**ESPECIFICACIONES TECNICAS DE OBRA**

**ELABORACIÓN DE UN PROYECTO DE CAMINOS NO ENROLADOS**

EL PRESENTE DOCUMENTO CONSTITUYE UN CONJUNTO DE CONDICIONES BÁSICAS PARA EL DESARROLLO DE UN PROYECTO DE PAVIMENTACION DE CAMINOS NO ENROLADOS Y LA CORRECTA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS, EL CUAL CONTIENE CONDICIONES NORMALIZADAS RESPECTO A LOS MATERIALES Y A LOS EQUIPOS QUE INTERVIENEN EN LA OBRA QUE DEBERÁN RESPETARSE.

AGOSTO 2016

1. GENERALIDADES

Las presentes especificaciones técnicas se consideran mínimas y tienen por objeto complementar el proyecto definitivo, que deberá ser desarrollado por el contratista y aprobado por la Dirección de Obras Municipales de Municipalidad correspondiente.

Además el contratista deberá cancelar los gastos de inspección respectivos y obtener la recepción definitiva ante el organismo correspondiente.

Las obras deberán ejecutarse de acuerdo a las presentes especificaciones y a los planos correspondientes, que son los que establecen las condiciones en que se realizarán las obras, además en cuanto no se opongan a éstas, deberá cumplirse con las Normas Chilenas de I.N.N., normativas SERVIU y otros manuales como REDEVU.

En caso de existir contradicciones en las presentes especificaciones o entre ellas y los planos, éstas deberán ser señaladas por el contratista y resueltas por la ITO en terreno.

En caso de discrepancias será el proyectista (especialista) y/o el ITO quien dará la solución respectiva.

1. CONDICIONES DE EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

El contratista deberá tener todos los documentos oficiales de construcción para la ejecución propiamente tal. No se podrá realizar modificaciones a las partidas de las obras que ejecutará, sin la debida aprobación de la Inspección Técnica de la Obra (ITO), del Mandante y del Gobierno Regional Metropolitano de Santiago.

Deberá presentar toda la información y documentación necesaria y pertinente, para que la ITO y el Gobierno Regional Metropolitano de Santiago, las estudien y puedan aprobar las modificaciones propuestas por el contratista, todas éstas antes de su ejecución y a coste del proyecto.

Todas las faenas se ejecutarán por personal calificado con herramientas adecuadas para la óptima ejecución de sus trabajos y existirá un profesional a cargo de los trabajos, el cual deberá disponer de tiempo completo en la obra y ser el responsable de supervisar y controlar la ejecución de lo solicitado en las presentes especificaciones técnicas, como en los planos y las instrucciones impartidas por la ITO.

El contratista debe cumplir con todas las obligaciones laborales y previsionales de sus trabajadores, conforme a lo señalado en el Decreto Ley Nº2.759, de 1979, artículo 4.

1. CUMPLIMIENTO DE MARCO LEGAL

La ejecución de las obras de infraestructura y su gestión financiera se regirá por el siguiente marco normativo y los respectivos cuerpos reglamentarios:

* Ley Nº18.695 “Orgánica Constitucional de Municipalidades”.
* Ley N°19.300 de Medio Ambiente y sus Reglamentos.
* D.F.L. Nº458/75 Ley General de Urbanismo y Construcciones.
* D.F.L. Nº 411/48 Reglamento sobre Conservación, Reposición de Pavimentos y trabajos por cuenta de particulares.
* Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones y Ordenanza y Leyes Locales de la Municipalidad.

REFERENCIA A NORMAS Y OTRAS DISPOSICIONES

Todos los trabajos se ejecutarán conforme con la reglamentación vigente y las últimas enmiendas de los códigos y normas que se enumeran a continuación u otras que tengan relación con el proyecto y que se consideran parte integrante de estas especificaciones, Estas son:

* Ley y Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones.
* Normas del Instituto Nacional de Normalización (INN), en especial las relativas a:

Hormigón:

* NCh170 Of.85 Hormigón - Requisitos generales.
* NCh1498.Of.1982 Hormigón - Agua de amasado - Requisitos
* NCh1019.Of.2009 Hormigón - Determinación de la docilidad - Método del asentamiento del cono de Abrams.

Cemento:

* NCh148 Of. 68 Cemento - terminología. Clasificación y especificaciones generales.

Áridos:

* NCh163 Of. 79 Áridos para morteros y hormigones. Requisitos generales.
* NCh1444.n2010 Áridos para morteros y hormigón - Determinación de cloruros y sulfatos.
* NCh1369 Of. 78 Áridos – Determinación del desgaste de los pétreos.

Suelos:

* NCh1515 Of 1979 Mecánica de suelos – Determinación de la humedad.
* NCh1516. M 2010 Mecánica de suelos – Determinación de la densidad del terreno.
* NCh1534/1 Of 2008 Mecánica de suelos – Compactación con pisón de 4.5 kg y 457 mm de caída.
1. CRITERIOS CONSTRUCTIVOS

Será responsabilidad del contratista realizar los controles de calidad del hormigón considerado en la obra.

No se recepcionarán pavimentos que cumplan con los criterios de rechazo definidos por los entes fiscalizadores.

1. REPARACIONES Y REPOSICIONES

Durante la ejecución de la obra el contratista deberá tomar todas las medidas necesarias para no dañar las obras existentes. Toda superficie, instalación u otro elemento existente que haya sido afectado durante el desarrollo de la obra, deberá ser reparado o repuesto y entregado al menos en las mismas condiciones en que se encontraba al inicio de las obras, sin costo para el mandante y a entero coste para el contratista.

1. INSPECCIÓN TÉCNICA DE LA OBRA

La Municipalidad designará al menos un profesional como Inspector Técnico de Obras, cuya función será la de velar por el cumplimiento de las presentes especificaciones técnicas y todos los antecedentes técnicos para el adecuado desarrollo del proyecto.

1. CALIDAD DE LOS MATERIALES

Las obras a ejecutar deberán ser entregadas en un perfecto acabado, por lo cual el Contratista deberá tomar todas las medidas para este efecto, aun cuando no se incluyan en las presentes Especificaciones.

Los materiales a utilizar en las diversas faenas deberán ser de primera calidad y corresponder a los especificados. En los casos de cambio o substitución de algún material especificado, expresamente por otro similar, éstos deberán ser consultados previamente al ITO y Mandante, para contar con su aprobación.

Se considera y se exige realizar los ensayes de laboratorio indispensables y obligatorios para asegurar la resistencia y permanencia de la obra en el tiempo, los cuales serán determinados por la ITO y/u otras entidades enmarcadas en el ámbito legal.

1. MEDIDAS DE MITIGACIÓN

El contratista fuera de la Carta Gantt corregida indicada en las Bases Administrativas, deberá también presentar a la ITO, dentro de los 5 días corridos después de firmado el contrato, un Plan de Mitigación de la Obra, que considere e indique la forma de resguardar la entrada peatonal y vehicular a la obra, además del desplazamiento seguro de los peatones en el entorno de la obra, mediante balizas, mallas, barreras u otros elementos de seguridad, además de un plan de desvíos si fuese necesario.

Al intervenir un acceso vehicular se informará al afectado, debiendo coordinar el momento de hacerlo para no afectar el avance de obra y al residente. El ingreso a las propiedades debe ser asegurado de manera permanente, tomando todas las precauciones necesarias.

Sobre eventuales interferencias de las faenas con servicios eléctricos, telefónicos, de riego, sanitarios y otros similares, el contratista deberá realizar las gestiones que corresponda para la correcta ejecución del proyecto, de modo de disminuir el impacto de las obras en la población.

1. LIBRO DE OBRAS

La empresa constructora llevará un libro de obra (tipo Manifold triplicado), éste debe estar siempre en la obra, y en el libro de obra estarán anotadas oficialmente las instrucciones, ejecuciones y modificaciones de obra así como las multas, cuando éstas correspondan.

No se podrán modificar los planos de diseño sin la debida aprobación de la lTO, del Mandante y del Gobierno Regional Metropolitano de Santiago.

En caso de existir contradicciones en las presentes especificaciones o entre ellas y los planos, éstas deberán ser señaladas por el contratista en el libro de obras y resueltas por el ITO.

1. CONTROL DE CALIDAD

Todos los trabajos efectuados bajo estas Especificaciones Técnicas serán controlados en forma rigurosa por la ITO. Esta podrá rechazar todo trabajo que no sea ejecutado de acuerdo con los procedimientos y exigencias establecidas en estas especificaciones, normas e instrucciones señaladas.

El contratista deberá proveer facilidades razonables para que la ITO pueda obtener cualquier información que desee con respecto al material usado, el avance y condiciones del trabajo.

La ITO exigirá al contratista la certificación de calidad de suelo, calidad de hormigones y todos aquellos certificados que puedan ser necesarios. Los ensayos respectivos son a coste de contratista y deberán ser efectuados por laboratorios oficiales.

1. PERMISOS Y DERECHOS

El Contratista se hará cargo de la tramitación y coste de todos los permisos y derechos correspondientes a la obra ante el Municipio u otro organismo que corresponda, en todas sus etapas y especialidades. Será obligación del Contratista realizar estas tramitaciones de manera oportuna y con la debida antelación al plazo final de ejecución del proyecto y/o entrega por etapas.

Será responsabilidad del contratista ante los organismos fiscalizadores, la revalidación del proyecto de pavimentación inscrito, solicitar la autorización para el inicio de las obras, solicitar su inspección técnica, obtener la recepción provisoria y definitiva sin observaciones de la obra (Incluida la presentación del proyecto AS Built).

1. RETIRO DE ESCOMBROS Y ASEO

Durante la ejecución el área de trabajo deberá estar en todo momento despejada y limpia para una correcta ejecución y desarrollo de los trabajos, así como para una óptima inspección de las obras. No podrá quedar ningún elemento, herramienta o material perteneciente a las labores fuera del cierro que corresponda a los trabajos.

Los escombros generados por la demolición de elementos y/o las obras civiles, serán retirados a costos del contratista en un plazo no mayor a 24 horas de realizada la respectiva intervención, siendo responsabilidad del contratista mantener libre de escombros el sector.

# ESPECIFICACIONES GENERALES

## INSTALACIÓN DE FAENAS

El Contratista deberá considerar en su oferta, la Instalación de Faenas necesaria para la ejecución de las obras.

En general podrán ser del tipo contenedor, oficina, vivienda u otra, instalada en los alrededores del sector de la obra, la cual deberá considerar todos los recintos, equipamientos, servicios, sistemas de comunicación y sus consumos, etc. que estime necesarios para la adecuada ejecución de las obras, cumpliendo con las disposiciones legales y normativas vigentes para este tipo de obras. En el caso que se ubiquen dentro del área de trabajo, se deberá escoger un lugar en que la presencia de ésta no genera retrasos o exclusión de la ejecución de las obras contempladas.

En caso que la instalación de Faenas sea en base a contenedores o construidas in-situ, las oficinas, talleres, bodegas, plantas, iluminación, etc., serán diseñadas, construidas, operadas, mantenidas y retiradas por el propio contratista bajo su responsabilidad, a su cargo y costo.

Además será el único responsable por el suministro, transporte, instalación, conservación y suficiencia de las instalaciones de faenas requeridas para el normal desarrollo de las obras.

## CIERRe perimetral Y SEÑALETICA DE SEGURIDAD

Antes de iniciar las roturas de pavimentos, excavaciones, entibaciones o cualquier faena, los frentes de trabajo deberán estar totalmente cercados separando las áreas públicas de las faenas. El contratista deberá presentar a la ITO, hasta en un plazo máximo de 5 días corridos después de firmado el contrato, un plan de mitigación de la obra considerando entre otros puntos, un esquema de los desvíos y las medidas pertinentes para reducir y evitar los efectos de contaminación al aire, de ruido y subsuelo que se implementarán durante el transcurso de la obra.

El Contratista tiene la obligación de mantener cercados los frentes de trabajo, cualquiera sea el programa para abordar las obras, durante todo el período de construcción. Solamente se permitirá el retiro de los cierros cuando el trabajo esté totalmente concluido y en el caso de calzada, cuando estén listas para ser entregadas al tránsito.

Estos cierros deberán mantenerse permanentemente afianzados al terreno de manera de asegurar su estabilidad y seguridad. Deberán quedar alineados.

Se deberán efectuar las reparaciones necesarias para mantener los cierros en buenas condiciones durante todo el período que duren las faenas.

## LETRERO de obra

Se consulta la instalación de un letrero indicativo de obra, el cual se colocará a una altura adecuada con los refuerzos necesarios garantizando su estabilidad, en lugar que señale la Inspección Técnica de Obras.

Formato: Panel de 4 x 2,5 m.

Diseño: de acuerdo a especificaciones del Gobierno Regional de Santiago al momento de la ejecución.

Panel (bastidor): Estructura perimetral y refuerzos interiores en perfil cajón de 40 x 40 x 2 mm, forrado con placa de zinc alum lisa con uniones remachadas.

Gráfica: Impresión de diseño en gigantografía 300 dpi en inyección directa o en impresión electroestática, sobre PVC autoadhesivo, adherido al panel zinc alum.

Estructura Soportante:

Acero Estructural ASTM A36 o similar. Pilares (3): Perfil Cajón 80 x 40 x 2 mm

Diagonales (3): Perfil L 40 x 40 x 3 mm.

Travesaños (2): Perfil CA 80 x 40 x 15 x 2 mm.

Fundaciones: fundaciones para pilares (3), dimensiones 0.50 ancho x 0.50 largo x 0,60 m profundidad o hasta encontrar el sello de fundación, y diagonales (3) 0.30 ancho x 0.30 largo x 0,40 m profundidad o hasta encontrar el sello de fundación.

Nota:

El letrero se deberá instalar a una altura no inferior a 2,50 m. sobre la cota del terreno. Deberá mantenerse durante toda la ejecución de las obras. La estructura deberá tener tratamiento anticorrosivo. La mantención será obligación del contratista hasta la recepción definitiva de la obra completa. El contratista será el encargado de la desinstalación del letrero y lo entregará a la ITO del Municipio en el momento de haber concluido las obras.

## REPLANTEO, TRAZADOS Y NIVELES

Se considera hacer levantamiento de todo el terreno donde se ejecutarán las obras, para realizar la verificación de los ejes, trazado y niveles. Esta información será entregada a la ITO en el menor plazo posible, con el objetivo de evaluar la situación existente, y este tomará las determinaciones que correspondan si se encontrase algún inconveniente.

## PROYECTO de ingenieria (incluye mecÁnica de suelo y topografÍa)

El adjudicatario deberá presentar un estudio de mecánica de suelo para cada una de las vías a intervenir, los que deberán contar con los ensayos mínimos para el correcto diseño de la vía y estar realizados por un laboratorio con inscripción vigente en los registros del Minvu. Además el adjudicatario deberá presentar planos de topografía y todos los antecedentes necesarios para la elaboración del diseño de ingeniería.

El adjudicatario entregará un proyecto de ingeniería (planos y memoria de cálculo), avalado por un ingeniero civil en obras civiles y aprobado por la Dirección de Obras Municipales de la Municipalidad correspondiente. El diseño deberá estar basado en el proyecto FRIL presentado al Gobierno Regional Metropolitano de Santiago y en la mecánica de suelo, topografía y antecedentes entregados por el adjudicatario. En caso de realizar modificaciones a la estructura de pavimento definida en las presentes especificaciones técnicas, estas deberán ser autorizadas por la Inspección Técnica de Obras (ITO), el mandante y el Gobierno Regional Metropolitano de Santiago.

# MOVIMIENTO DE TIERRAS

# EXCAVACIÓN EN CORTE Y TRANSPORTE A BOTADERO

En aquellos sectores en que la sub‑rasante de las calles va en corte, se excavará el material necesario para dar espacio al perfil tipo correspondiente. En suelos finos no se acepta corte por debajo de la cota proyectada, a fin de evitar el relleno y deficiente compactación.

En caso de encontrar material inadecuado bajo el horizonte de fundación, deberá extraerse en su totalidad, reponiéndolo con el material especificado en el punto 2.3 y compactándolo a una densidad no inferior al 95% de la densidad máxima compactada seca (D.M.C.S.) del Proctor Modificado, (NCh 1534/2 Of.1979), o al 80% de la densidad relativa, (ASTM D 4253-00 y ASTM 4254-00), según corresponda.

Por material inadecuado ha de entenderse rellenos no controlados o suelos naturales con un Poder de Soporte California (CBR), según NCh 1852 Of.1981 inferior en 20 % al CBR de Proyecto. Cuando el 20% o más de las muestras de los CBR de subrasante sea inferior al 80 % del CBR de diseño, el material de la subrasante deberá ser reemplazado por uno que corresponda a lo menos al CBR de diseño, o bien, se estabiliza la fundación por técnicas reconocidas, apoyos de geotextiles cuando sea necesario y es el proyectista quien evalúa en cada caso la mejor solución en costo, rendimiento y facilidades constructivas en función del clima, menor tiempo de ejecución y mejor estándar de funcionamiento; esto es fundamental para no paralizar la obra por indefiniciones que se pueden prever en la etapa de estudio.

# SUBRASANTE

# Sub-rasante natural

Una vez ejecutados los trabajos necesarios para dar los niveles de sub‑rasante se deberá proceder como se indica:

El suelo se escarificará 0.20 m, y se compactará a objeto de proporcionar una superficie de apoyo homogénea, con la excepción de suelos finos del tipo CH y MH, en que se cuidará de no alterar la estructura original del suelo.

La compactación se realizará hasta obtener una densidad mayor o igual al 95% de la D.M.C.S. del Proctor Modificado, (NCh 1534/2 Of.1979), o al 80% de la densidad relativa, (ASTM D 4253-00 y ASTM D 4254-00), según corresponda.

El Contratista deberá solicitar la recepción de esta partida antes de proceder a la colocación de la capa estructural siguiente. Para este efecto deberá presentar los resultados obtenidos por el laboratorio de terreno.

La sub‑rasante terminada deberá cumplir, además de la compactación especificada, con las pendientes y dimensiones establecidas en el proyecto.

# Sub-rasante mejorada

En los casos en que sea necesario un mejoramiento del suelo natural, éste se reemplazará por una sub-rasante mejorada, que consistirá en una mezcla homogénea de suelo natural y chancado de acuerdo a los porcentajes indicados en el cuadro de obras, la que se conforma escarificando el terreno natural en un espesor mínimo de 0.20m.

El Contratista deberá solicitar la recepción de esta partida, antes de proceder a la colocación de la capa estructural siguiente. La sub-rasante mejorada deberá cumplir, además de la compactación especificada, con las pendientes y espesores establecidos en el proyecto.

Una vez conformada la sub-rasante mejorada, se deberá proceder a su compactación hasta obtener una densidad mayor o igual al 95% de la D.M.C.S., obtenida por el ensayo Proctor Modificado, (NCh 1534/2 Of.1979), o un 80% de la densidad relativa, (ASTM D 4253-00 y ASTM D 4254-00), según corresponda.

# DEMOLICIÓN DE PAVIMENTO EXISTENTE

Este trabajo consiste en la demolición y remoción de las estructuras existentes y despeje de cualquier elemento inadecuado en el sector donde se ejecuten las obras.

Los trabajos deberán realizarse dentro de la faja de los terrenos reservados para la obra y autorizados por el Municipio correspondiente.

El material proveniente de las excavaciones será llevado fuera de los límites de la obra en forma permanente evitándose la acumulación de escombros, los que se retirarán a botadero que cuente con la aprobación Municipal correspondiente.

# DEMOLICIÓN DE ELEMENTOS DE PAVIMENTO

Se refiere a la demolición de pavimentos existentes que tienen relación con la ejecución de la obra.

El material resultante de la demolición será llevado a botadero autorizado expresamente por la Municipalidad correspondiente.

La demolición de estos elementos se efectuará en forma prolija y con sierra de disco abrasivo refrigerado con agua cuidando de no dañar los elementos vecinos, cuya remoción no se contempla en la obra.

Cualquier daño o deterioro, provocado en las áreas no consideradas para la obra, será reparado por el Contratista a plena satisfacción de la I.T.O. y sin costo para este Servicio.

Cualquier ruptura y reposición en sentido longitudinal de las calzadas, derivará en reposición de paños completos en pavimentos de HCV o de media calzada en el caso de calles de asfalto (para los pasajes de 3 a 4 m de ancho se debe rehacer la calzada completa). En ambos casos se deberá contemplar el retiro y reposición de las soleras.

Cualquier ruptura y reposición en sentido transversal de las calzadas, derivará en reposición de 2 m, para pavimentos de HCV y pavimentos asfálticos.

En cuello de HCV en intersecciones de calles, deberá demolerse a partir de la juntura que proyecta la prolongación en la línea de solera, hasta un mínimo de 2 m al interior de la calle, siempre y cuando el paño existente no tenga una longitud inferior a 4.5 m, en caso contrario se demuele el paño completo. Para ello es necesario presentar monografía de pavimento, en la que se indica estado de los pavimentos, juntas de dilatación longitudinal y transversal y distancia del ducto a ellas.

Todos los cortes y rupturas de pavimento se ejecutarán perpendicularmente a las líneas de soleras.

# DEMOLICIÓN SUPERFICIAL CARPETA ASFÁLTICA (FRESADO) Y TRANSPORTE A BOTADERO

# Descripción y Alcances

Esta partida corresponde a la remoción de la capa de rodado del pavimento de concreto asfáltico existente, en las áreas y en el espesor definidas en los planos de proyecto. El material extraído será transportado a cualquier distancia para ser depositado en un botadero autorizado por la I.T.O.

# Procedimiento de Trabajo

El procedimiento de trabajo deberá realizarse de acuerdo a lo estipulado en el Manual de Pavimentación y Aguas Lluvias SERVIU RM.

# ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES PARA OBRAS DE PAVIMENTACIÓN EN ASFALTO

# SUB-BASE GRANULAR

La capa de sub‑base deberá cumplir las siguientes especificaciones.

# Materiales

El material a utilizar deberá estar homogéneamente revuelto, libre de grumos o terrones de arcilla, materiales vegetales o de cualquier otro material perjudicial.

Deberá contener un porcentaje adecuado de partículas chancadas para lograr el CBR especificado y el 60% o más de las partículas retenidas en el tamiz Nº 4 ASTM (American SocietyforTesting and Materials), tendrán a lo menos 2 caras fracturadas.

Esta sub‑base estará constituida por mezclas naturales o artificiales de agregados granulares y finos de tal manera que estén comprendidos entre la siguiente banda granulométrica.

Tabla 4.1 BANDA GRANULOMÉTRICA DE LA SUB-BASE

|  |  |
| --- | --- |
| **TAMIZ** | **% QUE PASA EN PESO** |
| **Banda 1** | **Banda 2** |
| 50 | 100 | 100 |
| 40 | - | 70 – 85 |
| 25 | 55 – 100 | 55 – 85 |
| 20 | - | 45 – 75 |
| 10 | 30 – 75 | 35 – 65 |
| 5 | 20 – 65 | 25 – 55 |
| 2 | 10 – 50 | 15 – 45 |
| 0.5 | 5 – 30 | 5 – 25 |
| 0.08 | 0 – 10 | 0 – 10 |

#

# Límites de Atterberg

Para la fracción fina de los agregados que pasa por tamiz 5mm (ASTM Nº 40):

* Límite líquido (L.L.) (NCh. 1517/I. Of 1979): 35 máx.
* Índice de plasticidad (I.P.) (NCh. 1517/2 Of.1979): 8 máx.

# Desgaste “Los Ángeles”

El agregado grueso (retenido en tamiz 5mm) deberá tener un desgaste inferior a un 40% (NCh. 1369 Of.1978).

# Poder De Soporte California (CBR)

El CBR debe ser igual o superior al 35%. (NCh. 1852 Of. 1981) y se mide a 0.2" de penetración en muestra saturada y previamente compactada a una densidad igual o superior al 95% de la D.M.C.S. obtenida en el ensayo Proctor Modificado, (NCh 1534/2 Of 1979).

# Compactación

# Densidad

La sub‑base deberá compactarse hasta obtener una densidad no inferior a un 95% de la D.M.C.S. obtenida en el ensayo Proctor Modificado, (NCh 1534/2 Of 1979).

# Tolerancia de terminación

Se acepta una tolerancia de terminación máxima de +0 y -10mm. En puntos aislados, se acepta hasta un 5% menos del espesor de diseño.

# Controles

# Compactación

* Densidad

En la capa de sub-base, se efectuará un ensayo de Densidad " in situ "(NCh. 1516 Of.1979) cada 500 m2 como máximo. Como alternativa se podrá efectuar uno cada 75 ml de calzada de calle o pasaje o 1 por cada reposición de atravieso de tubería. Se controlará la compactación preferentemente a través del ensayo del cono de arena.

* Uniformidad de compactación

En caso que la I.T.O. encuentre poco homogénea la uniformidad de compactación de la sub-base, solicitará al autocontrol de la Empresa Contratista un control de uniformidad de la compactación. Se generará una cuadricula uniforme de puntos de control con un mínimo de 50 puntos por cuadra (cuadra de ±110m de longitud) distribuidos uniformemente cuidando de que alguno de los puntos se encuentre aproximadamente a 50cm de un punto de control de densidad, que cumpla con el estándar de compactación especificado.

En todas aquellas zonas en que se registre un valor de compactación inferior al de referencia, ésta se repone localmente hasta lograr la especificada.

* C.B.R.

Un ensayo por obra (NCh 1852 Of. 1981) si el material proviene de una planta de áridos fija o uno por lugar de procedencia.

* Graduación y Límites de Atterberg

Un ensayo por obra si el material proviene de una planta de áridos fija o uno por lugar de procedencia, empleando las siguientes normas según corresponda: NCh 1517/1 Of.1979, y NCh 1517/2 Of. 1979. Además se verifica cumplimiento de las condiciones de filtrado.

* Desgaste “Los Ángeles”

Un ensayo (NCh 1369 Of.1978) por obra si el material proviene de una planta de áridos fija o uno por lugar de procedencia.

Las acciones de control serán realizadas por el laboratorio del Contratista. Este laboratorio deberá encontrarse con inscripción vigente en los registros del Minvu.

Del 100% de los controles exigidos, el 70% los realizará un laboratorio y el 30% restante será realizado por otro laboratorio de contra-muestra, ambos seleccionados por el Contratista y con inscripción vigente en los registros del Minvu.

Si la sub-base es de igual calidad que la base, la recepción debe hacerse en forma independiente, es decir por separado base y sub-base.

# BASES GRANULARES PARA CARPETAS ASFÁLTICAS (CBR≥80%)

La capa de base deberá cumplir las siguientes especificaciones.

# Materiales

El material a utilizar deberá estar constituido por un suelo del tipo grava arenosa. Se define como base una capa de agregados pétreos muy bien graduados y provenientes de un proceso de producción mecanizado de chancado y selección, homogéneamente revuelto, libre de grumos o terrones de arcilla, de materiales vegetales o de cualquier otro material perjudicial.

* Granulometría

La base debe estar constituida por mezclas de agregados granulares y finos, realizados en una planta mecanizada de chancado y selección, de tal manera que la granulometría esté comprendida en cualquiera de las bandas de la .

Tabla 4.2 BANDA GRANULOMÉTRICA DE LA BASE ESTABILIZADA

|  |  |
| --- | --- |
| **TAMIZ (mm)** | **% QUE PASA EN PESO** |
| **Banda 1** | **Banda 2** |
| 40 | 100 | 100 |
| 25 | 55 – 85 | 100 |
| 20 | 45 – 75 | 75 – 100 |
| 10 | 36 – 65 | 50 – 80 |
| 5 | 25 – 55 | 35 – 60 |
| 2 | 15 – 45 | 20 – 40 |
| 0.5 | 5 – 25 | 8 – 22 |
| 0.08 | 0 – 5 | 0 – 10 |

La fracción que pasa por la malla Nº 200 no deberá ser mayor a los 2/3 de la fracción del agregado que pasa por la malla Nº 40. La fracción que pasa la malla Nº 4 deberá estar constituida por arenas naturales o trituradas.

Se fija como tolerancia de la banda, ±7 para los gruesos y ±3 para el fino con límite en la malla 200.

# Límites de Atterberg

La fracción del material que pasa la malla Nº 40 deberá tener un límite líquido inferior a 25% y un índice de plasticidad inferior a 6 sea o no plástica (NP).

# Desgaste “Los Ángeles”

El agregado grueso deberá tener un desgaste inferior a un 35% de acuerdo a este ensayo (NCh.1369 Of.1978).

# Poder de Soporte California (CBR)

* Base CBR ≥ 80%

El CBR debe ser superior a 80% en las bases para pavimentos asfalticos, compuestos de carpeta asfáltica y binder (NCh.1852 Of. 1981).

El CBR se medirá a 0.2" de penetración, en muestra saturada y previamente compactada a una densidad mayor o igual al 95% de la D.M.C.S. obtenida en el ensayo Proctor Modificado, (NCh 1534/2 Of.1978), o al 80% de la densidad relativa, (ASTM 4253-00 y ASTM 4254-00), según corresponda.

* Equivalente de arena

Debe tener un valor mínimo de 50%, según NCh 1325 Of. 1978.

* Porcentaje de sales solubles totales

Este porcentaje no debe superar un 4%, según NCh 1444/1 Of.1980

# Compactación

* Densidad

La base estabilizada deberá compactarse hasta obtener una densidad no inferior al 95% de la D.M.C.S. obtenida en el ensayo Proctor Modificado, (NCh 1534/2 Of.1978), o al 80% de la densidad relativa (ASTM 4253-00 y ASTM 4254-00), según corresponda.

* Tolerancia de espesor y terminación superficial

Se acepta una tolerancia de terminación máxima de +0 y -8mm. En puntos aislados, se acepta hasta un 5% menos del espesor de diseño.

# Controles

# Compactación

* Densidad

En la capa de base estabilizada, se efectuará un ensayo de densidad “in - situ” (NCh 1516 Of. 1979) cada 350 m2 como máximo, o como alternativa cada 50 ml de Calle o Pasaje o 1 por cada fracción de pavimento.

Se controlará la compactación preferentemente a través del ensayo del cono de arena.

* Uniformidad

En caso que la I.T.O. encuentre poco homogénea la uniformidad de la compactación del material, solicitará al autocontrol de la Empresa Contratista un control de uniformidad de la compactación. Se generará una cuadricula uniforme de puntos de control con un mínimo de 50 puntos por cuadra (cuadra de ±110m de longitud) distribuidos uniformemente cuidando de que alguno de los puntos se encuentre aproximadamente a 50cm de un punto de control de densidad, que cumpla con el estándar de compactación especificado.

En todas aquellas zonas en que se registre un valor de compactación inferior al de referencia, ésta se repone localmente hasta lograr la especificada.

* Porcentaje de Partículas Chancadas

Se debe realizar una verificación por obra si el material a colocar proviene de una planta de áridos fija o uno por lugar de procedencia.

* Granulometría y Límites de Atterberg

Un ensayo por obra si el material a colocar proviene de una planta de áridos fija o uno por lugar de procedencia. Se verifica además condiciones de filtrado. Los ensayos se realizan según corresponda con las normas NCh.1533Of 1978, NCh 1517/1 Of 1979 y NCh 1517/2 Of. 1979.

* Desgaste “Los Ángeles”

Un ensayo (NCh.1369 Of.1978) por obra si el material a colocar proviene de una planta de áridos fija o uno por lugar de procedencia.

* Poder de Soporte de California CBR

Un ensayo (NCh.1852 Of.1980) por obra si el material a colocar proviene de una planta de áridos fija o uno por lugar de procedencia.

* Equivalente de arena

Se debe ejecutar un ensayo (NCh. 1325 Of.1978) por obra si el material a colocar proviene de una planta de áridos fija o uno por lugar de procedencia.

* Sales solubles

Se debe realizar un ensayo (NCh. 1444 Of.1980) por obra si el material a colocar proviene de una planta de áridos fija o uno por lugar de procedencia.

* Desintegración por sulfatos

Se debe realizar un ensayo (NCh. 1328 Of.1977) por obra si el material a colocar proviene de una planta de áridos fija o uno por lugar de procedencia.

**Las acciones de control serán realizadas por el laboratorio del Contratista. Este laboratorio deberá encontrarse con inscripción vigente en los registros del Minvu.**

# MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE – BINDER

# Descripción y Alcances

En esta sección se definen los requisitos de los materiales para la elaboración de las mezclas asfálticas a utilizar en el proyecto, que será del tipo IV-A-20 realizada con **Asfalto Modificado con Polímeros**, además de los requisitos que esta debe cumplir una vez diseñada y del proceso de producción de la misma.

# Materiales

En esta sección se definen los requisitos que deben cumplir los materiales (áridos y betún) para la realización de la mezcla asfáltica en caliente a utilizar.

# Áridos

Los áridos deberán clasificarse y acopiarse separados en al menos tres fracciones: gruesa, fina y polvo mineral (filler). Los materiales deberán acopiarse en canchas habilitadas especialmente para este efecto, de manera que no se produzca contaminación ni segregación de los materiales. Las distintas fracciones deberán ajustarse a los siguientes requisitos:

* Fracción Gruesa

Es la fracción retenida en el tamiz 2,5 mm. (ASTM N°4), la que deberá estar constituida por partículas chancadas, tenaces y limpias (libres de materia orgánica, arcilla o materiales extraños) que se ajusten a los requisitos que se indican en la .

Tabla 4.3 REQUISITOS PARA LA FRACCION GRUESA

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **ENSAYO** | **REQUISITO** | **MÉTODO** |
| Desgaste “Los Ángeles” (máx.) | 35% | 8.202.11 (LNV 75) |
| Desintegración en Sulfato de Sodio (máx.) | 12% | 8.202.17 (LNV74) |
| Partículas Chancadas (mín.) | >70% | 8.202.6 (LNV 3) |
| Partículas Lajeadas (máx.) | 25% | 8.206.6 (LNV 3) |
| Adherencia Método Estático (mín.) | 95% | 8.302.31 (LNV 44) |

* Fracción Fina

Es la fracción que pasa por tamiz 5 mm (ASTM Nº 4), la que deberá estar constituida por arenas provenientes de la trituración de rocas o gravas y que deberá cumplir con los requisitos indicados en la .

Tabla 4.4 REQUISITOS PARA LA FRACCION FINA

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **ENSAYO** | **REQUISITO** | **MÉTODO** |
| Índice de Plasticidad | NP | 8.101.4 (LNV 90) |
| Adherencia Riedel - Weber | 0 – 5 | 8.301.30 (LNV 10) |
| Desintegración en Sulfato de Sodio (máx.) | 12% | 8.202.17 (LNV 74) |
| Angularidad (mín.) | 45% | AASHTO T304 |
| Equivalente de Arena (mín.) | 45% | 8.202.9 (LNV 71) |

* Polvo Mineral (filler)

Si se requiere adicionar filler, éste deberá estar constituido por polvo mineral fino tal como cemento hidráulico, cal u otro material inerte, el cual deberá estar libre de materia orgánica y partículas de arcilla, debiendo ser NP. Se deberá utilizar según se requiera en la confección de las mezclas, debiendo ajustarse a la granulometría que se señala en la , cualquier otro material que se quiera utilizar como filler deberá ser aprobado por la inspección técnica.

Tabla 4.5 GRANULOMETRIA DEL FILLER

|  |  |
| --- | --- |
| **TAMICES** | **% QUE PASA EN PESO** |
| **(mm)** | **(ASTM)** |
| 0.630 | (Nº 30) | 100 |
| 0.315 | (Nº 50) | 95 – 100 |
| 0.080 | (Nº 200) | 70 – 100 |

* Mezcla de Áridos

Los áridos combinados deberán cumplir la Banda Especificada de Proyecto, cuyos requisitos se indican en la .

Tabla 4.6 BANDA ESPECIFICADA DE PROYECTO

|  |  |
| --- | --- |
| **TAMICES** | **IV – A – 20** |
| **(mm)** | **(ASTM)** |
| 25 | (1”) | 100 |
| 19 | (3/4") | 80 | 95 |
| 12.5 | (1/2") | 65 | 80 |
| 9.5 | (3/8") | 57 | 73 |
| 4.75 | (Nº 4) | 40 | 55 |
| 2.36 | (Nº 8) | 28 | 42 |
| 0.6 | (Nº 30) | 13 | 24 |
| 0.3 | (Nº 50) | 8 | 17 |
| 0.15 | (Nº 100) | 6 | 12 |
| 0.080 | (Nº 200) | 4 | 8 |

# Cemento Asfáltico Modificado

Se usará cemento asfáltico CA 60-80 **Modificado con un Polímero Elastomérico SBS**, el que deberá cumplir con los requisitos establecidos en la .

Tabla 4.7 CEMENTO ASFÁLTICO MODIFICADO CON POLIMERO

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **ENSAYO** | **REQUISITO** | **MÉTODO** |  |
| Penetración, 25ºC, 100 g, 5 seg, (0.1 mm) | 60 – 80 | 8.302.3 (LNV 34) |  |
| Punto de Ablandamiento (ºC) | Mín. 65 | 8.302.16 (LNV 48) |  |
| Ductilidad, 25ºC, 5 cm/min (cm) | Mín. 80 | 8.302.8 (LNV 35) |  |
| Recuperación Elástica, 13ºC, 20 cm, 1 hr, (%) | Mín. 50 | DIN 52013 |  |
| Recuperación Elástica por Torsión, 25ºC, (%) | Mín. 60 | NLT 329 |  |
| Índice de Penetración | Mín. +12 | 8.302.21 | [1] |
| Índice de Frass, (ºC) | Máx. -17 | 8.302.17 (NLT 182) |  |
| Punto de Inflamación. (ºC) | Mín. 235 | 8.302.23 (LNV 36) |  |
| Ductilidad. 5ºC, 5 cm/mín. (cm) | Min. 50 | 8.302.24 (LNV 35) |  |
| Estabilidad de Almacenamiento (NLT 328) |  |
| Diferencia Punto de Ablandamiento (ºC) | Máx. 5 | 8.302.16 (LNV 48) | [2] |
| [1] Se determinará a partir de la penetración a 2 temperaturas, 15 y 35ºC. |  |
| [2] Se requiere entre muestra superior e inferior, posterior al de almacenamiento. |  |

Se solicita además el reporte del ensayo de Microscopía de Epiflourecencia, para la visualización de la compatibilidad Betún-Modificador, aceptando una inversión en el rango “Buena” a “Regular”, cuestión que de no cumplirse será razón para el rechazo del betún.

La dotación mínima de cemento asfáltico para la capa de binder tipo densa y semidensa es de 4%. Se deberá cumplir con la datación mínima de cemento asfáltico establecido en el Código de Normas y Especificaciones Técnicas de Obras de Pavimentación vigente del Ministerio de Vivienda y Urbanismo.

* Control Requisitos al Cemento Asfáltico Modificado

El constructor deberá entregar a la I.T.O por cada partida, la fotocopia proporcionada por la planta asfáltica de todos los requisitos exigidos al cemento asfáltico modificado mostrados en la ., será válido el certificado del proveedor del cemento asfáltico, sin perjuicio de que la ITO pueda exigir algún ensayo en particular a un laboratorio de contra muestra.

El Informe deberá indicar entre otros puntos, el nombre comercial del betún, el tipo y nombre del polímero Elastomérico modificador del betún y además el porcentaje de éste con respecto al Betún, el cual deberá ser como mínimo de un 3%.

Además se deberá indicar los valores de las diferentes temperaturas de operación del cemento asfáltico, tales como la Temperatura de mezclado y compactación, extraídas éstas del nomograma de Heukelom que el contratista debe entregar a la ITO, el cual deberá ser construido a partir de la determinación de a lo menos dos valores de penetración a distintas temperaturas, 15°C y 35°C y de a lo menos dos valores de Viscosidad Absoluta a distintas temperaturas: a 60°C y 135°C.

# Propiedades de las mezclas asfálticas

Las propiedades de estas mezclas se determinarán según el Método LNV 24 (Deformación plásticas de mezclas bituminosas usando el aparato Marshall), y su diseño se realizará por método Marshall LNV Nº 46.

La mezcla asfáltica para carpeta de rodadura deberá cumplir con las siguientes exigencias relativas al Método Marshall de diseño: (ASTM D. 1559)

Tabla 4.8 DISEÑO DE LA MEZCLA ASFÁLTICA

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **ENSAYO** | **REQUISITO** |  |
| Estabilidad (N) (mín.) | 8000-12000 |  |
| Fluencia (0.25 mm) | 8 – 16 |  |
| Huecos en la mezcla (%) | 3 – 8 |  |
| Vacíos agregado mineral, VAM (mín.) | 13%; para TMN 19 mm |  |
|  | 14%; para TMN 12.5 mm |  |
| Vacíos llenos de asfalto, VFA (mín.) | 65 – 75% |  |
| Razón F/A (mín.) | 1.3 | [1] |
| Velocidad de Deformación (µm/mín.) (Máx.) | 15 | [2] |
| [1] Relación en peso. |  |  |
| [2] En el intervalo 105 a 120 min, en el ensayo de rueda de carga. |  |

El laboratorio determinará el diseño de la mezcla de trabajo y fijará valores precisos para:

Porcentaje óptimo de Cemento Asfáltico referido al peso total de los agregados, con ± 0.3% de tolerancias:

* El rango de temperatura de la mezcla al salir de la Planta.
* Densidad y Estabilidad Marshall para el % óptimo de cemento asfáltico.
* Temperatura de mezclado y temperatura de compactación.

El diseño de la mezcla asfáltica a utilizar en la obra, deberá ser informado mediante certificados por laboratorios especializados con inscripción vigente MINVU y contar con V°B° de la Inspección Técnica antes que el contratista inicie la fabricación de la mezcla.

# Procedimiento de Trabajo

El procedimiento de trabajo deberá realizarse de acuerdo a lo estipulado en el manual de Pavimentación y Aguas Lluvias SERVIU RM.

# Transporte y Colocación

El Transporte y Colocación del asfalto deberá ser acorde a lo estipulado por el Manual de Pavimentación y Aguas Lluvias del SERVIU RM.

# MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE – CARPETA ASFALTO MODIFICADO

# Descripción y Alcances

En esta sección se definen los requisitos de los materiales para la elaboración de las mezclas asfálticas a utilizar en el proyecto, que será del tipo IV-A-12 realizada con Asfalto Modificado con Polímeros, además de los requisitos que esta debe cumplir una vez diseñada y del proceso de producción de la misma.

# Materiales

En esta sección se definen los requisitos que deben cumplir los materiales (áridos y betún) para la realización de la mezcla asfáltica en caliente a utilizar.

# Áridos

Los áridos deberán clasificarse y acopiarse separados en al menos tres fracciones: gruesa, fina y polvo mineral (filler). Los materiales deberán acopiarse en canchas habilitadas especialmente para este efecto, de manera que no se produzca contaminación ni segregación de los materiales. Las distintas fracciones deberán ajustarse a los siguientes requisitos:

* Fracción Gruesa

Es la fracción retenida en el tamiz 5 mm. (ASTM N°4), la que deberá estar constituida por partículas chancadas, tenaces y limpias (libres de materia orgánica, arcilla o materiales extraños) que se ajusten a los requisitos que se indican en la .

Tabla 4.3 REQUISITOS PARA LA FRACCION GRUESA

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **ENSAYO** | **REQUISITO** | **MÉTODO** |
| Desgaste “Los Ángeles” (máx.) | 25% | 8.202.11 (LNV 75) |
| Desintegración en Sulfato de Sodio (máx.) | 12% | 8.202.17 (LNV74) |
| Partículas Chancadas (mín.) | >95% | 8.202.6 (LNV 3) |
| Partículas Lajeadas (máx.) | 10% | 8.206.6 (LNV 3) |
| Adherencia Método Estático (mín.) | 95% | 8.302.31 (LNV 44) |

* Fracción Fina

Es la fracción que pasa por tamiz 5 mm (ASTM Nº 4), la que deberá estar constituida por arenas provenientes de la trituración de rocas o gravas y que deberá cumplir con los requisitos indicados en la .

Tabla 4.4 REQUISITOS PARA LA FRACCION FINA

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **ENSAYO** | **REQUISITO** | **MÉTODO** |
| Índice de Plasticidad | NP | 8.101.4 (LNV 90) |
| Adherencia Riedel - Weber | 0 – 5 | 8.301.30 (LNV 10) |
| Desintegración en Sulfato de Sodio (máx.) | 12% | 8.202.17 (LNV 74) |
| Angularidad (mín.) | 45% | AASHTO T304 |
| Equivalente de Arena (mín.) | 45% | 8.202.9 (LNV 71) |

* Polvo Mineral (filler)

Si se requiere adicionar filler, éste deberá estar constituido por polvo mineral fino tal como cemento hidráulico, cal u otro material inerte, el cual deberá estar libre de materia orgánica y partículas de arcilla, debiendo ser NP. Se deberá utilizar según se requiera en la confección de las mezclas, debiendo ajustarse a la granulometría que se señala en la , cualquier otro material que se quiera utilizar como filler deberá ser aprobado por la inspección técnica.

Tabla 4.5 GRANULOMETRIA DEL FILLER

|  |  |
| --- | --- |
| **TAMICES** | **% QUE PASA EN PESO** |
| (mm) | (ASTM) |
| 0.630 | (Nº 30) | 100 |
| 0.315 | (Nº 50) | 95 – 100 |
| 0.080 | (Nº 200) | 70 – 100 |

* Mezcla de Áridos

Los áridos combinados deberán cumplir la Banda Especificada de Proyecto, cuyos requisitos se indican en la 9.

Tabla 4.9 BANDA ESPECIFICADA DE PROYECTO

|  |  |
| --- | --- |
| **TAMICES** | **IV – A – 12** |
| (mm) | (ASTM) |
| 19 | (3/4") | 100 |
| 12.5 | (1/2") | 80 | 95 |
| 9.5 | (3/8") | 70 | 85 |
| 4.75 | (Nº 4) | 43 | 58 |
| 2.36 | (Nº 8) | 28 | 42 |
| 0.6 | (Nº 30) | 13 | 24 |
| 0.3 | (Nº 50) | 8 | 17 |
| 0.15 | (Nº 100) | 6 | 12 |
| 0.080 | (Nº 200) | 4 | 8 |

# Cemento Asfáltico Modificado

Se usará cemento asfáltico CA 60-80 **Modificado con un Polímero Elastomérico SBS**, el que deberá cumplir con los requisitos establecidos en la .

Tabla 4.7 CEMENTO ASFÁLTICO MODIFICADO CON POLIMERO

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **ENSAYO** | **REQUISITO** | **MÉTODO** |  |
| Penetración, 25ºC, 100 g, 5 seg, (0.1 mm) | 60 – 80 | 8.302.3 (LNV 34) |  |
| Punto de Ablandamiento (ºC) | Mín. 65 | 8.302.16 (LNV 48) |  |
| Ductilidad, 25ºC, 5 cm/min (cm) | Mín. 80 | 8.302.8 (LNV 35) |  |
| Recuperación Elástica, 13ºC, 20 cm, 1 hr, (%) | Mín. 50 | DIN 52013 |  |
| Recuperación Elástica por Torsión, 25ºC, (%) | Mín. 60 | NLT 329 |  |
| Índice de Penetración | Mín. +12 | 8.302.21 | [1] |
| Índice de Frass, (ºC) | Máx. -17 | 8.302.17 (NLT 182) |  |
| Punto de Inflamación. (ºC) | Mín. 235 | 8.302.23 (LNV 36) |  |
| Ductilidad. 5ºC, 5 cm/mín. (cm) | Min. 50 | 8.302.24 (LNV 35) |  |
| Estabilidad de Almacenamiento (NLT 328) |  |
| Diferencia Punto de Ablandamiento (ºC) | Máx. 5 | 8.302.16 (LNV 48) | [2] |
| [1] Se determinará a partir de la penetración a 2 temperaturas, 15 y 35ºC. |  |
| [2] Se requiere entre muestra superior e inferior, posterior al de almacenamiento. |  |

Se solicita además el reporte del ensayo de Microscopía de Epiflourecencia, para la visualización de la compatibilidad Betún-Modificador, aceptando una inversión en el rango “Buena” a “Regular”, cuestión que de no cumplirse será razón para el rechazo del betún.

La dotación mínima de cemento asfáltico para la capa de rodadura con mezcla tipo densa y semi-densa es de 5%. Se deberá cumplir con la datación mínima de cemento asfáltico establecido en el Código de Normas y Especificaciones Técnicas de Obras de Pavimentación vigente del Ministerio de Vivienda y Urbanismo.

* Control Requisitos al Cemento Asfáltico Modificado

El constructor deberá entregar a la I.T.O por cada partida, la fotocopia proporcionada por la planta asfáltica de todos los requisitos exigidos al cemento asfáltico modificado mostrados en la ., será válido el certificado del proveedor del cemento asfáltico, sin perjuicio de que la ITO pueda exigir algún ensayo en particular a un laboratorio de contra muestra.

El Informe deberá indicar entre otros puntos, el nombre comercial del betún, el tipo y nombre del polímero Elastomérico modificador del betún y además el porcentaje de éste con respecto al Betún, el cual deberá ser como mínimo de un 3%.

Además se deberá indicar los valores de las diferentes temperaturas de operación del cemento asfáltico, tales como la Temperatura de mezclado y compactación, extraídas éstas del nomograma de Heukelom que el contratista debe entregar a la ITO, el cual deberá ser construido a partir de la determinación de a lo menos dos valores de penetración a distintas temperaturas, 15°C y 35°C y de a lo menos dos valores de Viscosidad Absoluta a distintas temperaturas: a 60°C y 135°C.

# Propiedades de las mezclas asfálticas

Las propiedades de estas mezclas se determinarán según el Método LNV 24 (Deformación plásticas de mezclas bituminosas usando el aparato Marshall), y su diseño se realizará por método Marshall LNV Nº 46.

La mezcla asfáltica para carpeta de rodadura deberá cumplir con las siguientes exigencias relativas al Método Marshall de diseño: (ASTM D. 1559)

Tabla 4.10 DISEÑO DE LA MEZCLA ASFÁLTICA

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **ENSAYO** | **REQUISITO** |  |
| Estabilidad (N) (mín.) | 9000-14000 |  |
| Fluencia (0.25 mm) | 8 – 14 |  |
| Huecos en la mezcla (%) | 4 – 5 |  |
| Vacíos agregado mineral, VAM (mín.) | 13%; para TMN 19 mm |  |
|  | 14%; para TMN 12.5 mm |  |
| Vacíos llenos de asfalto, VFA (mín.) | 65 – 75% |  |
| Razón F/A (mín.) | 1.3 | [1] |
| Velocidad de Deformación (µm/mín.) (Máx.) | 15 | [2] |
| [1] Relación en peso. |  |  |
| [2] En el intervalo 105 a 120 min, en el ensayo de rueda de carga. |  |

El laboratorio determinará el diseño de la mezcla de trabajo y fijará valores precisos para:

* Porcentaje óptimo de Cemento Asfáltico referido al peso total de los agregados, con ± 0.3% de tolerancias:
* El rango de temperatura de la mezcla al salir de la Planta.
* Densidad y Estabilidad Marshall para el % óptimo de cemento asfáltico.
* Temperatura de mezclado y temperatura de compactación.

El diseño de la mezcla asfáltica a utilizar en la obra, deberá ser informado mediante certificados por laboratorios especializados con inscripción vigente MINVU y contar con V°B° de la Inspección Técnica antes que el contratista inicie la fabricación de la mezcla.

# Wheel Tracking Test (WTT)

Para el diseño de la mezcla se deberá considerar además de lo descrito un el punto anterior la **realización de la prueba de Wheel Tracking**, para la evaluación del comportamiento de la mezcla frente a las deformaciones permanentes o ahuellamiento, para lo cual se ensayará una probeta realizada, según la especificación correspondiente de la prueba, con la dosificación que satisfaga los criterios de diseño del Método Marshall, la que deberá cumplir con una velocidad máxima de deformación en el intervalo entre 105 y 120 minutos menor que 15 μm/min (quince micrones por minuto), al ser sometida al ensaye de rueda de carga o Wheel tracking.

# Procedimiento de Trabajo

El procedimiento de trabajo deberá realizarse de acuerdo a lo estipulado en el manual de Pavimentación y Aguas Lluvias SERVIU RM.

# Transporte y Colocación

El Transporte y Colocación del asfalto deberá ser acorde a lo estipulado por el Manual de Pavimentación y Aguas Lluvias del SERVIU RM.

# IMPRIMACIÓN

# Descripción y Alcances

En esta Sección se definen las operaciones requeridas para aplicar un riego de asfalto de baja viscosidad, con el objeto de impermeabilizar, evitar la capilaridad, cubrir y ligar las partículas sueltas y proveer adhesión entre la base y la capa inmediatamente superior.

# Materiales

# Asfaltos

Empleará una emulsión asfáltica modificada con elastómeros como imprimante, con una dosis de entre 0.8 y 1.2 l/m2. Alternativamente se podrá utilizar asfaltos cortados de curado medio (MC-30). La dosis a usar dependerá de la textura y humedad de la base fijándose ésta entre 0.5 y 1.2 l/m2. El asfalto deberá cumplir con los requisitos estipulados en la Norma NCh 2440, con un equivalente de xilol no mayor a 20% en el Ensayo de la Mancha con heptano-xilol, determinado según el Método NCh 2343.

# Arenas

Cuando se autorice el uso de arena para corregir sectores con exceso de asfalto, ésta será no plástica y estará libre de materias orgánicas. La granulometría deberá ajustarse a la banda granulométrica indicada en la siguiente Tabla.

Tabla 4.11 BANDA GRANULOMÉTRICA DE ARENAS

|  |  |
| --- | --- |
| **TAMICES** | **% QUE PASA EN PESO** |
| (NCh) | (ASTM) |
| 10 mm | (3/8") | 100 |
| 5 mm | (Nº 4) | 85 – 100 |
| 0.08 mm | (Nº 200) | 0 – 5 |

# Procedimiento de Trabajo

El procedimiento de trabajo deberá realizarse de acuerdo a lo estipulado en el manual de Pavimentación y Aguas Lluvias SERVIU RM.

# RIEGO DE LIGA CON ELASTOMEROS

# Descripción y Alcances

En esta Sección se definen los trabajos necesarios para aplicar un riego de emulsión asfáltica sobre una superficie pavimentada, con el objeto de producir adherencia entre esa superficie y la capa asfáltica que la cubrirá.

# Materiales

# Asfaltos

En el riego de liga se deberá emplear una emulsión asfáltica modificada con elastómeros, de modo de conseguir una mayor impermeabilización de la capa subyacente y una adecuada adherencia entre esa superficie y la capa que la cubrirá.

Las emulsiones que se emplean como riego de liga deberán cumplir con los requisitos establecidos en la Tabla 4.12.

Tabla 4.12 RIEGO DE LIGA CON ELASTÓMEROS

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **ENSAYO** | **REQUISITO** | **MÉTODO** |
| Viscosidad SF a 25ºC | 20 – 50 | 8.302.12 |
| Estabilidad en el almacenamiento, 7 días (%) | Máx. 5 | 8.302.5 |
| Carga de Partícula | Positiva | 8.302.5 |
| Tamizado | Máx. 0.10 | 8.302.5 |
| POR EVAPORACIÓN |
| Residuo, (%) | Mín. 62 | 8.302.5 |
| EN EL RESIDUO |
| Penetración a 25ºC, 100 g, 5 s, (1/10 mm) | 40 – 90 | 8.302.3 (LNV 34) |
| Punto de Ablandamiento, ºC | INFORMAR | 8.302.16 (LNV 48) |
| Viscosidad Brookfield, (60ºC), Poise | INFORMAR |  |
| Ductilidad a 25ºC, 5 cm/min, (cm) | Mín. 40 | 8.302.8 (LNV 35) |
| Punto de Fragilidad Frass, (ºC) | Máx. -17 | 8.8.302.17 (NLT 182) |
| Recuperación Elástica por Torsión, 25ºC, (%) | Mín. 20 | NLT 329 |

# Procedimiento de Trabajo

El procedimiento de trabajo deberá realizarse de acuerdo a lo estipulado en el manual de Pavimentación y Aguas Lluvias SERVIU RM.

# OBRAS DE RECAPADO ASFALTICO

# Recapado Pav. Asfaltico modificado

# Descripción y Alcances

En esta sección se definen los trabajos necesarios para la ejecución del recapado asfáltico, proyectado como una de las soluciones de mejoramiento del eje vial considerado, para lo cual se utilizará una mezcla asfáltica con asfalto modificado con polímeros. Se incluyen además los requisitos para el transporte, la distribución y la compactación de la mezcla que será utilizada para reemplazar la carpeta asfáltica existente, en un espesor definido en el proyecto.

# Definición del Área a Intervenir

En base a los planos de proyecto el contratista delimitará la zona afecta a este tratamiento, la que deberá ser revisada y recibida por la I.T.O., consignándolo en el libro de obras.

# Retiro de Carpeta Asfáltica Existente

En las zonas que se hayan definido como área a intervenir, se retirará la carpeta asfáltica existente, en un espesor que permita dar cabida a la carpeta asfáltica proyectada, lo que deberá ser con una máquina fresadora de acuerdo a la especificación correspondiente. Luego se preparará la superficie del sello para recibir la mezcla asfáltica con un espesor definido por el proyecto.

Posterior al retiro de la carpeta asfáltica existente se deberá evaluar la calidad de la nueva plataforma a fin de asegurar una adecuada y uniforme capacidad de soporte, pudiendo la ITO solicitar al contratista el retiro de la carpeta existente en todo el espesor en zonas en que a su juicio no cumplan con este requisito.

# Replanteo Geométrico

El Contratista replanteará la solución geométrica del proyecto definiendo la nueva rasante mediante dos puntos referenciales correspondientes a 2 cruces consecutivos de calles. La solución para la pendiente transversal del proyecto deberá ser planteada de tal forma de respetar tanto los espesores proyectados, como los actuales bombeos existentes, compatibilizando esto con el plinto de la solera, el cual no deberá ser inferior a los 8cm, el espesor de la capa de recarpeteo deberá mantener el espesor proyectado al llegar a 20 cm antes de la solera (ver Figura 5.1). En todos los casos las soluciones planteadas deberán asegurar el libre escurrimiento de las aguas y adecuados empalmes con el pavimento existente que se conserva, para lo cual se deberán hacer los ajustes necesarios a fin de mejorar lo actual, todo en coordinación con la I.T.O.



Figura 5.1 detalle llegada recarpeteo a solera existente

Se deberá poner especial atención en los cruces de calles, para lo cual se deberá realizar un completo levantamiento del cruce a fin de estudiar en conjunto con la I.T.O la mejor forma de compatibilizar el cumplimiento de espesores en todos los puntos, con lo expuesto en el párrafo anterior en relación al escurrimiento de las aguas.

Para la recepción de esta partida será requisito indispensable la entrega a la I.T.O de un perfil longitudinal entre los 2 puntos definidos, y de perfiles transversales entre ambos puntos, a una distancia no mayor a 20 m entre sí, en donde se muestren claramente las características topográficas tanto de la plataforma de apoyo como las adoptadas para el recapado, indicando además los espesores resultantes de éste, tanto en los bordes de la pista a ejecutar, así como también en un punto intermedio de ésta.

# Sello de Juntas y Grietas en Pavimento Base Existente

Posterior al retiro de la carpeta asfáltica existente se contempla la ejecución de un sello de juntas y grietas del pavimento base, lo que se deberá realizar según la especificación correspondiente a dicha partida, una vez recibida esta partida se podrá continuar con la aplicación del riego de Liga.

# Riego de Liga

Antes de la colocación de la mezcla asfáltica se deberá aplicar un Riego de emulsión asfáltica con elastómeros en toda la superficie a recapar, lo que deberá ser ejecutado siguiendo lo estipulado en las Especificaciones Técnicas de dicha partida (Punto 4.6. RIEGO DE LIGA)

Una vez producido el “quiebre” del riego aplicado, se podrá comenzar con la colocación de la mezcla asfáltica del recapado.

# Mezcla Asfáltica en Caliente

Para este punto aplica todo lo descrito anteriormente en el Punto 4.3. MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE, presentado en el Capítulo 4 de estas Especificaciones.

# Transporte y Colocación

* Requisitos Generales

Las mezclas deberán transportarse a los lugares de colocación en camiones tolva convenientemente preparados para ese objetivo, cubiertos con carpa térmica y distribuirse mediante una terminadora autopropulsada.

La superficie sobre la cual se colocará la mezcla deberá estar seca. En ningún caso se pavimentará sobre superficies congeladas o con tiempo brumoso o lluvioso, o cuando la temperatura atmosférica sea inferior a 5ºC. Cuando la temperatura ambiente descienda de 10ºC o existan vientos fuertes deberá tomarse precauciones especiales para mantener la temperatura de compactación.

La temperatura de la mezcla al inicio del proceso de compactación no podrá ser inferior a la informada como temperatura óptima de compactación por el proveedor del cemento asfáltico.

No se aceptará camiones que lleguen a obra con temperatura de la mezcla inferior a 10°C por sobre la informada por el proveedor como temperatura óptima de compactación

El equipo mínimo que se deberá disponer para colocar la mezcla asfáltica será el siguiente:

* Terminadora autopropulsada, de antigüedad máxima el año 1994, con vibrador y tamper en todo el ancho de la plancha, sensores electrónicos de medición de espesor y además deberá ser del tipo montada sobre oruga
* Rodillo vibratorio liso, de antigüedad máxima el año 1994, con frecuencia, ruedas y peso adecuado al espesor de la capa a compactar.
* Rodillo neumático, con control automático de la presión de inflado.
* Equipos menores, medidor manual de espesor, rastrillos, palas, termómetros y otros.
* Colocación de la Mezcla

En la colocación del recapado se deberán tener en cuenta todos los puntos planteados en el apartado de “Replanteo Geométrico”, debiendo considerar eventuales sobre espesores, si fuese necesario, para cumplir con los requerimientos geométricos planteados, incluyendo también en éstos, eventuales irregularidades presentes en el pavimento base, las cuales deben ser absorbidas por la mezcla asfáltica de recapado.

* Compactación

Una vez esparcidas, enrasadas y alisadas las irregularidades de la superficie, la mezcla deberá compactarse hasta que alcance una densidad no inferior al 97 % ni superior al 102 % de la densidad Marshall de la mezcla visada por la I.T.O.

La cantidad, peso y tipo de rodillos que se empleen deberá ser el adecuado para alcanzar la densidad requerida dentro del lapso durante el cual la mezcla es trabajable.

Salvo que la ITO ordene otra cosa, la compactación deberá comenzar por los bordes más bajos para proseguir longitudinalmente en dirección paralela con el eje de la vía, traslapando cada pasada en la mitad del ancho del rodillo, avanzando gradualmente hacia la parte más alta del perfil transversal. Cuando se pavimente una pista adyacente a otra colocada previamente, la junta longitudinal deberá compactarse en primer lugar, para enseguida continuar con el proceso de compactación antes descrito. En las curvas con peralte la compactación deberá comenzar por la parte baja y progresar hacia la parte alta con pasadas longitudinales paralelas al eje.

Los rodillos deberán desplazarse lenta y uniformemente con la rueda motriz hacia el lado de la terminadora. La compactación deberá continuar hasta eliminar toda marca de rodillo y alcanzar la densidad especificada. Las maniobras de cambios de velocidad o de dirección de los rodillos no deberán realizarse sobre la capa que se está compactando.

El concreto asfáltico que quede suelto, esté frío, contaminado con polvo, tierra o que en alguna forma se presente defectuoso, deberá retirarse y sustituirse por mezcla nueva caliente, la que deberá compactarse ajustándola al área circundante. Deberá eliminarse toda mezcla colocada en exceso y agregarse en los lugares donde falte.

En las superficies cercanas a aceras, cabezales, muros y otros lugares no accesibles por los rodillos descritos, la compactación se deberá realizar por medio de rodillos de operación manual, y de peso estático mínimo 2 ton, asegurando el número de pasadas que corresponda para alcanzar los requisitos de densidad exigidas.

Durante la colocación y compactación de la mezcla, se deberá verificar el cumplimiento de las siguientes condiciones:

* Los requisitos estipulados anteriormente deberán considerar los aspectos climáticos y no se asfaltará si ellos no se cumplen.
* La superficie a cubrir deberá estar limpia, seca y libre de materiales extraños;
* Se recomienda que la compactación se realice entre las temperaturas que indique el diseño.
* La mezcla deberá alcanzar el nivel de compactación especificado, control que hará el contratista mediante densímetro nuclear. No se permitirá la extracción de testigos excepto lo de recepción, sin embargo la ITO podrá autorizar la extracción de no más de cinco testigos por dosificación para la calibración del equipo nuclear.
* La superficie terminada no deberá presentar segregación de material (nidos), fisuras, grietas, ahuellamientos, deformaciones, exudaciones ni otros defectos.

Además la terminadora será autopropulsada de última generación, con helicoides que repartirán el material en todo el ancho del esparcido que se adopte. Contará con sensores de autonivelación electrónicos. La placa compactadora debe tener la posibilidad de ajustar en forma automática su temperatura de trabajo.

# SELLO DE GRIETAS EN PAVIMENTO ASFÁLTICO

# DESCRIPCIÓN Y ALCANCES

La operación consiste en sellar con asfalto alguno de los tipos de grietas que se produzcan en los pavimentos asfálticos, con el propósito de minimizar la infiltración de agua y la oxidación del asfalto.

Para grietas de hasta 6mm de ancho la operación comprende la limpieza del área afectada, la colocación de un riego de liga y el esparcido y compactación de arena en la superficie tratada.

Para grietas de ancho sobre 6 mm la operación comprende la limpieza de las grietas, la colocación de un riego de liga y de la mezcla selladora asfáltica modificada con polímero, arena- emulsión asfáltica o mezcla asfáltica en caliente, según corresponda al ancho de la grieta.

# MATERIALES

* Ligantes

En las situaciones que se indican más adelante y que corresponda sellar grietas con mezclas asfálticas, en los riegos de liga se utilizarán emulsiones asfálticas del tipo CSS-1 o SS-1, diluidas en agua en proporción 1:1.

* Grietas entre 6 mm y 20 mm de ancho

Se sellarán con cualquier producto de sellante asfáltico modificado con polímero que cumpla con lo siguiente:

Tabla 5.1REQUISITOS SELLADOR ASFÁLTICO

|  |  |
| --- | --- |
| Penetración a 25ºC | Máx. 60, según LNV 34 |
| Ductibilidad a 0ºC | Mín. 2 cm, según LNV 35 |
| Filler, % en peso | Máx.25 |
| Punto de Ablandamiento | Mín. 58, según LNV 48 |

* Grietas entre 20 mm y 70 mm

Se preparará una mezcla de arena-emulsión asfáltica con una dosis no inferior que 18% de emulsión. Las emulsiones serán del tipo RS-1, RS-2, CRS-1 o CRS-2, que cumplan con lo especificado en los métodos LNV-31 o LNV-30, según corresponda. En el ensaye de la mancha con heptano-xilol, el porcentaje de xilol no deberá ser mayor que 25%. También se podrán utilizar emulsiones modificadas con elastómeros, previamente aprobadas por la I.T.O. La arena deberá ajustarse a alguna de las granulometrías que se indican en la siguiente Tabla:

Tabla 5.2GRANULOMETRÍAS DE ARENAS PARA EL SELLADO

|  |  |
| --- | --- |
| **TAMIZ** | **PORCENTAJE EN PESO QUE PASA** |
| mm | (ASTM) | A | B | C |
| 12.5 | (1/2”) | - | - | 100 |
| 10 | (3/4”) | 100 | 100 | 85 – 100 |
| 5 | (Nº 4) | 85 – 100 | 85 – 100 | 55 – 85 |
| 2.5 | (Nº 8) | 80 – 90 | 65 – 90 | 35 – 65 |
| 0.63 | (Nº 30) | 55 – 80 | 30 – 50 | 15 – 35 |
| 0.16 | (Nº 100) | 5 – 15 | 5 – 15 | 2 – 10 |

* Grietas y cavidades de más de 70 mm de ancho

Se utilizarán mezclas asfálticas en caliente empleando cemento asfáltico tipo CA 60 – 80 o CA 80 – 100, y un árido que se ajuste a la banda granulométrica “C” de la tabla anterior.

# PROCEDIMIENTO DE TRABAJO

El procedimiento de trabajo deberá realizarse de acuerdo a lo estipulado en el Manual de Pavimentación y Aguas Lluvias SERVIU RM.

# ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES PARA OBRAS DE PAVIMENTACIÓN EN HORMIGÓN

# BASE ESTABILIZADA

La capa de base deberá cumplir las especificaciones que se presentan a continuación.

# Materiales

* Granulometría

Está comprendida dentro de la banda granulométrica de la .

Deberá contener un porcentaje de partículas chancadas para lograr el CBR especificado y el 50 % o más de las partículas retenidas en el tamiz Nº 4 ASTM (American SocietyforTesting and Materials), tendrán a lo menos 2 caras fracturadas.

Se debe verificar que:

* La fracción que pasa por la malla N°200 (0.08mm) no sea mayor a los 2/3 de la fracción del agregado grueso que pasa por la malla Nº 40 (0.05mm)
* La fracción que pasa la malla Nº 4 (5mm) esté constituida por arenas naturales o trituradas.

Tabla 6.1 BANDA GRANULOMÉTRICA DE LA BASE ESTABILIZADA

|  |  |
| --- | --- |
| **TAMIZ** | **% QUE PASA EN PESO** |
| (ASTM) |
| 2" | 100 |
| 1" | 90 – 70 |
| 3/8" | 30 – 65 |
| Nº4 | 25 – 55 |
| Nº10 | 15 – 40 |
| Nº40 | 8 – 20 |
| Nº200 | 2 – 8 |

# Límites de Atterberg

La fracción del material que pasa la malla Nº 40 deberá tener un límite líquido inferior a 25% y un índice de plasticidad inferior a 6 o No Plástico (NP).

# Desgaste “Los Ángeles”

El agregado grueso deberá tener un desgaste inferior a un 50% de acuerdo al ensayo de Desgaste Los Ángeles, NCh. 1369.

# Poder de soporte california (CBR), Base con CBR ≥ 60%

El CBR (NCh.1852 Of 1981) se mide a 0.2" de penetración, en muestra saturada y previamente compactada a una densidad mayor o igual al 95% de la D.M.C.S. obtenida en el ensayo Proctor Modificado, (NCh. 1534/2. Of 1978), o al 80% de la densidad relativa, (ASTM 4253-00 y ASTM 4254-00), según corresponda.

# Compactación

* Base CBR ≥60%

Densidad

La base estabilizada se compactará hasta obtener una densidad no inferior al 95% de la D.M.C.S. obtenida en el ensayo Proctor Modificado, (NCh 1534/2. Of.1978), o al 80% de la densidad relativa (ASTM 4253-00 y ASTM 4254-00), según corresponda.

Tolerancia de espesor y terminación superficial

Se acepta una tolerancia de terminación máxima de +0 y -8. En puntos aislados, se acepta hasta un 5% menos del espesor de diseño

# Controles

* Compactación

En la capa de base estabilizada, se efectuarán un ensayo de densidad “in - situ” (NCh.1516 Of.1979) cada 350 m2 como máximo, o como alternativa cada 50ml de calle o pasaje, o 1 por fracción de pavimento.

Se controlará la compactación preferentemente a través del ensayo del cono de arena, sin perjuicio del uso del densímetro nuclear.

* Uniformidad de compactación

En caso que la ITO o Profesional Responsable encuentre poco homogénea la uniformidad de la compactación del material de la sub-rasante, solicita al autocontrol del constructor, un control de uniformidad de compactación, para lo cual se genera una cuadricula uniforme de puntos de control con un mínimo de 50 puntos por cuadra (cuadra aproximadamente de 110 m de longitud) cuidando que alguno de los puntos se encuentre aproximadamente a 50 cm de un punto de control de densidad, que cumpla con el estándar de compactación especificado.

En todas aquellas zonas en que se registre un valor de compactación inferior al de referencia, se responde localmente hasta lograr la especificada

La I.T.O. verificará que el densímetro nuclear se encuentre debidamente calibrado usando como referencia el ensayo del cono de arena. Se aceptará como límite la certificación cada 12 meses.

* Granulometría

Un ensayo (NCh. 1533 Of.1978) por obra si el material a colocar proviene de una planta de áridos fija o uno por planta de procedencia. Además se verifican las condiciones de filtrado.

Un ensayo cada 150 m3 si se prepara "in situ".

* Poder de Soporte de California (CBR)

Un ensayo (NCh 1852 Of 1981) por obra si el material a colocar proviene de una planta de áridos fija o uno por planta de procedencia.

Un ensayo cada 300 m3 si se prepara "in situ".

* Límites de Atterberg

Un ensayo (NCh. 1517 Of.1979 y NCh. 1517/2 Of 1979) por obra si el material a colocar proviene de una planta de áridos fija o uno por planta de procedencia. Además se verifican las condiciones de filtrado.

Un ensayo cada 150 m3 si se prepara "in situ".

* Desgaste “Los Ángeles”

Un ensayo por obra si el material a colocar proviene de una planta de áridos fija o uno por planta de procedencia, (NCh. 1369 Of 1978)

Un ensayo cada 300 m3 si se prepara "in situ".

* Tolerancia de espesor y terminación superficial

Se aceptará una tolerancia de terminación máxima de + 0 y – 8 mm. En puntos aislados, se aceptará hasta un 5% menos del espesor de diseño.

# PAVIMENTO DE HORMIGÓN DE CEMENTO VIBRADO PARA CALZADAS

# Condiciones ambientales

No se permite la ejecución de pavimento durante lluvia, ni con temperaturas ambientales inferiores a 5ºC ni superior a 35 C, en el hormigón.

# Preparación de la base estabilizada

Previo a la colocación del hormigón, la base estabilizada se humedecerá superficialmente con agua, evitando la formación de charcos.

# Dimensiones

El pavimento tendrá una carpeta de rodado conformada por una losa de hormigón de espesor definido por proyecto y ancho de acuerdo a requerimientos. Tendrá juntas transversales a una separación máxima de 3,50 m y juntas longitudinales a una separación máxima de 3,50 m.

# Moldes

El hormigón al momento de colocación deberá quedar restringido lateralmente, ya sea por soleras, por la pared lateral de un pavimento existente o por moldes metálicos previamente cubiertos con desmoldante, los que serán de una pieza, con un espesor mínimo de 6 mm, altura igual al espesor de la losa de hormigón, de longitud determinada por al I.T.O. y de sección transversal que muestre en su parte central una saliente en forma trapezoidal. Longitudinalmente los moldes deberán ser rectos, sin curvaturas, deflexiones ni abolladuras u otros defectos, sin embargo, para curvas con radios menores a 30 m. podrán usarse moldes flexibles horizontalmente o moldes curvos del radio adecuado. Adicionalmente el contratista mantendrá en obra la cantidad de moldes adecuada de acuerdo al avance de esta y deberá asegurar entre moldes la linealidad general, perfecto afianzamiento entre moldes y base y, entre moldes, así como la estanqueidad y limpieza sucesiva de estos luego de cada uso.

En el caso de que alguna de las caras de la calzada vaya a quedar restringida, al momento de vaciar el hormigón, por soleras, éstas se pintarán con desmoldante en la zona en contacto con la calzada, a fin de evitar la adherencia entre ambos y posterior agrietamiento transversal de las soleras por efecto de las retracciones experimentadas por la calzada.

# Materiales

El cemento será Portland Puzolánico conforme a los requisitos establecidos por la norma NCh 148 of. 68. Los áridos serán chancados, en a lo menos 3 fracciones (grava, gravilla y arena) y que cumplan con los requisitos establecidos por la Norma NCh 163 of. 77.

El agua de amasado será potable, en caso contrario, deberá cumplir con los requisitos establecidos por la Norma NCh. 1498 of. 82.

En caso de usar aditivos para el hormigón, éstos contarán con la aprobación previa de la ITO, y se basarán en antecedentes previos como mezclas de prueba en obras de pavimentación.

Las barras de traspaso de cargas serán de acero A44 - 28H lisas, en el caso que se requieran.

El compuesto de curado deberá cumplir con las Normas ASTM C309 58 o AASHTO M148 62, ser fabricados en base a resinas, reflejar más del 60% de la luz solar, poseer alta viscosidad y secado en tiempo máximo de 30 min., y que se pueda aplicar sin desmedro en sus propiedades aún en presencia de agua superficial. No se acepta compuestos de curado en base a emulsiones.

El compuesto deberá aplicarse inmediatamente después de concluida la faena de terminación del pavimento. Éste deberá haber sido completamente mezclado previamente, no debiendo quedar rastro de decantación de pigmentos en el momento de su uso. Para el mezclado se deberá utilizar un agitador mecánico.

La tasa de aplicación del compuesto deberá ser como mínima la recomendada por el fabricante, en todo caso ésta no podrá ser inferior a 0,2 1/m2. El procedimiento de aplicación deberá asegurar la correcta aplicación de la dosis, aceptándose una tolerancia de +/- 5%.

En forma adicional a la membrana se deberá disponer en el área, de mantas protectoras correspondientes a Polietileno con burbujas de 5 mm o similar, debiendo mantener durante todo el período de curado una constante observación del pavimento y estar atento para reparar cualquier área en que la membrana de curado haya sufrido deterioros.

La sierra para hormigón a utilizar podrá ser del tipo de hoja de sierra de filo de diamante o de disco abrasivo, ambos refrigerados por agua.

Las tablillas a emplear en algunas juntas de contracción serán de fibro-cemento u otro producto que no reaccione químicamente con el cemento. Tendrá un espesor de unos 6 mm, ancho equivalente a 1/5 del espesor de la losa y 3.5 m de longitud.

El sello de juntas deberá cumplir con los requerimientos de Capítulo 8. SELLO DE JUNTAS Y GRIETAS EN PAVIMENTOS DE HORMIGÓN, descrito en capítulo posterior de las presentes especificaciones.

El contratista presentará oportunamente a la ITO los catálogos correspondientes de los aditivos, compuesto de curado y sello de juntas, quién expresamente autorizará su uso en la obra luego de constatar que dichos productos satisfacen plenamente los requisitos establecidos en estas Especificaciones Técnicas. A su vez, el contratista mantendrá permanentemente, durante la ejecución de la obra, visible las etiquetas de los envases de los productos mencionados.

No se aceptará cambios de tipo y calidad de materiales durante la ejecución de la obra, salvo aceptación expresa de la ITO.

# Almacenamiento de materiales

El cemento se protegerá de la humedad en bodegas o silos evitándose un almacenamiento mayor a 60 días.

Los áridos se acopiarán sobre una superficie firme y limpia separados en fracciones, se evitará contaminaciones.

El agua de amasado se almacenará en estanques o depósitos limpios y protegidos. Se evitará contaminaciones.

Los aditivos, compuesto de curado y sello de juntas, deberán mantenerse en los envases originales cerrados evitando contaminaciones y almacenados en bodega.

Las sierras y tablillas se mantendrán en bodega cuidando cualquier deterioro físico.

# Medición de materiales

El cemento se medirá en peso, ya sea con básculas o usando como unidad el saco entero de 42,5 Kg. Se acepta una tolerancia máxima de +/- 1%.

Los áridos se medirán en peso, ya sea con básculas o romanas. Se acepta una tolerancia máxima de un +/- 3% para cada fracción.

Los aditivos líquidos se medirán en volumen y los aditivos en polvo en peso. La tolerancia máxima será la indicada por el fabricante.

# Hormigón

* Dosificación.

Se preparará usando los materiales indicados en el punto 6.2.5, que se medirán de acuerdo a lo indicado en el punto 6.2.7. En todo caso, deberá considerarse una dosis de cemento mínima de 340 Kg.cem/m3 de hormigón elaborado, en base a cemento corriente. Se acepta un 10 % menos de dosificación con el uso de cementos de alta resistencia debidamente certificados por planta que cumpla con las normas INN. El hormigón resultante deberá cumplir con los requisitos de resistencia establecidos en el punto 6.2.10 y 6.2.11 y durabilidad de acuerdo a lo establecido en la Norma NCh 170 Of. 85.

* Mezclado.

El mezclado y posterior revoltura de los materiales será de tipo mecánico, con un tiempo mínimo de mezclado de 1.5 min.

* Transporte

Desde el lugar de preparación del hormigón hasta el lugar de colocación se podrá efectuar en camiones mezcladores, camiones agitadores o camiones corrientes, en este último caso, las tolvas serán lisas y lo suficientemente estancos para evitar escurrimiento del mortero, complementariamente el hormigón se cubrirá superiormente para reducir la acción del sol y del viento. La tolva se limpiará luego de cada viaje.

* Colocación

El hormigón se depositará sobre la base en su ubicación definitiva, evitando la segregación y se esparcirá uniformemente de preferencia con equipo mecánico.

* Compactación

La compactación se efectuará mediante cercha vibradora de superficie complementada con vibradores de inmersión preferentemente a ambos lados de la losa, a una distancia aproximada de 0.30 m. del molde y alrededor de los insertos.

* Terminación

La superficie será terminada con equipo alisador del tipo rodillo o regla transversal, complementada con platachado manual. Adicionalmente se cuidará que la superficie quede con la rugosidad adecuada, recomendándose para ello el paso superficial de arpilleras húmedas sobre un sistema de trípodes metálicos.

* Curado

El curado del hormigón se efectuará inmediatamente a continuación de la etapa anterior (también se aplicará a las aceras). El compuesto de curado se aplicará a toda la superficie libre del pavimento mediante pulverizadores. La relación de aplicación del compuesto por unidad de superficie o el espesor de la membrana deberá regirse por las indicaciones del fabricante. Al retirar los moldes laterales, los costados de las losas que queden expuestas deberán ser protegidos inmediatamente con un tratamiento de curado igual al aplicado en la superficie.

Complementariamente se recomienda el uso de techos móviles que impidan la acción directa de los rayos solares, aumenten la humedad relativa y disminuyan la velocidad del viento sobre la superficie del hormigón. (Esta recomendación tiene carácter de obligatoria en las calzadas, en condiciones ambientales severas, como temperatura ambiente superior a 25°C.)

# Juntas

Todas las juntas deberán presentar la misma textura, densidad y lisura que las demás áreas del pavimento a ambos lados de la junta.

Cuando se construya una pista nueva adyacente a otra ya construida, la ubicación de las juntas transversales de contracción del nuevo pavimento deberán coincidir con la ubicación de las existentes, a lo largo del eje o línea del contacto, siempre que espaciamiento entre las juntas del pavimento existente sea de hasta 4 metros y existan barras de amarre en el borde de contacto. En caso contrario, la materialización de las nuevas juntas se hará cada 3.5 metros.

* Juntas Transversales de Contracción

Se dispondrán a una distancia entre sí de 3,50 m. y formando un ángulo recto con el eje del camino, en el caso que la distancia sea menor o igual a 1.0 m., la ITO determinara la ejecución de juntas.

Dos de cada tres juntas se realizará mediante aserrado, la otra se materializará mediante la inserción de una tablilla.

Las juntas a materializar mediante aserrado, se formarán aserrando un ranurado en la superficie de la losa que tendrá un ancho de aproximadamente 2 mm y una profundidad equivalente a 1/4 del espesor de la losa.

Las juntas a materializar mediante la inserción en el hormigón aún en su estado plástico de una tablilla, se construirán insertando directamente la tablilla mediante un sistema vibrador que garantice una terminación lisa y uniforme a ambos costados de la junta.

El pavimento deberá ser cortado tan pronto como el equipo a utilizar pueda iniciar el corte sin dejar marcas sobre el pavimento, el cual no podrá ser en ningún caso más allá de las 6 horas. Se deberá tener los equipos suficientes para realizar la faena de corte en no más allá de 8 horas desde vaciado el hormigón.

* Juntas transversales de expansión

Este tipo de juntas se ejecuta en los cruces de pavimentos, cuando existan cambios de espesor y/o ancho brusco del pavimento y cuando el pavimento quede en contacto con pavimento existente, obras de arte o con las losas armadas de acceso a las obras de arte y coincidentes con los términos de faena diarios. Estarán provistos de barras de transmisión de cargas de 22 mm de diámetro y 40 cm de longitud, espaciados a 30 cm. Se insertarán 20 cm en el hormigón fresco y el resto de barra quedará recubierto con betún o grasa consistente y envuelto en polietileno que se retirará al momento de dar continuidad a la losa de hormigón. Se dispondrá de una tabla de juntas, sin torceduras ni defectos y con las perforaciones correspondientes para alojar las barras de traspaso de cargas, la tabla será previamente impregnada con desmoldante.

* Juntas longitudinales

Dividirán la calzada en fajas de pavimento de 3.0 a 3.50 m. Serán del tipo machihembradas con ranura de debilitamiento formada con un aserrado de las mismas características a lo señalado en el punto 7.2.9 Juntas – Juntas Transversales de Contracción.

En todas las juntas longitudinales de construcción y contracción, se deberán colocar barras de amarre en forma perpendicular a la junta longitudinal y en el centro del espesor del hormigón, con una tolerancia en cualquier sentido de hasta 10 mm. Se instalarán barras de acero Grado A44-28H con resaltes, de mínimo 650 mm de longitud, de diámetro no inferior a 12 mm y con un espaciamiento entre sí de 650 mm, se podrá utilizar otra cuantía equivalente aprobada por la ITO.

Posterior al aserrado de todo tipo de juntas se deberá aplicar el compuesto de curado especificado.

* Esquinas Agudas

Aquellas esquinas de losas que por efectos del corte vayan a resultar en ángulos inferiores a 90°, serán reforzadas con 2 barras de 12 mm de diámetro dispuestos. En todo caso, el ángulo agudo mínimo aceptable será de 60°, por lo tanto deberá estudiarse previamente una adecuada disposición de juntas.

# Resistencias

La resistencia media a la flexotracción del proyecto será de 50 Kg/cm2. Para efecto de control en terreno se exigirá que la resistencia característica real sea mayor a la resistencia característica del proyecto, las que se determinarán considerando un 20% de fracción defectuosa, el coeficiente de Student dependiendo del número de testigos; la desviación estándar y el coeficiente de variación dependerán de los resultados de flexotracción obtenidos de los testigos.

# Controles

Las exigencias anteriores deberán cumplirse mediante certificados otorgados por laboratorios autorizados.

La superficie terminada del nuevo pavimento deberá estar conforme con los perfiles y secciones transversales aprobados por la ITO, adicionalmente no deberá acusar en todo su desarrollo puntos altos o bajos que excedan 4 mm cuando se coloque sobre ella una regla de 3 m paralela y transversal al eje del camino.

Deberán ejecutarse en forma obligatoria la extracción de testigos para determinar la resistencia a la comprensión a los 28 días y de ahí la resistencia característica a flexotracción, más la determinación de espesor de pavimento.

* Extracción Ensayo Testigos

a) Cantidades: extracción y ensayo de testigos, cada 1.000 m2 de calzada, al menos 1 por calle o 1 por fracción de pavimento.

b) Para determinar la Resistencia a la Flexotracción a los 28 días de edad de una obra se tomará la Resistencia a la Compresión cúbica normal (20\*20) del proyecto dividido por el factor 7,80. Es decir, se acepta la siguiente relación:

$$Resistencia a la Flextracción a los 28 días=\frac{Resistencia a la Compresión a los 28 días}{7,8}$$

c) En todo sector cuyo testigo resulte con defecto, se podrá sacar nuevos testigos utilizando el sistema de cuartear el tramo afectado (dividir en cuatro), según lo indique la I.T.O.

Todo subsector que tenga defecto de resistencia o de espesor se demolerá, salvo que se demuestre técnicamente a satisfacción del SERVIU que no es necesario hacerlo.

* Puesta en servicio

El pavimento podrá ser dado al tránsito una vez que el hormigón alcance una resistencia mínima de 26 Kg/cm2 a la Flexotracción, lo que será determinado en base a testigos de hormigón endurecido y determinado según el punto 6.2.11. Controles – Extracción Ensayo Testigos.

Previo a la recepción final del pavimento el contratista rellenará las perforaciones que se realicen en la losa como producto de la extracción de testigos. Se rellenará hasta aproximadamente 3 cm bajo el nivel superior de la losa con hormigón de igual dosificación al usado en la calzada, más aditivo expansor. Los últimos 3 cm se rellenarán con mezcla asfáltica en frío.

# SOLERAS DE HORMIGÓN DE CEMENTO VIBRADO

Esta especificación se refiere a las soleras prefabricadas de hormigón, utilizadas como límites de restricción en pavimentos y vías de circulación de cualquier tipo que las requieran.

# Extracción de soleras y transporte a botadero

Las soleras que se deban remover según proyecto deberán ser transportadas a los botaderos autorizados y en conformidad con la instrucción de la I.T.O. al respecto.

# Colocación de soleras prefabricadas de hormigón TIPOS “A” y “C”

# Preparación del terreno.

Se debe verificar que la base de fundación se obtenga excavando una zanja en el terreno natural o en la sub-base granular compactada.

Se sugiere que la excavación tenga un ancho mínimo de 35 cm para las soleras tipo A y de 30 cm para las de tipo B y C. Se requiere que la profundidad sea la necesaria para que la cara superior de las soleras quede al nivel especificado en los planos.

El fondo de la excavación requiere presentar una superficie compactada, pareja y limpia de materiales sueltos, basuras, escombros, materia orgánica o restos vegetales.

# Colocación.

Es recomendable que se humedezca ligeramente la excavación y colocar sobre ella una capa de hormigón de 170 Kg de cemento por m3 y 10 cm de espesor mínimo.

La solera se debe colocar sobre la capa de hormigón fresco y se alinea según la dirección del eje de la calzada, o la que indiquen los planos.

Se debe verificar los niveles y pendientes, tomando en consideración que la arista formada por la interacción de la cara inclinada y la cara vertical coincidan con el borde superior de la calzada.

Las soleras se deben colocar lo más ajustadas posibles entre sí, con una separación máxima de 5mm.

Las juntas se rellenan con un mortero de cemento y arena fina en proporción 1:4 en peso.

Se recomienda rellenar el respaldo de las soleras con el mismo hormigón establecido para la base, hasta una altura mínima de 15 cm, medida desde la parte inferior de la solera.

El hormigón y el mortero de junta requieren mantenerse húmedos durante 5 días mínimo, cubriéndolos con algún material que mantenga la humedad o mediante riego frecuente.

Una vez que el hormigón de base y de respaldo y el mortero de juntas haya endurecido lo suficiente, se procede a completar el relleno posterior hasta el borde superior de la solera, de acuerdo al perfil indicado en el proyecto. Para este efecto, salvo que se establezcan otras condiciones, se puede utilizar el mismo material obtenido de las excavaciones, siempre que esté libre de materia orgánica, basuras o bolones.

* Alineamiento, Pendientes y Tolerancias de Colocación.

La línea de soleras debe seguir la misma alineación y pendiente del eje de la calzada, o la que se señale en el proyecto.

Se debe verificar el alineamiento y nivelación de las soleras mediante una regla de longitud aproximadamente igual al doble del largo de los elementos utilizados.

La separación máxima aceptable entre las soleras y la regla, ya sea en la cara superior o en la cara inclinada, puede ser de 4 mm.

#  7.2.3 Requisitos de las soleras

* Requisitos Geométricos y Dimensiónales.

Las soleras se clasifican según en sus dimensiones, en los tipos A, B y C, las cuales se indican en la Tabla 7.1

**TABLA 7.1. DIMENSIONES DE LAS SOLERAS**



\*Tolerancia de +/- 5 mm.

sección 6

* Requisitos de Flexión.

Las soleras deben resistir como mínimo las cargas de flexión que se indican en la Tabla 7.2.

**TABLA 7.2. CARGA DE FLEXIÓN SEGÚN EL TIPO DE SOLERA. (kN)**



* Requisitos de impacto.

Las soleras deben resistir como mínimo las cargas de impacto que se indican en la Tabla 7.3.

**TABLA 7.3. RESISTENCIA AL IMPACTO, SEGÚN EL TIPO DE SOLERA (cm)**

|  |  |
| --- | --- |
| **Valor Promedio Valor Individual Mínimo** | **Tipo de Solera** |
| A | B | C |
| 8070 | 6052 | 4540 |

#  7.2.4 CONTROLES

Los controles de las Soleras “A” y “C”, se deberán realizar de acuerdo a lo establecido en el Manual de pavimentos y Aguas Lluvias de SERVIU.

* ACEPTACIÓN Y RECHAZO

Luego de obtenerse los valores individuales y promedios de las resistencias, se procederá en la siguiente forma:

* Se comprobará si estos valores están de acuerdo con los mínimos individuales anteriormente señalados, en tal caso se aceptará la partida.
* Si en uno o más de los ensayos se hubiese obtenido valores insuficientes, ya sea individuales o promedios, se repetirá(n) dicho(s) ensayo(s), tomando el doble número de muestras.
* Se comprobará nuevamente los valores obtenidos en los ensayos.

# DEMARCACIÓN PAVIMENTO – PINTURA TERMOPLÁSTICA

# DESCRIPCIÓN Y ALCANCES

Esta partida se refiere a pintura correspondiente a la demarcación de pavimento, las características que deben reunir los materiales y equipos a utilizar, incluido el control de calidad en todas sus fases.

El material que se utilice para la demarcación debe asegurar que será perceptible bajo cualquier condición real de circulación, y que no se constituirá en un elemento de riesgo al circular sobre ella.

Estas condiciones tienen relación con la visibilidad diurna y nocturna, y con la resistencia al deslizamiento. Es por ello que en esta partida se ha considerado la aplicación de pinturas termoplásticas de aplicación en caliente.

El carácter retro-reflectante de la demarcación se conseguirá mediante la incorporación de micro-esferas de vidrio durante el proceso de fabricación (sólo para termoplásticos), conjuntamente con un sembrado.

# MATERIALES PINTURA TERMOPLÁSTICA

* Requisitos Básicos

La pintura consiste en una mezcla compuesta por sustancias minerales, resinas, plastificantes y otros componentes, que contiene micro-esferas de vidrio y carece de solventes; se reblandece con el calor, fluidificándose para su aplicación para luego volver a solidificarse al enfriarse. Los termoplásticos deberán cumplir los requisitos básicos indicados en la siguiente tabla.

Tabla 8.1 REQUISITOS BÁSICOS DE LOS TERMOPLÁSTICOS

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **ENSAYE** | **REQUISITO** | **MÉTODO** |
| Color (X, Y) | Debe estar ubicado en el interior del Polígono señalado en la Tabla 5.704.301.A.(Manual de Carreteras 2010 Vol. 5) | UNE 48 – 073 |
| Factor de Luminancia ß | Blanca ≥ 0,80Amarilla ≥ 0,40 | UNE 48 – 073 |
| Envejecimiento Artificial Acelerado | No se debe producir una variación en el factor de luminancia superior a 0,05 respecto al valor original, cuando una muestra ha sido envejecida, y el color deberá permanecer dentro del polígono señalado en 5.704.301.A. (Manual de Carreteras 2010 Vol. 5). | UNE 48 – 251 |
| Punto de Ablandamiento(Ver Nota) | Zona cálida ≥95ºCZona fría ≥75ºC | LNV – 48 |
| Resistencia al Flujo | < 20% cuando es sometida a 60ºC durante 24 horas | UNE 135 – 223 |
| Temperatura de Inflamación | >235ºC | UNE 104-281 |
| Estabilidad al Calor | No deberá variar el factor de luminancia en más de 0,05 respecto al valor original, cuando la muestra ha sido sometida a 200ºC durante 6 horas. | UNE 135-22123 |

* Requisitos de Uniformidad

Para llevar un control de uniformidad de los termoplásticos, estos deberán además cumplir con los requisitos indicados en la siguiente tabla.

Tabla 8.2 REQUISITOS DE UNIFORMIDAD DE LOS TERMOPLÁSTICOS

| **ENSAYE** | **REQUISITO** | **MÉTODO M.C. 2010** |
| --- | --- | --- |
| Color (X, Y) | Polígono de Tabla 5.704.301.A. (Manual de Carreteras 2010 Vol. 5) | 8.602.8 |
| Factor Luminancia β | + 0,02 | 8.602.8 |
| Envejecimiento Artificial Acelerado | No se debe producir una variación en el factor de luminancia superior a 0,05 respecto al valor original, cuando una muestra ha sido envejecida, y el color deberá permanecer dentro del polígono señalado en 5.704.301.A.(Manual de Carreteras 2010 Vol. 5) | 8.602.11 |
| Estabilidad al Calor | + 0,05 | 8.602.10 |

* Micro-esferas de Vidrio

Son pequeños elementos catadióptricos que, unidos al producto, permiten que la demarcación sea visible cuando es iluminada por las luces del vehículo. Serán de vidrio transparente, sin color apreciable y perfectamente esféricas. Las micro-esferas de vidrio que se empleen en las demarcaciones deberán cumplir los requisitos de las siguientes tablas.

Tabla 8.3 REQUISITOS DE LAS MICROESFERAS DE VIDRIO

| **ENSAYE** | **REQUISITO** | **MÉTODO** |
| --- | --- | --- |
| Índice de Refracción | ≥ 1,5 | ASTM 2138, Anexo A |
| Micro-esferas Defectuosas (%) | ≤ 20 | UNE 135-282 |
| Resistencia a Agentes Químicos |  |
| Agua | Debe producir un gasto menor a 10 ml de HCl 0,1 N después de haber sido tratadas con agua. | UNE 135-284 |
| Ácidos | No debe tener defectos después de ser tratadas. | UNE 135-284 |
| Solución 1 N de CaCl2 | No deben tener defectos después de ser tratadas. | UNE 135-284 |
| Granulometría | Se utilizará la granulometría especificada, indicada en la Tabla 5.704.205.B (Manual de Carreteras 2010 Vol. 5). |  |

Tabla 8.4 GRANULOMETRÍAS DE LAS MICROESFERAS DE VIDRIO

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **MALLA****Nº** | **ABERTURA****(µm)** | **% EN PESO QUE PASA [1]** |
| **I (%)** | **II (%)** | **III (%)** |
| 20 | 850 | -- | 100 | 98 – 100 |
| 30 | 600 | -- | 80 – 100 | 75 – 95 |
| 50 | 300 | 100 | 20 – 50 | 9 – 35 |
| 70 | 212 | 90 – 100 | -- | -- |
| 140 | 106 | 10 – 55 | 0 – 10 | 0 – 5 |
| 200 | 75 | -- | 0 – 2 | -- |
| 230 | 63 | 0 – 10 | -- | -- |

**Notas:**

* Banda I: Para incorporar en pinturas previo a su aplicación.
* Banda II: Para incorporar en el material termoplástico o sembrar en pinturas y plásticos en frío.
* Banda III: Para sembrar en Termoplásticos.

[1] Eventualmente se podrán aceptar micro-esferas de vidrio de granulometría diferente, propuesta previamente por el contratista y aceptada por la ITO, a fin de mejorar la retro-reflectancia inicial y residual sin desmedro de su adherencia y durabilidad de la marca.

# PROCEDIMIENTO DE TRABAJO

El procedimiento de trabajo deberá realizarse de acuerdo a lo estipulado en el Manual de Pavimentación y Aguas Lluvias SERVIU RM.

# DEMARCACIÓN PAVIMENTO – PINTURA ACRILICA

# Demarcación de Soleras

# MATERIALES

* Requisitos Básicos

Las demarcaciones se componen de una pintura de tráfico en base acuosa de componentes volátiles orgánicos bajos y de secado rápido, blanca y/o amarilla con una emulsión de polímero acrílico y con medios reflejantes adheridos a la pintura. Los medios reflectivos consistirán en micro-esferas de vidrio y en elementos reflectivos de base unidos.

La pintura acabada será formulada y fabricada con materiales de primera categoría y de secado rápido, tipo resina acrílica en base acuosa, esta pintura debe ser capaz de soportar altas temperaturas del aire y de vía, no puede desparramarse, mancharse, descolorarse, y debe ser capaz de resistir las deformaciones ocasionadas por el tráfico.

* Emulsión de Acrílico Polímero

La pintura consiste en una emulsión polimérica de acrílico de alto espesor.

TABLA 9.1 REQUISITOS BASICOS DE LA PINTURA

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **ENSAYE** | **REQUISITO** | **METODO** |
| Color (X, Y) | Debe estar ubicado en el interior del Polígono señalado en la Tabla 5. | UNE 48 – 073 |
| Factor de Luminancia ß | Blanca ≥ 0,80Amarilla ≥ 0,40 | UNE 48-073 |
| Envejecimiento Artificial Acelerado | No se debe producir una variación en el factor de luminancia (Δβ) superior a 0,05 respecto al valor original, cuando una muestra ha sido envejecida. El color deberá permanecer dentro del polígono señalado en Tabla 5. | UNE 48-251 |
| Tiempo de Secado | ≤ 30 min  | MCC 8.602.19 |
| Flexibilidad | Agrietamiento visible ≤ 12 mm  | MCC 8.602.12 |
| Resistencia al Sangrado | Δβ ≤ 0,05. El color deberá permanecer dentro del polígono señalado en Tabla 5. | MCC 8.602.6 |
| Adherencia | Resistencia minina de 1,96 MPa para espesor de 500 μm de película húmeda sobre probeta normalizada  | MCC 8.602.29 |

Nota: El tiempo de secado debe ser suficientemente alto para permitir el sembrado de las micro-esferas y de los elementos reflectivos unidos, debiendo garantizar una flotabilidad entre 50% y 60% a fin de asegurar la máxima eficiencia de retro-reflectividad de la demarcación.

Toda muestra tomada, ya sea de envase o del estanque de aplicación no deberá variar sus características respecto a lo ofrecido por el fabricante en más de las unidades indicadas en los ensayos indicados en las Tablas 9.2.

* Requisitos de Uniformidad

Para llevar un control de uniformidad, se deberá además cumplir con los requisitos indicados en la siguiente tabla.

TABLA 9.2 REQUISITOS DE UNIFORMIDAD

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **ENSAYE** |  | **REQUISITO** | **METODO** |
| Consistencia Krebs | : | Coeficiente de variación (ν) de la muestras ensayadas ≤ + 10 U.K. | MCC 8.602.4 |
| Contenidos de Sólidos Materia no volátil | : | Coeficiente de variación (ν) de la muestras ensayadas ≤ 2% | MCC 8.602.3 |
| Densidad Relativa | : | Coeficiente de variación (ν) de la muestras ensayadas:≤ + 2% sin perlas incorporadas≤ + 4% con perlas incorporadas | MCC 8.602.5 |
| Poder Cubriente | : | Coeficiente de variación (ν) de la muestras ensayadas ≤ 0,01% | MCC 8.602.2 |

* Medios Reflectivos

Los medios reflectivos serán compuestos de elementos reflectivos unidos de base y de micro-esferas de vidrio para sembrado durante la aplicación debiendo cumplir con los siguientes requisitos:

Elementos reflectivos unidos de base

Los elementos reflectivos unidos de base deben contener micro-esferas de cerámica micro-vidriada transparente o amarillos enlazados a la superficie externa. Los granos de cerámica micro-vidriadas, todos enlazados a los elementos reflectivos, tendrán un índice de refracción mínimo de 1,8 cuando se prueben utilizando el método de inmersión en aceite líquido.

***Micro-esferas de Vidrio:***

Las micro-esferas de vidrio requeridas tendrán un índice de refracción de 1,5 cuando sean probadas por el método de inmersión a 25° C. Las micro-esferas de vidrio serán de superficie tratada para un óptimo funcionamiento con la pintura para demarcación de tráfico. Éstas tendrán un mínimo del 70% de esfericidad según lo medido de acuerdo al método ASTM D1155. La superficie de las micro-esferas de vidrio estará libre de agujeros o despiques y ralladuras. Las micro-esferas de vidrio retenidas en un tamiz #40 (425 micrones) tendrán fuerza mínima de resistencia a agolpamiento (crush strength) de 30 libras de acuerdo con ASTMD 1213. Las microesferas de vidrio deben cumplir con la siguiente especificación de granulometría.

TABLA 9.3 GRANULOMETRIAS DE LAS MICROESFERAS DE VIDRIO (AASHTO M247 Tipo 1 o equivalente)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **NÚMERO DEL TAMIZ (MALLA)** | **ABERTURA INTERIOR (MICRONES)** | **% QUE PASA POR PESO** |
| 20 | 850 | 100 |
| 30 | 600 | 75 - 95 |
| 40 | 425 | - |
| 50 | 300 | 15-35 |
| 80 | 180 | - |
| 100 | 150 | 0-5 |

TABLA 9.4 REQUISITOS DE LAS MICROESFERAS DE VIDRIO

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **ENSAYE** |  | **REQUISITO** | **METODO** |
| Índice de Refracción | : | ≥ 1,5 | ASTM 2138, Anexo A |
| Micro-esferas Defectuosas (%) | : | ≤ 20 | UNE 135-282 |
| Resistencia a Agentes Químicos:Agua | : | Debe producir un gasto menor a 10 ml de HCl 0,1 N después de haber sido tratadas con agua. | UNE 135-284 |
| Ácidos | : | No debe tener defectos después de ser tratadas. | UNE 135-284 |
| Solución 1 N de CaCl2 | : | No deben tener defectos después de ser tratadas. | UNE 135-284 |
| Granulometría | : | Se utilizará la granulometría especificada, indicada en la Tabla 1 |  |

# PROCEDIMIENTO DE TRABAJO

* REQUISITOS BÁSICOS DE LA DEMARCACIÓN

Se deberán considerar cuatro requisitos básicos de las demarcaciones, que deberán cumplir los valores límites que se indican en la Tabla 9.5, estos son Visibilidad Nocturna, Visibilidad Nocturna Mojada, Visibilidad Diurna y Resistencia al Deslizamiento.

TABLA 9.5 REQUISITOS BASICOS DE LA DEMARCACION

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **ENSAYE** | **REQUISITO** | **VALOR ESPECIFICADO** |
| (1)  | Visibilidad Nocturna | Retrorreflectancia geometría (3,5-4,5)mcd (m-2) (lux-1) | ≥ 350 (blanca)≥ 275 (amarilla) |
|  |  | Retrorreflectancia geometría (1,24-2,29) mcd (m-2) (lux-1) | ≥ 150 (blanca)≥120 (amarilla) |
| (2) | Visibilidad Diurna(Ver Nota 1) | Coordenadas cromáticas de los vértices del polígono del color (Ver Nota 3) |  |  | 1 | 2 | 3 | 4 |
| (Blanca) | X | 0,355 | 0,305 | 0,285 | 0,335 |
|  | Y | 0,355 | 0,305 | 0,325 | 0,375 |
| (Amarilla) | X | 0,560 | 0,490 | 0,420 | 0,460 |
|  | Y | 0,440 | 0,510 | 0,440 | 0,400 |
| Factor de Luminancia β: | 0,35 (blanca)0,25 (amarilla) |
| Relación de Contraste (Rc, ver Nota 2) : | ≥ 1,7 |
| (3) | VisibilidadNocturnaMojada | Retrorreflectanciamcd (m-2) (lux-1) | ≥100 (blanca)≥75 (amarilla) | (Según ASTM 2176) |
| (4) | Resistencia al Deslizamiento,medida con Péndulo de Fricción: | ≥ 0,45 |

(1) La visibilidad diurna se medirá empleando como observador patrón 2º, una geometría 45/0 y el iluminante Patrón CIE D-65, expresando el color mediante las coordenadas cromáticas X e Y, y el factor de luminancia como el valor triestímulo "Y", dividido por 100 de acuerdo a los procedimientos establecidos en UNE 48-073.

(2) La Relación de Contraste (Rc) será calculada de acuerdo a:

$$Rc=\frac{βmuestra- βpavimento}{βpavimento}$$

(3) Coordenadas cromáticas según ASTM D-4280-96 “Specification for Extended Life Type, Nonplowowable, Prismatic, Raised, Retroreflective Pavement Markers”

(4)La Retrorreflectancia inicial de una instalación será el valor promedio determinado según los procedimientos de medición y muestreo delineados en ASTM D 6359, utilizando a retrorreflectómetro de 30 metros (98,4 pies). El retrorreflectómetro de 30 metros (98,4 pies) medirá el coeficiente de retro reflejada, RL, a un ángulo de la observación de 1,050 y a un ángulo de entrada de 88,76 grados. RL se expresa en unidades de milicandelas por pie cuadrado por pie-candela [(mcd (pie2) (fc-1]. El equivalente métrico se expresa en mili candelas por metro cuadrado por lux [mcd (m-2) (lux-1)]. El funcionamiento inicial de la demarcación de pavimento debe medirse en un plazo de 7 días después de la aplicación.

# APLICACIÓN

El contratista suministrará el equipo y aplicará los materiales según las especificaciones siguientes:

# Equipo

El equipo será capaz de producir las demarcaciones que cumplan con las siguientes características utilizando los materiales establecidos en la presente especificación.

* El equipo debe ser móvil, de demarcación de pavimento montado en un camión y/o autónomo.
* El equipo será diseñado para mantener una velocidad uniforme durante aumento o disminución de pendientes de la vía.
* El equipo será capaz de rociar el pavimento, con la pintura de demarcación de tráfico, e inmediatamente deberá dejar caer los elementos reflectivos y las micro-esferas de vidrio en un paso único a una velocidad máxima de 13 Km./h
* Si utiliza un equipo que tenga un intercambiador de calor debe ser capaz de calefaccionar y mantener la temperatura de líquido que no exceda 38 °C en el intercambiador de calor y 38° C en la boquilla del equipo airless, para permitir el rociado apropiado de la pintura de demarcación de tráfico.

En cualquier momento a través de la duración del proyecto, el contratista que aplique proporcionará el acceso libre a su equipo de aplicación para que lo inspeccione el profesional a cargo, su representante autorizado, o el representante de los materiales.

# Condiciones de Aplicación

**Humedad**

Las demarcaciones serán aplicadas solamente durante condiciones de tiempo seco y cuando la superficie del pavimento esté seca y libre de la humedad.

**Temperatura del Aire y Humedad**

Las demarcaciones serán aplicadas solamente cuando el pavimento y temperatura del aire están sobre los 10 °C bajo condiciones de humedad de 85% o menos.

**Preparación de la superficie**

Las operaciones de la demarcación no comenzarán hasta que el trabajo aplicable de la preparación de la superficie esté terminado y aprobado por el Inspector Técnico.

Antes de aplicar las demarcaciones, el contratista quitará cualquier demarcación existente que muestren restos de ellas obvias de degradación y/o la carencia de la adherencia.

Antes de aplicar las demarcaciones, el contratista quitará todos los compuestos de curado utilizados en las nuevas superficies de concretos de HCV o Asfaltos.

Antes de aplicar las demarcaciones, el contratista quitará toda la suciedad, arena, polvo, aceite/petróleo, engrase y cualquier otro contaminante de la superficie del pavimento, camino o calle pueda tener.

**Pre-marcado**

Previo a la aplicación de las demarcaciones, el contratista efectuará un replanteo de ellas, que garantice una perfecta terminación. Para ello se colocarán en el eje de la demarcación o en su línea de referencia, círculos de no más de 30 mm de diámetro, pintados con el mismo color que se utilizará en la demarcación definitiva, separados entre sí por una distancia no superior a cinco metros en curva y diez metros en recta. En casos especiales en que se requiera mayor precisión se utilizarán premarcados cada 50 cm.

**Dimensiones**

La demarcación retroreflectiva del pavimento será colocada solamente en superficies correctamente preparadas y en las dimensiones según lo señalado en los planos del contrato. Todas las demarcaciones serán aplicadas en concordancia con lo establecido por los organismos pertinentes y según las recomendaciones entregadas por el “Manual de Señalización de Tránsito” del Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones – ACHS (2002), en adelante MST, aun aquellas que no estén señaladas en los planos referenciales respectivos del proyecto, incluyendo flechas direccionales, zonas de no bloquear cruce, zona de escuela, zonas de parada de buses etc. donde corresponda.

**Otras Restricciones**

El Inspector técnico determinará restricciones y requisitos adicionales de las condiciones del tiempo y del pavimento, necesarias para resolver todas las otras especificaciones de la aplicación y para producir las demarcaciones que se realicen a la satisfacción del proyecto. Si la superficie del pavimento contiene una considerable macrotextura o el agregado muy grande utilizado en mezclas abiertas de fricción del grado o del asfalto o de la matriz de la piedra, puede requerir de preparación superficial adicional antes de su aplicación de la pintura para demarcación. En este caso cualquier tratamiento previo deberá ser autorizado previamente por la ITO.

# Espesor Líquido

La pintura líquida será aplicada a un espesor de 635 ± 51 micrones (25 mils ± 2 mils) de espesor de película en húmedo para terminar en un espesor seco de 17 mils ± 2 mils.

# DEMARCACION ELEVADA

# Tachas

Las tachas y tachones deberán cumplir con las especificaciones contenidas en el Manual de Señalización de Transito, Capitulo 7, del Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones, deberán cumplir con las exigencias de la norma ASTM D 4280.

La retroreflectancia exigida dependerá del color del elemento reflectante y los valores mínimos que deberá cumplir serán los señalados en la Tabla 1 de la norma ASTM D 4280, indicados en unidades de mcd/lx.

# Adhesivos

Las tachas y tachones  se deberán adherir al pavimento con la resina epóxica que recomiende el fabricante en función del tipo y estado del pavimento. En todo caso, el adhesivo deberá asegurar un tiempo de secado que no sobrepase los 25 minutos y que las tachas no sufran desplazamientos o movimientos al ser golpeadas por los vehículos, después de transcurridas 12 horas desde su colocación.  La ITO ordenará el cambio del adhesivo si éste no cumple con los requisitos estipulados.

El área del pavimento donde se colocará la tacha deberá estar libre de polvo, compuestos de curado, grasa, aceite, pintura o cualquier otra materia extraña que pudiere afectar negativamente la acción ligante del adhesivo. Para estos efectos, la superficie indicada se deberá limpiar con un disco esmerilador de grano grueso, mediante chorro de arena o mediante un procedimiento de similar efectividad.

El adhesivo epóxico se deberá preparar de acuerdo con las instrucciones del fabricante, considerando que las cantidades requeridas dependen de la textura de la superficie del pavimento.  En todo caso, no se deberá preparar más mezcla adhesiva que la que se pueda utilizar en 10 minutos.

La mezcla adhesiva se deberá aplicar mediante una espátula a la base de la tacha o a la superficie del pavimento, en una cantidad tal que cubra totalmente la superficie de contacto, sin presentar huecos, más un leve exceso.

Las tachas se deberán colocar en su posición tan pronto como sea posible, con un procedimiento que asegure que, respecto del eje del camino, no sufrirá desviaciones mayores que 2 mm, medidos en los extremos. Una vez instalada la tacha se deberá presionar hasta que el pegamento salga por los bordes.  Todo exceso de adhesivo se deberá limpiar y retirar inmediatamente.  No se aceptará que el pegamento fluya sobre la cara reflectante de la tacha.

Las tachas deberán ser protegidas de golpes por un lapso mínimo de 30 minutos después de colocadas. Además, durante el período que dure el proceso de endurecimiento del pegamento, se deberán tomar todas las precauciones necesarias para evitar que el tránsito pase sobre las tachas.  Para esto, el Contratista deberá colocar conos, barreras y la señalización de faenas necesarias.