admisible (km/h)					
	20	40	65	100	130	160
La desviación del peralte en una curva de enlace respecto al diseño no puede ser mayor que [mm]	15	14	11	7	5	4
La variación del nivel transversal entre dos secciones separadas a 10 metros de distancia en una curva de enlace, no puede ser mayor que en [mm]	45	41	30	25	19	12
La desviación respecto de un nivel transversal cero en cualquier punto de una vía en recta o respecto al peralte de diseño en el tramo circular no puede ser mayor que [mm]	23	21	17	12	9	5
La diferencia en el nivel transversal entre dos puntos, distanciados a menos de 10 metros, en vías en recta y en curvas circulares, no puede ser mayor que [mm]	23	21	17	12	9	6

## TRABAJOS COMPLEMENTARIOS

Además de las obras que tratan las especificaciones técnicas, se deberá tener en cuenta, entre otros, los siguientes trabajos complementarios:

### Encajonar balasto

Consiste en rellenar los cajones de la vía (espacio entre traviesas) con el balasto necesario, mediante pala para efectuar los sucesivos levantes y rectificaciones de la vía (alineación y nivelación de la vía).

### Rocería y riego químico

Esta actividad consiste en cortar los arbustos en el ancho del corredor férreo y desmalezar tres (3) m a cada lado del eje de la vía. Este trabajo permite una buena visibilidad para el tráfico de trenes y evita la colmatación del balasto.

### Corte de rieles a maquina

Consiste en cortar rieles en sentido transversal utilizando cortadora o maquina tronadora de rieles para el reemplazo de secciones de rieles defectuosas o para ejecutar la liberación de tensiones cuando sea requerido. No debe utilizarse hojas de sierra a fricción para cortar rieles que van a ser posteriormente

eclisados.

### **Trochar Vía**

Consiste en rectificar la trocha de la vía (distancia entre las caras internas opuestas de la cabeza de ambos carriles de la vía, a 16 mm de profundidad debajo de la superficie de rodado) en aquellos puntos donde excede en 3 mm respecto a los durmientes adyacentes o su valor excede de las tolerancias admisibles en obras de mantenimiento de vías férreas (+ 6 mm y - 3 mm en vías en recta y curvas sin ensanche y  $\pm$  3 mm en curvas con ensanche). En ambos casos, se dejará la trocha a un valor igual al promedio de las trochas de los durmientes adyacentes.

### **Instalaciones**

Las edificaciones deberán ser de materiales resistentes, adecuados para su uso, higiénicas y dotados de los servicios indispensables para su buen funcionamiento.

El Contratista se responsabilizará del aseo y mantenimiento de las instalaciones, de mantener los accesos en buen estado, de manera que los vehículos, maquinaria y personal puedan transitar sin interrupciones, durante todo el tiempo de duración de los trabajos.

### **Vías de acceso**

El Contratista tiene la obligación de colocar en los sitios apropiados las señales necesarias para prevención de accidentes por movimiento de equipos a través de la línea férrea y de sus vías de acceso. El tipo de señalización a aplicar debe cumplir con la normatividad vigente sobre señalización de carreteras, del INVIAS.

### **Suministro de Agua**

Toda el agua necesaria para la ejecución de las obras se obtendrá de puntos de abastecimiento actual existentes y/o de los suministros urbanos de la región a la elección del Contratista, siempre que el agua cumpla con las especificaciones.

### **Control de Aguas**

El Contratista, durante la construcción, deberá efectuar todas las operaciones necesarias para mantener en seco las excavaciones que se ejecuten para la construcción de las obras objeto del contrato. Para efectos de la aplicación de la presente especificación no se considerará control del agua a las rectificaciones que se hagan con carácter permanente a los cauces naturales de arroyos, quebradas y ríos, las cuales deberán construirse de acuerdo con los planos de construcción o las instrucciones específicas del caso que emita el Contratista.

El Contratista deberá suministrar el equipo, elementos necesarios y el personal adecuado para instalar tuberías, operar los equipos y mantener las excavaciones razonablemente libres de agua durante la construcción, de acuerdo con lo definido en el diseño. El Contratista deberá tener disponible en todo tiempo y en buenas condiciones de trabajo los equipos de bombeo para todas las contingencias que puedan presentarse y dispondrá también de operarios y mecánicos competentes para su operación.

El Contratista deberá tener el cuidado suficiente de ejecutar las obras y trabajos de control del agua durante la ejecución de las obras de construcción y/o rehabilitación, de tal manera que no ocasionen daños ni perjuicios a la banca de la línea férrea ni a terceros, a excepción del caso de invasiones abusivas

que impidan el espacio natural para la realización de los trabajos y será el único responsable por los daños que se produzcan a causa de estos trabajos.

El Contratista deberá ejecutar todas las obras provisionales y trabajos que sean necesarios para desaguar y proteger contra inundaciones las zonas de construcción de la obra, las zonas de préstamo y demás zonas donde la presencia de aguas afecte la calidad o la economía de la construcción, rehabilitación o la conservación de las obras.

### **Seguridad Industrial**

El Contratista debe cumplir todas las normas de seguridad de las entidades oficiales, así como sus códigos para edificaciones y construcciones, y muy especialmente la resolución No. 02413 de 1.979 emanada del Ministerio de Trabajo y Seguridad Social, "REGLAMENTO DE HIGIENE Y SEGURIDAD PARA LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN" y las que las sustituyan o modifiquen.

El Contratista asumirá y será responsable de la seguridad del personal y equipo que pertenezca a la obra, del personal y equipo que esté en tránsito o de visita en la obra, velando por el cumplimiento de las regulaciones pertinentes para la segura ejecución de la obra. El Contratista deberá elaborar, previo al inicio de las obras, un plan detallado del manejo de la Seguridad Industrial.

Durante la ejecución de los trabajos, el Contratista deberá mantener en buen estado de limpieza los diversos frentes de la obra, para lo cual efectuará la limpieza requerida con una periodicidad adecuada. Al finalizar cualquier parte de los trabajos, el Contratista retirará prontamente todo su equipo, construcciones provisionales y sobrantes de materiales que no hayan de ser usados más tarde en el mismo sitio o cerca de él, para la ejecución de otras partes de la obra; desechará satisfactoriamente todos los sobrantes y basuras que resulten de los trabajos y dejará el sitio en perfectas condiciones de orden y aseo.

Antes de iniciar los trabajos el Contratista deberá instruir a su personal sobre los riesgos y peligros a los cuales estará sometido al laborar sobre la vía férrea en operación. Será su responsabilidad mantener informado al personal sobre el movimiento de trenes.

El Contratista deberá emplear personal calificado que se encargará de alertar al personal que trabaja sobre o en proximidades de la vía férrea, sobre el movimiento o proximidad de trenes, así como instruirlos sobre el método para detener trenes en caso de algún accidente o emergencia que ponga en peligro la seguridad del tren y del personal del Contratista. El Contratista deberá suministrar a los visitantes, a sus obreros y empleados que trabajan sobre la vía férrea la indumentaria necesaria como cascos de protección, botas y vestidos de color vistoso, que pueda ser distinguida fácilmente por la tripulación de los trenes.

Los materiales que se utilicen se almacenarán adecuadamente, depositándolos debidamente demarcados mediante cinta reflectiva, a una distancia prudente de la vía férrea en sitios de poco tránsito, dejando pasillos o zonas accesibles entre los arrumes que no interfieran en ningún momento con la ejecución de las obras como tampoco con el movimiento de los trenes en los períodos asignados.

Todo el personal del Contratista y todas las personas comprometidas en los trabajos de rehabilitación deberán conocer y cumplir todas las normas de seguridad, las cuales también hacen parte de estas especificaciones. Además, el Contratista deberá mantener en lugar visible para sus obreros y empleados todas las normas de seguridad que estos deben cumplir mientras se encuentren trabajando bajo sus órdenes en los trabajos de rehabilitación y mantenimiento de la vía.

### **Alumbrado y Trabajo Nocturno**

Cuando los trabajos se realicen sin iluminación natural suficiente, el Contratista suministrará iluminación eléctrica en todos los sitios de trabajo, para lo cual debe contar con los equipos de potencia propios o redes para conectar al sistema eléctrico local. La utilización de fuentes de energía del sistema eléctrico nacional debe contar con autorización de la entidad competente en la zona de trabajo y la obtención de los permisos o licencias es responsabilidad del Contratista.

### **Transporte**

El personal del Contratista que se transporte sobre la vía férrea en carrmotores de su propiedad deberá cumplir con el reglamento para la movilización de trenes (RMT) del Contratista.

El transporte de rieles, traviesas, tuberías, postes y otros elementos se hará asegurándolos en forma adecuada. Si alguno de estos elementos sobresale longitudinalmente del vehículo, se colocarán avisos indicativos y banderas rojas en los extremos sobresalientes. No se permitirá el transporte de elementos que sobresalgan hacia los lados del vehículo o que no cumplan los gálibos mínimos existentes en los puentes.

El personal destinado al manejo de los rieles, traviesas, tubos, postes y otros elementos estará provisto de guantes, delantales, calzado de seguridad y palancas adecuadas. Si se trabaja con grúas o equipos de alce, una persona vigilará el izado y los giros con el fin de evitar accidentes.

El Contratista será responsable del manejo, transporte y disposición de toda sustancia que presente peligro de contaminación al ambiente o pueda causar perjuicio a las personas. El Contratista deberá siempre seguir las instrucciones de los fabricantes y las regulaciones colombianas sobre manejo, transporte, disposición y almacenamiento de estos materiales o sustancias y será responsable por cualquier daño, perjuicio o reclamos que se causen por su mala manipulación.

### **Informe de Accidentes**

El Contratista será responsable de los accidentes que se presenten sobre su tramo de vía férrea o durante la ejecución de los trabajos, en el caso de accidente o muerte de algún miembro de su personal.

El Contratista informará al Interventor acerca de cualquier accidente que ocurra en la ejecución de los trabajos y que ocasione muerte o perjuicio a cualquier persona o daño a la propiedad del Contratista o de terceros y en todos los casos de enfermedad profesional que ocurran en la ejecución de los trabajos. El Contratista tendrá un plazo de 24 horas para suministrar el informe de los datos que le exija el Interventor.