

## **2.5 ESPECIFICACIONES TECNICAS DE USO Y DE REPOSICION DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL**

# ***ESPECIFICACIONES TECNICAS***



## PRECISIONES

La ejecución del presente trabajo, corresponde a partidas propias de infraestructura vial, por lo que en el desarrollo de las especificaciones para su cumplimiento durante el proceso de ejecución de obra, se deberá tener especial observancia, del Manual de Carreteras "MC-01-13 Especificaciones Técnicas Generales para Construcción - EG-2013 - (Versión Revisada - JULIO 2013)".

En función de la tipología de trabajos que comprende la INSTALACION DE SEÑALIZACION TIPO PORTICO Y TIPO BANDERA, se adjuntan las especificaciones que corresponden a cada trabajo, en caso que no se haya contemplado, recurriremos a los manuales vigentes del Ministerio de Transporte y Comunicaciones, que complementen las especificaciones adjuntas, como también a las especificaciones precisadas en los planos del presente proyecto.

La actividad o partida principal es: "Señales informativas" de tipo pórtico y tipo bandera, siendo consideradas como sub partidas las siguientes actividades o trabajos.

- Partida 101 Movilización y desmovilización de equipo.
- Partida 102 Topografía y georreferenciación.
- Partida 103 Mantenimiento de tránsito temporal y seguridad vial.
- Partida 501 Excavación para estructuras en material común en seco.
- Partida 505 Rellenos para estructuras.
- Partida 803.01 Acero de refuerzo.
- Partida 803.02 y 803.03 Concreto estructural.
- Partida 803.04 Señales informativas.
- Partida 807 Barreras de Seguridad (Guardavías metálicos).

Respecto a la pintura de los componentes metálicos, ésta corresponderá al sistema 1, del Especificaciones Técnicas de Pinturas para Obras Viales, y para los elementos de concreto con superficie caravista (columnas), se deberá emplear dos manos de pintura satinada.

Respecto a la altura de las señales, se ha considerado un gálibo de 6.20 metros, excepcionalmente en la ejecución esta puede ser modificado hasta 5.50 metros, con la debida justificación técnica, modificación que deberá ser aprobada antes de su ejecución.

A continuación adjuntamos las especificaciones técnicas para cada actividad, especificaciones técnicas aprobadas por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones, que corresponden al desarrollo de los trabajos de suministro e instalación de paneles informativos tipo pórtico y tipo bandera en las carreteras y progresivas indicadas, las mismas que son complementarias con los planos del presente expediente. Asimismo se adjuntan especificaciones generales respecto a Capacitaciones y Educación Ambiental, como Programa de prevención de pérdidas y respuesta ante emergencias, que deberá implementar el ejecutor del proyecto.

## Sección 101

### Partida 101

## MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS

### Descripción

**101.01** Esta partida comprende el transporte de maquinaria y equipos al lugar donde se desarrollará la obra antes de iniciar y la desmovilización al finalizar los trabajos. La movilización incluye la obtención y pago de permisos y seguros correspondientes.

### Consideraciones Generales

El traslado del equipo pesado se puede efectuar en camiones de cama baja, mientras que el equipo liviano puede trasladarse por sus propios medios, llevando el equipo liviano no autopropulsado como herramientas, martillos neumáticos, vibradores, etc.

El Contratista antes de transportar el equipo mecánico ofertado al sitio de la obra deberá someterlo a inspección de la Entidad dentro de los 30 días después de otorgada la Buena Pro y antes de la firma del Contrato. Este equipo será revisado por el Supervisor en la obra y de no encontrarlo satisfactorio en cuanto a su condición y operatividad deberá rechazarlo en cuyo caso el Contratista deberá reemplazarlo por otro similar en buenas condiciones de operación. El rechazo del equipo no podrá generar ningún reclamo por parte del Contratista.

El Contratista sólo podrá optar por transportar un equipo diferente al ofertado, mediante autorización expresa del Supervisor y la Entidad Licitante.

El Contratista no podrá retirar de la obra ningún equipo sin autorización escrita del Supervisor.

La partida incuye los trabajos de instalación y desinstalacion de las Plantas Industriales.

### Medición

**101.02** La movilización se medirá en forma global. El equipo a considerar en la medición será solamente el que ofertó el Contratista en el proceso de licitación.

### Pago

**101.03** Las cantidades aceptadas y medidas como se indican a continuación serán pagadas al precio de Contrato de la partida 101 "Movilización y Desmovilización de Equipo". El pago constituirá compensación total por los trabajos prescritos en esta sección y según la Subsección 07.05.

El pago global de la movilización y desmovilización será de la siguiente forma:

- (a) Hasta el 50% del monto global será pagado cuando haya sido concluida la movilización a obra y se haya ejecutado por lo menos el 5% del monto del contrato total, sin incluir el monto de la movilización.

- (b) Hasta el 50% restante de la movilización y desmovilización será pagada cuando se haya concluido el 100% del monto de la obra y haya sido retirado todo el equipo de la obra con la autorización del Supervisor.

Item de Pago	Unidad de Pago
101. Movilización y Desmovilización de Equipo	Global (Gb)



## Seccion 102

### Partidas 102.1 y 102.2

## TOPOGRAFIA Y GEOREFERENCIACION - TRAZO Y REPLANTEO PERMANENTE EN OBRA

### Descripción

**102.01** Basándose en los planos y levantamientos topográficos del Proyecto, sus referencias y BMs, el Contratista procederá al replanteo general de la obra, en caso de encontrarse diferencias entre lo indicado en el proyecto y las condiciones reales encontradas en el terreno, el Contratista comunicará el hecho al Supervisor, quién dependiendo de la magnitud del hecho y del nivel de decisión que tiene, ordenará al Contratista a ejecutar los ajustes correspondientes o en su defecto elevará el hecho a la Entidad, emitiendo opinión, para el pronunciamiento del proyectista. El Contratista será el responsable del replanteo topográfico que será revisado y aprobado por el Supervisor, así como del cuidado y resguardo de los puntos físicos, estacas y monumentación instalada durante el proceso del levantamiento del proceso constructivo.

El Contratista re-monumentará los PI's y/o referencias, así como los puntos de control topográfico, estableciendo en cada uno de ellos sus coordenadas en sistema UTM. Para los trabajos a realizar dentro de esta sección el Contratista deberá proporcionar personal calificado, el equipo necesario y materiales que se requieran para el replanteo estacado, referenciación, monumentación, cálculo y registro de datos para el control de las obras.

La información sobre estos trabajos, deberá estar disponible en todo momento para su revisión y control por el Supervisor.

El personal, equipo y materiales deberán cumplir con los siguientes requisitos:

(a) Personal: Se implementarán cuadrillas de topografía en número suficiente para tener un flujo ordenado de operaciones que permitan la ejecución de las obras de acuerdo a los programas y cronogramas. El personal deberá estar suficientemente tecnificado y calificado para cumplir de manera adecuada con sus funciones en el tiempo establecido.

Las cuadrillas de topografía estarán bajo el mando y control de un Ingeniero especializado en topografía con la experiencia indicada en las Bases de Licitación, con conocimiento pleno de programa de diseño de carreteras.

(b) Equipo: Se deberá implementar el equipo de topografía necesario, capaz de trabajar dentro de los rangos de tolerancia especificados. Así mismo se deberá proveer el equipo de soporte para el cálculo, procesamiento y dibujo.

(c) Materiales: Se proveerá suficiente material adecuado para la cimentación, monumentación, estacado, pintura y herramientas adecuadas.

## Consideraciones Generales

**102.02** Antes del inicio de los trabajos se deberá coordinar con el Supervisor sobre, el sistema de campo a emplear, la monumentación, sus referencias, tipo de marcas de las estacas, colores y el resguardo que se implementará en cada caso. Los trabajos de topografía y de control estarán concordantes con las tolerancias que se dan en la Tabla N° 102-1.

**Tabla 102-1**

Tolerancias para trabajos de Levantamientos Topográficos, Replanteos y Estacado en Construcción de Carreteras

Tolerancia Fase de trabajo	Tolerancia Fase de trabajo	
	Horizontal	Vertical
Georeferenciación	1:100.000	± 5 mm
Puntos de Control	1:10.000	± 5 mm
Puntos del eje, (PC), (PT), puntos en curva y referencias	1:5.000	± 10 mm
Otros puntos del eje	± 50 mm	± 100 mm
Sección transversal y estacas de talud	± 50 mm	± 100 mm
Alcantarillas, cunetas y estructuras menores	± 50 mm	± 20 mm
Muros de contención	± 20 mm	± 10 mm
Límites para roce y limpieza	± 500 mm	–
Estacas de subrasante	± 50 mm	±10 mm
Estacas de rasante	± 50 mm	± 10 mm

Los formatos a utilizar serán previamente aprobados por el Supervisor y toda la información de campo, su procesamiento y documentos de soporte serán de propiedad de la Entidad una vez completados los trabajos. Esta documentación será organizada y sistematizada de preferencia en medios electrónicos.

Los trabajos en cualquier etapa serán iniciados solo cuando se cuente con la aprobación escrita de la Supervisión.

Cualquier trabajo topográfico y de control que no cumpla con las tolerancias anotadas será rechazado. La aceptación del estacado por el Supervisor no releva al Contratista de su responsabilidad de corregir probables errores que puedan ser descubiertos durante el trabajo y de asumir sus costos asociados.

Cada 500m. de estacado se deberá proveer una tablilla de dimensiones y color contrastante aprobados por el Supervisor en el que se anotará en forma legible para el usuario de la vía la progresiva de su ubicación.



### Requerimientos para los Trabajos

**102.03** Los trabajos de Trazo y Replanteo y Georeferenciación comprenden los siguientes aspectos:

(a) Georeferenciación:

La georeferenciación se hará estableciendo puntos de control geográfico mediante coordenadas UTM y topográficas. Los puntos seleccionados estarán en lugares cercanos y accesibles que no sean afectados por las obras o por el tráfico vehicular y peatonal. Los puntos serán monumentados en concreto con una placa de bronce en su parte superior, en la que se definirá el punto por la intersección de dos líneas. Estos puntos servirán de base para todo el trabajo topográfico y a ellos estarán referidos los puntos de control y los del replanteo de las obras.

(b) Puntos de Control:

Los puntos de control horizontal y vertical que puedan ser afectados por las obras deben ser reubicados en áreas en que no sean disturbadas por las operaciones constructivas. Se deberán establecer las coordenadas y elevaciones para los puntos reubicados antes que los puntos iniciales sean disturbados.

El ajuste de los trabajos topográficos será efectuado con relación a dos puntos de control geográfico contiguos, ubicados a no más de 5 km

(c) Sección Transversal

Las secciones transversales del terreno natural deberán ser referidas al eje de la carretera. El espaciamiento entre secciones no deberá ser mayor de 20 m. en tramos en tangente y de 10 m. en tramos de curvas. En caso de quiebres significativos en la topografía se tomarán secciones adicionales (fraccionarias) en los puntos de quiebre así como en el caso de ubicación de Obras de Arte y Drenaje.

Se tomarán puntos de la sección transversal con la suficiente extensión para que puedan entrar los taludes de corte y relleno hasta los límites que indique el Supervisor. Las secciones además deben extenderse lo suficiente para evidenciar la presencia de edificaciones, cultivos, línea férrea, canales, etc.; que por estar cercanas al trazo de la vía; podrían ser afectadas por las obras de carretera, así como por el desagüe de las alcantarillas. Todas las dimensiones de la sección transversal serán reducidas al horizonte desde el eje de la vía.

(d) Estacas de Talud y Referencias

Se deberán establecer estacas de talud de corte y relleno en los bordes de cada sección transversal. Las estacas de talud establecen en el campo el punto de intersección de los taludes de la sección transversal del diseño de la carretera con la traza del terreno natural. Las estacas de talud deben ser ubicadas fuera de los límites de la limpieza del terreno y en dichas estacas se inscribirán las referencias de cada punto e información del talud a construir conjuntamente con los datos de medición.

(e) Límites de Limpieza y Roce

198

Los límites para los trabajos de limpieza y roce deben ser establecidos en ambos lados de la línea del eje en cada sección de la carretera.

(f) Restablecimiento de la línea del eje

La línea del eje será restablecida a partir de los puntos de control.

El espaciamiento entre puntos del eje no debe exceder de 20 m. en tangente y de 10 m. en curvas. El estacado debe ser restablecido cuantas veces sea necesario para la ejecución de cada etapa de la obra, para lo cual se deben resguardar los puntos de referencia.

(g) Elementos de Drenaje

Los elementos de drenaje deberán ser estacados para fijarlos a las condiciones del terreno. Se deberá considerar lo siguiente:

- (1) Relevamiento del perfil del terreno a lo largo del eje de la estructura de drenaje que permita apreciar el terreno natural, la línea de flujo, la sección de la carretera y el elemento de drenaje.
- (2) Ubicación de los puntos de ubicación de los elementos de ingreso y salida de la estructura.
- (3) Determinar y definir los puntos que sean necesarios para determinar la longitud de los elementos de drenaje y del tratamiento de sus ingresos y salidas.

(h) Muros de Contención

Se deberá levantar secciones transversales del terreno a lo largo de la cara del muro proyectado, cada 5m. y en donde existan quiebres del terreno se deben tomar secciones transversales adicionales hasta los límites que indique el Supervisor. Ubicar referencias adecuadas y puntos de control horizontal y vertical.

(i) Canteras

Se debe establecer los trabajos topográficos esenciales referenciados en coordenadas UTM de las canteras de préstamo. Se debe colocar una línea de base referenciada, límites de la cantera y los límites de limpieza. También se deberá efectuar secciones transversales de toda el área de la cantera referida a la línea de base. Estas secciones deberán ser tomadas antes del inicio de la limpieza y explotación y después de concluida la obra y cuando hayan sido cumplidas las disposiciones de conservación de medio ambiente sobre el tratamiento de canteras.

(j) Depósito de Material de Desechos y Excedentes (DME)

Se debe establecer los trabajos topográficos esenciales referenciados en coordenadas UTM de los DME's. Se debe colocar una línea de base referenciada, límites del DME y los límites de limpieza. También se deberá efectuar secciones transversales de toda el área del DME referido a la línea de base. Estas secciones deberán ser tomadas antes del inicio de la limpieza y depósito y después de concluida la obra y cuando hayan sido cumplidas las disposiciones de conservación de medio ambiente sobre el tratamiento de canteras.

(k) Monumentación



997

Todos los hitos y monumentación permanente que se coloquen durante la ejecución de la vía deberán ser materia de levantamiento topográfico y referenciación.

(l) Levantamientos misceláneos

Se deberán efectuar levantamientos misceláneos, estacado y obtención de datos esenciales para el replanteo, ubicación, control y medición de los siguientes elementos:

- (1) Accesos a la carretera.
- (2) Accesos a Canteras, DME's, Plantas, Fuentes de Agua, etc.

Y cualquier elemento que esté relacionado a la construcción y funcionamiento de la carretera.

(m) Trabajos topográficos intermedios

Todos los trabajos de replanteo, estacas referenciadas, registro de datos y cálculos necesarios que se ejecuten durante el paso de una fase a otra de los trabajos constructivos deben ser ejecutados en forma constante que permitan la ejecución de las obras, la medición y verificación de cantidades de obra, en cualquier momento.

(n) Planos de Replanteo para la Ejecución de Obras

A partir del replanteo de obra, el Contratista confeccionará los planos de replanteo para la ejecución de obra de explanaciones y de cada uno de las estructuras proyectadas y los presentará al Supervisor para su aprobación, sin la aprobación por escrito de los planos de replanteo de obra de explanaciones el Contratista no podrá iniciar la ejecución de trabajos correspondientes. La aprobación de planos de replanteo para explanaciones podrá hacerse de forma parcial.

En el caso de los planos de replanteo de estructuras, los mismos se presentarán previos a la ejecución de las mismas, conjuntamente con las autorizaciones de trabajo.

Si a criterio del Supervisor fuese conveniente hacer ajustes al trazado de replanteo o al diseño de estructuras (niveles, pendientes, etc.), el Supervisor dará las instrucciones precisas para los mismos, los ajustes efectuados por el Contratista, serán sometidos a una nueva aprobación.

Las demoras en la confección de los planos de replanteo de obra o las que se originen por la presentación de planos mal confeccionados, serán de responsabilidad del Contratista.

### Aceptación de los Trabajos

**102.04** Los trabajos de replanteo, levantamientos topográficos y todo lo indicado en esta sección serán evaluados y aceptados según las Subsecciones 04.11(a) y 04.11 (b).

### 102.05 Medición



Los trabajos de Topografía y Georeferenciación se medirán en kilómetros (Km.) de carretera replanteada y aprobado en planos por el Supervisor.

Los trabajos de Nivelación, Trazo y Repanteo Permanente en Obra se medirán por Mes (Mes) efectivo de trabajo realizado, por la cuadrilla de topografía implementada para tal fin por el contratista.

#### 102.06 Pago

Las cantidades medidas y aceptadas serán pagadas al precio de contrato de la partida 102.1 "Topografía y Georeferenciación". El pago constituirá compensación total por los trabajos prescritos en esta sección y según la Subsección 07.05.

Las cantidades medidas y aceptadas serán pagadas al precio de contrato de la partida 102.2 "Trazo y Replanteo Permanente den Obra". El pago constituirá compensación total por los trabajos prescritos en esta sección y según la Subsección 07.05.

Par la partida "Topografía y Georeferenciación". El pago será por kilómetro de carretera trazada, replanteada y dibujada (poligonal base, replanteo del eje, monumentación de Pls y BM's, estacado, nivelación, seccionamiento, obras de arte, canteras, DME's y levantamientos misceláneos), debidamente aprobado en planos por el Supervisor. Para la partida "Trazo y Replanteo Permanente den Obra". El pago se efectuara por mes de trabajo efectivo realizado por la cuadrilla de topografía implementada por el contratista.

Item de Pago	Unidad de Pago
102.1 Topografia y Georeferenciacion	Kilómetro (Km.)
102.2 Trazo y Replanteo Permanente en Obra	Mes (Mes)

La confección de planos no esta sujeta a pago directo, dichos costos están incluidos en los Gastos Generales.

## Sección 103

### Partida 103

## MANTENIMIENTO DE TRANSITO TEMPORAL Y SEGURIDAD VIAL

### Descripción

**103.01** Las actividades que se especifican en esta sección abarcan lo concerniente con el mantenimiento del tránsito en las áreas que se hallan en construcción durante el período de ejecución de obras. Los trabajos incluyen:

- El mantenimiento de desvíos que sean necesarios para facilitar las tareas de construcción.
- La provisión de facilidades necesarias para el acceso de viviendas, servicios, etc. ubicadas a lo largo del Proyecto en construcción.
- La implementación, instalación y mantenimiento de dispositivos de control de tránsito y seguridad acorde a las distintas fases de la construcción.
- El control de emisión de polvo en todos los sectores sin recubrimiento anti polvo (como pavimento asfáltico, pavimentos con estabilizadores, con riego antipolvo, etc) de la vía principal y de los desvíos habilitados que se hallan abiertos al tránsito dentro del área del Proyecto.
- El mantenimiento de las obras culminadas hasta su entrega al Cliente.
- El mantenimiento de la circulación habitual de animales domésticos y silvestres a las zonas de alimentación y abrevadero, cuando estuvieran afectadas por las obras.
- El transporte de personal a las zonas de ejecución de obras.

En general se incluyen todas las acciones, facilidades, dispositivos y operaciones que sean requeridos para garantizar la seguridad y confort del público usuario erradicando cualquier incomodidad y molestias que puedan ser ocasionados por deficientes servicios de mantenimiento de tránsito y seguridad vial.

### 103.02 Consideraciones Generales

#### (a) Plan de Mantenimiento de Tránsito y Seguridad Vial (PMTS)

Antes del inicio de las obras el Contratista presentará al Supervisor un "Plan de Mantenimiento de Tránsito y Seguridad Vial" (PMTS) para todo el período de ejecución de la obra y aplicable a cada una de las fases de construcción, el que será revisado y aprobado por escrito por el Supervisor. Sin este requisito y sin la disponibilidad de todas las señales y dispositivos en obra, que se indican en la Subsección 103.03, no se podrán iniciar los trabajos de construcción.

Para la preparación y aprobación del PMTS, se debe tener en cuenta las regulaciones dadas en el capítulo IV del "Manual de Dispositivos de Control de Tránsito Automotor para Calles y Carreteras" vigente del MTC. Las señales, dispositivos de control, colores a utilizar y calidad del material estará de acuerdo



con lo normado en este Manual, los planos y documentos del proyecto, lo especificado en esta sección y lo indicado por el Supervisor.

El PMTS podrá ser ajustado, mejorado o reprogramado de acuerdo a las evaluaciones periódicas de su funcionamiento que efectuará el Supervisor.

El PMTS deberá abarcar los siguientes aspectos:

### **(1) Control Temporal de Tránsito y Seguridad Vial**

El tránsito vehicular durante la ejecución de las obras no deberá sufrir detenciones de duración excesiva. Para esto se deberá diseñar sistemas de control por medios visuales y sonoros, con personal capacitado de manera que se garantice la seguridad y confort del público y usuarios de la vía, así como la protección de las propiedades adyacentes. El control de tránsito se deberá mantener hasta que las obras sean recibidas por la Entidad.

### **(2) Mantenimiento Vial**

La vía principal del contrato, los desvíos, accesos a canteras, fuentes de agua y botaderos, rutas alternas y toda aquella que se utilice para el tránsito vehicular y peatonal será mantenida en condiciones aceptables de transitabilidad y seguridad, durante el período de ejecución de obra incluyendo los días feriados, días en que no se ejecutan trabajos y aún en probables períodos de paralización.

La vía, accesos, rutas alternas y toda aquella que se utilice para el tránsito vehicular y peatonal para los fines del contrato, deberá ser mantenida sin baches ni depresiones y con niveles de rugosidad que permita velocidad uniforme de operación de los vehículos en todo el tramo contratado.

Deberá preverse en estos casos, la realización de trabajos de escarificado, nivelado y compactado, y adición de material de afirmado, de requerirse, hasta su entrega al Cliente.

Las intervenciones de mantenimiento vial de un tramo (lastrados, limpieza de alcantarillas, de cunetas, limpieza de derrumbes, limpieza de calzada y bermas, etc), se realizará antes y después de que dicho tramo sea intervenido con los trabajos definitivos.

Esta operación se realizará tantas veces sea necesaria hasta la entrega de la obra a la Entidad.

### **(3) Transporte de Personal**

El transporte de personal a las zonas en que se ejecutan las obras, será efectuado en ómnibus con asientos y estado general en buen estado. No se permitirá de ninguna manera que el personal sea trasladado en las tolvas de volquetes o plataformas de camiones de transporte de materiales y enseres.

Los horarios de transporte serán fijados por el Contratista, así como la cantidad de vehículos a utilizar en función al avance de las obras, por lo que se incluirá en el PMTS un cronograma de utilización de ómnibus que será aprobado por el Supervisor así como su control y verificación.

#### **(b) Desvíos a carreteras y calles existentes**

Cuando lo indiquen los planos y documentos del proyecto se utilizarán para el tránsito vehicular vías alternas existentes o construidas por el Contratista. Con la aprobación del Supervisor y de las autoridades locales, el Contratista también podrá utilizar carreteras existentes o calles urbanas fuera del eje de la vía para facilitar sus actividades constructivas. Para esto se deberán instalar señales y otros dispositivos que indiquen y conduzcan claramente al usuario a través de ellos.

#### **(c) Período de Responsabilidad**

La responsabilidad del Contratista para el mantenimiento de tránsito y seguridad vial se inicia el día de la entrega del terreno al Contratista. El período de responsabilidad abarcará hasta el día de la entrega final de la obra a la Entidad y en este período se incluyen todas las suspensiones temporales que puedan haberse producido en la obra, independientemente de la causal que la origine.

#### **(d) Estructuras y Puentes**

Las estructuras y puentes existentes que vayan a ser reemplazados dentro del contrato, serán mantenidos y operados por el Contratista hasta su reemplazo total y desmontados o cerrados al tránsito.

En caso que ocurran deterioros en las estructuras o puentes bajo condiciones normales de operación durante el período de responsabilidad según la Subsección 103.02(c), el Contratista efectuará inmediatamente a su costo las reparaciones que sean necesarias para restituir la estructura al nivel en que se encontraba al inicio de dicho período. Estas reparaciones tendrán prioridad sobre cualquier otra actividad del Contratista.

Si la construcción de alguna estructura requiere que se hagan desvíos del tránsito, el Contratista deberá proporcionar estructuras y puentes provisionales seguros y estables que garanticen la adecuada seguridad al tránsito público, de acuerdo a los planos y documentos del proyecto o lo indicado por el Supervisor.

El Supervisor deberá impartir las órdenes e instrucciones necesarios para el cumplimiento de lo especificado en esta Subsección.

Las condiciones expuestas en esta Subsección no serán aplicables cuando ocurran deterioros ocasionados por eventualidades que no correspondan a condiciones normales de operación, como pueden ser sobrecargas mayores a la capacidad del puente a pesar de la advertencia señalizada correspondiente, crecientes extraordinarias, desestabilización de la estructura por lluvias, y otros a criterio del Supervisor.

#### **Materiales**

**103.03** Las señales, dispositivos de control, colores a utilizar y calidad del material estará de acuerdo con lo normado en el Manual de Dispositivos para "Control de Tránsito Automotor para Calles y Carreteras" del MTC y todos ellos tendrán la posibilidad de ser trasladados rápidamente de un lugar a otro, para lo que deben contar con sistemas de soporte adecuados.



El Contratista después de aprobado el “PMTS” deberá instalar de acuerdo a su programa y de los frentes de trabajo, todas las señales y dispositivos necesarios en cada fase de obra y cuya cantidad no podrá ser menor en el momento de iniciar los trabajos a lo que se indica:

- (a)Señales Restrictivas.....20 unid.
- (b)Señales Preventivas.....30 unid.
- (c)Barreras ó Tranqueras (pueden combinarse con barriles)...30 unid.
- (d)Conos de 70cm.de alto.....50 unid.
- (e)Lámparas Destellantes accionadas a batería o electricidad con sensores que los desconectan durante el día.....30 unid.
- (f)Banderines.....30 unid.
- (g)Señales Informativas.....20 unid.
- (h)Chalecos de Seguridad,Silbatos..... 20 unid. de c/u

Las señales, dispositivos y chalecos deberán tener material con características retroreflectivas que aseguren su visibilidad en las noches, oscuridad y/o en condiciones de neblina o de la atmósfera según sea el caso. El material retroreflectivo de las señales será el indicado en los planos y documentos del proyecto o en su defecto será del Tipo I según la Subsección 800.06(a).

### Equipo

**103.04** El Contratista propondrá para consideración del Supervisor, los equipos más adecuados para las operaciones por realizar, con la frecuencia que sea necesaria. Básicamente el Contratista pondrá para el servicio de nivelación una motoniveladora y camión cisterna; volquetes y cargador en caso sea necesario efectuar bacheos. La necesidad de intervención del equipo será dispuesto y ordenado por el Supervisor, acorde con el PMTS.

### Requerimientos de Construcción

**103.05** El Contratista deberá proveer el personal suficiente, así como las señales, materiales y elementos de seguridad que se requieran para un efectivo control del tránsito y de la seguridad vial.

El Contratista está obligado al cumplimiento de las disposiciones dadas en esta sección y el Supervisor a exigir su cumplimiento cabal. Cualquier contingencia derivada de la falta de cumplimiento de estas disposiciones será de responsabilidad del Contratista.

### 103.06 Control de Tránsito y Seguridad Vial

El Contratista deberá proveer cuadrillas de control de tránsito en número suficiente, el que estará bajo el mando de un controlador capacitado en este tipo de trabajo. El Controlador tendrá las siguientes funciones y responsabilidades.

- (a) Implementación del PMTS.
- (b) Coordinación de las operaciones de control de tránsito.
- (c) Determinación de la ubicación, posición y resguardo de los dispositivos de control y señales en cada caso específico.
- (d) Corrección inmediata de las deficiencias en el mantenimiento de tránsito y seguridad vial.
- (e) Coordinación de las actividades de control con el Supervisor.
- (f) Organización del almacenamiento y control de las señales y dispositivos, así como de las unidades rechazadas u objetadas.
- (g) Cumplimiento de la correcta utilización y horarios de los ómnibus de transporte de personal.

El tránsito será organizado de acuerdo al PMTS cuando sea necesario alternar la circulación, para lo que se habilitará un carril de circulación con un ancho mínimo de 3 m., que será delineado y resaltado con el uso de barricadas, conos y barriles para separar dicho carril de las áreas en que se ejecutan trabajos de construcción. La detención de los vehículos no podrá ser mayor de 30 minutos y en zonas por encima de los 3 500 m.s.n.m. no deberá ser mayor de 20 minutos.

En los carriles de circulación durante la ejecución de las obras, no se permitirá la acumulación de suelos y otros materiales que puedan significar algún peligro al usuario. En caso que ocurra acumulaciones de nieve serán removidas de inmediato, para dar acceso y circulación a las vías y desvíos utilizados.

Las áreas de estacionamiento del equipo y vehículos en obra deben ubicarse a un mínimo de 10 m. del borde de la vía de circulación vehicular o en su defecto ser claramente señalizado con barreras y lámparas destellantes, siempre y cuando lo apruebe el Supervisor.

### **103.07 Zona de Desvíos y Caminos de Servicio**

El Contratista solo utilizará para el tránsito de vehículos los desvíos y calles urbanas que se indique en los planos y documentos del Proyecto. En caso que el Proyecto no indique el uso de desvíos y sea necesaria su utilización, el Supervisor definirá y autorizará los desvíos que sean necesarios. En el caso de calles urbanas se requerirá además la aprobación de autoridades locales y de administradores de servicios públicos.

En los desvíos y caminos de servicio se deberá usar de forma permanente barreras, conos y barriles para desviar y canalizar el tráfico hacia los desvíos. En las noches se deberán colocar lámparas de luces destellantes intermitentes. No se permitirá el uso de mecheros y lámparas accionadas por combustibles o carburantes que afectan y agreden al ambiente.

El Contratista deberá proporcionar equipo adecuado aprobado por el Supervisor y agua para mantener límites razonables de control de emisión de polvo por los vehículos en las vías que se hallan bajo tránsito. La dispersión de agua mediante riego sobre plataformas



sin pavimentar será aplicada en todo momento en que se produzca polvo, incluyendo las noches, feriados, domingos y períodos de paralización. Para controlar la emisión de polvo el Contratista podrá proponer otros sistemas que sean aprobados y aceptados por la Supervisión.

Durante períodos de lluvia el mantenimiento de los desvíos y vías de servicio deberá incrementarse, no permitiéndose acumulaciones de agua en la plataforma de las vías habilitadas para la circulación vehicular.

Si el Contratista, para facilitar sus actividades decide construir un desvío nuevo no previsto en los planos y documentos del Contrato será con la aprobación del Supervisor y a su costo.

El Contratista tiene la obligación de mantener en condiciones adecuadas las vías y calles utilizadas como desvíos. En caso que por efectos del desvío del tránsito sobre las vías o calles urbanas se produzca algún deterioro en el pavimento o en los servicios públicos, el Contratista deberá repararlos a su costo, a satisfacción del Supervisor y de las autoridades que administran el servicio.

### **103.08 Circulación de animales silvestres y domésticos**

Si las obras en ejecución afectan de algún modo la circulación habitual de animales silvestres y domésticos a sus zonas de alimentación, abrevadero, descanso o refugio, el Contratista deberá restaurar de inmediato las rutas habituales a fin de no dificultar el acceso a dichas zonas. El Supervisor ordenará que se ejecuten las obras que sean necesarias para este fin si no se encuentran en los planos y documentos del Proyecto y de conformidad con el diseño del PMTS pertinente.

### **103.09 Requerimientos Complementarios**

Los sectores en que existan excavaciones puntuales en la zona de tránsito, excavaciones de zanjas laterales o transversales que signifiquen algún peligro para la seguridad del usuario, deben ser claramente delimitadas y señalizadas con dispositivos de control de tránsito y señales que serán mantenidos durante el día y la noche hasta la conclusión de las obras en dichos sectores. Principalmente en las noches se utilizarán señales y dispositivos muy notorios y visibles para resguardar la seguridad del usuario.

La instalación de los dispositivos y señales para el control de tránsito seguirá las siguientes disposiciones:

- (a) Las señales y dispositivos de control deberán ser aprobados por el Supervisor y estar disponibles antes del inicio de los trabajos de construcción, entre los que se incluyen los trabajos de replanteo y topografía.
- (b) Se instalarán solo los dispositivos y señales de control que se requieran en cada etapa de la obra y en cada frente de trabajo.
- (c) Los dispositivos y señales deben ser reubicados cuando sea necesario.
- (d) Las unidades perdidas, sustraídas, destruidas en mal estado o calificado en estado inaceptable por la Supervisión deberán ser inmediatamente sustituidas.
- (e) Las señales y dispositivos deben ser limpiadas y reparadas periódicamente.

- (f) Las señales y dispositivos serán retiradas totalmente cuando las obras hayan concluido.
- (g) El personal que controla el tránsito debe usar equipo de comunicación portátil y silbatos en sectores en que se alterne el tráfico como efecto de las operaciones constructivas. También deben usar señales que indiquen al usuario el paso autorizado o la detención del tránsito.

### 103.10 Aceptación de los trabajos

Los trabajos de mantenimiento de tránsito y seguridad vial según lo indicado en esta sección serán evaluados y aceptados según la Subsección 04.11(a).

Si se detectan condiciones inaceptables de transitabilidad o de seguridad vial a criterio de la Supervisión de acuerdo a lo establecido en la Subsección 103.01 y 103.12 de esta especificación, la Supervisión ordenará la paralización de las obras en su totalidad, hasta que el Contratista efectúe las acciones correctivas, sin perjuicio de que le sean aplicadas las multas que se disponga en el Contrato. En este caso todos los costos derivados de tal acción serán asumidos por el Contratista.

Estas acciones serán informadas de inmediato por el Supervisor a la Entidad.

Para la aceptación de los trabajos, el Contratista deberá cerrar todos los accesos a los desvíos utilizados durante la construcción, así como dismantelar los puentes o estructuras provisionales, dejando todas las áreas cercanas a la vía, niveladas sin afectar al paisaje y de acuerdo a las indicaciones del Supervisor.

Para la recepción de las obras el Supervisor deberá certificar claramente que el Contratista no tiene pendiente ninguna observación originada por alguna disposición de esta especificación.

### Medición

#### 103.11 El Mantenimiento de Tránsito y Seguridad Vial se medirá en forma mensual.

Si el servicio completo de esta partida incluyendo la provisión de señales, mantenimiento de tránsito, mantenimiento de desvíos y rutas habilitadas, control de emisión de polvo y otros solicitados por el Supervisor ha sido ejecutado a satisfacción del Supervisor se considerará una unidad completa en el período de medición. En caso de no haberse completado alguna de las exigencias de esta especificación según la Subsección 103.01, se aplicarán factores de descuento de acuerdo al siguiente criterio:

- Provisión de señales y mantenimiento adecuado de tránsito según el PMTS.....0.4
- Mantenimiento Vial.....0.4
- Mantenimiento de desvíos y rutas habilitadas .....0.2
- Control adecuado de emisión de polvo.....0.3
- Circulación de animales silvestres y domésticos.....0.5
- Transporte de Personal.....0.5

Los descuentos son acumulables hasta un máximo de 1.0 en cada período de medición.



### Pago

**103.12** Las cantidades medidas y aceptadas serán pagadas al precio de contrato de la partida 103 "Mantenimiento de Tránsito Temporal y Seguridad". El pago constituirá compensación total por los trabajos prescritos en esta sección y según la Subsección 07.05

El pago se efectuará en forma mensual, de la siguiente forma:

$$Mp \times (1-Fd)$$

En que:

Mp = Monto de la Partida 103.

Fd = Factor de descuento

En casos que los trabajos no sean realizados a satisfacción del Supervisor, se efectuará su pago con descuento en el período afectado, y se aplicará lo prescrito en la Subsección 103.10 si el descuento llega a ser mayor de 0.5.

Los descuentos aplicados no podrán ser recuperados en ningún otro mes. Tampoco podrán adelantarse trabajos por este concepto.

Item de Pago	Unidad de Pago
<b>103.</b> Mantenimiento de Tránsito temporal y seguridad vial	Mes (mes )

## Sección 501

### Partida 501

## EXCAVACION PARA ESTRUCTURAS EN MATERIAL COMUN SECO

### Descripción

**501.01** Este trabajo consiste en la ejecución de excavaciones por encima o por debajo del nivel freático, para fundación de estructuras diversas, en materiales comunes (suelos y/o rocas), para la cimentación de estructuras, alcantarillas, muros, zanjas de coronación, canales, cunetas y otras obras complementarias, de acuerdo con estas especificaciones y de conformidad con el Proyecto.

Las excavaciones para estructuras se clasificarán de acuerdo con las características de los materiales excavados y la posición del nivel freático.

- **Excavaciones para estructuras en roca en seco:** Comprende toda excavación de roca in situ de origen ígneo, metamórfico o sedimentario, bloques de los mismos materiales de volumen mayor a un metro cúbico, conglomerados que estuviesen tan firmemente cementados que presenten todas las características de roca sólida y, en general, todo material que se deba excavar mediante el uso sistemático de explosivos.
- **Excavaciones para estructuras en material común en seco:** Comprende toda excavación de materiales no cubiertos en el párrafo anterior, "Excavaciones para estructura en roca".
- **Excavaciones para estructura en roca bajo agua:** Comprende toda excavación de material cubierto por "Excavaciones para estructuras en Roca" en donde la presencia permanente de agua dificulte los trabajos de excavación.
- **Excavaciones para estructura en material común bajo agua:** Comprende toda excavación de material cubierta por "Excavaciones para estructura en material común" en donde la presencia permanente de agua dificulte los trabajos de excavación.

### Materiales

**501.02** No se requieren materiales para la ejecución de los trabajos objeto de la presente Sección, excepto en el caso de excavación en roca que puede demandar el uso de explosivos.

### Equipo

**501.03** Todos los equipos empleados deberán ser compatibles con los procedimientos de construcción adoptados y requieren aprobación previa del Supervisor, teniendo en cuenta que su capacidad y eficiencia se ajusten al programa de ejecución de las obras y al cumplimiento de esta especificación.



El equipo deberá cumplir con las estipulaciones que se dan en la Subsección 05.11.

#### **Requerimientos de construcción**

**501.04** En la zona de trabajo deberán efectuarse necesariamente actividades de desbroce y limpieza de acuerdo a lo especificado en la Sección 201.

Las excavaciones se deberán ceñir a los alineamientos, pendientes y cotas indicadas en el Proyecto y aprobadas por el Supervisor. En general, los lados de la excavación tendrán caras verticales conforme a las dimensiones de la estructura, cuando no sea necesario utilizar encofrados para el vaciado del cimiento. Cuando la utilización de encofrados sea necesaria, la excavación se podrá extender hasta 45 cm fuera de las caras verticales del pie de la zapata de la estructura.

El Contratista deberá proteger la excavación contra derrumbes; todo derrumbe causado por error o procedimientos inapropiados del Contratista, se eliminará a su cuenta, costo y riesgo.

Todo material inadecuado que se halle al nivel de cimentación deberá ser excavado y reemplazado por material seleccionado o por concreto pobre, según lo determine el Supervisor.

El Contratista no deberá terminar la excavación hasta el nivel de cimentación, sino está preparado para iniciar la colocación del concreto o mampostería de la estructura, material seleccionado o tuberías de alcantarillas.

El Supervisor previamente debe aprobar la profundidad y naturaleza del material de cimentación. Toda sobre-excavación por debajo de las cotas autorizadas de cimentación, deberá ser rellenada por el Contratista a su cuenta, costo y riesgo, de acuerdo con procedimientos aprobados por el Supervisor.

Todos los materiales excavados que sean adecuados y necesarios para rellenos deberán almacenarse en forma tal, de poderlos aprovechar en la construcción de éstos; no se podrán desechar ni retirar de la obra, para fines distintos a ésta, sin la aprobación previa del Supervisor.

El Contratista deberá preparar el terreno para las cimentaciones necesarias, de tal manera que se obtenga una cimentación firme y adecuada para todas las partes de la estructura. El fondo de las excavaciones que van a recibir concreto deberán nivelarse con herramientas manuales, hasta darle las dimensiones indicadas en el Proyecto y aprobadas por el Supervisor. Las superficies así preparadas deberán humedecerse y apisonarse con herramientas o equipos adecuados hasta dejarlas compactadas, de manera que constituyan una fundación firme para las estructuras.

Las excavaciones en roca para estructuras se harán teniendo en consideración lo dispuesto en la Subsección 05.05; la ejecución de este tipo de voladuras deberá ser comunicada además al Supervisor, por lo menos con 24 horas de anticipación a su ejecución. Las técnicas usadas deberán garantizar el mantenimiento de las tolerancias indicadas en el Proyecto. La excavación próxima y vecina a la superficie definitiva, deberá hacerse de manera tal que el material de dicha superficie, quede prácticamente inalterado.

El Contratista deberá ejecutar todas las construcciones temporales y usar el equipo y métodos de construcción que se requieran para drenar las excavaciones y mantener su estabilidad, tales como desviación de los cursos de agua, utilización de entibados y la extracción del agua por bombeo. Estos trabajos o métodos de construcción requerirán la



aprobación del Supervisor, pero dicha aprobación no eximirá al Contratista, de su responsabilidad por el buen funcionamiento de los métodos empleados, ni por el cumplimiento de los requisitos especificados. El drenaje de las excavaciones se refiere tanto a las aguas de infiltración como a las aguas de lluvias.

El Contratista deberá emplear todos los medios necesarios para evitar accidentes de sus trabajadores, personas extrañas a la obra o vehículos.

Dichas medidas comprenderán el uso de entibados si fuere necesario, barreras de seguridad y avisos, y requerirán la aprobación del Supervisor.

Las excavaciones que presenten peligro de derrumbes que puedan afectar la seguridad de los obreros o la estabilidad de las obras o propiedades adyacentes, deberán entibarse convenientemente. Los entibados serán retirados antes de rellenar las excavaciones.

Los últimos 20 cm de las excavaciones, en el fondo de éstas, deberán hacerse con herramientas manuales, antes de iniciar la construcción de las fundaciones, salvo en el caso de excavaciones en roca.

Después de terminar cada una de las excavaciones, el Contratista deberá dar el correspondiente aviso al Supervisor y no podrá iniciar la construcción de obras dentro de ellas sin su autorización.

En caso de excavaciones que se efectúen sobre vías abiertas al tráfico se deberán disponer los respectivos desvíos y adecuada señalización en todo momento, incluyendo la noche hasta la finalización total de los trabajos, o hasta que se restituyan niveles adecuados de seguridad al usuario. Será aplicable en la ejecución de los trabajos de Excavación para Estructuras, lo indicado en la Sección 103.

Se debe proteger la excavación contra derrumbes que puedan desestabilizar los taludes y laderas naturales, provocar la caída de material de ladera abajo, afectando la salud de las personas y ocasionar impactos al medio ambiente.

Para evitar daños en el medio ambiente como consecuencia de la construcción de muros, alcantarillas, subdrenes y cualquier otra obra que requiera excavaciones, se deberán cumplir entre otros, los siguientes requisitos:

- En el caso de muros y, principalmente, cuando en la ladera debajo de la ubicación de éstos existe vegetación, los materiales excavados deben ser depositados temporalmente en un lugar adecuado de la plataforma de la vía, en espera de ser trasladado al lugar que designe el Supervisor.
- En el caso de la construcción de cunetas, subdrenes, etc., los materiales producto de la excavación no deben ser colocados sobre terrenos con vegetación o con cultivos; deben ser eliminados en los DME, de acuerdo a la Sección 209.
- Los materiales pétreos sobrantes de la construcción de cunetas revestidas, muros, alcantarillas de concreto y otros, no deben ser esparcidos en los lugares cercanos, sino trasladados y eliminados en los DME, de acuerdo a la Sección 209.

#### **501.05 Uso de explosivos**

El uso de explosivos será permitido únicamente con la aprobación por escrito del Supervisor y según lo indicado en la Subsección 05.05.

#### **501.06 Utilización y eliminación de los materiales excavados**

Los materiales provenientes de las excavaciones deberán utilizarse para el relleno posterior de las obras construidas, siempre que sean adecuados para dicho fin.

Los materiales sobrantes o inadecuados deberán ser retirados por El Contratista de la zona del Proyecto, hasta los sitios aprobados por el Supervisor, siguiendo las disposiciones de la Sección 209. Los materiales excedentes provenientes de las excavaciones, se depositarán en lugares que consideren las características físicas, topográficas y de drenaje de cada lugar.

Se debe evitar zonas inestables o áreas de importancia ambiental como humedales o áreas de alta productividad agrícola.

Se medirán los volúmenes de las excavaciones para ubicar las zonas de disposición final adecuadas a esos volúmenes.

Las zonas de depósito final de desechos se ubicarán lejos de los cuerpos de agua, para asegurar que el nivel de agua, durante precipitaciones pluviales, no sobrepase el nivel más bajo de los materiales colocados en el depósito. No se colocara el material en lechos de ríos, ni a 30 m de las orillas.

#### **501.07 Tolerancias**

En ningún punto la excavación realizada variará de la proyectada más de 2 cm en cota, ni más de 5 cm en la localización en planta.

### **Aceptación de los trabajos**

#### **501.08 Criterios**

El Supervisor efectuará los siguientes controles:

- Verificar el cumplimiento de lo exigido en la Sección 103.
- Verificar el estado y funcionamiento del equipo a ser utilizado por el Contratista.
- Supervisar la correcta aplicación de los métodos de trabajos aceptados.
- Controlar que no se excedan las dimensiones de la excavación según se indica en la Subsección 501.04.
- Medir los volúmenes de las excavaciones.
- Vigilar que se cumplan con las especificaciones ambientales incluidas en esta Sección 501.

La evaluación de los trabajos de “Excavación para Estructuras” se efectuará según lo indicado en la Subsección 04.11.

### **Medición**

**501.09** Las medidas de las excavaciones para estructuras serán en volumen en metros cúbicos (m<sup>3</sup>), aproximado al décimo de metro cúbico en su posición original determinado dentro de las líneas indicadas en el Proyecto y aprobadas por el Supervisor. En las excavaciones para estructuras y alcantarillas toda medida se hará con base en caras verticales. Las excavaciones ejecutadas fuera de estos límites y los derrumbes no se medirán para los fines del pago.



La medida de la excavación de acequias, zanjas u obras similares se hará con base en secciones transversales, tomadas antes y después de ejecutar el trabajo respectivo.

### Pago

**501.10** El pago se hará por metro cúbico (m<sup>3</sup>), al precio unitario del Contrato, por toda obra ejecutada conforme a esta especificación y aprobada por el Supervisor, para los diferentes tipos de excavación para estructuras.

El precio unitario deberá cubrir todos los costos de excavación, eventual perforación y voladura; las obras provisionales y complementarias, tales como accesos, ataguías, andamios, entibados y desagües, bombeos, explosivos, la limpieza final de la zona de construcción y, en general, todo costo relacionado con la correcta ejecución de los trabajos especificados y según lo dispuesto en la Subsección 07.05.

Item de Pago	Unidad de Pago
501 Excavación para estructuras en material común seco	Metro cúbico (m <sup>3</sup> )

## Sección 502

### Partida 505

## RELLENO PARA ESTRUCTURAS

### Descripción

**502.01** Este trabajo consistirá en la construcción de capas compactadas de relleno para obras de concreto y drenaje, con materiales aprobados provenientes de excavaciones u otras fuentes, de acuerdo con estas especificaciones y de conformidad con el Proyecto.

En los rellenos para estructuras se distinguirán las mismas partes que en los terraplenes, según la Subsección 205.01.

### Materiales

**502.02** Se utilizarán los mismos materiales que los empleados en terraplenes, según se establece en la Subsección 205.02.

Se almacenará el material proveniente de las excavaciones. Los montículos de material almacenados temporalmente se cubrirán con lonas impermeables, para evitar el arrastre de partículas a la atmósfera y a cuerpos de agua cercanos.

### Equipo

**502.03** Los equipos de esparcido o extensión, humedecimiento y compactación de los rellenos para estructuras deberán ser los apropiados para garantizar la ejecución de los trabajos de acuerdo con las exigencias de esta Sección y lo especificado en la Sección 06.01.

El equipo deberá estar ubicado adecuadamente en sitios donde no perturbe a la población y al medio ambiente y contar además, con adecuados silenciadores, sobre todo si se trabaja en zonas vulnerables o se perturba la tranquilidad del entorno.

### Requerimientos de construcción

**502.04** El Contratista deberá notificar al Supervisor, con suficiente antelación al comienzo de la ejecución de los rellenos, para que éste verifique los trabajos topográficos y la calidad del suelo de cimentación, las características de los materiales por emplear y los lugares donde ellos serán colocados.

Antes de iniciar los trabajos, las obras de concreto o alcantarillas contra las cuales se colocarán los rellenos, deberán contar con la aprobación del Supervisor.

Cuando el relleno se vaya a colocar contra una estructura de concreto, sólo se permitirá su colocación después que el concreto haya alcanzado por lo menos el 80% de su resistencia.

Los rellenos estructurales para alcantarillas de tubería de concreto se podrán realizar luego que el mortero de la junta haya fraguado lo suficiente, para que no sufra ningún daño a causa de estos trabajos.



Siempre que el relleno se vaya a colocar sobre un terreno en el que existan corrientes de agua superficial o subterránea, previamente se deberán desviar las primeras y captar y conducir las últimas fuera del área donde se vaya a construir el relleno.

Todo relleno colocado antes que lo autorice el Supervisor, deberá ser retirado por el Contratista, a su cuenta, costo y riesgo.

#### **502.05 Esparcido o extensión y compactación del material**

Los materiales de relleno se extenderán en capas horizontales y de espesor uniforme, debiendo obtenerse en todos los casos el grado de compactación exigido.

Cuando el relleno se deba depositar sobre agua, las exigencias de compactación para las capas sólo se aplicarán una vez que se haya obtenido un espesor de 1 m de material relativamente seco.

Los rellenos alrededor de pilares y alcantarillas se deberán depositar simultáneamente a ambos lados de la estructura y aproximadamente a la misma elevación. En el caso de alcantarillas de tubos de concreto o metálicas se podrá emplear concreto tipo F en la sujeción hasta una altura que depende del tipo de tubo a instalar, por la dificultad de compactación de esta zona y luego que haya fraguado lo suficiente podrá continuarse con el relleno normal.

Durante la ejecución de los trabajos, la superficie de las diferentes capas deberá tener la pendiente transversal adecuada, que garantice la evacuación de las aguas superficiales sin peligro de erosión.

Una vez extendida la capa, se procederá a su humedecimiento y el contenido óptimo de humedad se determinará de acuerdo a los resultados que se obtengan en los ensayos de laboratorio realizados.

En los casos especiales en que la humedad del material sea excesiva para conseguir la compactación prevista, el Contratista deberá tomar las medidas adecuadas, pudiendo proceder a la desecación por aireación o a la adición y mezcla de materiales secos o sustancias apropiadas, como cal viva. En este último caso, deberá adoptar todas las precauciones que se requieran para garantizar la seguridad de los operarios.

Obtenida la humedad apropiada, se procederá a la compactación mecánica de la capa. En áreas inaccesibles para los equipos mecánicos, se autorizará el empleo de compactadores manuales que permitan obtener los mismos niveles de densidad del resto de la capa. La compactación se deberá continuar hasta lograr las densidades exigidas en la Subsección 502.09(c) (1).

La construcción de los rellenos se deberá hacer con el cuidado necesario para evitar presiones y daños a la estructura.

Las consideraciones a tomar en cuenta durante la extensión y compactación de material, están referidas a prevenir deslizamientos de taludes, erosión, y contaminación del medio ambiente.

#### **502.06 Capas filtrantes**

Se aplica lo establecido en la Sección 514.



## 502.07 Acabado

Al concluir cada jornada de trabajo, la superficie de la última capa deberá estar compactada y bien nivelada, con declive suficiente que permita el escurrimiento de aguas de lluvia sin peligro de erosión.

## 502.08 Limitaciones en la ejecución

Los rellenos para estructuras sólo se llevarán a cabo cuando la temperatura ambiental no sea inferior a 6°C y no exista presencia de precipitaciones pluviales, para evitar que la escorrentía traslade material y contamine o colmate fuentes de agua cercanas, humedales, etc.

### Aceptación de los trabajos

## 502.09 Criterios

### a. Controles

Durante la ejecución de los trabajos, el Supervisor efectuará los siguientes controles principales:

- Verificar el cumplimiento de lo establecido en la Sección 103.
- Verificar el estado y funcionamiento del equipo utilizado por el Contratista.
- Supervisar la correcta aplicación de los métodos de trabajo aceptados.
- Comprobar que los materiales cumplan los requisitos de calidad exigidos en la Subsección 502.02.
- Realizar medidas para determinar espesores, levantar perfiles y comprobar la uniformidad de la superficie.

Verificar la densidad de cada capa compactada. Este control se realizará en el espesor de cada capa realmente construida, de acuerdo con el proceso constructivo aprobado.

- Controlar que la ejecución del relleno contra cualquier parte de una estructura, solamente comience cuando la estructura adquiera la resistencia especificada.
- Medir los volúmenes de relleno y material filtrante colocados por el Contratista en acuerdo a la presente especificación.
- Vigilar que se cumplan con las especificaciones ambientales incluidas en esta Sección.

### b. Calidad de los materiales

La calidad de los materiales de relleno se establecerá de conformidad con los ensayos indicados en la Subsección 205.02.

Sin embargo, teniendo en cuenta que los volúmenes de rellenos para estructuras suelen ser inferiores a los requeridos para el terraplén en la Tabla 205-02, el Supervisor aprobará la frecuencia de ejecución de las diversas pruebas de calidad.

### c. Calidad del trabajo terminado

Los taludes terminados no deberán acusar irregularidades a la vista. La cota de cualquier punto de la subrasante en rellenos para estructuras, no deberá variar más de 10 mm de la proyectada.

En las obras concluidas no se admitirá ninguna irregularidad que impida el normal escurrimiento de las aguas superficiales.

Adicionalmente, el Supervisor deberá efectuar las siguientes comprobaciones:

### **1. Compactación**

Los niveles de densidad por alcanzar en las diversas capas del relleno son los mismos que se indican en la Subsección 205.12(c) (1).

Sin embargo, deben tener como mínimo 3, ensayos de densidad de campo por capa.

La compactación de las capas filtrantes se considerará satisfactoria cuando ellas presenten una impermeabilidad similar a la del relleno adjunto.

### **2. Protección de la superficie del relleno**

Al respecto, se aplica el mismo criterio indicado en la Subsección 205.12(c) (3), en relación con la protección de la corona de terraplenes.

Todas las irregularidades que excedan las tolerancias, deberán ser corregidas por el Contratista, a su cuenta, costo y riesgo, de acuerdo con las instrucciones y aprobación del Supervisor.

La evaluación de los trabajos de “Relleno para Estructuras” se efectuará según lo indicado en la Subsección 04.11.

## **Medición**

**502.10** La unidad de medida para los volúmenes de rellenos será el metro cúbico (m3), aproximado al décimo de metro cúbico, de material compactado, aprobado por el Supervisor, en su posición final. No se considera los volúmenes ocupados por las estructuras de concreto, tubos de drenaje y cualquier otro elemento de drenaje cubierto por el relleno.

Los volúmenes serán determinados por el método de áreas promedios de secciones transversales del proyecto localizado, en su posición final, verificadas y aprobadas por el Supervisor antes y después de ser ejecutados los trabajos.

No habrá medida para los rellenos por fuera de las líneas del proyecto y aprobadas por el Supervisor, efectuados por el Contratista, ya sea por error o por conveniencia para la operación de sus equipos.

## **Pago**

**502.11** El trabajo de rellenos para estructuras se pagará al precio unitario del contrato, por toda obra ejecutada satisfactoriamente de acuerdo con la presente especificación y aprobada por el Supervisor.

El precio unitario deberá cubrir todos los costos por concepto de construcción o adecuación de las vías de acceso a las fuentes de materiales, la extracción, preparación y suministro de los materiales, así como su carga, descarga, almacenamiento, colocación, humedecimiento o secamiento, compactación y, en general, todo costo relacionado con la

correcta construcción de los rellenos para estructuras, de acuerdo con el proyecto, esta especificación, la aprobación del Supervisor y lo dispuesto en la Subsección 07.05.

El transporte se pagará de acuerdo a lo establecido en la Sección 700.

Item de Pago	Unidad de Pago
505 Relleno para estructuras	Metro cúbico (m3)



## Sección 504

### Partida 803.01

## ACERO DE REFUERZO

## CIMIENTOS DE SEÑALES INFORMATIVAS Y COLUMNAS DE CONCRETO

### Descripción

Este material está constituido por barras de acero corrugadas, con límite de fluencia ( $f_y$ ) de 420 MPa (4200 kg/cm<sup>2</sup>), que se colocan como refuerzo dentro de las diferentes estructuras permanentes de concreto, de acuerdo con estas especificaciones y de conformidad con el Proyecto.

### Materiales

**504.01** Los materiales que se proporcionen a la obra deberán contar con certificación de calidad del fabricante y de preferencia contar con certificación ISO 9000.

**a. Barras de refuerzo**

Deberán cumplir con la más apropiada de las siguientes normas, según se establezca en el proyecto: AASHTO M-31 y ASTM A-706.

Cuando en los planos del proyecto está prevista barras de refuerzo galvanizado, ésta debe cumplir la norma ASTM - A767.

**b. Alambre y mallas de alambre**

Deberán cumplir con las siguientes normas AASHTO, según corresponda: M-32, M-55, M-221 y M-225.

**c. Pesos teóricos de las barras de refuerzo**

Los pesos unitarios, se indican en la Tabla 504-01.

*Tabla 504-01*

*Peso de las barras por unidad de longitud*

Barra Nº	Diámetro Nominal en mm (pulg)	Peso Kg/m
2	6,35 (1/4")	0,25
3	9,5 (3/8")	0,56
4	12,7 (1/2")	1,00
5	15,7 (5/8")	1,55
6	19,1 (3/4")	2,24
7	22,2 (7/8")	3,04
8	25,4 (1")	3,97
9	28,7 (1 1/8")	5,06
10	32,3 (1 1/4")	6,41
11	35,8 (1 3/8")	7,91
14	43,0 (1 3/4")	11,38
18	57,3 (2 1/4")	20,24

### Equipo

**504.02** Se requiere de un equipo idóneo para el corte y doblado de las barras de refuerzo. Si se autoriza el empleo de soldadura, el Contratista deberá disponer del equipo apropiado para dicha labor.

Se requieren, además, elementos que permitan asegurar correctamente el refuerzo en su posición, así como herramientas menores.

Al utilizar el acero de refuerzo, los operarios deben utilizar guantes de protección.

Los equipos de corte y doblado de las barras de refuerzo no deberán producir ruidos por encima de los permisibles o que afecten a la tranquilidad del personal de obra y las poblaciones aledañas. El empleo de los equipos deberá contar con la aprobación del Supervisor.

### Requerimientos de construcción

**504.03 Planos y despiece.** Antes de cortar el material a los tamaños indicados en los planos, el Contratista deberá verificar las listas de despiece y los diagramas de doblado.

Si los planos no los muestran, las listas y diagramas deberán ser preparados por el Contratista y aprobados por el Supervisor, pero tal aprobación no exime al Contratista de su responsabilidad por la exactitud de los mismos. En este caso, el Contratista deberá contemplar el costo de la elaboración de las listas y diagramas mencionados, en los precios de su oferta.

**504.04 Suministro y almacenamiento.** Todo envío de acero de refuerzo que llegue al sitio de la obra o al lugar donde vaya a ser doblado, deberá estar identificado con etiquetas en las cuales se indiquen la fábrica, el grado del acero y el lote correspondiente.

El acero deberá ser almacenado en forma ordenada por encima del nivel del terreno, sobre plataformas, largueros u otros soportes de material adecuado y deberá ser protegido, hasta donde sea posible, contra daños mecánicos y deterioro superficial, incluyendo los efectos de la intemperie y ambientes corrosivos.

Se debe proteger el acero de refuerzo de los fenómenos atmosféricos, principalmente en zonas con alta precipitación pluvial. En el caso del almacenamiento temporal, se evitará dañar, en la medida de lo posible, la vegetación existente en el lugar, ya que su no-protección podría originar procesos erosivos del suelo.

**504.05 Doblamiento.** Las barras de refuerzo deberán ser dobladas en frío, de acuerdo con las listas de despiece aprobadas por el Supervisor. Los diámetros mínimos de doblamiento, medidos en el interior de la barra, con excepción de flejes y estribos, serán los indicados en la Tabla 502-02.

**Tabla 504-02**

#### **Diámetro mínimo de doblamiento**

Número de Barra	Diámetro mínimo
2 a 8	6 diámetros de barra
9 a 11	6 diámetros de barra
17 a 18	6 diámetros de barra



El diámetro mínimo de doblamiento para flejes u otros elementos similares de amarre, no será menor que 4 diámetros de la barra, para barras N°. 5 o menores. Para las barras mayores, se doblarán de acuerdo con lo que establece la Tabla 504-02.

#### **504.06 Colocación y amarre**

Al ser colocado en la obra y antes de producir el concreto, todo el acero de refuerzo deberá estar libre de polvo, óxido en escamas, rebabas, pintura, aceite o cualquier otro material extraño que pueda afectar la adherencia. Todo el mortero seco deberá ser retirado del acero.

Las varillas deberán ser colocadas con exactitud, de acuerdo con las indicaciones de los planos, y deberán ser aseguradas firmemente en las posiciones señaladas, de manera que no sufran desplazamientos durante la colocación y fraguado del concreto. La posición del refuerzo dentro de los encofrados deberá ser mantenida por medio de tirantes, bloques, soportes de metal, espaciadores o cualquier otro soporte aprobado. Los bloques deberán ser de mortero de cemento prefabricado, de calidad, forma y dimensiones aprobadas. Los soportes de metal que entren en contacto con el concreto, deberán ser galvanizados. No se permitirá el uso de cascajo, fragmentos de piedra o ladrillos quebrantados, tubería de metal o bloques de madera.

Las barras se deberán amarrar con alambre en todas las intersecciones, excepto en el caso de espaciamientos menores de 0,30 m, en el cual se amarrarán alternadamente. El alambre usado para el amarre deberá tener un diámetro equivalente de 1,5875 mm (N° 16) ó 2,032 mm (N° 12), o calibre equivalente. No se permitirá la soldadura de las intersecciones de las barras de refuerzo.

Además, se deberán obtener los recubrimientos mínimos especificados en la última edición del Código ACI-318.

Si el refuerzo de malla se suministra en rollos para uso en superficies planas, la malla deberá ser enderezada en láminas planas, antes de su colocación.

El Supervisor deberá revisar y aprobar el refuerzo de todas las partes de las estructuras, antes de que el Contratista inicie la colocación del concreto.

#### **504.07 Traslapes y uniones**

Los traslapes de las barras de refuerzo se efectuarán en los sitios mostrados en los planos o donde lo indique el Supervisor, debiendo ser localizados de acuerdo con las juntas del concreto.

El Contratista podrá introducir traslapes y uniones adicionales, en sitios diferentes a los mostrados en los planos, siempre y cuando: dichas modificaciones sean aprobadas por el Supervisor, los traslapes y uniones en barras adyacentes queden alternados según lo exija éste, y el costo del refuerzo adicional requerido sea asumido por el Contratista.

En los traslapes, las barras deberán quedar colocadas en contacto entre sí, amarrándose con alambre, de tal manera, que mantengan la alineación y su espaciamiento, dentro de las distancias libres mínimas especificadas, en relación a las demás varillas y a las superficies del concreto.

El Contratista podrá reemplazar las uniones traslapadas por uniones soldadas empleando soldadura que cumpla las normas de la American Welding Society, AWS D1.4. En tal caso, los soldadores y los procedimientos deberán ser precalificados por el Supervisor de acuerdo con los requisitos de la AWS y las juntas soldadas deberán ser revisadas radiográficamente o por otro método no destructivo que esté sancionado por la práctica. El costo de este reemplazo y el de las pruebas de revisión del trabajo así ejecutado, correrán por cuenta del Contratista.

Las láminas de malla o parrillas de varillas se deberán traslapar entre sí de acuerdo a lo especificado en el proyecto para mantener una resistencia uniforme, y se deberán asegurar

en los extremos y bordes. El traslape de borde deberá ser, como mínimo, igual a 1 espaciamiento en ancho.

#### 504.08 Sustituciones

La sustitución de las diferentes secciones de refuerzo sólo se podrá efectuar con aprobación del Supervisor. En tal caso, el acero sustituyente deberá tener un área y perímetro equivalentes o mayores que el área y perímetro de diseño.

### Aceptación de los trabajos

#### 504.09 Criterios

##### a. Controles

Durante la ejecución de los trabajos, el Supervisor efectuará los siguientes controles principales:

- Verificar el estado y funcionamiento del equipo empleado por el Contratista.
- Solicitar al Contratista copia certificada de los análisis químicos y pruebas físicas realizadas por el fabricante a las muestras representativas de cada suministro de barras de acero.
- Comprobar que los materiales por utilizar cumplan con los requisitos de calidad exigidos por la presente especificación.
- Verificar que el corte, doblado y colocación del refuerzo se efectúen de acuerdo con los planos, esta especificación y sus instrucciones.
- Vigilar la regularidad del suministro del acero durante el período de ejecución de los trabajos.
- Verificar que cuando se sustituya el refuerzo indicado en los planos, se utilice acero de áreas y perímetros iguales o superiores a los de diseño.
- Efectuar las medidas correspondientes para el pago del acero de refuerzo correctamente suministrado y colocado.

##### b. Calidad del acero

Las barras y mallas de refuerzo deberán ser ensayadas en la fábrica y sus resultados deberán satisfacer los requerimientos de las normas respectivas de la AASHTO o ASTM correspondientes.

El Contratista deberá suministrar al Supervisor una copia certificada de los resultados de las pruebas físicas y mecánicas realizadas por el fabricante para el lote correspondiente a cada envío de acero de refuerzo a la obra.

En caso que el Contratista no cumpla este requisito, el Supervisor ordenará, a cuenta, costo y riesgo del Contratista, la ejecución de todos los ensayos que considere necesarios sobre el refuerzo, antes de aceptar su utilización.

Cuando se autorice el empleo de soldadura para las uniones, su calidad y la del trabajo ejecutado se verificarán de acuerdo con lo indicado en la Subsección 504.07.

Las varillas que tengan fisuras o hendiduras en los puntos de flexión, serán rechazadas.

##### c. Calidad del trabajo terminado

Se aceptarán las siguientes tolerancias en la colocación del acero de refuerzo:

##### 1. Desviación en el espesor de recubrimiento



- Con recubrimiento  $\leq 5$  cm: 5 mm
- Con recubrimiento  $> 5$  cm: 10 mm

## 2. Área

No se permitirá la colocación de acero con áreas y perímetros inferiores a los de diseño. Todo defecto de calidad o de instalación que exceda las tolerancias de esta especificación, deberá ser corregido por el Contratista, a su cuenta, costo y riesgo, de acuerdo con procedimientos establecidos y aprobados por el Supervisor.

### Medición

**504.10** La unidad de medida será el kilogramo (kg), aproximado al décimo de kilogramo, de acero de refuerzo para estructuras de concreto armado,

realmente suministrado y colocado en obra, debidamente aprobado por el Supervisor.

La medida no incluye el peso de soportes separados, soportes de alambre o elementos similares utilizados para mantener el refuerzo en su sitio, ni los empalmes adicionales a los indicados en el Proyecto.

Si se sustituyen barras a solicitud del Contratista y como resultado de ello se usa más acero del que se ha especificado, no se medirá la cantidad adicional.

La medida para barras se basará en el peso computado para los tamaños y longitudes de barras utilizadas, usando los pesos unitarios indicados en la Tabla 504-01.

La medida para malla de alambre será el producto del área en metros cuadrados de la malla efectivamente incorporada y aceptada en la obra, por su peso real en kilogramos por metro cuadrado.

No se medirán cantidades en exceso de las indicadas en el Proyecto y aprobada por el Supervisor.

## Pago

**504.11** El pago se hará al precio unitario del contrato por toda obra ejecutada de acuerdo con esta especificación y aprobada por el Supervisor.

El precio unitario deberá cubrir todos los costos por concepto de suministro, ensayos, transporte, almacenamiento, corte, desperdicios, doblamiento, limpieza, colocación y fijación del refuerzo necesario para terminar correctamente el trabajo, de acuerdo con los planos, esta especificación, con la aprobación del Supervisor y lo especificado en la Subsección 07.05.

Item de Pago	Unidad de Pago
504 Acero de refuerzo	Kilogramo



## Sección 503

### Partida 803.02 y 803.03

## CONCRETO ESTRUCTURAL

### CIMIENTOS DE SEÑALES INFORMATIVAS Y RELLENOS DE CONCRETO

#### Descripción

**503.01** Este trabajo consiste en el suministro de concreto de cemento Portland de diversas resistencias a la compresión, para la construcción de estructuras de drenaje, muros de contención, cabezales de alcantarillas, cajas de captación, aletas, sumideros y estructuras de puentes en general, de acuerdo con estas especificaciones y de conformidad con el Proyecto.

#### Materiales

#### 503.02 Cemento

El cemento utilizado será Portland, el cual deberá cumplir lo especificado en la Sección 438.02 (1).

Si el proyecto no especifica lo contrario, se empleará el denominado Tipo IP o Cemento Portland Puzolánico.

#### 503.03 Agregados

##### a. Agregado fino

Se considera como tal, a la fracción que pase la malla de 4,75 mm (Nº. 4). Provenirá de arenas naturales o de la trituración de rocas o gravas. El porcentaje de arena de trituración no podrá constituir más del 30% del agregado fino. El agregado fino deberá cumplir con los requisitos indicados en la Tabla 503-01.

El agregado fino deberá cumplir, además, con los siguientes requisitos:

##### 1. Reactividad

El agregado fino no podrá presentar reactividad potencial con los álcalis del cemento. Se considera que el agregado es potencialmente reactivo, si al determinar su concentración de SiO<sub>2</sub> y la reducción de alcalinidad R, mediante la norma ASTM C289, se obtienen los siguientes resultados:

$$\text{SiO}_2 > R, \text{ cuando } R \geq 70 \quad \text{SiO}_3 > 35 + 0,5 R, \text{ cuando } R < 70$$

Si en la mezcla se emplean arenas provenientes de escorias siderúrgicas, se comprobará que no contengan silicatos inestables ni compuestos ferrosos.

Si el agregado califica como potencialmente reactivo con base a los criterios anteriores, no debe ser utilizado en la producción de concretos.

**Tabla 503-01**  
**Requisitos del agregado fino para concreto estructural**

Ensayo		Norma MTC	Norma NTP	Requisito
<b>Durabilidad</b>				
Pérdidas en ensayo de solidez en sulfatos, % máximo $\geq 3\ 000$ msnm	-Sulfato de sodio	MTC E 207	NTP 400.016	10
	-Sulfato de magnesio	MTC E 209	NTP 400.016	15
<b>Limpieza</b>				
Índice de plasticidad, % máximo		MTC E 111	NTP 339.129	No plástico
Equivalente de arena, % mínimo	$f'_{cs} \leq 21$ MPa (210 Kg/cm <sup>2</sup> )	MTC E 114	NTP 339.146	65
	$f'_{cs} > 21$ MPa (210 Kg/cm <sup>2</sup> )	MTC E 114	NTP 339.146	75
Valor de azul de metileno, máximo			TP- 57 (*)	5
Terrones de arcilla y partículas deleznales, % máximo		MTC E 212	NTP 400.015	3
Carbón y lignito, % máximo		MTC E 211	NTP 400.023	0,5
Material que pasa el tamiz de 75 $\mu$ m (n.º 200), % máximo		MTC E 202	NTP 400.018	3
<b>Contenido de materia orgánica</b>				
Color más oscuro permisible		MTC E 213	NTP 400.024 NTP 400.013	Igual a muestra patrón
<b>Características químicas</b>				
Contenido de sulfatos, expresado como SO <sub>4</sub> , % máximo		--	NTP 400.042	1,2
Contenido de cloruros, expresado como cl-, % máximo		--	NTP 400.042	0,1
<b>Absorción</b>				
Absorción de agua, % máximo		MTC E 205	NTP 400.022	4

(\*) AASHTO TP-57

## 2. Granulometría

La curva granulométrica del agregado fino deberá encontrarse dentro de los límites que se señalan en la Tabla 503-02.



En ningún caso, el agregado fino podrá tener más del 45% de material retenido entre 2 tamices consecutivos. El Módulo de Finura se encontrará entre 2,3 y 3,1. Durante el período de construcción no se permitirán variaciones mayores de 0,2 en el Módulo de Finura, con respecto al valor correspondiente a la curva adoptada para la fórmula de trabajo.

**Tabla 503-02**  
**Granulometría agregado fino**

Tamiz (mm)	Porcentaje que pasa
9,5 mm ( 3 / 8")	100
4,75 mm (N.º 4)	95-100
2,36 mm (N.º 8)	80-100
1,18 mm (N.º 16)	50-85
0,60 mm (N.º 30)	25-60
0,30 mm (N.º 50)	5-30
0,15 mm (N.º 100)	0-10

Fuente: ASTM C33

**b. Agregado grueso**

Se considera como tal, al material granular que quede retenido en el tamiz 4,75 mm (Nº. 4). Será grava natural o provendrá de la trituración de roca, grava u otro producto cuyo empleo resulte satisfactorio, lo que será aprobado por el Supervisor. El agregado grueso deberá cumplir con los requisitos de la Tabla 503-03.

**Tabla 503-03**  
**Requisitos del agregado grueso para concreto estructural**

169

Ensayo		NORMA MTC	NORMA NTP	Requisito
Dureza				
Desgaste en la máquina de Los Ángeles, % máximo		MTC E 207	NTP 400.019 NTP 400.020	40
Durabilidad				
Pérdidas en ensayo de solidez en sulfatos, % máximo $\geq 3\ 000$ msnm	-Sulfato de sodio	MTC E 209	NTP 400.016	12
	-Sulfato de magnesio	MTC E 209	NTP 400.016	18
Limpieza				
Terrones de arcilla y partículas deleznales, % máximo		MTC E 212	NTP 400.015	3
Carbón y lignito, % máximo		MTC E 211	NTP 400.023	0,5
Geometría de las partículas				
Partículas fracturadas mecánicamente (una cara), % mínimo		MTC E 210	D-5821 (*)	60
Partículas chatas y alargados (relación 5:1), % máximo		--	NTP 400.040	10
Características químicas				
Contenido de sulfatos, expresado como ión $SO_4^{2-}$ , % máximo		--	NTP 400.042	1,0
Contenido de cloruros, expresado como ión $Cl^-$ , % máximo		--	NTP 400.042	0,1

(\*) ASTM D-5821

Los requisitos que debe cumplir el agregado grueso son los siguientes:

### 1. Reactividad

El agregado no podrá presentar reactividad potencial con los álcalis del cemento, lo cual se comprobará por idéntico procedimiento y análogo criterio que en el caso de agregado fino.

### 2. Granulometría

La gradación del agregado grueso deberá satisfacer una de las siguientes franjas, según se especifique en el proyecto y apruebe el Supervisor con base en el tamaño máximo de agregado a usar, de acuerdo a la estructura de que se trate, la separación del refuerzo y la clase de concreto especificado.

La curva granulométrica obtenida al mezclar los agregados grueso y fino en el diseño y construcción del concreto, deberá ser continua y asemejarse a las teóricas.

### 3. Forma

Para concretos de  $f'c > 21$  MPa (210 Kg/cm<sup>2</sup>), los agregados deben ser 100% triturados.

#### c. Agregado ciclópeo

El agregado ciclópeo será roca triturada de buena calidad. El agregado será preferiblemente angular y su forma tenderá a ser cúbica. La relación entre las dimensiones mayor y menor de cada piedra no será mayor que (2:1).

El tamaño máximo admisible del agregado ciclópeo dependerá del espesor y volumen de la estructura de la cual formará parte. En cabezales, aletas y obras similares con espesor no mayor de 80 cm, se admitirán agregados ciclópeos con dimensión máxima de 30 cm. En estructuras de mayor espesor se podrán emplear agregados de mayor volumen, previa autorización del Supervisor y con las limitaciones establecidas en la Subsección 503.10(c) "Colocación del concreto".



**d. Agua**

El agua por emplear en las mezclas de concreto deberá estar limpia y libre de impurezas perjudiciales, tales como aceite, ácidos, álcalis y materia orgánica, que cumpla los requisitos establecidos en la Subsección 438.02(a)(3).

**e. Aditivos y adiciones**

Se podrán usar aditivos de reconocida calidad que cumplan con la norma ASTM C-494, NTP 334.087, NTP 334.088 y NTP 334.089 para modificar las propiedades del concreto, con el fin que sea adecuado para las condiciones particulares de la estructura por construir. Su empleo deberá definirse por medio de ensayos efectuados con antelación a la obra, con dosificaciones que garanticen el efecto deseado, sin perturbar las propiedades restantes de la mezcla, ni representar riesgos para la armadura que tenga la estructura. En las Especificaciones Especiales (EE) del proyecto, se definirán qué tipo de aditivos se pueden usar, los requerimientos que deben cumplir y los ensayos de control que se harán a los mismos.

**f. Sellantes de juntas**

Se podrá usar los sellantes de juntas y grietas de reconocida calidad aplicadas en caliente que cumplan con la Norma ASTM D-6690 (Especificación Técnica para sellantes, juntas y grietas, aplicados en caliente, para pavimentos de concreto y asfalto). Su empleo deberá definirse por medio de los métodos de ensayo por lo que se evaluarán los sellantes; así como la forma de muestreo, calentamiento, aplicación y que cumplan con la norma ASTM D 5329.

**Tabla 503-04**  
**Granulometría del agregado grueso para concreto estructural**

Tamaño nominal (abertura tamices cuadrada)	% Porcentaje que pasa														
	AG-1 (90 a 37,5 mm)	AG-2 (63 a 37,5 mm)	AG-3 (50 a 25 mm)	AG-357 (50 a 4,75 mm)	AG-4 (37,5 a 19,0 mm)	AG-467 (37,5 a 4,75 mm)	AG-5 (25 a 12,5 mm)	AG-56 (25 a 9,5 mm)	AG-57 (25 a 4,75 mm)	AG-6 (19 a 9,5 mm)	AG-67 (19 a 4,75 mm)	AG-7 (12,5 a 4,75 mm)	AG-8 (9,5 a 2,36 mm)	AG-89 (9,5 a 1,18 mm)	AG-9 <sup>(*)</sup> (4,75 a 1,18 mm)
100 mm (4")	100														
90 mm (3 1/2")	95-100														
75 (3")		100													
63 mm (2 1/2")	25-60	90-100	100	100											
50 mm (2")		35-70	90-100	95-100	100	100									
37,5 mm (1 1/2")	0-15	0-15	35-70		90-100	95-100	100	100	100						
25,0 mm (1")			0-15	35-70	20-55		90-100	90-100	95-100	100	100				
19,0 mm (3/4")	0-5	0-5			0-15	35-70	20-55	40-85		90-100	90-100	100			
12,5 mm (1/2")			0-5	10-30			0-10	10-40	25-60	20-55		90-100	100	100	
9,5 mm (3/8")					0-5	10-30	0-5	0-15		0-15	20-55	40-70	85-100	90-100	100
4,75 mm (Nº 4)				0-5		0-5		0-5	0-10	0-5	0-10	0-15	10-30	20-55	85-100
2,36 mm (Nº 8)									0-5		0-5	0-5	0-10	5-30	10-40
1,18 mm (Nº 16)													0-5	0-10	0-10
300 µm (Nº 50)														0-5	0-5

(\*) El tamaño de agregado número 9 (AG-9) se define en C 125 como agregado fino. Se incluye como agregado grueso cuando se combina con el tamaño número 3 (AG-3) creando el tamaño de material 09 (AG-09), es cual es un agregado de tamaño grueso definido en la C 125. Fuente: ASTM C 33.

(\*\*) NTP 400.037 Agregados "Especificaciones normalizadas para agregados en hormigón (concreto)": se permitirá el uso de los agregados que no cumplan con las especificaciones específicas, siempre y cuando existan estudios calificados a satisfacción de las partes, que aseguren que el material producirá hormigón (concreto) de la calidad requerida. Se debe de considerar como una EE.

**503.04 Clases de concreto**

167

Para su empleo en las distintas clases de obra y de acuerdo con su resistencia mínima a la compresión, determinada según la norma MTC E 704, se establecen las siguientes clases de concreto, indicadas en la Tabla 503-07.

**Tabla 503-07**  
**Clases de concreto estructural**

Clase	Resistencia mínima a la compresión a 28 días
Concreto pre y post tensado	
A	35 MPa (350 Kg/cm <sup>2</sup> )
B	32 MPa (320 Kg/cm <sup>2</sup> )
Concreto reforzado	
C	28 MPa (280 Kg/cm <sup>2</sup> )
D	21 MPa (210 Kg/cm <sup>2</sup> )
E	17,5 MPa (175 Kg/cm <sup>2</sup> )
Concreto simple	
F	14 MPa (140 Kg/cm <sup>2</sup> )
Concreto ciclópeo	Se compone de concreto simple Clase F y agregado ciclópeo, en proporción de 30% del volumen total, como máximo
G	14 MPa (140 Kg/cm <sup>2</sup> )



## Equipo

**503.05** Los principales elementos requeridos para la elaboración de concretos y la construcción de estructuras con dicho material, son los siguientes:

**a. Equipo para la producción de agregados y la fabricación del concreto**

Se aplica lo especificado en la Subsección 438.03 en donde sea pertinente. Se permite, además, el empleo de mezcladoras portátiles en el lugar de la obra.

No se permitirá la mezcla manual para la elaboración del concreto.

**b. Elementos de transporte**

La utilización de cualquier sistema de transporte o de conducción del concreto deberá contar con la aprobación del Supervisor. Dicha aprobación no deberá ser considerada como definitiva por el Contratista, y se da bajo la condición de que el uso del sistema de conducción o transporte se suspenda, si el asentamiento o la segregación de la mezcla exceden los límites especificados que señale el Proyecto.

Cuando la distancia de transporte sea mayor de 300 m, no se podrán emplear sistemas de bombeo, sin la aprobación del Supervisor.

Cuando el concreto se vaya a transportar en vehículos a distancias superiores a 600 m, el transporte se deberá efectuar en camiones mezcladores.

**c. Encofrados y obra falsa**

El Contratista deberá suministrar e instalar todos los encofrados necesarios para confinar y dar forma al concreto, de acuerdo con las líneas mostradas en el Proyecto y aprobadas por el Supervisor. Los encofrados podrán ser de madera, metálicos u otro material debidamente aprobado por el Supervisor, que deberán tener la resistencia suficiente para contener la mezcla de concreto, sin que se formen combas entre los soportes y evitar desviaciones de las líneas y contornos que muestran los planos, ni se pueda escapar el mortero.

Los encofrados de madera podrán ser de madera cepillada o de triplay, y deberán tener un espesor uniforme.

**d. Elementos para la colocación del concreto**

El Contratista deberá disponer de los medios de colocación del concreto que permitan una buena regulación de la cantidad de mezcla depositada, para evitar salpicaduras, segregación y choques contra los encofrados o el refuerzo.

**e. Vibradores**

Los vibradores para compactación del concreto deberán ser de tipo interno, y deberán operar a una frecuencia no menor de 117 Hz y ser de una intensidad suficiente para producir la plasticidad y adecuada consolidación del concreto, pero sin llegar a causar la segregación de los materiales.

Para estructuras delgadas, donde los encofrados estén especialmente diseñados para resistir la vibración, se podrán emplear vibradores externos de encofrado.

**f. Equipos varios**

El Contratista deberá disponer de elementos para usos varios, entre ellos los necesarios para la ejecución de juntas, la corrección superficial del concreto terminado, la aplicación de productos de curado, equipos para limpieza, etc.

## Requerimientos de construcción

### 503.06 Explotación de materiales y elaboración de agregados

Al respecto, todos los procedimientos, equipos, etc. requieren ser aprobados por el Supervisor de acuerdo al Proyecto, sin que esto exima al Contratista de su responsabilidad posterior.

### 503.07 Estudio de la mezcla y obtención de la fórmula de trabajo

Con suficiente antelación al inicio de los trabajos, el Contratista entregará al Supervisor, muestras de los materiales que se propone utilizar y el diseño de la mezcla, avaladas por los resultados de ensayos que demuestren la conveniencia de utilizarlos para su verificación. Si a criterio del Supervisor los materiales o el diseño de la mezcla resultan objetables, el Contratista deberá efectuar las modificaciones necesarias para corregir las deficiencias.

Una vez que el Supervisor manifieste su conformidad con los materiales y el diseño de la mezcla, éste sólo podrá ser modificado durante la ejecución de los trabajos, si se presenta una variación en alguno de los componentes que intervienen en ella. El Contratista definirá una Formula de Trabajo, la cual someterá a la aprobación del Supervisor. Dicha fórmula señalará:

- Las proporciones en que se deben mezclar los agregados disponibles y la gradación media a que dé lugar dicha mezcla.
- Las dosificaciones de cemento, agregados grueso y fino y aditivos en polvo, en peso por metro cúbico de concreto. La cantidad de agua y aditivos líquidos se podrá dar por peso o por volumen.
- Cuando se contabilice el cemento por bolsas, la dosificación se hará en función de un número entero de bolsas.
- La consistencia del concreto, se deberá encontrar dentro de los límites, que se indica en la Tabla 503-08, al medirla según norma de ensayo MTC E 705.

**Tabla 503-08**

#### Rango de asentamientos permitidos en obras de concreto estructurales

Tipo de construcción	Asentamiento (")	
	Máximo	Mínimo
Zapata y muro de cimentación armada	3	1
Cimentaciones simples, cajones, y sub-estructuras de muros	3	1
Losas y pavimento	3	1
Viga y muro armado	4	1
Columna de edificios	4	1
Concreto ciclópeo	2	1

La Fórmula de Trabajo se deberá reconsiderar cada vez que varíe alguno de los siguientes factores:



164

- El tipo, clase o categoría del cemento o su marca.
- El tipo, absorción o tamaño máximo del agregado grueso.
- El módulo de finura del agregado fino en más de 0,2.
- La naturaleza o proporción de los aditivos.
- El método de puesta en obra del concreto.

El Contratista deberá considerar que el concreto deberá ser dosificado y elaborado para asegurar una resistencia a la compresión, acorde con el Proyecto, que minimice la frecuencia de los resultados de pruebas por debajo del valor de resistencia a la compresión especificada en el proyecto. Los planos deberán indicar claramente la resistencia a la compresión para la cual se ha diseñado cada parte de la estructura.

Al efectuar las pruebas de tanteo en el laboratorio para el diseño de la mezcla, las muestras para los ensayos de resistencia deberán ser preparadas y curadas de acuerdo con la norma MTC E 702 y ensayadas según la norma de ensayo MTC E 704. Se deberá establecer una curva que muestre la variación de la relación agua/cemento (o el contenido de cemento) y la resistencia a la compresión a los 28 días.

La curva se deberá basar en no menos de 3 puntos y preferiblemente 5, que representen tandas que den lugar a resistencias por encima y por debajo de la requerida. Cada punto deberá representar el promedio de por lo menos 3 cilindros ensayados a los 28 días.

La máxima relación agua/cemento permisible para el concreto a ser empleado en la estructura, será la mostrada por la curva, que produzca la resistencia promedio requerida que exceda la resistencia de diseño del elemento, según lo indica la Tabla 503-09.

**Tabla 503-09  
Resistencia promedio requerida basada en datos estadísticos ACI 318**

Resistencia a la Compresión Especificada ( $f'_c$ ), MPa	Resistencia a la Compresión Requerida Promedio ( $f'_{cr}$ ), Mpa
$\leq 35$	$f'_{cr} = f'_c - 1.34 s$
	$f'_{cr} = f'_c + 2.33 s - 3.45$
	Usar el valor mayor
Más de 35	$f'_{cr} = f'_c + 1.34 s$
	$f'_{cr} = 0.90 f'_c - 2.33 s$
	Usar el valor mayor

s: Desviación estándar calculada en función a los registros de los resultados de ensayos de obras realizadas.

Si la estructura de concreto va a estar sometida a condiciones de trabajo muy rigurosas, la relación agua/cemento no podrá exceder de 0,50 si va a estar expuesta al agua dulce, ni de 0,45 para exposiciones al agua de mar o cuando va a estar expuesta a concentraciones perjudiciales que contengan sulfatos.

Cuando se especifique concreto con aire, el aditivo deberá ser de clase aprobada según se indica en la Subsección 503.03 (e). La cantidad de aditivo utilizado deberá producir el contenido de aire incorporado que muestra la Tabla 503-10.

**Tabla 503-10**  
**Requisitos sobre aire incluido**

Resistencia de diseño a 28 días	Porcentaje aire incluido
28 MPa -35 MPa concreto normal	6-8
28 MPa -35 MPa concreto pre-esforzado	2-5
14 MPa-28 MPa concreto normal	3-6

La cantidad de aire incorporado se determinará según la norma de ensayo AASHTO-T152 o ASTM-C231.

La aprobación que dé el Supervisor al diseño, no implica necesariamente la aceptación posterior de las obras de concreto que se construyan en base a dicho diseño, ni exime al Contratista de su responsabilidad de cumplir con todos los requisitos de las especificaciones y los planos. La aceptación de las obras para fines de pago dependerá de su correcta ejecución y de la obtención de la resistencia a compresión mínima especificada para la respectiva clase de concreto, resistencia que será comprobada en base a las mezclas realmente incorporadas en tales obras.

#### **503.08 Preparación de la zona de los trabajos, encofrados y obra falsa**

La excavación necesaria para las cimentaciones de las estructuras de concreto y su preparación para la cimentación, incluyendo su limpieza y apuntalamiento, cuando sea necesario, se deberá efectuar conforme al Proyecto y la Sección 501.

El Contratista deberá suministrar e instalar todos los encofrados necesarios para confinar y dar forma al concreto, de acuerdo con las líneas mostradas en el Proyecto y aprobados por el Supervisor. Los encofrados podrán ser de madera o metálicos y deberán ensamblarse firmemente, y deberán tener la resistencia suficiente para contener la mezcla de concreto, sin que se formen combas entre los soportes u otras desviaciones de las líneas y contornos que muestran los planos, ni que permita el escurrimiento del mortero.

Los encofrados de madera podrán ser de madera cepillada y deberán tener un espesor uniforme.

La obra falsa o armazones provisionales deberán ser contruidos sobre cimientos suficientemente resistentes para soportar las cargas sin asentamientos perjudiciales. Toda la obra falsa deberá ser diseñada y construida con la solidez necesaria que le permita soportar, sin sufrir deformación apreciable, las cargas a que estará sometida, las cuales deberán incluir, además del peso de la superestructura, las correspondientes a los encofrados, arriostres, carriles de tráfico y demás cargas que le puedan ser impuestas durante la construcción.

La obra falsa deberá ser convenientemente apuntalada y amarrada para prevenir distorsiones y movimientos que puedan producir vibraciones y deformaciones en el encofrado de la superestructura.



### 503.09 Fabricación de la mezcla

#### a. Almacenamiento de los agregados

Cada tipo de agregado se acopiará por pilas separadas, las cuales se deberán mantener libres de tierra o de elementos extraños y dispuestos de tal forma, que se evite al máximo la segregación de los agregados.

Si los acopios se disponen sobre el terreno natural, no se utilizarán los 15 cm inferiores de los mismos.

Los acopios se construirán por capas de espesor no mayor de 1,50 m y no por depósitos cónicos.

#### b. Suministro y almacenamiento del cemento

El cemento en bolsas se deberá almacenar en sitios secos y aislados del suelo en rumas de no más de 8 bolsas.

Si el cemento se suministra a granel, se deberá almacenar en silos apropiados aislados de la humedad. La capacidad mínima de almacenamiento será la suficiente para el consumo de dos jornadas de producción normal.

Todo cemento que tenga más de 3 meses de almacenamiento en sacos o 6 en silos, deberá ser examinado y usado previa certificación de calidad autorizado por el Supervisor, quien verificará si aún es susceptible de utilización.

No se utilizará cemento endurecido o cuya fecha de vencimiento haya expirado.

#### c. Almacenamiento de aditivos

Los aditivos se protegerán convenientemente de la intemperie y de toda contaminación. Los sacos de productos en polvo se almacenarán bajo cubierta y observando las mismas precauciones que en el caso del almacenamiento del cemento. Los aditivos suministrados en forma líquida se almacenarán en recipientes estancos. Estas recomendaciones no son excluyentes de las especificadas por los fabricantes.

#### d. Elaboración de la mezcla

Cuando la mezcla se produce en una planta central, sobre camiones mezcladores o por una combinación de estos procedimientos, el trabajo se deberá efectuar de acuerdo con los requisitos aplicables de la especificación ASTM C-94.

##### 1. Mezclado en plantas estacionarias en el lugar de la obra

Salvo indicación en contrario del Supervisor, la mezcladora se cargará primero con una parte no superior a la mitad del agua requerida para la tanda; a continuación se añadirán simultáneamente el agregado fino y el cemento y, posteriormente, el agregado grueso, completándose luego la dosificación de agua.

La mezcla se hará a la velocidad recomendada por el fabricante de la maquina y el tiempo de mezclado deberá ser no menor a 1,5 min, contados a partir del momento en que todos los materiales están dentro del tambor mezclador y hasta el instante en

que se inicie la descarga. Se podrá reducir este tiempo, solamente si se demuestra que la mezcla es satisfactoria. En todo caso, el tiempo de mezclado no deberá exceder de 5 minutos.

Como norma general, los aditivos se añadirán a la mezcla de acuerdo a las indicaciones del fabricante.

Antes de cargar nuevamente la mezcladora, se vaciará totalmente su contenido. En ningún caso, se permitirá el remezclado de concretos que hayan fraguado parcialmente, aunque se añadan nuevas cantidades de cemento, agregados y agua.

Cuando la mezcladora haya estado detenida por más de 30 minutos, deberá ser limpiada antes de verter materiales en ella. Así mismo, se requiere su limpieza total, antes de comenzar la fabricación de concreto con otro tipo de cemento.

Cuando la mezcla se elabore en mezcladoras al pie de la obra, el Contratista, con la aprobación del Supervisor, solo para resistencias  $f'c$  menores a 21 MPa (210 Kg/cm<sup>2</sup>), podrá transformar las cantidades correspondientes en peso de la Fórmula de Trabajo a unidades volumétricas. El Supervisor verificará que existan los elementos de dosificación precisos para obtener las medidas especificadas de la mezcla.

## **2. Mezclado en planta central**

Debe ajustarse, en todo lo pertinente, a lo indicado en la Subsección anterior para la mezcla en mezcladoras estacionarias.

## **3. Mezclado en camiones mezcladores (mixer)**

Cuando se emplee un camión mezclador para mezclado completo, en tránsito o al llegar a la obra, cada batchada o tanda deberá ser mezclada por no menos de 70 ni más de 100 revoluciones de tambor o paletas a la velocidad de rotación fijada por el fabricante del equipo. El tiempo adicional de mezcla, cuando sea requerido, se debe completar a la velocidad de agitación especificada por el fabricante del mixer.

Todos los materiales incluyendo el agua, deben estar dentro del tambor mezclador, antes de iniciar el mezclado propiamente dicho y accionar el contador de revoluciones. El mezclado debe iniciar dentro de los 30 segundos siguientes al instante en que el cemento es puesto en contacto con los agregados dentro del tambor.

Cuando los agregados estén húmedos, haya agua dentro del tambor, la temperatura ambiente exceda de 30°C, se use un cemento de alta resistencia o se empleen aditivos aceleradores de fraguado, el tiempo citado en el párrafo anterior se podrá reducir a 15 segundos.

Cuando se trate de mezclado parcial en planta central, el tiempo de mezcla en la mezcladora estacionaria de la planta central se podrá reducir a 30 segundos, completando el mezclado en el camión mezclador en tránsito, en la forma indicada en este numeral.

Los camiones mezcladores no se deberán cargar a más del 63% del volumen del tambor para mezclado completo en tránsito o al llegar a la obra, ni a más del 70% del volumen del tambor, cuando haya mezclado parcial en la planta central.

## **4. Mezclado manual**

No se permitirá el mezclado manual en ningún caso.



## 5. Reablandamiento del concreto

No se deberá hacer ningún reablandamiento del concreto, agregándole agua o por otros medios, excepto que con la aprobación del Supervisor podrá añadirse agua adicional de mezcla al concreto transportado en camiones mezcladores o agitadores, siempre que dicho concreto, a su descarga, cumpla todos los requisitos exigidos, ni se excedan los tiempos de mezcla y transporte especificados en esta Sección.

### 503.10 Operaciones para el vaciado de la mezcla

#### a. Descarga, transporte y entrega de la mezcla

El concreto al ser descargado de mezcladoras estacionarias, deberá tener la consistencia, plasticidad, trabajabilidad y uniformidad requeridas para la obra. La descarga de la mezcla, el transporte, la entrega y colocación del concreto deberán ser completados en un tiempo máximo de 1 ½ h, desde el momento en que el cemento se añade a los agregados, salvo que el Supervisor fije un plazo diferente según las condiciones climáticas, el uso de aditivos o las características del equipo de transporte.

A su entrega en la obra, el Supervisor rechazará todo concreto que haya desarrollado algún endurecimiento inicial, determinado por no cumplir con el asentamiento dentro de los límites especificados, así como aquel que no sea entregado dentro del límite de tiempo aprobado.

El concreto que por cualquier causa haya sido rechazado por el Supervisor, deberá ser retirado de la obra y reemplazado por el Contratista, a su cuenta, costo y riesgo, por un concreto que cumpla especificaciones del proyecto.

El material de concreto derramado como consecuencia de las actividades de transporte y colocación, deberá ser recogido inmediatamente por el Contratista a su cuenta, costo y riesgo, para lo cual deberá contar con el equipo necesario.

#### b. Preparación para la colocación del concreto

Por lo menos 24 horas antes de colocar concreto en cualquier lugar de la obra, el Contratista notificará por escrito al Supervisor al respecto, para que éste verifique y apruebe los sitios de colocación.

La colocación no podrá comenzar, mientras el Supervisor no haya aprobado el encofrado, el refuerzo, las partes embebidas y la preparación de las superficies que han de quedar en contacto con el concreto. Dichas superficies deberán encontrarse completamente libres de suciedad, lodo, desechos, grasa, aceite, partículas sueltas y cualquier otra sustancia perjudicial. La limpieza puede incluir el lavado, por medio de chorros de agua y aire, excepto para superficies de suelo o relleno, para las cuales este método no es obligatorio.

Se deberá eliminar toda agua estancada o libre de las superficies sobre las cuales se va a colocar la mezcla y controlar que durante la colocación de la mezcla y el fraguado, no se vierta agua que pueda lavar o dañar el concreto fresco.

Las fundaciones en suelo donde se coloque el concreto, deberán ser humedecidas, o recubrirse con una capa delgada de concreto, si así lo exige el Supervisor.

**c. Colocación del concreto**

**1. Requisitos generales**

Esta operación se deberá efectuar en presencia del Supervisor.

El concreto no se podrá colocar cuando existan precipitaciones pluviales, salvo que el Contratista suministre cubiertas que, a juicio del Supervisor, sean adecuadas para proteger el concreto desde su colocación hasta su fraguado.

En todos los casos, el concreto se deberá depositar lo más cerca posible de su posición final y no se deberá hacer fluir por medio de vibradores. Los métodos utilizados para la colocación del concreto deberán permitir una buena regulación de la mezcla depositada, evitando su caída con demasiada presión o chocando contra los encofrados o el refuerzo. Por ningún motivo se permitirá la caída libre del concreto desde alturas superiores a 1 m.

Al verter el concreto, se compactará enérgica y eficazmente, para que las armaduras queden perfectamente envueltas; cuidando especialmente los sitios en que se reúna gran cantidad de ellas, y procurando que se mantengan los recubrimientos y separaciones de la armadura.

A menos que el Proyecto establezca lo contrario, el concreto se deberá colocar en capas continuas horizontales cuyo espesor no exceda de 0,5 m. El Supervisor podrá exigir espesores aún menores cuando se estime conveniente, si los considera necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.

**2. Colocación por bombeo**

Cuando se utilice equipo de bombeo, se deberá disponer de los medios para continuar la operación de colocación del concreto en caso que se dañe la bomba. El bombeo deberá continuar hasta que el extremo de la tubería de descarga quede completamente por fuera de la mezcla recién colocada.

No se permitirá la colocación de concreto al cual se haya agregado agua después de salir de la mezcladora. Tampoco se permitirá la colocación de la mezcla fresca sobre concreto total o parcialmente endurecido, sin que las superficies de contacto hayan sido preparadas como juntas, según se describe en la Subsección 503.10 (f).

**4. Colocación del agregado ciclópeo**

La colocación del agregado ciclópeo para el concreto clase G, se deberá ajustar al siguiente procedimiento. La piedra limpia y húmeda, se deberá colocar cuidadosamente, sin dejarla caer por gravedad, en la mezcla de concreto simple.

En estructuras cuyo espesor sea inferior a 80 cm, la distancia libre entre piedras o entre una piedra y la superficie de la estructura, no será inferior a 10 cm. En estructuras de mayor espesor, la distancia mínima se aumentará a 15 cm. En estribos y pilas no se podrá usar agregado ciclópeo en los últimos 50 cm debajo del asiento de la superestructura o placa. La proporción máxima del agregado ciclópeo será el 30% del volumen total de concreto.

Los escombros resultantes de las actividades implicadas, deberán ser eliminados únicamente en las áreas de disposición de material excedente, determinadas por el proyecto.

La zona de trabajo, deberá ser escarificada para adecuarla a la morfología existente.



**d. Colocación del concreto bajo agua**

El concreto no deberá ser colocado bajo agua, excepto cuando así se especifique en el Proyecto y/o lo apruebe el Supervisor, quien efectuará una supervisión directa de los trabajos. En tal caso, el concreto tendrá una resistencia no menor de la exigida para la clase D y contendrá un 10 % de exceso de cemento.

Dicho concreto se deberá colocar cuidadosamente en su lugar, en una masa compacta, por medio de un método aprobado por el Supervisor.

Todo el concreto bajo el agua se deberá depositar en una operación continua.

No se deberá colocar concreto dentro de corrientes de agua y los encofrados diseñados para retenerlo bajo el agua, deberán ser impermeables. El concreto se deberá colocar de tal manera, que se logren superficies aproximadamente horizontales, y que cada capa se deposite antes que la precedente, haya alcanzado su fraguado inicial, con el fin de asegurar la adecuada unión entre las mismas.

Los escombros resultantes de las actividades implicadas, deberán ser eliminados únicamente en las áreas de disposición de material excedente, determinadas por el proyecto.

La zona de trabajo, deberá ser escarificada para adecuarla a la morfología existente.

**e. Vibración**

El concreto colocado se deberá consolidar mediante vibración, hasta obtener la mayor densidad posible, de manera que quede libre de cavidades producidas por partículas de agregado grueso y burbujas de aire, y que cubra totalmente las superficies de los encofrados y los materiales embebidos. Durante la consolidación, el vibrador se deberá operar a intervalos regulares y frecuentes, en posición vertical y con su cabeza sumergida totalmente dentro de la mezcla.

No se deberá colocar una nueva capa de concreto, si la precedente no está debidamente consolidada.

La vibración no deberá ser usada para transportar mezcla dentro de los encofrados, ni se deberá aplicar directamente a éstas o al acero de refuerzo, especialmente si ello afecta masas de mezcla recientemente fraguada.

**f. Juntas**

Se deberán construir juntas de construcción, contracción y dilatación, con las características y en los sitios indicados en el Proyecto o indicados por el Supervisor. El Contratista no podrá introducir juntas adicionales o modificar el diseño de localización de las indicadas en el Proyecto o aprobadas por el Supervisor, sin la autorización de éste. En superficies expuestas, las juntas deberán ser horizontales o verticales, rectas y continuas, a menos que se indique lo contrario.

En general, se deberá dar un acabado pulido a las superficies de concreto en las juntas, utilizando para las mismas los rellenos, sellos o retenedores indicados en el Proyecto.

**g. Agujeros para drenaje**

Los agujeros para drenaje se deberán construir de la manera y en los lugares señalados en los planos. Los dispositivos de salida, bocas o respiraderos para igualar la presión hidrostática, se deberán colocar por debajo de las aguas mínimas y también de acuerdo con lo indicado en los planos.

Los moldes para practicar agujeros a través del concreto pueden ser de tubería metálica, plástica o de concreto, cajas de metal o de madera. Si se usan moldes de madera, ellos deberán ser removidos después de colocado el concreto.

**h. Remoción de los encofrados y de la obra falsa**

Las operaciones de remoción de encofrados y soportes, se deben realizar cuidadosamente, en forma tal que permita al concreto tomar gradual y uniformemente los esfuerzos debidos a su propio peso.

Dada que las operaciones de campo son controladas por ensayos de resistencias de cilindros de concreto, la remoción de encofrados y demás soportes se podrán efectuar, al lograrse las resistencias fijadas en el diseño. Los cilindros de ensayos deberán ser curados bajo condiciones iguales a las más desfavorables de la estructura que representan.

Excepcionalmente si las operaciones de campo no están controladas por pruebas de laboratorio la siguiente lista puede ser empleada como guía para el tiempo mínimo requerido antes de la remoción de encofrados y soportes:

- Estructuras para arcos: 14 días
- Estructuras bajo vigas: 14 días
- Soportes bajo losas planas: 14 días
- Losas de piso: 14 días
- Placa superior en alcantarillas de cajón: 14 días
- Superficies de muros verticales: 48 horas
- Columnas: 48 horas
- Lados de vigas: 24 horas

**i. Curado**

Durante el primer período de endurecimiento, se someterá el concreto a un proceso de curado que se prolongará a lo largo del plazo prefijado por el Supervisor, según el tipo de cemento utilizado y las condiciones climáticas del lugar.

En general, los tratamientos de curado se deberán mantener por un período no menor de 14 días después de terminada la colocación de la mezcla de concreto; en algunas estructuras no masivas, este período podrá ser disminuido, pero en ningún caso será menor de 7 días.

**1. Curado con agua**

El concreto deberá permanecer húmedo en toda la superficie y de manera continua, cubriéndolo con tejidos de yute o algodón saturados de agua, o por medio de



rociadores, mangueras o tuberías perforadas, o por cualquier otro método que garantice los mismos resultados.

No se permitirá el humedecimiento periódico; éste debe ser continuo.

El agua que se utilice para el curado deberá cumplir los mismos requisitos del agua para la mezcla.

## **2. Curado con compuestos membrana**

Ese curado se podrá hacer en aquellas superficies para las cuales el Supervisor lo autorice, previa aprobación de éste sobre los compuestos a utilizar y sus sistemas de aplicación.

El equipo y métodos de aplicación del compuesto de curado deberán corresponder a las recomendaciones del fabricante, esparciéndolo sobre la superficie del concreto, de tal manera que se obtenga una membrana impermeable, fuerte y continua que garantice la retención del agua, evitando su evaporación. El compuesto de membrana deberá ser de consistencia y calidad uniformes.

## **j. Acabado**

Todas las superficies de concreto deberán recibir un acabado después del retiro de los encofrados. El tipo de acabado dependerá de las características de la obra construida.

### **1. Acabado ordinario**

Es el procedimiento usado para la mayoría de las estructuras. Después de remover los encofrados, toda la rebaba y salientes irregulares de la superficie del concreto se deberán retirar para obtener una superficie uniforme.

Todos los alambres y varillas que sobresalgan se deberán cortar, cuando menos 5 mm bajo la superficie. Todas las cavidades pequeñas se deberán limpiar cuidadosamente, saturarse con agua y rellenarse con un mortero compuesto por una parte de cemento Portland y 2 de arena, el cual deberá ser completamente apisonado en su lugar. En caso de cavidades mayores, se aplicará una capa delgada de pasta de cemento puro antes de colocar el mortero de relleno.

Todos los remiendos deberán mantenerse húmedos por un periodo no menor de 5 días.

Para el relleno de cavidades grandes o profundas se deberá incluir agregado grueso en el mortero de relleno.

Las zonas con “cangrejas” excesivas pueden ser causa de rechazo de la estructura, en cuyo caso el Contratista deberá demoler y reconstruir, a su costo, la parte afectada.

Todas las juntas de construcción y de dilatación en la obra terminada, deben quedar sin restos de mortero y concreto. El relleno de las juntas deberá quedar con los bordes limpios en toda su longitud.

### **2. Acabado por frotado de superficie**

Tan pronto como se hayan removido las formaleas o encofrados y lo permita la condición del concreto, se iniciará el frotado, empapando las superficies con agua, y

frotándolas luego con una piedra de carborundo de mediana aspereza, esmerilando la superficie hasta formar una pasta.

La operación de frotado se debe continuar hasta que todas las señales dejadas por los encofrados y demás salientes e irregularidades hayan sido removidas y la superficie presente una textura lisa y un color uniforme.

En este proceso no se deberá emplear ningún agua de cemento ni enlucido de mortero.

La pasta producida por el frotamiento debe ser cepillada cuidadosamente o extendida uniformemente en una capa delgada sobre la superficie, dejándose que vuelva a fraguar. El acabado final se obtiene mediante un segundo frotado con una piedra de carborundo más fina.

**k. Limpieza final**

Al terminar la obra, y antes de la aceptación final del trabajo, el Contratista deberá retirar del lugar toda obra falsa, materiales excavados o no utilizados, desechos, basuras y construcciones temporales, restaurando toda propiedad, tanto pública como privada, que pudiera haber sido afectada durante la ejecución de este trabajo y dejar el lugar de la estructura limpio y presentable, lo cual deberá ser aprobado por el Supervisor.

**l. Limitaciones en la ejecución**

La temperatura de la mezcla de concreto, antes de su colocación, deberá estar entre 10°C y 32°C.

Durante el vaciado la temperatura ambiental no sea inferior a 6°C. La temperatura durante la colocación no deberá exceder de 32°C, para que no se produzcan pérdidas en el asentamiento, fraguado falso o juntas frías. Cuando la temperatura de los encofrados metálicos o de las armaduras exceda de 50°C, se deberán enfriar mediante rociadura de agua, antes de la colocación del concreto.

**m. Deterioros**

De acuerdo a la magnitud de las imperfecciones, todo concreto defectuoso o deteriorado deberá ser reparado o removido y remplazado por el Contratista, con la aprobación del Supervisor. Todos los recursos necesarios de mano de obra, equipo y materiales requeridos para la reparación del concreto, serán suministrados por el Contratista.

**Aceptación de los trabajos**

**503.11 Criterios**

**a. Controles**

Durante la ejecución de los trabajos, el Supervisor efectuará los siguientes controles principales:

- Verificar el estado y funcionamiento de todo el equipo empleado por el Contratista.



- Supervisar la correcta aplicación del método aceptado previamente, en cuanto a la elaboración y manejo de los agregados, así como la manufactura, transporte, colocación, consolidación, ejecución de juntas, acabado y curado de las mezclas.
- Comprobar que los materiales por utilizar cumplan los requisitos de calidad exigidos por la presente especificación.
- Efectuar los ensayos necesarios para el control de la mezcla.
- Vigilar la regularidad en la producción de los agregados y mezcla de concreto durante el período de ejecución de las obras.
- Tomar, de manera cotidiana, muestras de la mezcla elaborada para determinar su resistencia.
- Realizar medidas para determinar las dimensiones de la estructura y comprobar la uniformidad de la superficie.
- Medir, para efectos de pago, los volúmenes de obra satisfactoriamente ejecutados.

**b. Calidad del cemento**

El Supervisor dispondrá que se efectúen los ensayos de control que permitan verificar la calidad del cemento.

**c. Calidad del agua**

El Supervisor realizará las pruebas necesarias para determinar su pH y los contenidos de materia orgánica, sulfatos y cloruros, además de la periodicidad fijada para los ensayos.

**d. Calidad de los agregados**

Se verificará mediante la ejecución de las mismas pruebas ya descritas en esta especificación. El Supervisor dispondrá la frecuencia de ejecución de los controles de calidad de los agregados, de acuerdo con la magnitud de la obra bajo control. De dicha decisión, se deberá dejar constancia escrita.

**e. Calidad de aditivos y productos químicos de curado**

El Supervisor deberá solicitar certificaciones a los proveedores de estos productos, que garanticen su calidad y conveniencia de utilización, disponiendo la ejecución de los ensayos de laboratorio para su verificación.

**f. Calidad de la mezcla**

**1. Dosificación**

La mezcla se deberá efectuar en las proporciones establecidas durante su diseño, admitiéndose las siguientes variaciones en el peso de sus componentes:

- Agua, cemento y aditivos:  $\pm 1\%$
- Agregado fino:  $\pm 2\%$
- Agregado grueso hasta de 38 mm:  $\pm 2\%$
- Agregado grueso mayor de 38 mm:  $\pm 3\%$

Las mezclas dosificadas por fuera de estos límites, serán rechazadas por el Supervisor.

**2. Consistencia**

El Supervisor controlará la consistencia de cada carga entregada, con la frecuencia indicada en la Tabla 503-11, cuyo resultado deberá encontrarse dentro de los límites indicados en la Subsección 503.07.

En caso de no cumplirse este requisito, se rechazará la carga correspondiente.

### 3. Resistencia

El Supervisor verificará la resistencia a la compresión del concreto con la frecuencia indicada en la Tabla 503-11.

La muestra estará compuesta por nueve especímenes según el método MTC E 701, con los cuales se fabricarán probetas cilíndricas para ensayos de resistencia a compresión (MTC E 704), de las cuales se probarán 3 a 7 días, 3 a 14 días y 3 a 28 días, luego de ser sometidas al curado normalizado. Los valores de resistencia de 7 días y 14 días sólo se emplearán para verificar la regularidad de la calidad de la producción del concreto, mientras que los obtenidos a 28 días se emplearán para la comprobación de la resistencia del concreto.

El promedio de resistencia de los 3 especímenes tomados simultáneamente de la misma mezcla, se considera como el resultado de un ensayo. La resistencia del concreto será considerada satisfactoria, si ningún espécimen individual presenta una resistencia inferior en más de 3,5 MPa (35 Kg/cm<sup>2</sup>), de la resistencia especificada y, simultáneamente, el promedio de 3 especímenes consecutivos de resistencia, iguala o excede la resistencia de diseño especificada en los planos.

Si alguna o las 2 exigencias así indicadas es incumplida, el Supervisor 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 cuenta, costo y riesgo, tome núcleos de dichas zonas, de acuerdo a la norma MTC E 707.

Se deberán tomar 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 7 días a una temperatura entre 16°C y 27°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 48 horas y se probarán a continuación.

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

Si los criterios de aceptación anteriores no se cumplen, el Contratista podrá solicitar que, a su cuenta, costo y riesgo, 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 demoler totalmente la estructura, y su posterior reconstrucción, sin costo alguno para la entidad contratante.

#### g. Calidad del trabajo terminado

##### 1. Desviaciones máximas admisibles de las dimensiones laterales

- Vigas pretensadas y postensadas: -5 mm a +10 mm.



- Vigas, columnas, placas, pilas, muros y estructuras similares de concreto reforzado: -10 mm a +20 mm.
- Muros, estribos y cimientos: -10 mm a +20 mm.
- El desplazamiento de las obras, con respecto a la localización indicada en los planos, no podrá ser mayor que la desviación máxima (+) indicada.

## 2. Otras tolerancias

- Espesores de placas: -10 mm a +20 mm.
- Cotas superiores de placas y veredas: -10 mm a +10 mm.
- Recubrimiento del refuerzo:  $\pm 10\%$
- Espaciamiento de varillas: -10 mm a +10 mm.

## 3. Regularidad de la superficie

La superficie no podrá presentar irregularidades que superen los límites que se indican a continuación.

- Placas y veredas: 4 mm.
- Otras superficies de concreto simple o reforzado: 10 mm.
- Muros de concreto ciclópeo: 20 mm.

## 4. Curado

Toda obra de concreto que no sea correctamente curada, puede ser rechazada; si se trata de una superficie de contacto con concreto, deficientemente curada, el Supervisor podrá exigir la remoción de una capa como mínimo de 5 cm de espesor, por cuenta del Contratista.

Todo concreto donde los materiales, mezclas y producto terminado excedan las tolerancias de esta especificación deberá ser corregido por el Contratista, a su cuenta, costo y riesgo, de acuerdo con las indicaciones del Supervisor y con su aprobación.

La evaluación de los trabajos de concreto se efectuará de acuerdo a lo indicado en la Subsección 04.11.

### Tabla 503-11 Ensayos y frecuencias

Material o producto	Propiedades o características	Método De Ensayo	Frecuencia	Lugar de Muestreo
Agregado fino	Granulometría	MTC E 204	250 m <sup>3</sup> y no menos de uno cada 2 días	Cantera
	Material que pasa la malla n.º 200 (75 µm)	MTC E 202	1.000 m <sup>3</sup> y no menos de uno por semana	Cantera
	Terrones de arcillas y partículas deleznales	MTC E 212	1.000 m <sup>3</sup> y no menos de uno por semana	Cantera
	Equivalente de arena	MTC E 114	1.000 m <sup>3</sup> y no menos de uno por semana	Cantera
	Reactividad alcali-agregado <sup>(1)</sup>	-	1.000 m <sup>3</sup> y no menos de uno por semana	Cantera
	Cantidad de partículas livianas	MTC E 211	1.000 m <sup>3</sup> y no menos de uno por semana	Cantera
	Contenido de sulfatos (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	AASHTO T290	1.000 m <sup>3</sup> y no menos de uno por semana	Cantera
	Contenido de cloruros (Cl <sup>-</sup> )	AASHTO T291	1.000 m <sup>3</sup> y no menos de uno por semana	Cantera
	Durabilidad <sup>(2)</sup>	MTC E 209	1.000 m <sup>3</sup> y no menos de uno por semana	Cantera
Agregado grueso	Granulometría	MTC E 204	250 m <sup>3</sup> y no menos de uno cada 2 días	Cantera
	Desgaste Los Ángeles	MTC E 207	1.000 m <sup>3</sup> y no menos de uno por semana	Cantera
	Partículas fracturadas	MTC E 210	500 m <sup>3</sup>	Cantera
	Terrones de arcillas y partículas deleznales	MTC E 212	1.000 m <sup>3</sup> y no menos de uno por semana	Cantera
	Cantidad de partículas livianas	MTC E 211	1.000 m <sup>3</sup> y no menos de uno por semana	Cantera
	Contenido de sulfatos (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	AASHTO T290	1.000 m <sup>3</sup> y no menos de uno por semana	Cantera
	Contenido de cloruros (Cl <sup>-</sup> )	AASHTO T291	1.000 m <sup>3</sup> y no menos de uno por semana	Cantera
	Contenido de carbón y lignito	MTC E 215	1.000 m <sup>3</sup> y no menos de uno por semana	Cantera
	Reactividad alcali-agregado <sup>(1)</sup>	-	1.000 m <sup>3</sup> y no menos de uno por semana	Cantera
	Durabilidad <sup>(2)</sup>	MTC E 209	1.000 m <sup>3</sup> y no menos de uno por semana	Cantera
	Porcentaje de partículas planas y alargadas (relac. largo espesor: 3:1)	MTC E 221	250 m <sup>3</sup> y no menos de uno cada 2 días	Cantera
	Resistencia al impacto <sup>(3)</sup>		500 m <sup>3</sup> y no menos de uno cada 3 días	Cantera
Concreto	Consistencia	MTC E 705	1 por carga <sup>(1)</sup>	Punto de vaciado
	Resistencia a Flexo – Tracción	MTC E 709	1 juego por cada 50 m <sup>3</sup> , pero no menos de uno por día	Punto de vaciado

(1) Opcional

(2) Requerido para proyectos ubicados a más de 3000 msnm.

(3) Se considera carga al volumen de un camión mezclador. En casos de no alcanzar este volumen, se efectuará un ensayo por cada elemento estructura.

### Medición

**503.12** La unidad de medida será el metro cúbico (m<sup>3</sup>), aproximado al décimo de metro cúbico, de mezcla de concreto realmente suministrada, colocada y consolidada en obra, aprobada por el Supervisor.

### Pago



**503.13** El pago se hará al precio unitario del contrato por toda obra ejecutada de acuerdo con esta especificación y aprobada por el Supervisor.

Deberá cubrir, también todos los costos de construcción o mejoramiento de las vías de acceso a las fuentes, los de la explotación de ellas; la selección, trituración, y eventual lavado y clasificación de los materiales pétreos; el suministro, almacenamiento, desperdicios, cargas, transportes, descargas y mezclas de todos los materiales constitutivos de la mezcla cuya Fórmula de Trabajo se haya aprobado, los aditivos si su empleo está previsto en el Proyecto o ha sido solicitado por el Supervisor.

El precio unitario deberá incluir, también, los costos por concepto de patentes utilizadas por el Contratista; suministro, instalación y operación de los equipos; la preparación de la superficie de las excavaciones, el suministro de materiales y accesorios para los encofrados y la obra falsa y su construcción y remoción; el diseño y elaboración de las mezclas de concreto, su carga, transporte al sitio de la obra, colocación, vibrado, curado del concreto terminado, ejecución de juntas, acabado, reparación de desperfectos, limpieza final de la zona de las obras y, en general, todo costo relacionado con la correcta ejecución de los trabajos especificados, las instrucciones del Supervisor y lo dispuesto en la Subsección 07.05.

Item de Pago	Unidad de Pago
511.1 Cabezal de alcantarilla – concreto ciclópeo ( $f'c=175\text{Kg/cm}^2 + 30\% \text{ PG}$ )	Metro cúbico (m3)
511.2 Cabezal de alcantarilla – concreto clase I ( $f'c=100\text{Kg/cm}^2$ )	Metro cúbico (m3)
511.3 Cabezal de alcantarilla – encofrado y desencofrado	Metro cuadrado (m2)

## Sección 803

### Partida 803 Señales Informativas

#### Descripcion

**803.01** Este trabajo consiste en la colocación de dispositivos de control vertical permanente, con la finalidad de guiar al usuario hacia el lugar de destino, identificar rutas, puntos notables, sentidos de circulación, servicios auxiliares y otros, de acuerdo con estas especificaciones y en conformidad con el Proyecto, en el marco del Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras vigente.

#### Materiales

**803.02** Los materiales serán acordes a lo siguiente:

- **Paneles:** Según lo indicado en la Subsección 800.02, Material Retroreflectivo: Según lo indicado en la Subsección 800.05.

#### 800.02 Paneles

Los paneles están constituidos por la señal propiamente dicha, planchas metálicas o fibra de vidrio u otros y marcos de soporte, los cuales serán uniformes para un proyecto, es decir del mismo tipo de material y de una sola pieza para las señales preventivas y reglamentarias. Los paneles de señales con dimensión horizontal mayor que 2,50 m podrán estar formados por varias piezas modulares uniformes de acuerdo al diseño que indique el Proyecto. No se permitirá en ningún caso traslapes, uniones, soldaduras ni añadiduras en cada panel individual.

Para proyectos ubicados por debajo de 3.000 msnm y en zonas aledañas a áreas marinas se utilizarán paneles de resina poliéster reforzado con fibra de vidrio.

Para proyectos ubicados por encima de 3.000 msnm se utilizarán paneles de fierro galvanizado, de aluminio o de resina poliéster reforzado con fibra de vidrio. El sistema de refuerzo del panel y de sujeción a los postes de soporte será diseñado en función al tipo de panel y de poste o sistema de soporte, lo que debe ser definido en el Proyecto. En el caso de los paneles de fibra de vidrio de hasta 1,20 m<sup>2</sup> se emplearán platinas en forma de cruz.

#### a. Paneles de resina poliéster

Los paneles de resina poliéster serán reforzados con fibra de vidrio, acrílico y estabilizador ultravioleta. El panel deberá ser plano y completamente liso en una de sus caras para aceptar en buenas condiciones el material adhesivo de la lámina retroreflectiva (señal propiamente dicha) que se especifica en la Subsección 800.05. Los refuerzos serán de un solo tipo (ángulos o platinas).

El panel debe estar libre de fisuras, perforaciones, intrusiones extrañas, arrugas y curvatura que afecten su rendimiento, altere las dimensiones del panel o afecte su nivel de servicio.



La cara frontal deberá tener una textura similar al vidrio.

Los paneles de acuerdo al diseño, forma y refuerzo que se indique en el Proyecto, deberán cumplir los siguientes requisitos:

**1. Espesor**

Los paneles serán de 3 mm y 4 décimas con una tolerancia de más o menos 0,4 mm ( $3,4 \text{ mm} \pm 0,4 \text{ mm}$ ).

El espesor se verificará como el promedio de las medidas en cuatro sitios de cada borde del panel.

**2. Color**

El color del panel será gris uniforme en ambas caras (N.7.5. / N.8.5. Escala Munsel).

**3. Resistencia al impacto**

El panel cuadrado de 75 cm de lado será apoyado en sus extremos a una altura de 20 cm del piso. Dicho panel, en esa posición, deberá resistir el impacto de una esfera de acero de 4.500 g de peso y 10,3 cm de diámetro liberado en caída libre desde 3,5 m de altura sin resquebrajarse.

**4. Pandeo**

El pandeo mide la deformación de un panel por defectos de fabricación o de los materiales utilizados.

El panel a comprobar será suspendido de sus 4 vértices. La deflexión máxima medida en el punto de cruce de sus diagonales y perpendicularmente al plano de la lámina, no deberá ser mayor de 12 mm.

Esta deflexión corresponde a un panel cuadrado de 75 cm de lado.

Para paneles de mayores dimensiones se aceptará hasta 2 cm de deflexión. Todas las medidas deberán efectuarse a temperatura ambiente.

**b. Paneles de fierro galvanizado**

Estos paneles serán fabricados con láminas de fierro negro revestido por ambas caras y en los bordes con una capa de zinc aplicada por inmersión en caliente. La capa de revestimiento deberá resultar con un espesor equivalente a la aplicación de 1.100 g por metro cuadrado de superficie.

Los paneles de acuerdo al diseño, forma y refuerzos que se indique en el Proyecto deberán cumplir los siguientes requisitos:

**1. Espesor**

Deberá ser de 2 mm en la lámina de fierro antes del tratamiento de galvanizado.

**2. Color**

A la cara posterior del panel se le aplicará una capa de pintura de base (imprimante epóxico con promotores de adherencia para superficies no ferrosas) y una capa de pintura mate sintética de color gris similar al indicado en la Subsección 800.02(a) (2).

### **3. Resistencia al doblado**

Los paneles deberán tener una suficiente resistencia al doblado sin presentar desprendimientos de la capa de zinc.

Para ello se ensayará una muestra de 5 cm de lado que se doblará girando 180°.

### **4. Tratamiento de la cara frontal**

La cara frontal no deberá presentar remaches, pliegues, fisuras, perforaciones o incrustaciones extrañas que afecten su rendimiento.

Antes de la aplicación de la lámina retroreflectiva, el panel deberá ser limpiado y desengrasado aplicando un abrasivo grado 100 o más fino.

### **c. Paneles de aluminio**

Los paneles de aluminio serán fabricados de acuerdo a la norma ASTM B-209M con aleaciones 6061-T6 o 5052-H38.

Los paneles serán de una sola pieza y no deben presentar perforaciones, ampollas, costuras, corrugaciones ni ondulaciones y deberán cumplir los siguientes requisitos:

#### **1. Espesor**

Los paneles tendrán un espesor uniforme de 2 mm para paneles de 75 cm de lado o menores. Los paneles que tengan alguna dimensión mayor de 75 cm tendrán un espesor de 3 mm.

#### **2. Color**

La cara posterior del panel será limpiada y desengrasada para aplicar un sistema conforme a lo establecido en las "Especificaciones Técnicas de Pinturas para Obras Viales" vigente y aprobado por la Entidad Competente.

#### **3. Tratamiento de la cara frontal**

La cara frontal del panel será limpiada y desengrasada.

La superficie deberá terminarse aplicando un abrasivo grado 100 o más fino, antes de la aplicación del material retroreflectivo.

### **d. Paneles de Material Compuesto de Aluminio (Aluminium Composite Panel - ACP)**

Los paneles de material compuesto de aluminio o ACP, son paneles formados por dos películas de aluminio adheridas por procesos industriales a un alma de Polietileno de alta densidad, estos deberán ser planos y completamente lisos en una de sus caras para aceptar en buenas condiciones el material adhesivo de la lámina retroreflectiva que se especifica en la Subsección 800.05.

El panel debe estar libre de fisuras, perforaciones, intrusiones extrañas, arrugas y curvatura que afecten su rendimiento, alteren sus dimensiones o afecte su nivel de servicio.

Los paneles de acuerdo al diseño y forma que se indique en el Proyecto deberán cumplir los siguientes requisitos:



### 1. Espesor

Los paneles deberán tener un espesor mínimo de 3 mm con una tolerancia positiva de 0.4 mm. (3,0 mm + 0,4 mm).

El espesor mínimo de cada una de las películas de aluminio que conforman el panel debe ser de 0.30 mm.

El espesor se verificará como el promedio de las medidas en 4 sitios de cada borde del panel.

### 2. Color

La cara posterior del panel (cara opuesta a la cual lleva adherido el material reflectivo) debe estar recubierta con una capa de pintura poliéster de color negro.

### 3. Resistencia al impacto

Debe tener una resistencia al impacto mínima de 1500 kgf, según el ensayo indicado en la norma ASTM D732.

### 4. Rigidez a la flexión

La rigidez mide la deformación de un panel por defectos de fabricación, o al ser sometido a carga. El substrato debe presentar una rigidez a la flexión mínima de 60 Mpa, según el ensayo indicado en la norma ASTM C393.

### 5. Intemperismo

El intemperismo mide la resistencia y vida que puede tener un material al estar expuesto a la intemperie. El Panel no debe presentar ninguna anomalía luego de ser sometido al procedimiento establecido en la norma ASTM D1654.

### 6. Resistencia a la presión del viento

El substrato no debe presentar deformación luego de ser sometido al procedimiento establecido en la norma ASTM E330.

Adicionalmente si la señalización se instalará en zonas cuyos climas tienen rangos cambiantes de temperatura mayores a 30 °C el substrato debe cumplir los siguientes requisitos adicionales:

### 7. Expansión Térmica

La expansión térmica mide la deformación que tiene un material cuando existen variaciones de temperatura en el ambiente. El substrato debe tener un coeficiente de expansión térmica máximo de  $4.0 \times 10^{-5} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$  según el procedimiento establecido en la norma ASTM D 696.

### 8. Temperatura de deformación térmica

Es la temperatura a la cual el material empezará de deformarse por efectos del calor. El substrato debe tener una temperatura de deformación mínima de 85°C al ser sometida a las pruebas indicadas en la norma ASTM D 648.

Cualquiera que fuera el tipo de panel que se use en el Proyecto, deberá pasar por controles de calidad que aseguren la correcta fabricación del producto.

### 800.05 Material retroreflectivo

El material retroreflectivo debe responder a los requerimientos que se dan en esta especificación.

Este tipo de material es el que va colocado por un adhesivo sensible a la presión que le permite adherirse a los paneles para conformar una señal de tránsito visible sobre todo en las noches por la incidencia de los faros de los vehículos sobre la señal.

Todas las láminas retroreflectivas deben permitir el proceso de aplicación por serigrafía con tintas compatibles con la lámina y recomendados por el fabricante. No se permitirá en las señales el uso de cintas adhesivas vinílicas para los símbolos y mensajes.

#### a. Tipos de material retroreflectivo

Los tipos de material retroreflectivo que se utilizarán para uso en las señales de tránsito y otros dispositivos de señalización, deberán consistir de laminaciones blancas ó coloreadas con una superficie externa suave y reflectorizante para brindar visibilidad nocturna y resistencia a las inclemencias climatológicas, de tal manera que los conductores automovilísticos puedan reaccionar a tiempo. El material retroreflectivo podrá ser del tipo I, II, III, IV, V, VI, VIII, IX u XI.

En caso de ser un material sensible a la orientación (colocación del material en el panel), el fabricante deberá notificar en la lámina dicha condición. En el caso de los materiales insensibles a la orientación, no será necesaria dicha mención.

Los materiales retroreflectivos estarán formados por una película exterior transparente, lisa y plana con elementos ópticos retroreflectivos por debajo de la película, de modo que constituyan un sistema óptico retroreflectivo no expuesto, así mismo, deberá contar con un respaldo adhesivo sensible a la presión distribuido en forma uniforme por toda la superficie posterior del material. Este respaldo adhesivo se clasifica de la siguiente manera:

##### 1. Clase 1

El respaldo adhesivo debe ser sensible a la presión, no requiere calor, solventes, ni otra preparación para adherirse a superficies lisas y limpias.

##### 2. Clase 2

Respaldo adhesivo debe tener un adhesivo que debe ser activado aplicando calor y presión al material. La temperatura necesaria para formar una unión permanente y durable debe ser como mínimo de 66 °C. El respaldo adhesivo Clase 2 debe ser reposicionable bajo condiciones normales de fábrica y a temperaturas de sustrato de hasta 38 °C y sin daño para el material. El respaldo adhesivo Clase 2 puede ser perforado para facilitar el retiro del aire en los laminadores térmicos de vacío, pero las perforaciones deben ser de un tamaño y frecuencia tal que no causen defectos objetables cuando la lámina sea impresa.

##### 3. Clase 3

El respaldo adhesivo debe tener un adhesivo sensible a la presión de baja adhesividad que no requiera calor, solvente, ni otra preparación para adherirse a superficies lisas y limpias. Debe ser reposicionable hasta una temperatura de 38 °C sin daño para el material.



#### 4. Clase 4

El respaldo adhesivo debe tener un adhesivo sensible a la presión a baja temperatura que permita las aplicaciones de la lámina a temperaturas hasta  $-7^{\circ}\text{C}$  sin la ayuda de calor, solvente, ni otra preparación para adherirse a superficies lisas y limpias.

#### 5. Clase 5

Este debe ser un respaldo no adhesivo hecho de una material comercialmente usado para productos autosoportables tales como collares de conos de tráfico, señales de advertencia temporales enrollables, y bandas de canalizadores.

La lámina contará con una película protectora del soporte adhesivo que tendrá la función de impedir que esta se contamine hasta el momento de la aplicación; cuando sea removida la película protectora sin la ayuda de agua, solvente, calor ni otro agente externo.

El Proyecto debe indicar el tipo de material retroreflectivo a utilizar (p.e.: material Tipo XI del Manual de Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción de Carreteras) en cada una de las señales que se diseñen para un determinado Proyecto evitando utilizar determinaciones o marcas comerciales de fabricantes.

Para garantizar la duración uniforme de la señal, no se permitirá el empleo en una misma señal, cualquiera que ésta sea, de dos o más tipos de materiales retroreflectivos diferentes.

### b. Condiciones para los ensayos de calidad

Las pruebas de calidad para láminas sin adherir o adheridas al panel de prueba deben ser efectuadas bajo las siguientes condiciones:

#### 1. Temperatura y humedad relativa

Las muestras de prueba deben ser acondicionados o montados 24 h antes de las pruebas a temperatura de  $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  y a una humedad relativa de  $50\% \pm 5\%$ .

#### 2. Panel de prueba

Los paneles serán láminas lisas de aluminio y deben tener una dimensión (200 mm x 200 mm) de lado y un espesor de 1,6 mm.

La superficie del panel en que se adhiere la lámina será desengrasada y pulida cada vez que se efectúe algún ensayo, asimismo se debe someter a un ligero ataque con ácido antes de que las láminas sean aplicadas. La adherencia de la lámina al panel debe ser efectuada según recomendaciones del fabricante.

### c. Requisitos de calidad funcional

#### 1. Intemperización Acelerada en Exteriores

La lámina debe ser resistente a la intemperización (tipo I: 24 meses; tipos II, III, IV, V, VIII, IX y XI: 36 meses; tipo VI: 6 meses) y no presentar agrietamiento, delaminación, picaduras, ampollamiento, despegado de los bordes u ondulamiento apreciables, ni contracción o expansión mayores a 0,8 mm (1/32 pulg.); cuando es ensayada de acuerdo con la Práctica ASTM G7 o su equivalente.

Durante la intemperización los paneles de ensayo deben estar abiertos por las partes posteriores y orientadas a un ángulo de 45 ° respecto a la horizontal y frente al Ecuador, de acuerdo con la Práctica ASTM G7 o su equivalente. Exponer dos paneles por cada sitio para el número de meses especificados anteriormente. Realizar las exposiciones en sitios con los tipos y climas siguientes:

Tipo de clima	Temperatura mensual promedio (°C)	
	Mes más caliente	Mes más frío
Verano lluvioso tropical	28 a 34	18 a 22
Desértico	28 a 34	10 a 17
Opcional (recomendado)	Por acuerdo entre las partes interesadas	

El etiquetado de paneles, así como el acondicionamiento y manejo de los paneles antes de la exposición y durante los periodos de evaluación deben estar de acuerdo con la Practica ASTM G147 o su equivalente.

Montaje de la probeta para láminas Tipo VI: Asegurar los extremos de las probetas de 100 mm x 300 mm (4" x 12") entre barras de 25 mm x 200 mm x 2 mm (1" x 8" x 5/64") de aluminio, y fijar estas barras a las bandas de montaje en el soporte para intemperización en exteriores. Exponer las probetas de manera que el eje mayor (longitudinal) sea paralelo al suelo de manera que los pernos utilizados para asegurar los extremos de las probetas no interfieran con la fijación al soporte de ensayo.

Lavado de paneles después de la exposición: Después de la exposición, lavar cuidadosamente los paneles utilizando un paño suave o una esponja y agua limpia o una solución diluida (1% en peso en agua, concentración máxima) de un detergente suave. Después del lavado, enjuagar exhaustivamente con agua limpia, y secar con un paño suave y limpio. Después del lavado y secado, acondicionar los paneles a temperatura ambiente por lo menos 2 horas antes de realizar cualquier medición de propiedades.

Medición del coeficiente de retroreflexión: Después que los paneles han sido lavados, secados, y acondicionados de acuerdo a lo señalado en el párrafo anterior; medir la retroreflectancia a un ángulo de observación de 0.2° y ángulos de entrada de -4° y 30°. Reportar el promedio del coeficiente de retroreflectancia medido en cada geometría en los dos paneles en cada sitio de exposición.

Llevar a cabo las mediciones de retroreflectancia después de la intemperización en exteriores a un ángulo de observación de 0.2° y ángulos de entrada de -4° y +30°. Los coeficientes mínimos de retroreflectancia después de la intemperización serán: 50% para los Tipos I y VI, 65% para el Tipo II y 80% para los Tipos III, IV, V, VIII, IX y XI (porcentajes con respecto a los valores dados en la Tabla 800-01 para cada tipo de material)."

## 2. Contracción (Encogimiento)



La lámina retroreflectiva no debe encogerse en cualquier dimensión más de 0,8 mm (1/32") en 10 minutos o más de 3,2 mm (1/8") en 24 horas; cuando es evaluada de la siguiente manera:

Acondicionar una muestra de lamina retroreflectiva de 229 mm por 229 mm (9" x 9") con su película protectora (revestimiento), un mínimo de 1 hora a condiciones de ensayo estándar (ver 1. Temperatura y humedad relativa). Retirar la película protectora y colocar la muestra sobre una superficie plana con el adhesivo hacia arriba. 10 minutos después de que la película protectora ha sido retirada y después de 24 horas, medir la muestra para determinar la cantidad de cambio dimensional.

### 3. Flexibilidad

La lámina debe ser suficientemente flexible para no mostrar ningún agrietamiento; cuando es evaluada de la siguiente manera:

Doblar la lamina, en un segundo, alrededor de un mandril de 3,2 mm (1/8") con el adhesivo haciendo contacto con el mandril. Para facilidad del ensayo, esparcir talco en polvo sobre el adhesivo para prevenir que se pegue al mandril. La muestra de ensayo debe ser de 70 mm por 229 mm (2 3/4" x 11"). La temperatura de ensayo debe ser 23 °C ± 2°C.

### 4. Remoción de la Película Protectora (revestimiento)

La película protectora (revestimiento) debe ser fácilmente removible sin inmersión en agua u otras soluciones y no debe romper, rasgar o remover el adhesivo de la lámina.

### 5. Adhesión

El respaldo adhesivo de la lamina retroreflectiva debe producir una unión que soporte un peso de 0,79 Kg (1 3/4 lb.) para adhesivos clase 1, 2 y 3 o un peso de 0,45 Kg (1 lb.) para adhesivos clase 4 por 5 min, sin que el adhesivo se pele en una distancia de más de 51 mm (2"); cuando es evaluada de la siguiente manera:

Aplicar la lámina a un panel de ensayo, de 1,016 mm (0.040") de espesor mínimo, preparada de acuerdo a lo señalado en el punto 2.

Panel de prueba. Pegar 102 mm (4") de una muestra de 25.4 mm x 152 mm (1" x 6") a un panel de prueba. Acondicionar (ver 1. Temperatura y humedad relativa) y luego sujetar un peso al extremo libre y dejarlo caer libremente a un ángulo de 90° con la superficie del panel durante 5 min.

### 6. Resistencia al impacto

La lámina retroreflectiva no deberá mostrar agrietamiento o delaminación fuera del área efectiva del impacto; cuando es evaluada de la siguiente manera:

Aplicar la lamina retroreflectiva a un panel de ensayo de 76 mm x 127 mm x 1,016 mm (3" x 5" x 0,040") de aluminio de acuerdo a 2. Panel de prueba) y acondicionar para ensayo tal como se especifica en el punto 1. Temperatura y humedad relativa. Someter la lamina al impacto de un peso de 0,91 Kg (2 lb.), con una punta redondeada de 15,8 mm (5/8") de diámetro, dejada caer desde la altura necesaria para generar un impacto de 1,13 N-m (10"-lb.).

### 7. Coeficiente de Retroreflectancia

En la Tabla 800-01 se presentan los valores mínimos del coeficiente de retroreflectividad que deben cumplir los diferentes tipos de láminas retroreflectivas de acuerdo a su color, al ángulo de entrada y al ángulo de observación.

En el caso de los valores de coeficientes mínimos de retroreflectancia indicados en la Tabla 800-01 para un ángulo de observación 0,1; indicar que estos son requisitos complementarios que se deberán aplicar sólo cuando este especificado por el Proyecto.

Los valores del coeficiente de retroreflectividad de las láminas retroreflectivas serán reportados como:  $X \pm U$  (donde X es el valor de lectura y U su incertidumbre), y determinados según la Norma ASTM E 810 o su equivalente.

**Tabla 800-01**  
**Coeficientes Mínimos de Retroreflectancia**

Tipo de material retroreflectivo	Ángulo de observación	Ángulo de entrada	Coeficientes mínimos de retroreflectancia según color ( $\text{cd} \cdot \text{lx}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$ )						
			Blanco	Amarillo	Anaranjado	Verde	Rojo	Azul	Marrón
Tipo I	0,2º	-4º	70	50	25	9,0	14	4,0	1,0
	0,2º	+30º	30	22	7,0	3,5	6,0	1,7	0,3
	0,5º	-4º	30	25	13	4,5	7,5	2,0	0,3
	0,5º	+30º	15	13	4,0	2,2	3,0	0,8	0,2
Tipo II	0,2º	-4º	140	100	60	30	30	10	5,0
	0,2º	+30º	60	36	22	10	12	4,0	2,0
	0,5º	-4º	50	33	20	9,0	10	3,0	2,0
	0,5º	+30º	28	20	12	6,0	6,0	2,0	1,0
Tipo III	0,1º	-4º	300	200	120	54	54	24	14
	0,1º	+30º	180	120	72	32	32	14	10
	0,2º	-4º	250	170	100	45	45	20	12
	0,2º	+30º	150	100	60	25	25	11	8,5
	0,5º	-4º	95	62	30	15	15	7,5	5,0
	0,5º	+30º	65	45	25	10	10	5,0	3,5
Tipo IV	0,1º	-4º	500	380	200	70	90	42	25
	0,1º	+30º	240	175	94	32	42	20	12
	0,2º	-4º	360	270	145	50	65	30	18
	0,2º	+30º	170	135	68	25	30	14	8,5
	0,5º	-4º	150	110	60	21	27	13	7,5
	0,5º	+30º	72	54	28	10	13	6	3,5

**Tabla 800-01**  
**Coeficientes Mínimos de Retroreflectancia (Continuación)**



Tipo de material retroreflectivo	Ángulo de observación	Ángulo de entrada	Coeficientes mínimos de retroreflectancia según color (cd.lx <sup>-1</sup> .m <sup>-2</sup> )						
			Blanco	Amarillo	Anaranjado	Verde	Rojo	Azul	Marrón
Tipo V	0,1º	-4º	2000	1300	800	360	360	160	-
	0,1º	+30º	1100	740	440	200	200	88	-
	0,2º	-4º	700	470	280	120	120	56	-
	0,2º	+30º	400	270	160	72	72	32	-
	0,5º	-4º	160	110	64	28	28	13	-
	0,5º	+30º	75	51	30	13	13	6,0	-
Tipo VI	0,1º	-4º	750	525	190	90	105	68	-
	0,1º	+30º	300	210	75	36	42	27	-
	0,2º	-4º	500	350	125	60	70	45	-
	0,2º	+30º	200	140	50	24	28	18	-
	0,5º	-4º	225	160	56	27	32	20	-
	0,5º	+30º	85	60	21	10	12	7,7	-
Tipo VIII	0,1º	-4º	1000	750	375	100	150	45	30
	0,1º	+30º	460	345	175	46	69	21	14
	0,2º	-4º	700	525	265	70	105	32	21
	0,2º	+30º	325	245	120	33	49	15	10
	0,5º	-4º	250	190	94	25	38	11	7,5
	0,5º	+30º	115	86	43	12	17	5,0	3,5

**Tabla 800-01**  
**Coeficientes Mínimos de Retroreflectancia (Continuación)**

Tipo de material retroreflectivo	Ángulo de observación	Ángulo de entrada	Coeficientes mínimos de retroreflectancia según color (cd.lx <sup>-1</sup> .m <sup>-2</sup> )						
			Blanco	Amarillo	Anaranjado	Verde	Rojo	Azul	Marrón
Tipo IX	0,1º	-4º	660	500	250	66	130	30	-
	0,1º	+30º	370	280	140	37	74	17	-
	0,2º	-4º	380	285	145	38	76	17	-
	0,2º	+30º	215	162	82	22	43	10	-
	0,5º	-4º	240	180	90	24	48	11	-
	0,5º	+30º	135	100	50	14	27	6,0	-
	1,0º	-4º	80	60	30	8,0	16	3,6	-
	1,0º	+30º	45	34	17	4,5	9,0	2,0	-
Tipo XI	0,1º	-4º	830	620	290	83	125	37	25
	0,1º	+30º	325	245	115	33	50	15	10
	0,2º	-4º	580	435	200	58	87	26	17
	0,2º	+30º	220	165	77	22	33	10	7,0
	0,5º	-4º	420	315	150	42	63	19	13
	0,5º	+30º	150	110	53	15	23	7,0	5,0
	1,0º	-4º	120	90	42	12	18	5,0	4,0
	1,0º	+30º	45	34	16	5,0	7,0	2,0	1,0

**Tabla 800-01**  
**Coeficientes Mínimos de Retroreflectancia (Continuación)**

Tipo de material retroreflectivo	Ángulo de observación	Ángulo de entrada	Coeficientes mínimos de retroreflectancia según color ( $\text{cd} \cdot \text{lx}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$ )		
			Amarillo-Verde Fluorescente	Amarillo Fluorescente	Anaranjado Fluorescente
Tipo IV	0,1º	-4º	400	300	150
	0,1º	+30º	185	140	70
	0,2º	-4º	290	220	105
	0,2º	+30º	135	100	50
	0,5º	-4º	120	90	45
	0,5º	+30º	55	40	22
Tipo VI	0,1º	-4º	600	450	300
	0,1º	+30º	240	180	120
	0,2º	-4º	400	300	200
	0,2º	+30º	160	120	80
	0,5º	-4º	180	135	90
	0,5º	+30º	68	51	34
Tipo VIII	0,1º	-4º	800	600	300
	0,1º	+30º	370	280	135
	0,2º	-4º	560	420	210
	0,2º	+30º	260	200	95
	0,5º	-4º	200	150	75
	0,5º	+30º	92	69	35

**Tabla 800-01**  
**Coeficientes Mínimos de Retroreflectancia (Continuación)**

Tipo de material retroreflectivo	Ángulo de observación	Ángulo de entrada	Coeficientes mínimos de retroreflectancia según color ( $\text{cd} \cdot \text{lx}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$ )		
			Amarillo-Verde Fluorescente	Amarillo Fluorescente	Anaranjado Fluorescente
Tipo IX	0,1º	-4º	530	400	200
	0,1º	+30º	300	220	110
	0,2º	-4º	300	230	115
	0,2º	+30º	170	130	65
	0,5º	-4º	190	145	72
	0,5º	+30º	110	81	41
	1,0º	-4º	64	48	24
	1,0º	+30º	36	27	14
Tipo XI	0,1º	-4º	660	500	250
	0,1º	+30º	260	200	100
	0,2º	-4º	460	350	175
	0,2º	+30º	180	130	66
	0,5º	-4º	340	250	125
	0,5º	+30º	120	90	45
	1,0º	-4º	96	72	36
	1,0º	+30º	36	27	14

**8. Color**



Los valores del Factor de Luminancia y Coordenadas Cromáticas de las láminas deben ser los señalados en la Tabla 800-02 y Tabla 800-03, de acuerdo a su tipo específico.”

Los valores del Factor de Luminancia y las Coordenadas Cromáticas de las laminas retroreflectivas para el iluminante estándar IEC D65 y el observador estándar IEC 2° 1931, serán determinadas de acuerdo con las normas ASTM E308, ASTM E1347, ASTM E1349 y ASTM 2301 o sus equivalentes, y las prácticas ASTM E991, ASTM E1164, ASTM E2152 y ASTM E2153 o sus equivalentes, según sea aplicable.

**Tabla 800-02**  
**Factor de Luminancia (Y%)**

Color	Todas excepto Tipo V		Tipo V	
	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo
Blanco	27	-	15	-
Amarillo	15	45	12	30
Anaranjado	10	30	7,0	25
Verde	3,0	12	2,5	11
Rojo	2,5	15	2,5	11
Azul	1,0	10	1,0	10
Marrón	1,0	9,0	1,0	9,0
Amarillo-Verde Fluorescente	60	-	-	-
Amarillo Fluorescente	40	-	-	-
Anaranjado Fluorescente	20	-	-	-

**Tabla 800-03**  
**Coordenadas Cromáticas de Color**

Color	1		2		3		4	
	x	y	x	y	x	y	x	y
Blanco	0,303	0,300	0,368	0,366	0,340	0,393	0,274	0,329
Amarillo	0,498	0,412	0,557	0,442	0,479	0,520	0,438	0,472
Anaranjado	0,558	0,352	0,636	0,364	0,570	0,429	0,506	0,404
Verde	0,026	0,399	0,166	0,364	0,286	0,446	0,207	0,771
Rojo	0,648	0,351	0,735	0,265	0,629	0,281	0,565	0,346
Azul	0,140	0,035	0,244	0,210	0,190	0,255	0,065	0,216
Marrón	0,430	0,340	0,610	0,390	0,550	0,450	0,430	0,390
Amarillo-Verde	0,387	0,610	0,369	0,546	0,428	0,496	0,460	0,540
Amarillo Fluorescente	0,479	0,520	0,446	0,483	0,512	0,421	0,557	0,442
Anaranjado Fluorescente	0,583	0,416	0,535	0,400	0,595	0,351	0,645	0,355

- **Postes o estructuras de soporte:** Según lo indicado en la Subsección 800.03 y 800.04 respectivamente.

### **800.03 Postes de soporte**

Los postes son los elementos sobre los que van montados los paneles con las señales que tengan área menor de 1,2 m<sup>2</sup> con su mayor dimensión medidas en forma vertical.

El poste tendrá las características, material, forma y dimensiones que se indican en el Proyecto. Los postes serán cimentados en el terreno y podrán ser fabricados en concreto, metal y madera.

Los postes deberán ser diseñados con una longitud suficiente de acuerdo a las dimensiones del panel y su ubicación en el terreno, de tal forma que se mantengan las distancias (horizontal y vertical) al borde de la calzada indicada en el Manual de Dispositivos de Control de Tránsito Automotor para Calles y Carreteras vigente.

Los postes serán de una sola pieza, no admitiéndose traslapes, soldaduras, uniones ni añadiduras.

#### **a. Postes metálicos**

Los postes metálicos podrán ser de tubos o perfiles de fierro u otro material debidamente contemplado en los planos.

La forma, dimensiones, color y cimentación están indicados en los Planos.

El pintado de los mismos se efectuará igualmente de acuerdo a lo establecido en las "Especificaciones Técnicas de Pinturas para Obras Viales" vigente, y a las que presentamos a continuación:

## **II. Preparación de Superficies**

### **II.01. Generalidades**

La preparación de las superficies debe dar cumplimiento a los siguientes objetivos:

- Remover todos los contaminantes visibles como: escamas de laminación, óxido, grasa y aceite, y otros no visibles, como: sales solubles de cloro, hierro, sulfatos y silicatos.
- Eliminar las imperfecciones que producen aristas y vértices agudos, como: gotas de soldadura, bordes de maquinado, esquinas geométricas, filos, cantos, picos y curvas en general, dado que ahí el recubrimiento adopta bajos espesores y por abrasión se pierde la continuidad de la película dando inicio a la corrosión.
- Obtener en los aceros nuevos un perfil de anclaje que asegure la buena adherencia mecánica del recubrimiento sobre la superficie protegida. No se debe efectuar ningún trabajo de preparación de superficie con chorro abrasivo seco si la temperatura de la misma no se encuentra por lo menos 3 °C arriba del punto de rocío o cuando la humedad relativa exceda el 85%.

Al usar el método de preparación de superficie se debe dar cumplimiento a la legislación ambiental vigente y las disposiciones que el MTC adopte al respecto en esta especificación.



## II.02. Métodos de Limpieza

### Limpieza con Solventes (SSPC-SP 1)

Método para la remoción preliminar de contaminantes, como aceite, grasa, suciedad, tierra u otros contaminantes solubles que se encuentren sobre la superficie a tratar antes de iniciar la operación de limpieza con chorro abrasivo seco, húmedo o agua a presión.

Los productos de limpieza, como detergentes, que se utilicen en este método deben ser biodegradables.

## II.03. Equipos

Todos los equipos y compresoras utilizadas en la operación de preparación de superficie deben estar equipados con filtros y trampas para evitar que la humedad, aceite y otros contaminantes se depositen sobre las superficies limpias. El Contratista debe verificar la limpieza del aire suministrada por los equipos mediante la norma ASTM D4285, por lo menos una vez por turno para cada equipo utilizado.

## II.04. Requerimientos Ambientales

Cuando se efectúe los trabajos de remoción de pintura en mal estado u otro material que contenga compuestos que causen algún daño ecológico, los residuos deben ser colectados y confinados en un lugar destinado para este fin, de acuerdo con lo indicado por la legislación ambiental vigente y las disposiciones que el MTC adopte al respecto en esta especificación.

## **III. Inspección de la Preparación de Superficie**

### III.01. Generalidades

El Contratista, como parte del control de calidad de los trabajos de preparación de superficie, debe efectuar los siguientes ensayos:

- Grado de preparación de superficie
- Perfil de anclaje
- Sales solubles en la superficie

#### **Grado de Preparación de la Superficie**

Es responsabilidad del Contratista la inspección de la superficie que fue sujeta a preparación de superficie, antes de la aplicación del recubrimiento. Se debe inspeccionar visualmente la calidad de la preparación de superficie requerida y garantizar que se cumpla con las recomendaciones del fabricante.

El informe de inspección con los resultados, debe incluir como mínimo los siguientes datos:

- Identificación completa del elemento evaluado.
- Área evaluada.
- Condición de la superficie antes de la preparación de superficie.
- Método de preparación de superficie empleado.
- Grado de preparación de superficie requerido.
- Grado de preparación de superficie requerido alcanzado.
- Normas pictóricas de superficie de apoyo.
- Identificación, descripción y localización de áreas no aceptadas, así como los defectos encontrados.
- Fecha de la evaluación.
- Nombre y firma del evaluador.

#### IV.01. Clasificación de Recubrimientos

**Tabla N° 09**  
Clasificación de los recubrimientos anticorrosivos nuevos y modificados para  
cumplir normas ambientales vigentes

PRIMARIOS	
P.01	Inorgánico Rico en Zinc
P.02	Orgánico Rico en Zinc
INTERMEDIOS	
I.01	Epóxico
ACABADOS	
A.01	Poliuretano
A.02	Polisiloxano

#### IV.02. Condiciones Mínimas para Determinar un Sistema de Protección Anticorrosiva

En la Tabla N° 10 se describen las condiciones para determinar un sistema de acuerdo con lo especificado anteriormente. En la Tabla N° 11 se describen cada uno de los sistemas con sus requisitos de preparación de superficie y tipo de recubrimientos, espesor por capa seca y el por ciento de sólidos en volumen.

**Tabla N° 10**  
Sistemas de protección anticorrosivas que pueden ser utilizados para superficies  
metálicas expuestas a diferentes ambientes

Condición de superficie (Ver Grados de Corrosión)	Sistemas de recubrimientos (Ver Tabla N° 10)	Preparación de superficie	
		Método (Ver Tabla N° 07)	Grado de limpieza (Ver Tabla N° 01, 02, 04, 05 y 06)
Grado A, B, C ó D	1, 2, 3 ó 4	1	SSPC-SP 5/NACE No. 1
Grado E, F, G ó H	1, 2, 3, 4, 5 ó 6	2 ó 3	C WAB-10/D WAB-10 CWJ-2/DWJ-2/EWJ-2/FWJ-2/GWJ-2/HWJ-2

#### IV.03. Espesores Mínimos de los Sistemas de Protección Anticorrosiva

Los sólidos en volumen indicados en esta Tabla N° 11 sirven como referencia para estimar el volumen teórico del recubrimiento, así como para determinar los espesores húmedos requeridos para alcanzar los espesores secos especificados para cada sistema.

El volumen real de recubrimiento está en función de las mermas propias de cada obra; las variables que más afectan al rendimiento teórico son: velocidad de viento, geometría de la superficie, condición del sustrato (rugosidad, porosidad, perfil de anclaje), técnicas de aplicación, etc.



Tabla N° 11  
Descripción de sistemas de protección anticorrosiva

Sistema No.	Descripción	Perfil de Anclaje µm (mils)	%Sólidos en Volumen (mínimo)	Espesor por Capa Seca µm (mils)	Espesor Total µm (mils)	Aplicación
1	Inorgánico Rico en Zinc (dos componentes)	38,1 – 63,5 (1,5 – 2,5)	60	63,5 – 76,2 (2,5 – 3,0)	215,9 – 279,4 (8,5 – 11,0)	Aspersión convencional o sin aire
	+ Epóxico de Altos Sólidos	No	80	101,6 – 127 (4,0 – 5,0)		
	+ Poliuretano de Altos Sólidos	No	70	50,8 – 76,2 (2,0 – 3,0)		

En el caso de los recubrimientos primarios (inorgánico rico en zinc y orgánico rico en zinc), éstos deben cumplir con la norma SSPC-Paint 20; además los recubrimientos primarios deben tener un porcentaje de zinc en película seca igual o mayor al 85%. En el caso de los recubrimientos de acabado poliuretano, estos deben ser de alta resistencia a los rayos UV y no deben presentar atizamiento en el tiempo; asimismo no deben presentar pérdida de color y brillo en el tiempo (SSPC-Paint 36).

#### IV.04. Color

El color del recubrimiento primario, recubrimiento intermedio y recubrimiento de la capa de refuerzo (stripe coat) serán elegidos por el Contratista. Cada recubrimiento debe ser de un color diferente, de tal manera que cuando aplicada y seca la capa de estos recubrimientos proporcione un contraste sustancial con la superficie y con las capas de recubrimiento previamente aplicadas. El color del recubrimiento de acabado será conforme al RAL 2004.

#### V. Ensayos de Laboratorio

##### V.01. Generalidades

Los sistemas de recubrimientos indicados en la Tabla N° 11 y que son suministrados en esta especificación deben ser acompañados de un informe de ensayo de laboratorio emitido por un laboratorio externo, como primera opción, cuyos resultados deben estar dentro de los límites de aceptación mostrados en la Tabla N° 12.

El fabricante de recubrimientos debe entregar al Contratista un informe de ensayos por cada lote de recubrimiento que suministre, sea primario, intermedio, de acabado y para capa de refuerzo. Los ensayos requeridos son los siguientes:

- Adherencia
- Sólidos en volumen
- Resistencia a niebla salina
- Resistencia a humedad relativa de 100%
- Resistencia al Intemperismo

Tabla N° 12  
Evaluación por Sistemas Propuesto

Especificación	Prueba de Adherencia Método ASTM D3359 Método "A" Cruz de Evans Porcentaje de área removida	Cámara de niebla Salina Método ASTM B117 Tiempo de Exposición (hrs.)	Cámara de humedad Método ASTM D2247 Tiempo de Exposición (hrs.)	Resistencia a rayos Ultravioleta Método ASTM G154 Tiempo de Exposición (hrs.)
Sistema 1	Mínimo 4 "A"	4000	3000	3000
Sistema 2	Mínimo 4 "A"	4000	3000	3000
Sistema 3	Mínimo 4 "A"	4000	3500	3500
Sistema 4	Mínimo 4 "A"	4000	3500	3500
Sistema 5	Mínimo 4 "A"	4000	3000	3000
Sistema 6	Mínimo 4 "A"	4000	3500	3500

## VI. Aplicación de los Recubrimientos

### VI.01. Generalidades

Una vez alcanzado el grado de limpieza y el perfil de anclaje requerido, la aplicación de los recubrimientos debe ser en el tiempo mínimo posible, teniendo en cuenta para ello las recomendaciones dadas por el fabricante del recubrimiento.

En general, los recubrimientos deben ser aplicados teniendo en cuenta lo establecido en esta especificación, las recomendaciones de los fabricantes de recubrimientos, la norma SSPC-PA 1, y las hojas técnicas y de seguridad de los recubrimientos. Asimismo se deben verificar los siguientes parámetros durante la aplicación de un recubrimiento:

- Temperatura.
- Humedad.
- Vida de mezcla.

#### (a) Temperatura

Los recubrimientos no se deben aplicar cuando la temperatura del medio ambiente sea inferior a 4 °C o superior a 43 °C. La temperatura de la superficie debe ser 3 °C mayor que el punto de rocío.

#### (b) Humedad

Se deben aplicar los recubrimientos cuando la humedad relativa ambiente sea menor al 85%.

#### (c) Vida de Mezcla

La vida de la mezcla es el tiempo de vida útil que transcurre después del mezclado y que permite una correcta aplicación del recubrimiento. Este tiempo debe de estar especificado en la hoja técnica que otorga el fabricante del recubrimiento.

### VI.02. Mezcla y Dilución de Recubrimientos

Mezclar todos los recubrimientos de acuerdo con la hoja técnica del recubrimiento del fabricante. Utilizar diluyentes de acuerdo con los requerimientos de la hoja técnica del recubrimiento del fabricante y asegurar que la cantidad de diluyente añadido no dé lugar a una mezcla final de recubrimiento que exceda los niveles de contenido de compuestos orgánicos volátiles (COV) establecidos.

El contenido de COV en los recubrimientos, incluso después de su dilución, no debe exceder los niveles establecidos en la Tabla N° 13.



Tabla N° 13  
Limites de Compuestos Orgánicos Volátiles  
(Gramos de COV por litro de recubrimiento, menos agua y compuestos exentos)

Recubrimiento	Limite Actual	Fecha de vigencia
		01.07.2014
Primario	400	340
Intermedio	340	250
Acabado	340	250

#### VI.03. Aplicación de Capas de Refuerzo

Una capa de refuerzo deberá extenderse como mínimo 2,54 cm de distancia de las superficies siguientes: todas las soldaduras, remaches, pernos, tuercas, bordes de placas de metal y elementos estructurales, ángulos, soportes, piezas enrejadas u otros perfiles, esquinas y hendiduras.

La capa de refuerzo deberá utilizar el recubrimiento intermedio pero de un color diferente y se aplicará después de la capa intermedia. La capa de refuerzo debe ser aplicada con brocha sin que se diluya. La capa de refuerzo será aplicada de acuerdo con las recomendaciones del fabricante, con especial atención al espesor de película, ventana de repintado, y periodo de curado. El espesor de película seca de la capa de refuerzo deberá ser de al menos 76,2 µm (3 mils).

#### **VII. Inspección de la Aplicación del Recubrimiento**

##### VII.01. Inspección Durante la Aplicación

###### **(a) Generalidades**

Durante la aplicación del sistema de protección anticorrosiva el Contratista debe efectuar las siguientes evaluaciones:

- Inspección visual.
- Espesor de película húmeda.

###### **(b) Inspección Visual**

Realizar una inspección visual con la finalidad de identificar los defectos típicos, así como las causas y la forma de reparación. Los defectos comunes no aceptables que se detectan durante la aplicación por inspección visual, son:

- Ecurrido.
- Cáscara de naranja
- Ojo de pescado
- Poros (Pinholes).
- Sobre aspersión

No se aceptará ningún porcentaje de defectos, por mínimo que éste sea, teniendo en cuenta que todo aquel defecto encontrado debe ser reparado, cuyo costo será asumido por el Contratista.

###### **(c) Espesor de Película Húmeda**

Determinar el espesor de película húmeda de acuerdo a la norma ASTM D4414.

##### VII.02. Inspección de la Película Seca

###### **(a) Generalidades**

Al terminar la aplicación del sistema de protección anticorrosiva, y finalizado el tiempo especificado para el secado y curado del sistema, el Contratista debe efectuar las siguientes evaluaciones:

- Inspección visual.
- Espesor de película seca.
- Detección Dieléctrica de Poros o Discontinuidades.
- Adherencia.

**(b) Inspección Visual**

Realizar una inspección visual con la finalidad de identificar los defectos típicos, así como las causas y la forma de reparación. Los defectos comunes no aceptables que se detectan por inspección visual, son:

- Acocodrilamiento
- Agrietamiento imperceptible
- Agrietamiento
- Ampollas
- Decoloración
- Caléo
- Burbuja
- Delaminación
- Atomización seca
- Incrustaciones de contaminantes
- Ojo de pescado
- Grieta de desecación
- Cáscara de naranja
- Sobre atomización
- Poros
- Puntos de herrumbre
- Manchas, Desprendimientos y relleno
- Ablandamiento
- Efecto Adherente
- Corrugado

No se aceptará ningún porcentaje de defectos, por mínimo que éste sea, teniendo en cuenta que todo aquel defecto encontrado debe ser reparado, cuyo costo será asumido por el Contratista.

El informe de inspección con los resultados, debe incluir como mínimo los siguientes datos:

- Identificación completa del elemento evaluado.
- Área evaluada.
- Identificación, descripción y localización de áreas no aceptadas; así como los defectos encontrados
- Fecha de evaluación.
- Nombre del evaluador.

**(c) Espesor de Película Seca**

Determinar el espesor de película seca de cada de recubrimiento, de acuerdo a la norma SSPC-PA 2, para lo cual se debe emplear un equipo electromagnético Tipo 2 (indicada en la norma mencionada) con certificado de calibración vigente (calibración anual).

A causa de la variabilidad normal del equipo, es necesario tomar diversas lecturas en cada área de referencia (tres lecturas) para obtener el espesor de película seca local. El número y la distribución de áreas de referencia necesarias para conseguir el espesor de película seca promedio de una superficie con recubrimiento, se describen a continuación:



- Para superficies con áreas menores o iguales a 10 m<sup>2</sup>, se toman 5 niveles de medición al azar; para formar un nivel de medición se debe trazar un círculo con un diámetro igual a 4,0 cm; dentro del área del círculo trazado, se toman 3 lecturas al azar, siendo el promedio simple de estas lecturas el espesor de película seca del nivel.
- Para superficies con áreas que no excedan los 30 m<sup>2</sup>, el área total se divide entre 3 y se debe aplicar la distribución en cada área de 10 m<sup>2</sup>, de acuerdo a lo establecido para áreas de 10 m<sup>2</sup>.
- Para superficies con áreas que no excedan los 100 m<sup>2</sup>, se toman al azar tres áreas de 10 m<sup>2</sup> cada una las cuales se deben medir de acuerdo a lo establecido para áreas de 10 m<sup>2</sup>.
- Para superficies con áreas que excedan los 100 m<sup>2</sup>, los primeros 100 m<sup>2</sup> se miden de acuerdo a lo indicado para áreas que no excedan de 100 m<sup>2</sup>; adicionalmente se toman 10 m<sup>2</sup> al azar, los cuales se deben medir de acuerdo a establecido para áreas de 10 m<sup>2</sup>.
- Si algunos de los espesores de película seca de alguna área de 10 m<sup>2</sup> no cumplen con lo especificado, se deben tomar lecturas adicionales para delimitar el área que presenta el problema.
- Nivel de medición: Para formar un nivel de medición se debe trazar un círculo con un diámetro igual a 4,0 cm; dentro del área del círculo trazado, se toman 3 lecturas al azar, siendo el promedio simple de estas lecturas el espesor de película seca del nivel. Una vez obtenidos los resultados, éstos se deben calificar de acuerdo con los criterios de aceptación establecidos en la Tabla N° 11.
- Espesor de película seca mínimo: El promedio de las medidas de cada nivel para cada 10 m<sup>2</sup> de área, no debe ser menor al valor mínimo especificado. Ninguna lectura de algún punto de cualquier nivel en el área de 10 m<sup>2</sup>, debe ser menor al 80 % del espesor de película seca mínimo especificado; en el caso de detectar no conformidades, se deben hacer mediciones adicionales para delimitar el área que presente el problema.
- Espesor de película seca máximo: El promedio de las medidas de cada nivel para cada 10 m<sup>2</sup> de área, no debe ser mayor al valor máximo especificado. Ninguna lectura de algún punto de cualquier nivel en el área de 10 m<sup>2</sup>, debe ser mayor al 120% del espesor de película seca máximo especificado; en el caso de detectar no conformidades, se deben hacer mediciones adicionales para delimitar el área que presenta el problema y solicitar más información acerca del comportamiento del recubrimiento con el fabricante del recubrimiento.

El informe de ensayos con los resultados debe de incluir, como mínimo con los siguientes datos:

- Identificación completa del elemento a evaluar.
- Área evaluada.
- Recubrimiento aplicado.
- Espesor de película seca especificado del recubrimiento por sistema y por capa.
- Espesor obtenido por sistema y por capa.
- Patrones de referencia empleados.
- Identificación, descripción y localización de las áreas donde se detecten problemas.
- Fecha de la evaluación.

- Equipo utilizado en la evaluación (marca, modelo, número de serie y fecha de calibración).
- Norma y método empleado.
- Nombre y firma del evaluador.

#### **800.03.1 Cimentación**

La cimentación de los postes será de concreto reforzado según lo indicado en los planos y deberá contar con la aprobación del Supervisor, estará anclada en el terreno y deberá garantizar la estabilidad de la estructura.

#### **800.04 Estructuras de soporte**

Las estructuras se utilizarán generalmente para servir de soporte a las señales informativas que tengan un área mayor de 1,2 m<sup>2</sup> con la mayor dimensión medida en forma horizontal.

Las estructuras serán diseñadas de acuerdo a la dimensión, ubicación y tipo de los paneles de las señales, así como los sistemas de sujeción a la estructura, cimentación y montaje, están indicados en los planos.

Las estructuras serán metálicas conformadas por tubos de fierro negro. Las dimensiones de los tubos están detalladas en los planos, y el espesor de paredes es de 3 mm serán limpiados, desengrasados y no presentarán ningún óxido antes de aplicar la pintura de acuerdo a lo establecido para los postes metálicos.

Similar tratamiento se dará a los perfiles metálicos u otros elementos que se utilicen en la conformación de la estructura.

- **Cimentación:** Según lo indicado en la Subsección 800.08.

#### **800.08 Excavación y cimentación**

El Contratista efectuará las excavaciones para la cimentación de la instalación de las señales verticales de tránsito de acuerdo a las dimensiones indicadas en el Proyecto.

La señal debe ser instalada con la altura especificada en el Proyecto, con cuya finalidad y de ser el caso, podrá sobreelevarse la cimentación sin modificar su sección de diseño; sin embargo la sobreelevación mencionada no debe comprometer la estabilidad de la estructura.

La cimentación de postes y estructuras de soporte se efectuará de acorde al concreto establecido en el Proyecto.

#### **Equipo**

**803.03** Según lo indicado en la Subsección 800.06.

**800.06** El Contratista deberá disponer del equipo y herramientas necesarias para la correcta ejecución de los trabajos.



### Requerimientos de construcción

**803.04** Según lo indicado en la Subsección 800.07, según corresponda.

#### 800.07 Generalidades

Antes del inicio de la instalación de las señales, el Supervisor verificará acorde al Proyecto, la ubicación definitiva de cada una de ellas, en lo relativo a las progresivas, distancias lateral con respecto al pavimento, sentido, altura y demás detalles que sean necesarios para una correcta señalización y de conformidad con el Manual de Dispositivos de Control de Tránsito Automotor para Calles y Carreteras del MTC vigente.

De ser necesario, el Supervisor deberá autorizar y aprobar los ajustes que fueran necesarios para cumplir los requerimientos antes señalados.

### Aceptación de los trabajos

#### 800.11 Criterios

El Supervisor para la aceptación de los trabajos efectuará los siguientes controles:

- Verificar que los trabajos hayan sido ejecutados de acuerdo a lo establecido en el Proyecto, las aprobaciones que hubiera realizado y en concordancia con el Manual de Dispositivos de Control de Tránsito Automotor para Calles y Carreteras del MTC vigente.
- Verificar el cumplimiento de las medidas de seguridad y mantenimiento de tránsito.
- Verificar que el Contratista mantenga adecuadamente las señales hasta la recepción de las obras, reponiendo a su costo aquellas que sufrieran deterioro o pérdida.

### Medición

**803.05** Se aplica lo indicado en la Subsección 800.12.

**800.12** Las señales verticales de tránsito se medirán por unidad (Und.) de señal instalada, de acuerdo a las características y tipo del panel, postes o estructuras de soporte y cimentación.

### Pago

**803.06** Se aplica lo indicado en la Subsección 800.13.

**800.13** El pago se hará por unidad (Und.) de señal instalada al respectivo precio unitario del contrato.

El precio unitario cubrirá todos los costos de adquisición de materiales, fabricación, transporte, almacenamiento y todo aquello que sea necesario para concluir de manera integral la instalación de los dispositivos (panel, postes o estructuras de soporte y cimentación).

El precio unitario no incluye la excavación para la cimentación de los dispositivos la cual se pagará de acuerdo a la Sección 501.

Ítem de Pago	Unidad de Pago
803 Señales informativas	Unidad



## SECCIÓN 807

### GUARDAVÍAS METÁLICOS

#### Descripción

##### 807.01

Este trabajo consiste en la instalación de estructuras metálicas que, por lo general, se colocan en los bordes de las bermas, separadores centrales y otros lugares de la vía, con fines de señalización y contención donde predomina el tránsito de vehículos livianos, de acuerdo con estas especificaciones y en conformidad con el Proyecto.

#### Clasificación

##### 807.02

La clasificación de los elementos que conforman los guardavías metálicos según la Norma ASSHTO M 180 es la siguiente:

- Tipo I: Láminas galvanizadas en zinc, mínimo 550 g/m<sup>2</sup>.
- Tipo II: Láminas galvanizadas en zinc, mínimo 1.100 g/m<sup>2</sup>.
- Tipo III: Vigas preparadas para ser pintadas.
- Tipo IV: Vigas de acero resistente a la corrosión.

Dentro de estas clasificaciones podrán ser:

- Clase A: Acero con un espesor nominal de 2,67 mm.
- Clase B: Acero con un espesor nominal de 3,43 mm.

#### Materiales

##### 807.03

##### a. Vigas

La forma del guardavías será curvada, del tipo doble onda (perfil W) o del tipo triple onda y sus dimensiones deberán estar de acuerdo con lo indicado en la especificación AASHTO M-180. Los requerimientos en cuanto a espesor de las vigas que formarán los guardavías se indican en la Tabla 807-01

**Tabla 807-01**

**Requerimientos de espesor para las vigas de los guardavías**

	Clase A		Clase B	
	Espesor (mm)	Tolerancia (mm)	Espesor (mm)	Tolerancia (mm)
Tipo I	2,74	0,23	3,51	0,25
Tipo II	2,82	0,23	3,58	0,25
Tipo III	2,67	0,23	3,43	0,25
Tipo IV	2,67	0,23	3,43	0,25

Fuente: AASHTO M 180

Las vigas doble onda (perfil W) tendrán un ancho nominal de 483 mm y para las vigas de triple onda el ancho nominal será de 749 mm. La tolerancia respecto del ancho nominal será -3,2 mm.

Las vigas, secciones de transición, secciones finales y de amortiguación serán de lámina de acero y deberán cumplir las propiedades mecánicas descritas a continuación:

1. Vigas y secciones de transición

- Tensión mínima de rotura de tracción 483 MPa
- Límite de fluencia mínimo 345 MPa
- Alargamiento mínimo de una muestra de 50 mm de longitud por 12,5 mm de ancho y por el espesor de la lámina 12%

2. Secciones final y de amortiguación

- Tensión mínima de rotura de tracción 310 MPa
- Límite de fluencia mínimo 227 MPa

Los testigos utilizados para ensayar las propiedades mecánicas deben ser preparados y ensayados según la ASTM A 653 exceptuando la corrección para el espesor de los elementos recubiertos de zinc que debe ser de 0,08 mm para las vigas del Tipo I y de 0,15 mm para vigas del Tipo II.

**b. Zinc**

Para los guardavías Tipo I y Tipo II, las láminas deberán ser galvanizadas por inmersión en zinc en estado de fusión, con una cantidad de zinc mínima de 550 g/m<sup>2</sup> para la Clase A y de 1.100 g/m<sup>2</sup> para la Clase B.

El zinc utilizado deberá cumplir las exigencias de la especificación AASHTO M-120 y deberá ser, por lo menos, igual al grado denominado "Prime Western".

**c. Tornillos y tuercas**

A menos que se indique otra cosa en el Proyecto, los tornillos y tuercas a utilizar en los guardavías Tipo I, II y III cumplirán los requisitos indicados en la ASTM A 307. La capa de recubrimiento debe ser lisa, estar libre de elementos cortantes y fuertemente adheridos a la superficie del metal.

Los tornillos y tuercas para los guardavías Tipo IV deberán ser fabricados con un material resistente a la corrosión que cumpla con los requisitos indicados en la ASTM A 307. Todas las conexiones deben formarse con pernos de cabeza ovalada. Las dimensiones de estos elementos deberán cumplir con las especificaciones de la AASHTO M 180.

**d. Sección final y de amortiguación**

Las secciones finales y de amortiguación deben ser del mismo o de mayor espesor que las vigas que formen los guardavías.

**e. Postes de fijación**

Serán perfiles de láminas de acero en forma de U conformado en frío de 5,50 mm de espesor, y una sección conformada por el alma de 15 cm y los lados de 6 cm cada uno, que permita sujetar la baranda por medio de tornillos sin que los agujeros necesarios dejen secciones debilitadas.

Los postes de fijación deberán ser galvanizados por inmersión en zinc en estado de fusión, con una cantidad de zinc no menor de 550 g/m<sup>2</sup>.

Su longitud deberá ser 1,80 m, salvo que el Proyecto establezca un valor diferente.

807.04 Características que debe cumplir el recubrimiento de Zinc

El recubrimiento de zinc utilizado en los guardavías metálicos de los Tipos I y II debe cumplir los requisitos indicados en la Tabla 807-02.



**Tabla 807-02**  
**Requerimientos para la capa de galvanizado**

	Peso del recubrimiento	
	Simple (g/m <sup>2</sup> )	Triple (g/m <sup>2</sup> )
Tipo I	550	610
Tipo II	1100	1220

Fuente: AASHTO M 180

### Equipo

#### 807.05

El Contratista deberá disponer del equipo, y demás herramientas y accesorios necesarios para la correcta y oportuna ejecución de los trabajos especificados.

#### Requerimientos de construcción

Los guardavías que deban instalarse con un radio de 45 m o menor, deberán adquirirse con la curvatura aproximada de instalación.

El guardavías no necesita ningún revestimiento adicional (pintura o anticorrosivo).

Para la visualización de los guardavías en horas nocturnas, en cada poste se adosará un captafaro, el cual debe cumplir con lo expresado en la Sección 809.

#### 807.06 Localización

Si los planos o el Supervisor no lo indican de otra manera, los postes deberán ser colocados a una distancia mínima de 90 cm del borde de la berma y su separación centro a centro no excederá de 3,81 m y en caso de requerirse mayor rigidez del guardavías se instalará un poste adicional en el centro, es decir equidistanciado a 1,91 m. Los postes se deberán enterrar bajo la superficie aproximadamente 1,20 m.

El guardavía se fijará a los postes de manera que su línea central quede entre 0,45 m y 0,55 m, por encima de la superficie de la calzada.

#### 807.07 Excavación

En los sitios escogidos para enterrar los postes se efectuarán excavaciones de sección transversal ligeramente mayor que la del poste, las cuales se llevarán hasta la profundidad señalada en la Subsección anterior.

#### 807.08 Colocación del poste

El poste será hincado o colocado verticalmente dentro del orificio y el espacio entre él y las paredes de la excavación se rellenará con parte del mismo suelo excavado, en capas delgadas, cada una de las cuales se compactará cuidadosamente con pisones, de modo que al completar el relleno, el poste quede vertical y firmemente empotrado. Se deberá nivelar la parte superior o sobresaliente de los postes, para que sus superficies superiores queden alineadas de manera que al adosar los tramos de guardavías no se presenten altibajos en ésta.

#### 807.09 Instalación del guardavía

El guardavía deberá ensamblarse de acuerdo con los detalles del Proyecto y las instrucciones del fabricante de la lámina, cuidando que quede ubicada a la altura sobre el suelo establecida en la Subsección 807.06.

#### 807.10 Empalmes

Los empalmes de los diversos tramos de guardavías deberán efectuarse de manera que brinden la suficiente rigidez estructural y que los traslapes queden en la dirección del movimiento del tránsito del carril adyacente.

La unión de las láminas se realizará con tornillos de las dimensiones fijadas en la Subsección 807.03(c), teniendo la precaución de que su cabeza redonda se coloque en la cara del guardavía que enfrenta el tránsito.

#### 807.12 Secciones final y de amortiguación

En los extremos del guardavía metálico se colocarán secciones terminales, las cuales serán, terminal de amortiguación (parachoques) en forma de U o según lo indique el Proyecto, colocado al inicio del tramo de guardavía y terminal final colocado al final del tramo, considerando el sentido del tránsito.

#### 807.13 Limitaciones en la ejecución

No se permitirá efectuar la instalación de guardavía metálicos que no cuenten con el Certificado de Calidad del fabricante que corresponda al lote a utilizarse.

Aceptación de los trabajos

#### 807.14 Criterios

##### a. Controles

El Supervisor efectuará los siguientes controles principales:

- Verificar los Certificados de Calidad del fabricante de los guardavía a instalarse.
- Comprobar que el tipo de guardavía a instalar corresponde a la seleccionada por el Proyectista.
- Verificar que la instalación que realice el Contratista sea acorde al Proyecto, respetando las especificaciones del fabricante y contando con el apoyo técnico del proveedor.
- Verificar que la excavación sea correcta y que el guardavía se instale de acuerdo con los planos y las instrucciones del fabricante.
- Efectuar ensayos de los materiales componentes del guardavía de considerarlo necesario.

##### b. Calidad de los materiales

- No se aceptará materiales que incumplan las exigencias de la Subsección 807.02 y las especificaciones de la AASHTO M-180, M-120.
- El guardavía deberá ser de óptima calidad, y el galvanizado deberá cubrir su superficie la que no deberá presentar defectos tales como ampollas o áreas no cubiertas por el zinc, en cuyo caso serán rechazadas así como aquellas alabeadas o deformadas.

##### c. Dimensiones



- No se admitirán guardavías cuyo espesor sea inferior en más de 0,23 mm en relación con lo especificado en la Subsección 807.03(a) para los guardavías.
- No se admitirán tolerancias en relación con la altura a la cual debe quedar la línea central del guardavías, según se establece en la Subsección 807.03(e).
- En relación con otras dimensiones, tales como la separación entre postes y la distancia del guardavía al borde del pavimento, serán aprobadas por el Supervisor, teniendo en cuenta la morfología de la zona.

Todas las deficiencias que excedan las tolerancias mencionadas deberán ser corregidas por el Contratista, a su cuenta, costo y riesgo, debiendo ser aprobado por el Supervisor.

### Medición

#### 807.14 Guardavías metálicos

La unidad de medida para los guardavías metálicos será el metro lineal (m), aproximado al decímetro (dm), instalado de acuerdo con el Proyecto, esta especificación y aprobada por el Supervisor.

La medida se efectuará a lo largo de la línea central del guardavía entre los centros de los postes de fijación extremos. No se considera en esta medida las secciones de amortiguación y final.

### Pago

#### 807.15

El pago se hará al respectivo precio unitario del contrato, por todo guardavías metálico suministrado, instalado y aprobado por el Supervisor. El precio unitario deberá cubrir todos los costos de suministro, transporte, manejo, almacenamiento, desperdicios e instalación de los postes, láminas, secciones terminales y de amortiguación, y demás accesorios requeridos; la excavación, su relleno, la carga, el transporte y disposición de los materiales sobrantes de ella; la señalización preventiva de la vía y, en general, todo costo relacionado con la correcta ejecución de los trabajos especificados.

Ítem de Pago	Unidad de Pago
807.A Guardavías metálico	Metro lineal (m)

## PROGRAMA DE CAPACITACION Y EDUCACION AMBIENTAL

### Descripcion

El programa tiene por objetivo fortalecer las capacidades del personal de obra (operadores, referente a los temas relacionados con medio ambiente y otros temas de importancia para el desarrollo de la actividad. Se identificarán y programarán charlas de capacitación orientadas a la población local del AID, sobre temas relacionados al cuidado del medio ambiente.

Se explicarán las medidas y procedimientos contemplados en el Plan de Manejo Ambiental para prevenir corregir y/o mitigar los impactos ambientales que serán producidos por las actividades del Proyecto.

- Responsabilidad del personal en la protección ambiental.
- Medidas de prevención, corrección y/o mitigación de impactos ambientales.
- Manejo de residuos sólidos comunes y peligrosos.
- Manejo de efluentes líquidos.
- Prevención de derrames y atención de derrames de sustancias peligrosas.
- Protección y conservación de la biodiversidad y los recursos naturales



## PROGRAMA DE PREVENCIÓN DE PÉRDIDAS Y RESPUESTA DE EMERGENCIA

### Descripción

#### Capacitación del personal

El Supervisor Ambiental responsable de la capacitación y entrenamiento del personal, tanto técnico calificado y de sus respectivos asistentes, y se encargará de dar a conocer las acciones de prevención y control a tomar con relación a los riesgos identificados en el ámbito del Proyecto.

Para ello, se llevarán a cabo reuniones informativas, sobre temas relacionados con la protección ambiental, la salud y la seguridad, desde el inicio de las actividades, con una frecuencia mensual y cada vez que sea necesario. Asimismo, se reforzará la capacitación mediante charlas de 5 minutos que se dictarán generalmente en la mañana, antes de empezar las actividades diarias.

#### Procedimiento de Implementación

EL Contratista de encargará de elaborar un subprograma de prevención de pérdidas que incluyan respuesta de emergencia ante los siguientes eventos.

Subprograma de prevención de derrame de sustancias peligrosas

Subprograma de prevención de riesgo contra incendio.

Subprograma de prevención de riesgo por ocurrencia de sismos

Subprograma de prevención de riesgo por accidente laboral