



# COMISIÓN PERMANENTE DEL ASFALTO



**Proyecto de**

## **PLIEGO DE ESPECIFICACIONES TECNICAS GENERALES PARA MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE DE BAJO ESPESOR EN CARPETAS DE RODAMIENTO**

**Revisión 2015**



## PROLOGO

Dentro de las finalidades de la **COMISIÓN PERMANENTE DEL ASFALTO** está la de interesarse por los problemas de carácter técnico y científico acerca de los materiales asfálticos, especialmente en los que respecta a las obras de pavimentación. En este sentido, la Comisión Directiva de nuestra Institución desde hace más de una década ha estimado conveniente, encomendar a los miembros del Comité de Estudios, la redacción de pliegos de especificaciones técnicas de nuevas mezclas asfálticas en caliente, las que sucesivamente han sido dadas a conocer y puestas a disposición del sector vial.

Es importante destacar que para el trabajo desarrollado por el "Subcomité de Especificaciones", se ha invitado a participar de la tarea a destacados profesionales de nuestro medio vial y que pudieran dar representatividad a todos los sectores relacionados con el proceso constructivo, desde los proveedores hasta los constructores como así también los proyectistas y contratantes, sean todos éstos del sector público o privado.

Aquellos documentos se constituyeron en algo dinámico, y nunca se redactó con el pensamiento que se transformaran en documentos cerrados, sino que fueran una base de trabajo que pudieran ser enriquecidos con el aporte y la colaboración de todos.

Sobre los documentos producidos durante todos estos años, diferentes reparticiones, organizaciones, empresas y profesionales nos hicieron llegar sus sugerencias y propuestas, las cuales fueron receptadas, analizadas y debatidas en el ámbito del Subcomité, atento el carácter dinámico que se quiso dar a aquellos y considerando la necesidad de ir actualizando los concepto sobre la base del desarrollo tecnológico que se fuera produciendo a través del tiempo.

Durante el curso del año 2010, se ha estimado oportuno continuar con el trabajo de actualización de todas aquellas especificaciones con el mismo mecanismo que les dio origen y, además, se consideró oportuno efectuar la tarea de compilarlas en documentos únicos cada uno de los cuales traten sobre un mismo grupo de mezclas asfálticas en caliente.

En esta oportunidad la **COMISIÓN PERMANENTE DEL ASFALTO** se complace en presentar en este documento el "**Proyecto de Especificaciones Técnicas Generales para Mezclas Asfálticas en Caliente de Bajo Espesor para Carpetas de Rodamiento**" (**Versión 2010**), el cual dejamos a disposición de todos aquellos que crean oportuno utilizarlas.

A efectos del uso de las presentes especificaciones técnicas es indispensable dejar consignado que las mismas reemplazan en su conjunto a todas las versiones anteriores como así también que su utilización requiere de la aprobación explícita previa por parte de organismo o institución que las adopte.

Por otra parte en el presente volumen se observará una repetición de conceptos en cada de los tipos de mezclas incluidas como así también de la numeración de las páginas, con el fin de facilitar el uso parcial del presente documento. En los Anexos de este documento se efectúan algunos comentarios a título indicativo sobre ensayos a que se hace referencia en el Proyecto de Especificaciones y que no deberán considerarse como normas de ensayos.

Por último, quiero expresar nuestro agradecimiento a todos los que de una u otra manera han participado, colaborado y contribuido a hacer posible la presentación de estas especificaciones.

**Ing. Felipe R. Nougués**  
**Presidente**  
**Comisión Permanente del Asfalto**

**Proyecto de**

**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES PARA  
MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE DE BAJO  
ESPESOR EN CARPETAS DE RODAMIENTO**

**Revisión 2015**

## 1. DESCRIPCIÓN GENERAL

Se definen como mezclas asfálticas en caliente de bajo espesor a aquellas elaboradas y colocadas en obra a temperatura muy superior a la ambiente, en espesores menores o iguales a 40 mm y con agregado pétreo de tamaño máximo 12 mm.

Su composición incluye agregados pétreos según lo expresado, filler, asfalto y eventualmente aditivos tales como mejoradores de adherencia, fibras, etc.

Las mezclas definidas en esta Especificación, tienen por objeto ser utilizadas como carpetas de rodamiento en obras nuevas o como parte de recapados de pavimentos preexistentes.

## 2. DESCRIPCIÓN DE TIPOS DE MEZCLAS DE BAJO ESPESOR

A efectos de las presentes recomendaciones se definen los siguientes tipos de mezclas asfálticas de bajo espesor:

DENOMINACIÓN	DEFINICIÓN
<b>CAC D12 – CA X</b> <b>CAC D12 – AM X</b>	<b>Concreto asfáltico convencional denso, tamaño máximo de agregado 12 mm (1/2”)</b> Concreto asfáltico de granulometría continua. Pueden utilizarse en su elaboración asfaltos modificados con polímeros.
<b>CAC S12 – CA X</b> <b>CAC S12 – AM X</b>	<b>Concreto asfáltico convencional semidenso, tamaño máximo de agregado 12 mm (1/2”)</b> Concreto asfáltico de granulometría continua. Se diferencia respecto del CAC D 12 en el huso granulométrico. Pueden utilizarse en su elaboración asfaltos modificados con polímeros.
<b>CAD 12 – AM X</b>	<b>Concreto asfáltico drenante, tamaño máximo de agregado 12 mm (1/2”)</b> Concreto asfáltico con alto contenido de vacíos (> 20%) que lo hace permeable al agua. Para su elaboración es necesaria la utilización de asfaltos modificados con polímeros y, eventualmente, fibras, si así se especifica particularmente, las cuales posibilitan el uso de mayor cantidad de ligante asfáltico sin problemas de escurrimiento.
<b>MAC M8 – AM X</b> <b>MAC M10 – AM X</b>	<b>Microconcretos asfálticos de granulometría discontinua monogranulares, tamaños máximos de agregado 8 mm y 10 mm, respectivamente.</b> Concretos asfálticos de granulometría discontinua especialmente proyectados para carpetas de rodamiento con espesores entre 1,50 cm y 2,50 cm. Es necesaria la utilización de asfaltos modificados con polímeros.
<b>MAC F8 – AM X</b> <b>MAC F10 – AM X</b>	<b>Microconcretos asfálticos de granulometría discontinua tamaños máximos de agregado 8 mm y 12 mm, respectivamente.</b> Concretos asfálticos de granulometría discontinua especialmente proyectados para carpetas de rodamiento con espesores entre 2 cm y 3,50 cm. Es necesaria la utilización de asfaltos modificados con polímeros.

<b>SMA 10 – CA X</b> <b>SMA 10 – AM X</b> <b>SMA 12 – CA X</b> <b>SMA 12 – AM X</b>	<b>Concretos asfálticos tipo SMA:</b> Concretos asfálticos en caliente Stone Mastic Asphalt (SMA), tamaño máximo de agregado 9,5 mm y 12mm respectivamente. Mezclas formadas por un esqueleto pétreo autoportante y mástic con alto contenido de ligante asfáltico, filler y fibras. Pueden utilizarse asfaltos modificados en su elaboración
--	--

Donde:

**CA X:** tipo de cemento asfáltico convencional, según normas IRAM 6604 ó 6835.

**AM X:** tipo de cemento asfáltico modificado con polímeros según norma IRAM 6596.

### 3. REQUISITOS DE LOS MATERIALES

Los requisitos de los materiales constituyentes para las mezclas en caliente de bajo espesor para carpetas de rodamiento, se describen en los apartados correspondientes de cada tipo de mezcla.

Si las condiciones locales lo requieren, estos requisitos serán modificados, con la debida justificación, mediante la redacción de la Especificación Técnica Particular complementaria.

### 4. REQUERIMIENTOS CONSTRUCTIVOS

Los requerimientos constructivos para las mezclas en caliente de bajo espesor para carpetas de rodamiento, se describen en los apartados de cada tipo de mezcla.

### 5. PROCEDIMIENTO DE MEDICIÓN Y FORMA DE PAGO

Los procedimientos de medición y forma de pago para las mezclas en caliente de bajo espesor para carpetas de rodamiento se encuentran fuera del alcance de estas especificaciones. Las mismas deberán estipularse en las especificaciones particulares de las obras en las cuales estas mezclas sean utilizadas.

Revisión 2015 - Versión oficial

**CONCRETO ASFÁLTICO EN CALIENTE DENSO  
(CAC D 12) Y SEMIDENSO (CAC S 12)**

## 1. DESCRIPCIÓN

### 1.1. Definición

Se definen como Concreto Asfáltico en Caliente Denso (CAC D 12-CAX ó AMX) y Semidenso (CAC S 12-CAX ó AMX) para carpetas de rodamiento de bajo espesor, a aquellas mezclas elaboradas y colocadas en obra a temperatura muy superior a la ambiente, en espesores menores o iguales a 40 mm y con agregado pétreo de tamaño máximo 12 mm.

Se diferencian entre sí en el huso granulométrico. Su composición incluye agregados pétreos según lo expresado, filler, asfalto y eventualmente aditivos tales como mejoradores de adherencia, fibras, etc.

### 1.2. Normas Técnicas de Aplicación (\*)

IRAM	Normas del Instituto de Racionalización de Materiales, Argentina
VN-E	Normas de ensayo de la Dirección Nacional de Vialidad, Argentina
NLT	Normas de ensayos redactadas por el Laboratorio del Transporte y Mecánica del Suelo del Centro de Estudios y Experimentación del Ministerio de Obras Publicas (Cedex), España
AASHTO	American Association of State Highways and Transportation Officials, USA.
ASTM	American Society for Testing and Materials, USA.
EN	Normas Comunidad Europea

(\*) Cuando exista una norma IRAM vigente para realizar cualquier determinación referida en estas especificaciones, la misma prevalecerá sobre cualquier otra.

## 2. REQUISITOS DE LOS MATERIALES

### 2.1. Áridos

#### 2.1.1. Características generales

Los requisitos que deben cumplir los áridos para el aprovisionamiento y acopio son los que se establecen en la tabla N° 1.

Tabla N° 1 - REQUISITOS PARA EL APROVISIONAMIENTO Y ACOPIO DE ÁRIDOS	
Característica	Requisitos
Procedencia	Pueden ser naturales o artificiales, siempre que cumplan las exigencias establecidas en la presente especificación técnica. Deben provenir de rocas sanas y no deben ser susceptibles de ningún tipo de meteorización o alteración físico-química apreciable bajo las condiciones más desfavorables que puedan darse en la zona de empleo. Tampoco deben dar origen, con el agua, a disoluciones que causen daños a estructuras u otras capas del paquete estructural o contaminar corrientes de agua.
Número de fracciones	El número de fracciones diferenciadas debe ser como mínimo de tres (3), incluido el relleno mineral (filler) de aporte. Si se estima necesario para cumplir las tolerancias exigidas para la granulometría de la mezcla, se debe aumentar el número de fracciones.
Acopios	Cada fracción debe acopiarse por separado. La forma y la altura de los acopios debe ser tal que se minimicen las segregaciones en los tamaños. Las partes de los acopios que hayan resultado contaminadas no deben ser empleadas en la elaboración de mezclas asfálticas. En tal caso debe procederse al retiro de dichas partes del obrador.



## 2.1.2. Árido Grueso

### 2.1.2.1. Definición de árido grueso

Se define como árido grueso, la parte del árido total retenida en el tamiz 4,75 mm según Norma IRAM 1501.

### 2.1.2.2. Requisitos del árido grueso

Los áridos gruesos deben cumplir con los requisitos que se establecen en la Tabla N° 2.

Tabla N° 2 - REQUISITOS DE LOS ÁRIDOS GRUESOS		
Ensayo	Norma	Exigencia
Partículas trituradas	IRAM 1851	Mínimo, 75 % de sus partículas, con 2 ó más caras de fractura y el porcentaje restante por lo menos con una. Para el caso de la trituración de rodados, el tamaño mínimo de las partículas a triturar debe ser al menos 3 veces el tamaño máximo del agregado triturado resultante.
Elongación	IRAM 1687-2	Determinación obligatoria.
Índice de Lajas	IRAM 1687-1	≤ 25%
Coefficiente de Desgaste Los Angeles	IRAM 1532	≤ 25%
Coefficiente de Pulimento Acelerado	IRAM 1543	≥ 0,40 (Valor indicativo)
Durabilidad por ataque con sulfato de sodio	IRAM 1525	≤ 10%
Polvo Adherido	VN E 68-75	≤ 1,0%
Plasticidad	IRAM 10501	No Plástico.
Micro Deval	IRAM 1762	Determinación obligatoria
Relación Vía Seca-Vía Húmeda, de la fracción que pasa el tamiz IRAM 75 µm	VN E 7-65	≥ 50% (1)
Análisis del Estado Físico de la Roca	IRAM 1702 IRAM 1703	Determinación obligatoria.
Limpieza	-	Exento de terrones de arcilla, materia vegetal u otras materias extrañas que puedan afectar a la durabilidad de la capa
Ensayo de Compatibilidad árido-ligante	IRAM 6842	Para el caso en que el ensayo arrojara un valor inferior al 95% de superficie cubierta, debe incorporarse a la mezcla asfáltica un aditivo mejorador de adherencia, que permita superar dicho valor

(1) Si el pasante por el tamiz IRAM 75 µm vía húmeda es mayor de 5 %.

## 2.1.3. Árido Fino

### 2.1.3.1. Definición de árido fino

Se define como árido fino la parte del árido total pasante por el tamiz IRAM 4,75 mm.

### 2.1.3.2. Requisitos

Los áridos finos deben cumplir con los requisitos que se fijan en la Tabla N°3.

Tabla N° 3 - REQUISITOS DE LOS ÁRIDOS FINOS		
Ensayo	Norma	Exigencia
Procedencia	-	El árido fino debe proceder de la trituración de roca sana de cantera o grava natural.
Limpieza	-	Exento de terrones de arcilla, materia vegetal u otras materias extrañas que puedan afectar a la durabilidad de la capa
Resistencia a la fragmentación	-	Cuando el material que se triture para obtener árido fino sea de la misma naturaleza que el árido grueso, éste último debe entonces cumplir las condiciones exigidas en la Tabla N° 1 para el coeficiente de desgaste Los Ángeles. Se puede emplear árido fino de otra naturaleza que mejore alguna característica, en especial la adhesividad, pero en cualquier caso procederá de árido grueso con coeficiente de desgaste Los Ángeles inferior a veinticinco (25).
Equivalente de Arena	IRAM 1682	$\geq 50\%$
Plasticidad de la fracción que pasa tamiz IRAM 425 $\mu\text{m}$	IRAM 10501	No plástico.
Plasticidad de la fracción que pasa tamiz IRAM 75 $\mu\text{m}$	IRAM 10501	$\leq 4\%$
Relación Vía Seca-Vía Húmeda, de la fracción que pasa el tamiz IRAM 75 $\mu\text{m}$	VN E 7-65	$\geq 50\%$ (1)
Granulometría	-	Debe permitir encuadrar dentro del huso preestablecido la gradación resultante, junto con la composición de las restantes fracciones.

(1) Si el pasante por el tamiz IRAM 75  $\mu\text{m}$  vía húmeda es mayor de 5%.

### 2.1.4. Relleno Mineral (Filler)

#### 2.1.4.1. Definición

Se define como filler a la fracción pasante del tamiz IRAM 75  $\mu\text{m}$ , de la mezcla compuesta por los áridos y el filler de aporte.

Debe cumplir, con las siguientes exigencias

- Densidad Aparente ( D. Ap.) en Tolueno (NLT-176):

$$0,5 \text{ gr/cm}^3 < D. \text{ Ap.} < 0,8 \text{ gr/cm}^3$$

Puede admitirse el empleo de un filler cuya D. Ap. se encuentre comprendida entre los valores de 0,3  $\text{gr/cm}^3$  y 0,5  $\text{gr/cm}^3$ , siempre que sea aprobado por la Inspección, previa fundamentación mediante la ejecución de los ensayos y experiencias que estime conveniente.

#### 2.1.4.2. Definición y Características del Relleno Mineral de Aporte (Filler de Aporte)

- Definición:  
Se define como filler de aporte, a aquellos que puedan incorporarse a la mezcla por separado y que no provengan de la recuperación de los áridos.
- Materiales a utilizar como filler de aporte:  
El relleno mineral de aporte podrá estar constituido por los siguientes materiales:
  - Cemento Portland
  - Calcáreo molido (polvo calizo)
  - Cal hidratada
  - Cal hidráulica hidratada

Podrán utilizarse como relleno mineral materiales de otra naturaleza, siempre que sean aprobados previamente por la Inspección, mediante la ejecución de ensayos y experiencia que ésta estime corresponder. La Inspección está facultada para interpretar el resultado de los ensayos y fundamentar la aceptación o rechazo del material sobre la base a los mismos ensayos o a resultados de ensayos no previstos en las especificaciones.

- Características generales:  
El relleno mineral de aporte será homogéneo, seco y libre de grumos provenientes de las partículas.
- Características granulométricas:

<b>Tamiz IRAM</b>	<b>Porcentaje en peso que pasa</b>
425 $\mu\text{m}$ (Nº 40)	100%
150 $\mu\text{m}$ ( Nº 100) mínimo	>90%
75 $\mu\text{m}$ (Nº 200) mínimo	>75%

- Requisitos de calidad:  
El filler deberá cumplir con alguna de las siguientes normas.
  - Cemento Portland: IRAM 50000
  - Filler: IRAM 1593
  - Cal: IRAM 1508

## 2.2. Materiales Asfálticos

### 2.2.1. Ligante Asfáltico

El ligante asfáltico a utilizar según Normas IRAM 6604, IRAM 6835 o IRAM 6596, se seleccionará de acuerdo a las condiciones de clima, tránsito y estructurales del proyecto.

El tipo de ligante seleccionado debe ser indicado en la Especificación Técnica Particular.

## 2.2.2. Ligante asfáltico para riego de liga

El material a emplear como riego de liga debe ser emulsión asfáltica catiónica de rotura rápida, Tipo CRR de acuerdo a la Norma IRAM-IAPG 6691 o una emulsión asfáltica catiónica de rotura rápida modificada con polímeros del tipo CRRm, de acuerdo a la Norma IRAM-IAPG 6698.

## 2.3. Husos Granulométricos

La granulometría de las distintas fracciones de árido constituyente de la mezcla (incluido el filler de aporte) deber estar comprendida según los husos definidos en la Tabla N° 5 (s/IRAM 1505).

Tamices	Porcentaje en peso que pasa (*)	
	CAC D 12	CAC S 12
19 mm (¾")	100	100
12,5 mm (½")	80-95	80-95
9,5 mm (3/8")	72-87	71-86
4,75 mm (N°4)	50-65	47-62
2,36 mm (N°8)	35-50	30-45
600 µm (N°30)	18-30	15-25
300 µm (N°50)	13-23	10-18
75 µm (N°200)	5-8	4-8

(\*) Si existe una diferencia entre los pesos específicos de las fracciones utilizadas, incluida el filler, superior al 0,2 la dosificación debe hacerse en volumen.

## 3. REQUERIMIENTOS CONSTRUCTIVOS

### 3.1. Criterios de Dosificación

Los criterios para la dosificación se resumen en la Tabla N° 6.

Tabla N° 6 -REQUISITOS DE DOSIFICACIÓN		
	Parámetro	Exigencia
Ensayo Marshall VN_E 9	Nº golpes por cara	75
	Estabilidad (kN)	> 9 kN
	Relación Estabilidad-Fluencia (kN/mm)	2,5-4,0 (*)
	Porcentaje de Vacíos en mezcla	3% -5%
	Porcentaje de Vacíos del Agregado Mineral (VAM)	Determinación obligatoria. Se fija en la Especificación Técnica Particular en función del tamaño máximo nominal y el porcentaje de vacíos de diseño.
	Porcentaje Relación Betún-Vacíos	68% – 78%
Porcentaje de Resistencia Conservada mediante el ensayo de Tracción Indirecta. (Anexo I)		> 80%
Evaluación de la resistencia al ahuellamiento (Anexo V)		Deteminación obligatoria

<b>Tabla Nº 6 -REQUISITOS DE DOSIFICACIÓN</b>	
Porcentaje de Árido Fino no triturado en mezcla	0%
Porcentaje mínimo Cal Hidratada en peso sobre mezcla recomendado	1%
Relación en peso Filler / Asfalto	0.8-1,3
Proporciones máximas de filler en mezclas. (**)	<p><b>Cv/Cs&lt;1,0</b></p> <p>Se limita la proporción relativa de rellenos minerales de aporte cuya concentración crítica sea inferior a 0,22 (Cs&lt;0,22) en un máximo de 2% en peso de la mezcla.</p>

(\*) En caso utilizarse ligantes modificados, este rango se determina en la Especificación Técnica Particular.

(\*\*) En caso de utilizarse ligantes modificados este límite podrá ser establecido por la Especificación Técnica Particular

### 3.2. Equipo Necesario para la Ejecución de las Obras

#### 3.2.1. Planta Asfáltica

Los Concretos Asfálticos Densos y Semidensos se deben fabricar en plantas que se ajusten a los requisitos que se establecen en la tabla Nº 7.

<b>Tabla Nº 7 REQUISITOS QUE DEBE CUMPLIR LA PLANTA ASFÁLTICA</b>	
<b>Característica</b>	<b>Requisitos</b>
Capacidad de producción	Se deberá indicar en el Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares
Calibración de la planta	La Contratista debe presentar un informe escrito detallado de la calibración de cada elemento de la planta actualizado y previa a la ejecución del tramo de prueba.
Alimentación de agregados pétreos	<p>Cantidad de silos de dosificación en frío al menos igual al número de fracciones de los áridos que componen la fórmula de obra adoptada.</p> <p>Contar con dispositivos que eviten la contaminación de las distintas fracciones entre tolvas.</p> <p>Durante la producción, cada tolva en uso debe mantenerse con material entre el 50% y el 100 % de su capacidad.</p> <p>Debe contar con zaranda de rechazo de agregados que excedan el tamaño máximo.</p>
Almacenamiento y alimentación de ligante asfáltico	<p>Debe poder mantener la temperatura de empleo.</p> <p>Debe contar con recirculación constante.</p> <p>El sistema de calefacción debe evitar sobrecalentamientos.</p> <p>Debe contar con elementos precisos para calibrar la cantidad de ligante asfáltico que se incorpora a la mezcla.</p>
Alimentación de filler de aporte	Debe disponer de instalaciones para el almacenamiento y adición controlada a la mezcla. El filler de aporte debe ser incorporado a través de silos independientes de los silos en frío para áridos.
Calentamiento y mezclado	<p>Debe posibilitar la obtención de una mezcla homogénea, con las proporciones ajustadas a la respectiva fórmula de trabajo y a la temperatura adecuada para el transporte y colocación.</p> <p>Debe evitar sobrecalentamientos que afecten los materiales.</p> <p>Debe posibilitar la difusión homogénea del ligante asfáltico.</p> <p>El proceso de calentamiento no debe contaminar con residuos de hidrocarburos no quemados a la mezcla.</p> <p>La temperatura máxima de la mezcla no debe exceder de 185 °C, en el caso de ligantes modificados y 170 °C en el caso de ligantes convencionales.</p>

<b>Tabla Nº 7 REQUISITOS QUE DEBE CUMPLIR LA PLANTA ASFÁLTICA</b>	
<b>Característica</b>	<b>Requisitos</b>
Almacenamiento y descarga de la mezcla	Tanto en el almacenamiento como en la descarga de la mezcla asfáltica debe evitarse la separación de materiales (segregación de materiales) y la pérdida de temperatura localizada en partes de la mezcla (segregación térmica).
Emisiones	Debe contar con elementos que eviten la emisión de polvo mineral a la atmósfera.

### 3.2.2. Elementos de Transporte

Los elementos de transporte de mezclas asfálticas deben ajustarse a los requisitos que se indican en la tabla Nº 8.

<b>Tabla Nº 8 - REQUISITOS QUE DEBEN CUMPLIR LOS ELEMENTOS DE TRANSPORTE DE MEZCLA ASFÁLTICA</b>	
<b>Característica</b>	<b>Requisitos</b>
Caja de transporte	Debe rociarse con un producto que evite la adherencia de la mezcla asfáltica a la caja de los camiones. Por ejemplo, lechada de agua y cal, solución de agua jabonosa o emulsión siliconada antiadherente. No debe emplearse a este fin agentes que actúen como solventes del ligante asfáltico. La forma y altura debe ser tal que, durante la descarga en la terminadora, el camión sólo toque a ésta a través de los rodillos provistos al efecto.
Cubierta de protección	La caja de los camiones de transporte debe cubrirse con elementos (lona o cobertor adecuado) que impidan la circulación de aire sobre la mezcla. Dicha cubierta debe alcanzar un solape mínimo con la caja tanto lateral como frontalmente de 0,30 m. Deben mantenerse durante el transporte debidamente ajustados a la caja. Esta condición debe observarse con independencia de la temperatura ambiente. No se admite el empleo de coberturas que posibiliten la circulación del aire sobre la mezcla (tipo media sombra).

### 3.2.3. Equipos para Riego de Liga

Los equipos de distribución de riego de liga deben poder aplicar el material bituminoso a presión, con uniformidad y sin formación de estrías ni acumulaciones en superficie y que garantice la dotación definida de acuerdo a lo expresado en el punto 3.3.3.

### 3.2.4. Terminadoras

Los equipos de distribución de la mezcla asfáltica (terminadoras asfálticas), deben ajustarse a los requisitos que se indican en la tabla Nº 9.

<b>Tabla Nº 9 - REQUISITOS QUE DEBEN CUMPLIR LOS EQUIPOS DE DISTRIBUCIÓN DE MEZCLA ASFÁLTICA</b>	
<b>Característica</b>	<b>Requisitos</b>
Sensores de uniformidad de distribución	Debe contar con equipamiento que permita tomar referencias altimétricas destinadas a proveer regularidad en la superficie de la mezcla distribuida.
Alimentación de la mezcla	Debe poder abastecer de mezcla asfáltica a la caja de distribución en la forma más constante posible.
Operación de distribución transversal de la mezcla	Los tornillos helicoidales deben tener una extensión tal que lleguen a 0,10-0,20 metros de los extremos de la caja de distribución, exceptuando el empleo en ensanches para terminadoras con plancha telescópica. Debe procurarse que el tornillo sinfin gire en forma lenta y continua. La mezcla debe mantener una altura uniforme dentro de la caja de distribución, coincidente con la posición del eje de los tornillos helicoidales.

<b>Tabla Nº 9 - REQUISITOS QUE DEBEN CUMPLIR LOS EQUIPOS DE DISTRIBUCIÓN DE MEZCLA ASFÁLTICA</b>	
<b>Característica</b>	<b>Requisitos</b>
Caja de distribución	La porción de la caja de distribución que excede el chasis de la terminadora, debe contar con cierre frontal (contraescudo), en tanto que la parte inferior de tal dispositivo, debe contar con una cortina de goma que alcance la superficie de la calzada durante la operación de distribución.
Tornillos helicoidales	Se debe procurar que la altura del tornillo sinfin sea tal que su parte inferior se sitúe a no más de 2,5 veces el espesor de colocación de la capa.
Plancha	La posición altimétrica de la plancha debe poder ser regulada en forma automática mediante sensores referenciados a la capa de base u otro medio que permita distribuir la mezcla con la mayor homogeneidad del perfil longitudinal. El calentamiento de la plancha debe ser homogéneo evitando sobrecalentamientos localizados de la misma.
Homogeneidad de la distribución	El equipo debe poder operar sin que origine segregación de ningún tipo (granulométrica, térmica, invertida), ni arrastre de materiales. Debe poder regularse de modo que la superficie de la capa extendida resulte lisa y uniforme, sin segregaciones ni arrastres y con un espesor tal que, una vez compactada, se ajuste a la rasante y sección transversal indicadas en los Planos del Proyecto.
Operación	El avance se realizará con la mayor continuidad posible, ajustando la velocidad a la producción de la planta, de modo de reducir las detenciones al mínimo posible. En caso de detención se comprobará que la temperatura de la mezcla que quede sin distribuir, en la tolva de la terminadora y en la caja de distribución, no descienda de la indicada para el inicio de la compactación. En caso contrario se ejecutará una junta transversal y se debe desechar la mezcla defectuosa.

### 3.2.5. Equipo de Compactación

Los equipos de compactación deben ajustarse a los requisitos indicados en la tabla Nº 10.

<b>Tabla Nº 10 - REQUISITOS QUE DEBEN CUMPLIR LOS EQUIPOS DE COMPACTACIÓN DE MEZCLA ASFÁLTICA</b>	
<b>Característica</b>	<b>Requisitos</b>
Número y tipo de equipo	El número y las características de los equipos de compactación deben ser acordes a la superficie y espesor de mezcla que se debe compactar.
Operación	La operación debe ser en todo momento sistemática y homogénea, acompañando el avance de la terminadora. El peso estático de los equipos o la operación vibratoria, no debe producir la degradación granulométrica de los agregados pétreos. Deben poder invertir la marcha mediante una acción suave. Deben poder obtener una superficie homogénea, sin marcas o desprendimiento de la mezcla asfáltica. Debe evitarse la detención prolongada de los equipos sobre la mezcla caliente.
Condiciones de operación	Los rodillos metálicos deben mantener húmeda la superficie de los cilindros, sin excesos de agua. Los rodillos neumáticos deben contar con protecciones de lona u otro material de modo de generar recintos que limiten el enfriamiento de los neumáticos. Tales elementos deben extenderse en la parte frontal y lateral de cada conjunto de neumáticos y alcanzar la menor altura posible respecto de la superficie de la mezcla que se compacta.

### 3.3. Ejecución de las Obras

### 3.3.1. Presentación de la Fórmula de Obra

La fabricación y colocación de la mezcla no se debe iniciar hasta que se haya aprobado la correspondiente fórmula de obra presentada por el Contratista (según requerimiento punto 3.1), estudiada en el laboratorio y verificada en el tramo de prueba que se haya adoptado como definitivo.

La fórmula debe cumplirse durante todo el proceso constructivo de la obra y debe incluir como mínimo las siguientes características según Tabla N° 11.

Tabla N° 11 - REQUISITOS QUE DEBE REUNIR LAS FÓRMULA DE OBRA	
Parámetro	Información que debe ser consignada
Áridos y rellenos minerales	Identificación, características y proporción de cada fracción del árido y rellenos minerales (filler) en la alimentación y, en su caso, después de su clasificación en caliente. Granulometría por lavado de los áridos combinados incluido el o los rellenos minerales. Densidad relativa, densidad aparente y absorción de agua de los agregados pétreos de acuerdo con las Normas IRAM 1520 e IRAM 1533. Densidad aparente del filler de aporte de acuerdo con la Norma IRAM 1542.
Ligante asfáltico y aditivos	Identificación, características y proporción en la mezcla respecto de la masa total de los áridos incluido el o los rellenos minerales. Cuando se empleen aditivos, debe indicarse su denominación, características y proporción empleada, respecto de la masa de cemento asfáltico.
Calentamiento y mezclado	Tiempos requeridos para la mezcla de áridos en seco y para la mezcla de los áridos con el cemento asfáltico. Las temperaturas máxima y mínima de calentamiento previo de áridos y ligante. (En ningún caso se introducirá en el mezclador árido a una temperatura superior a la del asfalto en más de 15° C). Las temperaturas máxima y mínima de la mezcla al salir del mezclador.
Temperatura para la compactación	Deben indicarse las temperaturas máxima y mínima de compactación.
Ajustes en el tramo de prueba	La fórmula informada debe incluir los posibles ajustes realizados durante el tramo de prueba.

Corresponde la corrección de la fórmula de obra, que se debe justificar mediante ensayos, si varía la procedencia de alguno de los componentes, o si, durante la producción, se rebasan las tolerancias granulométricas establecidas.

### 3.3.2. Preparación de la Superficie de Apoyo

Las condiciones que debe reunir la superficie de la base, se indican en la tabla N° 12.

Tabla N° 12 - CONDICIONES DE LA SUPERFICIE DE LA BASE	
Parámetro	Condición
Regularidad	La superficie de la base debe ser regular de modo tal que el espesor de colocación de la mezcla se pueda encuadrar dentro de la tolerancia de espesores.
Deterioros	Cuando la superficie exhiba deterioros, se debe efectuar la reparación correspondiente.
Limpieza	Previo a la ejecución del riego de liga, la superficie a regar debe hallarse completamente seca, limpia y desprovista de material flojo o suelto. La limpieza alcanza a las manchas o huellas de suelos cohesivos, los que deben eliminarse totalmente de la superficie.



Banquinas	Las banquetas y/o trochas aledañas se deben mantener durante los trabajos en condiciones tales que eviten la contaminación de la superficie luego de que esta ha sido cubierta por el riego de liga.
-----------	--

### 3.3.3. Dotación del Riego de Liga

Sobre la superficie de asiento se debe ejecutar un riego de liga dentro del rango de dotación indicado en la tabla N° 13.

Tabla N° 13 - DOTACIONES DE RIEGO DE LIGA (l/m <sup>2</sup> de ligante asfáltico residual)	
Riego de liga con emulsión convencional o modificada (l/m <sup>2</sup> )	0,15 – 0,30

Nota: Los valores indicados en la Tabla N° 13 deben ser ajustados a las características de la superficie de apoyo de cada obra en particular.

### 3.3.4. Compactación de la Mezcla

La compactación de la mezcla debe realizarse según se indica en la tabla N° 14.

Tabla N° 14 - CONDICIONES PARA LA COMPACTACIÓN DE LA MEZCLA	
Parámetro	Condición
Secuencia	El empleo de los equipos de compactación debe mantener la secuencia de operaciones que se determinó previamente en el respectivo tramo de prueba y ajuste del proceso de distribución y compactación.
Temperatura de la mezcla	Debe estar comprendida dentro del rango de temperatura de la Tabla N° 7 o de lo recomendado por el proveedor del ligante asfáltico empleado.
Operación	Los rodillos deben llevar su rueda motriz del lado más cercano a la terminadora; a excepción de los sectores en rampa en ascenso, donde puede invertirse. Los cambios de dirección se deben realizar sobre mezcla ya compactada, y los cambios de sentido se deben efectuar con suavidad. Los rodillos metálicos de compactación deben mantenerse siempre limpios y húmedos.

### 3.3.5. Juntas transversales y longitudinales

La formación de juntas debe ajustarse a lo indicado en la tabla N° 15.

Tabla N° 15 - CONDICIONES PARA LA FORMACIÓN DE JUNTAS	
Parámetro	Condición
Separación de juntas	Cuando con anterioridad a la extensión de la mezcla se ejecuten otras capas asfálticas, se debe procurar que las juntas transversales de capas superpuestas guarden una separación mínima de 1,5 m, y de 0,15 m para las longitudinales. Las juntas transversales se deben compactar transversalmente, disponiendo los apoyos adecuados fuera de la capa para el desplazamiento del rodillo. Además, las juntas transversales de franjas de extensión adyacentes deben distanciar en más de 5 m.
Corte de la capa en las juntas	Tanto en las juntas longitudinales como transversales se debe producir un corte aproximadamente vertical, que elimine el material que no ha sido densificado. Esta operación puede ser obviada en juntas longitudinales para el caso de ejecución simultánea de fajas contiguas.

Compactación de juntas transversals	Las juntas transversales se deben compactar transversalmente con rodillo liso metálico, disponiendo los apoyos adecuados fuera de la capa para el desplazamiento del rodillo. Se debe iniciar la compactación apoyando aproximadamente el 90% del ancho del rodillo en la capa fría. Debe trasladarse paulatinamente el rodillo de modo tal que en no menos de cuatro pasadas el mismo termine apoyado completamente en la capa caliente. A continuación se debe iniciar la compactación en sentido longitudinal.
-------------------------------------	--

### 3.3.6. Limpieza

El contratista debe prestar especial atención en no afectar durante la realización de las obras la calzada existente o recién construida.

Para tal efecto, todo vehículo que se retire del sector de obra debe ser sometido a una limpieza exhaustiva de los neumáticos de manera tal que no marque ni ensucie tanto la calzada como la demarcación. Pueden emplearse también materiales absorbentes de hidrocarburos, que logren el mismo efecto.

En caso de detectarse sectores de calzada manchados y/o sucios con material de obra dentro del área de obra o fuera de ella, el contratista debe hacerse cargo de la limpieza para restituir el estado inicial de la carpeta.

### 3.3.7. Seguridad de Obra

Se deben seguir las prescripciones de la Especificación Técnica Particular.

## 3.4. Tramo de Prueba

Antes de iniciarse la puesta en obra de las CAC D ó CAC S, se deben realizar los tramos de ajuste del proceso de elaboración, distribución y compactación necesarios, hasta alcanzar la conformidad total acorde con las exigencias de la presente recomendación. A tales efectos, el Contratista debe ajustar la producción de la mezcla diseñada, los procesos de elaboración, transporte, uniformidad y dotación del riego de liga, extensión y compactación de la mezcla asfáltica, adoptando para ello las medidas de seguridad y señalización. Se debe informar por escrito los ajustes llevados a cabo, adjunto a la formulación de obra final a emplear.

Las pruebas se deben realizar sobre tramos a definir por la Inspección.

Aprobado lo señalado precedentemente se puede dar comienzo a la puesta en obra de las mezclas CAC.

Los tramos de prueba en los que se verifique el cumplimiento de las condiciones de ejecución y puesta en obra de las mezclas definidas en el punto 3.3., podrán ser aceptados como parte integrante de la obra.

## 3.5. Requisitos para la Unidad Terminada

### 3.5.1. Porcentaje de Vacíos

Para este tipo de mezclas, la densidad alcanzada en la obra debe ser tal que los vacíos de los testigos tengan un valor medio medios se encuentren comprendidos entre el 4% y el 7% y con un desvío estándar no superior a 1,5%. A los fines del

cálculo de los vacíos medios, se debe tomar como Densidad Máxima Teórica (Rice) la obtenida de la producción del día para el lote de mezcla colocada.

### 3.5.2.Espesor

El espesor del proyecto debe encuadrarse para cada tipo de mezcla dentro del rango definido en el punto 1. Las tolerancias se establecen en la Especificación Técnica Particular.

### 3.5.3.Regularidad superficial

En calzadas multitrochas y rutas principales se debe determinar la deformación longitudinal de una de las huellas de cada carril según criterio de la Inspección.

De acuerdo a la longitud de cada tramo, se exige un número mínimo de valores medios kilométricos de regularidad, medida en metros por kilómetros (m/Km). Los mismos se expresan como porcentaje del total de valores obtenidos para el carril analizado. Dichos valores deben resultar inferiores, en el caso de obras nuevas, a 2 metros por kilómetro (unidades IRI) determinados para L = 100 m. Para el caso de obras de rehabilitación, el valor exigido se fija en el Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares.

De acuerdo con la longitud del tramo analizado rigen las siguientes tolerancias:

<b>Tabla Nº 16 - TOLERANCIA DE REGULARIDAD LONGITUDINAL SEGUN LONGITUD DEL TRAMO</b>	
<b>Longitud del tramo analizado en Km</b>	<b>Porcentaje mínimo de valores iguales o inferiores a 2 m/km (I.R.I) para L=100m</b>
Mayor o igual a 30	95%
Menor a 30 y mayor a 10	85%
Menor a 10	80%

En calles urbanas la regularidad superficial se debe controlar mediante la regla de tres metros, siendo la exigencia a cumplir apartamientos menores o iguales a 4 mm, entre el borde inferior de la regla y la superficie de rodamiento en cualquier punto de la misma.

Para ambos tipos de obra sobre las juntas transversales de construcción, se deben realizar mediciones con la regla de 3 m apoyada con un extremo sobre la junta hacia atrás y hacia delante de la misma, además con la regla colocada simétricamente sobre la junta. Estas operaciones se deben realizar en tres posiciones: una en cada huella y otra en la interhuella, siendo la exigencia a cumplir, apartamientos menores o iguales a 4 mm, entre el borde inferior de la regla y la superficie de rodamiento.

### 3.5.4.Textura Superficial y Adherencia Neumático Calzada

Se debe efectuar un control inicial de macrotextura apenas finalizada la construcción de la carpeta de rodamiento y un control de adherencia expresada en F60 luego de transcurrido los tres primeros meses en servicio. En el Anexo III

se realizan consideraciones respecto al parámetro F60. Las exigencias a cumplir se indican en la siguiente tabla N°17.

<b>Tabla N°17 - REQUISITO DE TEXTURA SUPERFICIAL Y ADHERENCIA NEUMÁTICO - PAVIMENTO EN CAPAS DE RODAMIENTOS</b>			
<b>CARACTERISTICA</b>	<b>Norma</b>	<b>CAC D12</b>	<b>CAC S12</b>
Macrotextura (Altura de círculo de arena) [mm]	IRAM 1850	Determinación obligatoria. Los valores a cumplir se definen en las Especificaciones Técnicas Particulares.	
Adherencia Neumático Pavimento (F60)	Anexo III	Determinación obligatoria. Los valores a cumplir y la máxima distancia entre puntos de ensayo se definen en las Especificaciones Técnicas Particulares	

### 3.6. Limitaciones en la Ejecución

No se permite la puesta en obra de las CAC D ó CAC S:

- Cuando la temperatura ambiente a la sombra sea inferior a 8 °C.
- Con viento intenso, después de heladas, especialmente sobre tableros de puentes y estructuras, la Inspección puede aumentar el valor mínimo de la temperatura ambiente para la puesta en obra de la mezcla.
- Cuando se produzcan precipitaciones atmosféricas.

Se puede habilitar la calzada al tránsito cuando ésta alcance la temperatura ambiente.

### 3.7. Control de Procedencia de los Materiales y Toma de Muestras

#### 3.7.1. Ligantes Asfálticos

El proveedor del ligante debe suministrar al contratista la siguiente información cuya copia se debe entregar a la Inspección.

- Referencia del remito de la partida o remesa.
- Denominación comercial del material asfáltico provisto y su certificado de calidad.
- Identificación del vehículo que lo transporta.
- Fecha despacho del producto.

#### 3.7.2. Áridos

El Contratista es responsable de solicitar al proveedor, el suministro de áridos gruesos y/o finos que satisfagan las exigencias de la presente especificación y debe registrar durante su recepción la siguiente información que debe ser elevada a la Inspección:

- Denominación comercial del proveedor y certificado de calidad.
- Referencia del remito con el tipo de material provisto.
- Verificación ocular de la limpieza de los áridos.
- Identificación del vehículo que los transporta.
- Fecha y hora de recepción en obrador.

### 3.7.3. Relleno Mineral de Aporte (Filler)

El Contratista debe verificar y elevar a la Inspección lo siguiente:

- Denominación comercial del proveedor y certificado de calidad del producto.
- Remito con la constancia del material suministrado.
- Fecha y hora de recepción

**Nota:** Para los apartados 3.7.1, 3.7.2, 3.7.3. y sin perjuicio de un control de calidad posterior por parte de la Inspección, el Contratista debe tomar muestras para realizar los ensayos tendientes a verificar si los materiales ingresados cumplen con las prescripciones de esta recomendación.

### 3.8. Control de Ejecución

#### 3.8.1. Producción de Mezcla Asfáltica

a) Análisis granulométrico del árido combinado

Como mínimo se debe tomar diariamente una muestra de la mezcla de áridos y realizar una determinación granulométrica.

Las tolerancias admisibles en más ó en menos, respecto a la granulometría de la fórmula de trabajo vigente, deben ser las indicadas en la tabla N° 18.

Tabla N° 18 - TOLERANCIAS GRANULOMÉTRICAS DE LA MEZCLA DE ÁRIDOS									
Tamices	12.5 mm (½")	9,5 mm (3/8")	6,3 mm (N° 3)	4,75 mm (N° 4)	2.36 mm (N° 8)	600 µm (N° 30)	300 µm (N° 50)	150 µm (N° 100)	75 µm (N° 200)
Tolerancia	± 4%			± 3%		± 2%			

La granulometría de la fórmula de trabajo con sus tolerancias debe encontrarse dentro del entorno establecido en Tabla 5.

b) Se deben tomar muestras de mezcla asfáltica a la descarga del mezclador y con ellas efectuar ensayos acorde con el plan de control de calidad adoptado.

- En cada elemento de transporte, verificación del aspecto de la mezcla y medición de su temperatura.
- Moldeo de probetas Marshall y verificación de los parámetros volumétricos y mecánicos.
- Determinación del porcentaje de cemento asfáltico y granulometría de los áridos recuperados
- Porcentaje de Resistencia Conservada por Tracción Indirecta

#### 3.8.2. Requisitos de la Unidad Terminada

Se considera como lote de la mezcla colocada en el camino a la fracción menor que resulte de los siguientes criterios:

- Una longitud de quinientos metros lineales de construcción (500 m).
- Una superficie de tres mil quinientos metros cuadrados (3500 m<sup>2</sup>)
- Lo ejecutado en una jornada de trabajo.

Para cada lote se debe verificar en un mínimo de 6 puntos:

- Porcentaje de vacíos.
- Espesor.
- Macrotextura.

Para todos los casos, la toma de muestras y la frecuencia de ensayos se debe establecer acorde con el Plan de Control de Calidad aprobado conforme a lo establecido en el punto 4. El muestreo debe realizarse siempre en base al uso de la tabla de números aleatorios.

### **3.9. Criterios de Recepción**

Sin perjuicio de lo establecido en los apartados siguientes, la formula de obra con sus tolerancias debe cumplir con lo establecido en la Tabla N° 6.

#### **3.9.1. Contenido de Ligante**

El porcentaje medio de cemento asfáltico de producción por lote debe encuadrarse dentro de una tolerancia de  $\pm 0,2\%$  respecto de la fórmula aprobada.

Los valores individuales deben encuadrarse dentro de una tolerancia respecto del valor de fórmula de obra en  $\pm 0,3\%$ .

#### **3.9.2. Vacíos**

##### **3.9.2.1. En Mezcla Asfáltica de Planta (sobre probetas Marshall)**

Una vez definida y aprobada la fórmula de obra, los vacíos medios de la mezcla compactada en moldes Marshall con 75 golpes por cara, se debe mantener dentro de un entorno de  $\pm 1\%$  del valor de vacíos correspondiente a la fórmula de obra. El porcentaje mínimo admisible del promedio de vacíos en probetas Marshall del día no debe ser inferior a 3%.

##### **3.9.2.2. En Mezcla Asfáltica Colocada y Compactada**

Se admiten las tolerancias establecidas en el punto 3.5.1.

#### **3.9.3. Espesor**

El espesor medio del lote no será inferior al previsto en los Planos del Proyecto. Las posibles tolerancias a este valor deben ajustarse acorde a la superficie de apoyo y al espesor del proyecto adoptado y estar indicadas en la Especificación Técnica Particular.

Si el espesor medio del lote obtenido en la capa fuera inferior y/o superior al especificado con su tolerancia, se puede permitir la re-extracción en la zona de los testigos defectuosos para verificar nuevamente el espesor real de la capa.

#### **3.9.4. Regularidad y Textura Superficial, Adherencia Neumático-Pavimento**

No se admiten valores que excedan los valores establecidos en los puntos 3.5.3 y 3.5.4.

Queda a criterio de la Inspección efectuar evaluaciones intermedias antes de finalizar la obra.

#### **4. PLAN DE CONTROL DE CALIDAD**

El Plan de Control de Calidad del Proyecto define el programa que debe cumplir la Contratista e incluye los protocolos de ensayos para el control de calidad de los materiales, de la mezcla asfáltica y de la unidad terminada, donde se deben indicar como mínimo los siguientes datos:

- Frecuencia de ensayos y tiempos de presentación de los mismos.
- Planillas tipo de cada uno de los ensayos.
- Listado de equipamiento con que se deben realizar los ensayos y su correspondiente certificado de calibración; estos equipos serán verificados por la Inspección o por quien ésta delegue.
- Criterios de aceptación y/o rechazos

#### **5. MEDICIÓN**

La forma de medición de los trabajos indicados en la presente se indica en la Especificación Técnica Particular.

#### **6. FORMA DE PAGO**

La forma de pago de los trabajos indicados en la presente se indica en la Especificación Técnica Particular.

# **CONCRETO ASFÁLTICO DRENANTE**

**CAD 12**



## 1. DESCRIPCION

### 1.1. Definición

Se define como Concreto Asfáltico Drenante CAD 12-AMX a la combinación de un ligante asfáltico modificado con polímeros, áridos (incluido filler) y eventualmente aditivos, tales como mejoradores de adherencia y fibras. Dichas mezclas son fabricadas en plantas asfálticas y colocadas en obra a temperatura muy superior a la ambiente y en espesores menores ó iguales a 40 mm y 12 mm de tamaño máximo del agregado de forma tal que el porcentaje de vacíos de la mezcla sea igual ó mayor a 20%.

Su finalidad es dotar a la carpeta de rodamiento de adecuadas condiciones de resistencia mecánica, macrotextura, resistencia al deslizamiento y propiedades fono absorbentes, disminuyendo además el fenómeno de hidrolaneo.

### 1.2. Normas Técnicas de Aplicación (\*)

IRAM	Normas del Instituto de Racionalización de Materiales, Argentina
VN-E	Normas de ensayo de la Dirección Nacional de Vialidad, Argentina
NLT	Normas de ensayos redactadas por el Laboratorio del Transporte y Mecánica del Suelo del Centro de Estudios y Experimentación del Ministerio de Obras Publicas (Cedex), España
AASHTO	American Association of State Highways and Transportation Officials, USA.
ASTM	American Society for Testing and Materials, USA
EN	Normas Comunidad Europea

(\*) Cuando exista una norma IRAM vigente para realizar cualquier determinación referida en estas especificaciones, la misma prevalecerá sobre cualquier otra.

## 2. REQUISITOS DE LOS MATERIALES

### 2.1. Áridos

#### 2.1.1. Características generales

Los requisitos que deben cumplir los áridos para el aprovisionamiento y acopio son los que se establecen en la tabla N° 1.

<b>Característica</b>	<b>Requisitos</b>
Procedencia	Pueden ser naturales o artificiales, siempre que cumplan las exigencias establecidas en la presente especificación técnica. Deben provenir de rocas sanas y no deben ser susceptibles de ningún tipo de meteorización o alteración fisico-química apreciable bajo las condiciones más desfavorables que puedan darse en la zona de empleo. Tampoco deben dar origen, con el agua, a disoluciones que causen daños a estructuras u otras capas del paquete estructural ó contaminar corrientes de agua.
Número de fracciones	El número de fracciones diferenciadas debe ser como mínimo de tres (3), incluido el relleno mineral (filler) de aporte. Si se estima necesario para cumplir las tolerancias exigidas para la granulometría de la mezcla, se debe aumentar el número de fracciones.

Tabla Nº 1 - REQUISITOS PARA EL APROVISIONAMIENTO Y ACOPIO DE ÁRIDOS	
Característica	Requisitos
Acopios	Cada fracción debe acopiarse por separado. La forma y la altura de los acopios debe ser tal que se minimicen las segregaciones en los tamaños. Las partes de los acopios que hayan resultado contaminadas no deben ser empleadas en la elaboración de mezclas asfálticas. En tal caso debe procederse al retiro de dichas partes del obrador.

## 2.1.2. Árido Grueso

### 2.1.2.1. Definición de árido grueso

Se define como árido grueso la parte del árido total retenida en el tamiz 4,75 mm según Norma IRAM 1501.

### 2.1.2.2. Requisitos del árido grueso

Los áridos gruesos deben cumplir con los requisitos que se establecen en la Tabla Nº 2.

Tabla Nº 2 - REQUISITOS DE LOS ÁRIDOS GRUESOS		
Ensayo	Norma	Exigencia
Partículas trituradas	IRAM 1851	Mínimo, 75 % de sus partículas, con 2 ó más caras de fractura y el porcentaje restante por lo menos con una. Para el caso de la trituración de rodados, el tamaño mínimo de las partículas a triturar debe ser al menos 3 veces el tamaño máximo del agregado triturado resultante.
Elongación	IRAM 1687-2	Determinación obligatoria.
Índice de Lajas	IRAM 1687-1	≤ 25%
Coeficiente de Desgaste Los Ángeles	IRAM 1532	≤ 25%
Coeficiente de Pulimento Acelerado	IRAM 1543	≥ 0,40 (Valor indicativo)
Durabilidad por ataque con sulfato de sodio	IRAM 1525	≤ 10%
Polvo Adherido	VN E 68-75	≤ 1,0%
Plasticidad	IRAM 10501	No Plástico.
Micro Deval	IRAM 1762	Determinación obligatoria
Relación Vía Seca-Vía Húmeda, de la fracción que pasa el tamiz IRAM 75 µm	VN E 7-65	≥ 50% (1)
Análisis del Estado Físico de la Roca	IRAM 1702 IRAM 1703	Determinación obligatoria.
Limpieza	-	Exento de terrones de arcilla, materia vegetal u otras materias extrañas que puedan afectar a la durabilidad de la capa

(1) Si el pasante por el tamiz IRAM 75 µm vía húmeda es mayor de 5 %.

## 2.1.3. Árido Fino

### 2.1.3.1. Definición de árido fino

Se define como árido fino la parte del árido total el pasante por el tamiz IRAM 4,75 mm.

### 2.1.3.2. Requisitos

Los áridos finos deben cumplir con los requisitos que se fijan en la Tabla N° 3.

Tabla N° 3 - REQUISITOS DE LOS ÁRIDOS FINOS		
Ensayo	Norma	Exigencia
Procedencia	-	El árido fino debe proceder de la trituración de roca sana de cantera o grava natural.
Limpieza	-	Exento de terrones de arcilla, materia vegetal u otras materias extrañas que puedan afectar a la durabilidad de la capa
Resistencia a la fragmentación	-	Cuando el material que se triture para obtener árido fino sea de la misma naturaleza que el árido grueso, éste último debe entonces cumplir las condiciones exigidas en la Tabla N° 1 para el coeficiente de desgaste Los Ángeles. Se puede emplear árido fino de otra naturaleza que mejore alguna característica, en especial la adhesividad, pero en cualquier caso procederá de árido grueso con coeficiente de desgaste Los Ángeles inferior a veinticinco (25).
Equivalente de Arena	IRAM 1682	≥ 50%
Plasticidad de la fracción que pasa tamiz IRAM 425 µm	IRAM 10501	No plástico.
Plasticidad de la fracción que pasa tamiz IRAM 75 µm	IRAM 10501	≤ 4%
Relación Vía Seca-Vía Húmeda, de la fracción que pasa el tamiz IRAM 75 µm	VN E 7-65	≥ 50% (1)
Granulometría	-	Debe permitir encuadrar dentro del huso preestablecido la gradación resultante, junto con la composición de las restantes fracciones.

(1) Si el pasante por el tamiz IRAM 75 µm vía húmeda es mayor de 5%.

### 2.1.4. Relleno Mineral (Filler)

#### 2.1.4.1. Definición

Se define como filler a la fracción pasante del tamiz IRAM 75 µm, de la mezcla compuesta por los áridos y el filler de aporte.

Debe cumplir, con las siguientes exigencias:

- Densidad Aparente (D. Ap.) en Tolueno (NLT-176):

$$0,5 \text{ gr/cm}^3 < D. \text{ Ap.} < 0,8 \text{ gr/cm}^3$$

Puede admitirse el empleo de un filler cuya D. Ap. se encuentre comprendida entre los valores de 0,3 gr/cm<sup>3</sup> y 0,5 gr/cm<sup>3</sup>, siempre que sea aprobado por la Inspección, previa fundamentación mediante la ejecución de los ensayos y experiencias que estime conveniente.

#### 2.1.4.2. Definición y Características Relleno Mineral de Aporte (Filler de Aporte)

- Definición:  
Se define como filler de aporte a aquellos que puedan incorporarse a la mezcla por separado y que no provengan de la recuperación de los áridos.
- Materiales a utilizar como filler de aporte:  
El relleno mineral de aporte podrá estar constituido por los siguientes materiales:
  - Cemento Portland
  - Calcáreo molido (polvo calizo)
  - Cal hidratada
  - Cal hidráulica hidratada

Podrán utilizarse como relleno mineral materiales de otra naturaleza, siempre que sean aprobados previamente por la Inspección, mediante la ejecución de ensayos y experiencia que ésta estime corresponder. La Inspección está facultada para interpretar el resultado de los ensayos y fundamentar la aceptación o rechazo del material sobre la base a los mismos ensayos o a resultados de ensayos no previstos en las especificaciones.

- Características generales:  
El relleno mineral de aporte será homogéneo, seco y libre de grumos provenientes de las partículas.
- Características granulométricas:

Tabla Nº 4 - REQUISITOS GRANULOMÉTRICOS DEL FILLER DE APORTE	
Tamiz IRAM	Porcentaje en peso que pasa
425 µm (Nº 40)	100%
150 µm ( Nº 100) mínimo	>90%
75 µm (Nº 200) mínimo	>75%

- Requisitos de calidad:  
El filler deberá cumplir con alguna de las siguientes normas.
  - Cemento Portland: IRAM 50000
  - Filler: IRAM 1593
  - Cal: IRAM 1508

## 2.2. Materiales Asfálticos

### 2.2.1. Ligante Asfáltico

El ligante asfáltico a utilizar será del tipo AM2 ó AM3 de la Norma IRAM 6596 seleccionándose de acuerdo a las condiciones de clima, tránsito y estructurales del proyecto.

El tipo de ligante seleccionado debe ser indicado en la Especificación Técnica Particular.

### 2.2.2. Ligante asfáltico para Riego de liga

El material a emplear como riego de liga debe ser una emulsión asfáltica catiónica de rotura rápida modificada con polímeros del tipo CRRm, de acuerdo a la Norma IRAM-IAPG 6698.

### 2.3. Husos Granulométricos

La granulometría de las distintas fracciones de árido constituyente de la mezcla (incluido el filler de aporte) deber estar comprendida según los husos definidos en la Tabla Nº 5 (s/IRAM 1505).

Tabla Nº 5 - HUSO GRANULOMETRICO	
Tamices	Porcentaje en peso que pasa (*)
	CAD 12
12,5 mm (½")	70-100
9,5 mm (3/8")	50-80
4,75 mm (Nº4)	15-30
2,36 mm (Nº8)	10-22
600 µm (Nº30)	6-13
75 µm (Nº200)	3-6

(\*) Si existe una diferencia entre los pesos específicos de las fracciones utilizadas, incluida el filler, superior al 0,2 la dosificación se hace en volumen.

### 2.4. Fibras

En las fórmulas donde se empleen fibras, las mismas deben ser capaces de inhibir el escurrimiento de ligante, no deben ser nocivas para la salud y el medio ambiente ni interactuar negativamente con el ligante ni con los áridos. Las mismas deben ser suministradas en pelets ó sueltas. En ambos casos se deberán asegurar las condiciones de almacenamiento de las fibras y de dispersión y mezclado en la planta asfáltica. En todos los casos el suministro de fibras debe estar acompañado de un certificado de calidad detallando descripción, características y recomendaciones de uso. En el caso de proveerse en forma de pelets el fabricante debe indicar el porcentaje de fibra y el de ligante empleados.

### 3. REQUERIMIENTOS CONSTRUCTIVOS

#### 3.1. Criterios de Dosificación

Los criterios para la dosificación se resumen en la tabla N° 6.

Tabla N° 6 - REQUISITOS DE DOSIFICACIÓN PARA MEZCLAS CAD 12		
Ensayo Marshall VN_E 9	Número de golpes por cara	50
	Porcentaje de Vacíos en mezcla	> 20%
Ensayo Cántabro NLT 352-86	Porcentaje de Pérdidas por desgaste en seco	< 25%
Porcentaje de Resistencia Conservada mediante el ensayo de Tracción Indirecta.(Anexo I) (*) Ver Nota		> 80%
Porcentaje de árido fino no triturado en mezcla		0%
Escurrecimiento de ligante (Anexo II)		< 0.3%
Porcentaje Máximo de Cal Hidratada o Cemento		3%
Evaluación de la resistencia al ahuellamiento (Anexo V)		Determinación obligatoria
Contenido mínimo de ligante sin emplear fibras (Total Por ciento en masa sobre mezcla)		4.3%
Contenido mínimo de fibras en caso de utilizarse (Total Por ciento en masa sobre mezcla)		0,50%
Contenido mínimo de ligante cuando se utilizan fibras (Total Por ciento en masa sobre mezcla)		5.5%

(\*) **Nota:** Exclusivamente para estas mezclas el ensayo de tracción indirecta destinado a evaluar la sensibilidad con agua se ejecutará a 15° C y tomando la densidad de diseño para el moldeo de probetas, en lugar de los 25° C y el 7% de vacíos indicado en el Anexo I correspondiente.

#### 3.2. Equipo Necesario para la Ejecución de las Obras

##### 3.2.1. Planta Asfáltica

Los Concretos Asfálticos Drenantes en caliente CAD 12 se deben fabricar en plantas que se ajusten a los requisitos que se establecen en la tabla N° 7.

Tabla N° 7 - REQUISITOS QUE DEBEN CUMPLIR LAS PLANTAS ASFÁLTICAS	
Característica	Requisitos
Capacidad de producción	Se deberá indicar en el Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares
Calibración de la planta	La Contratista debe presentar un informe escrito detallado de la calibración de cada elemento de la planta actualizado y previa a la ejecución del tramo de prueba.
Alimentación de agregados pétreos	Cantidad de silos de dosificación en frío al menos igual al número de fracciones de los áridos que componen la fórmula de obra adoptada. Contar con dispositivos que eviten la contaminación de las distintas fracciones. Durante la producción cada tolva en uso debe mantenerse con material entre el 50% y el 100 % de su capacidad. Debe contar con zaranda de rechazo de agregados que excedan el tamaño máximo.

<b>Tabla N° 7 - REQUISITOS QUE DEBEN CUMPLIR LAS PLANTAS ASFÁLTICAS</b>	
<b>Característica</b>	<b>Requisitos</b>
Almacenamiento y alimentación de ligante asfáltico	Debe poder mantener la temperatura de empleo. Debe contar con recirculación constante. El sistema de calefacción debe evitar sobrecalentamientos. Debe contar con elementos precisos para calibrar la cantidad de ligante asfáltico que se incorpora a la mezcla.
Alimentación de filler de aporte	Debe disponer de instalaciones para el almacenamiento y adición controlada a la mezcla. El filler de aporte debe ser incorporado a través de silos independientes de los silos en frío para áridos.
Calentamiento y mezclado	Debe posibilitar la obtención de una mezcla homogénea, con las proporciones ajustadas a la respectiva fórmula de trabajo y a la temperatura adecuada para el transporte y colocación. Debe evitar sobrecalentamientos que afecten los materiales. Debe posibilitar la difusión homogénea del ligante asfáltico. El proceso de calentamiento no debe contaminar con residuos de hidrocarburos no quemados a la mezcla La temperatura máxima de la mezcla no debe exceder de 185° C.
Almacenamiento y descarga de la mezcla	Tanto en el almacenamiento como en la descarga de la mezcla asfáltica debe evitarse la separación de materiales (segregación de materiales) y la pérdida de temperatura localizada en partes de la mezcla (segregación térmica).
Emisiones	Debe contar con elementos que eviten la emisión de polvo mineral a la atmósfera.

### 3.2.2. Elementos de Transporte

Los elementos de transporte de mezclas asfálticas deben ajustarse a los requisitos que se indican en la tabla N° 8.

<b>Tabla N° 8 - REQUISITOS QUE DEBEN CUMPLIR LOS ELEMENTOS DE TRANSPORTE DE CONCRETOS ASFÁLTICOS DRENANTES CAD 12</b>	
<b>Característica</b>	<b>Requisitos</b>
Capacidad de transporte	El número y capacidad de los camiones deben ser acordes al volumen de producción de la planta asfáltica.
Caja de transporte	Debe rociarse con un producto que evite la adherencia de la mezcla asfáltica a la caja de los camiones. Por ejemplo lechada de agua y cal, solución de agua jabonosa o emulsión siliconada antiadherente. No debe emplearse a este fin agentes que actúen como solventes del ligante asfáltico. La forma y altura debe ser tal que, durante la descarga en la terminadora, el camión sólo toque a ésta a través de los rodillos provistos al efecto.
Cubierta de protección	La caja de los camiones de transporte debe cubrirse con elementos (lona o cobertor adecuado) que impidan la circulación de aire sobre la mezcla. Dicha cubierta debe alcanzar un solape mínimo con la caja tanto lateral como frontalmente de 0,30 m. Deben mantenerse durante el transporte debidamente ajustados a la caja. Esta condición debe observarse con independencia de la temperatura ambiente. No se admite el empleo de coberturas que posibiliten la circulación del aire sobre la mezcla (tipo media sombra).

### 3.2.3. Equipos para Riego de Liga

Los equipos de distribución de riego de liga deben poder aplicar el material bituminoso a presión, con uniformidad y sin formación de estrías ni

acumulaciones en superficie y que garantice la dotación definida de acuerdo a lo expresado en el apartado 3.3.3

### 3.2.4. Terminadoras

Los equipos de distribución de la mezcla asfáltica (terminadoras asfálticas), deben ajustarse a los requisitos que se indican en la tabla N° 9.

<b>Tabla N° 9 - REQUISITOS QUE DEBE CUMPLIR EL EQUIPO DE DISTRIBUCIÓN DE CONCRETOS ASFÁLTICOS DRENANTES CAD 12</b>	
<b>Característica</b>	<b>Requisitos</b>
Sensores de uniformidad de distribución	Debe contar con equipamiento que permita tomar referencias altimétricas destinadas a proveer regularidad en la superficie de la mezcla distribuida.
Alimentación de la mezcla	Debe poder abastecer de mezcla asfáltica a la caja de distribución en la forma más constante posible.
Operación de distribución transversal de la mezcla	Los tornillos helicoidales deben tener una extensión tal que lleguen a 0,10 – 0,20 metros de los extremos de la caja de distribución, exceptuando el empleo en ensanches o ramas de acceso / egreso de reducida longitud, para terminadoras con plancha telescópica. Debe procurarse que el tornillo sin fin gire en forma lenta y continua. La mezcla debe mantener una altura uniforme dentro de la caja de distribución, coincidente con la posición del eje de los tornillos helicoidales.
Caja de distribución	La porción de la caja de distribución que excede el chasis de la terminadora, debe contar con cierre frontal (contraescudo), en tanto que la parte inferior de tal dispositivo, debe contar con una cortina de goma que alcance la superficie de la calzada durante la operación de distribución.
Tornillos helicoidales	Se debe procurar que la altura del tornillo sin fin sea tal que su parte inferior se sitúe a no más de 2,5 veces el espesor de colocación de la capa.
Plancha	La posición altimétrica de la plancha debe poder ser regulada en forma automática mediante sensores referenciados a la capa de base u otro medio que permita distribuir la mezcla con la mayor homogeneidad del perfil longitudinal. El calentamiento de la plancha debe ser homogéneo evitando sobrecalentamientos localizados de la misma.
Homogeneidad de la distribución	El equipo debe poder operar sin que origine segregación de ningún tipo (granulométrica, térmica, invertida), ni arrastre de materiales. Debe poder regularse de modo que la superficie de la capa extendida resulte lisa y uniforme, sin segregaciones ni arrastres, y con un espesor tal que, una vez compactada, se ajuste a la rasante y sección transversal indicadas en los Planos del Proyecto.
Operación	El avance se realizará con la mayor continuidad posible, ajustando la velocidad a la producción de la planta, de modo de reducir las detenciones al mínimo posible. En caso de detención, se comprobará que la temperatura de la mezcla que quede sin distribuir, en la tolva de la terminadora y en la caja de distribución, no descienda de la indicada para el inicio de la compactación. En caso contrario, se ejecutará una junta transversal y se debe desechar la mezcla defectuosa.

### 3.2.5. Equipo de Compactación

Los equipos de compactación deben ajustarse a los requisitos indicados en la tabla N° 10.



<b>Tabla N° 10 - REQUISITOS QUE DEBEN CUMPLIR LOS EQUIPOS DE COMPACTACIÓN DE CONCRETOS ASFÁLTICOS CAD 12</b>	
<b>Característica</b>	<b>Requisitos</b>
Número y tipo de equipo	La compactación de mezclas CAD 12, se realizará con rodillos lisos metálicos en modo estático. No deben utilizarse compactadores mixtos ó de neumáticos.
Operación	La operación debe ser en todo momento sistemática y homogénea, acompañando el avance de la terminadora. El peso estático de los equipos no debe producir la degradación granulométrica de los agregados pétreos. Deben poder invertir la marcha mediante una acción suave. Deben poder obtener una superficie homogénea, sin marcas o desprendimiento de la mezcla asfáltica. Debe evitarse la detención prolongada de los equipos sobre la mezcla caliente.
Condiciones de operación	Los rodillos metálicos deben mantener húmeda la superficie de los cilindros, sin excesos de agua.

### 3.3. Ejecución de las Obras

#### 3.3.1. Presentación de la Fórmula de Obra

La fabricación y colocación de la mezcla no se debe iniciar hasta que se haya aprobado la correspondiente fórmula de obra presentada por el Contratista (según requerimiento punto 3.1), estudiada en el laboratorio y verificada en el tramo de prueba que se haya adoptado como definitivo.

La fórmula debe cumplirse durante todo el proceso constructivo de la obra, siempre que se mantengan las características de los materiales que la componen. Toda vez que cambie alguno de los materiales que integran la mezcla o se excedan sus tolerancias de calidad, su composición debe ser reformulada. Por lo tanto, debe excluirse el concepto de "fórmula de obra única e inamovible". La fórmula debe incluir como mínimo las siguientes características según Tabla N° 11.

<b>Tabla N° 11 REQUISITOS QUE DEBE REUNIR LA FÓRMULA DE OBRA</b>	
<b>Parámetro</b>	<b>Información que debe ser consignada</b>
Áridos y rellenos minerales	Identificación, características y proporción de cada fracción del árido y rellenos minerales (filler) en la alimentación y, en su caso, después de su clasificación en caliente. Granulometría por lavado de los áridos combinados incluido el o los rellenos minerales. Densidad relativa, densidad aparente y absorción de agua de los agregados pétreos de acuerdo con las Normas IRAM 1520 e IRAM 1533. Densidad aparente del filler de aporte de acuerdo con la Norma IRAM 1542.
Ligante asfáltico y aditivos	Identificación, características y proporción en la mezcla respecto de la masa total de los áridos incluido el o los rellenos minerales. Cuando se empleen aditivos, debe indicarse su denominación, características y proporción empleada respecto de la masa de cemento asfáltico.
Calentamiento y mezclado	Tiempos requeridos para la mezcla de áridos en seco y para la mezcla de los áridos con el cemento asfáltico. Las temperaturas máxima y mínima de calentamiento previo de áridos y ligante. (En ningún caso se introducirá en el mezclador árido a una temperatura superior a la del asfalto en más de 15° C). Las temperaturas máxima y mínima de la mezcla al salir del mezclador.
Temperatura para la compactación	Deben indicarse las temperaturas máxima y mínima de compactación

Tabla N° 11 REQUISITOS QUE DEBE REUNIR LA FÓRMULA DE OBRA	
Parámetro	Información que debe ser consignada
Ajustes en el tramo de prueba	La fórmula informada debe incluir los posibles ajustes realizados durante el tramo de prueba.

### 3.3.2. Preparación de la Superficie de Apoyo

Las condiciones que debe reunir la superficie de la base, se indican en la tabla N° 12.

Tabla N° 12 - CONDICIONES DE LA SUPERFICIE DE APOYO	
Parámetro	Condición
Regularidad	La superficie de apoyo debe ser regular y no debe exhibir deterioros, de modo tal que el espesor de colocación de la mezcla se pueda encuadrar dentro de la tolerancia de espesores.
Limpieza	Previo a la ejecución del riego de liga, la superficie a regar debe hallarse completamente seca, limpia y desprovista de material flojo o suelto. La limpieza alcanza a las manchas o huellas de suelos cohesivos, los que deben eliminarse totalmente de la superficie.
Banquinas	Las banquetas y/o trochas aledañas se deben mantener durante los trabajos en condiciones tales que eviten la contaminación de la superficie, luego de que esta ha sido cubierta por el riego de liga.

### 3.3.3. Dotación del Riego de Liga

El rango de dotación es el indicado en la Tabla N° 13.

Tabla N° 13 - DOTACIONES DE RIEGO DE LIGA (l/m <sup>2</sup> ligante asfáltico residual)	
Riego de liga con emulsión modificada (l/m <sup>2</sup> )	0,15 – 0,30

Nota: los valores indicados en la tabla N° 13 deben ser ajustados a las características de la superficie de apoyo de cada obra en particular.

### 3.3.4. Compactación de la Mezcla

La compactación de la mezcla debe realizarse según se indica en la tabla N° 14.

Tabla N° 14 - CONDICIONES PARA LA COMPACTACIÓN DE LA MEZCLA	
Parámetro	Condición
Secuencia	El empleo de los equipos de compactación debe mantener la secuencia de operaciones que se determinó previamente en el respectivo tramo de prueba y ajuste del proceso de distribución y compactación.
Temperatura de la mezcla	Debe estar comprendida dentro del rango de temperatura de la Tabla N° 7 o de la recomendada por el proveedor del ligante asfáltico empleado.
Operación	Los rodillos deben llevar su rueda motriz del lado más cercano a la terminadora; a excepción de los sectores en rampa en ascenso, donde puede invertirse. Los cambios de dirección se deben realizar sobre mezcla ya compactada y los cambios de sentido se deben efectuar con suavidad. Los rodillos metálicos de compactación deben mantenerse siempre limpios y húmedos.

### 3.3.5. Juntas transversales y longitudinales

La formación de juntas debe ajustarse a lo indicado en la tabla N° 15.

<b>Tabla N° 15 - CONDICIONES PARA LA FORMACIÓN DE JUNTAS</b>	
<b>Parámetro</b>	<b>Condición</b>
Separación de juntas	Cuando con anterioridad a la extensión de la mezcla se ejecuten otras capas asfálticas, se debe procurar que las juntas transversales de capas superpuestas guarden una separación mínima de 1,5 m, y de 0,15 m para las longitudinales. Las juntas transversales se deben compactar transversalmente, disponiendo los apoyos adecuados fuera de la capa para el desplazamiento del rodillo. Además, las juntas transversales de franjas de extensión adyacentes deben distanciar en más de 5 m.
Construcción de juntas	Tanto en las juntas longitudinales como transversales se debe tener en cuenta la continuidad de la conductividad hidráulica. Por lo tanto las mismas no deben ser aserradas ni regadas con material asfáltico alguno.
Compactación de juntas transversales	Las juntas transversales se deben compactar transversalmente con rodillo liso metálico, disponiendo los apoyos adecuados fuera de la capa para el desplazamiento del rodillo. Se debe iniciar la compactación apoyando aproximadamente el 90 % del ancho del rodillo en la capa fría. Debe trasladarse paulatinamente el rodillo de modo tal que en no menos de cuatro pasadas el mismo termine apoyado completamente en la capa caliente. A continuación se debe iniciar la compactación en sentido longitudinal.

### **3.3.6. Limpieza**

El Contratista debe prestar especial atención en no afectar durante la realización de las obras la calzada existente o recién construida.

Para tal efecto, todo vehículo que se retire del sector de obra debe ser sometido a una limpieza exhaustiva de los neumáticos de manera tal que no marque ni ensucie la calzada ni la demarcación. Pueden emplearse también materiales absorbentes de hidrocarburos, que logren el mismo efecto.

En caso de detectarse sectores de calzada manchados y/o sucios con material de obra, dentro del área de obra o fuera de ella, el contratista debe hacerse cargo de la limpieza para restituir el estado inicial de la carpeta.

### **3.3.7. Seguridad de Obra**

Se deben seguir las prescripciones de la Especificación Técnica Particular.

### **3.4. Tramo de Prueba**

Antes de iniciarse la puesta en obra de la CAD 12 se deben realizar los tramos experimentales necesarios hasta alcanzar la conformidad total acorde con las exigencias de la presente recomendación. A tales efectos, el Contratista debe ajustar la producción de la mezcla diseñada, los procesos de elaboración, transporte, uniformidad y dotación del riego de liga, extensión y compactación de la mezcla asfáltica, adoptando para ello las medidas de seguridad y señalización. Se debe informar por escrito los ajustes llevados a cabo, adjunto a la formulación de obra final a emplear. Las pruebas se deben realizar sobre tramos a definir por la Inspección.

Aprobado lo señalado precedentemente se puede dar comienzo a la puesta en obra de las mezclas CAD.

Los tramos de prueba en los que se verifique el cumplimiento de las condiciones de ejecución y puesta en obra de las mezclas definidas en el punto 3.3., podrán ser aceptados como parte integrante de la obra.

### 3.5. Requisitos para la Unidad Terminada

#### 3.5.1. Porcentaje de Vacíos

En las mezclas tipo CAD 12, la densidad alcanzada en la obra debe ser tal que el porcentaje de vacíos medios de la capa terminada estén comprendido dentro de 20-25% con un desvío estándar del 1,5%. A los fines del cálculo de los vacíos medios se debe tomar como Densidad Máxima Teórica (Rice) la obtenida en el día para el lote de mezcla colocada, y para el calculo de la Densidad aparente de la mezcla colocada la relación entre la dotación media del lote, (cociente entre la masa neta colocada y la superficie correspondiente) y su espesor medio.

#### 3.5.2. Espesor

El espesor del proyecto debe encuadrarse dentro del rango definido en el punto 1.1. Las tolerancias se establecen en las Especificaciones Técnicas Particulares.

#### 3.5.3. Regularidad superficial

En carpetas de rodamiento de calzadas multitrochas y rutas principales se debe determinar la deformación longitudinal de una de las huellas de cada carril según criterio de la autoridad de aplicación.

De acuerdo a la longitud de cada tramo se exige un número mínimo de valores medios kilométricos de regularidad, medida en metros por kilómetros (m/Km). Los mismos se expresan como porcentaje del total de valores obtenidos para el carril analizado. Dichos valores deben resultar inferiores, en el caso de obras nuevas, de 2 metros por kilómetro (unidades IRI) determinados para L = 100 m. Para el caso de obras de rehabilitación el valor exigido se fija en el Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares.

De acuerdo con la longitud del tramo analizado rigen las siguientes tolerancias:

Tabla Nº 16 - TOLERANCIA DE REGULARIDAD SEGUN LONGITUD DEL TRAMO	
Longitud del tramo analizado en Km	Porcentaje mínimo de valores iguales o inferiores a 2 m/km (I.R.I) para L = 100m
Mayor o igual a 30	95%
Menor a 30 y mayor a 10	85%
Menor a 10	80%

En calles urbanas la regularidad superficial se debe controlar mediante la regla de tres metros, siendo la exigencia a cumplir apartamientos menores o iguales a 4 mm entre el borde inferior de la regla y la superficie de rodamiento en cualquier punto de la misma.

Para ambos tipos de obra, sobre las juntas transversales de construcción, se deben realizar mediciones con la regla de 3 m apoyada con un extremo sobre la junta hacia atrás y hacia delante de la misma, además con la regla colocada

simétricamente sobre la junta. Estas operaciones se deben realizar en tres posiciones: una en cada huella y otra en la interhuella, siendo la exigencia a cumplir, apartamientos menores o iguales a 4 mm entre el borde inferior de la regla y la superficie de rodamiento.

### 3.5.4. Textura Superficial y Adherencia Neumático Pavimento en Capas de Rodamiento

Se debe efectuar un control inicial de macrotextura apenas finalizada la construcción de la carpeta de rodamiento y un control de adherencia expresada en F60 luego de transcurrido los tres primeros meses en servicio. En el Anexo III se realizan consideraciones respecto al parámetro F60. Las exigencias a cumplir se indican en la siguiente tabla N° 17.

Tabla N° 17 - REQUISITO DE TEXTURA SUPERFICIAL Y ADHERENCIA NEUMÁTICO - PAVIMENTO EN CAPAS DE RODAMIENTOS		
CARACTERISTICA	Norma	CAD
Macrotextura (Altura de círculo de arena) [mm]	IRAM 1850	Promedio del lote $\geq 1.5$ mm Mínimo absoluto $\geq 1.0$ mm
Adherencia Neumático Pavimento (F60)	Anexo III	Determinación obligatoria. Los valores a cumplir y la máxima distancia entre puntos de ensayo se definen en las Especificaciones Técnicas Particulares

### 3.6. Limitaciones de la Ejecución

No se permitirá la puesta en obra de la CAD 12:

- Cuando la temperatura ambiente a la sombra sea inferior a 8° C.
- Con viento intenso, después de heladas, especialmente sobre tableros de puentes y estructuras, la Inspección podrá aumentar el valor mínimo de la temperatura ambiente para la puesta en obra de la mezcla.
- Cuando se produzcan precipitaciones atmosféricas.

Se puede habilitar la calzada al tránsito cuando ésta alcance la temperatura ambiente.

### 3.7. Control de Procedencia de los Materiales y Toma de Muestras

#### 3.7.1. Ligantes Asfálticos

El proveedor del ligante debe suministrar al contratista la siguiente información cuya copia se debe entregar a la Inspección.

- Referencia del remito de la partida o remesa.
- Denominación comercial del material asfáltico provisto y su certificado de calidad.
- Identificación del vehículo que lo transporta.
- Fecha de despacho del producto.

### 3.7.2. Áridos

El Contratista es responsable de solicitar al proveedor el suministro de áridos, gruesos y/o finos, que satisfagan las exigencias de la presente recomendación y debe registrar durante su recepción la siguiente información que debe ser elevada a la Inspección:

- Denominación comercial del proveedor y certificado de calidad.
- Referencia del remito con el tipo de material provisto.
- Verificación ocular de la limpieza de los áridos.
- Identificación del vehículo que los transporta.
- Fecha y hora de recepción en obrador.

### 3.7.3. Relleno Mineral de Aporte (Filler)

El contratista debe verificar y elevar a la Inspección lo siguiente:

- Denominación comercial del proveedor y certificado de calidad del producto.
- Remito con la constancia del material suministrado.
- Fecha y hora de recepción

**Nota:** Para los apartados 3.7.1; 3.7.2; 3.7.3., y sin perjuicio de un control de calidad posterior por parte de la Inspección, la Contratista debe tomar muestras para la realizar los ensayos tendientes a verificar si los materiales ingresados cumplen con las prescripciones de esta recomendación.

### 3.7.4. Fibras

El contratista debe verificar y elevar a la Inspección lo siguiente:

- Denominación comercial del proveedor y certificado de calidad del producto.
- Remito con la constancia del material suministrado.
- Fecha y hora de recepción

## 3.8. Control de Ejecución

### 3.8.1. Producción de Mezcla Asfáltica

#### a) Análisis granulométrico del árido combinado

Como mínimo se debe tomar diariamente una muestra de la mezcla de áridos y realizar una determinación granulométrica.

Las tolerancias admisibles en más ó en menos, respecto a la granulometría de la fórmula de trabajo vigente, deben ser las indicadas en la tabla N° 18.

Tabla N° 18 - TOLERANCIAS GRANULOMÉTRICAS DE LA MEZCLA DE ÁRIDOS									
Tamices	12.5 mm (½")	9,5 mm (3/8")	6,3 mm (N° 3)	4,75 mm (N° 4)	2.36 mm (N° 8)	600 µm (N° 30)	300 µm (N° 50)	150 µm (N° 100)	75 µm (N° 200)
Tolerancia	± 4%		± 3%			± 2%			

La granulometría de la fórmula de trabajo con sus tolerancias debe encontrarse dentro del entorno establecido en Tabla 5.

- b) En caso de usarse fibras el contenido de las mismas tendrá una tolerancia de  $\pm 10\%$  con respecto al peso establecido en la fórmula de obra. Este parámetro se debe determinar al finalizar cada jornada de trabajo en función del consumo de fibras diario y cantidad de mezcla elaborada.
- c) Se deben tomar muestras de mezcla asfáltica a la descarga del mezclador y con ellas efectuar ensayos acorde con el plan de control de calidad adoptado.
  - Control del aspecto de la mezcla y medición de su temperatura en cada elemento de transporte.
  - Moldeo de probetas Marshall, verificación de los parámetros volumétricos y determinación de la pérdida por abrasión en seco en el ensayo Cántabro.
  - Determinación del porcentaje de cemento asfáltico y granulometría de los áridos recuperados.
  - Escurrimiento de ligante según Anexo II.

### 3.8.2. Requisitos de la unidad terminada

Se considerará como lote de la mezcla colocada en el camino a la fracción menor que resulte de los siguientes criterios:

- Una longitud de quinientos metros lineales de construcción (500 m).
- Una superficie de tres mil quinientos metros cuadrados (3500 m<sup>2</sup>)
- Lo ejecutado en una jornada de trabajo

Para cada lote se debe verificar en un mínimo de 6 puntos:

- Permeabilidad (según Norma NLT 327/88)(\*)
- Espesor
- Macrotextura.

Para todos los casos, la toma de muestras y la frecuencia de ensayos se debe establecer acorde con el Plan de Control de Calidad aprobado conforme a lo establecido en el punto 4. El muestreo debe realizarse siempre en base al uso de la tabla de números aleatorios.

(\*) Cualquier medición adicional de permeabilidad ó conductividad hidráulica se fija en la Especificación Técnica Particular.

## 3.9. Criterios de Recepción

Sin perjuicio de lo establecido en los apartados siguientes, la fórmula de obra con sus tolerancias debe cumplir con lo establecido en la Tabla N° 6.

### 3.9.1. Contenido de asfalto

El contenido medio de cemento asfáltico de producción por lote debe tener una tolerancia de  $\pm 0.2\%$  respecto de la fórmula de obra aprobada y vigente.

Los valores individuales deben encuadrarse dentro de una tolerancia de  $\pm 0,3\%$ , respecto del valor de fórmula de obra aprobada y vigente.

### **3.9.2. Vacíos**

#### **3.9.2.1. En mezcla asfáltica de planta (sobre probetas Marshall)**

Una vez definida y aprobada la fórmula de obra, los vacíos medios de la mezcla compactada en moldes Marshall con 75 golpes por cara, se debe mantener dentro de un entorno de más menos tres por ciento ( $\pm 3\%$ ) del valor de vacíos correspondiente a la fórmula de obra. El porcentaje mínimo admisible del promedio de vacíos en probetas Marshall del día no debe ser inferior a 20%.

#### **3.9.2.2. En mezcla asfáltica colocada y compactada**

Se admiten las tolerancias establecidas en el punto 3.5.1.

### **3.9.3. Espesor**

El espesor medio del lote no será inferior al previsto en los Planos del Proyecto. Las posibles tolerancias a este valor deben ajustarse acorde a la superficie de apoyo y al espesor del proyecto adoptado y estar indicadas en las Especificaciones Técnicas Particulares.

Si el espesor medio del lote obtenido en la capa fuera inferior y/o superior al especificado con su tolerancia, se permitirá la re-extracción en la zona de los testigos defectuosos para verificar nuevamente el espesor real de la capa.

### **3.9.4. Regularidad y Textura superficial, Adherencia neumático-pavimento**

No se admitirán tolerancias sobre los valores establecidos en el punto 3.5.3 y 3.5.4.

Queda a criterio de la Inspección efectuar evaluaciones intermedias antes de finalizar la obra.

## **4. PLAN DE CONTROL DE CALIDAD**

El Plan de Control Calidad del Proyecto define el programa que debe cumplir la Contratista, e incluye los protocolos de ensayos para el control de calidad de los materiales, de la mezcla asfáltica y de la unidad terminada, donde se deben indicar como mínimo los siguientes datos:

- Frecuencia de ensayos y tiempos de presentación de los mismos.
- Planillas tipo de cada uno de los ensayos.
- Listado de equipamiento con que se deben realizar los ensayos y su correspondiente certificado de calibración; estos equipos serán verificados por la inspección o por quien ésta delegue.
- Criterios de aceptación y/o rechazo



## **5. MEDICIÓN**

La forma de medición de los trabajos indicados en la presente se indica en la Especificación Técnica Particular.

## **6. FORMA DE PAGO**

La forma de pago de los trabajos indicados en la presente se indica en la Especificación Técnica Particular.

Revisión 2015 - Versión oficial

**MICROCONCRETOS ASFÁLTICOS EN CALIENTE**  
**MAC F8 Y F10**  
**MAC M8 Y M10**

## 1. DESCRIPCIÓN

### 1.1. Definición

Se define como Microconcretos Asfálticos en Caliente (MAC) aquellas mezclas de granulometría discontinua, que son elaboradas y colocadas en caliente, para capas de rodamiento.

Sus materiales componentes son la combinación de un cemento asfáltico modificado con polímeros, áridos que presentan una discontinuidad granulométrica muy acentuada en los tamaños intermedios del total de la gradación, relleno mineral y, eventualmente, aditivos.

Su finalidad es dotar a la carpeta de rodamiento de adecuadas condiciones de resistencia mecánica, macrotextura, resistencia al deslizamiento y propiedades fono absorbentes.

A efectos de la aplicación de esta recomendación se distinguen dos tipos de mezclas:

- MAC M8-AMX y M10-AMX: Microconcretos Asfálticos en Caliente de granulometría discontinua, monogranulares, tamaños máximos de agregado 8 mm y 10 mm respectivamente, especialmente proyectados para carpetas de rodamiento con espesores entre 15 y 25 mm.
- MAC F8-AMX y F10-AMX: Microconcretos Asfálticos en Caliente de granulometría discontinua, tamaños máximos de agregado 8 mm y 10 mm respectivamente, especialmente proyectados para carpetas de rodamiento con espesores entre 20 mm y 25 mm, para las MAC F8, y entre 25 y 35 mm, para las MAC F10.

### 1.2. Normas Técnicas de Aplicación (\*)

IRAM	Normas del Instituto de Racionalización de Materiales, Argentina
VN-E	Normas de ensayo de la Dirección Nacional de Vialidad, Argentina
NLT	Normas de ensayos redactadas por el Laboratorio del Transporte y Mecánica del Suelo del Centro de Estudios y Experimentación del Ministerio de Obras Publicas (Cedex), España
AASHTO	American Association of State Highways and Transportation Officials, USA.
ASTM	American Society for Testing and Materials, USA
EN	Normas Comunidad Europea

(\*) Cuando exista una norma IRAM vigente para realizar cualquier determinación referida en esta Recomendación, la misma prevalecerá sobre cualquier otra.

## 2. REQUISITOS DE LOS MATERIALES:

### 2.1. Áridos

#### 2.1.1. Características generales

Los requisitos que deben cumplir los áridos para el aprovisionamiento y acopio son los que se establecen en la tabla N° 1.

Tabla N° 1 - REQUISITOS PARA EL APROVISIONAMIENTO Y ACOPIO DE ÁRIDOS	
Característica	Requisitos
Procedencia	Pueden ser naturales o artificiales, siempre que cumplan las exigencias establecidas en la presente especificación técnica. Deben provenir de rocas sanas y no deben ser susceptibles de ningún tipo de meteorización o alteración físico-química apreciable bajo las condiciones más desfavorables que puedan darse en la zona de empleo. Tampoco deben dar origen, con el agua, a disoluciones que causen daños a estructuras u otras capas del paquete estructural ó contaminar corrientes de agua.
Número de fracciones	El número de fracciones diferenciadas debe ser como mínimo de tres (3), incluido el relleno mineral (filler) de aporte. Si se estima necesario para cumplir las tolerancias exigidas para la granulometría de la mezcla, se debe aumentar el número de fracciones.
Acopios	Cada fracción debe acopiarse por separado. La forma y la altura de los acopios debe ser tal que se minimicen las segregaciones en los tamaños. Las partes de los acopios que hayan resultado contaminadas no deben ser empleadas en la elaboración de mezclas asfálticas. En tal caso debe procederse al retiro de dichas partes del obrador.

## 2.1.2. Árido Grueso

### 2.1.2.1. Definición de árido grueso

Se define como árido grueso, la parte del árido total retenida en el tamiz 4,75 mm según Norma IRAM 1501.

### 2.1.2.2. Requisitos del árido grueso

Los áridos gruesos deben cumplir con los requisitos que se establecen en la Tabla N° 2.

Tabla N° 2 - REQUISITOS DE LOS ÁRIDOS GRUESOS		
Ensayo	Norma	Exigencia
Partículas trituradas	IRAM 1851	Mínimo, 85% de sus partículas con 2 ó más caras de fractura, y el porcentaje restante, por lo menos con una. Para el caso de la trituración de rodados, el tamaño mínimo de las partículas a triturar debe ser al menos 3 veces el tamaño máximo del agregado triturado resultante.
Elongación	IRAM 1687-2	Determinación obligatoria.
Índice de Lajas	IRAM 1687-1	≤ 25%
Coefficiente de Desgaste Los Angeles	IRAM 1532	≤ 25%
Coefficiente de Pulimento Acelerado	IRAM 1543	≥ 0,40 (Valor indicativo)
Durabilidad por ataque con sulfato de sodio	IRAM 1525	≤ 10%
Polvo Adherido	VN E 68-75	≤ 1,0%
Plasticidad	IRAM 10501	No Plástico
Micro Deval	IRAM 1762	Determinación obligatoria.
Relación Vía Seca-Vía Húmeda, de la fracción que pasa el tamiz IRAM 75 µm	VN E 7-65	≥ 50% (1)

Tabla Nº 2 - REQUISITOS DE LOS ÁRIDOS GRUESOS		
Ensayo	Norma	Exigencia
Análisis del Estado Físico de la Roca	IRAM 1702 IRAM 1703	Determinación obligatoria.
Limpieza	-	Exento de terrones de arcilla, materia vegetal u otras materias extrañas que puedan afectar a la durabilidad de la capa

(1) Si el pasante por el tamiz IRAM 75  $\mu\text{m}$  vía húmeda es mayor del 5%.

### 2.1.3. Árido Fino

#### 2.1.3.1. Definición de árido fino

Se define como árido fino la parte del árido total pasante por el tamiz IRAM 4,75 mm.

#### 2.1.3.2. Requisitos

Los áridos finos deben cumplir con los requisitos que se fijan en la Tabla Nº 3.

Tabla Nº3 - REQUISITOS DE LOS ÁRIDOS FINOS		
Ensayo	Norma	Exigencia
Procedencia	-	El árido fino debe proceder de la trituración de roca sana de cantera o grava natural.
Limpieza	-	Exento de terrones de arcilla, materia vegetal u otras materias extrañas que puedan afectar a la durabilidad de la capa
Resistencia a la fragmentación	-	Cuando el material que se triture para obtener árido fino sea de la misma naturaleza que el árido grueso, éste último debe entonces cumplir las condiciones exigidas en la Tabla Nº 2 para el coeficiente de desgaste Los Ángeles. Se puede emplear árido fino de otra naturaleza que mejore alguna característica, en especial la adhesividad, pero en cualquier caso procederá de árido grueso con coeficiente de desgaste Los Ángeles $\leq 25$ .
Equivalente de Arena	IRAM 1682	$\geq 50\%$
Plasticidad de la fracción que pasa tamiz IRAM 425 $\mu\text{m}$	IRAM 10502	No plástico.
Plasticidad de la fracción que pasa tamiz IRAM 75 $\mu\text{m}$	IRAM 10502	$\leq 4\%$
Relación Vía Seca-Vía Húmeda, de la fracción que pasa el tamiz IRAM 75 $\mu\text{m}$	VN E 7-65	$\geq 50\%$ (1)
Granulometría	-	Debe permitir encuadrar dentro del huso preestablecido la gradación resultante junto con la composición de las restantes fracciones.

(1) Si el pasante por el tamiz IRAM 75  $\mu\text{m}$  vía húmeda es mayor de 5%.

#### 2.1.4. Relleno Mineral (Filler)

#### 2.1.4.1. Definición

Se define como filler a la fracción pasante del tamiz IRAM 75  $\mu\text{m}$  de la mezcla compuesta por los áridos y el filler de aporte.

Debe cumplir, con las siguientes exigencias:

- Densidad Aparente ( D. Ap.) en Tolueno (NLT-176):

$$0,5 \text{ gr/cm}^3 < D. \text{ Ap.} < 0,8 \text{ gr/cm}^3$$

Puede admitirse el empleo de un filler cuya D. Ap. se encuentre comprendida entre los valores de 0,3  $\text{gr/cm}^3$  y 0,5  $\text{gr/cm}^3$ , siempre que sea aprobado por la Inspección, previa fundamentación mediante la ejecución de los ensayos y experiencias que estime conveniente.

#### 2.1.4.2. Definición y Características Relleno Mineral de Aporte (Filler de Aporte)

- Definición:  
Se define como filler de aporte, a aquellos que puedan incorporarse a la mezcla por separado y que no provengan de la recuperación de los áridos.

- Materiales a utilizar como filler de aporte:  
El relleno mineral de aporte podrá estar constituido por los siguientes materiales:
  - Cemento Portland
  - Calcáreo molido (polvo calizo)
  - Cal hidratada
  - Cal hidráulica hidratada

Podrán utilizarse como relleno mineral materiales de otra naturaleza, siempre que sean aprobados previamente por la Inspección, mediante la ejecución de ensayos y experiencia que ésta estime corresponder. La Inspección está facultada para interpretar el resultado de los ensayos y fundamentar la aceptación o rechazo del material sobre la base a los mismos ensayos o a resultados de ensayos no previstos en las especificaciones.

- Características generales:  
El relleno mineral de aporte será homogéneo, seco y libre de grumos provenientes de las partículas.
- Características granulométricas:

Tabla Nº 4 - REQUISITOS GRANULOMÉTRICOS DEL FILLER DE APORTE	
Tamiz IRAM	Porcentaje en peso que pasa
425 $\mu\text{m}$ (Nº 40)	100%
150 $\mu\text{m}$ ( Nº 100)	>90%
75 $\mu\text{m}$ (Nº 200)	> 75%

- Requisitos de calidad:  
El filler deberá cumplir con alguna de las siguientes normas.
  - Cemento Portland: IRAM 50000
  - Filler: IRAM 1593
  - Cal: IRAM 1508

## 2.2. Materiales Asfálticos

### 2.2.1. Ligante Asfáltico

El ligante asfáltico a utilizar según Norma IRAM 6596 debe ser un AM3 pudiendo utilizarse también como alternativa un ligante asfáltico del tipo AM2 correspondiente a la misma normativa.

El tipo de ligante seleccionado debe ser indicado en la Especificación Técnica Particular.

### 2.2.2. Emulsión Asfáltica para Riego de liga

El material a usar como riego de liga debe ser una emulsión catiónica de rotura rápida modificada con polímeros, del tipo CRRm, de acuerdo a la Norma IRAM-IAPG 6698.

## 2.3. Husos Granulométricos

La granulometría de las distintas fracciones de áridos constituyentes de la mezcla (incluido el filler de aporte) debe estar comprendida según los husos definidos en la Tabla N° 5 (s/IRAM 1505):

Tabla N° 5 - HUSOS GRANULOMÉTRICOS				
Tamices	Porcentaje en peso que pasa (*)			
	M8	M 10	F8	F10
12,5 mm (½")	-	100	-	100
9,5 mm (3/8")	100	75-97	100	75-97
6.3 mm (N° 3)	60-80	35-60	60-80	40-65
4,75 mm (N°4)	15-28	15-28	25-40	25-40
2,36 mm (N°8)	15-25	12-25	20-35	20-35
600 µm (N°30)	9-18	9-18	12-25	12-25
75 µm (N°200)	5-8	5-8	7-10	7-10

(\*) Si existe una diferencia entre los pesos específicos de las fracciones utilizadas, incluida el filler, superior al 0,2, la dosificación debe hacerse en volumen.

### 2.3.1. Condición de Discontinuidad Granulométrica

La fracción del árido que pasa por el tamiz de abertura 4,75 mm y es retenida en el de 2,36 mm, deber ser inferior al 8% del peso del total de los agregados que integran la composición granulométrica.

Nota: La discontinuidad granulométrica es esencial para alcanzar adecuadas macrotexturas. Cuando aumenta la discontinuidad granulométrica, vale decir, cuando la diferencia entre lo que pasa por los tamices de 4,75 mm y 2,36 mm disminuye, se mejora notablemente el citado parámetro.

### 3. REQUERIMIENTOS CONSTRUCTIVOS

#### 3.1. Criterios de Dosificación

Los criterios para la dosificación se resumen en las tablas N° 6 y N° 7.

##### 3.1.1. Mezclas tipo MAC, F8 y F10

Tabla N°6 - REQUISITOS DE DOSIFICACIÓN PARA MEZCLAS TIPO F8 Y F10		
Parámetro		Exigencia
Ensayo Marshall VN_E 9	Nº golpes por cara	50
	Estabilidad (kN)	> 7,5 kN
	Porcentaje de Vacíos en mezcla	4% - 7%
	Porcentaje de Vacíos del Agregado Mineral (VAM)	17%
	Porcentaje Relación Betún-Vacíos	65% - 75%
Porcentaje de Resistencia Conservada mediante el ensayo de Tracción Indirecta.(Anexo I)		> 80%
Porcentaje de Árido Fino no triturado en mezcla		0%
Porcentaje mínimo Cal Hidratada en peso sobre mezcla recomendado		1%
Porcentaje Máximo de Cal Hidratada o Cemento		3%
Evaluación de la resistencia al ahuellamiento (Anexo V)		Determinación obligatoria.
Porcentaje mínimo de ligante. (Total en masa sobre mezcla)		5,20%
Relación en peso Filler / Asfalto		< 1.6

##### 3.1.2. Mezclas tipo MAC, M8 y M10

Tabla N°7 - REQUISITOS DE DOSIFICACIÓN PARA MEZCLAS TIPO M8 Y M10		
Parámetro		Exigencia
Ensayo Marshall VN_E 9	Nº de golpes por cara	50
	Porcentaje de Vacíos en mezcla	> 12%
Ensayo Cántabro NLT 352-86	Porcentaje de Pérdidas por desgaste en seco	< 15%
	Porcentaje de Pérdidas por desgaste tras inmersión	< 25%
Porcentaje de Árido Fino no triturado en mezcla		0%
Porcentaje mínimo Cal Hidratada en peso sobre mezcla recomendado		1%
Esgurrimiento de ligante (Anexo II)		< 0.3
Porcentaje Máximo de Cal Hidratada o Cemento		3%
Porcentaje mínimo de ligante. (Total en masa sobre mezcla)		4,80%
Relación en peso Filler / Asfalto		< 1.6

#### 3.2. Equipo Necesario para la Ejecución de las Obras

##### 3.2.1. Planta Asfáltica

Los Microconcretos Asfálticos Discontinuos (MAC) se deben fabricar en plantas que se ajusten a los requisitos que se establecen en la tabla N° 8.



<b>Tabla N° 8 - REQUISITOS QUE DEBE CUMPLIR LA PLANTA ASFÁLTICA</b>	
<b>Característica</b>	<b>Requisitos</b>
Capacidad de producción	Se deberá indicar en el Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares.
Calibración de la planta	La Contratista debe presentar un informe escrito detallado de la calibración de cada elemento de la planta actualizado y previa a la ejecución del tramo de prueba.
Alimentación de agregados pétreos	Cantidad de silos de dosificación en frío al menos igual al número de fracciones de los áridos que componen la fórmula de obra adoptada. Contar con dispositivos que eviten la contaminación de las distintas fracciones entre tolvas. Durante la producción cada tolva en uso debe mantenerse con material entre el 50% y el 100% de su capacidad. Debe contar con zaranda de rechazo de agregados que excedan el tamaño máximo.
Almacenamiento y alimentación de ligante asfáltico	Debe poder mantener la temperatura de empleo. Debe contar con recirculación constante. El sistema de calefacción debe evitar sobrecalentamientos. Debe contar con elementos precisos para calibrar la cantidad de ligante asfáltico que se incorpora a la mezcla.
Alimentación de filler y filler de aporte	Debe disponer de instalaciones para el almacenamiento y adición controlada a la mezcla. El filler de aporte debe ser incorporado a través de silos independientes de los silos en frío para áridos.
Calentamiento y mezclado	Debe posibilitar la obtención de una mezcla homogénea, con las proporciones ajustadas a la respectiva fórmula de trabajo y a la temperatura adecuada para el transporte y colocación. Debe evitar sobrecalentamientos que afecten los materiales. Debe posibilitar la difusión homogénea del ligante asfáltico. El proceso de calentamiento no debe contaminar con residuos de hidrocarburos no quemados a la mezcla. La temperatura máxima de la mezcla no debe exceder de 185° C.
Almacenamiento y descarga de la mezcla	Tanto en el almacenamiento como en la descarga de la mezcla asfáltica debe evitarse la separación de materiales (segregación de materiales) y la pérdida de temperatura localizada en partes de la mezcla (segregación térmica).
Emisiones	Debe contar con elementos que eviten la emisión de polvo mineral a la atmósfera.

### 3.2.2.Elementos de Transporte

Los elementos de transporte de mezclas MAC deben ajustarse a los requisitos que se indican en la tabla N° 9:

<b>Tabla N° 9 - REQUISITOS QUE DEBEN CUMPLIR LOS ELEMENTOS DE TRANSPORTE DE MICROCONCRETOS MAC</b>	
<b>Característica</b>	<b>Requisitos</b>
Capacidad de transporte	El número y capacidad de los camiones deben ser acordes al volumen de producción de la planta asfáltica.
Caja de transporte	Debe rociarse con un producto que evite la adherencia de la mezcla asfáltica a la caja de los camiones. Por ejemplo lechada de agua y cal, solución de agua jabonosa o emulsión siliconada antiadherente. No debe emplearse a este fin agentes que actúen como solventes del ligante asfáltico. La forma y altura debe ser tal que, durante la descarga en la terminadora, el camión sólo toque a ésta a través de los rodillos provistos al efecto.

<b>Tabla N° 9 - REQUISITOS QUE DEBEN CUMPLIR LOS ELEMENTOS DE TRANSPORTE DE MICROCONCRETOS MAC</b>	
<b>Característica</b>	<b>Requisitos</b>
Cubierta de protección	La caja de los camiones de transporte debe cubrirse con elementos (lona o cobertor adecuado) que impidan la circulación de aire sobre la mezcla. Dicha cubierta debe alcanzar un solape mínimo con la caja tanto lateral como frontalmente de 0,30 m. Deben mantenerse durante el transporte debidamente ajustados a la caja. Esta condición debe observarse con independencia de la temperatura ambiente. No se admite el empleo de coberturas que posibiliten la circulación del aire sobre la mezcla (tipo media sombra).

### 3.2.3. Equipo para Riego de Liga

Los equipos de distribución de riego de liga deben poder aplicar el material bituminoso a presión, con uniformidad y sin formación de estrías ni acumulaciones en superficie y que garantice la dotación definida de acuerdo a lo expresado en el apartado 3.3.3.

### 3.2.4. Terminadoras

Los equipos de distribución de la mezcla asfáltica (terminadoras asfálticas) deben ajustarse a los requisitos que se indican en la tabla N° 10.

<b>Tabla N° 10 - REQUISITOS QUE DEBEN CUMPLIR LOS EQUIPOS DE DISTRIBUCIÓN DE MICROCONCRETOS MAC</b>	
<b>Característica</b>	<b>Requisitos</b>
Sensores de uniformidad de distribución	Debe contar con equipamiento que permita tomar referencias altimétricas destinadas a proveer regularidad en la superficie de la mezcla distribuida.
Alimentación de la mezcla	Debe poder abastecer de mezcla asfáltica a la caja de distribución en la forma más constante posible.
Operación de distribución transversal de la mezcla	Los tornillos helicoidales deben tener una extensión tal que lleguen a 0,10-0,20 metros de los extremos de la caja de distribución, exceptuando el empleo en ensanches para terminadoras con plancha telescópica. Debe procurarse que el tornillo sin fin gire en forma lenta y continua. La mezcla debe mantener una altura uniforme dentro de la caja de distribución, coincidente con la posición del eje de los tornillos helicoidales.
Caja de distribución	La porción de la caja de distribución, que excede el chasis de la terminadora, debe contar con cierre frontal (contraescudo). En tanto que la parte inferior de tal dispositivo debe contar con una cortina de goma que alcance la superficie de la calzada durante la operación de distribución.
Tornillos helicoidales	Se debe procurar que la altura del tornillo sin fin sea tal que su parte inferior se sitúe a no más de 2,5 veces el espesor de colocación de la capa.
Plancha	La posición altimétrica de la plancha debe poder ser regulada en forma automática mediante sensores referenciados a la capa de base u otro medio que permita distribuir la mezcla con la mayor homogeneidad del perfil longitudinal. El calentamiento de la plancha debe ser homogéneo evitando sobrecalentamientos localizados de la misma.
Homogeneidad de la distribución	El equipo debe poder operar sin que origine segregación ni arrastre de materiales. Debe poder regularse de modo que la superficie de la capa extendida resulte lisa y uniforme, sin segregaciones de ningún tipo (granulométrica, térmica, invertida) ni arrastres, y con un espesor tal que, una vez compactada se ajuste a la rasante y sección transversal indicadas en los Planos del Proyecto.

<b>Tabla N° 10 - REQUISITOS QUE DEBEN CUMPLIR LOS EQUIPOS DE DISTRIBUCIÓN DE MICROCONCRETOS MAC</b>	
<b>Característica</b>	<b>Requisitos</b>
Operación	El avance se realizará con la mayor continuidad posible, ajustando la velocidad a la producción de la planta, de modo de reducir las detenciones al mínimo posible. En caso de detención se comprobará, que la temperatura de la mezcla que quede sin distribuir, en la tolva de la terminadora y en la caja de distribución no descienda de la indicada para el inicio de la compactación. En caso contrario se ejecutará una junta transversal y se debe desechar la mezcla defectuosa.

### 3.2.5. Equipo de Compactación

Los equipos de compactación deben ajustarse a los requisitos indicados en la tabla N° 11.

<b>Tabla N° 11 - REQUISITOS QUE DEBEN CUMPLIR LOS EQUIPOS DE COMPACTACIÓN DE MICROCONCRETOS MAC</b>	
<b>Característica</b>	<b>Requisitos</b>
Número y tipo de equipo	La compactación de mezclas MAC se realizará con rodillos lisos metálicos en modo estático. No deben utilizarse compactadores mixtos ó de neumáticos. Se deben utilizar al menos dos rodillos de similares características por carril.
Operación	La operación debe ser en todo momento sistemática y homogénea, acompañando el avance de la terminadora. El peso estático de los equipos no debe producir la degradación granulométrica de los agregados pétreos. Deben poder invertir la marcha mediante una acción suave. Deben poder obtener una superficie homogénea, sin marcas o desprendimiento de la mezcla asfáltica. Debe evitarse la detención prolongada de los equipos sobre la mezcla caliente.
Condiciones de operación	Los rodillos metálicos deben mantener húmeda la superficie de los cilindros, sin excesos de agua.

## 3.3. Ejecución de las Obras

### 3.3.1. Presentación de la Fórmula de Obra

La fabricación y colocación de la mezcla no se debe iniciar hasta que se haya aprobado la correspondiente fórmula de obra presentada por la Contratista (según requerimiento punto 3.1), estudiada en el laboratorio y verificada en el tramo de prueba que se haya adoptado como definitivo.

La fórmula debe cumplirse durante todo el proceso constructivo de la obra, siempre que se mantengan las características de los materiales que la componen. Toda vez que cambie alguno de los materiales que integran la mezcla o se excedan sus tolerancias de calidad, su composición debe ser reformulada. Por lo tanto, debe excluirse el concepto de "fórmula de obra única e inamovible". La fórmula debe incluir como mínimo las siguientes características según Tabla N° 12.

<b>Tabla N° 12 - REQUISITOS QUE DEBE REUNIR LA FÓRMULA DE OBRA</b>	
<b>Parámetro</b>	<b>Información que debe ser consignada</b>
Áridos y rellenos minerales	Identificación, características y proporción de cada fracción del árido y rellenos minerales (filler) en la alimentación y, en su caso, después de su clasificación en caliente. Granulometría por lavado de los áridos combinados incluido el o los rellenos minerales. Densidad relativa, densidad aparente y absorción de agua de los agregados pétreos de acuerdo con las Normas IRAM 1520 e IRAM 1533. Densidad aparente del filler de aporte de acuerdo con la Norma IRAM 1542.
Ligante asfáltico y aditivos	Identificación, características y proporción en la mezcla respecto de la masa total de los áridos incluido el o los rellenos minerales. Cuando se empleen aditivos, debe indicarse su denominación, características y proporción empleada, respecto de la masa de cemento asfáltico.
Calentamiento y mezclado	Tiempos requeridos para la mezcla de áridos en seco y para la mezcla de los áridos con el cemento asfáltico. Las temperaturas máxima y mínima de calentamiento previo de áridos y ligante. (En ningún caso se introducirá en el mezclador árido a una temperatura superior a la del asfalto en más de 15° C). Las temperaturas máxima y mínima de la mezcla al salir del mezclador.
Temperatura para la compactación	Deben indicarse las temperaturas máxima y mínima de compactación.
Ajustes en el tramo de prueba	La fórmula informada debe incluir los posibles ajustes realizados durante el tramo de prueba.

### 3.3.2.Preparación de la Superficie de Apoyo:

Las condiciones que debe reunir la superficie de la base, se indican en la tabla N° 13.

<b>Tabla N° 13 - CONDICIONES DE LA SUPERFICIE DE APOYO</b>	
<b>Parámetro</b>	<b>Condición</b>
Regularidad	La superficie de apoyo debe ser regular y no debe exhibir deterioros, de modo tal que el espesor de colocación de la mezcla se pueda encuadrar dentro de la tolerancia de espesores.
Limpieza	Previo a la ejecución del riego de liga ó imprimación, la superficie a regar debe hallarse completamente seca, limpia y desprovista de material flojo o suelto. En el caso de utilizarse emulsión ECI para imprimir puede ser conveniente la prehumectación de la superficie antes de realizar el riego. La limpieza alcanza a las manchas o huellas de suelos cohesivos, los que deben eliminarse totalmente de la superficie.
Banquinas	Las banquetas y/o trochas alledañas se deben mantener durante los trabajos en condiciones tales que eviten la contaminación de la superficie luego de que esta ha sido cubierta por el riego de liga.

### 3.3.3.Dotación del Riego de Liga

El rango de dotación es el indicado en la Tabla N° 14.

Tabla N° 14 - DOTACIONES DE RIEGO DE LIGA (l/m <sup>2</sup> ligante asfáltico residual)		
	Tipo de mezcla	
	M8 - M10	F8 - F10
Riego liga con emulsión modificada (l/m <sup>2</sup> )	0,3 – 0,5	0,2 - 0,4

Nota: Los valores indicados en la tabla N° 14 deben ser ajustados a las características de la superficie de apoyo de cada obra en particular.

### 3.3.4. Compactación de la Mezcla

La compactación de la mezcla debe realizarse según se indica en la tabla N° 15.

Tabla N° 15 - CONDICIONES PARA LA COMPACTACIÓN DE LA MEZCLAS MAC	
Parámetro	Condición
Secuencia	El empleo de los equipos de compactación debe mantener la secuencia de operaciones que se determinó previamente en el respectivo tramo de prueba y ajuste del proceso de distribución y compactación.
Temperatura de la mezcla	Debe estar comprendida dentro del rango de temperatura de la Tabla N° 8 o de la recomendada por el proveedor del ligante asfáltico empleado.
Operación	Los rodillos deben llevar su rueda motriz del lado más cercano a la terminadora; a excepción de los sectores en rampa en ascenso, donde puede invertirse. Los cambios de dirección se deben realizar sobre mezcla ya compactada y los cambios de sentido se deben efectuar con suavidad. Los rodillos metálicos de compactación deben mantenerse siempre limpios y húmedos.

### 3.3.5. Juntas transversales y longitudinales

La formación de juntas debe ajustarse a lo indicado en la tabla N° 16.

Tabla N° 16 - CONDICIONES PARA LA FORMACIÓN DE JUNTAS	
Parámetro	Condición
Separación de juntas	Cuando con anterioridad a la extensión de la mezcla, se ejecuten otras capas asfálticas, se debe procurar que las juntas transversales de capas superpuestas guarden una separación mínima de 1,5 m, y de 0,15 m para las longitudinales. Las juntas transversales se deben compactar transversalmente, disponiendo los apoyos adecuados fuera de la capa para el desplazamiento del rodillo. Además, las juntas transversales de franjas de extensión adyacentes deben distanciar en más de 5 m.
Corte de la capa en las juntas	Tanto en las juntas longitudinales como transversales se debe producir un corte aproximadamente vertical, que elimine el material que no ha sido densificado. Esta operación puede ser obviada en juntas longitudinales para el caso de ejecución simultánea de fajas contiguas.
Compactación de juntas transversales	Las juntas transversales se deben compactar transversalmente con rodillo liso metálico, disponiendo los apoyos adecuados fuera de la capa para el desplazamiento del rodillo. Se debe iniciar la compactación apoyando aproximadamente el 90% del ancho del rodillo en la capa fría. Debe trasladarse paulatinamente el rodillo de modo tal que, en no menos de cuatro pasadas, el mismo termine apoyado completamente en la capa caliente. A continuación se debe iniciar la compactación en sentido longitudinal.

### **3.3.6.Limpieza**

El contratista debe prestar especial atención en no afectar durante la realización de las obras, la calzada existente o recién construida.

Para tal efecto, todo vehículo que se retire del sector de obra debe ser sometido a una limpieza exhaustiva de los neumáticos de manera tal que no marque ni ensucie la calzada ni la demarcación. Pueden emplearse también materiales absorbentes de hidrocarburos, que logren el mismo efecto.

En caso de detectarse sectores de calzada manchados y/o sucios con material de obra, dentro del área de obra o fuera de ella, el contratista debe hacerse cargo de la limpieza para restituir el estado inicial de la carpeta.

### **3.3.7.Seguridad de Obra**

Se deben seguir las prescripciones de la Especificación Técnica Particular.

## **3.4. Tramo de Prueba**

Antes de iniciarse la puesta en obra de las MAC se deben realizar los tramos de ajuste del proceso de distribución, elaboración y compactación necesarios, hasta alcanzar la conformidad total acorde con las exigencias de la presente recomendación. A tales efectos, la Contratista debe ajustar la producción de la mezcla diseñada, los procesos de elaboración, transporte, uniformidad y dotación del riego de liga, extensión y compactación de la mezcla asfáltica, adoptando para ello las medidas de seguridad y señalización. Se debe informar por escrito los ajustes llevados a cabo, adjunto a la formulación de obra final a emplear.

Las pruebas se deben realizar sobre tramos a definir por la Inspección.

Aprobado lo señalado precedentemente se puede dar comienzo a la puesta en obra de las mezclas MAC.

Los tramos de prueba en los que se verifique el cumplimiento de las condiciones de ejecución y puesta en obra de las mezclas definidas en el punto 3.3., podrán ser aceptados como parte integrante de la obra.

## **3.5. Requisitos para la Unidad Terminada**

### **3.5.1.Porcentaje de Vacíos**

Para las mezclas tipo "F", la densidad alcanzada en la obra debe ser tal que los vacíos medios de los testigos se encuentren comprendidos entre el 4% y el 8% y con un desvío estándar no mayor a 1,5%. A los fines del cálculo de los vacíos, se debe tomar como Densidad Máxima Teórica (Rice) la obtenida de la producción del día para el lote de mezcla colocada.

En las mezclas tipo "M", la densidad alcanzada en la obra debe ser tal que el porcentaje de vacíos medios de la capa terminada esté en un entorno de 12-17% con un desvío estándar inferior a 1,5%. A los fines del cálculo de los vacíos se debe tomar como Densidad Máxima Teórica (Rice), la obtenida en el día para el lote de mezcla colocada y para el calculo de la Densidad aparente de la mezcla

colocada, la relación entre la dotación media del lote (cociente entre la masa neta colocada y la superficie correspondiente) y su espesor medio.

### 3.5.2. Dotación

Para las mezclas tipo “M”, la dotación media alcanzada en la unidad terminada no debe diferir de la especificada en la fórmula de obra en  $\pm 10\%$ .

### 3.5.3. Espesor

El espesor del proyecto debe encuadrarse para cada tipo de mezcla dentro del rango definido en el punto 1.1. Las tolerancias se establecen en la Especificación Técnica Particular.

### 3.5.4. Regularidad superficial

En carpetas de rodamiento de calzadas multitrochas y rutas principales se debe determinar la deformación longitudinal de una de las huellas de cada carril según criterio de la autoridad de aplicación.

De acuerdo a la longitud de cada tramo, se exige un número mínimo de valores medios kilométricos de regularidad, medida en metros por kilómetros (m/Km). Los mismos se expresan como porcentaje del total de valores obtenidos para el carril analizado. Dichos valores deben resultar inferiores, en el caso de obras nuevas, de 2 metros por kilómetro (unidades IRI) determinados para  $L = 100\text{m}$ . Para el caso de obras de rehabilitación el valor exigido se fija en el Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares.

De acuerdo con la longitud del tramo analizado rigen las siguientes tolerancias:

<b>Tabla Nº 17 - TOLERANCIA DE REGULARIDAD SEGUN LONGITUD DEL TRAMO</b>	
<b>Longitud del tramo analizado en Km</b>	<b>Porcentaje mínimo de valores iguales o inferiores a 2 m/km (I.R.I) para L = 100m</b>
Mayor o igual a 30	95%
Menor a 30 y mayor a 10	85%
Menor a 10	80%

En calles urbanas la regularidad superficial se debe controlar mediante la regla de tres metros, siendo la exigencia a cumplir, apartamientos menores o iguales a 4 mm, entre el borde inferior de la regla y la superficie de rodamiento en cualquier punto de la misma.

Para ambos tipos de obras, sobre las juntas transversales de construcción, se deben realizar mediciones con la regla de 3 m apoyada con un extremo sobre la junta hacia atrás y hacia delante de la misma, además con la regla colocada simétricamente sobre la junta. Estas operaciones se deben realizar en tres posiciones: una en cada huella y otra en la interhuella, siendo la exigencia a cumplir, apartamientos menores o iguales a 4 mm, entre el borde inferior de la regla y la superficie de rodamiento.

### 3.5.5. Textura Superficial y Adherencia Neumático Calzada

Se debe efectuar un control inicial de macrotextura apenas finalizada la construcción de la carpeta de rodamiento y un control de adherencia expresada en F60 luego de transcurrido los tres primeros meses en servicio. En el Anexo III se realizan consideraciones respecto al parámetro F60. Las exigencias a cumplir se indican en la siguiente tabla N° 18.

<b>Tabla N° 18 - REQUISITO DE TEXTURA SUPERFICIAL Y ADHERENCIA NEUMÁTICO - PAVIMENTO EN CAPAS DE RODAMIENTOS</b>			
<b>CARACTERISTICA</b>	<b>Norma</b>	<b>M8 M10</b>	<b>F8 F10</b>
Macrotextura (Altura de círculo parche de arena) [mm]	IRAM 1850	Promedio del lote $\geq 1.5$ mm Desvío estándar $< 0,2$ mm	Promedio del lote $\geq 1.1$ mm Desvío estándar $< 0,2$ mm
Adherencia Neumático Pavimento (F60)	Anexo III	Determinación obligatoria. Los valores a cumplir y la máxima distancia entre puntos de ensayo se definen en las Especificaciones Técnicas Particulares	

### 3.6. Limitaciones de la Ejecución

No se permite la puesta en obra de la MAC:

- Cuando la temperatura ambiente a la sombra sea inferior a 8° C.
- Con viento intenso, después de heladas, especialmente sobre tableros de puentes y estructuras, la Inspección puede aumentar el valor mínimo de la temperatura ambiente para la puesta en obra de la mezcla.
- Cuando se produzcan precipitaciones atmosféricas.

Se puede habilitar la calzada al tránsito cuando ésta alcance la temperatura ambiente.

### 3.7. Control de Procedencia de los Materiales y Toma de Muestra

#### 3.7.1. Ligantes Asfálticos

El proveedor del ligante debe suministrar al Contratista la siguiente información cuya copia se debe entregar a la Inspección.

- Referencia del remito de la partida o remesa.
- Denominación comercial del material asfáltico provisto y su certificado de calidad.
- Identificación del vehículo que lo transporta.
- Fecha de despacho del producto.

#### 3.7.2. Áridos

El contratista es responsable de solicitar al proveedor el suministro de áridos, gruesos y/o finos, que satisfagan las exigencias de la presente especificación y debe registrar durante su recepción la siguiente información que debe ser elevada a la Inspección:

- Denominación comercial del proveedor y certificado de calidad.
- Referencia del remito con el tipo de material provisto.



- Verificación ocular de la limpieza de los áridos.
- Identificación del vehículo que los transporta.
- Fecha y hora de recepción en obrador.

### 3.7.3. Relleno Mineral de Aporte (Filler)

El contratista debe verificar y elevar a la Inspección lo siguiente:

- Denominación comercial del proveedor y certificado de calidad del producto.
- Remito con la constancia del material suministrado.
- Fecha y hora de recepción

**Nota:** Para los apartados 3.7.1, 3.7.2, 3.7.3., y sin perjuicio de un control de calidad posterior por parte de la Inspección, la Contratista debe tomar muestras para la realizar los ensayos tendientes a verificar si los materiales ingresados cumplen con las especificaciones de este Pliego.

## 3.8. Control de Ejecución

### 3.8.1. Producción de Mezcla Asfáltica

#### a) Análisis granulométrico del árido combinado

Como mínimo se debe tomar diariamente una muestra de la mezcla de áridos y realizar una determinación granulométrica.

Las tolerancias en más o en menos respecto a la granulometría de la fórmula de trabajo deben ser las indicadas en la tabla N° 19, siempre que se verifique la discontinuidad granulométrica definida en 2.3.1.

Tabla N° 19 - TOLERANCIAS GRANULOMÉTRICAS DE LA MEZCLA DE ÁRIDOS									
Tamices	12.5 mm (½")	9,5 mm (3/8")	6,3 mm (N° 3)	4,75mm (N° 4)	2.36mm (N° 8)	600 µm (N° 30)	300 µm (N° 50)	150 µm (N° 100)	75 µm (N° 200)
Tolerancia	± 4%			± 3%		± 2%			

La granulometría de la formula de trabajo con sus tolerancias debe encontrarse dentro del entorno establecido en Tabla N° 5.

#### b) Se deben tomar muestras de mezcla asfáltica a la descarga del mezclador y con ellas efectuar ensayos acorde con el plan de control de calidad adoptado.

En cada elemento de transporte:

- Control del aspecto de la mezcla y medición de su temperatura.

En las mezclas tipo F:

- Moldeo de probetas Marshall y verificación de los parámetros volumétricos y mecánicos.
- Determinación del porcentaje de cemento asfáltico y granulometría de los áridos recuperados

- Porcentaje de Resistencia Conservada por tracción Indirecta

En las mezclas tipo M:

- Moldeo de probetas Marshall, verificación de los parámetros volumétricos y determinación de la pérdida por abrasión en seco en el ensayo Cántabro.
- Determinación del porcentaje de cemento asfáltico y granulometría de los áridos recuperados.
- Escurrimiento de ligante según Anexo IV.
- Porcentaje de Resistencia Conservada, ensayo Cántabro tras inmersión (NLT 352/86)

### 3.8.2. Requisitos de la Unidad Terminada

Se considera como lote de la mezcla colocada en el camino a la fracción menor que resulte de los siguientes criterios:

- Una longitud de quinientos metros lineales de construcción (500 m).
- Una superficie de tres mil quinientos metros cuadrados (3500 m<sup>2</sup>)
- Lo ejecutado en una jornada de trabajo

Para cada lote se debe verificar en un mínimo de 6 puntos:

Para mezclas tipo "F":

- Porcentaje de vacíos
- Espesor
- Macrotextura

Para mezclas tipo "M":

- Porcentaje de vacíos
- Dotación
- Espesor
- Macrotextura

Para todos los casos, la toma de muestras y la frecuencia de ensayos se debe establecer acorde con el Plan de Control de Calidad aprobado conforme a lo establecido en el punto 4. El muestreo debe realizarse siempre en base al uso de la tabla de números aleatorios.

## 3.9. Criterios de Recepción

Sin perjuicio de lo establecido en los apartados siguientes la formula de obra con sus tolerancias debe cumplir con lo establecido en las Tablas N° 6 y 7.

### 3.9.1. Contenido de Ligante Asfáltico

El porcentaje medio de cemento asfáltico de producción por lote debe encuadrarse dentro de una tolerancia de  $\pm 0,2\%$  respecto de la fórmula aprobada.

Los valores individuales deben encuadrarse dentro de una tolerancia respecto del valor de fórmula de obra en  $\pm 0,3\%$ .

### **3.9.2. Discontinuidad Granulométrica**

La granulometría de la mezcla de áridos correspondiente a cada lote debe verificar lo establecido en el punto 2.3.1.

### **3.9.3. Vacíos**

#### **3.9.3.1. En Mezcla Asfáltica de Planta (sobre probetas Marshall)**

Una vez definida y aprobada la fórmula de obra, los vacíos medios de la mezcla compactada en moldes Marshall con 50 golpes por cara, se debe mantener dentro de un entorno de más menos dos por ciento ( $\pm 2\%$ ) del valor de vacíos correspondiente a la fórmula de obra para mezclas tipo "F" y dentro de un entorno de más menos tres por ciento ( $\pm 3\%$ ) para mezclas tipo "M". El porcentaje mínimo admisible del promedio de vacíos en probetas Marshall del día no debe ser inferior a 4% para mezclas tipo F ni inferior a 12% para mezclas tipo M.

#### **3.9.3.2. En Mezcla Asfáltica Colocada y Compactada**

Se admiten las tolerancias establecidas en el punto 3.5.1.

### **3.9.4. Dotación**

Se admiten las tolerancias establecidas en el punto 3.5.2.

### **3.9.5. Espesor**

El espesor medio del lote no será inferior al previsto en los Planos del Proyecto. Las posibles tolerancias a este valor deben ajustarse acorde a la superficie de apoyo y al espesor del proyecto adoptado y estar indicadas en la Especificación Técnica Particular.

Si el espesor medio del lote obtenido en la capa fuera inferior y/o superior al especificado con su tolerancia, se puede permitir la re-extracción en la zona de los testigos defectuosos para verificar nuevamente el espesor real de la capa.

### **3.9.6. Regularidad y Textura Superficial, Adherencia Neumático-Pavimento**

No se admiten valores que excedan los valores establecidos en el punto 3.5.4 y 3.5.5.

Queda a criterio de la Inspección efectuar evaluaciones intermedias antes de finalizar la obra.

## **4. PLAN DE CONTROL DE CALIDAD**

El Plan de Control Calidad del Proyecto define el programa que debe cumplir la empresa Contratista, e incluye los protocolos de ensayos para el control de calidad de los materiales, de la mezcla asfáltica y de la unidad terminada, donde se deben como mínimo indicar los siguientes datos:

- Frecuencia de ensayos y tiempos de presentación de los mismos.
- Planillas tipo de cada uno de los ensayos.
- Listado de equipamiento con que se deben realizar los ensayos y su correspondiente certificado de calibración; estos equipos serán verificados por la Inspección o por quien ésta delegue.
- Criterios de aceptación y/o rechazo.

## **5. MEDICIÓN**

La forma de medición de los trabajos indicados en la presente se indica en la Especificación Técnica Particular.

## **6. FORMA DE PAGO**

La forma de pago de los trabajos indicados en la presente se indica en la Especificación Técnica Particular.

**CONCRETO ASFÁLTICO SMA  
(*STONE MASTIC ASPHALT*)**

**SMA 10 Y SMA12**

## 1. DESCRIPCIÓN

### 1.1. Definición

Se define como Concreto Asfáltico Stone Mastic Asphalt (SMA) a la combinación de un ligante asfáltico, áridos (incluido filler), fibras, y eventualmente aditivos mejoradores de adherencia.

Estas mezclas son fabricadas en plantas asfálticas y colocadas en obra a temperatura muy superior a la ambiente y en espesores menores ó iguales a 40 mm y con tamaños máximos del agregado 12 mm y menores, diseñadas con un porcentaje de vacíos de aire en la mezcla compactada entre 3% y 5%.

Su finalidad es dotar a la carpeta de rodamiento de adecuadas condiciones de resistencia mecánica, macrotextura, resistencia al deslizamiento y propiedades fono absorbentes. Las SMA son mezclas de alta durabilidad debido a la presencia del mastic asfáltico y la formación de un esqueleto granular autoportante.

En la presente recomendación se describen dos mezclas SMA:

- SMA 10-CAX ó AMX: Stone Mastic Asphalt con tamaño máximo de agregados igual a 10 mm.
- SMA 12-CAX ó AMX: Stone Mastic Asphalt con tamaño máximo de agregados igual a 12 mm.

### 1.2. Normas Técnicas de Aplicación (\*)

IRAM	Normas del Instituto de Racionalización de Materiales, Argentina
VN-E	Normas de ensayo de la Dirección Nacional de Vialidad, Argentina
NLT	Normas de ensayos redactadas por el Laboratorio del Transporte y Mecánica del Suelo del Centro de Estudios y Experimentación del Ministerio de Obras Publicas (Cedex), España
AASHTO	American Association of State Highways and Transportation Officials, USA.
ASTM	American Society for Testing and Materials, USA
EN	Normas Comunidad Europea

(\*) Cuando exista una norma IRAM vigente para realizar cualquier determinación referida en esta especificación, la misma prevalecerá sobre cualquier otra.

## 2. REQUISITOS DE LOS MATERIALES

### 2.1. Áridos

#### 2.1.1. Características generales

Los requisitos que deben cumplir los áridos para el aprovisionamiento y acopio son los que se establecen en la tabla N° 1.

Tabla N° 1 - REQUISITOS PARA EL APROVISIONAMIENTO Y ACOPIO DE ÁRIDOS	
Característica	Requisitos
Procedencia	Pueden ser naturales o artificiales, siempre que cumplan las exigencias establecidas en la presente recomendación técnica. Deben provenir de rocas sanas y no deben ser susceptibles de ningún tipo de meteorización o alteración físico-química apreciable bajo las condiciones más

Tabla Nº 1 - REQUISITOS PARA EL APROVISIONAMIENTO Y ACOPIO DE ÁRIDOS	
Característica	Requisitos
	desfavorables que puedan darse en la zona de empleo. Tampoco deben dar origen, con el agua, a disoluciones que causen daños a estructuras u otras capas del paquete estructural ó contaminar corrientes de agua.
Número de fracciones	El número de fracciones diferenciadas debe ser como mínimo de tres (3), incluido el relleno mineral (filler) de aporte. Si se estima necesario para cumplir las tolerancias exigidas para la granulometría de la mezcla, se debe aumentar el número de fracciones.
Acopios	Cada fracción debe acopiarse por separado. La forma y la altura de los acopios debe ser tal que se minimicen las segregaciones en los tamaños. Las partes de los acopios que hayan resultado contaminadas no deben ser empleadas en la elaboración de mezclas asfálticas. En tal caso debe procederse al retiro de dichas partes del obrador.

## 2.1.2. Árido Grueso

### 2.1.2.1. Definición de árido grueso

Se define como árido grueso la parte del árido total retenida en el tamiz 4,75 mm según Norma IRAM 1501.

La granulometría del árido grueso debe permitir encuadrar, junto con la composición de las restantes fracciones, la gradación resultante dentro del huso preestablecido.

### 2.1.2.2 Requisitos del árido grueso

Los áridos gruesos deben cumplir con los requisitos que se establecen en la Tabla Nº 2.

Tabla Nº2 - REQUISITOS DE LOS ÁRIDOS GRUESOS		
Ensayo	Norma	Exigencia
Partículas trituradas	IRAM 1851	Mínimo el 75 % de sus partículas, con 2 ó más caras de fractura, y el porcentaje restante, por lo menos con una. Para el caso de la trituración de rodados, el tamaño mínimo de las partículas a triturar debe ser al menos 3 veces el tamaño máximo del agregado triturado resultante.
Elongación	IRAM 1687-2	Determinación obligatoria.
Índice de Lajas	IRAM 1687-1	≤ 25
Coefficiente de Desgaste Los Ángeles	IRAM 1532	≤ 25%
Coefficiente de Pulimento Acelerado (a aplicar en mezclas para carpetas de rodamiento)	IRAM 1543	≥ 0,40 (Valor indicativo)
Durabilidad por ataque con sulfato de sodio	IRAM 1525	≤ 10%
Polvo Adherido	VN E 68-75	≤ 1,0 %
Plasticidad	IRAM 10501	No Plástico.
Micro Deval	IRAM 1762	Determinación obligatoria en mezclas para carpetas de

Tabla Nº2 - REQUISITOS DE LOS ÁRIDOS GRUESOS		
Ensayo	Norma	Exigencia
		rodamiento.
Relación Vía Seca-Vía Húmeda, de la fracción que pasa el tamiz IRAM 75 µm	VN E 7-65	≥ 50% (1)
Análisis del Estado Físico de la Roca	IRAM 1702 IRAM 1703	Determinación obligatoria.
Limpieza	-	Exento de terrones de arcilla, materia vegetal, ú otras materias extrañas que puedan afectar a la durabilidad de la capa
Ensayo de Compatibilidad árido-ligante	IRAM 6842	Para el caso en que el ensayo arrojera un valor inferior al 95% de superficie cubierta, debe incorporarse a la mezcla asfáltica un aditivo mejorador de adherencia, que permita superar dicho valor

(1) Si el pasante por el tamiz IRAM 75 µm vía húmeda es mayor de 5%.

### 2.1.3. Árido Fino

#### 2.1.3.1. Definición de árido fino

Se define como árido fino el pasante por el tamiz 4,75 mm.

#### 2.1.3.2. Requisitos

Los áridos finos deben cumplir con los requisitos que se fijan en la Tabla Nº 3.

Tabla Nº 3 - REQUISITOS DE LOS ÁRIDOS FINOS		
Ensayo	Norma	Exigencia
Procedencia	-	El árido fino debe proceder de la trituración de roca sana de cantera o grava natural.
Limpieza	-	Exento de terrones de arcilla, materia vegetal u otras materias extrañas que puedan afectar a la durabilidad de la capa.
Resistencia a la fragmentación	-	Cuando el material que se triture para obtener árido fino sea de la misma naturaleza que el árido grueso, éste último debe entonces cumplir las condiciones exigidas en la Tabla Nº 2 para el coeficiente de desgaste Los Ángeles. Se puede emplear árido fino de otra naturaleza que mejore alguna característica, en especial la adhesividad, pero en cualquier caso procederá de árido grueso con coeficiente de desgaste Los Ángeles inferior a veinticinco (25).
Equivalente de Arena	IRAM 1682	≥ 50%
Plasticidad de la fracción que pasa tamiz IRAM 425 µm	IRAM 10501	No plástico.
Plasticidad de la fracción que pasa tamiz IRAM 75 µm	IRAM 10501	≤ 4%
Relación Vía Seca-Vía	VN E 7-65	≥ 50% (1)



Tabla Nº 3 - REQUISITOS DE LOS ÁRIDOS FINOS		
Ensayo	Norma	Exigencia
Húmeda, de la fracción que pasa el tamiz IRAM 75 µm		
Granulometría	IRAM 1501 IRAM 1505	Debe permitir encuadrar dentro del huso preestablecido la gradación resultante, junto con la composición de las restantes fracciones.

(1) Si el pasante por el tamiz IRAM 75 µm vía húmeda es mayor del 5 %.

## 2.1.4. Relleno Mineral (Filler)

### 2.1.4.1. Definición

Se define como filler a la fracción pasante del tamiz IRAM 75 µm, de la mezcla compuesta por los áridos y el filler de aporte.

Debe cumplir, con las siguientes exigencias:

- Densidad Aparente (D. Ap.) en Tolueno (NLT-176):

$$0,5 \text{ gr/cm}^3 < D. \text{ Ap.} < 0,8 \text{ gr/cm}^3$$

Puede admitirse el empleo de un filler cuya D. Ap. se encuentre comprendida entre los valores de 0,3 gr/cm<sup>3</sup> y 0,5 gr/cm<sup>3</sup>, siempre que sea aprobado por la Inspección, previa fundamentación mediante la ejecución de los ensayos y experiencias que se estime conveniente.

### 2.1.4.2. Definición y Características Relleno Mineral de Aporte (Filler de Aporte)

- Definición:  
Se define como filler de aporte, a aquellos que puedan incorporarse a la mezcla por separado y que no provengan de la recuperación de los áridos.
- Materiales a utilizar como filler de aporte:  
El relleno mineral de aporte podrá estar constituido por los siguientes materiales:
  - Cemento Portland
  - Calcáreo molido (polvo calizo)
  - Cal hidratada
  - Cal hidráulica hidratada

Podrán utilizarse como relleno mineral materiales de otra naturaleza, siempre que sean aprobados previamente por la Inspección, mediante la ejecución de ensayos y experiencia que ésta estime corresponder. La Inspección está facultada para interpretar el resultado de los ensayos y fundamentar la aceptación o rechazo del material sobre la base a los mismos ensayos o a resultados de ensayos no previstos en las especificaciones.

- Características generales:

El relleno mineral de aporte será homogéneo, seco y libre de grumos provenientes de las partículas.

- Características granulométricas:

<b>Tamiz IRAM</b>	<b>Porcentaje en peso que pasa</b>
425 µm (Nº 40)	100%
150 µm (Nº 100)	> 90%
75 µm (Nº 200)	> 75%

- Requisitos de calidad:  
El filler deberá cumplir con alguna de las siguientes normas.
  - Cemento Portland: IRAM 50000
  - Filler: IRAM 1593
  - Cal: IRAM 1508

## **2.2. Materiales Asfálticos**

### **2.2.1. Ligante Asfáltico**

El ligante asfáltico a utilizar según Normas IRAM 6604, IRAM 6835 o IRAM 6596, se seleccionará de acuerdo a las condiciones de clima, tránsito y estructurales del proyecto.

El tipo de ligante seleccionado debe ser indicado en la Especificación Técnica Particular.

### **2.2.2. Emulsión Asfáltica para Riego de liga**

El material a emplear como riego de liga debe ser una emulsión asfáltica catiónica de rotura rápida modificada con polímeros del tipo CRRm, de acuerdo a la Norma IRAM-IAPG 6698.

Las Especificaciones Técnicas Particulares pueden permitir el uso de una emulsión catiónica de corte rápido CRR (IRAM-IAPG 6691).

## **2.3. Husos Granulométricos**

La granulometría de las distintas fracciones de áridos constituyentes de la mezcla (incluido el filler de aporte) debe estar comprendida según los husos definidos en la Tabla Nº 5 (s/IRAM 1505)

<b>Tamices</b>	<b>SMA 10</b>	<b>SMA 12</b>
19,0 mm (3/4")	-	100
12,5 mm (1/2")	100	90-100
9,5 mm (3/8")	90-100	32-62
4,75 mm (Nº 4)	28-43	25-32
2,36 mm (Nº 8)	22-28	20-27
75 µm (Nº 200)	10-13	9-13

(\*) Si existe una diferencia entre los pesos específicos de las fracciones utilizadas, incluida el filler, superior al 0,2 la dosificación se hace en volumen.

## 2.4. Fibras

Las fibras a emplear en la fabricación de las SMA 10 y SMA 12 deben ser capaces de inhibir el escurrimiento de ligante, no deben ser nocivas para la salud ni el medio ambiente ni interactuar negativamente con el ligante ni con los áridos.

Las mismas deben ser suministradas en pelets ó sueltas. En ambos casos se deberán asegurar las condiciones de almacenamiento de las fibras y de dispersión y mezclado en la planta asfáltica. En todos los casos el suministro de fibras debe estar acompañado de un certificado de calidad detallando descripción y características y recomendaciones de uso.

En el caso de proveerse en forma de pelets el fabricante debe indicar el porcentaje de fibras y el de ligante empleados.

## 3. REQUERIMIENTOS CONSTRUCTIVOS

### 3.1. Criterios de Dosificación

Los criterios para la dosificación se resumen en la tabla N° 6.

<b>Tabla N° 6 - REQUISITOS DE DOSIFICACIÓN PARA MEZCLAS SMA 10 Y SMA 12</b>		
Ensayo Marshall VN_E 9	Número de golpes por cara	50
	Porcentaje de Vacíos en mezcla	3% - 5%
	Porcentaje de Vacíos del Agregado Mineral VAM	>18%
Porcentaje de Resistencia Conservada mediante el ensayo de Tracción Indirecta.(Anexo I)		> 80%
Porcentaje de Árido Fino no triturado en mezcla		0%
Porcentaje mínimo de fibras de celulosa		0,35%
Porcentaje Máximo de Cal Hidratada o Cemento		3,0%
Evaluación de la resistencia al ahuellamiento (Anexo V)		Determinación obligatoria
Porcentaje de Ecurrimiento de Ligante (Anexo II)		< 0,3%
VCA mix (AASHTO MP8) menor que VCA varillado (Anexo IV)		

### 3.2. Equipo Necesario para la Ejecución de las Obras

#### 3.2.1. Planta Asfáltica

Los Concretos Asfálticos Stone Mastic Asphalt SMA 10 y 12, se deben fabricar en plantas que se ajusten a los requisitos que se establecen en la tabla N°7.

<b>Tabla N° 7 - REQUISITOS QUE DEBEN CUMPLIR LAS PLANTAS ASFÁLTICAS</b>	
<b>Característica</b>	<b>Requisitos</b>
Capacidad de	Se deberá indicar en el Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares

<b>Tabla N° 7 - REQUISITOS QUE DEBEN CUMPLIR LAS PLANTAS ASFÁLTICAS</b>	
<b>Característica</b>	<b>Requisitos</b>
producción	
Calibración de la planta	La Contratista debe presentar un informe escrito detallado de la calibración de cada elemento de la planta actualizado y previa a la ejecución del tramo de prueba.
Alimentación de agregados pétreos	Cantidad de silos de dosificación en frío al menos igual al número de fracciones de los áridos que componen la fórmula de obra adoptada. Contar con dispositivos que eviten la contaminación de las distintas fracciones. Durante la producción cada tolva en uso debe mantenerse con material entre el 50% y el 100% de su capacidad. Debe contar con zaranda de rechazo de agregados que excedan el tamaño máximo.
Almacenamiento y alimentación de ligante asfáltico	Debe poder mantener la temperatura de empleo. Debe contar con recirculación constante. El sistema de calefacción debe evitar sobrecalentamientos. Debe contar con elementos precisos para calibrar la cantidad de ligante asfáltico que se incorpora a la mezcla.
Alimentación de filler de aporte	Debe disponer de instalaciones para el almacenamiento y adición controlada a la mezcla. El filler de aporte debe ser incorporado a través de silos independientes de los silos en frío para áridos.
Calentamiento y mezclado	Debe posibilitar la obtención de una mezcla homogénea, con las proporciones ajustadas a la respectiva fórmula de trabajo y a la temperatura adecuada para el transporte y colocación. Debe evitar sobrecalentamientos que afecten los materiales. Debe posibilitar la difusión homogénea del ligante asfáltico. El proceso de calentamiento no debe contaminar con residuos de hidrocarburos no quemados a la mezcla La temperatura máxima de la mezcla no debe exceder de 185° C, en el caso de ligantes modificados, y 170° C en el caso de ligantes convencionales.
Almacenamiento y descarga de la mezcla	Tanto en el almacenamiento como en la descarga de la mezcla asfáltica debe evitarse la separación de materiales (segregación de materiales) y la pérdida de temperatura localizada en partes de la mezcla (segregación térmica).
Emisiones	Debe contar con elementos que eviten la emisión de polvo mineral a la atmósfera.

### 3.2.2. Elementos de Transporte

Los elementos de transporte de mezclas asfálticas deben ajustarse a los requisitos que se indican en la tabla N° 8

<b>Tabla N° 8 - REQUISITOS QUE DEBEN CUMPLIR LOS ELEMENTOS DE TRANSPORTE DE CONCRETOS ASFÁLTICOS SMA 10 Y 12</b>	
<b>Característica</b>	<b>Requisitos</b>
Capacidad de transporte	El número y capacidad de los camiones deben ser acordes al volumen de producción de la planta asfáltica.
Caja de transporte	Debe rociarse con un producto que evite la adherencia de la mezcla asfáltica a la caja de los camiones. Por ejemplo lechada de agua y cal, solución de agua jabonosa o emulsión siliconada antiadherente. No debe emplearse a este fin agentes que actúen como solventes del ligante asfáltico. La forma y altura debe ser tal que, durante la descarga en la terminadora, el camión sólo toque a ésta a través de los rodillos provistos al efecto.

<b>Tabla N° 8 - REQUISITOS QUE DEBEN CUMPLIR LOS ELEMENTOS DE TRANSPORTE DE CONCRETOS ASFALTICOS SMA 10 Y 12</b>	
<b>Característica</b>	<b>Requisitos</b>
Cubierta de protección	La caja de los camiones de transporte debe cubrirse con elementos (lona o cobertor adecuado) que impidan la circulación de aire sobre la mezcla. Dicha cubierta debe alcanzar un solape mínimo con la caja tanto lateral como frontalmente de 0,30 m. Deben mantenerse durante el transporte debidamente ajustados a la caja. Esta condición debe observarse con independencia de la temperatura ambiente. No se admite el empleo de coberturas que posibiliten la circulación del aire sobre la mezcla (tipo media sombra).

### 3.2.3. Equipos para Riego de Liga

Los equipos de distribución de riego de liga deben poder aplicar el material bituminoso a presión, con uniformidad y sin formación de estrías ni acumulaciones en superficie y que garantice la dotación definida de acuerdo a lo expresado en el apartado 3.3.3

### 3.2.4. Terminadoras

Los equipos de distribución de la mezcla asfáltica (terminadoras asfálticas) deben ajustarse a los requisitos que se indican en la tabla N° 9.

<b>Tabla N° 9 - REQUISITOS QUE DEBE CUMPLIR EL EQUIPO DE DISTRIBUCIÓN DE CONCRETOS ASFALTICOS SMA 10 Y 12</b>	
<b>Característica</b>	<b>Requisitos</b>
Sensores de uniformidad de distribución	Debe contar con equipamiento que permita tomar referencias altimétricas destinadas a proveer regularidad en la superficie de la mezcla distribuida.
Alimentación de la mezcla	Debe poder abastecer de mezcla asfáltica a la caja de distribución en la forma más constante posible.
Operación de distribución transversal de la mezcla	Los tornillos helicoidales deben tener una extensión tal que lleguen a 0,10 – 0,20 metros de los extremos de la caja de distribución, exceptuando el empleo en ensanches o ramas de acceso / egreso de reducida longitud, para terminadoras con plancha telescópica. Debe procurarse que el tornillo sin fin gire en forma lenta y continua. La mezcla debe mantener una altura uniforme dentro de la caja de distribución, coincidente con la posición del eje de los tornillos helicoidales.
Caja de distribución	La porción de la caja de distribución que excede el chasis de la terminadora debe contar con cierre frontal (contraescudo). En tanto que la parte inferior de tal dispositivo debe contar con una cortina de goma que alcance la superficie de la calzada durante la operación de distribución.
Tornillos helicoidales	Se debe procurar que la altura del tornillo sin fin sea tal que su parte inferior se sitúe a no más de 2,5 veces el espesor de colocación de la capa.
Plancha	La posición altimétrica de la plancha debe poder ser regulada en forma automática mediante sensores referenciados a la capa de base u otro medio que permita distribuir la mezcla con la mayor homogeneidad del perfil longitudinal. El calentamiento de la plancha debe ser homogéneo evitando sobrecalentamientos localizados de la misma.
Homogeneidad de la distribución	El equipo debe poder operar sin que origine segregación de ningún tipo (granulométrica, térmica, invertida) ni arrastre de materiales. Debe poder regularse de modo que la superficie de la capa extendida resulte lisa y uniforme, sin segregaciones ni arrastres y con un espesor tal que, una vez compactada, se ajuste a la rasante y sección transversal indicadas en los Planos del Proyecto.

<b>Tabla Nº 9 - REQUISITOS QUE DEBE CUMPLIR EL EQUIPO DE DISTRIBUCIÓN DE CONCRETOS ASFALTICOS SMA 10 Y 12</b>	
<b>Característica</b>	<b>Requisitos</b>
Operación	El avance se realizará con la mayor continuidad posible, ajustando la velocidad a la producción de la planta, de modo de reducir las detenciones al mínimo posible. En caso de detención se comprobará que la temperatura de la mezcla que quede sin distribuir, en la tolva de la terminadora y en la caja de distribución, no descienda de la indicada para el inicio de la compactación. En caso contrario se ejecutará una junta transversal y se debe desechar la mezcla defectuosa.

### 3.2.5. Equipo de Compactación

Los equipos de compactación deben ajustarse a los requisitos indicados en la tabla Nº 10.

<b>Tabla Nº 10 REQUISITOS QUE DEBEN CUMPLIR LOS EQUIPOS DE COMPACTACIÓN DE CONCRETOS ASFALTICOS SMA 10 y 12</b>	
<b>Característica</b>	<b>Requisitos</b>
Número y tipo de equipo	La compactación de mezclas SMA se realizará con rodillos lisos metálicos en modo estático. No deben utilizarse compactadores mixtos ó de neumáticos.
Operación	La operación debe ser en todo momento sistemática y homogénea, acompañando el avance de la terminadora. El peso estático de los equipos no debe producir la degradación granulométrica de los agregados pétreos. Deben poder invertir la marcha mediante una acción suave. Deben poder obtener una superficie homogénea, sin marcas o desprendimiento de la mezcla asfáltica. Debe evitarse la detención prolongada de los equipos sobre la mezcla caliente.
Condiciones de operación	Los rodillos metálicos deben mantener húmeda la superficie de los cilindros, sin excesos de agua. Los rodillos neumáticos deben contar con protecciones de lona u otro material de modo de generar recintos que limiten el enfriamiento de los neumáticos. Tales elementos deben extenderse en la parte frontal y lateral de cada conjunto de neumáticos y alcanzar la menor altura posible respecto de la superficie de la mezcla que se compacta.

## 3.3. Ejecución de las Obras

### 3.3.1. Presentación de la Fórmula de Obra

La fabricación y colocación de la mezcla no se debe iniciar hasta que se haya aprobado la correspondiente fórmula de obra presentada por la Contratista (según requerimiento apartado 3.1), estudiada en el laboratorio y verificada en el tramo de prueba que se haya adoptado como definitivo.

La fórmula debe cumplirse durante todo el proceso constructivo de la obra, siempre que se mantengan las características de los materiales que la componen. Toda vez que cambie alguno de los materiales que integran la mezcla o se excedan sus tolerancias de calidad, su composición debe ser reformulada. Por lo tanto, debe excluirse el concepto de "fórmula de obra única e inamovible". La fórmula debe incluir como mínimo las siguientes características según Tabla Nº 11.

<b>Tabla N° 11 - REQUISITOS QUE DEBE REUNIR LA FÓRMULA DE OBRA</b>	
<b>Parámetro</b>	<b>Información que debe ser consignada</b>
Áridos y rellenos minerales	Identificación, características y proporción de cada fracción del árido y rellenos minerales (filler) en la alimentación y, en su caso, después de su clasificación en caliente. Granulometría por lavado de los áridos combinados incluido el o los rellenos minerales. Densidad relativa, densidad aparente y absorción de agua de los agregados pétreos de acuerdo con las Normas IRAM 1520 e IRAM 1533. Densidad aparente del filler de aporte de acuerdo con la Norma IRAM 1542.
Ligante asfáltico y aditivos	Identificación, características y proporción en la mezcla respecto de la masa total de los áridos incluido el o los rellenos minerales. Cuando se empleen aditivos debe indicarse su denominación, características y proporción empleada, respecto de la masa de cemento asfáltico.
Calentamiento y mezclado	Tiempos requeridos para la mezcla de áridos en seco y para la mezcla de los áridos con el cemento asfáltico. Las temperaturas máxima y mínima de calentamiento previo de áridos y ligante. (En ningún caso se introducirá en el mezclador árido a una temperatura superior a la del asfalto en más de 15 °C). Las temperaturas máxima y mínima de la mezcla al salir del mezclador.
Temperatura para la compactación	Deben indicarse las temperaturas máxima y mínima de compactación.
Ajustes en el tramo de prueba	La fórmula informada debe incluir los posibles ajustes realizados durante el tramo de prueba.

### 3.3.2. Preparación de la Superficie de Apoyo

Las condiciones que debe reunir la superficie de la base, se indican en la tabla N° 12.

<b>Tabla N° 12 CONDICIONES DE LA SUPERFICIE DE APOYO</b>	
<b>Parámetro</b>	<b>Condición</b>
Regularidad	La superficie de apoyo debe ser regular y no debe exhibir deterioros, de modo tal que el espesor de colocación de la mezcla se pueda encuadrar dentro de la tolerancia de espesores.
Limpieza	Previo a la ejecución del riego de liga, la superficie a regar debe hallarse completamente seca, limpia y desprovista de material flojo o suelto. En el caso de utilizarse emulsión ECI para imprimir puede ser conveniente la prehumectación de la superficie antes de realizar el riego. La limpieza alcanza a las manchas o huellas de suelos cohesivos, los que deben eliminarse totalmente de la superficie.
Banquinas	Las banquetas y/o trochas aledañas se deben mantener durante los trabajos en condiciones tales que eviten la contaminación de la superficie luego de que esta ha sido cubierta por el riego de liga.

### 3.3.3. Dotación del Riego de Liga

La dotación de riego de liga es la indicada en la Tabla N° 13.

<b>Tabla 13 N° - DOTACIONES DE RIEGO DE LIGA (l/m<sup>2</sup> ligante asfáltico residual)</b>	
Riego de liga con emulsión convencional ó modificada (l/m <sup>2</sup> )	0,15 – 0,30

Nota: Los valores indicados en la tabla N° 14, deben ser ajustados a las características de la superficie de apoyo de cada obra en particular.

### 3.3.4. Compactación de la Mezcla

La compactación de la mezcla debe realizarse según se indica en la tabla N° 14.

Tabla N° 14 - CONDICIONES PARA LA COMPACTACIÓN DE LA MEZCLA	
Parámetro	Condición
Secuencia	El empleo de los equipos de compactación debe mantener la secuencia de operaciones que se determinó previamente, en el respectivo tramo de prueba y ajuste del proceso de distribución y compactación.
Temperatura de la mezcla	Debe estar comprendida dentro del rango de temperatura de la Tabla N° 7 o de la recomendada por el proveedor del ligante asfáltico empleado.
Operación	Los rodillos deben llevar su rueda motriz del lado más cercano a la terminadora; a excepción de los sectores en rampa en ascenso, donde puede invertirse. Los cambios de dirección se deben realizar sobre mezcla ya compactada y los cambios de sentido se deben efectuar con suavidad. Los rodillos metálicos de compactación deben mantenerse siempre limpios y húmedos.

### 3.3.5. Juntas transversales y longitudinales

La formación de juntas debe ajustarse a lo indicado en la tabla N° 15.

Tabla N° 15 - CONDICIONES PARA LA FORMACIÓN DE JUNTAS	
Parámetro	Condición
Separación de juntas	Cuando con anterioridad a la extensión de la mezcla se ejecuten otras capas asfálticas, se debe procurar que las juntas transversales de capas superpuestas guarden una separación mínima de 1,5 m, y de 0,15 m para las longitudinales. Las juntas transversales se deben compactar transversalmente, disponiendo los apoyos adecuados fuera de la capa para el desplazamiento del rodillo. Además, las juntas transversales de franjas de extensión adyacentes deben distanciar en más de 5 m.
Corte de la capa en las juntas	Tanto en las juntas longitudinales como transversales se debe producir un corte aproximadamente vertical, que elimine el material que no ha sido densificado. Esta operación puede ser obviada en juntas longitudinales para el caso de ejecución simultánea de fajas contiguas.
Compactación de juntas transversales	Las juntas transversales se deben compactar transversalmente con rodillo liso metálico, disponiendo los apoyos adecuados fuera de la capa para el desplazamiento del rodillo. Se debe iniciar la compactación apoyando aproximadamente el 90% del ancho del rodillo en la capa fría. Debe trasladarse paulatinamente el rodillo de modo tal que en no menos de cuatro pasadas el mismo termine apoyado completamente en la capa caliente. A continuación se debe iniciar la compactación en sentido longitudinal.

### 3.3.6. Limpieza

El contratista debe prestar especial atención en no afectar durante la realización de las obras, la calzada existente o recién construida.

Para tal efecto, todo vehículo que se retire del sector de obra debe ser sometido a una limpieza exhaustiva de los neumáticos de manera tal que no marque ni ensucie tanto la calzada como la demarcación. Pueden emplearse también materiales absorbentes de hidrocarburos, que logren el mismo efecto.



En caso de detectarse sectores de calzada manchados y/o sucios con material de obra, dentro del área de obra o fuera de ella, el contratista debe hacerse cargo de la limpieza para restituir el estado inicial de la carpeta.

### **3.3.7. Seguridad de Obra**

Se deben seguir las prescripciones de la Especificación Técnica Particular.

### **3.4. Tramo de Prueba**

Antes de iniciarse la puesta en obra de las SMA 10 y SMA 12, se deben realizar los tramos de ajuste del proceso de distribución, elaboración y compactación necesarios, hasta alcanzar la conformidad total acorde con las exigencias de la presente recomendación. A tales efectos, la Contratista debe ajustar la producción de la mezcla diseñada, los procesos de elaboración, transporte, uniformidad y dotación del riego de liga, extensión y compactación de la mezcla asfáltica, adoptando para ello las medidas de seguridad y señalización. Se debe informar por escrito los ajustes llevados a cabo, adjunto a la formulación de obra final a emplear.

Las pruebas se deben realizar sobre tramos a definir por la Inspección.

Aprobado lo señalado precedentemente se puede dar comienzo a la puesta en obra de las mezclas SMA.

Los tramos de prueba en los que se verifique el cumplimiento de las condiciones de ejecución y puesta en obra de las mezclas definidas en el punto 3.3., podrán ser aceptados como parte integrante de la obra.

### **3.5. Requisitos para la unidad Terminada**

#### **3.5.1. Porcentaje de Vacíos**

Los vacíos de aire de los testigos extraídos deberán tener un desvío estándar no superior a 1,5%. A los fines del cálculo de los vacíos se debe tomar como Densidad Máxima Teórica (Rice) la obtenida en el día para el lote de mezcla colocada.

#### **3.5.2. Espesor**

El espesor del proyecto debe encuadrarse para cada tipo de mezcla dentro del rango definido en el punto 1.1. Las tolerancias se deben definir en el Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares.

En carpetas de rodamiento de calzadas multitrochas y rutas principales se debe determinar la deformación longitudinal de una de las huellas de cada carril según criterio de la autoridad de aplicación.

De acuerdo a la longitud de cada tramo, se exige un número mínimo de valores medios kilométricos de regularidad, medida en metros por kilómetros (m/Km). Los mismos se expresan como porcentaje del total de valores obtenidos para el carril analizado. Dichos valores deben resultar inferiores, en el caso de obras nuevas, de 2 metros por kilómetro (unidades IRI) determinados para L = 100m. Para el caso de obras de rehabilitación el valor exigido se fija en el Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares.

De acuerdo con la longitud del tramo analizado rigen las siguientes tolerancias:

<b>Tabla Nº 16 - TOLERANCIA DE REGULARIDAD SEGUN LONGITUD DEL TRAMO</b>	
<b>Longitud del tramo analizado en Km</b>	<b>% mínimo de valores iguales o inferiores a 2 m/km (I.R.I) para L = 100m</b>
Mayor o igual a 30	95%
Menor a 30 y mayor a 10	85%
Menor a 10	80%

En calles urbanas la regularidad superficial se debe controlar mediante la regla de tres metros, siendo la exigencia a cumplir, apartamientos menores o iguales a 4 mm, entre el borde inferior de la regla y la superficie de rodamiento en cualquier punto de la misma.

Para ambos tipos de obra sobre las juntas transversales de construcción, se deben realizar mediciones con la regla de 3 m apoyada con un extremo sobre la junta hacia atrás y hacia delante de la misma, además con la regla colocada simétricamente sobre la junta. Estas operaciones se deben realizar en tres posiciones: una en cada huella y otra en la interhuella, siendo la exigencia a cumplir, apartamientos menores o iguales a 4 mm, entre el borde inferior de la regla y la superficie de rodamiento.

#### **3.5.4. Textura Superficial y Adherencia Neumático Pavimento**

Se debe efectuar un control inicial de macrotextura apenas finalizada la construcción de la carpeta de rodamiento y un control de adherencia expresada en F60 luego de transcurrido los tres primeros meses en servicio. En el Anexo III se realizan consideraciones respecto al parámetro F60. Las exigencias a cumplir se indican en la siguiente tabla Nº 17.

<b>Tabla Nº17 - REQUISITO DE TEXTURA SUPERFICIAL Y ADHERENCIA NEUMÁTICO - PAVIMENTO EN CAPAS DE RODAMIENTOS</b>			
<b>CARACTERISTICA</b>	<b>Norma</b>	<b>SMA 12</b>	<b>SMA 10</b>
Macrotextura (Altura de círculo de arena) [mm]	IRAM 1850	Promedio del lote $\geq 1.2$ mm Desvío estándar $< 0,5$ mm	Promedio del lote $\geq 1.0$ mm Desvío estándar $< 0,5$ mm
Adherencia Neumático Pavimento (F60)	Anexo II	Determinación obligatoria. Los valores a cumplir y la máxima distancia entre puntos de ensayo se definen en las Especificaciones Técnicas Particulares.	

#### **3.6. Limitaciones de la Ejecución**

No se permitirá la puesta en obra de la SMA cuando:

- la temperatura ambiente a la sombra sea inferior a 8° C.
- Exista viento intenso, después de heladas, especialmente sobre tableros de puentes y estructuras, la Inspección podrá aumentar el valor mínimo de la temperatura ambiente para la puesta en obra de la mezcla.
- se produzcan precipitaciones atmosféricas.

Se puede habilitar la calzada al tránsito cuando ésta alcance la temperatura ambiente.

### **3.7. Control de Procedencia de los Materiales y Toma de Muestras**

#### **3.7.1. Ligantes Asfálticos**

El proveedor del ligante debe suministrar al contratista la siguiente información cuya copia se debe entregar a la Inspección:

- Referencia del remito de la partida o remesa.
- Denominación comercial del material asfáltico provisto y su certificado de calidad.
- Identificación del vehículo que lo transporta.
- Fecha de despacho del producto.

#### **3.7.2. Áridos**

El Contratista es responsable de solicitar al proveedor el suministro de áridos gruesos y/o finos que satisfagan las exigencias del presente Pliego y debe registrar durante su recepción la siguiente información que debe ser elevada a la Inspección:

- Denominación comercial del proveedor y certificado de calidad.
- Referencia del remito con el tipo de material provisto.
- Verificación ocular de la limpieza de los áridos.
- Identificación del vehículo que los transporta.
- Fecha y hora de recepción en obrador.

#### **3.7.3. Relleno Mineral de Aporte (Filler)**

El Contratista debe verificar y elevar a la Inspección lo siguiente:

- Denominación comercial del proveedor y certificado de calidad del producto.
- Remito con la constancia del material suministrado.
- Fecha y hora de recepción

**Nota:** Para los apartados 3.7.1, 3.7.2, 3.7.3., y sin perjuicio de un control de calidad posterior por parte de la Inspección, la Contratista deber tomar muestras para la realizar los ensayos tendientes a verificar si los materiales ingresados cumplen con las especificaciones de este Pliego.

#### **3.7.4. Fibras**

El Contratista debe verificar y elevar a la Inspección lo siguiente:

- Denominación comercial del proveedor y certificado de calidad del producto.
- Remito con la constancia del material suministrado.
- Fecha y hora de recepción

### **3.8. Control de Ejecución**

### 3.8.1. Producción de Mezcla Asfáltica

#### a) Análisis granulométrico del árido combinado

Como mínimo se debe tomar diariamente una muestra de la mezcla de áridos y realizar una determinación granulométrica.

Las tolerancias admisibles, en más o en menos, respecto a la granulometría de la fórmula de trabajo, serán las indicadas en la tabla N° 18.

Tabla N° 18 - TOLERANCIAS GRANULOMÉTRICAS DE LA MEZCLA DE ÁRIDOS						
Tamices	19,0 mm (3/4")	12,5 mm (1/2")	9,5 mm (3/8")	4,75 mm (N° 4)	2,36 mm (N° 8)	75 µm (N° 200)
Tolerancia	± 4 %			± 3 %		± 2 %

La granulometría de la fórmula de trabajo con sus tolerancias debe encontrarse dentro del entorno establecido en Tabla N° 5.

b) El contenido de fibras tendrá una tolerancia de ± 10% con respecto al peso de las fibras establecido en la fórmula de obra. Este parámetro se debe determinar al finalizar cada jornada de trabajo en función del consumo de fibras diario y cantidad de mezcla elaborada.

c) Se deben tomar muestras de mezcla asfáltica a la descarga del mezclador y con ellas efectuar ensayos acorde con el plan de calidad adoptado.

- Control del aspecto de la mezcla y medición de su temperatura, en cada elemento de transporte.
- Moldeo de probetas Marshall y verificación de los parámetros volumétricos.
- Determinación del porcentaje de ligante asfáltico y granulometría de los áridos recuperados.
- Porcentaje de Resistencia Conservada por tracción Indirecta.
- Determinación del porcentaje de fibras.

### 3.8.2. Requisitos de la Unidad Terminada

Se considerará como lote de la mezcla colocada en el camino a la fracción menor que resulte de los siguientes criterios:

- Una longitud de quinientos metros lineales de construcción (500 m).
- Una superficie de tres mil quinientos metros cuadrados (3500 m<sup>2</sup>)
- Lo ejecutado en una jornada de trabajo

Para cada lote se debe verificar en un mínimo de 6 puntos:

- Porcentaje de vacíos
- Espesor
- Macrotextura

La toma de muestras y la frecuencia de ensayos se debe establecer acorde con el plan de control de calidad aprobado. El muestreo debe realizarse siempre en base al uso de la tabla de números aleatorios.

### **3.9. Criterios de Recepción**

Sin perjuicio de lo establecido en los apartados siguientes, la formula de obra con sus tolerancias debe cumplir con lo establecido en la Tabla N° 6.

#### **3.9.1. Contenido de Ligante Asfáltico**

El contenido medio de cemento asfáltico de producción por lote, debe tener una tolerancia de  $\pm 0,2$  respecto de la fórmula aprobada.

Los valores individuales deben tener una tolerancia respecto del valor de fórmula de obra en  $\pm 0,3$ , no aceptándose desviaciones mayores.

#### **3.9.2. Vacíos**

##### **3.9.2.1. En Mezcla Asfáltica de Planta (sobre probetas Marshall)**

Una vez definida y aprobada la fórmula de obra, los vacíos medios de la mezcla compactada en moldes Marshall con 50 golpes por cara, se debe mantener dentro de un entorno de más menos uno por ciento ( $\pm 1\%$ ) del valor de vacíos correspondiente a la fórmula de obra. El porcentaje mínimo admisible del promedio de vacíos en probetas Marshall del día no debe ser inferior a 3%.

##### **3.9.2.2. En Mezcla Asfáltica Colocada y Compactada**

Se admiten las tolerancias establecidas en el punto 3.5.1.

#### **3.9.3. Espesor**

El espesor medio del lote no será inferior al previsto en los Planos del Proyecto. Las posibles tolerancias a este valor deben ajustarse acorde a la superficie de apoyo y al espesor del proyecto adoptado y estar indicadas en el Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares.

Si el espesor medio del lote obtenido en la capa fuera inferior y/o superior al especificado con su tolerancia, se permitirá la re-extracción en la zona de los testigos defectuosos para verificar nuevamente el espesor real de la capa.

#### **3.9.4 Regularidad y Textura superficial, Adherencia Neumático-Pavimento**

No se admitirán tolerancias sobre los valores establecidos en el punto 3.5.3.

Queda a criterio de la Inspección efectuar evaluaciones intermedias antes de finalizar la obra.

## **4. PLAN DE CONTROL DE CALIDAD**

El Plan de Calidad del Proyecto define el programa que debe cumplir la empresa Contratista, e incluye los protocolos de ensayos para el control de calidad de los materiales, de la mezcla asfáltica y de la unidad terminada, donde se deben indicar como mínimo los siguientes datos:

- Frecuencia de ensayos y tiempos de presentación de los mismos.
- Planillas tipo de cada uno de los ensayos.
- Listado de equipamiento con que se deben realizar los ensayos y su correspondiente certificado de calibración; estos equipos serán verificados por la inspección o por quien ésta delegue.
- Criterios de aceptación y/o rechazo.

## **5. MEDICIÓN**

La forma de medición de los trabajos indicados en la presente se indica en la Especificación Técnica Particular.

## **6. FORMA DE PAGO**

La forma de pago de los trabajos indicados en la presente se indica en la Especificación Técnica Particular.

Revisión 2015 - Versión oficial

# ANEXOS



## ANEXO I

### EFFECTO DEL AGUA SOBRE LA COHESIÓN DE MEZCLAS ASFÁLTICAS RESISTENCIA CONSERVADA MEDIANTE ENSAYO DE TRACCIÓN INDIRECTA

#### I.1. Objeto y Campo de Aplicación

El presente procedimiento describe los pasos a seguir para determinar la pérdida de cohesión que se produce por la acción del agua sobre las mezclas bituminosas que emplean asfaltos convencionales y/o modificados.

Se obtiene un índice numérico de la pérdida de cohesión producida al relacionar la resistencia promedio a tracción indirecta de probetas sometidas a la acción del agua por un tiempo y a una temperatura dada y la resistencia promedio a tracción indirecta de probetas mantenidas al aire.

Al solo efecto de poner de manifiesto de un modo más directo la acción del agua sobre la mezcla, el moldeo de las probetas se efectúa con un tenor de vacíos de aire de siete  $\pm$  1 por ciento ( $7 \pm 1\%$ ) (\*), independientemente de los vacíos con que fue dosificada y se coloque la mezcla.

#### I.2. Aparatos y Material Necesarios

Se requiere disponer de los aparatos indicados en la norma de Vialidad Nacional VNE- 9 - 86 "Ensayo de Estabilidad y Fluencia por el Método Marshall", Punto 9.2: "Aparatos" o los aparatos indicados en la normativa IRAM 6846 "Mezclas asfálticas. Ensayo de tracción indirecta".

La prensa utilizada en el ensayo de estabilidad y fluencia Marshall, es adecuada para efectuar el ensayo de tracción por compresión diametral. Los platos de carga deben tener un diámetro mínimo de aproximadamente 100 mm. El plato superior estará provisto de una rótula universal.

Dispositivo de sujeción de la probeta: Pueden emplearse las mordazas del ensayo de estabilidad Marshall a las que se les habrá intercalado en la parte superior e inferior piezas metálicas o de madera dura, de aproximadamente 12 mm de ancho por 12 mm que se ajusten a la curvatura de las mordazas y probetas. La longitud de las mismas abarcará el ancho de las mordazas. Estos aditamentos permitirán el posicionamiento de las probetas a ensayar tal que estén contenidas en el plano diametral perpendicular a las bases de las mordazas.

#### I.3. Preparación de las Probetas

Se prepararán seis (6) probetas con el compactador Marshall con el número de golpes por cara que satisfaga la condición de alcanzar un porcentaje de vacíos de aire del  $7 \pm 1\%$  (\*) (Ver nota del final). Para determinar la energía de compactación correspondiente es aconsejable recurrir a la representación gráfica de los vacíos versus moldeo a diferentes energías de compactación.

Se dividen las seis probetas en dos grupos de tres, de manera que la densidad aparente media de cada uno de ellos, sea aproximadamente la misma.

**Grupo 1 de probetas (probetas de control):** Las tres probetas de este grupo se mantienen al aire en un recinto o estufa a una temperatura de 25 °C ( $\pm 1^\circ$  C) durante 24 horas. Finalizado este período, se introducen en un baño de agua regulado a 25 °C ( $\pm 1^\circ$  C) durante dos horas, determinando a continuación su resistencia a tracción indirecta por compresión diametral. (\*) (Ver nota del final)

**Grupo 2 de probetas (probetas acondicionadas):** Las tres probetas de este grupo se sumergen en un baño de agua regulado a 60 °C ( $\pm 1^\circ$  C) durante 24 horas. Finalizado este período, se introducen en un baño de agua regulado a 25 °C ( $\pm 1^\circ$  C) durante dos horas, determinando a continuación su resistencia a tracción indirecta por compresión diametral. (\*) (Ver nota del final)

## I.4. Ejecución del Ensayo

### I.4.1. Medida geométrica de las probetas

**Diámetro:** Con un calibre se determina el diámetro, con una aproximación de  $\pm 0,1$  mm, de la probeta en seis planos, dos a dos perpendiculares: dos en el plano superior de la probeta, dos en el plano medio y dos en el plano inferior. Se registra el diámetro promedio "d" de las seis mediciones. La diferencia entre dos medidas individuales no será superior a 1mm.

**Altura:** La altura de la probeta se mide también con precisión de  $\pm 0,1$  mm en cuatro puntos definidos por los extremos de dos planos diametrales perpendiculares, con un radio de 10 mm inferior al radio de la probeta. Se registra la altura promedio "h" de las cuatro mediciones. La diferencia entre dos medidas individuales no será superior al 5% de la altura media, con un máximo de 5 mm.

### I.4.2. Rotura de las probetas

Se retira la probeta del baño termostático y se sitúa en la mordaza acondicionada como se indica en el punto I.2, con dos de sus generatrices opuestas en contacto con las piezas separadoras.

Pueden disponerse elementos de medida de deformación vertical y horizontal. No es obligatorio efectuar estas mediciones.

Se aplica la carga a la probeta manteniendo una velocidad de deformación de 50,8 milímetros por minuto constante, hasta que rompa la probeta.

El tiempo transcurrido entre el momento en que se retira una probeta del recinto termostático y la rotura de la misma en la prensa no debe exceder de 30 segundos.

Se registran o anotan los valores de la carga de rotura y, opcionalmente, los de desplazamiento vertical y horizontal.

## I.5. Resultados

### I.5.1. Cálculo de la Resistencia a tracción indirecta

La Resistencia a tracción indirecta mediante la compresión diametral de una probeta, se calcula con la fórmula siguiente, aproximando a la primera cifra decimal.

$$R = \frac{2000 P}{\pi h d}$$

Donde:

R = Resistencia a compresión diametral en KPa

P = Carga máxima de rotura, N

$\pi$  = Constante 3,14159....

h = Altura de la probeta, mm.

d = Diámetro de la probeta, mm.

### I.5.2. Cálculo del Porcentaje de Resistencia conservada

#### Porcentaje de Resistencia conservada

Se calcula el valor medio de la resistencia a tracción indirecta de cada grupo de probetas. Con estos valores se calcula el porcentaje de resistencia conservada por medio de la siguiente expresión:

$$RC [\%] = R_2 / R_1 \times 100$$

Donde:

$R_1$  = Resistencia media a tracción indirecta del grupo de probetas de control, (Grupo 1).

$R_2$  = Resistencia media a tracción indirecta del grupo de probetas acondicionadas, (Grupo 2).

**Los resultados se informarán al 1 %.**

**(\*) Nota:** Para el caso exclusivo de las mezclas drenantes el moldeo de las probetas se efectuará con la densidad de diseño (vacíos de diseño en lugar del 7% de vacíos indicado en el Punto I.3). Asimismo, y exclusivamente para mezclas drenantes, para el Grupo 1 y Grupo 2 de probetas, la temperatura del baño de agua de dos horas previo al ensayo será de 15° C en lugar de los 25° C indicados en el Punto I.3.

## ANEXO II

### ENSAYO DE ESCURRIMIENTO DE LIGANTE. MÉTODO SCHELLENBERG.

La preparación de las mezclas en laboratorio se realiza de la siguiente manera:

1. Pesar materiales para formar al menos un pastón de 2 kg de la mezcla que correspondiese.
2. Secar los materiales pétreos y el filler en estufa a 110° C hasta peso constante.
3. Pesar todos los materiales según la cantidad en que intervienen.
4. Mezclar las fibras manualmente con la fracción arena, retenido tamiz 200 y pasa tamiz 4.
5. Colocar los ingredientes en un recipiente en el siguiente orden: agregados gruesos en el fondo, fracciones arena y fibras y el filler en la parte superior.
6. Colocar en estufa con ventilación forzada a la temperatura de mezclado establecida (en general a 150° C cuando se usan ligantes convencionales de penetración 50-60 y 170° C cuando se emplean ligantes modificados, pero esto varía según las recomendaciones que deben ser dadas por el fabricante). Se dejan en estufa al menos un par de horas a dicha temperatura.
7. Al mismo tiempo se calienta en la misma estufa a dicha temperatura el ligante asfáltico.
8. Retirar de la estufa y colocar en un mezclador mecánico y mezclar los ingredientes secos durante unos 10 segundos, para luego incorporar el ligante y continuar mezclando durante 3 minutos o hasta que la mezcla sea homogénea. Lo mismo vale para cuando se hace un mezclado manual.
9. Verificar siempre que los pellets de fibras se hayan desmenuzado de manera que las fibras se incorporen en forma homogénea a la mezcla.

#### Método del Dr. Schellenberg

Se colocan 1.000 grs de mezcla pesada a la décima de gramo a la temperatura de mezclado requerida en un vaso de precipitado de 850 ml (98 mm de diámetro x 136 mm de alto) durante 1 hora ( $\pm$  1 minuto) en un horno. Se debe tapar el vaso conteniendo la mezcla durante el ensayo. Al cabo de esa hora, se retira el vaso y se vuelca completamente sobre una bandeja para pesar la mezcla que no ha escurrido.

Se debe tener la precaución de no aplicar ningún elemento mecánico para remover la mezcla del vaso, ni agitación alguna durante el volcado. Al mismo tiempo se debe descartar todo aquél material que pese menos del 0,2% y haya quedado pegado en las paredes del vaso. Eso no se considera escurrimiento.

**El escurrimiento de ligante admisible es del 0,3% en peso del material colocado en el vaso de vidrio a la temperatura de mezclado establecida en planta asfáltica.**

## ANEXO III

### TEXTURA SUPERFICIAL Y ADHERENCIA NEUMÁTICO CALZADA ÍNDICE DE FRICCIÓN INTERNACIONAL

Existen en el mundo una gran cantidad y diversidad de equipos destinados a valorar las condiciones de adherencia que ofrece el revestimiento de un camino. Cada tipo de equipo posee sus propias unidades de medición y sus resultados son difícilmente comparables.

Ha sido precisamente la necesidad de comparar las medidas realizadas por todos ellos lo que indujo al Comité C1 de características superficiales de la AIPCR a realizar el “Experimento internacional de comparación y armonización de las medidas de textura y resistencia al deslizamiento”, que tenía como uno de sus objetivos más importante el definir un índice o escala de medición de fricción universal, y teniendo como antecedente la Experiencia realizada por el Banco Mundial para armonización de los equipos de medición de rugosidad y definición del IRI (Índice de Rugosidad Internacional) de uso ampliamente difundido.

La finalidad del Experimento, cuya primera etapa se realizó en Bélgica y España en 1992, fue la comparación y armonización de los numerosos métodos que se utilizan para evaluar la textura y la resistencia al deslizamiento en diferentes países.

El resultado más importante del Experimento es el de proporcionar una escala universal de fricción, IFI, bien definida. El IFI consta de dos números que se derivan de una medida de la fricción y otra de la textura. Este par de números que define el IFI debería utilizarse en cualquier situación relativa a la adherencia neumático-calzada, como estudios de accidentes, inspecciones para la gestión de la conservación, explotación aeroportuaria, etc. Asimismo, tener en cuenta el IFI hará que los resultados de estos estudios sean de utilidad en todas las partes del mundo en donde se implemente dicho índice.

Se han establecido también las constantes con las cuales cada uno de los equipos participantes puede estimar los valores de referencia del IFI. Como consecuencia de esto, cualquier equipo de medida de la fricción de los participantes en el Experimento, o los que se sometan a un proceso de correlación con alguno de los que participaron, podrá estimar valores de la fricción en escala IFI, mediante sus propias medidas de la fricción y una medida de la textura.

El IFI viene entonces indicado por dos números expresados entre paréntesis separados por una coma:

IFI (F60, Sp)

Donde:

F60: número adimensional, que depende de la fricción y de la macrotextura (el valor cero indica deslizamiento perfecto y el valor uno adherencia perfecta)

Sp: número positivo sin límites determinados y en unidades de velocidad, que depende únicamente de las características de la macrotextura de la superficie.

Las ecuaciones que relacionan estos parámetros F60 y Sp con las mediciones de los distintos equipos son:

$$\begin{aligned} Sp &= a + b * T \\ F60 &= A + B * FR_{60} + C * T \end{aligned}$$

$$FR60 = F * e^{((S-60)/Sp)}$$

Donde: T: medición de la macrotextura  
F: medición de fricción  
S: velocidad de deslizamiento de la rueda  
Las constantes "a y b" dependen del equipo con que se determina la macrotextura.  
Las constantes "A, B y C" del equipo con que se mide la fricción, la constante C es la que valora el tipo de neumático que utiliza el equipo, la misma vale cero para neumáticos lisos.

En la práctica deben establecerse valores o umbrales de intervención para ambos parámetros, Sp y F60, pudiendo utilizarse esos umbrales para determinar la estrategia apropiada en actuaciones de rehabilitación a partir de datos tomados con equipos propios de medición de fricción y textura. Debe recalcar que los umbrales de intervención tienen que ser establecidos por las administraciones de carreteras y que probablemente deberían fijarse umbrales distintos para las diferentes clases de carreteras y tránsito.

## ANEXO IV

### PESO DE LA UNIDAD DE VOLUMEN Y VACÍOS EN AGREGADOS GRUESOS

Normas de referencia: AASHTO T-19 y ASTM C-29/C-29M

#### Resumen del método

Este método cubre la determinación del peso unitario y los vacíos de la fracción gruesa de agregados para mezclas Stone Mastic Asphalt (SMA). El objetivo de este ensayo es poder determinar cuándo se alcanza el contacto interparticular de la mezcla, comparando los vacíos de los agregados determinados por este ensayo con los vacíos de los agregados de la mezcla. Estos últimos deben ser inferiores a los primeros para asegurar el contacto interparticular, de fundamental importancia para el buen comportamiento de la mezcla en el camino.

Se emplean un recipiente cilíndrico y una varilla de acero. El recipiente debe tener 155 ( $\pm 2$  mm) de diámetro interior por 160 ( $\pm 2$  mm) de altura interior para tamaño máximo nominal de 12,5 mm del agregado a ensayar (recipiente de 3 litros de capacidad). Para un TMN de 25,0 mm el recipiente debe tener una capacidad de 10 litros (205 mm x 305 mm). La varilla de acero es de 600 mm de largo por 16 mm de diámetro con punta roma.

Primero se seca el árido retenido por el tamiz 4,75 mm (Nº.4), para mezclas 0/12 en adelante y para tamaños de áridos menores se toma el tamiz 2,36 mm (Nº.8), hasta peso constante en estufa a 110° C.

Se debe calibrar el recipiente llenándolo con agua a temperatura ambiente y cubriéndolo con un vidrio para eliminar burbujas y el exceso de agua. Se determina entonces el peso neto del agua en el recipiente con una precisión de  $\pm 0,1$  por ciento. Se mide la temperatura del agua y se determina su peso unitario de la siguiente tabla:

Temperatura (°C)	Peso Unitario (Kg/m <sup>3</sup> )
15,6	999,01
18,3	998,54
21,1	997,97
23,0	997,54
23,9	997,32
26,7	996,59
29,4	995,83

Se distribuyen los agregados en tres capas y se varillan cada una con 25 golpes distribuidos uniformemente sobre la superficie de la muestra. Con los dedos se debe emparejar la superficie de la última capa con respecto del borde del recipiente. Cuando se varilla la primera capa la varilla no debe golpear el fondo del recipiente, en la segunda y tercera capas se debe usar la fuerza necesaria para que la varilla penetre la capa previa de agregados. Pesarse el recipiente y su contenido y anotar el peso neto de los agregados al 0,1 por ciento. Multiplicar este peso por el factor obtenido de la tabla anterior para obtener el peso unitario de los agregados compactados por varillado (PUVvarillado).

El contenido de vacíos de la estructura granular gruesa se determina mediante la siguiente ecuación:

$$VCA_{\text{varillado}} [\%] = [(PEAS \times W) - PUV_{\text{varillado}}] / PEAS \times W \times 100$$

Donde:

PEAS = Peso específico del agregado grueso seco, determinado de acuerdo a VN-E-13.

PUV varillado = Peso seco de la unidad de volumen del agregado grueso, determinado según norma IRAM 1548.

W = Peso unitario del agua a la temperatura de ensayo.

<sup>(1)</sup>: Se considera grueso a todo material que es retenido por el tamiz divisorio.

- Para TMN de 12,5 mm., 19 mm. y 25 mm., el tamiz divisorio es el 4,75 mm (Nº4).
- Para TMN de 9,5 mm el tamiz divisorio es el 2,36 mm (Nº 8).

La estructura granular de una SMA debe seleccionarse de tal manera de obtener unos VAM (Volumen del Agregado Mineral), Va (Volumen de Aire) y VCA (Vacíos de la Estructura Granular), que garanticen el contacto entre partículas admitiendo la máxima cantidad de ligante asfáltico posible.

Los VCA de la mezcla se calculan:

$$VCA_{\text{mezcla}} = 100 - (\text{Densidad aparente Marshall} / PEAS \times \%AG_{\text{mezcla}})$$

Donde:

PEAS = Peso específico del agregado grueso seco, determinado de acuerdo a VN-E-13.

% AGmezcla = Porcentaje de agregados gruesos en la mezcla asfáltica.

De las pruebas que se realicen con distintas estructuras granulares, se selecciona aquella que tenga el menor porcentaje de agregados gruesos que cumplan o excedan el valor mínimo de VAM (17%) y tenga un **VCA mezcla menor que el VCA varillado**.

Es conveniente obtener un VAM algo mayor que el 17% para tener en cuenta la reducción que puede producirse en la mezcla elaborada en planta.



## ANEXO V

### ENSAYO DE AHUELLAMIENTO EN MEZCLAS ASFÁLTICAS

#### V.1. Objeto y campo de aplicación

El objetivo de este ensayo es determinar la resistencia a las deformaciones plásticas de la mezcla asfáltica en estudio de manera de contar con una herramienta adicional en el proceso de dosificación en laboratorio.

#### V.2. Normas de ensayo propuestas

- IRAM 6850 Ensayo de ahuellamiento para mezclas asfálticas en caliente (en estudio).
- Procedimiento B de la Norma EN 12697-22.
- Norma BS 598: Part 110 (TRL, Inglaterra).

#### V.3. Requisitos

El Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares indicará el procedimiento de ensayo a utilizar y los requisitos exigidos.