**ESPECIFICACIÓN PARTICULAR**

**E.P. LOSA DE CONCRETO HIDRÁULICO CON MODULO DE RUPTURA A LA FLEXIÓN DE 48 KG/CM2, P.U.O.T.**

**DEFINICIÓN:** Las carpetas de concreto hidráulico son las que se construyen mediante la colocación de una mezcla de agregados pétreos, cemento Pórtland y agua, para proporcionar al usuario una superficie de rodadura uniforme, bien drenada, resistente al derrapamiento, cómoda y segura.

Esta especificación particular comprende los trabajos para construir pavimentos de concreto hidráulico con cemento Pórtland y complementa la norma N∙CTR∙CAR∙1∙04∙009 *Carpetas de Concreto Hidráulico* de la nueva normativa de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT).

# MATERIALES

En la elaboración de la mezcla y en la construcción de las losas de concreto hidráulico del pavimento, se emplearán materiales que cumplan con lo establecido en el Libro CMT. CARACTERISTICAS DE LOS MATERIALES. Parte 2. Materiales para estructuras, Título 02. Materiales para concreto hidráulico, editadas por la SCT, debiendo cumplir con los requisitos de calidad que a continuación se señalan:

## MATERIALES PÉTREOS

Estos materiales se sujetarán al tratamiento o tratamientos necesarios para cumplir con los requisitos de calidad que se indican en cada caso, debiendo el Contratista prever las características en el almacén y los tratamientos necesarios para su ulterior utilización. El manejo y/o almacenamiento subsecuente de los agregados, deberá hacerse de tal manera que se eviten segregaciones o contaminaciones con substancias u otros materiales perjudiciales y de que se mantenga una condición de humedad uniforme, antes de ser utilizados en la mezcla.

## REACTIVIDAD DE LOS AGREGADOS CON LOS ALCALIS DEL CEMENTO.

Los agregados no deberán contener sustancias que reaccionen con los alcalis del cemento en una cantidad tal que cause la expansión excesiva del concreto.

Para garantizar que los agregados no contienen sustancias deletéreas, el proponente previamente a la formulación de su propuesta, deberá hacer un análisis petrográfico mediante la prueba **ASTM - C – 295**, si mediante esta prueba se detecta la presencia de minerales potencialmente reactivos, se deberá confirmar realizando la prueba química ASTM C 289; prueba rápida cuyos resultados permiten conocer el tipo de cemento que se deberá emplear. La Contratante podrá verificar posteriormente en cualquier momento que se está utilizando el cemento adecuado y en su caso, ordenar que se utilice el que corresponda; si como consecuencia de lo anterior hubiese algún incremento en costo, la empresa deberá absorberlo.

Agregado grueso

El agregado grueso será grava, triturada totalmente en por lo menos el 90%, con tamaño máximo de treinta y ocho (38) milímetros, resistencia superior a la resistencia del concreto señalada en el proyec­to, y con la secuen­cia granulométrica que se indica a continuación:

**GRAVA**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **DENOMINACIÓN DE LA MALLA** | **ABERTURA (mm)** | **% QUE PASA** |
| 2” | 50.00 | 100 |
| 1 1/2” | 37.50 | 95-100 |
| 3/4” | 19.00 | 35-70 |
| 3/8” | 9.50 | 10-30 |
| Núm. 4 | 4.75 | 0-5 |

El contenido de substancias perjudiciales en el agregado grueso no deberá exceder los porcentajes máximos que se indican en la siguiente tabla:

|  |  |
| --- | --- |
| **SUBSTANCIAS PERJUDICIALES** | **% MÁXIMO** |
| Partículas Deleznables | **3.0** |
| Partículas Suaves | 5.0 |
| Pedernal como impureza | 1.0 |
| Carbón mineral y/o lignito | **0.5** |

El agregado grueso además, deberá cumplir con los siguientes requisitos de calidad:

|  |  |
| --- | --- |
| Desgaste “Los Ángeles” | **40% máximo** |
| Intemperismo Acelerado | 12% máximo (Utilizando sulfato de Sodio) |
| Masa especifica saturada y superficialmente seca (Messs) | Mínimo 2.5 kg/dm3 |

Cuando la muestra esté constituida por material heterogéneo y se tengan dudas de su calidad, la Contratante podrá ordenar se efectúen pruebas de desgaste de Los Ángeles, separando el material sano del material alterado o de diferente origen, así como pruebas en la muestra constituida por ambos materiales, en la que estén representados en la misma proporción en que se encuentren en los almacenamientos de agregados ya tratados o en donde vayan a ser utilizados. En ninguno de los casos mencionados se deberán obtener desgastes mayores de cuarenta por ciento (40%), aunque la fracción E.7 RESISTENCIA AL DESGASTE, de la Norma N∙CMT∙2∙02∙002/02 exige 50%.

En el caso de que se tengan dudas acerca de la calidad del agregado grueso, a juicio de la Contratante se llevará a cabo la determinación de la pérdida por intemperismo acelerado, la cual no deberá ser mayor de doce por ciento (12%) utilizando sulfato de sodio, en el entendido que el cumplimiento de esta característica no excluye las mencionadas anteriormente.

Agregado Fino

El agregado fino o arena deberá tener un tamaño máximo de nueve punto cincuenta y un (9.51) milímetros con la secuencia granulométrica que se indica a continuación:

**ARENA**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **DENOMINACIÓN DE LA MALLA** | **ABERTURA** ***EN mm*(mm)** | **% QUE PASA** |
| 3/8” | 9.50 | 100 |
| Núm. 4 | 4.75 | 95-100 |
| Núm. 8 | 2.36 | 80-100 |
| Núm. 16 | 1.18 | 50-85 |
| Núm. 30 | 600μm | 25-60 |
| Núm. 50 | 300μm | 10-30 |
| Núm. 100 | 150μm | 2-10 |
| Núm. 200 | 75 μm | 4 máximo |
|  |  |  |

El contenido máximo de material fino que pasa por la criba 0,075 mm (No. 200), estará en función de los límites de consistencia (límites de Atterberg, obtenidos de acuerdo con lo indicado en la Norma M-MMP 1-07/03 del Libro METODOS DE MUESTREO Y PRUEBA DE MATERIALES, editada por la SCT) los cuales determinan las propiedades de plasticidad de estos finos, y no deben establecer los límites de la siguiente tabla.



Nota: Los límites de consistencia se determinan del material que pasa la malla No. 40.

La arena no deberá tener un retenido mayor de cuarenta y cinco por ciento (45%), entre dos (2) mallas consecutivas; además, deberá cumplir con los siguientes requisitos de calidad:

|  |  |
| --- | --- |
| Módulo de finura | 2.30 mínimo y 3.10 máximo |
| Intemperismo Acelerado | 10% máximo (Empleando sulfato de sodio) |
| Masa Especifica (Messs) | Mínimo 2.4 g/cm3 |

El contenido de substancias perjudiciales en la arena, no deberá exceder los porcentajes máximos siguientes:

|  |  |
| --- | --- |
| **SUBSTANCIAS PERJUDICIALES** | **% MÁXIMO** |
| Partículas deleznables | **3.0** |
| Carbón mineral y/o lignito | 1.0 |

En el caso de que se tengan dudas acerca de la calidad del agregado fino, a juicio de la Contratante se llevará a cabo la determinación de la pérdida por intemperismo acelerado, la cual no deberá ser mayor de diez por ciento (10%), en el entendido de que esta condición no excluye las mencionadas anteriormente.

## CEMENTO

Se empleará cemento Pórtland Ordinario (CPO) 40, Compuesto (CPC) 40 o Puzolánico (CPP) 30, que deberán cumplir respectivamente con los requisitos físicos y químicos que se señalan en las cláusulas N-CMT-2-02-001/02 de la SCT o ASTM C 1157.

## AGUA

El agua que se emplee en la fabricación del concreto deberá ser apta, y por lo tanto, estar libre de materiales perjudiciales tales como aceites, grasas, materia orgánica, etc. Así mismo, no deberá contener cantidades mayores de las substancias químicas que las que se indican en la siguiente tabla y lo mencionado en la N-CMT-2-02-003/02 de la SCT.



## ADITIVOS

Podrá emplearse un aditivo del tipo D, reductor de agua y retardante, con la dosificación requerida para que el fraguado inicial de la mezcla a la temperatura estándar de veintitrés grados centígrados (23º C) no se produzca antes de dos (2) ni después de cuatro (4) horas a partir de la finalización del mezclado. Sus característi­cas deberán estar en conformi­dad con los requisitos de calidad indicados en la N-CMT-2-02-004/04 de las Normas de Calidad de los Materiales de la SCT.

Para asegurar la trabajabilidad de la mezcla, también podrá u­tilizarse un agente inclusor de aire, con los requisitos que señala la Norma CMT-2-02-004/04 de las Normas de Calidad de los Materiales de la SCT o la norma NMX-C-200-ONNCCE.

## MEZCLA DE CONCRETO HIDRÁULICO

El diseño de la mezcla, utilizando los agregados prove­nientes de los bancos ya tratados, quedará a cargo del Contratista y será propuesto al Organismo, cuya aproba­ción no liberará al Contratista de la obligación de obtener en obra la resistencia y todas las demás característi­cas para el concreto fresco y endurecido, así como los acabados de la obra. Durante la construcción, la dosificación de la mezcla de concreto hidráulico se hará en peso y su control durante la elaboración se hará bajo la responsabilidad exclusiva del Contratista.

La resistencia a la tensión por flexión (S'r) se verificará en especímenes moldeados durante el colado del concreto, correspondientes a vigas estándar de quince por quince por cincuen­ta (15 x 15 x 50) centímetros, compactando el concreto por vibro compresión y una vez curados adecuadamente, se ensayarán aplicando las cargas en los tercios del claro. (ASTM C 78 y/o NMX-C-191-ONNCCE)

El revenimiento promedio de la mezcla de concreto deberá ser cuatro (4) centímetros al momento de su colocación; nunca deberá ser menor de dos punto cinco (2.5), ni mayor de seis punto cinco (6.5) centímetros. Las mezclas que no cumplan con este requisito deberán ser destinadas a otras obras de concreto como cunetas y drenajes, y no se permitirá su colocación para la losa de concreto.

El concreto deberá cumplir con las características para Concreto Hidráulico Clase 1 cuya masa volumétrica, en estado fresco, está comprendida entre dos mil doscientos (2,200) y dos mil cuatrocientos (2400) kilogramos por metro cúbico, de acuerdo a la Norma N·CMT·2·02·005/04, Calidad del Concreto Hidráulico.

## MEMBRANA DE CURADO

Para el curado de la superficie del concreto recién colado deberá emplearse un líquido de color claro o blanco, el que deberá cumplir con los requisitos de calidad que se describen en la N-CMT-2-02-006/04 de las Normas de Calidad de la SCT. La membrana de curado a emplear será de un componente cuya base sea agua y parafina de pigmentación blanca.

## BARRAS DE AMARRE

En las juntas que muestra el proyecto y/o en los sitios que indique la Contratante se colocarán barras de amarre con el propósito de evitar el corrimiento o desplaza­miento de las losas. Las barras serán corrugadas, de acero estruc­tural, con límite de fluencia (fy) de cuatro mil doscientos (4,200) kilogramos por centímetro cuadrado, debiendo quedar ahogadas en las losas, con las dimensiones y en la posición indicada en el proyecto.

Las varillas de amarre deberán colocarse en las juntas longitudinales en forma perpendicular a estas y deberán espaciarse como se muestra en el proyecto. Las varillas de amarre deberán mantenerse en posición paralela a la superficie del pavimento y a la mitad del espesor de la losa. Cuando las varillas de amarre se coloquen en juntas de construcción, éstas deberán doblarse.

Las barras de amarre deberán de colocarse de forma automática por el equipo de pavimentación.

## PASAJUNTAS

En las juntas transversales de contracción, de construcción, de emergencia y/o en los sitios que indique la Contratante, se colocarán pasajuntas como mecanismos para garantizar la transferencia efectiva de carga entre las losas adyacentes. Las barras serán de acero redondo liso y deberán quedar ahogadas en las losas en la posición y con las dimensiones indicadas por el proyecto. Ambos extremos de las pasajuntas deberán ser lisos, estar libres de rebabas cortantes y no tener deformaciones. El acero deberá cumplir con la norma ASTM A 615 Grado 60 (fy=4,200 kg/cm2), y deberá ser recubierta con parafina, grasa, o cualquier otro medio que impida efectivamente la adherencia del acero con el concreto y que sea aprobado por la Contratante.

Las pasajuntas podrán estar apoyadas sobre monturas o silletas de alambrón, siempre y cuando sean fabricadas en un taller exclusivo para este fin, no permitiendo su construcción en el sitio de la obra, las cuales deberán anclarse a la capa de apoyo de la losa a fin de evitar desplazamientos durante el proceso de colado; en su caso, si la máquina pavimentadora cuenta con dispositivo para inserción de barras pasajuntas, la colocación de las barras se podrá realizar mediante dicho dispositivo.

## MATERIAL SELLANTE PARA LAS JUNTAS

El material sellante para las juntas transversales y longitudinales deberá ser elástico, resistente a los efectos de combus­tibles y aceites automotrices, con propiedades adheren­tes con el concreto y permitir las dilata­ciones y contraccio­nes que se presenten en las losas sin agrietarse, debiéndose emplear productos a base de silicón, poliuretano o poliuretano-asfalto los cuales deberán solidificarse a temperatura ambiente.

A menos de que se especifique lo contrario, el material para el sellado de juntas deberá de cumplir con los requerimientos aquí indicados. El material se deberá adherir a los lados de la junta o grieta en el concreto y deberá formar un sello efectivo contra la filtración de agua o incrustación de materiales incompresibles. En ningún caso se podrá emplear algún material sellador no autorizado por la Contratante.

Para todas las juntas de la losa de concreto se deberá emplear un sellador de bajo módulo autonivelable. Este sellador deberá ser un compuesto de un solo componente sin requerir la adición de un catalizador para su curado. El sellador deberá presentar la fluidez suficiente para autonivelarse y no requerir de formado adicional.

El sellador, deberá cumplir con la especificación ASTM D 3542.

La tirilla de respaldo a emplear deberá impedir efectivamente la adhesión del sellador a la superficie inferior de la junta. La tirilla de respaldo deberá ser de espuma de polietileno y de las dimensiones indicadas en los documentos de construcción. La tirilla de respaldo deberá ser compatible con el sellador de silicón a emplear y no se deberá presentar adhesión alguna entre el silicón y la tirilla de respaldo.

## PLACAS Y TIRAS DE NEOPRENO PARA LAS JUNTAS DE LAS LOSAS DE APROXIMACIÓN

Las placas y tiras de neopreno para las juntas de las losas sepultadas deberán colocarse precisamente bajo las juntas de expansión en las losas correspon­dientes a las zonas de transición del pavimento de concreto hidráulico a estructuras de puentes o fijas. Estas tiras de neopreno deberán ser de una sola pieza con una dimensión de diez (10) centímetros de ancho y cinco (5) milímetros de espesor. Previamen­te a su colocación, deberá aplicárseles algún pegamento compatible con el concreto y el neopreno.

**EJECUCIÓN:**

Previamente a la construcción de los pavimentos de concreto hidráulico, se deberá realizar un tramo de prueba, construyendo la carpeta o losa de concreto hidráulico en doscientos (200) metros de longitud y en todo el ancho de la corona o de la franja por construir, como lo indique el proyecto. Este tramo se podrá realizar dentro, fuera del derecho de vía de la autopista o sobre la superficie donde se construirá la losa definitiva. Este tramo tendrá el propósito de verificar la calidad de todos los materiales, el equipo a emplear y los procedimientos de ejecución que seguirá el Contratista. Una vez terminada la losa objeto de prueba, se verificará si cumple con los requisitos para su aceptación, indicados en esta especificación; únicamente en el caso de la losa construida sobre la superficie donde se construirá la carpeta definitiva, se podrá considerar para su pago, y en caso contrario se reparará o demolerá, según lo indique la Contratante, sin ser objeto de pago ni requerir ningún monto adicional por este concepto. En cualquier caso, donde se ejecute el tramo de prueba, si éste no cumple con los requisitos para su aceptación, indicados en esta especificación, se ejecutarán los tramos de doscientos (200) m de longitud necesarios hasta que cumpla con los requisitos para su aceptación, sin ser objeto de pago, exceptuando el caso mencionado.

En general, los procedimientos de ejecución se llevarán a cabo de acuerdo con los lineamientos indicados en la Norma N-CTR.CAR-1-04-009/06 editada por la SCT, con el espesor compacto, la forma y dimensiones indicados en el proyecto y de acuerdo con lo siguiente:

## ELABORACIÓN DE LA MEZCLA

El control del proporcionamiento de todos los materiales para elaborar la mezcla de concreto fresco, incluyendo el agua, deberá realizarse en peso, utilizando básculas previamente ca­libradas y aprobadas por la Contratante. El área donde se realicen las operaciones de pesado del cemento, deberá estar sellada y contar con un sistema de filtración para evitar fugas del material hacia el medio ambiente.

El manejo de los agregados deberá garantizar que no se produzcan segregaciones o contaminaciones con materia­les ajenos al concreto y/o substancias perjudiciales. Antes de ser mezclados, los agregados deberán ser separados por lo menos en dos tamaños, para ser pesados.

La elaboración de la mezcla deberá realizarse en una planta central. En todo caso, el tiempo de mezclado, que termina en el momento de la descarga de la mezcla, no deberá ser menor a cuarenta (40) ni mayor a cien (100) segundos.

## TRANSPORTE

El transporte de los agregados y/o la mezcla se efectuará de preferencia en camiones, sean mezcladores o no, pero previ­niendo cualquier pérdida de humedad o material; así mismo, se procederá a su lavado con agua a presión cuando se tengan residuos que puedan afectar el buen comportamiento del concreto. La Contratante fijará de acuerdo con el Contratista los intervalos de esta operación.

En el caso de emplear camiones no mezcladores, éstos deberán contar con caja revestida de lámina, cubierta que evite la evaporación de la mezcla y mecanismos que depositen la mezcla en forma satisfactoria, sin segregaciones. La caja deberá estar perfectamente limpia antes de ser utilizada con nuevas mezclas.

Cuando el concreto fresco se deposite en el lugar del colado con canales o tubos, se dispondrán éstos de tal manera que se prevenga cualquier segregación de los materiales. El ángulo de caída deberá ser lo suficientemente pronunciado para lograr el fácil movimiento de las revolturas, pero sin que se clasifi­quen los agregados.

En cualquier punto durante el transporte y durante la colocación en la superficie por pavimentar, la caída libre del concreto no deberá exceder de un (1) metro.

## COLADO

La superficie sobre la que se colocará el concreto fresco deberá estar perfectamente limpia, ligeramente humedecida y libre de substancias ajenas al concreto, terminada dentro de los niveles y toleran­cias que más adelante se indican.

La colocación y compactación del concreto se hará dentro de los treinta (30) minutos siguientes a su elaboración.

El concreto se colará por los medios apropiados para evitar la segrega­ción de los materiales, esparciéndolo con extendedoras o pavimentadoras autopropulsadas, con cimbra deslizante.

La pavimentadora a emplear deberá estar diseñada para el propósito de esparcir, consolidar y dar forma al concreto fresco en una sola pasada del equipo de modo que se requiera de un mínimo de terminado manual para proporcionar un pavimento denso y homogéneo con los requisitos de rasante, tolerancias y sección transversal de acuerdo a las especificaciones de proyecto. Este equipo deberá tener el peso y potencia suficiente para construir el ancho y espesor máximos requerido por el proyecto con la velocidad adecuada, sin presentar inestabilidad transversal, longitudinal o vertical y sin desplazamientos.

La pavimentadora empleada será del tipo Gomaco 3800, Gomaco 4000, Wirtgen 1200, Wirtgen 1600 ó técnicamente equivalente, capaz de pavimentar en una sola franja, debiendo contar con sensores de nivel y la orilla de la losa deberá formar un ángulo de 90 grados con respecto a la superficie. En el caso de que la pavimentadora sea del tipo de cimbra deslizante, este equipo deberá tener la capacidad de insertar las barras de amarre para las juntas longitudinales y las pasajuntas para las juntas transversales en forma automática. Las pavimentadoras deberán de contar con un sistema automatizado que le permita el avance por medio de estaciones totales, con el fin de evitar el uso de la línea guía. Las cimbras laterales y la enrasadora deberán ser ajustables para cumplir con las tolerancias en los bordes y en la superficie. Las cimbras laterales deberán ser de las dimensiones, forma y resistencia necesaria para soportar al concreto lateralmente por un lapso de tiempo necesario de modo que no se produzca deformación de los bordes de la losa en exceso de las tolerancias especificadas. El terminado final deberá lograrse mientras el concreto está aún en estado plástico.

En caso de presentarse deficiencias en la consistencia del concreto o en caso de ocurrir cualquier otro defecto estructural o de superficie que, a criterio de la Contratante, no pueda ser corregido dentro de las tolerancias permitidas, se deberán parar inmediatamente las operaciones de la pavimentadora hasta que se efectúen los ajustes necesarios del equipo o se modifiquen los procedimientos. Cualquier concreto no corregido dentro de las tolerancias establecidas, deberá ser removido y reemplazado con cargo al Contratista.

Cuando el colado sea suspendido por más de treinta (30) minutos, se procederá a construir una junta transversal de emergencia.

El Contratista deberá considerar las obras de acceso, apuntalamiento, maniobras o en su defecto, el tiempo necesario para ensamblar y desensamblar el equipo, en el evento de que se requiera el paso del mismo por puentes o estructuras que no tengan la capacidad estructural suficiente para esa eventualidad.

Las orugas de la pavimentadora deberán tener la capacidad de plegarse en un ángulo tal que permita el paso del equipo en el ancho de calzada de los puentes o estructuras.

La compactación del concreto se llevará a cabo adecuadamente con vibradores de inmersión desde la superficie.

## LIMITACIONES DE MEZCLADO Y COLOCACIÓN

No se deberán realizar operaciones de mezclado u operaciones sobre los pavimentos cuando la luz natural es insuficiente, a menos que se utilice un sistema adecuado de iluminación artificial.

## Pavimentación en clima frío.

A menos de que se autorice por escrito por el Organismo, las operaciones de mezclado y colocación del concreto deberán descontinuarse cuando la temperatura del aire en descenso a la sombra alcance cuatro grados centígrados (4°C) y no deberá continuarse hasta que se produzca una temperatura en ascenso a la sombra de dos grados centígrados (2°C).

Los agregados no deberán presentar hielo, nieve o partículas congeladas antes de alimentarse en la planta de mezclado. La temperatura del concreto mezclado no deberá ser menor a diez grados centígrados (10°C) al momento de colocación. El concreto no deberá colocarse en áreas congeladas.

Cuando se autorice la pavimentación durante clima frío, el agua y los agregados deberán calentarse a no más de sesenta y seis grados centígrados (66°C).

## Pavimentación en clima caliente.

Durante periodos de clima caliente cuando la temperatura máxima diaria del aire exceda los treinta grados centígrados (30°C), se deberán tomar las siguientes precauciones:

Se deberán humedecer las cimbras y/o la superficie a pavimentar inmediatamente antes de la colocación del concreto. El concreto deberá colocarse con la temperatura mínima posible, y en ningún caso la temperatura del concreto al momento de la colocación excederá de treinta y cinco grados centígrados (35°C). Los agregados y/o el agua de mezclado deberán enfriarse en caso de ser necesario para mantener la temperatura del concreto a no más de treinta y cinco grados centígrados (35°C).

Las superficies terminadas del pavimento recién colocado deberán mantenerse húmedas mediante la aplicación de agua en forma de rocío utilizando equipo aprobado para éste fin hasta que se aplique la membrana de curado. En caso de requerirse, se deberán levantar rompevientos de modo que se proteja al concreto de una evaporación en exceso de un kilogramo por metro cuadrado por hora (1 kg/m2/hr) o dos décimas de libra por pie cuadrado por hora (0.2 lb/pie2/hr) determinada de acuerdo a las recomendaciones de la Portland Cement Association (PCA).



Cuando las condiciones sean tales que se esperen problemas por agrietamiento plástico, y en especial, si comienzan a presentarse éste tipo de agrietamientos, el Contratista deberá tomar las medidas adicionales necesarias para proteger la superficie del concreto. Si tales medidas no evitan efectivamente la ocurrencia de agrietamientos plásticos, se deberán suspender inmediatamente las operaciones de pavimentación.

Para medir y registrar los datos meteorológicos requeridos, el Contratista debe contar con una estación meteorológica portátil que registre y almacene automáticamente, mediante computadora, para su posterior recuperación, los datos climatológicos requeridos. Los dispositivos mínimos que debe tener dicha estación son los sensores de: velocidad del viento, temperatura del aire, humedad relativa, presión barométrica, medidor de lluvia y temperatura del suelo.

## ACABADO SUPERFICIAL

El acabado superficial longitudinal del concreto recién colado podrá proporcionarse mediante llanas mecánicas, y a continuación, mediante el arrastre de tela de yute o bandas de cuero. Posteriormente con un equipo de texturizado del tipo CMI-TC-250 o similar, se procederá a realizar el texturizado transversal mediante una rastra de alambre en forma de peine con las siguientes características: ancho de dientes de tres (3) milímetros, con una tolerancia de mas menos medio (+/- 0.5) milímetro y con una profundidad de penetración máxima de seis (6) milímetros y mínima de tres (3) milímetros; este valor mínimo representará un porcentaje mínimo del total de texturizado a todo lo ancho de la superficie pavimentada. El peine con el que se realice el texturizado deberá tener el siguiente patrón de separación (en mm) entre cerdas:

25/22/16/32/19/25/25/25/25/19/22/25/22/10/25/25/25/32/38/22/25/22/25/32/19/22/25/35/22/22/22/22/25/35/13/38.

Esta secuencia de separaciones deberá repetirse para formar un patrón. Las distancias entre cerda y cerda podrán tener una tolerancia de un (1) milímetro, siempre y cuando no se altere la longitud total de la secuencia y no se repita el error en la separación de mas de tres (3) separaciones contiguas ni en mas de cinco (5) ocasiones en toda la longitud del peine.

Para aceptar el tramo realizado cada día, la profundidad media del surco deberá ser de ocho décimas (0.8) de milímetro, obtenido de acuerdo con la prueba ASTM E-945 (mancha de arena) y no se aceptarán valores individuales menores a cinco décimas (0.5) de milímetro. Estos resultados son aceptables para establecer una profundidad de surco aceptable para un pavimento silencioso y no serán sustitutos de las pruebas dinámicas de derrapamiento.

Estas operaciones se realizarán cuando el concreto esté lo suficientemente plástico para permitir el texturizado, pero lo suficientemente seco para evitar que el concreto fluya hacia los surcos formados por esta operación.

El acabado final deberá proporcionar una superficie de rodamiento con las características mínimas de seguridad (coeficiente de fricción) y de comodidad (índice de perfil) que se indican en seguida.

Una vez terminados los trabajos de construcción de las losas correspon­dientes a un día, y durante las siguientes cuarenta y ocho (48) horas, el Contratista se obligará a realizar los estudios necesarios para garantizar el acabado final de la superficie de rodamien­to. Dichos estudios consistirán en la determinación del índice de perfil de acuerdo con la especificación complementaria correspondiente a la determinación de la calidad de la superficie terminada (rugosidad). El Contratista deberá garantizar que el índice de perfil del pavimento construido cumpla con la especificación complementaria correspondiente y con las tolerancias incluidas en esta especificación.

Para efectos de frenado, el Contratista deberá garanti­zar mediante estudios que realice que la superficie terminada presente una resis­tencia a la fricción que, al medirse con el equipo Mu‑Meter, arroje un valor de seis décimas (0.6) o mayor en condiciones de pavimento mojado y a velocidad de setenta y cinco (75) kilómetros por hora; la medición se realizará por lo menos sobre la huella de la rodera externa de cada carril (ASTM E 670).

## CURADO

El curado deberá hacerse inmediatamente después del acabado final, cuando el concreto empiece a perder su brillo superfi­cial. Esta operación se efectuará aplicando en la superficie una membrana de curado a razón de un (1) litro por metro cuadrado, para obtener un espesor uniforme de un (1) milímetro, que deje una membrana impermeable y consistente de color claro y que impida la evaporación del agua que contiene la mezcla del concreto fresco. Su aplicación debe realizarse preferentemente con irrigadores mecánicos a presión, con equipo del tipo CMI‑TC‑250 o similar. La membrana de curado no deberá aplicarse durante periodos de lluvia.

Las caras expuestas de las juntas aserradas deberán ser recubiertas con membrana de curado inmediatamente después de que se concluya el corte.

El espesor de la membrana podrá reducirse si de acuerdo con las características del producto que se use se puede garanti­zar su integridad, cubrimiento de la losa y duración de acuerdo con las especificaciones del fabricante de la membrana de curado.

## JUNTAS

Las juntas deberán ajustarse al alineamiento, dimensiones y características consignadas en el proyecto.

Después del curado de las losas se procederá al corte de las juntas transversales y las longitudinales, con discos abrasivos si se realizan los cortes en seco, o con discos de diamante en caso que se realicen con agua. El corte de las juntas deberá comenzar por las transversales de contracción, e inmediatamente después continuar con las longitudinales. Este corte deberá realizar­se cuando el concreto presente las condiciones de endurecimiento propicias para su ejecución y antes de que se produzcan agrietamientos no controlados. El Contratista será el responsable de elegir el momento propicio para efectuar esta actividad sin que se presente pérdida de agregado en la junta o despostillamientos de la losa; sin embargo, una vez comenzado el corte deberá continuarse hasta finalizar todas las juntas, esto dentro de las siguientes 18 horas después del colado. Las losas que se agrieten por aserrado inoportuno deberán ser demolidas y/o reparadas de acuerdo y a satisfacción de la Contratante.

Cuando el corte de las juntas correspondiente a un día de colado no pueda ser finalizado dentro de las 18 horas establecidas, el colado del siguiente día será limitado a un tramo equivalente al que sí pudo ser cortado a tiempo el día anterior.

En el caso de que se requiera de cortes de juntas en dos etapas (escalonados), el segundo corte no deberá realizarse antes de 72 horas después del colado.

En la construcción de las juntas deberá considerarse la siguiente clasificación:

1. Longitudinales de contracción aserradas con barras de amarre (Tipo A)
2. Transversales de contracción aserradas con pasajuntas (Tipo B)
3. Longitudinales de construcción con barras de amarre (Tipo C)
4. Transversales de construcción cimbradas con pasajuntas (Tipo D)

Las juntas longitudinales de contracción aserradas y con barras de amarre (Tipo A) se construirán en los sitios que indique la sección típica del proyecto de acuerdo con lo indicado en el Croquis No. 1.

Las juntas transversales de contracción aserradas (Tipo B) se construirán en los sitios que indique la sección típica del proyecto de acuerdo con lo indicado en el Croquis No. 2.

La junta longitudinal de construcción con barras de amarre (Tipo C) quedará formada en la unión de la junta fría entre las dos franjas de pavimentación como se indica en el Croquis No. 3.

Las juntas transversales de construcción con pasajuntas (Tipo D) se construirán en los lugares predeterminados para finalizar el colado del día, coincidiendo siempre con una junta transversal de contracción y alineada perpendicularmente al eje del camino; estas juntas se construirán a tope, de acuerdo con lo indicado en el Croquis No. 4 y se colocarán pasajuntas a todo lo ancho de la sección transversal.

Cuando por causas de fuerza mayor sea suspendido el colado por más de treinta (30) minutos, se procederá a construir una junta transversal de emergen­cia con la que se suspenderá el colado hasta que sea posible reiniciarlo. La configuración de las juntas transversales de emergencia será exactamente igual que la de las juntas transversales de construcción (Tipo D).

La localización de la junta transversal de emergencia se establecerá en función del tramo que se haya colado a partir de la última junta transversal de contracción trazada. Si el tramo colado es menor que un tercio de la longitud de la losa, se deberá remover el concreto fresco para hacer coincidir la localización de la junta de emergencia con la transversal de contracción inmediata anterior. En caso de que la emergencia ocurra en el tercio medio de la losa, se deberá establecer la localización de la junta de emergencia cuidando que la distancia de ésta a cualquiera de las dos juntas transversales de contracción adyacentes no sea menor que uno y medio (1.5) metros. Si la emergencia ocurre en el último tercio de la longitud de la losa, se deberá remover el concreto fresco para que la localización de la junta transversal de emergencia sea en el tercio medio de la losa.

Las juntas transversales de construcción y las juntas transversales de emergencia deberán formarse hincando en el concreto fresco una frontera metálica que garantice la perpendicularidad del plano de la junta con el plano de la superficie de la losa. Esta frontera o cimbra deberá de contar con orificios que permitan la instalación de pasajuntas en todo lo ancho de la losa con el alineamiento y espaciamiento correctos, independientemente de que los documentos de construcción no indiquen pasajuntas en los acotamientos. Estas juntas serán vibradas con vibradores de inmersión para garantizar la consolidación correcta del concreto en las esquinas y bordes de la junta.

Las ranuras aserradas deberán inspeccionarse para asegurar que el corte se haya efectuado hasta la profundidad especificada. Toda materia extraña que se encuentre dentro de todos los tipos de juntas deberá extraerse mediante agua a presión, sand blast y aire a presión los cuales deberán ser aplicados siempre en una misma dirección. El uso de este procedimien­to deberá garantizar la limpieza total de la junta y la eliminación de todos los residuos del corte. A continuación se procederá al curado de sus superficies laterales, inmediata­mente después de que se hayan resanado, si esto hubiere sido necesario.

La longitud de las losas en el sentido longitudinal será de acuerdo a lo indicado en el proyecto con una tolerancia de cinco (5) centímetros en más o en menos y coincidiendo siempre el aserrado de las juntas transversales con el centro de la longitud de las pasajuntas. El alineamiento de las juntas longitudinales será el indicado en el proyecto, con una tolerancia de cinco (5) centímetros en más o en menos.

Deberán tomarse las precauciones necesarias para evitar que se dañen los bordes de las juntas por impactos del equipo o de la herramienta que se estén utilizando en la obra. En el caso de que se produzcan daños en las juntas, el Contratista deberá corregirlos sin cargo alguno formando una caja mínima de cincuenta (50) centímetros de ancho por cincuenta (50) centímetros de largo por un medio del espesor de la losa de profundidad por medio de la utilización de cortadoras de disco. Se deberá evitar el uso de equipos de impacto para el formado de la caja, con el fin de no producir daño estructural alguno en la losa. El concreto a ser empleado en la reparación deberá ser del tipo que no presente contracción ni cambio volumétrico alguno por las reacciones de hidratación del cemento.





## PROTECCIÓN DEL PAVIMENTO

Durante el tiempo de endurecimiento del concreto, deberá protegerse la superficie de las losas contra acciones acciden­tales de origen climático, de herramientas o del paso de equipo o seres vivos. Se deberá tener personal para controlar el tránsito y se deberán instalar y mantener señales de precaución y alumbrado. El Contratista será responsable único del costo y trabajos correspondientes para la reparación de desperfectos causados en la losa de concreto por cualquiera de las causas arriba mencionadas. El procedimiento para la reparación deberá ser previamente autorizado por la Contratante. Los trabajos de reparación quedarán cubiertos por la misma garantía que aplica a los trabajos de pavimentación.

El Contratista deberá tener disponible en todo tiempo materiales para la protección de los bordes y superficie del concreto no endurecido. Estos materiales, deberán consistir de membranas de polietileno de al menos una décima (0.1) de milímetro de espesor, de longitud y ancho suficiente para cubrir la superficie y bordes de las losas de concreto en estado plástico. La membrana podrá montarse en la pavimentadora o en un puente movible del cual se pueda desenrollar sin arrastrarse sobre el concreto. Cuando se presente lluvia, se deberán parar todas las operaciones de pavimentación y todo el personal disponible deberá comenzar a cubrir la superficie del concreto en estado plástico con las cubiertas protectoras.

# CALIDAD DEL CONCRETO

El concreto deberá cumplir con las características para Concreto Hidráulico Clase 1 cuya masa volumétrica, en estado fresco, está comprendida entre dos mil doscientos (2,200) y dos mil cuatrocientos (2400) kilogramos por metro cúbico, de acuerdo a la Norma N·CMT·2·02·005/04, Calidad del Concreto Hidráulico.

## TRABAJABILIDAD DEL CONCRETO

El concreto deberá de ser uniformemente plástico, cohesivo y manejable. Concreto trabajable es definido como aquel que puede ser colocado sin producir demasiados poros en el concreto y en la superficie del pavimento.

Cuando aparezca agua en la superficie del concreto en cantidades excesivas después del acabado deberá de ser inmediatamente corregido por medio de una o más de las siguientes medidas:

1. Rediseño de la mezcla.
2. Adición de relleno mineral o de agregados finos.
3. Incremento del contenido de cemento.
4. Uso de un aditivo inclusor de aire o equivalente, previamente aprobado.

La mezcla de concreto para pavimentación con cimbra deslizante deberá de ser diseñada para producir un revenimiento de cuatro (4) centímetros, obtenido siguiendo los lineamientos de la prueba ASTM C 143 y la Norma M-MMP-2-02-056/06 editada por la SCT. El revenimiento no deberá de ser menor que dos y medio (2.5) centímetros ni mayor que seis punto cinco (6.5) centímetros. Las mezclas de concreto que no cumplan con este requisito en el momento de su colocación deberán ser rechazadas y utilizadas en alguna otra obra complementaria.

## DISEÑO DE LA MEZCLA

Será responsabilidad del Contratista suministrar el diseño de la mezcla empleando un factor de agregado grueso aceptable, el cual no deberá ser menor que sesenta y seis centésimas (0.66) ni mayor que ochenta y cinco centésimas (0.85). El Contratista deberá de llevar a cabo, a su cuenta, el trabajo requerido para establecer y verificar la mezcla, incluyendo las pruebas de resistencia de especímenes. El desarrollo completo de la mezcla, incluyendo los resultados de las pruebas de resistencia, deberá de ser sometido a revisión para obtener la aprobación de la Contratante.

Después de que la relación agua-cemento y las proporciones de la mezcla hayan sido establecidas para producir el concreto con la resistencia y trabajabilidad requerida, se podrá proceder a la colocación del mismo. La resistencia del concreto en el pavimento acabado deberá de ser determinada por medio de la prueba de la resistencia a la tensión por flexión de los especímenes hechos, curados y ensayados en un laboratorio de pruebas siguiendo la especificación ASTM C 78 y/o NMX-C-191-ONNCCE. Sin embargo, de así desearlo, la Contratante podrá especificar algún método alternativo apropiado para determinar la resistencia del concreto. Será necesario hacer modificaciones al diseño de la mezcla si estos especímenes no cumplen con la especificación de resistencia.

Los cambios en la relación agua-cemento y el diseño de la mezcla en general, incluyendo un incremento en el factor cemento, si es necesario, deberán hacerse cuando el promedio de las resistencias a la flexión (módulo de ruptura) a los siete (7) días de edad de los especímenes de concreto, calculado con los 10 últimos valores obtenidos de la prueba de vigas hechas de concreto con la misma relación agua-cemento, se aleje del valor mínimo deseado de resistencia a la flexión por más de cuatro por ciento (4%).

La Contratante, a su elección, podrá rechazar cualquier valor individual de resistencia a la flexión por ser considerado como no representativo en cada grupo de diez (10), cuando valores diez por ciento (10%) mayores o menores que el promedio de todo el grupo sean obtenidos, y podrá calcular el promedio con los valores restantes.

Si las pruebas de resistencia de las muestras representando tres (3) días continuos de producción indican consistentemente una diferencia significativa con la resistencia mínima especificada, a pesar de estar dentro de los límites aquí indicados previamente, deberán efectuarse los cambios correspondientes en la relación agua-cemento y proporciones de la mezcla para producir un concreto adecuado.

## ESPECÍMENES DE PRUEBA

Se deberán tomar muestras de concreto para hacer especímenes de prueba para determinar la resistencia a la flexión durante el colado del concreto. Especímenes de prueba adicionales podrán ser necesarios para determinar adecuadamente la resistencia del concreto cuando la resistencia del mismo a temprana edad limite la apertura del pavimento al tránsito. El procedimiento seguido para el muestreo del concreto deberá cumplir con la norma ASTM C 172 y/ o la NMX-C-161-1997 o M-MMP-2-02-055/06 editada por la SCT.

La frecuencia de muestreo será de cuatro (4) especímenes para prueba de módulo de ruptura, y cuatro (4) especímenes en total para determinar resistencia a la compresión, por cada doscientos cincuenta (250) metros cúbicos de producción de concreto. En el caso de la determinación del módulo de ruptura, se ensayarán un espécimen a los tres (3) dias ,1 especímen a los siete (7) días de colado, y los otros dos restantes a los veintiocho (28) días para concreto con cemento ordinario o compuesto. En el caso de la determinación de la resistencia a la compresión, se ensayará un espécimen por cada prueba a los tres (3) días de colado, un espécimen a los siete (7) días de colado y los restantes a los veintiocho (28) días de transcurrido el colado para concretos elaborados con cemento ordinario o compuesto.

# TOLERANCIAS

Para dar por terminada la construcción de las losas de concreto hi­dráulico se verificarán el alineamiento, la sección en su forma, espesor, anchura y acabado, de acuerdo con lo fijado en el proyecto y/o lo ordenado por la Contratante, con las siguientes tolerancias:

|  |  |
| --- | --- |
| Pendiente transversal con respecto a la del proyecto | ± 0.5% |
| Anchura de la superficie, del eje a la orilla | ± 1 cm |
| Espesor de las losas con respecto al de proyecto, para cada tramo de 500 m de longitud | ± 0.5 cm |

## ALINEAMIENTO DE LAS PASAJUNTAS

Se deberá revisar la posición y alineamiento correcto de las pasajuntas. La tolerancia máxima permisible en el alineamiento de las pasajuntas no deberá exceder del dos por ciento (2%) o de seis (6) milímetros por cada tres cientos (300) milímetros en el plano horizontal y vertical.

## ESPESOR DE LA LOSA DE CONCRETO

Para la determinación del espesor de la losa de concreto se seguirá lo establecido en el subtitulo H-4 de la norma N-CTR-CAR-1-04-009/04

## ESPESOR TOTAL DEL PAVIMENTO

Para la aceptación final de las losas de concreto, deberá verificarse que los espesores promedio realmente obtenidos en toda la estructura del pavimento, sean iguales que los correspondientes de proyecto, con las tolerancias en menos que se indican en la siguiente tabla:

|  |  |
| --- | --- |
| **ESPESOR PROMEDIO**  | **TOLERANCIA** |
| Base | -1.0 cm |
| Estructura total del pavimento (base + losa) | -1.0 cm |

## RESISTENCIA DEL CONCRETO HIDRÁULICO

La resistencia del concreto se determinará mediante ensayes de tensión por flexión realizados a especímenes de quince por quince por cincuenta (15 x 15 x 50) centímetros, que serán modelados durante el colado del concreto, compactando las muestras por vibrocompresión. Una vez curados adecuadamente los especímenes, se ensayarán conforme al procedimiento establecido en la Norma ASTM C 78 y/o NMX-C-191-ONNCCE.

Se deberán obtener cuatro (4) especímenes para la prueba de tensión por flexión por cada doscientos cincuenta (250) metros cúbicos o fracción del concreto colado en un día, siguiendo el procedimiento establecido en la Norma ASTM C 172, NMX-C-161-ONNCCE y/o M-MMP-2-02-055/06 de las normas editadas por la SCT, un espécimen será ensayado a los tres (3) días, uno a los siete (7) días de edad y los otros dos a los veintiocho (28) días para concretos elaborados con cemento tipo CPO 40, CPC 40 o CPP 30.

Cuando la resistencia del concreto a temprana edad limite la apertura del pavimento al tránsito, podrá ser necesario obtener especímenes adicionales.

Cuando el promedio de la resistencia a la tensión por flexión a los siete (7) días de edad de los especímenes, calculado con los valores obtenidos en los diez (10) últimos ensayes realizados con una misma relación agua-cemento del concreto, resulte menor al valor mínimo de la resistencia a esa edad por más de cuatro por ciento (4%), deberán realizarse ajustes en la relación agua-cemento y en el diseño de la mezcla en general, incluyendo el consumo unitario de cemento si fuera necesario.

La Contratante podrá rechazar cualquier valor individual de resistencia a la tensión por flexión en cada grupo de diez (10), por considerarlo no representativo cuando difiera del promedio de todo el grupo en más o menos del diez por ciento (10%) y procederá a calcular el promedio con los valores restantes.

Si la resistencia de las muestras obtenidas durante tres (3) días continuos de producción presentan consistentemente una diferencia significativa con la resistencia mínima especificada, a pesar de estar dentro de los límites indicados previamente, deberán realizarse ajustes en la relación agua-cemento y en el diseño de la mezcla en general, incluyendo el consumo unitario de cemento si fuera necesario.

La Contratante podrá solicitar la realización de algún otro tipo de pruebas para determinar la resistencia del concreto. En el caso de requerir la determinación del módulo de elasticidad, resistencia a la compresión y/o la prueba brasileña, se obtendrán dos (2) especímenes por cada una de esas pruebas, simultáneamente que los especímenes para la prueba de tensión por flexión, es decir, por cada ciento cincuenta (150) metros cúbicos o fracción del concreto colado en un día.

Se considera que un concreto hidráulico cumple con el requisito de resistencia fijada en el proyecto cuando se verifique lo siguiente:

Que el promedio de la resistencia a la tensión por flexión, de cada cinco (5) especímenes consecutivos, sea igual o mayor que la resistencia a la tensión por flexión fijada en el proyecto, a los veintiocho (28) días de edad para concretos elaborados con cemento CPO 40, CPC 40 o CPP 30.

Que en los mismos cinco (5) especímenes a que se refiere el subpárrafo anterior, cuando menos cuatro (4) tengan una resistencia igual o mayor que el noventa por ciento (90%) de la resistencia fijada en el proyecto para los mismos veintiocho (28) días de edad para concretos elaborados con cemento tipo I.

En el caso de que exista duda de la calidad del concreto en el pavimento, ya sea porque el resultado del ensaye de los especimenes indique que no se alcanzó la resistencia esperada se permite la comprobación de dicha calidad mediante el ensaye de núcleos de concreto (corazones) extraídos de la parte del pavimento en la que se coloco el concreto cuya calidad se cuestiona. Para esto se tendrá que determinar el factor de correlación del ensaye a compresión y tensión por flexión a la edad de garantía. Por cada incumplimiento con la calidad especificada se deben probar tres núcleos, como mínimo tomados de la zona de duda.

El concreto representado por los núcleos se considera adecuado si el promedio de la resistencia de los núcleos es mayor o igual que 0.85 % de la resistencia especificada y ninguna resistencia individual es menor que 0.75 %.

## RESISTENCIA A LA FRICCIÓN

La resistencia a la fricción, se medirá con el equipo Mu-Meter, sobre la rodera exterior de cada carril, siguiendo el procedimiento indicado en la Norma ASTM E 670

## ÍNDICE DE PERFIL

El Contratista deberá proveer y mantener durante el tiempo que dure la obra un perfilógrafo que cumpla con las especificaciones N.CTR.CAR.1.04.009/04 o M.MMP.4.07.002/06. La calibración del equipo, siguiendo los lineamientos de la misma especificación.

El ensaye de la superficie de pavimento será limitado a aquellos pavimentos con más de dos cientos 200 metros de longitud de construcción.

Aquellos pavimentos con curvas horizontales que tengan un radio de curvatura al eje del camino menor que tres cientos (300) metros no serán ensayados mediante éste método, al igual que las transiciones de la sobre-elevación correspondiente a dichas curvas. El pavimento comprendido dentro de los cinco (5) metros subsecuentes a un pavimento existente no colocado dentro de este proyecto, o a una estructura o losa de aproximación, no será ensayado por medio del perfilómetro. Para estos casos deberá emplearse una regla de tres (3) metros de longitud, y las irregularidades comprendidas en cualquier dirección (en el caso de que existan) no deberán exceder cinco (5) milímetros. Para la corrección de irregularidades que no cumplan con la tolerancia aquí especificada se empleará aquel método aprobado previamente por la Contratante con cargo al Contratista.

Cada carril de circulación deberá ser evaluado como a continuación se indica.

La medición del perfil del pavimento comenzará a cinco (5) metros dentro del concreto previamente colocado, y será medido a lo largo de las líneas imaginarias que son paralelas a aquellas que delimitan cada carril de circulación, y que están ubicadas aproximadamente a un (1) metro dentro del carril que está siendo evaluado. Las mediciones efectuadas a lo largo del pavimento siendo evaluado serán divididas en tramos consecutivos de dos cientos (200) metros cada uno, con el fin de establecer secciones que podrán tener un premio o una deducción debido a la calidad de la superficie terminada.

El índice de perfil a considerar para evaluar cada sección de dos cientos (200) metros será el promedio de las dos (2) mediciones tomadas dentro del ancho de cada carril de circulación evaluado.

Alternativamente, cuando se lleve a cabo pavimentación completa del ancho de corona en una sola pasada del tren de pavimentación, y la sección transversal del pavimento esté compuesta por al menos dos (2) carriles de circulación mas los acotamientos correspondientes, se podrá obtener sólo un perfil del pavimento por carril de circulación para efectos de esta evaluación. El índice de perfil a considerar para evaluar cada sección de dos cientos (200) metros será el promedio de todas las mediciones tomadas en la sección transversal que cumpla con lo aquí estipulado.

## Arranque de las Operaciones de Pavimentación

Durante el comienzo de las operaciones de pavimentación, ya sea el arranque de la pavimentación o después de tiempos prolongados de inactividad, la superficie del pavimento será ensayada con el perfilómetro tan pronto como sea posible sin que se dañe la superficie del pavimento. El propósito de este ensaye es ayudar al Contratista y al propietario a evaluar los métodos y equipos de pavimentación. La longitud de esta sección de prueba inicial no deberá exceder cuatro cientos (400) metros. Cuando los métodos de pavimentación empleados y el equipo empleado produzcan un índice de perfil de catorce (14) centímetros por kilómetro o menos, el Contratista podrá proceder con las operaciones de pavimentación. En el caso de que este índice de perfil inicial exceda catorce (14) centímetros por kilómetro, el Contratista deberá efectuar correcciones en sus operaciones de pavimentación, las cuales deberán ser aprobadas por la Contratante, antes de que pueda proceder a pavimentar y evaluar otra sección de prueba de cuatro cientos (400) metros.

## Índice de Perfil Promedio Diario

Un día de pavimentación será definido como un mínimo de dos cientos (200) metros de longitud de pavimento colocado durante un mismo día. Cuando la colocación de concreto de un solo día no exceda dos cientos (200) metros de longitud, dicha pavimentación deberá ser agrupada con la del día de pavimentación inmediato siguiente. Los perfiles del pavimento deberán medirse tan pronto como sea práctico y posible, pero no más tarde que el siguiente día de trabajo.

El índice de perfil promedio diario deberá ser determinado para cada día de pavimentación por medio del promedio aritmético de todos los índices de perfil calculados para cada una de las secciones de dos cientos (200) metros comprendidas dentro de la longitud de pavimentación del día correspondiente. Cuando el índice de perfil promedio diario exceda veinticuatro (24) centímetros por kilómetro, las operaciones de pavimentación deberán ser suspendidas inmediatamente hasta que el Contratista efectúe las correcciones pertinentes que sean aprobados por la Contratante. Para reanudar las operaciones de pavimentación, el Contratista deberá cumplir con lo estipulado en el procedimiento correspondiente al arranque de las operaciones de pavimentación, incluido en esta especificación.

## Evaluación del Pavimento y Correcciones

Después de que la superficie del pavimento sea ensayada, todas aquellas áreas que presenten una desviación igual o mayor a diez (10) milímetros en siete y medio (7.5) metros o menos deberán corregirse. Después de su corrección deberán ensayarse de nuevo para verificar el cumplimiento de lo aquí estipulado.

Después de la corrección individual de todas las desviaciones, cualquier sección de dos cientos (200) metros de longitud que presente un índice de perfil mayor que veinticuatro (24) centímetros por kilómetro deberá ser corregida para reducir dicho índice a catorce (14) centímetros por kilómetro o menor. Estas secciones de pavimento donde se han requerido correcciones deberán ser ensayadas una vez que dichas correcciones estén concluidas para asegurar que efectivamente se ha reducido el índice de perfil a catorce (14) centímetros por kilómetro o menos.

Todos los trabajos de corrección que deberán efectuarse a la superficie terminada del pavimento serán con cargo al Contratista. Todo método de corrección de la superficie del pavimento deberá ser aprobado por la Contratante. No se le permitirá al Contratista efectuar trabajos de corrección por medio del empleo de equipos de impacto que puedan dañar la estructura de pavimento ni mediante resanes superficiales adheridos.

Una vez que se efectúen los trabajos de corrección de la superficie del pavimento donde así se requiera, el Contratista deberá restablecer a satisfacción de la Contratante, la textura de dicha superficie.

Todos los trabajos de corrección de calidad de superficie del pavimento deberán ser efectuados antes de que se determinen los espesores de losa para pago según la especificación complementaria correspondiente.

## Fresado

Se podrá realizar el fresado de la superficie de concreto hidráulico en tramos no menores de cincuenta (50) metros y en todo el ancho de la corona en carreteras de dos (2) carriles, o en todos los carriles de un mismo sentido en carreteras con carriles múltiples, para reducir el índice de perfil a veinticuatro (24) centímetros por kilómetro o menos.

No se deberá corregir mediante fresado cuando se tengan diferencias de nivel con respecto a la sección de proyecto de más de trece (13) milímetros por cada cinco (5) metros. En estos casos, la corrección se deberá realizar mediante remoción y remplazo de las losas de concreto.

En caso de optarse por corregir las deficiencias de perfil de la losa de concreto mediante fresado con cuchillas de diamante se deberán seguir los siguientes lineamientos:

1. La longitud mínima por desbastar en cada zona por corregir no deberá ser menor de cincuenta (50) metros lineales. El fresado deberá ser de manera continua en toda la superficie y se deberá aplicar en todo el ancho del pavimento incluyendo el área de acotamientos.
2. El fresado deberá comenzar y terminar en líneas perpendiculares al centro de línea del pavimento y siempre deberá realizarse en forma longitudinal.
3. El material producto del fresado (slurry) deberá ser depositado en camiones equipados para transportar material líquido y deberá ser desechado en los lugares indicados por la Contratante.

**MEDICIÓN:**

Las losas de concreto hidráulico, por unidad de obra termina­da, se medirán tomando como unidad el metro cúbico de concre­to, con el módulo de resistencia a la tensión por flexión fija­do en el proyecto, las tolerancias de acabado, de espesor de losa, y de alineamiento. Los volúmenes construidos se cubicarán en las mismas losas por medio de seccionamiento a cada diez (10) metros siguiendo el método de promedio de áreas extremas.

**BASE DE PAGO:**

En las losas de concreto hidráulico que constituirán el pavi­men­to, se considerará el volumen fijado por el proyecto y se pagará al precio fijado en el contrato para el metro cúbico, sujeto a los ajustes de precio correspondientes al cumplimiento de las tolerancias indicadas en estas especificaciones en cuanto a espesores de losa e índice de perfil.

El precio unitario incluye lo que corresponda por: derechos y regalías para la extracción o adquisición del agua; regalías, desmonte y despalme de los bancos que elija el contratista, extrac­ción del material aprovecha­ble y del desperdicio de los almacenes temporales, retiro del material de desperdicio y su posterior extendido en el área de préstamo de banco que proponga el contratista, cual­quiera que sea la clasifica­ción; instalaciones y desmantelamiento de la planta; alimentación de la planta; cribados, desperdicios de los cribados, tritura­ción total o parcial; lavado, cargas y descargas de los mate­riales; todos los acarreos y maniobras necesarios para los materiales y los desperdicios de ellos; secado del material pétreo y clasificación, separándolos por tamaños, adquisición del cemento Pórtland Ordinario o Compuesto, del tipo fijado en el proyecto y sus acarreos y desperdi­cios y de los aditivos que se requieran en el lugar de la obra; mezclado de los materiales pétreos y cementos; adquisición, suministro, formación y colocación del concreto hidráulico; y personal necesario para la colocación del concreto hidráulico, carga, acarreos y descarga de los materiales, formación de los almacenamientos en la obra, de todos los materiales; la amortización del valor de fabrica­ción o adquisición de los moldes y su transporte; prepara­ción, colo­cación, materiales necesarios y remoción de los moldes; elaboración del concreto con el cemento y aditivos que se requieran, acarreo de la mezcla desde el sitio de su fabricación hasta el sitio de su colocación; agua para el humedecimiento de la base de apoyo de las losas; humedecimiento de los moldes; acabado superficial y corrección de imperfecciones mediante llana o fresado; texturizado; curado de losas y de juntas aserradas; aserrado de juntas y corrección de sus bordes si es necesario; limpieza de las juntas y sellado, incluyendo la reposición de sellos por defectos de colocación o daño resultante de la construcción; el acero para las pasajuntas y barras de amarre que considere el proyecto, los cortes y equipos de corte necesarios, celotex, plástico negro o blanco, incluyendo sus transportes y colocación; neoprenos y adhesivos necesarios, incluyendo su colocación; los tiempos de los vehículos empleados en los transportes, durante las cargas y descargas; construcción del tramo de prueba previo a los trabajos de pavimentación; protección a las estructuras o parte de ellas, precauciones para no mancharlas durante la construcción; verificación de los acabados y texturizado, medición del índice de perfil y coeficiente de fricción, formación de sobreanchos y en general de todo lo necesario para la correcta ejecución de los trabajos, a satisfacción de la Contratante, así como todos los trabajos inherentes a la corrección de desperfectos en el pavimento según lo indique la Contratante.

El Contratista estará obligado a construir y conservar transitables todo el tiempo requerido, tanto las desviaciones como los caminos de acceso adecuados para comunicar los frentes de trabajo.

Todas las obras temporales como recargues o trabajos adicionales necesarios para dar apoyo al equipo de pavimentación se deberán de considerar en la elaboración del precio unitario.