

**8 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS OBRAS DE PAVIMENTACIÓN DE ASFALTO EN CALIENTE 4**

<b>8.1 ALCANCE</b>	<b>4</b>
<b>8.2 MARCO LEGAL</b>	<b>4</b>
<b>8.3 MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>	<b>4</b>
8.3.1 REPLANTEO GEOMÉTRICO	5
8.3.2 EXCAVACIÓN EN CORTE	5
8.3.3 RELLENOS	5
8.3.4 SUB RASANTE NATURAL	6
8.3.5 SUB RASANTE MEJORADA	6
8.3.6 CONTROLES	7
8.3.6.1 De Compactación	7
8.3.6.2 De uniformidad de compactación	7
8.3.6.3 De graduación de la mezcla (Sub-rasante mejorada)	7
8.3.6.4 CBR	8
<b>8.4 SUB-BASE</b>	<b>8</b>
8.4.1 MATERIALES	8
8.4.2 LÍMITES DE ATTERBERG	9
8.4.3 DESGASTE "LOS ANGELES"	9
8.4.4 PODER DE SOPORTE CALIFORNIA (CBR)	9
8.4.5 COMPACTACIÓN	9
8.4.6 CONTROLES	9
8.4.6.1 Compactación	9
8.4.6.2 Uniformidad de Compactación	10
8.4.6.3 CBR	10
8.4.6.4 Graduación y Límites de Atterberg	10
8.4.6.5 Desgaste "Los Ángeles"	10
8.4.6.6 Tolerancia de espesor y terminación superficial	10
8.4.6.7 Otras Consideraciones	11
<b>8.5 BASE ESTABILIZADA</b>	<b>11</b>
8.5.1 MATERIALES	11
8.5.2 LÍMITES DE ATTERBERG	12
8.5.3 DESGASTE "LOS ANGELES"	12
8.5.4 PODER DE SOPORTE CALIFORNIA CBR	12

8.5.4.1	Base CBR $\geq$ 80%	12
8.5.4.2	Base CBR $\geq$ 100%	12
8.5.5	COMPACTACIÓN	12
8.5.6	CONTROLES	12
8.5.6.1	Compactación	12
8.5.6.2	Uniformidad de Compactación	13
8.5.6.3	CBR	13
8.5.6.4	Graduación y Límites de Atterberg	13
8.5.6.5	Desgaste "Los Angeles"	13
8.5.6.6	Tolerancia de espesor y terminación superficial	14
8.5.6.7	Otras Consideraciones	14
<b>8.6</b>	<b>RIEGO DE LIGA</b>	<b>14</b>
8.6.1	PROCEDIMIENTO DE TRABAJO	14
8.6.1.1	Instalaciones y Equipos	14
8.6.1.2	Limitaciones Meteorológicas	14
8.6.1.3	Preparación de la Superficie a Regar	15
8.6.1.4	Aplicación del Asfalto	15
<b>8.7</b>	<b>IMPRIMACION</b>	<b>15</b>
8.7.1	MATERIALES	16
8.7.1.1	Asfaltos	16
8.7.1.2	Arenas	16
8.7.2	PROCEDIMIENTO DE TRABAJO	16
8.7.2.1	Instalaciones y Equipos	16
8.7.2.2	Limitaciones Meteorológicas	16
8.7.2.3	Distribuidores de Asfalto	17
8.7.2.4	Preparación de la Superficie a Imprimir	17
8.7.2.5	Aplicación del Asfalto	17
<b>8.8</b>	<b>MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE</b>	<b>18</b>
8.8.1	MATERIALES	18
8.8.1.1	Áridos	18
8.8.1.2	Cemento Asfáltico	22
8.8.2	PROPIEDADES DE LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS – MEZCLAS DE GRANULOMETRÍAS DENSAS, GRUESAS Y FINAS	23
8.8.3	PROCEDIMIENTO DE TRABAJO	25

8.8.3.1	Preparación de la Superficie	25
8.8.3.2	Plan de Trabajo	25
8.8.4	TRANSPORTE Y COLOCACIÓN	25
8.8.4.1	Requisitos Generales	25
8.8.4.2	Compactación	26
<b>8.9</b>	<b>TOLERANCIAS</b>	<b>27</b>
8.9.1	DENSIDAD DE COMPACTACIÓN	27
8.9.2	ESPEORES	27
8.9.3	CONTENIDO DE ASFALTO	28
8.9.4	FRICCIÓN	28
8.9.5	REPRESENTATIVIDAD DEL MUESTREO	28
8.9.6	REMUESTREOS	29

## 8 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS OBRAS DE PAVIMENTACIÓN DE ASFALTO EN CALIENTE

Las obras deberán ejecutarse de acuerdo a las presentes especificaciones y a los planos correspondientes, además en cuanto no se opongan a éstas, deberá cumplirse con las Normas del Instituto Nacional de Normalización (I.N.N.).

### 8.1 ALCANCE

En esta sección se definen los trabajos necesarios para la ejecución de pavimentos con carpeta de rodadura asfáltica, empleando mezclas convencionales. Se incluyen los requisitos para las capas granulares de soporte, el transporte, la distribución y la compactación de la mezcla que será utilizada ya sea para reemplazar la carpeta asfáltica existente o la construcción de nuevas superficies. Otros requisitos técnicos podrán ser evaluados por SERVIU, debiendo formalizarse su presentación por los canales que éste determine.

No obstante lo anterior las especificaciones particulares del proyecto definirán los criterios de aceptación y rechazo, siempre que no atenten con los mínimos que el estado del arte considera como adecuados, privilegiándose aquellas que sean sustentables (ambiental, social y económica).

### 8.2 MARCO LEGAL

El Marco legal aplicable por los SERVIU para la aprobación de los proyectos y fiscalización de las obras de Pavimentación corresponde a Ley N° 8946 de Pavimentación Comunal, Decreto Supremo N°411, Decreto Supremo 236 instrumentos que se complementan con el marco Jurídico que otorgan Dictámenes, Resoluciones, Instructivos y circulares que emanen de la propia institución u otras que sean competentes.

No obstante lo anterior las especificaciones particulares del proyecto definirán los criterios de aceptación y rechazo, siempre que no atenten con los mínimos que el estado del arte considera como adecuados, privilegiándose aquellas que sean sustentables (ambiental, social y económica).

Otros requisitos o exigencias legales son aplicables por SERVIU, en la medida que se establezcan de ese modo en los proyectos y obras que contrata o en caso que formen parte de exigencias que se entienden obligatorias para las empresas constructoras e inmobiliarias.

### 8.3 MOVIMIENTO DE TIERRAS

Los escombros y/o residuos resultantes deberán gestionarse de acuerdo a NCh 3562of 2019 "Gestión de residuos — Residuos de construcción y demolición (RCD) — Clasificación y directrices para el plan de gestión", y enviarse a botaderos legales, que se deberán certificar con el I.T.O, adjuntando además certificados de declaraciones de retiro, transporte y disposición final de residuos no peligrosos de la construcción (escombros) según Art. 11, 18,19 y 20 DS 594/99 MINSAL.

En todo caso SERVIU podrá exigir demolición mediante fresado u otro sistema equivalente que triture el pavimento o superficie existente y reduzca su tamaño para hacerlo óptimo para el reciclado, el material resultante deberá trasladarse a dependencias que SERVIU señale en la cantidad

que este indique o en su defecto, ante la falta de indicación, ser tratado según párrafo anterior o en su defecto demostrar que se empleara para reciclado mediante documentación válida.

### **8.3.1 Replanteo Geométrico**

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 (I.T.O.) del SERVIU Metropolitano no haya recepcionado satisfactoriamente esta partida, registrándola en el Libro de Obras.

### **8.3.2 Excavación en Corte**

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 caso de encontrar material inadecuado bajo el horizonte de fundación, deberá extraerse en su totalidad, reponiéndolo con el material especificado en el punto 8.3.3 y compactándolo a una densidad no inferior al 95% de la densidad máxima compactada seca (D.M.C.S.) del Proctor Modificado, NCh 1534 II – D, o al 80% de la densidad relativa, NCh 1726, según corresponda.

Por material inadecuado ha de entenderse rellenos no controlados o suelos naturales con un Poder de Soporte California (CBR) 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 deberá rediseñar y aprobar su diseño por el Depto. Proyectos de Pavimentación en el caso de contratos sectoriales o por el jefe del área que realiza a fiscalización de los trabajos en caso de tratarse de obras con financiamiento privado.

### **8.3.3 Rellenos**

Se formarán con el mejor material proveniente de la excavación o empréstito si se requiere. El CBR mínimo exigible del material será el CBR de diseño

Todos los materiales que integran el relleno deberán estar libres de materias orgánicas, pasto, hojas, raíces u otro material objetable. El material de relleno deberá contar con visto bueno de la I.T.O.

El material de relleno colocado en capas deberá corresponder al tipo de suelo y al equipo de compactación a emplear. En todo caso, el espesor máximo de la capa compactada será de 0.15 m para suelo fino (arcilla limo); de 0.20 m para finos con granulares y de 0.30 m para suelos granulares.

Podrá aumentarse el espesor de la capa a compactar, sí se dispone de equipos modernos y se presenta la debida justificación comprobada en una cancha de prueba, lo que será verificado en terreno por la I.T.O. y contar con el visto bueno del Departamento Proyectos de Pavimentación en el caso de contratos sectoriales o por el jefe del área que realiza a fiscalización de los trabajos en caso de tratarse de obras con financiamiento privado; En esas condiciones la I.T.O. podrá autorizar el aumento de espesor.

En la formación de las diferentes capas de rellenos se podrán aceptar bolones de tamaño máximo igual a un 1/2 del espesor compactado de la capa y en una proporción tal que quede uniformemente

distribuida, sin formar nidos ni zonas inestables. Las capas de rellenos deberán ser compactadas al 95% de la D.M.C.S. del Proctor Modificado, NCh 1534 II – D, o al 80% de la densidad relativa, NCh 1726, según corresponda.

El uso de rellenos obtenidos del reciclaje de hormigones estará permitido, siempre que se cumpla con las características especificadas en este manual o se demuestre técnicamente que es satisfactorio de acuerdo a experiencias nacionales o internacionales, las salvedades pertinentes podrán ser evaluadas por la jefatura de la I.T.O correspondiente a las obras

#### **8.3.4 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 II – D, o al 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. Para este efecto deberá presentar los resultados obtenidos por el laboratorio de autocontrol o contramuestra.

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

#### **8.3.5 Sub rasante Mejorada**

En los casos en que las Especificaciones Técnicas del Proyecto indiquen un mejoramiento del suelo natural, éste se reemplazará por una sub-rasante mejorada, que consistirá en un material de CBR al menos como el del proyecto.

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

El uso de material obtenido del reciclaje de hormigones estará permitido para mejoramiento, siempre que se cumpla con las características especificadas en este manual o se demuestre técnicamente que es satisfactorio de acuerdo a experiencias nacionales o internacionales, las salvedades pertinentes podrán ser evaluadas por la jefatura de la I.T.O correspondiente a las obras

### 8.3.6 Controles

#### 8.3.6.1 De Compactación

Un ensayo de densidad "in-situ" cada 350 m<sup>2</sup> como máximo por capa.

Alternativa : cada 50 ml de Calle o Pasaje.

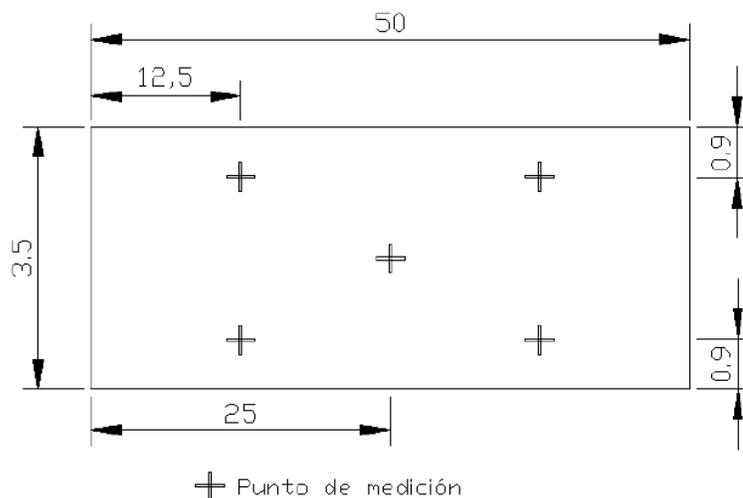
Se controlará la compactación a través del ensayo del cono de arena, sin perjuicio del uso del densímetro nuclear, en forma complementaria cuando corresponda, destacándose que su uso queda restringido tratándose de subrasantes de pumicitas o suelos con algún contenido de material granular. .

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 y, para cada obra en la que se decida utilizar este instrumento, se deberá previamente establecer con precisión la curva de calibración correspondiente con resultados obtenidos para el suelo del proyecto en ejecución y usando el ensayo de cono de arena con al menos 10 puntos.

En reemplazo al densímetro nuclear se podrá emplear uno no nuclear.

#### 8.3.6.2 De uniformidad de compactación

En caso que la I.T.O. encuentre poco homogénea la uniformidad de compactación de la "capa granular", solicitará al autocontrol de la Empresa Contratista un control de uniformidad de la compactación realizada a través del cono de arena o equipo Geogauge.



**Figura 8.3.1**  
Uniformidad de Compactación

En el caso del equipo Geogauge, se evaluará según se indica en capítulo de auscultaciones

#### 8.3.6.3 De graduación de la mezcla (Sub-rasante mejorada)

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

**8.3.6.4 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.

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

**8.4 SUB-BASE**

La capa de sub-base deberá cumplir las siguientes especificaciones:

**8.4.1 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 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.

**Tabla 8.4.1**

Granulometría Sub-base

Tamiz [mm]	Tamiz ASTM	% que pasa en peso Banda 0	% que pasa en peso Banda 1	% que pasa en peso Banda 2
50	2"	100	100	100
40	1 1/2"			70-85
25	1"	55-100	55-100	55-85
20	3/4"	30-75		45-75
10	3/8"		30-75	35-65
5	N°4	20-65	20-65	25-55
2	N°10	10-50	10-50	15-45
0,5	N°40	5-30	5-30	5-25
0,08	N°200	0-10	0-10	0-10

Alternativamente para proyectos particulares que contemplen intervenciones en vías menores (pasaje local y servicio) se podrá usar material de base granular chancada, si el contratista lo propone y es autorizada por el ITO, para vías mayores (colectoras, troncales, metropolitanas) deberá presentarse análisis estructural que justifique el cambio. En proyectos sectoriales solo se aceptaría esta excepción en vías menores y el material se pagara a precio de subbase, sin posterior apelación.

Por otra parte el uso de subbases obtenidas del reciclaje de otros materiales, como el hormigón estará permitido, siempre que se cumpla con las características especificadas en este manual o se demuestre técnicamente que es satisfactorio de acuerdo a experiencias nacionales o internacionales, las salvedades pertinentes podrán ser evaluadas por la jefatura de la I.T.O correspondiente a las obras.

#### **8.4.2 Límites de Atterberg**

La fracción del material que pasa la malla N° 40 deberá tener un límite líquido (L.L.) inferior a 35% y un índice de plasticidad (I.P.) inferior a 8.

#### **8.4.3 Desgaste "Los Angeles"**

El agregado grueso deberá tener un desgaste inferior a un 40% de acuerdo al ensayo de desgaste "Los Angeles", NCh 1369.

#### **8.4.4 Poder de Soporte California (CBR)**

El CBR debe ser igual o superior al 35%. El C.B.R. 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.

#### **8.4.5 Compactación**

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 II – D.

#### **8.4.6 Controles**

##### **8.4.6.1 Compactación**

En la capa de sub-base, se efectuará un ensayo de Densidad " in situ " cada 500 m2 como máximo.  
Alternativa: cada 75 ml de calzada de calle o pasaje.

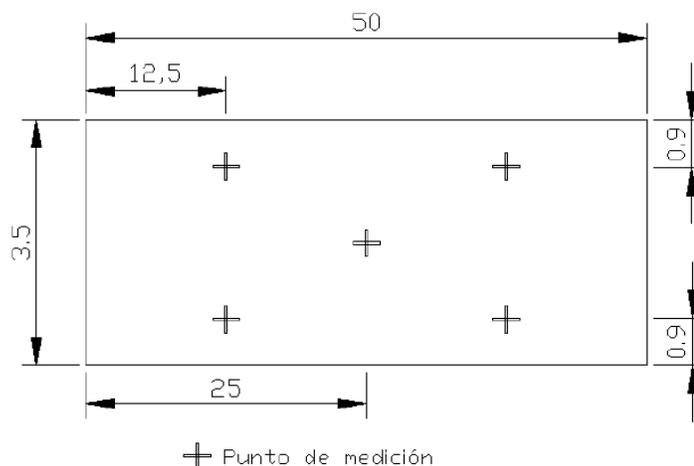
Se controlará la compactación a través del ensayo del cono de arena, sin perjuicio del uso del densímetro nuclear, en forma complementaria cuando corresponda, destacándose que su uso queda restringido tratándose de sub-bases de pumicitas o con algún contenido de material granular.

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 y, para cada obra en la que se decida utilizar este instrumento, se deberá previamente establecer con precisión la curva de calibración correspondiente con resultados obtenidos para el suelo del proyecto en ejecución y usando el ensayo de cono de arena con al menos 10 puntos.

En reemplazo al densímetro nuclear se podrá emplear uno no nuclear.

### 8.4.6.2 Uniformidad de Compactación

En caso que la I.T.O. encuentre poco homogénea la uniformidad de compactación de la "capa granular", solicitará al autocontrol de la Empresa Contratista un control de uniformidad de la compactación realizada a través del cono de arena o equipo Geogauge.



**Figura 8.4.1**  
Uniformidad de Compactación

En el caso del equipo Geogauge, se evaluará según se indica en capítulo de auscultaciones.

### 8.4.6.3 CBR

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".

### 8.4.6.4 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".

### 8.4.6.5 Desgaste "Los Ángeles"

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".

### 8.4.6.6 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.

### 8.4.6.7 Otras Consideraciones

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 el laboratorio seleccionado por el Contratista de entre la lista de laboratorios inscrito en el MINVU y el 30% restante será realizado por el laboratorio de contra muestra (del registro MINVU) designado por el área correspondiente que efectúe la fiscalización o inspección de las obras.

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.

## 8.5 BASE ESTABILIZADA

La capa de base deberá cumplir las siguientes especificaciones.

### 8.5.1 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 adecuado 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

**Tabla 8.5.1**

Granulometría Base Estabilizada

Tamiz [mm]	Tamiz ASTM	% que pasa en peso Banda 0	% que pasa en peso Banda 1	% que pasa en peso Banda 2	% que pasa en peso Banda 3	% que pasa en peso Banda 4
50	2"	100				
40	1 ½ "	70-100	100	100	100	100
25	1"	55-85	55-85	100	70-100	80-100
20	¾"	45-75	45-75	75-100	60-90	
10	3/8"	35-65	35-65	50-80	40-75	50-80
5	N°4	25-55	25-55	35-60	30-60	35-65
2	N°10	15-45	15-45	20-40	15-45	25-50
0,5	N°40	5-25	5-25	8-22	10-30	10-30
0,08	N°200	0-8	0-5	0-10	0-15	5-15

La fracción que pasa por la malla N° 200 no deberá ser mayor a los 2/3 de la fracción del agregado que pasa por la malla N° 40.

La fracción que pasa la malla N° 4 deberá estar constituida por arenas naturales o trituradas. El uso de bases obtenidas del reciclaje de hormigón estará permitido, siempre que se cumpla con las características especificadas en este manual, o se demuestre técnicamente que es satisfactorio de acuerdo a experiencias nacionales o internacionales y se tomen las precauciones correspondientes para el riego de liga, de haberlas; las salvedades pertinentes podrán ser evaluadas por la jefatura de la I.T.O correspondiente a las obras

### **8.5.2 Límites de Atterberg**

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

### **8.5.3 Desgaste "Los Angeles"**

El agregado grueso deberá tener un desgaste inferior a un 35% de acuerdo al ensayo de desgaste "Los Angeles", NCh 1369.

### **8.5.4 Poder de Soporte California CBR**

#### **8.5.4.1 Base CBR $\geq$ 80%**

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.

El CBR deberá ser superior a 80% en las bases para pavimentos asfálticos compuestos de carpeta asfáltica y binder.

#### **8.5.4.2 Base CBR $\geq$ 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.

El CBR deberá ser igual o superior al 100% en las bases para pavimentos asfálticos compuestos de una sola capa.

### **8.5.5 Compactación**

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

### **8.5.6 Controles**

#### **8.5.6.1 Compactación**

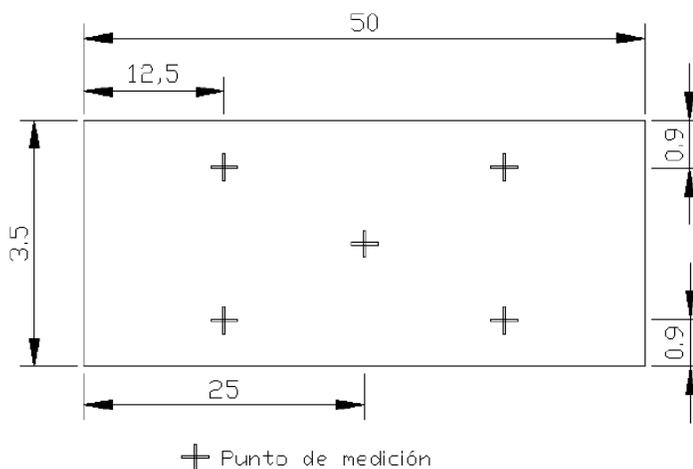
En la capa de base estabilizada, se efectuarán un ensayo de densidad "in - situ" cada 350 m2 como máximo.

Alternativa: cada 50 ml de Calle o Pasaje.

### 8.5.6.2 Uniformidad de Compactación

En caso que la I.T.O. encuentre poco homogénea la uniformidad de compactación de la "capa granular", solicitará al autocontrol de la Empresa Contratista un control de uniformidad de la compactación realizada a través del cono de arena o equipo Geogauge.

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



**Figura 8.5.1**  
Uniformidad de Compactación

En el caso del equipo Geogauge, se evaluará según se indica en capítulo de auscultaciones.

### 8.5.6.3 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".

### 8.5.6.4 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".

### 8.5.6.5 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".

### **8.5.6.6 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.

### **8.5.6.7 Otras Consideraciones**

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

## **8.6 RIEGO DE LIGA**

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.

En el riego de liga se deberá emplear emulsiones asfálticas, preferentemente de quiebre rápido (CRS) o como alternativa de quiebre lento (CSS-1h) las cuales deberán estar previamente autorizadas por el ITO y cumplir con los requisitos estipulados en la NCh 2440, con un porcentaje de xilol no mayor a 25% en el Ensayo de la Mancha con heptano-xilol, medido según el método NCh 2343. Se podrá emplear otras como por ejemplo termo adherentes si el ITO las autoriza. También se podrá usar otro tipo de emulsiones que garanticen la adherencia entre capas y permitan mantener limpio el entorno o la demarcación horizontal previamente autorizadas por el ITO SERVIU, pudiendo verificarse adherencia de las capas asfálticas con testigos completos, en caso de no cumplir deberá rehacerse completamente el pavimento, ante dudas de cumplimiento se podrá verificar mediante ensayo de corte del Laboratorio de Barcelona (LCB).

Será responsabilidad del Contratista verificar que los materiales a emplear se ajusten a las especificaciones. Para ello deberá presentar certificados de ensayo, como mínimo, una muestra de asfalto por cada remesa que llegue a la faena. El muestreo deberá ajustarse a lo dispuesto en el Método NCh 2332.

### **8.6.1 Procedimiento de Trabajo**

#### **8.6.1.1 Instalaciones y Equipos**

El almacenamiento del asfalto así como el equipo de distribución y barrido, deberán ajustarse a los requisitos estipulados en la sección Imprimación.

#### **8.6.1.2 Limitaciones Meteorológicas**

El riego de liga solamente deberá aplicarse cuando el pavimento esté seco. No deberá efectuarse riego de liga 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 en ascenso, y la temperatura de la superficie del pavimento no sea inferior a 10°C.

### 8.6.1.3 Preparación de la Superficie a Regar

Antes de aplicar el riego de liga deberá prepararse el pavimento existente eliminando los materiales sueltos, el polvo, la suciedad y todo otro material extraño. También se efectuarán los bacheos, sellos de juntas y grietas, parches, etc., que indique el proyecto.

### 8.6.1.4 Aplicación del Asfalto

La aplicación del material asfáltico se efectuará mediante distribuidores a presión que cumplan con lo dispuesto en la sección Imprimación.

Cuando se debe mantener el tránsito, el riego de liga deberá aplicarse sólo en una mitad del ancho de la calzada. En tales circunstancias el riego de la segunda mitad deberá iniciarse sólo cuando la primera se encuentre cubierta con la capa correspondiente y transitable.

Las emulsiones se aplican puras o diluidas en agua en proporción 1:1 y asegurando una tasa de residuo asfáltico mínimo en la superficie de 0,3 a 0,8 Kg/m<sup>2</sup>. La dosis mayor se aplicará sobre superficies fisuradas y oxidadas. La dosis definitiva a aplicar será determinada en terreno mediante sectores de prueba y que aseguren el mínimo de residuo asfáltico.

Las emulsiones diluidas se aplicarán a la temperatura que indique el fabricante en su ficha técnica, esta se podrá ajustar según la experiencia en terreno, el acuerdo se tomara en la cancha de prueba respectiva entre contratista e ITO, para lo cual deberá ser factible realizar cancha de prueba.

El asfalto deberá distribuirse uniformemente sobre toda la superficie a tratar, incluso sobre las paredes verticales que se generan en las uniones longitudinales entre pistas pavimentadas en asfalto, así como también en las juntas transversales de construcción. La dosis establecida en terreno se aplicará con una tolerancia de +- 15%. Se deberá verificar la tasa de aplicación resultante cada 3.000 m<sup>2</sup> de riego de liga o como mínimo, una vez al día. Toda área que no resulte satisfactoriamente cubierta con la aplicación del riego, deberá tratarse en forma adicional mediante riego manual.

Las estructuras, 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 la emulsión haya quebrado completamente y no se produzcan salpicaduras.

Las superficies regadas deben conservarse sin saltaduras o suciedad hasta el momento de colocar la capa siguiente.

## 8.7 IMPRIMACION

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.

## 8.7.1 Materiales

### 8.7.1.1 Asfaltos

Usará productos en base a emulsiones especialmente diseñadas y debidamente aprobadas por SERVIU para ser utilizadas como imprimante, con una dosis que dependerá de la textura y humedad de la base fijándose ésta entre 0,8 y 1.2 l/m<sup>2</sup>. El asfalto deberá cumplir con los requisitos estipulados en la Norma NCh 2440 o Volumen 5 del Manual de Carreteras.

### 8.7.1.2 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 podrá ajustarse a la banda granulométrica indicada en la Tabla 8.7.1, alternativamente se puede usar el fino de la base granular, previo harneado bajo 5 mm y autorizado por el ITO, debiendo retirarse completamente tras su utilización.

**Tabla 8.7.1**  
Granulometría Arenas Imprimación

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

## 8.7.2 Procedimiento de Trabajo

### 8.7.2.1 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.

### 8.7.2.2 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. Podrá aceptarse su aplicación a partir de los 5°C y subiendo siempre que la ficha técnica del producto así lo establezca.

### 8.7.2.3 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.

En zonas singulares como cunetas, pasajes, etc., se podrá utilizar equipos distribuidores manuales, cuidando de que la aplicación sea uniforme.

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° a 33°, en tanto que las extremas deben ser contenidas con una pantalla flexible, dispuesta en 90° respecto a la barra de riego.

- El ángulo de incidencia del riego con la superficie del camino será de 90°  $\pm$  5°.
- 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.

### 8.7.2.4 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.

### 8.7.2.5 Aplicación del Asfalto

El asfalto deberá aplicarse mediante distribuidores a presión que cumplan con lo dispuesto en el Acápite 5.3.3. 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 3 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. 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 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 8.7.1.2. 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.

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.

## **8.8 MEZCLAS ASFALTICAS EN CALIENTE**

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. En el caso de emplearse mezclas recicladas en planta o in situ, podrá atenerse a lo señalado en el código de Normas MINVU en su última Versión, debiendo informarse de sus características a SERVIU.

### **8.8.1 Materiales**

#### **8.8.1.1 Áridos**

Los áridos deberán clasificarse y acopiarse separados en al menos cuatro fracciones: gruesa, intermedia y fina. 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 e intermedia

Deberá estar constituida por partículas chancadas, limpias y tenaces que se ajusten a los requisitos que se indican en la Tabla 8.8.1 según el tipo de mezcla que se especifique en el proyecto.

**Tabla 8.8.1**

Requisitos para la Fracción Gruesa e Intermedia

ENSAYO	TIPO DE MEZCLA ASFÁLTICA		MÉTODO
	Capa Superficie	Capa Binder (Intermedia)	
<b>Desgaste "Los Angeles" (Máx.)</b>	35%	40%	NCh 1369
<b>Partículas Chancada (Mín.) (al menos 2 caras fracturadas)</b>	90%	70%	MC Vol8. Título 8.202.6
<b>Partículas Lajeadas (Máx.)</b>	10%	10%	MC Vol8. Título 8.202.6
<b>Adherencia Método Estático (Mín.)</b>	95%	95%	MC Vol 8. 8.302.29

- Fracción Fina

La fracción que pasa por tamiz 2,5mm (ASTM N° 8), 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 8.8.2.

Para tránsito mayor de  $10^6$  EE el % de arenas naturales se limita a 15%. Para tránsitos menores de  $10^6$  EE el porcentaje se limita a un 25%. Estos porcentajes son referidos al total del agregado.

**Tabla 8.8.2**

Requisitos para la Fracción Fina

ENSAYO	TIPO DE MEZCLA ASFÁLTICA		Método
	Capa Superficie	Capa Binder (Intermedia)	
<b>Índice de Plasticidad</b>	NP	NP	NCh 1517 II
<b>Adherencia Riedel – Weber</b>	Mín. 0 - 5	Mín. 0 - 5	MC Vol8. 8.302.30

- Polvo Mineral (filler)

Si se requiere adicionar filler este deberá estar constituido por polvo mineral fino tal como cemento hidráulico cal u otro material inerte, o de preferencia polvo de roca, 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 siguiente tabla.

**Tabla 8.8.3**

Granulometría del Filler

Tamiz NCh	Tamiz ASTM	% que pasa en peso
0.630 mm	N° 30	100
0.315 mm	N°50	95-100
0.08 mm	N°200	70-100

- Mezcla de Áridos

Los áridos combinados deberán cumplir con los requisitos indicados en la tabla 8.8.4. Las distintas fracciones de áridos deberán combinarse en proporciones tales que la mezcla resultante cumpla con alguna de las bandas granulométricas especificadas en las siguientes tablas; para el tipo de mezcla a emplear de acuerdo con lo indicado en el proyecto.

**Tabla 8.8.4**

Requisito para Áridos Combinados

ENSAYO	TIPO DE MEZCLA ASFALTICA		MÉTODO
	Superficie	Binder (intermedia)	
Sales Solubles (Max.)	2 %	3%	NCh 1444 (MC Vol 8 8.202.14)
Equivalente de Arena (Mín.)	45%	45%	NCh1329 (MC Vol 8 8.202.9)
Desintegración por Sulfato de Sodio (Max.)	12%	15%	NCh 1328 (MC Vol 8 8.202.17).

En caso de realizar ensayo Equivalente de Arena y no cumplirse, se podrá verificar con otro ensayo que permita determinar presencia de arcilla o azul de metileno, el que no deberá ser superior a 2%

**Tabla 8.8.5**

Banda Granulométrica de Áridos: Granulometría Densa

TAMIZ		IV – 20 (espesor capa >= 70mm)	IV - 12 (1) (espesor capa >= 40 mm)
NCh	(ASTM)	% QUE PASA EN PESO	% QUE PASA EN PESO
40 mm	1 1/2"		
25 mm	1"	100	
20 mm	3/4"	80-100	100
12.5 mm	1/2"	---	80 –100
10 mm	3/8"	60 – 80	70 – 90
5 mm	N° 4	48 – 65	50 – 70
2.5 mm	N° 8	35 – 50	35 – 50
0.63 mm	N° 30	19 – 30	18 – 29
0.315 mm	N° 50	13 – 23	13 - 23
0.16 mm	N° 100	7 – 15	8 – 16
0.08 mm	N° 200	0 – 8	4 –10

(1) calles del tipo Servicio, Local y Pasaje

**Tabla 8.8.6**

Banda Granulométrica de Áridos: Granulometría Gruesa

TAMIZ		III – 20 (espesor capa 50 a 100 mm)	III – 12 a (espesor capa 50 a 100 mm)
NCh	(ASTM)	% QUE PASA EN PESO	% QUE PASA EN PESO
40 mm	1 1/2"		
25 mm	1"	100	
20 mm	3/4"	75 – 100	100
12.5 mm	1/2"	---	75 – 100
10 mm	3/8"	45 – 70	60 – 85
5 mm	N° 4	30 - 50	35 – 55
2.5 mm	N° 8	20 – 35	20 – 35
0.63 mm	N° 30	5 – 20	10 – 22
0.315 mm	N° 50	3 – 12	6 – 16
0.16 mm	N° 100	2 – 8	4 – 12
0.08 mm	N° 200	0 – 4	2 – 8

Observaciones:

- 1- La banda III-20 se debe usar para base asfáltica de graduación gruesa
- 2- La banda III – 12 a se debe usar como capa intermedia o Binder, ambas mezclas en calles de tipo Expresa, Troncal o Colectora. Sera el proyectista quien define el espesor y la capa asfáltica, según su memoria de cálculo de pavimento.

**Tabla 8.8.7**

Banda Granulométrica de Áridos: Granulometría Fina

TAMIZ		V – 12 (espesor capa =40mm)
NCh	(ASTM)	% QUE PASA EN PESO
20 mm	3/4"	100
12.5 mm	1/2"	85 – 100
10 mm	3/8"	-----
5 mm	N° 4	65 – 80
2.5 mm	N° 8	50 – 65
1.25 mm	N°16	37 – 52
0.63 mm	N° 30	25 – 40
0.315 mm	N° 50	18 – 30
0.16 mm	N° 100	10 – 20
0.08 mm	N° 200	3 – 10

Nota:

- (1) Esta banda granulométrica no se acepta en calles (Sólo para pasajes)
- (2) Banda V 12 puede emplearse en asfaltos modificados

### 8.8.1.2 Cemento Asfáltico

Los cementos asfálticos deberán cumplir las especificaciones indicadas a continuación, sin que se pueda combinar las diferentes exigencias que corresponden a distintas clasificaciones:

#### 8.8.1.2.1 Desempeño

En el caso de emplearse asfalto clasificado por desempeño este corresponderá al PG 64-22 en general y al PG 58-28 en Precordillera que deberán cumplir los requisitos señalados en Tabla 8.8.8 a continuación:

**Tabla 8.8.8**

Grados PG

Grado de Desempeño	PG64 -22	PG58 -28
Temperatura máxima de diseño móvil de temp. Máx. de pavimento, °C (a)	<64	<58
Temperatura mínima del pavimento de diseño, °C	>-22	>-28
<b>Ligante Asfáltico Original</b>		
Punto de inflamación. 8.302.9, temperatura mínima. °C 230	230	
Viscosidad, 8.302.24, máx. 3 Pa.s, temperatura ensaye, °C (b)	135	
Corte dinámico, 8.302.22, 10 rad/s, G*/senθ (f) mín. 1,00 kPa, temp. Ensaye, °C	64	58
<b>Horno Rotatorio de Película Delgada RTFOT (8.302.33)</b>		
Pérdida de masa, porcentaje máx.	1	
Corte dinámico, 8.302.22, 10 rad/s, G*/senθ (f) mín. 2,2kPa, temp. Ensaye, °C	64	58
<b>Cámara de envejecimiento a presión pav (8.302.23)</b>		
Temp. De envejecimiento, °C (d)	100	100
Corte dinámico, 8.302.22, 10 rad/s, G*/senθ (f) mín. 5000 kPa, temp. Ensaye, °C	25	19
Rigidez en creep, 8.302.25 a 60 s, S máx 300 MPa, valor-m mín. 0,300 temp. Ensaye, °C	-12	-18
Tracción directa, 8.302.26, 1 mm/min, deformación de rotura, mín. 1,0 % temperatura ensaye, °C	-12	-18

- Notas: 1) Tabla para Transito <3MM EE y Velocidad Rápida (Vías mayores, Metropolitanas, Expresas, Troncales)  
2) Son válidas para efectos de esta tabla las notas contempladas en Norma ASHTO M320

#### 8.8.1.2.2 Viscosidad

Podrá atenerse a lo señalado por el código de Normas

## 8.8.1.2.3 Penetración

Tabla 8.8.9

Requisitos Cemento Asfáltico

GRADO DE PENETRACIÓN (60-80)	Min.	Max.	Norma NCh	Capitulo MC
ENSAYOS SOBRE EL ASFALTO ORIGINAL (Poises)				
Viscosidad absoluta 60 °C	Informar	-----	2336	8.302.15)
Viscosidad 135 ° (Centistokes)	Informar	-----	2335	8.302.15
Punto de Ablandamiento °C	Informar	-----	2337	8.302.16
Penetración, 25 °C, 100 g. 5seg. (dmm)	60	80	2340	8.302.3
Ductilidad, 25 °C , 5 cm/mín. (cm)	100	-----	2342	-----
Solubilidad en tricloroetileno, (%)	99	-----	2341	2341
Punto de inflamación copa abierta (°C)	232°		2338	8.302.23
Ensayo de la mancha Heptano – xilol máximo 30%	Negativo		2343	8.302.7
Índice de Penetración; IP	- 1	+ 1	2340	8.302.3
ENSAYOS SOBRE RESIDUO RTFOT (Película delgada en horno rotatorio)			2346	8.302.33
Penetración, (% del original)	54			
Pérdida por calentamiento, (%)	-----	0.8		
Ductilidad, 25 °C, 5 cm/min (cm)	100			
Viscosidad Absoluta 60 °C (Pa .s)	Informar			
Índice de Durabilidad	----	3.5		

$$\text{Índice de Durabilidad} = \frac{\text{Viscosidad Absoluta a } 60^{\circ}\text{C (RTFOT)}}{\text{Viscosidad Absoluta a } 60^{\circ}\text{C (Original)}}$$

**Ecuación 8.8.1***Índice de Durabilidad*

Control requisitos al Cemento Asfáltico: El constructor deberá entregar con cada partida fotocopia proporcionada por la planta asfáltica de todos los requisitos exigidos al cemento asfáltico en la tabla anterior, junto al nomograma de Heukelom correspondiente.

Será válido el certificado de la fábrica de cemento asfáltico.

**8.8.2 Propiedades de las mezclas asfálticas – Mezclas de granulometrías densas, gruesas y finas**

Las propiedades de las mezclas se determinarán según se indique en Manual de carreteras Vol 8. Título 8.302.47, y su diseño se realizará de acuerdo al MC Vol8. Título 8.302.40.

La mezcla asfáltica para carpeta de rodadura deberá cumplir con las siguientes exigencias relativas al Método Marshall

**Tabla 8.8.10**

Diseño de la Mezcla

	Tránsito $\geq 10^6$ EE	Tránsito $< 10^6$ EE	Carpeta Binder
Estabilidad (N)	Mínimo 9.000 (**)	Mínimo 6.000	Mínimo 8.000
Fluencia (0.25 mm)	entre 8 y 14	entre 8 y 16	8 - 16
Huecos en la mezcla	4 % $\pm$ 1	4% $\pm$ 1 (*)	3 – 8 %
Marshall (compactación briquetas)	75 golpes/cara	50 golpes/cara	75 golpes/cara
Vacíos Agregado Mineral, VAM (mínimo)	13 %	14%	
VFA (vacíos llenos de asfalto)	65 – 75%	65 - 78 %	
(*)	Para mezcla V-12 se aceptará porcentaje de huecos entre 3 y 8.		
(**)	Sin perjuicio de lo indicado en Capítulo 1., sección 1.4.1.		

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

- Banda de trabajo, que se definirá en base a las siguientes tolerancias:
  - Agregado que pasa tamices: N° 4 y mayores  $\pm$ 5%
  - Agregado que pasa tamices: N° 8 y 16  $\pm$ 4%
  - Agregado que pasa tamices: N° 30 y 50  $\pm$ 3%
  - Agregado que pasa tamices: N° 100 y 200  $\pm$ 2%
- Porcentaje óptimo de Cemento Asfáltico referido al peso total de los agregados, con las siguientes tolerancias:
  - Carpeta asfáltica  $\pm$  0.3%
  - Binder (capa intermedia)  $\pm$  0.5%
  - El rango de temperatura de la mezcla al salir de la Planta.
  - Densidad y Estabilidad Marshall para el % óptimo de cemento asfáltico.
- La razón 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 (binder o carpeta asfáltica), deberá ser informado mediante certificados de laboratorios especializados con inscripción vigente MINVU 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 6 meses el Contratista deberá obtener, la certificación de la empresa proveedora de la mezcla asfáltica indicando que el material entregado corresponde al informado por el diseño del laboratorio.

### 8.8.3 Procedimiento de Trabajo

#### 8.8.3.1 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, si corresponde a una base estabilizada y para Riego de Liga, si es un pavimento existente.

#### 8.8.3.2 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.

### 8.8.4 Transporte y Colocación

#### 8.8.4.1 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 de los siguientes casos se pavimentará sobre superficies congeladas, con tiempo brumoso, 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, de antigüedad máxima el año 2007, con frecuencia, polín 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.

Este listado de equipos puede ser modificado por SERVIU, si lo estima pertinente, con motivo de las densidades mínimas de compactación y terminaciones.

#### 8.8.4.2 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.

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 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 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 (nidios), fisuras, grietas, ahuellamientos, deformaciones, exudaciones ni otros defectos.

## 8.9 TOLERANCIAS

Cuando se produzcan deficiencias de estándar respecto del proyecto, se determinarán las multas tratándose de proyectos contratados por el SERVIU y de tolerancias máximas tratándose de proyectos por cuenta particular.

Una vez terminada la colocación de la mezcla, si ésta presentara deficiencias en la densidad de compactación, el espesor, el contenido de asfalto, la lisura (High-Low) o la regularidad de la superficie (IRI), las áreas involucradas estarán afectas a las multas que se señalan en capítulo específico.

Para cuantificar las multas por deficiencias, se considerarán los metros cuadrados de mezcla asfáltica deficiente y el precio unitario correspondiente del Presupuesto Compensado en el caso de contratos del SERVIU.

Los espesores y densidades, serán establecidos a partir de testigos, los cuales se extraerán, según NCh 1171/1 (se puede consultar como referencia MC Vol 8. Títulos 8.302.38, 8.302.41 y 8. 8.302.27) a razón de uno por cada 500 m<sup>2</sup> o fracción de pavimento. Alternativa: 75 ml de calle o pasaje.

Los contenidos de asfalto y granulometría de las capas, según MC Vol 8. Título 8.302.36, se verificarán cada 250 m<sup>3</sup> o fracción colocados tomando muestra de la mezcla según MC Vol 8. Título 8.302.27

Cuando se extraiga un testigo deberá rellenarse inmediatamente con mezcla asfáltica en frío.

La evaluación del grado de densidad de compactación, del espesor y del contenido de asfalto se hará por muestras individuales. Los criterios de aceptación serán los siguientes.

### 8.9.1 Densidad de Compactación

La densidad de compactación de la muestra individual, de la superficie y Binder (capa intermedia), deberá ser mayor o igual a 97% de la densidad Marshall. En caso de incumplimiento de la condición, se aplicará el siguiente criterio de multas, lo que será sobre el valor de la carpeta asfáltica afectada:

- Cada valor individual (testigo) representa 500 m<sup>2</sup> de pavimento o fracción si corresponde.
- Se trabajará con números enteros y los decimales de 0.5 y superior se aproximarán al entero superior y los decimales inferiores a 0.5 al entero inferior. No se recibirán y se reharán los pavimentos con densidad de compactación superior a 102 % de la densidad Marshall.
- Las multas sólo serán aplicables para los contratos SERVIU, pero no se recibirán los pavimentos con otro tipo de financiamiento, que tengan una densidad inferior al 95% o superior al 102%, en muestras individuales.

### 8.9.2 Espesores

En caso de incumplimiento se aplicará la tabla de multas definida en el capítulo que versa sobre éstas.

Las multas sólo serán aplicables para los contratos SERVIU, pero no se recibirán los pavimentos con otro tipo de financiamiento que presenten un espesor menor igual al 92% del espesor del proyecto.

### 8.9.3 Contenido de Asfalto

Se aceptará la muestra individual si su porcentaje de asfalto (Pt) es mayor o igual a Pb -0.3 % para la capa superficial y Pb -0.5 % para el binder (capa intermedia), e inferior o igual a Pb +0.3 % para la capa superficial y Pb +0.5 % para el binder, siendo Pb el porcentaje de asfalto de la dosificación visada por la I.T.O.

Asimismo, ningún valor deberá ser inferior a Pb -0.5 % para la capa superficial y Pb -0.7 % para el binder (capa intermedia), ni superior a Pb +0.5 % para la capa superficial y Pb +0.7 % para el binder (capa intermedia), en este caso el sector representativo de dicha muestra se multará en un 100 % o se rehará.

En caso de incumplimiento se aplicará las tablas de multas por exceso o por defecto, sobre el valor de la respectiva capa que se definen en el apartado multas:

La determinación del contenido de asfalto se hará de muestras tomadas a pie de obra (MC Vol8. Título 8.302.27).

Las multas sólo serán aplicables para los contratos SERVIU, pero no se recibirán los pavimentos con otro tipo de financiamiento en que las carpetas presenten una variación absoluta de su contenido de asfalto en % superior a 0.5 y el binder presente la variación absoluta de su contenido de asfalto en % superior a 0.7.

### 8.9.4 Fricción

Para vías Expresas, Troncales y Colectoras, como también en aquellas con pendientes longitudinales superiores al 10%, el coeficiente de resistencia al deslizamiento (CRD) deberá alcanzar un valor promedio mínimo de 0.60 y ninguno de los valores individuales deberá tener un valor menor a 0.55.

Los controles del coeficiente CRD serán de cargo de la empresa constructora y deberán efectuarse mediante el Péndulo Británico (Norma NLT-175) o con equipo Griptester según MC 8.502.18, se recomienda sea superior a 0.6.

Se medirá por pista y a distancias máximas de 50m, y se contará al menos con 2 mediciones por pista.

-En caso de incumplimiento se rehará la carpeta de la zona afectada, delimitada ésta por el área de influencia que representa la o las medidas defectuosas.

### 8.9.5 Representatividad del Muestreo

En caso que el muestreo realizado sea de una medición, el resultado de esta muestra representará al 100% de la calidad de la obra, en consecuencia de ser aplicable alguna multa, el área afectada será el 100% del pavimento.

En caso que el muestreo realizado sea de más de una medición, y hasta 30, se efectuará un sólo análisis con el total de las muestras obtenidas, aun cuando éstas se encuentren distribuidas en forma irregular en la obra.

En caso que la obra posea un número de muestreos tal que las mediciones sean más de 30, en este caso, podrán realizarse más de una determinación de valor característico, sectorizando la obra, delimitando el sector respectivo por área de influencia. En todo caso, se podrán realizar tantas

sectorizaciones para el análisis estadístico, como múltiplos de 30 más uno corresponda, de acuerdo al número de mediciones realizadas.

#### **8.9.6 Remuestreos**

El contratista podrá solicitar remuestreos por cada uno de los controles receptivos, debiendo considerar a su cargo el costo de la toma de muestras y ensayos.

Las zonas representadas por los testigos deficientes, se remuestrearán con la extracción de a lo menos igual cantidad de testigos en discusión.

El remuestreo por concepto de densidad se hará extrayendo una cantidad similar de testigos a los del muestreo original. Las nuevas muestras se tomarán entre los sectores medio de los testigos originales, extrayendo el primero entre el último del lote anterior y el primer testigo del lote a remuestrear. De esta forma se procederá a evaluar el lote, considerando conjuntamente los resultados de los testigos originales y del remuestreo.

El remuestreo por concepto de espesores se hará tomando dos testigos adicionales en los sectores medio entre el testigo a remuestrear y el inmediatamente anterior y posterior a éste. Con el resultado que arrojen estas muestras se procederá a recalcular el área afectada originalmente.

Los remuestreos por concepto de lisura o rugosidad se efectuarán sólo cuando se haya hecho la reparación autorizada por la I.T.O. La longitud mínima para efectuar el remuestreo será de 1 km continuo por pista o la longitud total del tramo pavimentado si es inferior a 1 km. Los resultados de este remuestreo reemplazarán a las del muestreo original y se hará la evaluación según lo indicado en estas Especificaciones Técnicas.