

LICITACION PUBLICA N° 14/26
PLIEGO DE ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

ASFALTO CAC D20

Se dispone la adquisición de asfalto para la realización de diversos trabajos de mantenimiento en la vía pública, para ello se considera indispensable contar con las características técnicas del material descriptas en el presente pliego.

Comprende las tareas de elaboración y transporte a pie de obra, dentro del tejido urbano, de asfalto para ser utilizado en tareas de bacheo, construcción de nuevos pavimentos por gestión, construcción o mejoras de carpetas asfálticas que se encuentren en predios municipales a fin de mejorar las prestaciones para vecinos del distrito o empleados municipales, siempre dentro del partido de San Miguel. Se establecen, en esta especificación, las características y exigencias que deberán cumplir, tanto la mezcla elaborada como los materiales que la componen.

Dirección Planta de Asfalto:

El material será retirado en planta por vehículos que dispondrá la municipalidad de San Miguel, a los efectos de la entrega, se requiere indicar dirección de planta de Asfalto y distancia del Municipio de San Miguel, así como también el horario de funcionamiento de la misma. Dichas ubicación y horario de funcionamiento de la planta serán un factor relevante a la hora de adjudicarse la provisión de asfalto en función de la adecuada conservación del material y la adecuación del servicio prestado a los usos comunes y disponibilidad del personal y flota de la Secretaría de Obras Públicas.

ESPECIFICACIONES CONCRETO ASFALTICO CARPETA

1. DEFINICIÓN Y NOMENCLATURA

1.1. Definición y nomenclatura para mezclas del tipo CAC

Se define como Concreto Asfáltico en Caliente (CAC) del tipo Denso a la combinación de un ligante asfáltico (convencional o modificado), agregados (incluido Filler) y eventualmente aditivos y/o fibras. Estas mezclas son elaboradas en plantas asfálticas y colocadas en obra a una temperatura muy superior a la ambiente.

Las diferentes tipologías de mezclas asfálticas contempladas en el presente documento se diferencian entre sí en el huso granulométrico, tamaño máximo nominal del agregado pétreo, tipo de ligante asfáltico empleado y ubicación de la capa en la estructura.

A continuación, se resume el sistema de designación para las mezclas asfálticas que se utiliza a lo largo de la presente especificación, de manera de individualizar los diferentes tipos de concretos asfálticos abordados o alcanzados en esta sección.

CAC	D	R/B	TMN	CA-XX/AM-Y
-----	---	-----	-----	------------

Donde:

- CAC: Sigla que indica que se trata de un “Concreto Asfáltico en Caliente”.
- D: Letra que indica que el esqueleto granular corresponde al tipo “Densa”.
- R/B: Letras que indican la ubicación de la capa en el paquete estructural, rodamiento o base, respectivamente.
- TMN: Tamaño máximo nominal, en milímetros, del huso granulométrico. Se entiende como tamaño máximo nominal al tamiz (de la serie normalizada IRAM de tamices) con menor abertura de malla que retiene hasta el quince por ciento (15 %) de la mezcla de agregados.
- CA-XX: Indicación correspondiente a los asfaltos convencionales con grado de viscosidad XX, donde XX puede ser 5/10/20/30 o 40 de acuerdo a la Norma IRAM IAPG A 6835.
- AM-Y: Indicación correspondiente a los asfaltos modificados tipo Y, donde Y puede ser 1, 2, 3 o 4 de acuerdo a la Norma IRAM 6596.

2. REQUISITOS DE LOS MATERIALES

2.1.1. Agregados

El Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares puede exigir propiedades, requisitos y/o ensayos adicionales cuando se vayan a emplear agregados cuya naturaleza, procedencia o estado físico - químico así lo requieran. En caso de emplearse materiales en los que, por su naturaleza, no exista suficiente experiencia sobre su comportamiento debe hacerse un estudio que demuestre la aptitud del mismo para ser empleado, que debe ser aprobado por el Supervisor de Obra.

2.1.2. Características generales

Los requisitos generales que deben cumplir los agregados para el aprovisionamiento y acopio son los que se establecen en la Tabla N°3.

Tabla N°3 – REQUISITOS PARA EL APROVISIONAMIENTO Y ACOPIO DE AGREGADOS	
Característica	Requisitos
Procedencia	<p>Los agregados deben ser de origen natural, y deben cumplir las exigencias establecidas en la presente especificación técnica. Los agregados deben tener trazabilidad, debe llevarse un registro de la procedencia de los mismos.</p> <p>Deben provenir de rocas sanas y no deben ser susceptibles de ningún tipo de meteorización o alteración físico-química.</p> <p>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.</p>
Acopios	<p>Los agregados se deben producir o suministrar en fracciones granulométricas diferenciadas, que se deben acopiar y manejar por separado hasta su introducción en las tolvas en frío. Cada fracción debe ser suficientemente homogénea y se debe poder acopiar y manejar sin que se verifique segregación.</p> <p>El número mínimo de fracciones debe ser de tres (3), incluido el relleno mineral (Filler). El Supervisor de Obra puede exigir un mayor número de fracciones, si lo estima necesario, para cumplir las tolerancias exigidas en el <i>Punto 6.2. Husos granulométricos</i>.</p> <p>Cada fracción del agregado se debe acopiar separada de las demás, para evitar contaminaciones. Los acopios se deben disponer sobre zonas consolidadas o pavimentadas para evitar la contaminación con suelo. Si se dispusieran sobre el terreno natural, no se deben utilizar los quince centímetros (15 cm) inferiores. Los acopios no deben tener forma cónica ni una altura superior a tres metros (3 m). El terreno debe tener pendientes no inferiores al dos y medio por ciento (2,5 %) para el drenaje.</p> <p>Los acopios de agregados finos con valores de absorción inferiores a dos por ciento (< 2%) deben mantenerse preferentemente cubiertos. Los acopios de agregados finos con valores de absorción iguales o superiores a dos por ciento (≥ 2%) deben mantenerse obligatoriamente cubiertos. Esto se debe realizar de manera de evitar su humedecimiento, en un volumen no menor a una semana de producción normal.</p> <p>Cuando se detecten anomalías en la producción o suministro de los agregados, estas partidas se deben acopiar por separado hasta confirmar su aceptabilidad. Esta misma medida se debe aplicar cuando esté pendiente de autorización el cambio de procedencia de un agregado, lo cual obliga al estudio de una nueva Fórmula de Obra.</p> <p>El Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares, o en su defecto el Supervisor de Obra, debe fijar el volumen mínimo de acopios antes de iniciar las obras. Salvo justificación en contrario dicho volumen no debe ser inferior al correspondiente a quince (15) días de trabajo para el nivel de producción prevista.</p> <p>Los acopios deben estar limpios, exentos de terrones de arcilla, materia vegetal u otras materias extrañas que puedan afectar la durabilidad de la mezcla o capa con ellos eventualmente ejecutada.</p>

2.1.1. Agregado grueso

2.1.1.1. Definición de agregado grueso

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

2.1.1.2. Requisitos del agregado grueso

Los requisitos a cumplir por los agregados gruesos dependen del índice de tránsito y de la ubicación de la capa asfáltica. Los mismos se establecen en la Tabla N°4 y en la N°5.

El agregado grueso es por lo general de una única procedencia y naturaleza. En el caso de que se empleen agregados de distinta procedencia, cada una de ellas debe cumplir individualmente las prescripciones establecidas en la Tabla N°4 y en la Tabla N°5. Los agregados gruesos a emplear en la construcción de capas de rodamiento, no deben provenir de canteras de naturaleza caliza.

Tabla N°4 - REQUISITOS DE LOS AGREGADOS GRUESOS						
Ensayo	Norma	Exigencia				
Elongación	IRAM 1687-2	Determinación obligatoria.				
Índice de lajas	IRAM 1687-1	Clasificación por tránsito				
		Tipo de capa	T1	T2	T3	T4
		Rodamiento	≤ 25 %	≤ 25 %	≤ 25 %	≤ 25 %
Base	≤ 30 %	≤ 30 %	≤ 30 %	≤ 30 %		
Coeficiente de desgaste "Los Ángeles" (1)	IRAM 1532	Clasificación por tránsito				
		Tipo de capa	T1	T2	T3	T4
		Rodamiento	≤ 25 %	≤ 25 %	≤ 25 %	≤ 30 %
Base	≤ 30 %	≤ 30 %	≤ 30 %	≤ 35 %		
Coeficiente de pulimento acelerado	IRAM 1543	Clasificación por tránsito				
		Tipo de capa	T1	T2	T3	T4
Rodamiento	≥ 40	≥ 40	≥ 40	≥ 40		
Polvo adherido	IRAM 1883	Tipo de capa		Polvo adherido		
		Rodamiento	≤ 1,2 %			
Base	≤ 1,5 %					
Plasticidad de la fracción que pasa el tamiz IRAM 425 µm	IRAM 10501	No Plástico				
Micro Deval (1)	IRAM 1762	Clasificación por tránsito				
		Tipo de capa	T1	T2	T3	T4
Rodamiento	≤ 20 %	≤ 20 %	≤ 20 %	≤ 25 %		
Relación vía seca-vía húmeda, de la fracción que pasa el tamiz IRAM 75 µm (2)	VN E 7-65	≥ 50				
Análisis del estado físico de la roca	IRAM 1702 IRAM 1703	Determinación obligatoria				

Tabla N°4 - REQUISITOS DE LOS AGREGADOS GRUESOS																										
Ensayo	Norma	Exigencia																								
Determinación de la adherencia entre agregado y ligante ⁽³⁾	IRAM 6842	≥ 95 %																								
Granulometría	IRAM 1505 IRAM 1501	Debe ser tal que permita cumplir con la granulometría establecida para la Fórmula de Obra.																								
Determinación de la densidad relativa y de la densidad aparente.	IRAM 1533	Determinación obligatoria																								
Absorción ⁽⁴⁾	IRAM 1533	≤ 1,2 %																								
Durabilidad por ataque con sulfato de sodio ⁽⁵⁾	IRAM 1525	≤ 10%																								
Caras de fractura	IRAM 1851	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="5">Porcentaje en peso de partículas, respecto del total del agregado grueso, con tres o más caras de fractura (*)</th> </tr> <tr> <th rowspan="2">Tipo de capa</th> <th colspan="4">Clasificación por tránsito</th> </tr> <tr> <th>T1</th> <th>T2</th> <th>T3</th> <th>T4</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Rodamiento</td> <td>100 %</td> <td>100 %</td> <td>≥ 90 %</td> <td>≥ 80 %</td> </tr> <tr> <td>Base</td> <td>100 %</td> <td>≥ 90 %</td> <td>≥ 80 %</td> <td>≥ 70 %</td> </tr> </tbody> </table> <p>(*) Para todos los casos, el 100% de las partículas debe tener al menos una cara de fractura.</p>	Porcentaje en peso de partículas, respecto del total del agregado grueso, con tres o más caras de fractura (*)					Tipo de capa	Clasificación por tránsito				T1	T2	T3	T4	Rodamiento	100 %	100 %	≥ 90 %	≥ 80 %	Base	100 %	≥ 90 %	≥ 80 %	≥ 70 %
Porcentaje en peso de partículas, respecto del total del agregado grueso, con tres o más caras de fractura (*)																										
Tipo de capa	Clasificación por tránsito																									
	T1	T2	T3	T4																						
Rodamiento	100 %	100 %	≥ 90 %	≥ 80 %																						
Base	100 %	≥ 90 %	≥ 80 %	≥ 70 %																						

- (1) Para agregados tipo basálticos, se deben verificar los requisitos de la Tabla N°6.
- (2) Este ensayo sólo se hace si el pasante por el tamiz IRAM 75 µm vía húmeda es mayor de 5 %.
- (3) Para el caso en que el ensayo arroje un valor inferior al 95 % de superficie cubierta, debe incorporarse a la mezcla asfáltica un aditivo mejorador de adherencia, que permita superar dicho valor.
- (4) En caso de que se supere el límite especificado, siempre que el agregado verifique los demás requisitos, se permite el uso del mismo considerando para estos casos el porcentaje de ligante asfáltico efectivo en lugar del porcentaje de ligante asfáltico total.
- (5) El ensayo de Durabilidad por ataque con sulfato de sodio se hará sólo en el caso de que el ensayo de Absorción arroje un resultado superior al especificado.

Cuando el agregado grueso provenga de yacimientos de gravas, los mismos deben verificar también las exigencias de la Tabla N°5. Asimismo, se pueden definir exigencias extras en el Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares.

Tabla N°5 - REQUISITOS DE LOS AGREGADOS PROVENIENTES DE GRAVAS																					
Ensayo	Norma	Exigencia																			
Relación de tamaño de la partícula a triturar	---	<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Tipo de capa</th> <th colspan="4">Clasificación por tránsito</th> </tr> <tr> <th>T1</th> <th>T2</th> <th>T3</th> <th>T4</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Rodamiento</td> <td>≥ 5 (*)</td> <td>≥ 4 (*)</td> <td>≥ 4 (*)</td> <td>≥ 3 (*)</td> </tr> <tr> <td>Base</td> <td>≥ 3 (*)</td> <td>≥ 3 (*)</td> <td>≥ 3 (*)</td> <td>≥ 3 (*)</td> </tr> </tbody> </table> <p>(*) Tamaño mínimo de la partícula a triturar respecto a la partícula resultante de mayor tamaño.</p>	Tipo de capa	Clasificación por tránsito				T1	T2	T3	T4	Rodamiento	≥ 5 (*)	≥ 4 (*)	≥ 4 (*)	≥ 3 (*)	Base	≥ 3 (*)	≥ 3 (*)	≥ 3 (*)	≥ 3 (*)
Tipo de capa	Clasificación por tránsito																				
	T1	T2	T3	T4																	
Rodamiento	≥ 5 (*)	≥ 4 (*)	≥ 4 (*)	≥ 3 (*)																	
Base	≥ 3 (*)	≥ 3 (*)	≥ 3 (*)	≥ 3 (*)																	

Cuando el agregado grueso provenga de yacimientos de “Tipo Basálticos”, los mismos deben verificar también las exigencias de la Tabla N°6.

Tabla N°6 - REQUISITOS DE LOS AGREGADOS GRUESOS "TIPO BASÁLTICOS"						
Ensayo	Norma	Exigencia				
Coeficiente de desgaste "Los Ángeles"	IRAM 1532	Tipo de capa	Clasificación por tránsito			
			T1	T2	T3	T4
		Rodamiento	≤ 20			
		Base	≤ 25			
Micro Deval	IRAM 1782	Tipo de capa	Clasificación por tránsito			
			T1	T2	T3	T4
		Rodamiento	≤ 20			
Ensayo de ebullición para los basaltos "Sonnenbrand"	UNE-EN 1387-3	Determinación obligatoria.				

2.1.1. Agregado fino

2.1.1.1. Definición de agregado fino

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

2.1.1.2. Requisitos del agregado fino

Los requisitos a cumplir por los agregados finos dependen del nivel de tránsito y de la ubicación de la capa asfáltica. Los mismos se establecen en la Tabla N°7.

El agregado fino es por lo general de una única procedencia y naturaleza. En caso de que se empleen agregados de distinta procedencia, cada una de ellas debe cumplir individualmente las prescripciones establecidas en la Tabla N°7.

En el caso de que el agregado fino provenga de la trituración de gravas, las mismas deben verificar los requisitos establecidos en la Tabla N°5.

Los agregados finos a emplear en la construcción de capas de rodamiento, no deben provenir de canteras de naturaleza caliza.

Tabla N°7 - REQUISITOS DE LOS AGREGADOS FINOS		
Ensayo	Norma	Exigencia
Coficiente de desgaste "Los Angeles"	IRAM 1532	La fracción gruesa de la cual proviene el agregado fino, debe cumplir las exigencias de la Tabla N°4 y Tabla N°6 (si corresponde) para el Coficiente de desgaste Los Angeles.
Equivalente de arena	IRAM 1682	≥ 50 %
Plasticidad de la fracción que pasa el tamiz IRAM 425 µm	IRAM 10501	No plástico
Plasticidad de la fracción que pasa el tamiz IRAM 75 µm	IRAM 10501	≤ 4 %
Relación vía seca-vía húmeda, de la fracción que pasa el tamiz IRAM 75 µm (*)	VN E 7-85	≥ 50 %
Granulometría	IRAM 1505 IRAM 1501	Debe ser tal que permita cumplir con la granulometría establecida para la Fórmula de Obra.
Índice de Azul de Metileno (²)	Anexo A de la Norma UNE-EN 933-9	≤ 7 gramos/kilogramo
Determinación de la densidad relativa y de la densidad aparente	IRAM 1520	Determinación obligatoria
Absorción (³)	IRAM 1520	≤ 1,2 %
Durabilidad por ataque con sulfato de sodio (⁴)	IRAM 1525	≤ 10%

- (1) Este ensayo sólo se hace si el pasante por el tamiz IRAM 75 µm vía húmeda es mayor de 5 %.
- (2) El Índice de Azul de Metileno se debe hacer sólo en caso que el Ensayo de Equivalente de Arena arroje un resultado menor a cincuenta por ciento (<50 %) y mayor o igual cuarenta y cinco por ciento (≥ 45 %).
- (3) En caso de que se supere el límite especificado, siempre que el agregado verifique los demás requisitos, se permite el uso del mismo considerando para estos casos el porcentaje de ligante asfáltico efectivo en lugar del porcentaje de ligante asfáltico total.
- (4) El ensayo de Durabilidad por ataque con sulfato de sodio se debe hacer sólo en el caso de que el ensayo de Absorción arroje un resultado superior al especificado.

2.2. Requisitos de la combinación de agregados que componen el esqueleto granular

La combinación de las diferentes fracciones de agregados que componen el esqueleto granular debe cumplir las prescripciones de la Tabla N°8.

Tabla N°8 – REQUISITOS DEL ESQUELETO GRANULAR					
Parámetro	Norma	Exigencia			
Partículas no trituradas	(¹)	Porcentaje en peso de agregado no triturado respecto del total del agregado (²)			
		Clasificación por tránsito			
		T1	T2	T3	T4
		Rodamiento	0%	0%	≤ 3%
Base	0%	≤ 3%	≤ 5%	≤ 7%	

- (1) La determinación de este parámetro se debe realizar calculando el porcentaje de agregado no triturado, respecto del total del agregado pétreo.

- (2) Cuando el agregado no triturado no provenga de ríos, previa aprobación del Supervisor de Obra, los porcentajes indicados pueden incrementarse en hasta un cinco por ciento (5 %) por encima de los valores límites establecidos, siempre y cuando el Contratista demuestre que dicho incremento no afecta la resistencia a la deformación permanente (medida mediante el ensayo de Wheel Tracking Test).

2.2. Relleno mineral (Filler)

2.2.1. Definición de relleno mineral (Filler)

Se define como Relleno Mineral (Filler) a la fracción pasante por el tamiz IRAM 0,075 mm según Norma IRAM 1501.

El Filler puede provenir de los agregados pétreos o bien puede ser Filler de Aporte; definiendo como Filler de Aporte a aquellos que no provienen de la recuperación de los finos constituyentes de los agregados pétreos (durante el proceso de elaboración de la mezcla asfáltica).

Para estos tipos de mezclas asfálticas, el Filler de Aporte debe ser cal hidratada.

2.2.2. Requisitos del Relleno Mineral de aporte (Filler de Aporte)

El Filler de Aporte debe estar constituido por alguno de los siguientes materiales:

- Calcáreo molido (polvo calizo)
- Cal hidratada
- Cal hidráulica hidratada

El Filler de Aporte empleado se debe encuadrar dentro de la Norma IRAM 1508, IRAM 1593 o IRAM 50000, según corresponda el tipo de material.

El Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares puede exigir propiedades, requisitos y/o ensayos adicionales cuando se vayan a materiales cuya naturaleza, procedencia o estado físico-químico así lo requieran.

En caso de emplearse materiales en los que, por su naturaleza, no exista suficiente experiencia sobre su comportamiento, debe hacerse un estudio que demuestre la aptitud del mismo para ser empleado como Filler de Aporte, que debe ser aprobado por el Supervisor de Obra.

Es obligatorio el uso de cal hidratada, según los requisitos de dosificación establecidos en el Punto 6.3. Criterios de dosificación.

El Filler de Aporte debe ser homogéneo, seco y libre de grumos provenientes de las partículas. Asimismo, debe cumplir los requisitos establecidos en la Tabla N°9:

Tabla N°9 - REQUISITOS DEL FILLER DE APORTE		
Ensayo	Norma	Exigencia
Granulometría	IRAM 1505	Requisitos establecidos en la Tabla N°10
Densidad (¹)	IRAM 1542	2,5 gr/cm³ < Densidad < 2,8 gr/cm³

(1) *Determinación mediante el uso de queroseno anhidro.*

La granulometría del Filler de Aporte debe estar comprendida dentro de los límites definidos en la Tabla N°10:

Tabla N°10 - REQUISITOS GRANULOMÉTRICOS DE LA CAL HIDRATADA	
Tamices	Porcentaje en peso que pasa
425 µm (N° 40)	100%
150 µm (N° 100)	>90%
75 µm (N° 200)	>75%

2.2 Ligantes asfálticos

2.3.1 Ligantes asfáltico convencional

El ligante asfáltico a emplear se debe encuadrar dentro de la Norma IRAM-IAPG A 6835. El tipo de ligante asfáltico se especifica en el Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares de acuerdo a las condiciones del proyecto.

2.2.1. Ligante asfáltico modificado

El ligante asfáltico a emplear se debe encuadrar dentro de la Norma IRAM 6596. El tipo de ligante asfáltico se especifica en el Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares de acuerdo a las condiciones del proyecto.

2.2.2. Otro tipo de ligante asfáltico

El Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares puede establecer el uso de un ligante asfáltico que no se encuadre dentro del Punto 5.4.1. Ligante asfáltico convencional o el Punto 5.4.2. Ligante asfáltico modificado, dependiendo de las condiciones de proyecto.

En este caso, el Pliego de Especificaciones Técnicas se establecen las características y exigencias a solicitar para el ligante asfáltico. Las mezclas asfálticas elaboradas con estos ligantes deben cumplimentar el resto de las exigencias del presente Pliego de Especificaciones Técnicas.

2.2. Aditivos, fibras u otros materiales

En el caso de incorporación de aditivos, fibras u otros materiales, con el objeto de alcanzar una mejora de alguna característica de la mezcla asfáltica o del proceso productivo, se debe verificar que, además de dotar de las propiedades adicionales que se pretende, cumple todos los requisitos establecidos en el presente documento.

El Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares, o en su defecto el Contratista, puede proponer el uso de los aditivos, fibras u otros materiales que pueden utilizarse, estableciendo los requisitos que tienen que cumplir como así también los métodos de incorporación, dosificación y dispersión homogénea. Previo al empleo de los mismos en la producción de la/s mezcla/s asfáltica/s, el Supervisor de Obra debe aprobar la propuesta presentada.

Los aditivos deben ser conservados en sus envases originales herméticamente cerrados. El acopio se debe realizar al reparo del sol y de las bajas temperaturas, y preferiblemente bajo techo, separando e

identificando cada marca, tipo, fecha de recepción y fecha de vencimiento.

En las fórmulas donde se empleen fibras, las mismas deben ser capaces de inhibir el escurrimiento del ligante, no deben ser nocivas para la salud y el medio ambiente ni interactuar negativamente con el ligante ni con los agregados. Las mismas deben ser suministradas en pellets o sueltas. En ambos casos se debe asegurar las condiciones de almacenamiento, de dosificación y mezclado en planta asfáltica.

3. ESTUDIO DE LA MEZCLA Y OBTENCIÓN DE LA FÓRMULA DE OBRA

3.1. FORMULA DE CONCRETO ASFALTICO:

- Estabilidad: 1000 kg para el 100 % porcentaje de la densidad.
- Fluencia: 2.0 mm a 4.5 mm
- Vacíos: 3% a 5% para el 100% de la densidad
- El promedio de la estabilidad de los distintos juegos de probetas no debe diferir en más del 10%.

- Densidad a lograr en el camino: 98% de la densidad máxima de laboratorio.
- Agregado grueso 6/20 28%
- Agregado grueso 6/12 20%
- Agregado grueso 0/12 37,7%
- Agregado Fino 9,5%
- Ca 50/60 4,8%

3.2. Relación espesor de la capa - tamaño máximo nominal

La relación entre el espesor de la capa asfáltica a colocar y el tamaño máximo nominal para el tipo de mezcla considerada debe cumplir con la siguiente premisa:

- $e > 2,5 * TMN$
- $e \leq 6,0 * TMN$

Donde:

e: espesor de la capa

TMN: tamaño máximo nominal de la combinación de agregados.

3.3. Husos granulométricos

La granulometría resultante de la mezcla o composición de las diferentes fracciones de agregados (incluido el Filler), dependiendo del tipo de esqueleto granular considerado, debe estar comprendida dentro de los límites establecidos en los husos granulométricos definidos en las Tabla N°11.

Tamices	Porcentaje en peso que pasa (%)	
	12 (2)	19 (2)
25 mm (1")	---	100
19 mm (3/4")	100	83-100
12,5 mm (1/2")	80-95	---
9,5 mm (3/8")	72-87	60-75
4,75 mm (N° 4)	47-85	42-80
2,36 mm (N° 8)	30-50	29-47
600 µm (N° 30)	16-30	15-29
300 µm (N° 50)	12-23	11-21
75 µm (N°200)	5-8	4-8

(1) Si existe una diferencia entre las densidades de las fracciones utilizadas superior a 0,2 g/cm³, la distribución granulométrica debe evaluarse y ser ajustada en volumen.

(2) Se coloca solo la parte de la nomenclatura vinculada al esqueleto granular (tamaño máximo nominal).

3.4 Criterios de dosificación

El tipo de esqueleto granular, tipo de ligante asfáltico, ubicación e Índice de Tránsito a emplear en la capa asfáltica en consideración, se definen en el proceso de diseño en laboratorio de la mezcla asfáltica, destinado a la obtención de la Fórmula de Obra, se resumen en la Tabla N°12.

Parámetro	Exigencia																								
Ensayo Marshall (IRAM 6845)	N° golpes por cara (1)	75																							
	Estabilidad	> 10 kN																							
	Relación Estabilidad-Fluencia (2)	2,5 - 4,5 kN/mm																							
	Vacios en la mezcla (3)	3 - 5 %.																							
	Vacios del agregado mineral (VAM) (2)	<table border="1"> <tr> <td>Tamaño máximo nominal del agregado pétreo</td> <td>VAM</td> </tr> <tr> <td>TMN 19 mm</td> <td>≥ 14 %</td> </tr> <tr> <td>TMN 12 mm</td> <td>≥ 15 %</td> </tr> </table>	Tamaño máximo nominal del agregado pétreo	VAM	TMN 19 mm	≥ 14 %	TMN 12 mm	≥ 15 %																	
	Tamaño máximo nominal del agregado pétreo	VAM																							
TMN 19 mm	≥ 14 %																								
TMN 12 mm	≥ 15 %																								
Relación Betún-Vacios (RBV)	<table border="1"> <tr> <td rowspan="2">Tipo de capa</td> <td colspan="4">RBV (%)</td> </tr> <tr> <td colspan="4">Clasificación por tránsito</td> </tr> <tr> <td></td> <td>T1</td> <td>T2</td> <td>T3</td> <td>T4</td> </tr> <tr> <td>Rodamiento</td> <td>65 - 75</td> <td>65 - 75</td> <td>65 - 78</td> <td>65 - 78</td> </tr> <tr> <td>Base</td> <td>68 - 78</td> <td>68 - 78</td> <td>70 - 80</td> <td>70 - 80</td> </tr> </table>	Tipo de capa	RBV (%)				Clasificación por tránsito					T1	T2	T3	T4	Rodamiento	65 - 75	65 - 75	65 - 78	65 - 78	Base	68 - 78	68 - 78	70 - 80	70 - 80
Tipo de capa	RBV (%)																								
	Clasificación por tránsito																								
	T1	T2	T3	T4																					
Rodamiento	65 - 75	65 - 75	65 - 78	65 - 78																					
Base	68 - 78	68 - 78	70 - 80	70 - 80																					
Resistencia conservada mediante el ensayo Lottman modificado (ASTM D 4887 o AASHTO T 283)	> 80 %																								
Evaluación de la resistencia al ahueamiento "Wheel Tracking Test" (Norma UNE-EN 12697-22 – Procedimiento B) (4)	Requisitos establecidos en la Tabla N°13.																								
Contenido mínimo de Cal Hidratada, en peso sobre total del esqueleto granular	1 %.																								
Proporciones máximas en volumen de Filler en mezclas (IRAM 1542)	<p>Para ligante asfáltico tipo convencional: C_v/C_s ≤ 1,0</p> <p>Para ligante asfáltico tipo modificado: C_v/C_s ≤ 1,1</p> <p>Se limita 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.</p>																								

(1) Para ligantes asfálticos convencionales, los rangos de temperatura de mezclado y compactación de la mezcla asfáltica en laboratorio deben ser los que permitan verificar los siguientes rangos de viscosidad rotacional (determinada a partir de la metodología descrita en la Norma IRAM 6837):

- Mezclado: 1,7 dPa*seg ± 0,2 dPa*seg
- Compactación: 2,8 dPa*seg ± 0,3 dPa*seg

Para ligantes asfálticos modificados, la temperatura de compactación para la elaboración de las probetas Marshal

debe estar comprendida dentro del rango 160°C - 165 °C; o bien la recomendada por el proveedor del ligante asfáltico. Para mezclas del tipo CAS, las temperaturas de mezclado y de compactación son especificadas en el Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares.

(2) *Sólo aplica a concretos asfálticos elaborados con ligante asfáltico convencional.*

(3) *Se adopta como criterio para establecer el porcentaje óptimo de ligante asfáltico, aquel que surge como promedio de los siguientes valores:*

- *Porcentaje de ligante asfáltico para el cual los vacíos de la mezcla resultan igual a un porcentaje de vacíos de diseño del cuatro por ciento (4 %).*
- *Porcentaje de ligante asfáltico para el cual los VAM resultan cinco décimas por ciento (0,5 %) superior al mínimo, sobre la rama descendente de la gráfica correspondiente a VAM vs. %CA.*

En caso de que con el porcentaje óptimo de ligante asfáltico establecido según el criterio anterior no se verifiquen todas las exigencias establecidas en la Tabla N° 12, se permite modificar el porcentaje de ligante asfáltico adoptado de manera de que ello suceda. En tal caso, se debe informar y justificar la modificación en el Informe de la Presentación de la Fórmula de Obra. Para todos los casos, el porcentaje de ligante adoptado debe ser tal que el VAM resulte superior al mínimo, sobre la rama descendente de la gráfica correspondiente a VAM vs. %CA.

(4) *Se debe utilizar como metodología de ensayo la descrita en el Procedimiento B en aire para dispositivo pequeño de la Norma EN12697-22. La duración del mismo es de 10000 ciclos. La temperatura de ensayo debe ser de 60°C. Para el moldeo de la probeta de ensayo se deben utilizar los procedimientos establecidos en las Normas EN 12697-*

32 o EN 12697-33 considerando las temperaturas indicadas en el comentario uno (1). Se debe informar el porcentaje de vacíos alcanzado en las probetas, el cual debe estar comprendido dentro del rango de menos cinco décimas por ciento (- 0,5%) y más uno por ciento (+ 1 %) respecto del porcentaje de vacíos correspondiente a la Fórmula de Obra adoptada. El espesor de la probeta asfáltica debe ser de cincuenta milímetros (50 mm).

3.5 Presentación de la Fórmula de Obra

La elaboración y colocación regular de la mezcla asfáltica no se debe iniciar hasta que el Supervisor de Obra haya aprobado la correspondiente Fórmula de Obra presentada por el Contratista. Para la aprobación de la Fórmula de Obra, es necesario verificar y ajustar la misma en el Tramo de Prueba correspondiente.

La fórmula debe emplearse durante todo el proceso constructivo de la obra, siempre que se mantengan las características y el origen de los materiales que la componen. Toda vez que cambie alguno de los materiales que integran la mezcla asfáltica, o se excedan sus tolerancias de calidad, la Fórmula de Obra debe ser reformulada y sometida a consideración del Supervisor de Obra para su nueva aprobación, siguiendo los lineamientos del presente Pliego de Especificaciones Técnicas Generales. Por lo tanto, debe excluirse el concepto de "Fórmula de Obra única e inamovible".

Para todo tipo de mezcla asfáltica, el Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares, o en su defecto el Supervisor de Obra, puede exigir un estudio de sensibilidad de las propiedades de la mezcla a variaciones de granulometría y contenido de ligante, dentro de las tolerancias establecidas en el presente documento.

Los informes de presentación de la Fórmula de Obra deben incluir como mínimo los requerimientos establecidos en la Tabla N°14.

Los requisitos para la resistencia al ahuellamiento se establecen en la Tabla N°13:

Tabla N°13 - EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA AL AHUELLAMIENTO "Wheel Tracking Test" (Norma ENE-EN 12697-22 – Procedimiento B)				
Pendiente Media de Deformación (WTS AIRE) [mm/1000 ciclos de carga] en el intervalo de 5000 a 10000 ciclos y Profundidad Media de la Huella (PRD) [%]				
Tipo de capa	Clasificación por tránsito			
	T1	T2	T3	T4
Rodamiento	WTS aire ≤ 0,08 PRD ≤ 5%	WTS aire ≤ 0,10 PRD ≤ 8%	WTS aire ≤ 0,12 PRD ≤ 10%	WTS aire ≤ 0,15 PRD ≤ 10%
Base	WTS aire ≤ 0,10 PRD ≤ 8%	WTS aire ≤ 0,12 PRD ≤ 10%	WTS aire ≤ 0,15 PRD ≤ 10%	WTS aire ≤ 0,15 PRD ≤ 12%

Tabla N°14 – REQUISITOS QUE DEBE REUNIR LA FÓRMULA DE OBRA	
Parámetro	Información que debe ser consignada
Agregados y rellenos minerales	Identificación, características, granulometrías y proporción de cada fracción del agregado y rellenos minerales (filler). Granulometría de los agregados combinados, incluido el o los rellenos minerales (filler). Ensayos realizados sobre el agregado grueso, como mínimo todos los contemplados en la <i>Tabla N°4</i> , <i>Tabla N°5</i> (si corresponde) y <i>Tabla N°6</i> (si corresponde). Ensayos realizados sobre el agregado fino, como mínimo todos los contemplados en la <i>Tabla N°7</i> . Ensayos realizados sobre la cal hidratada, como mínimo todos los contemplados en la <i>Tabla N°9</i> .
Ligante asfáltico, aditivos y/o fibras	Identificación, características, hoja técnica del producto, hoja de seguridad y proporción en la Fórmula de Obra, respecto de la masa total de la mezcla asfáltica (incluido el o los rellenos minerales) del ligante asfáltico. Cuando se empleen aditivos y/o fibras, debe indicarse su denominación, características, ensayos y proporción empleada respecto de la masa del ligante asfáltico.
Temperatura a la salida de la planta	Debe indicarse la temperatura máxima y mínima de la mezcla asfáltica a la salida de la planta. Para ello, se puede considerar los valores recomendados por el proveedor del ligante asfáltico empleado.
Temperaturas de colocación y compactación	Debe indicarse la temperatura mínima de la mezcla asfáltica en el tornillo de distribución de la terminadora asfáltica. Debe indicarse la temperatura mínima de la mezcla asfáltica al iniciar la compactación y la mínima al terminarla. Estas temperaturas surgen a partir de la ejecución del Tramo de Prueba.
Ajustes en el Tramo de Prueba	La fórmula informada debe incluir los posibles ajustes realizados durante el Tramo de Prueba.
Parámetros volumétricos (1)	Ensayos realizados sobre las mezclas asfálticas, como mínimo los contempladas en el <i>Tabla 12</i> . El Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares, o bien el Supervisor de Obra, puede exigir se realice un Análisis de Sensibilidad al contenido de ligante asfáltico de los ensayos arriba mencionados.

(1) El análisis de sensibilidad se debe realizar, como mínimo, para los siguientes contenidos de ligante asfáltico: +0,3%; -0,3%. Porcentajes respecto al contenido de ligante asfáltico adoptado para la mezcla, informado en la Fórmula de Obra.