




GERENCIA DESARROLLO DE PROYECTOS  
GERENCIA DE INGENIERÍA OBRAS Y ARQUITECTURA

INGENIERÍA DE DETALLE  
TALLERES Y COCHERAS LÍNEA 6  
METRO DE SANTIAGO

CONTRATO N° PL6-0703-02-13

ACCESO VIAL AL PREDIO  
ESPECIFICACIÓN TÉCNICA DE PAVIMENTOS

0	10/07/14	CONSTRUCCIÓN	MBB	MMF	IZH	MJE	
B	30/06/14	APROBACIÓN METRO	MBB	MMF	IZH	MJE	
A	05/06/14	REVISIÓN INTERNA	MBB	MMF	IZH		
REV.	FECHA	EMITIDO PARA	PREP	REV	J. ESP	J. PROY.	METRO
						APROBÓ	
			N° METRO S.A.		PL6-ID-0104-ETP-850-OV-00001-R00		REV.00
			Página 1 de 27				

**VÁLIDO PARA  
CONSTRUCCIÓN**

■ ÍNDICE

<b>1. GENERALIDADES.....</b>	<b>5</b>
1.1. PROPOSITO.....	5
1.2. NORMAS Y REGLAMENTOS APLICABLES.....	5
<b>2. MOVIMIENTO DE TIERRAS.....</b>	<b>5</b>
2.1. REPLANTEO GEOMÉTRICO.....	5
2.2. SUB-RASANTE MEJORADA.....	6
2.2.1. Generalidades.....	6
2.2.2. Características de los Materiales.....	6
2.2.3. Procedimientos de trabajo.....	6
2.2.4. Control de Calidad.....	7
<b>3. GEOTEXTIL.....</b>	<b>7</b>
3.1. GENERALIDADES.....	7
3.2. MATERIALES.....	7
3.3. PROCEDIMIENTOS DE TRABAJO.....	8
<b>4. SUB-BASE GRANULAR.....</b>	<b>9</b>
4.1. GENERALIDADES.....	9
4.2. MATERIALES.....	9
4.3. PROCEDIMIENTOS DE TRABAJO.....	10
4.4. CONTROL DE CALIDAD.....	11
<b>5. BASE GRANULAR.....</b>	<b>12</b>
5.1. GENERALIDADES.....	12
5.2. MATERIALES.....	12
5.3. PROCEDIMIENTOS DE TRABAJO.....	12
5.4. CONTROL DE CALIDAD.....	14
<b>6. RIEGO DE IMPRIMACIÓN.....</b>	<b>15</b>
6.1. GENERALIDADES.....	15
6.2. MATERIALES.....	15
6.2.1. Asfaltos.....	15
6.2.2. Arenas.....	15
6.3. PROCEDIMIENTOS DE TRABAJO.....	15

■ **ÍNDICE**

6.4. CONTROL DE CALIDAD .....	17
<b>7. MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE.....</b>	<b>17</b>
7.1. GENERALIDADES.....	17
7.2. MATERIALES.....	17
7.2.1. Áridos .....	17
7.2.1.1. Fracción Gruesa .....	17
7.2.1.2. Fracción Fina.....	17
7.2.1.3. Polvo Mineral (Filler).....	18
7.2.1.4. Mezcla de áridos.....	18
7.2.2. Cemento Asfáltico .....	19
7.3. PROPIEDADES DE LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS .....	19
7.4. PROCEDIMIENTOS DE TRABAJO.....	19
7.5. CONTROL DE CALIDAD .....	21
<b>8. PAVIMENTO DE VEREDAS.....</b>	<b>21</b>
8.1. GENERALIDADES.....	21
8.2. MATERIALES.....	21
8.2.1. SubBase Granular .....	21
8.2.2. Cama de arena .....	22
8.2.3. Hormigón HCV.....	22
8.3. PROCEDIMIENTOS DE TRABAJO.....	23
8.4. CONTROL DE CALIDAD .....	23
<b>9. SOLERAS .....</b>	<b>24</b>
9.1. GENERALIDADES.....	24
9.2. MATERIALES.....	24
9.3. PROCEDIMIENTOS DE TRABAJO.....	24
9.4. CONTROL DE CALIDAD .....	25
<b>10. SOLERILLAS.....</b>	<b>26</b>
10.1. GENERALIDADES .....	26
10.2. MATERIALES .....	26
10.3. PROCEDIMIENTOS DE TRABAJO .....	26
10.4. CONTROL DE CALIDAD .....	27

## ■ ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Banda Granulométrica de la Sub-Base .....	9
Tabla 2. Banda Granulométrica de la Base.....	12
Tabla 3. Banda Granulométrica de Arenas .....	15
Tabla 4. Requisitos para la fracción gruesa .....	17
Tabla 5. Requisitos para la fracción fina .....	18
Tabla 6. Granulometría del polvo mineral .....	18
Tabla 7. Requisitos para áridos combinados.....	18
Tabla 8. Banda Granulométrica IV-12 .....	18
Tabla 9. Diseño de mezcla .....	19
Tabla 10. Banda Granulométrica de sub-base granular en vereda.....	21
Tabla 11. Banda Granulométrica de la cama de arena en vereda .....	22

## 1. GENERALIDADES

### 1.1. PROPOSITO

Las presentes Especificaciones Técnicas corresponden a los diferentes elementos empleados en las obras de pavimentación del Acceso Vial al Predio, que forma parte del proyecto Cocheras y Talleres Línea 6, Metro de Santiago, Municipio de Cerrillos, Región Metropolitana Chile.

### 1.2. NORMAS Y REGLAMENTOS APLICABLES.

En todo aquello que no sea cubierto por las presentes Especificaciones, son aplicables las siguientes Normas y documentos:

NCh 347	Prescripciones de seguridad en las demoliciones.
NCh 349	Prescripciones de seguridad en excavaciones.
NCh 353	Mensuras en obras de edificación. Prescripciones.
NCh 383	Prescripciones de seguridad en el almacenamiento de explosivos.
NCh 384	Medidas de seguridad en el empleo de explosivos.
NCh 385	Medidas de seguridad en el transporte de materias inflamables.
NCh 436	Prescripciones generales acerca de prevención de accidentes del trabajo.
NCh 438	Protecciones de uso personal.
NCh 439	Señales para prevención de accidentes en la industria.
NCh 183	Baldosas de mortero de cemento
NCh0170	Hormigón - Requisitos generales (Modificación parcial de NCh170:1985)
NCh0171	Hormigón - Extracción de muestras del hormigón fresco
NCh1038	Hormigón - Ensayo de tracción por flexión

Código de Normas y Especificaciones Técnicas de Obras de Pavimentación

Manual de Pavimentación y Aguas Lluvias

Manual de Carreteras.

Cuando se cite una Norma Extranjera que tenga su equivalente en una Norma Chilena (NCh), se utilizará esta última.

## 2. MOVIMIENTO DE TIERRAS

### 2.1. REPLANTEO GEOMÉTRICO

Antes de iniciar los trabajos de pavimentación, el CONTRATISTA replanteará la solución geométrica del proyecto en planta, definiendo los ejes, vértices y deflexiones en terreno así como las líneas de soleras. No se podrá continuar con las etapas posteriores de la ejecución de las obras, mientras la Inspección Técnica de Obras (de aquí en más nombrada como ITO en el presente documento) no haya recepcionado satisfactoriamente esta partida, registrándola en el Libro de Obras.

El CONTRATISTA deberá velar por la conservación de los puntos de referencia entregados por la ITO para la ejecución de los trabajos, debiendo proceder a su reemplazo inmediato cuando éstos resulten dañados o desplazados, verificándose previamente su posición.

Serán de cargo del CONTRATISTA las estacas y otros materiales necesarios para materializar las cotas y referencias que solicite la ITO.

## 2.2. SUB-RASANTE MEJORADA

### 2.2.1. Generalidades

Esta Sección se refiere a los trabajos requeridos para conformar la plataforma del camino a nivel de subrasante, dejándola en condiciones adecuadas para recibir las capas siguientes, tales como subbases, bases y capas de rodadura o cualquier otra que se especifique en el Proyecto.

### 2.2.2. Características de los Materiales

En la Memoria de Cálculo de Pavimentos se justifica la necesidad de un mejoramiento del suelo natural. Por tanto, éste se reemplazará por una sub-rasante mejorada, que consistirá en una mezcla homogénea de suelo natural y chancado. Se deberá utilizar grava arenosa, con un máximo de un 10% de finos en material cortado en 3" (pase #200 ASTM<10%) y un índice de plasticidad no superior a 6 ( $IP < 6$ ).

El espesor de capa quedará condicionado al peso del rodillo vibrador que se utilice para alcanzar una compactación mínima equivalente al 95% de la densidad máxima del Próctor Modificado.

El tamaño máximo de las partículas a considerar no debe sobrepasar 2/3 del espesor de la capa, siendo inferior en todo caso a 6".

Se recomienda efectuar áreas de prueba de compactación al inicio de las obras para ajustar el espesor de capa y el número de pasadas de rodillo.

### 2.2.3. Procedimientos de trabajo

#### Perfiladura

Antes de comenzar los trabajos de preparación de la subrasante, se deberá estacar cada 20 m entre sí y en los puntos intermedios que sean necesarios, el eje, bordes de la plataforma y soleras así como cualquier otro punto del perfil a nivel de subrasante que se requiera, para dar a la plataforma, los bombeos, peraltes y quiebres previstos en los perfiles transversales del Proyecto. El ITO utilizará este estacado para establecer, a nivel de subrasante, el cumplimiento del alineamiento vertical y horizontal del camino.

La superficie de la subrasante terminada deberá quedar suave y uniforme en todo su ancho, libre de bolones a la vista de dimensiones mayores a 10 cm. Las tolerancias de terminaciones serán de 0,0 cm sobre y hasta 3,0 cm por debajo de las cotas establecidas en el Proyecto.

#### Compactación

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 II – D, o un 80% de la densidad relativa, NCh 1726, según corresponda.

El CONTRATISTA deberá solicitar la recepción de esta partida, antes de proceder a la colocación de la capa estructural siguiente.

#### 2.2.4. Control de Calidad

##### a) De compactación

Un ensayo de densidad “in-situ” cada 350 m<sup>2</sup> como máximo por capa o cada 50 m de Calle o Pasaje.

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

##### b) De uniformidad de compactación

En caso que la I.T.O. encuentre poco homogénea la uniformidad de la compactación del material de sub-rasante, solicitará al autocontrol de la Empresa CONTRATISTA un control de uniformidad de la compactación realizada a través del Martillo Clegg y/o densímetro nuclear. En el caso del Martillo Clegg, se generará una cuadrícula uniforme de puntos de sondeo con un mínimo de 50 puntos por cuadra (Cuadra de  $\pm 110$  m de longitud) distribuidos uniformemente cuidando de que alguno de los sondeos se encuentre aproximadamente a 50 cm de un punto de control de densidad, que cumpla con el estándar de compactación especificado, al que se denominará valor de impacto Clegg de referencia (VICr).

En todas aquellas zonas que se registre un VIC inferior al de referencia, se deberá reponer localmente la compactación hasta que se verifique que  $VIC \geq VICr$ .

##### c) De graduación de la mezcla

Un ensayo cada 150 m<sup>3</sup> o 1 ensayo cada 300 ml de calzada

##### d) CBR

Un ensayo por calle o pasaje como mínimo. De detectarse heterogeneidad del suelo de sub-rasante o de rellenos, se tomarán otros CBR complementarios.

##### e) Las acciones de control serán realizadas por el laboratorio del CONTRATISTA.

### 3. GEOTEXTIL

#### 3.1. GENERALIDADES

Esta Sección se refiere a la provisión y colocación de telas del tipo geotextil para ser utilizadas en la estabilización del suelo natural, cuando la diferencia de cota entre el acabado del pavimento y el terreno natural es inferior a 0,94 m.

#### 3.2. MATERIALES

Las telas del tipo geotextil deberán estar conformadas por fibras de poliéster, polipropileno o de una combinación de ellas, unidas por fusión, agujado o algún otro medio adhesivo, y que se ajusten a la norma AASHTO M288 y a los requisitos señalados en las tablas que se presentan más adelante.

Los valores de los requisitos de estas tablas representan valores mínimos promedio de rollo, en la dirección principal más débil, salvo la abertura aparente, para la cual se indica el máximo valor promedio de rollo. La elongación a la rotura de la tela geotextil ( $\epsilon_r$ ), se medirá de acuerdo a la norma ASTM D 4632.

Los rollos del geotextil deberán llevar, en su envoltorio, el nombre del fabricante y la identificación del producto. El envoltorio y la etiqueta deben ser los originales de fábrica. El fabricante deberá acreditar los valores mínimos

promedio por rollo de geotextil, a través de un certificado de control de calidad, el cual, deberá ser emitido por algún laboratorio nacional o internacional de acuerdo al estándar ASTM D4759. El certificado deberá ser presentado ante el ITO antes de comenzar las obras.

No se permitirá el tránsito de vehículos o de equipos de construcción directamente sobre la tela geotextil. Las obras de colocación y relleno se ejecutarán por tramos, los cuales deberán quedar terminados en lo posible al final de la jornada, a no ser que el ITO lo autorice de otra manera.

Los geotextiles empleados en el mejoramiento de la subrasante en los Talleres y Cocheras de la Línea 6, deberá cumplir los requisitos definidos en la tabla 5.204.202 del Manual de Carreteras (Vol.5).

### 3.3. PROCEDIMIENTOS DE TRABAJO

#### Transporte y Bodegaje del Geotextil

El producto recibido en faena con envoltorio y etiqueta original de fábrica, deberá señalar claramente el nombre del fabricante, el tipo de la tela geotextil y el número del rollo. Cada rollo de geotextil deberá estar envuelto con material que lo proteja de daños durante su transporte, del agua, de la luz solar y contaminantes, debiéndose mantener dicha envoltura, hasta que el material sea utilizado en la obra. El producto deberá ser almacenado en lugares protegidos del sol, libres de humedad y alta temperatura.

#### Costurado

Los paños de geotextil deberán unirse mediante costurado, de un color que contraste con el de la tela. Se usará hilo de poliéster o polipropileno de alta resistencia. Sin embargo, para geotextil de control de erosión, el hilo deberá ser resistente además al U.V., según la norma ASTM D 4355. El procedimiento de costurado en cada caso, deberá ser recomendado por el fabricante o el proveedor del producto. Alternativamente, si el ITO lo autoriza, el costurado podrá ser reemplazado mediante traslapes de la tela durante su colocación. Los traslapes mínimos se regirán por lo especificado ).

#### Geotextil para Estabilización de Suelos

La tela geotextil a utilizar para estabilización de suelos de bajo poder de soporte, deberá cumplir los requisitos de la Tabla 5.204.202.A. del Manual de Carreteras (Vol. 5). Su colocación se regirá por lo especificado en el numeral 5.204 del Manual de Carreteras (Vol 5).

La tela geotextil deberá colocarse sobre la superficie previamente preparada, al menos emparejada, compactada si ello es posible, y libre de elementos punzantes y cortantes. El geotextil deberá colocarse cuidadosamente sin arrugas o pliegues; no se permitirá transitar sobre la tela sin protección. Los rollos extendidos deberán unirse mediante costurado.

Alternativamente, si el ITO lo autoriza, la unión podrá ser traslapada, en cuyo caso el traslape mínimo será de 0,75 m.

En las curvas, el geotextil podrá ser plegado o cortado, para adaptarlo al trazado del camino. El doblez o traslape será a favor del avance de la construcción y se mantendrá unido mediante costurado o traslape, según corresponda.

Antes de ser cargado, el geotextil colocado deberá ser inspeccionado en busca de posibles daños de instalación. En caso que los hubiese, estos serán reparados inmediatamente, cubriéndolos con un paño de tela que se extienda como mínimo 0,75 m alrededor de toda la zona dañada.

El material de recubrimiento del geotextil, no deberá descargarse directamente sobre la tela, sino que deberá acopiarse sobre material previamente colocado sobre ella, para luego ser distribuido uniformemente mediante



equipos y procedimientos adecuados. El espesor de la primera capa será de mínimo 0,30 m o de un espesor mayor que establezca el ITO, según las condiciones del terreno.

No se permitirá el tránsito de vehículos directamente sobre el geotextil. Tampoco se permitirán virajes de vehículos sobre la primera capa de material ya colocado, ni el uso de equipo vibratorio para la compactación de la primera capa.

## 4. SUB-BASE GRANULAR

### 4.1. GENERALIDADES

En esta Sección se definen las operaciones requeridas para la provisión, mezclado, colocación, perfiladura y compactación de subbases granulares. Para los efectos de estas especificaciones, se denomina subbase a la capa granular localizada entre la subrasante y la base granular en los pavimentos flexibles. Estos materiales también se utilizarán en la construcción de otras obras que señale el Proyecto.

### 4.2. 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 de partículas chancadas para lograr el CBR especificado (mínimo 35%) y el 60 % o más de las partículas retenidas en el tamiz N° 4 ASTM (American Society for Testing 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.

Tamiz ASTM	% Pasa en peso
2"	100
1"	55 - 100
3/4"	30 - 75
N° 4	20 - 65
N° 10	10 - 50
N° 40	5 - 30
N° 200	0 - 20

Tabla 1. Banda Granulométrica de la Sub-Base

Además deberá cumplir:

- Límites de Atterberg: La fracción del material que pasa la malla No 40 deberá tener un límite líquido (L.L.) inferior a 35% y un índice de plasticidad (I.P.) inferior a 8.
- Desgaste de Los Angeles: El agregado grueso deberá tener un desgaste inferior a un 40% de acuerdo al ensayo de desgaste "Los Angeles", NCh 1369.
- Poder de soporte California (CBR): El CBR debe ser igual o superior al 35%. Se medirá 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 II – D.

#### 4.3. PROCEDIMIENTOS DE TRABAJO

La colocación de los materiales de subbase sólo se iniciará una vez que se haya dado cumplimiento a los requerimientos establecidos en el apartado correspondiente a la Subrasante.

La subbase granular no deberá extenderse sobre superficies que presenten capas blandas, barrosas, heladas o con nieve.

Los procedimientos de colocación del material, deberán asegurar que al perfilarse y compactarse según lo especificado, la subbase se ajustará a los perfiles longitudinales y transversales del Proyecto. Los sectores de camino donde se coloquen subbases granulares, deberán estacarse emplazando puntos de referencia altimétrica y de ubicación del eje y bordes, a distancias no superiores a 20 m entre sí. Deberán estacarse además, todos los puntos singulares del trazado. En zonas de transición de peraltes, las estacas se deberán colocar a 10 m de distancia entre sí, como máximo.

##### Confección

La confección de la subbase deberá ejecutarse en plantas procesadoras fijas o móviles, que aseguren la obtención de material que cumpla con los requisitos establecidos. El material deberá acopiarse en canchas habilitadas especialmente para este efecto, de manera que no se produzca contaminación ni segregación de los materiales.

##### Colocación

La subbase debidamente preparada se extenderá sobre la plataforma del camino mediante equipos distribuidores autopropulsados, debiendo quedar el material listo para ser compactado sin necesidad de mayor manipuleo para obtener el espesor, ancho y bombeo deseado. Alternativamente, la subbase podrá transportarse y depositarse sobre la plataforma del camino, formando pilas que den un volumen adecuado para obtener el espesor, ancho y bombeo especificado. En este último caso, los materiales apilados deberán mezclarse por medios mecánicos hasta obtener la homogeneidad y humedad necesaria, tras lo cual se extenderán uniformemente.

La subbase deberá construirse por capas de espesor compactado no superior a 0,30 m ni inferior a 0,12 m. El material extendido deberá ser de una granulometría uniforme, no debiendo presentar bolsones o nidos de materiales finos o gruesos.

##### Compactación

El material se deberá compactar hasta que se haya asentado y estabilizado enteramente y alcanzado un nivel de densificación mínimo de 95% de la D.M.C.S., obtenida en el ensayo Proctor Modificado, NCh 1534 II-D.

En los lugares de anchos inaccesibles a los equipos usuales de compactación, el material deberá compactarse con pisonés mecánicos manuales u otros equipos, hasta alcanzar la mínima densidad establecida.

##### Terminación

Una vez terminada la compactación y perfiladura de la subbase, ajustándose a los perfiles longitudinales y transversales del Proyecto, ésta deberá presentar una superficie de aspecto uniforme y sin variaciones en cota en ningún lugar, mayores que +0,0 cm y -1,0 cm para subbases, con respecto a las cotas establecidas en el Proyecto.

Si se detectaran áreas a un nivel inferior a la tolerancia especificada, éstas deberán escarificarse en un espesor mínimo de 0,10 m para enseguida agregar material, regar, recompactar y terminar la superficie hasta dar cumplimiento a lo establecido. Las áreas a un nivel superior a la tolerancia especificada, serán rebajadas, regadas y compactadas nuevamente hasta cumplir con lo establecido.

#### Mantenición

El CONTRATISTA deberá mantener la subbase en condiciones satisfactorias hasta la construcción de la siguiente capa. Si el ITO constata deterioros o deformaciones, ésta ordenará al CONTRATISTA efectuar las reparaciones que estime necesarias, como requisito previo para autorizar la colocación de la capa superior.

Cualquier daño producido a la subbase por efecto de congelamiento, precipitaciones u otras condiciones climáticas adversas, deberá ser reparado por cuenta del CONTRATISTA.

#### **4.4. CONTROL DE CALIDAD**

a) Compactación: En la capa de sub-base, se efectuará un ensayo de Densidad " in-situ " cada 500 m<sup>2</sup> como máximo o cada 75 m de calzada de calle o pasaje.

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

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.

b) 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 realizada a través del Martillo Clegg o densímetro nuclear. En el caso del Martillo Clegg, se generará una cuadrícula uniforme de puntos de sondeo con un mínimo de 50 puntos por cuadra (Cuadras de  $\pm 110$  m de longitud) uniformemente cuidando de que alguno de los sondeos se encuentre aproximadamente a 50 cm de un punto de control de densidad, que cumpla con el estándar de compactación especificado, al que se denominará valor de impacto Clegg de referencia (VICr).

En todas aquellas zonas que se registre un VIC inferior al de referencia, se deberá reponer localmente la compactación hasta que se verifique que  $VIC \geq VICr$ .

c) C.B.R. : Un ensayo por obra si el material proviene de una planta de áridos fija o uno por planta de procedencia. Un ensayo cada 300 m<sup>3</sup>, si se prepara "in - situ".

d) Graduación y Límites de Atterberg: Un ensayo por obra si el material proviene de una planta de áridos fija o uno por planta de procedencia. Un ensayo cada 150 m<sup>3</sup>, si se prepara "in - situ".

e) Desgaste "Los Angeles": Un ensayo por obra si el material proviene de una planta de áridos fija o uno por planta de procedencia. Un ensayo cada 300 m<sup>3</sup>, si se prepara "in - situ".

f) Tolerancia de espesor y terminación superficial: Se aceptará una tolerancia de terminación máxima de + 0 y - 10 mm. En puntos aislados, se aceptará hasta un 5% menos del espesor de diseño.

g) Las acciones de control serán realizadas por el laboratorio del CONTRATISTA.

h) 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.

## 5. BASE GRANULAR

### 5.1. GENERALIDADES

Esta Sección se refiere a la confección, colocación y compactación de bases granulares, ubicadas sobre una subbase y destinadas a formar parte de la estructura de un pavimento asfáltico de rodadura del tipo concreto asfáltico. Estos materiales también se utilizarán en la construcción de otras obras que señale el Proyecto.

### 5.2. MATERIALES

El material a utilizar deberá estar constituido por un suelo del tipo grava arenosa, homogéneamente revuelto, libre de grumos o terrones de arcilla, de materiales vegetales o de cualquier otro material perjudicial.

Deberá contener un porcentaje de partículas chancadas para lograr el CBR especificado y el 60 % o más de las partículas retenidas en el tamiz N° 4 ASTM, tendrán a lo menos 2 caras fracturadas.

Deberá estar comprendida dentro de la siguiente banda granulométrica:

Tamiz ASTM	% Pasa en peso
2"	100
1 1/2"	70 - 100
1"	55 - 85
3/4"	45 - 75
3/8"	35 - 65
N° 4	25 - 55
N° 10	15 - 45
N° 40	5 - 25
No 200	0 - 8

Tabla 2. Banda Granulométrica de la Base

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.

Además deberá cumplir:

- 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 Angeles": El agregado grueso deberá tener un desgaste inferior a un 35% de acuerdo al ensayo de desgaste "Los Angeles", NCh 1369.
- Poder de soporte California (CBR)-Base CBR 100%: 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 II – D, o al 80% de la densidad relativa, NCh 1726, según corresponda.

### 5.3. PROCEDIMIENTOS DE TRABAJO

La base granular no deberá extenderse sobre superficies que presenten capas blandas, barrosas, heladas o con nieve.

Los procedimientos de confección y colocación del material deberán asegurar que al perfilarse y compactarse según lo especificado, la base granular se ajustará a los perfiles longitudinales transversales del Proyecto. Los sectores de

camino donde se coloquen bases granulares deberán estacarse emplazando puntos de referencia altimétrica y de ubicación del eje y bordes, a distancias no superiores a 20 m entre sí. Deberán estacarse además, todos los puntos singulares del trazado. En zonas de transición de peraltes, las estacas se deberán colocar a 10 m de distancia entre sí, como máximo.

#### Confección

La confección de la base granular deberá efectuarse en plantas procesadoras fijas o móviles, que aseguren la obtención de material que cumpla con los requisitos establecidos. El material deberá acopiarse en canchas habilitadas especialmente para este efecto, de manera que no se produzca contaminación ni segregación de los materiales.

#### Colocación

La base granular debidamente preparada, se extenderá sobre la plataforma del camino mediante equipos distribuidores autopropulsados, debiendo quedar el material listo para ser compactado sin necesidad de mayor manipuleo para obtener el espesor, ancho y bombeo deseado. Alternativamente, el material podrá transportarse y depositarse sobre la plataforma del camino, formando pilas que den un volumen adecuado para obtener el espesor, ancho y bombeo especificado. En este último caso, los materiales apilados deberán mezclarse por medios mecánicos hasta obtener la homogeneidad y humedad necesaria, tras lo cual se extenderán uniformemente.

La base deberá construirse por capas de espesor compactado no superior a 0,30 m ni inferior a 0,12 m. Espesores superiores a 0,30 m, se extenderán y compactarán en capas. El material extendido deberá ser de una granulometría uniforme, no debiendo presentar bolsones o nidos de materiales finos o gruesos.

#### Compactación

Una vez extendido el material, éste deberá compactarse mediante rodillos preferentemente del tipo vibratorio para terminarse con rodillos lisos o neumáticos. El rodillado deberá progresar en forma gradual desde el punto bajo de los costados hacia el centro de la vía en construcción, traslapando cada pasada con la precedente en por lo menos la mitad del ancho del rodillo.

Las bases granulares se deberán compactar hasta que el material haya alcanzado un nivel de densificación mínimo de 95% de la D.M.C.S., obtenida en el Ensayo Proctor Modificado, NCh 1534 II-D o al 80% de la Densidad Relativa (D.R.), NCh 1726.

En los lugares inaccesibles a los equipos usuales de compactación, el material deberá compactarse con piones mecánicos manuales u otros equipos, hasta alcanzar la mínima densidad establecida.

#### Terminación

Una vez terminada la compactación y perfiladura de la base granular, ajustándose a los perfiles longitudinales y transversales del Proyecto, ésta deberá presentar una superficie de aspecto uniforme y sin variaciones en cota en ningún lugar, mayores que +0,0 cm y -1,0 cm para bases granulares de poder de soporte igual o mayor que 80% CBR. Asimismo, para bases granulares de  $\text{CBR} \geq 100\%$  la tolerancia de terminación será de +1,0 cm y -1,0 cm con respecto a las cotas establecidas en el Proyecto.

No obstante que se aceptarán las tolerancias de terminación señaladas para las bases granulares, el CONTRATISTA tomará todas las precauciones necesarias para cumplir con los requisitos de espesor, lisura, y otros exigidos para el pavimento o tratamiento a construir sobre ellas.

Si se detectaran áreas a un nivel inferior a la tolerancia especificada, éstas deberán escarificarse en un espesor mínimo de 0,10 m para enseguida agregar material, regar, re-compactar y terminar la superficie hasta dar

cumplimiento a lo establecido en el Numeral anterior. Las áreas a un nivel superior a la tolerancia especificada, deberán ser rebajadas, regadas y compactadas nuevamente, hasta cumplir con lo establecido.

#### Mantenición

El CONTRATISTA deberá mantener la base granular en condiciones satisfactorias hasta su imprimación y construcción de la capa de rodadura. Si el ITO constatará deterioros o deformaciones, éste ordenará al CONTRATISTA efectuar las reparaciones que estime necesarias, como requisito previo para autorizar la colocación de la capa de rodadura que corresponda.

Cualquier daño producido a la base granular por efecto de congelamiento, precipitaciones u otras condiciones climáticas adversas, deberá ser reparado por cuenta del CONTRATISTA.

#### **5.4. CONTROL DE CALIDAD**

a) Compactación: En la capa de base estabilizada, se efectuarán un ensayo de densidad "in - situ" cada 350 m<sup>2</sup> como máximo o cada 50 m de Calle o Pasaje. Se controlará la compactación preferentemente a través del ensayo del cono de arena, sin perjuicio del uso del densímetro nuclear.

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.

b) Uniformidad de compactación: En caso que la I.T.O. encuentre poco homogénea la uniformidad de la compactación del material granular, solicitará al autocontrol de la Empresa CONTRATISTA un control de uniformidad de la compactación realizada a través del Martillo Clegg y/o densímetro nuclear. En el caso del Martillo Clegg, se generará una cuadrícula uniforme de puntos de sondeo con un mínimo de 50 puntos por cuadra (Cuadras de  $\pm 110$  m de longitud) uniformemente cuidando de que alguno de los sondeos se encuentre aproximadamente a 50 cm de un punto de control de densidad, que cumpla con el estándar de compactación especificado, al que se denominará valor de impacto Clegg de referencia (VICr).

En todas aquellas zonas que se registre un VIC inferior al de referencia, se deberá reponer localmente la compactación hasta que se verifique que  $VIC \geq VICr$ .

c) CBR: Un ensayo por obra si el material a colocar proviene de una planta de áridos fija o uno por planta de procedencia. Un ensayo cada 300 m<sup>3</sup> si se prepara "in - situ".

d) Graduación y límites de Atterberg: Un ensayo por obra si el material proviene de una planta de áridos fija o uno por planta de procedencia. Un ensayo cada 150 m<sup>3</sup> si se prepara "in - situ".

e) Desgaste "Los Angeles" : Un ensayo por obra si el material a colocar proviene de una planta de áridos fija o uno por planta de procedencia, NCh 1369. Un ensayo cada 300 m<sup>3</sup> si se prepara "in - situ".

f) 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.

g) Las acciones de control serán realizadas por el laboratorio del CONTRATISTA.

## 6. RIEGO DE IMPRIMACIÓN

### 6.1. GENERALIDADES

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.

### 6.2. MATERIALES

#### 6.2.1. Asfaltos

Usará productos en base a emulsiones especialmente diseñadas y debidamente aprobadas por el ITO para ser utilizadas como imprimante, con una dosis de entre 0.8 y 1.2 l/m<sup>2</sup>. 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/m<sup>2</sup>. 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.

#### 6.2.2. 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.

Tamiz NCh (ASTM)	% Pasa en peso
10 mm (3/8")	100
5 mm (N° 4)	85 - 100
0.08 mm (N° 200)	0 - 5

Tabla 3. Banda Granulométrica de Arenas

### 6.3. PROCEDIMIENTOS DE TRABAJO

#### Instalaciones y Equipos

El asfalto deberá almacenarse en estanques cerrados metálicos, de hormigón armado o de fibra de vidrio (en ningún caso del tipo diques) los que, en todo momento deberán mantenerse limpios y en buenas condiciones de funcionamiento. El manejo del asfalto deberá efectuarse de manera de evitar cualquier contaminación con materiales extraños. El equipo de limpieza deberá incluir barredoras autopropulsadas.

#### Limitaciones Meteorológicas

No se deberá efectuar imprimaciones si el tiempo se presenta neblinoso o lluvioso. Las aplicaciones se efectuarán únicamente cuando la temperatura atmosférica sea de, por lo menos, 10°C y subiendo, y la temperatura de la superficie a tratar no sea inferior a 10°C.

#### Distribuidores de Asfalto

Los distribuidores de asfalto consistirán en depósitos montados sobre camiones o unidades similares, aislados y provistos de un sistema de calentamiento, que generalmente calienta el asfalto haciendo pasar gases a través de

tuberías situadas en su interior. Deberán disponer de un grupo de motobombas adecuadas para manejar productos con viscosidad entre 20 y 120 Centistokes.

Antes de comenzar los trabajos de imprimación, el CONTRATISTA deberá revisar sus equipos, los que para asegurar un riego uniforme deberán cumplir al menos con los siguientes requisitos:

- El equipo distribuidor mantendrá continua y uniformemente la presión requerida a lo largo de toda la longitud de la barra regadora.
- Antes de comenzar el riego, la barra y las boquillas deberán ser calentadas a la temperatura requerida.
- La disposición de las boquillas será la adecuada; el ancho del abanico será igual en todas ellas y formará con la barra un ángulo apropiado, normalmente de  $17^\circ$  a  $33^\circ$ , en tanto que las extremas formarán un ángulo entre  $67^\circ$  y  $90^\circ$ .- El ángulo de incidencia del riego con la superficie del camino será de  $90^\circ \pm 5^\circ$ .- La altura de las boquillas deberá asegurar un adecuado traslape de los abanicos de distribución.
- El distribuidor se desplazará a una velocidad tal que mantenga un riego homogéneo. La velocidad del distribuidor y la bomba de asfalto se controlarán mediante dispositivos incorporados al equipo.
- La temperatura del asfalto en el estanque se controlará con termómetros que permitan medirla en forma rápida.

#### Preparación de la Superficie a Imprimir

Antes de imprimir se deberá retirar de la superficie todo material suelto, polvo, suciedad o cualquier otro material extraño. Cuando la superficie presente partículas finas sueltas, como consecuencia de una excesiva sequedad superficial, se podrá rociar ligeramente con agua, antes de imprimir, en todo caso, no se deberá imprimir hasta que toda el agua de la superficie haya desaparecido.

#### Aplicación del Asfalto

El asfalto deberá aplicarse mediante distribuidores a presión que cumplan con lo dispuesto en la presente Sección. En los lugares de comienzo y término de los riegos asfálticos, se deberá colocar un papel o cartón de un ancho no inferior a 0.80 m una vez utilizado, éste deberá ser desechado de inmediato. Cuando se deba mantener el tránsito, la imprimación deberá efectuarse primeramente en la mitad del ancho de la calzada. En tales circunstancias la imprimación de la segunda mitad deberá iniciarse sólo cuando la superficie de la primera mitad se encuentre cubierta con la capa superior y transitable, no permitiéndose el tránsito sobre superficies imprimadas.

Los asfaltos cortados no podrán ser calentados a una temperatura superior a la correspondiente al punto de inflamación. La temperatura de aplicación deberá ser aquella que permita trabajar con viscosidades comprendidas entre 20 y 120 centistokes.

Dependiendo de la textura de la superficie a imprimir, la cantidad de asfalto a colocar se determinará en terreno debiéndose establecer la cantidad definitiva considerando obtener una penetración mínima de 5 mm después de un tiempo de absorción y secado de 6 a 12 horas en ambientes calurosos; de 12 a 24 horas en ambientes frescos y de 24 a 48 horas en ambientes fríos, frescos o húmedos. Si la imprimación seca antes de 6 horas, salvo en épocas muy calurosas y secas, se deberá verificar la dosis y las características del imprimante y de la superficie que se esté imprimando.

Las estructuras, la vegetación y todas las instalaciones públicas o privadas ubicadas en el área de trabajo, deberán protegerse cubriéndolas adecuadamente para evitar ensuciarlas. Las protecciones deberán mantenerse hasta que el asfalto haya curado completamente. Las superficies imprimadas deberán conservarse sin deformaciones, saltaduras, baches o suciedad, hasta el momento de colocar la capa siguiente; Esta sólo podrá colocarse, una vez que se verifique que el imprimante haya curado totalmente.



## 6.4. CONTROL DE CALIDAD

El material asfáltico deberá distribuirse uniformemente por toda la superficie, aplicando la dosis establecida con una tolerancia de  $\pm 15\%$ . Se deberá verificar la tasa de aplicación resultante cada 3.000 m<sup>2</sup> de imprimación o como mínimo, una vez por día. Si después de transcurrido el tiempo de absorción y secado establecido, aún quedaran áreas con asfalto sin penetrar, la I.T.O. podrá autorizar el recubrimiento con arena, la que cumplirá con lo especificado en el apartado 5.2.2. Por otra parte, toda área que no haya quedado satisfactoriamente cubierta con la aplicación del riego, deberá tratarse en forma adicional mediante riego manual. Si estas reparaciones no resultan satisfactorias a juicio de la I.T.O., se procederá a escarificar en 10 cm la superficie afectada, para volver a recompactar e imprimir.

## 7. MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE

### 7.1. GENERALIDADES

En esta Sección se definen los trabajos de construcción de concretos asfálticos mezclados en planta y en caliente, incluyendo la provisión de materiales, la fabricación, los transportes, la distribución y la compactación de la mezcla. Las mezclas de áridos cumplirán las bandas granulométricas que dispongan las presentes especificaciones.

### 7.2. MATERIALES

#### 7.2.1. 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.

##### 7.2.1.1. Fracción Gruesa

Deberá estar constituida por partículas chancadas, limpias y tenaces que se ajusten a los requisitos que se indican en la siguiente tabla:

ENSAYO	MEZCLA ASF. EN CAPA SUPERFICIE	MÉTODO
Desgaste "Los Angeles" (máx.)	35%	NCh 1369
Partículas Chancadas (mín.) (al menos dos caras fracturadas)	70%	LVN 3
Partículas Lajeadas (máx.)	10%	LVN 3
Adherencia Método Estático (mín.)	95%	LVN 9

Tabla 4. Requisitos para la fracción gruesa

##### 7.2.1.2. Fracción Fina

La fracción que pasa por tamiz 5 mm (ASTM N° 4), deberá estar constituida por arenas naturales o provenientes de la trituración de rocas o gravas. Sus partículas deberán ser duras, tenaces y libres de arcilla o sustancias perjudiciales, debiendo cumplir con los requisitos indicados en la tabla siguiente. Para tránsitos menores de 10<sup>6</sup> EE el porcentaje de arenas naturales se limita a un 25%. Estos porcentajes son referidos al total del agregado.

ENSAYO	MEZCLA ASF. EN CAPA SUPERFICIE	MÉTODO
Índice de Plasticidad	NP	NCh 1517 II
Adherencia Riedel - Weber	Mín. 0 - 5	LVN 10

Tabla 5. Requisitos para la fracción fina

#### 7.2.1.3. Polvo Mineral (Filler)

El filler deberá estar constituido por polvo mineral fino tal como cemento hidráulico, o de preferencia polvo de roca, libre de materia orgánica y partículas de arcilla, debiendo ser No Plástico (NP).

Se deberá utilizar según se requiera en la confección de las mezclas, debiendo ajustarse a la granulometría que se señala en la siguiente tabla.

Tamiz NCh	(ASTM)	% Pasa en peso
0,630 mm	(N° 30)	100
0,315 mm	(N° 50)	95 - 100
0,080 mm	(No 200)	70 - 100

Tabla 6. Granulometría del polvo mineral

#### 7.2.1.4. Mezcla de áridos

Los áridos combinados deberán cumplir con los requisitos indicados en la tabla siguiente.

ENSAYO	MEZCLA ASF. EN CAPA SUPERFICIE	MÉTODO
Sales Solubles (Máx.)	2%	NCh 1444
Equivalente de Arena (Mín.)	50%	NCh 1329
Desintegración por Sulfato de Sodio (máx.)	15%	LVN 74

Tabla 7. Requisitos para áridos combinados

Las distintas fracciones de áridos deberán combinarse en proporciones tales que la mezcla resultante cumpla con la banda granulométrica IV-12 definida en el apartado 6.2.1.4 del *Manual de Pavimentación y Aguas Lluvias*, que se muestra a continuación:

Tamiz NCh	(ASTM)	% Pasa en peso
20 mm	(3/4")	100
12,5 mm	(1/2")	80-100
10 mm	(3/8")	70-90
5 mm	(N° 4)	50-70
2,5 mm	(N° 8)	35-50
0,63 mm	(N° 30)	18-29
0,315 mm	(N° 50)	13-23
0,16 mm	(N° 100)	8-16
0,08 mm	(N° 200)	4-10

Tabla 8. Banda Granulométrica IV-12

### 7.2.2. Cemento Asfáltico

Los cementos asfálticos deberán cumplir las especificaciones indicadas en la tabla 6.2.2 del *Manual de Pavimentación y Aguas Lluvias* del SERVIU.

### 7.3. PROPIEDADES DE LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS

Las propiedades de las 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 N° 46.

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

	Tránsito < 10 <sup>6</sup> EE
Estabilidad (N)	Entre 6.000 y 9.000
Fluencia (0,25 mm)	Entre 8 y 16
Estabilidad / Fluencia (kg/cm)	Entre 1.800 y 4.200
Huecos en la mezcla	4% ± 1
Marshall (compactación briquetas)	50 golpes/cara
Vacíos Agregado Mineral (mín.)	14%
Vacíos llenos de asfalto	65% – 78%

Tabla 9. Diseño de mezcla

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

- Valores precisos para la banda de trabajo,
- Porcentaje óptimo de cemento asfáltico (referido al peso total de los agregados) con una tolerancia del  $\pm 0,3\%$  en carpeta asfáltica,
- Rango de temperatura de la mezcla al salir de la planta
- Densidad y estabilidad Marshall para el % óptimo de cemento asfáltico
- La razón en peso entre el porcentaje que pasa la malla 200 y el porcentaje de asfalto (en peso del total de los agregados de la mezcla), el cual debe estar comprendido entre 0.6 y 1.2.
- Temperatura de mezclado y temperatura de compactación

El diseño de la mezcla asfáltica a utilizar en la obra (carpeta asfáltica), deberá ser informado mediante certificados de laboratorios especializados y contar con V° B° de la I.T.O. antes que el contratista inicie la fabricación de la mezcla. En caso que el certificado del laboratorio tenga una antigüedad mayor a 60 días el Contratista deberá obtener, de la empresa proveedora de la mezcla asfáltica, la certificación que el material entregado corresponde al informado por el laboratorio.

### 7.4. PROCEDIMIENTOS DE TRABAJO

#### Preparación de la Superficie

Antes de iniciar las faenas de colocación de las mezclas asfálticas, se deberá verificar que la superficie satisfaga los requerimientos establecidos para Imprimación.

#### Plan de Trabajo

El Contratista deberá proporcionar a la I.T.O. para su aprobación, previo a la colocación de las mezclas en las obras, un plan detallado de trabajo, el que deberá incluir un análisis y descripción de los siguientes aspectos:

- Equipo disponible: Se deberá indicar la cantidad, estado de conservación y características de los equipos de transporte, colocación y compactación, incluyendo los ciclos programados para cada fase.
- Personal de Faenas: Se deberá presentar un organigrama detallando las áreas de competencia y las responsabilidades de los jefes de fases o faenas, así como el número de personas que se asignará a las diversas operaciones.
- Programación: Se deberá incluir el programa a que se ajustarán las faenas de manera de asegurar la continuidad y secuencia de las operaciones, y la disposición del tránsito usuario de la vía de acuerdo a la normativa vigente del *Manual de Señalización de Tránsito* y sus complementos.

#### Transporte y colocación

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 5°C. Cuando la temperatura ambiente descienda de 10°C o existan vientos fuertes deberá tomarse precauciones especiales para mantener la temperatura de compactación. No se aceptará camiones que lleguen a obra con temperatura de la mezcla inferior a 120° C. La temperatura de la mezcla al inicio del proceso de compactación no podrá ser inferior a 110° C.

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

- Terminadora autopropulsada
- Rodillo vibratorio liso 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.

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. 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 I.T.O. 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 un mínimo de 15 cm, 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.

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 exigidos.

## 7.5. CONTROL DE CALIDAD

El constructor deberá entregar con cada partida fotocopia proporcionada por la planta asfáltica de todos los requisitos exigidos al cemento asfáltico en la tabla 6.2.2 del *Manual de Pavimentación y Aguas Lluvias* del SERVIU, junto al nomograma de Heukelom correspondiente. Será válido el certificado de la fábrica de cemento asfáltico.

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 asfaltarán 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 de 110° C y 140° C
- La mezcla deberá alcanzar el nivel de compactación especificado.
- La superficie terminada no deberá presentar segregación de material (nidos), fisuras, grietas, ahuellamientos, deformaciones, exudaciones ni otros defectos.

## 8. PAVIMENTO DE VEREDAS

### 8.1. GENERALIDADES

Esta sección define las características que deben satisfacer los elementos empleados en el pavimento de veredas.

Se proyectan veredas de HCV (hormigón de cemento vibrado). El pavimento está constituido por una capa de hormigón H30 de 7 cm de espesor, sobre capa de arena limpia de 1 cm de espesor y base granular de 8 cm de espesor y CBR  $\geq$  60%.

### 8.2. MATERIALES

#### 8.2.1. SubBase Granular

La base debe estar compuesta por material homogéneamente mezclado, desprovisto de materia orgánica, grumos de arcilla, escombros, basura, etc.

Su granulometría debe estar incluida en la banda que se indica a continuación, para un tamaño máximo del árido de 1":

Tamiz (mm)	% que pasa en peso
50	-
40	-
25	100
20	
10	60-100
5	50-80
2	30-60
1,25	
0,425	10-35
0,315	
0,08	0-15

Tabla 10. Banda Granulométrica de sub-base granular en vereda

Además la fracción del material que pasa por el tamiz de 0,425 mm debe tener un límite líquido menor o igual al 25% y un índice de plasticidad menor o igual al 6%,

El material de la base se debe compactar por capas de un espesor suelto comprendido entre 10 y 20 cm y un contenido de humedad igual o ligeramente inferior al óptimo.

La sub base se debe compactar con equipo mecánico hasta obtener una densidad comprendida del 95% de la densidad máxima seca obtenida por el ensayo Proctor Modificado (NCh 1534 / 2.Of1979) o del 80% de la Densidad relativa (según ASTM 4254-00). Si se cuenta con la aprobación del proyectista puede aceptarse la compactación de la sub base por medio de pisonos o elementos de accionamiento manual.

### 8.2.2. Cama de arena

La arena que se utilice debe ser, en lo posible, de cantos angulares y estará desprovista de sales solubles o contaminantes.

No contendrá más del 5% de limo o arcilla en peso y que el contenido de humedad será lo más uniforme posible y debe estar cercano al óptimo necesario, que en condiciones normales varía de 6 a 8%.

La Granulometría debe estar comprendida dentro de la banda indicada en la Tabla 6-5 del Código de Normas y Especificaciones Técnicas de Obras de Pavimentación, del MINVU, que se incluye a continuación:

Tamiz (mm)		% que pasa en peso
ASTM	NCh (mm)	
3/8"	10	100
#4	5	95-100
#8	2,5	80-100
#16	1,25	50-95
#30	0,63	25-60
#50	0,315	10-30
#100	0,16	5-15
#200	0,08	0-15

Tabla 11. Banda Granulométrica de la cama de arena en vereda

La arena se acopia de forma que no se contamine y puedan mantenerse sus características.

En caso de estar a la intemperie, se debe cubrir de manera que el contenido de humedad sea el adecuado y lo más uniforme posible.

### 8.2.3. Hormigón HCV

Las veredas de hormigón HCV corresponden a pastelones de hormigón confeccionados "in situ" de grado H-30 (la resistencia a compresión a 28 días es de 300 kgf/cm<sup>2</sup>) y tamaño máximo del árido 20 mm.

El hormigón se elaborará en planta, y se trasladará a obra en camiones mixer. En caso alguno se aceptará hormigón confeccionado a mano.

### 8.3. PROCEDIMIENTOS DE TRABAJO

Sobre la subbase granular adecuadamente compactada y nivelada, se extenderá la capa base de arena limpia, que deberá encontrarse saturada y nivelada de manera que al verter el hormigón se alcancen las cotas definidas en los planos del Proyecto.

Los moldajes deberán ser metálicos o de madera sin torceduras, los cuales se afianzarán mediante estacas de fierro a objeto de que las veredas, una vez terminadas, presenten una línea recta, cuando corresponda, uniforme en sentido longitudinal. Los moldajes se extenderán hasta la profundidad total de hormigón.

Las veredas se dividirán en pastelones o losas de ancho no mayor que el ancho de la vereda, ni mayor a 1,5 metros, por lo que cuando se sobrepase este valor, se deberán cortar los pastelones.

La junta de contracción entre pastelones, consistirá en una ranura de 3 cm de profundidad y no mayor a 0,7 cm de ancho, para lo cual se podrá optar por hacer el ranurado con una platina metálica, extrayéndola y procediendo a redondear todo el perímetro del pastelón para lograr una apariencia individual. También se aceptará el corte mecánico con sierra corta pavimento, sin embargo debe trazarse la modulación de los cortes lo más homogénea posible, y realizarse antes que aparezcan las fisuras de retracción. Se rechazarán pastelones fisurados o con cortes mal realizados o a destiempo. Se ordenará la demolición de los mismos, de verificarse esta condición.

La junta de dilatación se hará cada 10 metros como máximo, con una separación de 2 cm. Dicha junta deberá ser rellena con material elástico, el cual no pueda ser removido fácilmente.

Entre la solera y la vereda se dejará una junta de dilatación, la que se rellenará con el mismo producto de la junta de dilatación transversal. Esta junta no podrá ser superior a 2 cm de espesor.

El hormigón se colocará de manera de evitar segregación de los materiales, para luego ser emparejado y enrasado empleando una llana de madera y peinado con escobillón, dejando en la superficie una textura rugosa a nivel con el pastelón y molde adyacente.

Para la compactación del hormigón deberá usarse una cercha vibradora, y en los lugares inaccesibles deberá emplearse un pisón de peso no inferior a 10 kg., con una superficie útil no mayor de 225 cm<sup>2</sup>.

Los moldes sólo podrán ser retirados luego de transcurridas 24 horas de construido el pastelón, cuyos costados serán tratados con un compuesto de curado.

Los bordes de los costados de las veredas, se terminarán a canto rebajado en 5 mm aproximadamente, mediante redondeado generalmente manual.

El curado del hormigón sólo se hará mediante una membrana de curado, la cual será aplicada inmediatamente después de realizado el peinado.

Para la colocación de la postación en la vereda, se deberá dejar el pastelón completamente aislado de la postación.

### 8.4. CONTROL DE CALIDAD

#### Niveles, regularidad superficial y pendiente

El nivel de la superficie del pavimento debe respetar las cotas establecidas en el proyecto, con una tolerancia de +/- 3 mm.

No se aceptarán pastelones con pisadas de ningún tipo, por lo que el Contratista deberá considerar en sus costos barreras, cintas, pasarelas, etc. para impedir el tránsito de personas o animales callejeros. Se ordenará la demolición de aquellos paños que resulten dañados por pisadas.

### Resistencia a la flexotracción y espesor

Se tomará un testigo de hormigón cada 350 m<sup>2</sup> de vereda, con un mínimo de un ensaye en caso de darse una superficie menor. Se controlará la resistencia a la compresión y el espesor.

## **9. SOLERAS**

### **9.1. GENERALIDADES**

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

### **9.2. MATERIALES**

Se proyectan soleras tipo "A", de 0,90 m de longitud y sección transversal la de un rectángulo de 16 cm de base y 30 cm de altura, recortando en una de sus esquinas superiores un triángulo de 4 cm de base y 15 cm de altura.

La dosificación mínima será de 297,5 kg de cemento por m<sup>3</sup> de hormigón elaborado y vibrado.

### **9.3. PROCEDIMIENTOS DE TRABAJO**

#### 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. 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 m<sup>3</sup> y 10 cm de espesor mínimo.

La solera se debe colocar sobre la capa de hormigón fresco y se alinea según la dirección 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 10 mm.

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.

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.

En las intersecciones se utilizarán soleras curvas, quedando prohibido quebrar soleras para generar los radios de las intersecciones.

#### 9.4. CONTROL DE CALIDAD

La fabricación de las soleras será controlada de acuerdo al ensayo de muestra obtenida del proveedor o del contratista. Se exigirá como mínimo tres certificados de ensayo del proveedor, correspondientes a un período no superior a los seis últimos meses y, además, el laboratorio efectuará otros ensayos sobre muestras tomadas de la partida comprada para la obra. El número mínimo de muestras será igual a 5.

Se tomarán una muestra por cada 600 unidades de soleras hechas en fábrica como máximo y, cada muestra estará compuesta por tres soleras, de las cuales una unidad se ensayará a la flexión y 2 unidades se ensayarán al impacto.

Para las soleras tipo "A", los ensayos se efectuarán en la siguiente forma:

a) Ensayo de flexión: Se aplicará una carga central de 1.000 Kg. sobre la solera colocada de modo que su cara posterior descansa sobre los apoyos paralelos ubicados en una distancia libre de 50 cm. entre sí. Esta carga se irá aumentando sucesivamente hasta alcanzar la ruptura.

b) Ensayo de impacto: Colocando la solera en la misma posición que en el ensayo de flexión, se dejará caer en su centro un peso de 3.200 gramos. Se empleará una altura de caída de 5 cm, la que se irá aumentando sucesivamente de 5 en 5 cm hasta los 40 cm. Desde esta altura, el aumento sucesivo será de un centímetro cada vez, hasta alcanzar la ruptura.

Los valores mínimos aceptables que se obtengan de estos ensayos serán los siguientes:

a) Resistencia a la flexión:

Valor promedio : 2.000 Kg.

Mínimo individual : 1.800 Kg.

b) Resistencia al impacto:

Valor promedio : 80 cm.

Mínimo individual : 70 cm.

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

a) Se comprobará si estos valores están de acuerdo con los mínimos individuales señalados anteriormente; en tal caso se aceptará la partida.

b) Si en uno o más de los ensayos se hubiese obtenido valores insuficientes, ya sea individuales o promedios, se repetirá dicho(s) ensayo(s), tomando el doble número de muestras.

c) Se comprobará nuevamente los valores obtenidos en los ensayos.

d) Si estos valores cumplen con lo indicado en a), se aceptará la partida; en caso contrario se rechazará.

## 10. SOLERILLAS

### 10.1. GENERALIDADES

Esta especificación se refiere a las solerillas prefabricadas de hormigón que se utilizan como límites de restricción exterior en el para pavimentos de las veredas del vial de acceso a los Talleres y Cocheras Línea 6.

### 10.2. MATERIALES

En los Talleres y Cocheras de la Línea 6 se proyectan solerillas tipo "B", de 1,00 m de longitud y sección transversal la de un rectángulo de 6 cm de base y 20 cm de altura, recortando en una de sus esquinas superiores un triángulo de 1,5 cm de base y 1,5 cm de altura.

Se recomienda que las solerillas resistan como mínimo, una carga de flexión de 3,5 kN (valor promedio) y 2,9 kN (valor individual mínimo). Para el ensayo de flexión debe seguirse lo indicado en el apartado 6.6.4 del Código de Normas y Especificaciones Técnicas de Obras de Pavimentación del MINVU.

### 10.3. PROCEDIMIENTOS DE TRABAJO

#### Preparación del terreno

Es recomendable que la base de fundación se obtenga excavando una zanja en el terreno natural o en la sub-base granular compactada. Junto con ello, se recomienda que la excavación tenga un ancho mínimo de 25 cm y la profundidad necesaria para que el extremo superior de la solerilla quede al nivel especificado en los planos.

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

#### Colocación

Para la colocación se debe verificar que:

- a.) Se humedezca ligeramente la excavación y coloque sobre ella una capa de hormigón de 170 kg. de cemento por m<sup>3</sup> y de 7 cm de espesor mínimo.
- b.) La superficie de esta capa tenga el nivel y la pendiente adecuados, a fin de que la solerilla que se va a colocar sobre ella se ajuste a lo indicado en los planos.
- c.) Las solerillas se coloquen sobre el hormigón, manteniendo una separación máxima entre ellas de 5 mm.
- d.) Las juntas entre elementos se rellenen con mortero de cemento y arena fina en proporción 1:4 en peso.
- e.) El respaldo de la solerilla se rellene con el mismo hormigón especificado para la base, hasta al menos 3/4 de su altura si se respalda por un sólo lado, o hasta la mitad de su altura si se rellena por ambos lados.
- f.) El hormigón y el mortero de junta se mantengan 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 se hayan endurecido lo suficiente, se puede proceder a completar el relleno posterior hasta el borde superior de la solerilla, de acuerdo al perfil indicado en el proyecto.

#### Ejes, Niveles y Tolerancias

Los ejes y niveles se deben ajustar a lo establecido en el proyecto.

El alineamiento de las solerillas colocadas se puede verificar mediante una regla de longitud aproximadamente igual al doble del largo de los elementos utilizados.

La separación máxima aceptable entre las solerillas y la regla ya sea en su cara superior o lateral, es de 4 mm.

#### 10.4. CONTROL DE CALIDAD

Se considerarán lotes de 2000 unidades o fracción inferior y muestras compuestas por 3 solerillas.

Los requisitos a cumplir serán:

- Geometría y dimensiones conforme las presentes especificaciones.
- Resistencia a flexión