



Proyecto de

**PLIEGO DE ESPECIFICACIONES  
TECNICAS GENERALES PARA  
CONCRETOS ASFÁLTICOS  
CONVENCIONALES RECICLADOS  
EN CALIENTE**

Revisión 2015



RECICLABLE



**COMISIÓN PERMANENTE  
DEL ASFALTO**



## PRÓLOGO

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 2012, 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 Concretos Asfálticos Convencionales Reciclados en Caliente**" (**Versión 2012**), 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.

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. Alejandro L. Tagle**  
**Presidente**  
**Comisión Permanente del Asfalto**

**Proyecto de**

**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES PARA  
CONCRETOS ASFÁLTICOS CONVENCIONALES  
RECICLADOS EN CALIENTE**

**Revisión 2015**

## 1. DESCRIPCIÓN:

### 1.1. Definición:

Se definen como concretos asfálticos convencionales reciclados a las mezclas asfálticas resultantes de la combinación de un ligante asfáltico convencional, RAP, áridos (incluido filler) y eventualmente aditivos tales como mejoradores de adherencia, rejuvenecedores, fibras naturales, etc., fabricados en plantas para tal efecto y colocados en obra a temperatura muy superior a la ambiente.

Los concretos asfálticos definidos en esta especificación tienen por objeto ser utilizados como carpetas de rodamiento, capas intermedias y bases, tanto en obras de nueva construcción o como parte de refuerzos estructurales de pavimentos existentes, con propiedades similares a los elaborados con materiales vírgenes.

Para poder identificar a los tipos de concretos asfálticos convencionales reciclados de los concretos asfálticos convencionales se adicionará al final de la sigla correspondiente la letra R entre paréntesis de acuerdo a lo indicado seguidamente.

CAC D12	CAC D12 (R)
CAC S12	CAC S12 (R)
CAC D19	CAC D19 (R)
CAC S19	CAC S19 (R)
CAC S25	CAC S25 (R)
CAC G19	CAC G19 (R)
CAC G25	CAC G25 (R)

De igual manera que en las designaciones de concretos asfálticos convencionales, a la identificación de las mezclas recicladas se le adicionará la indicación del tipo de ligante asfáltico convencional, según normas IRAM 6604 ó 6835.

A manera de ejemplo, una mezcla asfáltica reciclada en caliente de granulometría densa, tamaño máximo 19 mm con ligante asfáltico CA30, se designará:

**CACD19(R)-CA30.**

La definición del espesor de la capa debe respetar la relación que a continuación se detalla:

$$e > 2,5 D$$

Donde:

e = espesor de la capa.

D = tamaño máximo nominal del agregado, definiéndose como tal la dimensión del tamiz de menor abertura, de la serie normalizada de tamices, que retiene hasta el 10% de la mezcla de áridos en peso.

La ejecución de un concreto asfáltico reciclado en caliente en planta, incluye las siguientes operaciones:

- Acopio del material procedente de pavimentos asfálticos envejecidos (RAP).
- Tratamiento y caracterización del RAP.
- Estudio de la mezcla y obtención de la fórmula de trabajo.
- Fabricación de la mezcla de acuerdo con la fórmula de trabajo.
- Preparación de la superficie sobre la que se va a extender la mezcla.
- Transporte de la mezcla al lugar de empleo.
- Extensión y compactación de la mezcla.

## 1.2. Alcance

La presente especificación incluye a los concretos asfálticos reciclados que tengan un contenido de pavimento asfáltico recuperado (RAP) comprendido entre el 10% y el 50% (en áridos).

Para tasas de RAP inferiores a 10% el tratamiento será el de una mezcla asfáltica virgen convencional.

## 1.3. Definición de material asfáltico a reciclar (RAP)

Se entenderá por material asfáltico a reciclar (RAP), en el alcance de esta especificación, a todo material procedente de la disgregación, por fresado o trituración, de capas de mezcla asfáltica elaborada oportunamente con ligante asfáltico convencional.

El RAP está compuesto por áridos cubiertos por ligante asfáltico envejecido.

## 1.4. 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

(\*) Serán aplicables las últimas versiones de la normas técnicas para realizar cualquier determinación explicitada en estas especificaciones. Cuando exista una norma IRAM, la misma prevalecerá sobre cualquier otra.

## 2. REQUISITOS DE LOS MATERIALES

### 2.1. Áridos vírgenes

#### 2.1.1. Características generales

Los requisitos que deben cumplir los áridos vírgenes a emplear en las mezclas recicladas, para el aprovisionamiento y acopio, son los que se establecen en la tabla N° 1.

<b>Tabla N° 1 – REQUISITOS PARA EL APROVISIONAMIENTO Y ACOPIO DE ÁRIDOS</b>	
<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 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 mínimo 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 Virgen

### 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 virgen

El árido grueso virgen debe cumplir con los requisitos que se establecen en la Tabla N° 2.

<b>Tabla N° 2 - REQUISITOS DE LOS ÁRIDOS GRUESOS</b>		
<b>Ensayo</b>	<b>Norma</b>	<b>Exigencia</b>
Partículas trituradas	IRAM 1851	En capas de rodamiento, como 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. Para las restantes capas, se admitirá hasta un 25% de agregados naturales.
Elongación	IRAM 1687-2	Determinación obligatoria
Índice de Lajas	IRAM 1687-1	Para capas de rodamiento $\leq 25\%$ , para las restantes $\leq 30\%$ .
Coefficiente de Desgaste Los Ángeles	IRAM 1532	Para capas de rodamiento $\leq 25\%$ , para las restantes $\leq 30\%$ .
Coefficiente de Pulimento Acelerado (a aplicar en mezclas para carpetas de rodamiento)	IRAM 1543	$\geq 0,40$ (valor indicativo)
Durabilidad por ataque con sulfato de sodio	IRAM 1525	$\leq 10\%$

Polvo Adherido	VN E 68-75	≤ 1,0% para capas de rodamiento y ≤ 1,5% para las restantes.
Plasticidad	IRAM 10501	No Plástico
Micro Deval	IRAM 1762	Determinación obligatoria en mezclas para carpetas de 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 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 75µm vía húmeda es mayor de 5%.

### 2.1.3. Árido Fino Virgen

#### 2.1.3.1. Definición de árido fino

Se define como árido fino la parte del árido total pasante por el tamiz 4,75 mm según Norma IRAM 1501.

#### 2.1.3.2. Requisitos del árido fino virgen

El árido fino virgen debe cumplir con los requisitos que se fijan en la Tabla N° 3.

Ensayo	Norma	Exigencia
Procedencia	-	En capas de rodamiento, el árido fino debe proceder de la trituración de roca sana de cantera o grava natural. En capas intermedias y de base donde el uso de árido no triturado está permitido (ver tabla 7), las características del mismo se fijan en la Especificación Técnica Particular.
Limpieza	-	Exento de terrones de arcilla, materia vegetal ú 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° 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 debe proceder de árido grueso con las características indicadas en Tabla N°2.
Equivalente de Arena	IRAM 1682	≥ 50%

Tabla Nº 3 - REQUISITOS DE LOS ÁRIDOS FINOS		
Ensayo	Norma	Exigencia
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	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  $\mu\text{m}$  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 de áridos (compuesta por los áridos vírgenes, los áridos recuperados del RAP y el filler de aporte).

Debe cumplir con las siguientes exigencias:

- Densidad Aparente (D. Ap.) en Tolueno (NLT-176):  $0,5 \text{ gr/cm}^3 < \text{D.Ap.} < 0,8 \text{ gr/cm}^3$

Puede admitirse el empleo de un filler de aporte 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 se estime conveniente.

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

- Definición:  
Se define como relleno mineral ó 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>Tabla N°4 - REQUISITOS GRANULOMÉTRICOS DEL FILLER DE APORTE</b>	
<b>Tamiz IRAM</b>	<b>Porcentaje en peso que pasa</b>
425 µm (N° 40)	100
150 µm ( N° 100) mínimo	>90%
75 µm (N° 200) mínimo	>75%

- Requisitos de calidad:

El filler de aporte debe cumplir con alguna de las siguientes normas:

- Cemento Portland: IRAM 50000
- Filler calcáreo: IRAM 1593
- Cal: IRAM 1508

- Se debe limitar la proporción relativa de rellenos minerales de aporte cuya concentración crítica sea inferior a 0,22 ( $C_s < 0,22$ ) a un máximo de 2% en peso de la mezcla

## **2.2. Pavimento asfáltico recuperado (RAP)**

El RAP debe provenir de mezclas asfálticas elaboradas con asfalto convencional, ya sea del pavimento existente en la obra a rehabilitar o de un acopio de otro origen.

El RAP a incorporar no deberá exceder de un tamaño máximo de 30 mm o el que establezca el Pliego Especificaciones Técnicas Particulares.

Se debe separar al RAP en al menos dos fracciones (RAP grueso y RAP fino) ya que ello garantiza la obtención de un mayor control sobre las variables volumétricas, granulometría y contenido de asfalto otorgando homogeneidad a la mezcla elaborada.

### **2.2.1 Acopios del RAP**

Los acopios de RAP deben estar bajo techo permitiendo la circulación de aire. El tiempo de almacenamiento se reducirá al mínimo posible para evitar que el contenido de humedad del material asfáltico a reciclar sea excesivo.

La superficie de apoyo de los acopios debe tener buen drenaje y estar pavimentada. Si no está pavimentada no se deben utilizar los primeros 30cm de material.

Cuando se prevean temperaturas superiores a los treinta grados Celsius (30° C) los acopios no superarán los tres metros (3 m) de altura, para evitar que el material asfáltico a reciclar se aglomere.

Se debe examinar la descarga al acopio desechando los materiales que a simple vista presenten contaminaciones.

Debe llevarse un registro de la procedencia del RAP, identificando y acopiando en forma separada los provenientes de diferentes orígenes y/o tipos de mezclas asfálticas.

### **2.2.2. Caracterización del RAP**

A partir de la recepción del RAP en el obrador, se debe realizar la caracterización del RAP sobre acopios individuales de no más de 200 tn.

Para caracterizar un acopio de RAP se deben realizar, sobre un mínimo de tres muestras representativas, al menos los siguientes ensayos:

- Granulometría del material disgregado de acuerdo a norma IRAM-1501.
- Contenido de asfalto de acuerdo a norma DNV E-17 o DNV E-69 con separación de finos de la solución por centrifugado.
- Granulometría de los áridos recuperados de acuerdo a norma IRAM-1501.

Para considerar caracterizado un acopio se deben cumplir las siguientes condiciones:

- Contenido de asfalto:

El valor del desvío estándar para los resultados obtenidos en el contenido de asfalto de las muestras representativas debe ser inferior a 0,5.

- Granulometría de los áridos recuperados:

El valor del desvío estándar para los resultados obtenidos en la granulometría de los áridos recuperados de las muestras representativas deben ser los siguientes:

- Tamiz mediano: inferior a 5
- Tamiz 75  $\mu\text{m}$  (Nº 200): inferior a 2

El Tamiz mediano depende del T<sub>máx</sub> de la mezcla asfáltica que se diseña, y resulta:

- Tamiz de 4,75 mm (Tamiz Nº 4), para una mezcla con T<sub>máx</sub>. 25mm o 19mm.

- Tamiz de 2,36 mm (Tamiz N° 8), para una mezcla con T<sub>máx.</sub> 12mm o 10mm.

Una vez verificadas las condiciones anteriores, y sobre una muestra compuesta por material de las tres muestras mencionadas, se realizarán los siguientes ensayos para determinar la viscosidad del asfalto del RAP a ser tenido en cuenta en la dosificación y/o elaboración de la mezcla asfáltica.

- Recuperación de acuerdo a lo establecido en la normativa ASTM D-5404 ó ASTM D-1856
- Viscosidad a 60°C y a 135°C de acuerdo a normativa IRAM-6837

Los acopios así caracterizados pueden disponerse en acopios homogéneos.

### **2.2.3. Acopios homogéneos**

Los acopios de RAP ya caracterizados y que cumplan los criterios de homogeneidad que se establecen a continuación se podrán acopiar juntos.

Cada acopio homogéneo de RAP quedará identificado por los resultados de los ensayos realizados, permitiendo su empleo en la fabricación de mezcla asfáltica reciclada en caliente con una misma fórmula de trabajo.

El volumen de cada uno de estos acopios homogéneos será el suficiente para garantizar, al menos, la producción diaria requerida con objeto de no cambiar la fórmula de trabajo y poder controlar adecuadamente la mezcla asfáltica elaborada.

Para que los acopios de RAP caracterizados puedan considerarse homogéneos, se deben cumplir las siguientes condiciones:

- Contenido de asfalto:  
El valor del desvío estándar entre los valores medios obtenidos en cada acopio caracterizado debe ser inferior a 0,5.
- Granulometría de los áridos recuperados:  
El valor del desvío estándar entre los valores medios obtenidos en cada acopio caracterizado debe ser:
  - Tamiz mediano: inferior a 5
  - Tamiz 75 µm (N° 200): inferior a 2
- Viscosidad a 60°C  
El valor del coeficiente de variación COV de este parámetro correspondiente a los acopios a homogeneizar debe ser menor o igual al 20 % como valor orientativo. El límite admisible final debe establecerse en las Especificaciones Técnicas Particulares.

### **2.2.4. Áridos recuperados del RAP**

Los áridos procedentes del material asfáltico a reciclar (RAP) no deberán presentar signos de meteorización.

La Especificación Técnica Particular debe incluir los ensayos de control de calidad sobre el árido recuperado del RAP que se consideren necesarios en función del porcentaje de RAP que se utilice y/o del origen del mismo.

#### **2.2.5. Asfalto recuperado del RAP**

Deberá cumplir con las características que se establezcan en las Especificaciones Técnicas Particulares referente a valores sobre parámetros físicos, químicos y reológicos.

El asfalto recuperado del RAP deberá ser susceptible de mezclarse homogéneamente con el asfalto de aportación y dar lugar a un asfalto resultante que cumpla lo establecido en el apartado “Ligante resultante”.

#### **2.3. Rejuvenecedor**

Debe responder a las características que se establezcan en las Especificaciones Técnicas Particulares.

#### **2.4. Materiales asfálticos**

##### **2.4.1. Ligante asfáltico de diseño**

Se refiere al ligante asfáltico de características necesarias para satisfacer los requerimientos de la mezcla que se diseña y que será definido en función del clima, tránsito, etc.

##### **2.4.2. Ligante asfáltico virgen**

El asfalto virgen que se utilice para la elaboración de la mezcla asfáltica reciclada deberá cumplir con las Normas IRAM 6604 Asfaltos para uso vial: “Clasificación por penetración – Requisitos” ó IRAM – IAPG 6835 Asfaltos para uso vial: “Clasificación por viscosidad – Requisitos”, de acuerdo al tipo que corresponda.

El tipo de ligante seleccionado debe ser indicado en las Especificaciones Técnicas Particulares.

##### **2.4.3. Ligante asfáltico resultante**

Se define de esta manera al ligante asfáltico recuperado de la mezcla asfáltica reciclada, el cual es la combinación del asfalto virgen, del asfalto aportado por el RAP y del eventual uso de algún agente rejuvenecedor.

Este material debe ser extraído de la mezcla a partir de la ejecución del ensayo de lavado por el método del reflujo (DNV E-17) o de centrífuga (DNV E-69) y recuperado mediante la metodología establecida en la normativa ASTM D-5404 ó ASTM D-1856.

Se establecerá un valor de viscosidad rotacional a 60°C (IRAM-6837) máxima para este ligante resultante, que dependerá del grado de viscosidad establecido para el ligante asfáltico de diseño.

El valor máximo de la viscosidad del ligante asfáltico resultante, debe ser menor o igual a tres veces el valor máximo de viscosidad a 60 °C establecido para el ligante asfáltico de diseño según la norma IRAM-6835. Estos valores se muestran a continuación:

<b>Grado de viscosidad del ligante asfáltico de diseño</b>	<b>Máx. valor de viscosidad 60 °C (dPa*seg)</b>
CA-5	2400
CA-10	4800
CA-20	7200
CA-30	10800

#### **2.4.4. Ligante asfáltico para Riego de liga**

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

#### **2.4.5. Ligante asfáltico para riego de imprimación:**

El material a emplear como riego de imprimación debe ser emulsión asfáltica catiónica de imprimación del tipo CI, de acuerdo a la Norma IRAM-IAPG 6691.

### **2.5. Husos Granulométricos**

La granulometría de las distintas fracciones de árido constituyente de la mezcla (incluido el agregado proveniente del RAP y el filler de aporte) deber estar comprendida según los husos definidos en las Tablas N° 6 (s/IRAM 1505).

<b>Tamices</b>	<b>Porcentaje en peso que pasa (**)</b>	
	<b>CAC D 12 (R)</b>	<b>CAC S 12 (R)</b>
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

Tabla N° 6 b - HUSOS GRANULOMÉTRICOS DE LA MEZCLA DE ÁRIDOS MEZCLAS GRUESAS					
Tamices	Porcentaje en peso que pasa (**)				
	CAC D-20(R)	CAC S-20(R)	CAC S-25(R) (*)	CAC G-20(R) (*)	CAC G-25(R) (*)
37,5 mm (1 ½")			100		100
25 mm (1")	100	100	80-95	100	78-95
19 mm (¾")	83-100	83-100	72-87	80-100	67-84
9,5 mm (3/8")	60-75	58-74	52-68	51-67	43-60
4,75 mm (N°4)	45-60	42-57	36-52	33-48	28-44
2,36 mm (N°8)	33-47	29-44	26-40	22-37	20-34
600µm (N°30)	17-29	14-24	13-24	9-20	8-19
300µm (N°50)	12-21	9-18	9-18	5-14	5-14
75 µm (N°200)	5-8	4-8	4-8	2-4	2-4

(\*) Estos husos granulométricos no deben utilizarse en mezclas para carpetas de rodamiento.

(\*\*) 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.

### 3. REQUERIMIENTOS CONSTRUCTIVOS

#### 3.1. Criterios de Dosificación

Los criterios para la dosificación se resumen en la Tabla N° 7.

Tabla N° 7 - REQUISITOS DE DOSIFICACIÓN		
	Parámetro	Exigencia
Ensayo Marshall VN-E 9	Nº golpes por cara	75 o 50 (*)
	Estabilidad (kN)	> 9 kN
	Relación Estabilidad-Fluencia (kN/mm)	2,5 - 4,5
	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 (RBV)	68% – 78%
	Porcentaje de Resistencia Conservada mediante el ensayo de Tracción Indirecta. (Anexo I)	> 80
	Ensayo al ahuellamiento (Anexo II)	Determinación obligatoria en capas de rodamiento e intermedias
	Porcentaje de Árido Fino virgen no triturado en mezcla	0% (cero) en capa de rodamiento ≤8% en capas intermedias y de base
	Porcentaje mínimo Cal Hidratada en peso sobre mezcla recomendado	1%
	Relación en peso Filler / Asfalto	0,8 - 1,3

Tabla N° 7 - REQUISITOS DE DOSIFICACIÓN	
Proporciones máximas de filler en mezclas:	<p style="text-align: center;"><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) a un máximo de 2% en peso de la mezcla</p>

(\*) El número de golpes por cara se define en las Especificaciones Técnicas Particulares.

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

#### 3.2.1. Planta Asfáltica

Los Concretos Asfálticos Reciclados se deben fabricar en plantas que se ajusten a los requisitos que se establecen en la Tabla N° 8.

**El RAP a incorporar no podrá recibir llama directa durante el proceso de elaboración de la mezcla.**

Tabla N° 8 - 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	<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 N° 8 - REQUISITOS QUE DEBEN CUMPLIR LAS PLANTAS ASFÁLTICAS</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.
Alimentación del RAP	La planta debe contar con los elementos ó dispositivos adecuados para una correcta incorporación del RAP, evitando que el mismo bajo ningún aspecto entre en contacto con el fuego directo. La Inspección debe verificar que la tecnología utilizada para la fabricación de la mezcla es adecuada para lograr la calidad requerida.

### 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° 9

<b>Tabla N° 9 - REQUISITOS QUE DEBEN CUMPLIR LOS ELEMENTOS DE TRANSPORTE DE MEZCLAS ASFÁLTICAS</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 e Imprimación

Los equipos de distribución de riego de liga e imprimación (cuando corresponda) 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.

En el caso de utilizar emulsión catiónica rápida para riego de liga se debe evitar la mezcla de productos en el equipo regador. Por lo tanto en caso de disponerse de un solo equipo para ambas tareas se debe asegurar la limpieza correcta del mismo previo a la recarga de ambos materiales.

### 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 DEBE CUMPLIR EL EQUIPO DE DISTRIBUCIÓN DE MEZCLAS ASFÁLTICAS</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 (contra escudo). 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. Equipos 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 MEZCLAS ASFÁLTICAS</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.

<b>Tabla N° 11 - REQUISITOS QUE DEBEN CUMPLIR LOS EQUIPOS DE COMPACTACIÓN DE MEZCLAS ASFÁLTICAS</b>	
<b>Característica</b>	<b>Requisitos</b>
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 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 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, RAP 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. Características del RAP de acuerdo a lo establecido en el punto 2.2 de ésta especificación

<b>Tabla N° 12 - REQUISITOS QUE DEBE REUNIR LA FÓRMULA DE OBRA</b>	
<b>Parámetro</b>	<b>Información que debe ser consignada</b>
Ligante asfáltico y aditivos	Identificación del ligante asfáltico virgen. Características y proporción del ligante asfáltico resultante en la mezcla respecto de la masa total de los áridos incluido el o los rellenos minerales. Proporción de ligante asfáltico virgen sobre el aportado por el RAP. 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 incluido el RAP y para la mezcla de ésta 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 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 y del Riego de Imprimación (cuando corresponda):

Sobre la superficie de asiento en las que deban ejecutarse riegos de liga ó imprimación (cuando corresponda), los rangos de dotación son los indicados en la Tabla N°14.

<b>Tabla N°14 - DOTACIONES DE RIEGO DE IMPRIMACION Y LIGA (l/m<sup>2</sup> de ligante asfáltico residual)</b>	
Imprimación con emulsión ECI	0,4 - 0,8
Riego de liga	0,15 – 0,30

### 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 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	Las operaciones de compactación deben llevarse a cabo con la mezcla a la mayor temperatura posible, sin que se produzcan desplazamientos de la mezcla extendida.
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 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 (R) 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 especificación. 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 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 medios de los testigos se encuentren comprendidos entre los límites fijados en la especificación de la correspondiente mezcla asfáltica convencional. El valor del desvío Standard no debe ser superior 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.

Cualquier cambio en los rangos establecidos se debe fijar en la Especificación Técnica Particular

#### **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 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 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 inferior, 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 N° 17 - TOLERANCIA DE REGULARIDAD SEGÚN 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 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° 18.

<b>Tabla N° 18 - REQUISITO DE TEXTURA SUPERFICIAL Y ADHERENCIA NEUMÁTICO - PAVIMENTO EN CAPAS DE RODAMIENTO</b>		
<b>CARACTERISTICA</b>	<b>Norma</b>	
Macrotextura (Altura de parche 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 de la Ejecución**

No se permite la puesta en obra de las CAC (R):

- 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 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. RAP**

- Identificación del origen del RAP
- Referencia del remito con el tipo de material provisto.
- Verificación ocular de la limpieza del RAP.
- Identificación del vehículo que los transporta.
- Fecha y hora de recepción en obrador.

#### **3.7.4. 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 prescripciones de esta especificación.

### 3.8. Control de Ejecución

#### 3.8.1. Producción de Mezcla Asfáltica

- a) Análisis granulométrico del árido combinado (incluido el árido proveniente del RAP)

Las tolerancias admisibles respecto a la granulometría de la fórmula de trabajo vigente deben ser las indicadas en la Tabla N° 19.

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)	4,75 mm (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° 6.

- a) 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.
  - Contenido de agua en la mezcla
  - Determinación del porcentaje de cemento asfáltico y granulometría de los áridos recuperados
  - Porcentaje de Resistencia Conservada por Tracción Indirecta

#### 3.8.2. Control 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 (3.500 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 (de aplicación sólo en capas de rodamiento).

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**

La Especificación Técnica Particular establece los criterios de aceptación, rechazo o sanciones que deben aplicarse si se producen desvíos sobre las exigencias que se indican a continuación.

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° 7.

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

El contenido medio de cemento asfáltico de producción por lote debe encuadrarse dentro de una tolerancia de  $\pm 0,3\%$  respecto de la fórmula de obra aprobada y vigente.

Los valores individuales deben encuadrarse dentro de una tolerancia de  $\pm 0,5\%$ , respecto del valor de fórmula de obra aprobada y vigente.

#### **3.9.2. Vacíos de Aire en la Mezcla**

##### **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 el número de golpes por cara que establecen las Especificaciones Técnicas Particulares (75 o 50), 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 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 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**

No se admiten valores que excedan los límites establecidos en el punto 3.5.3  
Si bien queda a criterio de la Inspección de Obra, se recomienda realizar evaluaciones parciales cada 20% de avance de obra.

### **3.9.5. Textura Superficial y Adherencia Neumático-Pavimento**

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

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

El Plan de Control de Calidad del Proyecto define el programa que debe cumplir el 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 establece en la Especificación Técnica Particular.

## **6. FORMA DE PAGO**

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

# 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  $7 \pm 1\%$ . 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.

**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.

#### 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 %.**

## ANEXO II

### ENSAYO DE AHUELLAMIENTO EN MEZCLAS ASFÁLTICAS

#### II.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.

#### II.2. Normas de ensayo propuestas

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

#### III.3. Requisitos

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

## 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.