



Laboratorio Nacional de
Materiales y Modelos Estructurales

Programa de Infraestructura del Transporte (PITRA)

Proyecto: LM-PI-UI-013-11

PROPUESTA DE MODIFICACIÓN AL ANEXO 1 DEL CARTEL DE LICITACIÓN PÚBLICA 2009LN-000003-CV “CONSERVACIÓN VIAL DE LA RED VIAL NACIONAL”

Preparado por:
Unidad de Investigación

San José, Costa Rica
Diciembre, 2011


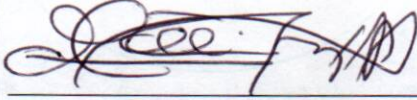

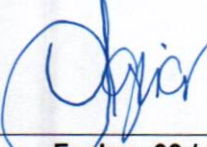
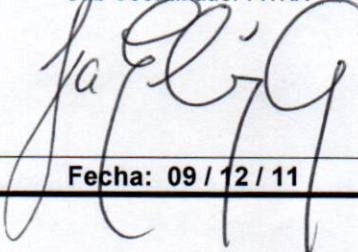
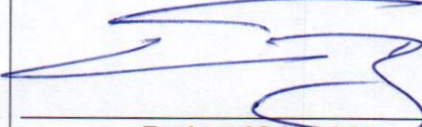
1. Informe LM-PI-UI-013-11		2. Copia No. 1
3. Título y subtítulo: PROPUESTA DE MODIFICACIÓN AL ANEXO 1 DEL CARTEL DE LICITACIÓN PÚBLICA 2009LN-000003-CV "CONSERVACIÓN VIAL DE LA RED VIAL NACIONAL PAVIMENTADA"		4. Fecha del Informe Diciembre, 2011
7. Organización y dirección Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales Universidad de Costa Rica, Ciudad Universitaria Rodrigo Facio, San Pedro de Montes de Oca, Costa Rica Tel: (506) 2511-2500 / Fax: (506) 2511-4440		
8. Notas complementarias		
9. Resumen En respuesta al oficio N°DIE-03-11-3813 enviado por el Ing. Carlos Eduardo Acosta del Consejo Nacional de Vialidad, se genera este informe para evaluar las especificaciones actuales que se incluyen como Anexo 1 al cartel completo de licitación, sobre los requisitos para mezcla asfáltica en caliente. El LanammeUCR mediante el análisis de mezclas asfálticas diseñadas en su laboratorio y mezclas provenientes de planta, ha realizado un estudio para determinar la necesidad de modificar las especificaciones actuales de este anexo, además de proponer los cambios considerados necesarios para el mejor desempeño de la mezcla asfáltica en caliente en proyectos de obra vial en Costa Rica. Las mezclas fueron sometidas a los ensayos mecánicos para determinación de la deformación permanente mediante el analizador de pavimentos asfálticos (APA), el daño por fatiga mediante el ensayo de fatiga a flexotracción, el módulo resiliente a tensión diametral, la resistencia a la tensión diametral retenida y la resistencia a la compresión uniaxial retenida. Los resultados obtenidos llevan al LanammeUCR a proponer una serie de modificaciones y especificaciones con las que se prevé obtener una mejora en el desempeño de mezclas asfálticas para vías de alto tránsito.		
10. Palabras clave Especificaciones, mezcla asfáltica, desempeño, fatiga, deformación permanente, módulo resiliente	11. Nivel de seguridad: Ninguno	12. Núm. de páginas 25
13. Preparado por:		
Ing. José Pablo Corrales Azofeifa MSc Investigador  Fecha: 09 / 12 / 11	Ing. Mónica Jiménez Acuña Investigador  Fecha: 09 / 12 / 11	Ing. Andrea Ulloa Calderón Investigador  Fecha: 09 / 12 / 11
14. Revisado por:		
Ing. José Pablo Aguiar, PhD Coordinador Unidad de Investigación  Fecha: 09 / 12 / 11	Ing. Fabián Elizondo Arrieta, MBA Sub-Coordinador PITRA  Fecha: 09 / 12 / 11	15. Aprobado por: Ing. Guillermo Loria Salazar, PhD Coordinador General PITRA  Fecha: 09 / 12 / 11



TABLA DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS	4
1. INTRODUCCIÓN.....	5
1.1 OBJETIVO GENERAL.....	5
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	5
2. INVESTIGACIÓN REALIZADA.....	6
2.1 MATERIALES	7
2.1.1 MATERIALES BITUMINOSOS.....	7
2.1.2 AGREGADOS	7
2.1.2.1 Graduación de la combinación de agregados.....	7
2.1.2.2 Agregado Grueso.....	9
2.1.2.3 Agregado Fino.....	11
2.2 REQUISITOS PARA LA MEZCLA ASFÁLTICA.....	13
2.2.1 REQUISITOS PARA LA MEZCLA ASFÁLTICA DESIGNACIÓN 401 (3) – AD.....	13
2.2.2 REQUISITOS PARA LA MEZCLA ASFÁLTICA DESIGNACIÓN 401 (4) – AD.....	18
3. ANÁLISIS FINAL	24



ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. TIPOS DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE.....	6
TABLA 2. ESPECIFICACIONES DE GRADUACIÓN PARA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE	8
TABLA 3. PUNTOS DE CONTROL PARA GRADUACIÓN DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE DE ACUERDO A LA METODOLOGÍA SUPERPAVE.....	9
TABLA 4. CRITERIO PARA CARAS FRACTURADAS DE ACUERDO A LA PROFUNDIDAD (LOS EJES EQUIVALENTES DE 8.2 TONELADAS SERÁN ESTIMADOS PARA UN PERÍODO DE CARGA DE 20 AÑOS)	10
TABLA 5. NIVELES DE DENSIFICACIÓN EN COMPACTADOR GIRATORIO SUPERPAVE (SGC) PARA MEZCLA ASFÁLTICA TIPO 401 (3)-AD.....	13
TABLA 6. REQUISITOS DE COMPACTACIÓN PARA ESPECÍMENES SUPERPAVE PARA MEZCLA ASFÁLTICA TIPO 401 (3)-AD	14
TABLA 7. PORCENTAJE MÍNIMO DE VACÍOS EN EL AGREGADO MINERAL (VAM) EN MEZCLA ASFÁLTICA TIPO 401 (3)-AD	15
TABLA 8. PORCENTAJE MÍNIMO DE VACÍOS LLENOS CON ASFALTO (VFA) EN MEZCLA ASFÁLTICA TIPO 401 (3)-AD	16
TABLA 9. REPETICIONES DE CARGA PARA LA FALLA POR FATIGA MÍNIMAS EN MEZCLA ASFÁLTICA TIPO 401 (3)-AD	17
TABLA 10. NIVELES DE DENSIFICACIÓN EN COMPACTADOR GIRATORIO SUPERPAVE (SGC) PARA MEZCLA ASFÁLTICA TIPO 401 (4)-AD.....	19
TABLA 11. REQUISITOS DE COMPACTACIÓN PARA ESPECÍMENES SUPERPAVE PARA MEZCLA ASFÁLTICA TIPO 401 (4)-AD	19
TABLA 12. PORCENTAJE MÍNIMO DE VACÍOS EN EL AGREGADO MINERAL (VAM) EN MEZCLA ASFÁLTICA TIPO 401 (4)-AD	20
TABLA 13. PORCENTAJE MÍNIMO DE VACÍOS LLENOS CON ASFALTO (VFA) EN MEZCLA ASFÁLTICA TIPO 401 (4)-AD	22
TABLA 14. REPETICIONES DE CARGA PARA LA FALLA POR FATIGA MÍNIMAS EN MEZCLA ASFÁLTICA TIPO 401 (4)-AD	23



1. INTRODUCCIÓN

En respuesta al oficio N° DIE-03-11-3813 del Consejo Nacional de Vialidad (CONAVI) con fecha del 14 de octubre de 2011, se presenta el siguiente documento que busca proponer una modificación al Anexo 1 del Cartel de Licitación Pública 2009IN-000003-CV "Conservación vial de la red vial nacional pavimentada", concerniente a los Requisitos para Mezcla Asfáltica en Caliente. Se considera que algunas de las especificaciones contenidas actualmente en este capítulo deben ser evaluadas y modificadas para mejorar la calidad de la mezcla asfáltica que actualmente se utiliza en nuestro país, así como para evitar discrepancias que podrían surgir del uso de dichas especificaciones.

Actualmente el LanammeUCR se encuentra realizando diversos ensayos de desempeño de la mezcla para mejorar el estándar utilizado hasta el momento en proyectos de obra vial. Se recomienda que los siguientes apartados y sus modificaciones se introduzcan a la brevedad, para asegurar una mayor calidad en el desempeño de la mezcla a corto, mediano y largo plazo.

1.1 Objetivo general

Determinar mediante análisis de laboratorio para diversas mezclas de laboratorio y planta, las características mecánicas y de desempeño de las mismas para realizar una recomendación acerca de posibles modificaciones a las especificaciones para mezcla asfáltica que se encuentran actualmente en el Anexo 1 del Cartel de Licitación Pública 2009IN-000003-CV "Conservación vial de la red vial nacional pavimentada"

1.2 Objetivos específicos

Evaluar mezclas diseñadas en planta y laboratorio bajo diversos ensayos para comparar los resultados con los que se especifican actualmente en el Anexo 1 del Cartel de Licitación Pública 2009IN-000003-CV. Los ensayos realizados corresponden a los siguientes:

- Resistencia a la deformación permanente mediante APA
- Fatiga a flexotracción
- Módulo resiliente a tensión diametral
- Resistencia a la tensión diametral retenida
- Resistencia a la compresión uniaxial retenida



2. INVESTIGACIÓN REALIZADA

Mediante este documento se realiza una nueva recomendación para el diseño y utilización de mezclas asfálticas en caliente para el país. De tal manera, el LanammeUCR ha definido 4 tipos de mezclas asfálticas para uso en proyectos viales. La redefinición de las mezclas 401 (3)-AD y 401 (4)-AD (previamente 401 (3) y 401 (4)), se plantea como respuesta a una necesidad de diseñar mezclas de muy alto desempeño que sean utilizadas en proyectos de alto volumen de tránsito. Dichos proyectos, se han definido como rutas sobre las cuales se presenta una demanda de tráfico que corresponda a más de 10 millones de ejes equivalentes de 80 kN (8,2 toneladas) durante un período de 20 años. Las mezclas asfálticas propuestas y sus usos se desglosan en la tabla 1.

Tabla 1. Tipos de mezclas asfálticas en caliente

Tabla N° 1 Tipos de mezclas asfálticas en caliente	
Designación	Descripción
401 (1)	Mezcla asfáltica en caliente exclusiva para bacheo para rutas donde la superficie existente consiste en algún tipo de tratamiento superficial, incluyendo lechadas asfálticas.
401 (2)	Mezcla asfáltica en caliente para capas o sobrecapas asfálticas y bacheo en rutas de mediano volumen de tránsito (hasta 10 millones de ESAL's en 20 años) donde la superficie existente consiste en concreto asfáltico.
401 (3) – AD	Mezcla asfáltica de Alto Desempeño para uso en rutas de alto volumen (más de 10 millones de ESAL's en 20 años), exclusivamente como capa asfáltica intermedias y capas de base. Diseñadas mediante la metodología Superpave®
401 (4) – AD	Mezcla asfáltica de Alto Desempeño para uso en rutas de alto volumen (más de 10 millones de ESAL's en 20 años), exclusivamente como capa asfáltica de rodadura. Diseñadas mediante la metodología Superpave®.

Nota: por el tipo de función que cumplen las mezclas designadas como 401 (3) – AD y 401 (4) – AD, se recomienda su uso en capas con un espesor mínimo de 7,5 cm.

A continuación se detallan las especificaciones que deben cumplir tanto los materiales como las mezclas asfálticas de acuerdo a la clasificación sugerida. Las especificaciones para el agregado pétreo son recomendadas para los 4 tipos de mezclas sugeridas. Asimismo, para las mezclas 401 (1) y 401 (2), se considera que la especificación actual es adecuada siempre que se utilicen de la manera en que fueron definidas en la Tabla 1 anterior. Esto



quiere decir que la mezcla 401 (1) será exclusiva para bacheo de rutas, mientras que la mezcla tipo 401 (2) será exclusiva para rutas de mediano volumen tal como ha sido definido.

A continuación, se desglosan los cambios para el cartel completo de licitación del Consejo Nacional de Vialidad.

2.1 Materiales

2.1.1 Materiales bituminosos

Los materiales bituminosos deben ser cementos asfálticos que cumplan con la norma nacional vigente.

Podrá modificarse el ligante asfáltico mediante la adición de activantes, rejuvenecedores, polímeros, antidesnudantes, asfaltos naturales o cualquier otro producto de calidad reconocida, con el propósito de que se cumplan o se mejoren los niveles de calidad requeridos, tanto para el cemento asfáltico como para la mezcla asfáltica; debiendo su uso en la obra estar soportado mediante ensayos de laboratorio previos. Cuando se requiera de aditivos para cumplir con los requisitos de calidad, su costo será cubierto por el Contratista. La Administración podrá establecer un requerimiento de grado de desempeño Superpave para el ligante asfáltico, tanto no modificado como modificado con aditivos, estableciendo una temperatura máxima de desempeño, así como una temperatura intermedia de desempeño, de acuerdo con lo establecido en el Manual del Instituto del Asfalto SP-2.

2.1.2 Agregados

Los agregados procesados individualmente por fuente serán aceptados una vez que cumplan con los requisitos de calidad que se detallan en esta Disposición. Las propiedades de los agregados deberán estar de conformidad con lo especificado en todo momento del proceso productivo y constructivo. Deberán cumplirse antes de adicionar el asfalto a la mezcla y previo a su incorporación al secador de la planta.

2.1.2.1 Graduación de la combinación de agregados

Los agregados deben cumplir con los requisitos de estructura granulométrica que se presentan en la Tabla No. 2, para los tipos de mezcla 401 (1) y 401 (2). Así, las graduaciones con tamaño máximo nominal igual o menor que 12,5 mm se utilizarán para capas de ruedo; y en las capas intermedias o de base, se emplearán aquellas graduaciones



con tamaño máximo nominal superior a 12,5 mm. Se entenderá por tamaño máximo nominal el tamaño inmediato superior, al primer tamiz que retiene más del 10%, de acuerdo con la especificación estándar AASHTO M 323, Diseño de mezcla volumétrico Superpave®.

Tabla 2. Especificaciones de graduación para mezcla asfáltica en caliente (Fuente: CR-2010)

Tabla N° 2 Especificaciones de graduación para mezcla asfáltica en caliente Porcentajes pasando por peso cada tamiz										
Tamaño máximo nominal										
Mallas	37.5 mm		25 mm		19 mm		12.5 mm		9.5 mm	
	Rango Especificado	Tolerancia	Rango Especificado	Tolerancia	Rango Especificado	Tolerancia	Rango Especificado	Tolerancia	Rango Especificado	Tolerancia
50.0 mm	100	x	x	X	X	x	x	x	x	x
37.5 mm	90 -100	±5	100	x	X	x	x	x	x	x
25.4 mm	75 - 90	±5	90-100	±5	100	x	x	x	x	x
19.0 mm	-	-	77-92	±5	90-100	±5	100	x	x	X
12.7 mm	42 - 65	±5	60-80	±5	68-90	±5	90-100	±5	100	
9.5 mm	-	-	50-70	±5	56-80	±5	70-90	±5	90-100	±5
N° 4	22 - 35	±4	30-39	±4	35-57	±4	45-65	±4	55-75	±4
N° 8	15 - 23	±4	19-27	±4	23-35	±4	28-39	±4	32-47	±4
N° 16	8 - 15	±4	11-18	±4	14-22	±4	16-26	±4	19-31	±4
N° 30	5 - 12	±4	7-14	±4	9-17	±4	9-19	±4	11-23	±4
N° 50	3 - 10	±4	4-11	±4	6-14	±4	5-16	±4	7-19	±4
N° 200	0 - 6	±2	1-7	±2	2-8	±2	2-8	±2	2-10	±2

NOTAS:
 1. La tolerancia es la desviación permisible al valor propuesto en la fórmula de mezcla para trabajo, sin salirse del rango especificado. La tolerancia es absoluta.
 2. La comprobación de la granulometría de la mezcla producida se efectuará de acuerdo con la norma de ensayo AASHTO T 30.
 3. Alternativamente, para la comprobación de la granulometría de la fórmula de la mezcla para trabajo, se podrá utilizar agregado proveniente de la banda transportadora en plantas mezcladoras de tambor, o de las tolvas calientes en plantas de dosificación. El agregado será utilizado de acuerdo con las normas de ensayo AASHTO T11 y AASHTO T27.

Para los tipos de mezcla 401 (3)-AD y 401 (4)-AD, que corresponden a mezclas Superpave, se deberán cumplir los requisitos de la tabla 3. De acuerdo a esto, las graduaciones para cada tamaño nominal máximo se verán delimitadas por puntos de control sugeridos en la especificación estándar AASHTO M 323, Diseño de mezcla volumétrico Superpave®, como se muestra a continuación.



Tabla 3. Puntos de control para graduación de mezcla asfáltica en caliente de acuerdo a la metodología Superpave®

Tamaño Tamiz (mm)	Tamaño máximo nominal del agregado - Puntos de control (Porcentaje pasando)														
	37,5 mm			25,0 mm			19,5 mm			12,5			9,5 mm		
	Mín	Máx	Tolerancia	Mín	Máx	Tolerancia	Mín	Máx	Tolerancia	Mín	Máx	Tolerancia	Mín	Máx	Tolerancia
50,0	100		x												
37,5	90	100	±5	100		x									
25,0		90	±5	90	100	±5	100		x						
19,0					90	±5	90	100	±5	100		x			
12,5								90	±5	90	100	±5	100		x
9,5											90	±5	90	100	±5
4,75														90	±4
2,36	15	41	±4	19	45	±4	23	49	±4	28	58	±4	32	67	±4
0,075	0	6	±2	1	7	±2	2	8	±2	2	10	±2	2	10	±2

Cuando se considere, para efectos de diseño, la incorporación de polvo mineral filler (cal, cemento u otro aceptado por la Administración), o agregado de RAP, su efecto en la curva granulométrica deberá estar reflejado en el momento de verificar el cumplimiento de las especificaciones.

2.1.2.2 Agregado Grueso

Definición: se define como agregado grueso la fracción granulométrica retenida en el tamiz de 4,75 mm (No. 4), para tamaños máximos nominales mayores o iguales a 25 mm (1 pulgada), o el tamiz de 2,36 mm (No. 8), para tamaños máximos nominales menores o iguales a 19 mm (0,75 pulgadas), de acuerdo a NAPA (2001).

Requisitos que debe cumplir:

- El porcentaje de desgaste en la prueba de Abrasión de los Ángeles (AASHTO T 96) debe ser menor o igual a 40 % para las mezcla asfálticas designaciones 401 (1), y 401 (2); y menor o igual a 30 % para la mezcla asfáltica 401 (3)-AD y 401 (4)-AD.
- La pérdida por sanidad, luego de 5 ciclos, según la normativa AASHTO T 104, deberá ser menor o igual a 15 % cuando se utiliza sulfato de sodio como reactivo o menor o igual a 20 % cuando se utiliza sulfato de magnesio como reactivo.



c) El índice de durabilidad (AASHTO T 210), deberá ser mayor o igual a 35 %.

d) El porcentaje de caras fracturadas deberá cumplir con lo indicado en la Tabla No. 4. Deberá ser determinado según procedimiento estándar AASHTO TP 61 o ASTM D.5821. Esta es una propiedad de consenso para la metodología Superpave que debe aplicarse a todo proceso de diseño, debido a que la angularidad del agregado asegura un buen entrapado de los agregados, lo cual ayuda a disminuir la susceptibilidad a la deformación permanente.

Tabla 4. Criterio para caras fracturadas de acuerdo a la profundidad (Los ejes equivalentes de 80 kN (8,2 toneladas) serán estimados para un periodo de carga de 20 años)

Tabla N° 4 Especificaciones de caras fracturadas		
Tráfico	Espesor de la capa	
Millones de ESALs	< 100 mm	> 100 mm
<0.3	55/--	--/--
< 1.0	65/--	--/--
< 3.0	75/--	50/--
< 10	85/80	60/--
< 30	95/90	80/75
< 100	100/100	95/90
> 100	100/100	100/100

Nota: Porcentaje por peso con una o más caras fracturadas / porcentaje por peso con dos o más caras fracturadas

e) El residuo insoluble en la prueba de carbonatos solubles (ASTM D 3042) deberá ser mayor o igual a 25 % en la fracción del residuo con tamaño mayor que el tamiz de 0,075 mm (No. 200) (ASTM D 3042, Sección 7), para las mezclas asfálticas en capas de rodamiento. Dicho requisito no aplica cuando las mezclas asfálticas sean empleadas en capas intermedias o capas de base, exceptuando cuando dichas capas vayan a ser sujeto durante algún tiempo al tránsito de vehículos, a criterio de la Administración.

f) El porcentaje por peso de partículas planas o alargadas no deberá ser superior a 10 % para aquellos casos en que el tránsito vehicular en millones de ejes equivalentes de 80 kN



(8,2 toneladas) estimados en un período de carga de 20 años sea superior a 0.30. En el caso de las mezclas 401 (3) – AD y 401 (4) – AD, este límite se aplicará en toda condición. Este porcentaje se determina conforme al procedimiento estándar ASTM D 4791, definiéndose como partícula plana y alargada aquella cuya relación entre las dimensiones máxima y mínima excede a cinco para todos los tipos de mezcla. Esta es una propiedad de consenso para la metodología Superpave® que debe aplicarse a todo proceso de diseño. Esta se utiliza para identificar y eliminar agregados que puedan provocar problemas de compactación además de incumplir el criterio de VMA debido a la degradación del mismo.

Nota: Como comentario adicional y fuera del ámbito de esta normativa, no sobra indicar que mezclas de alta resistencia al corte han sido especificadas internacionalmente con relaciones de uno a tres. Esto podría considerarse en Costa Rica a futuro.

g) El contenido de arcilla o partículas friables (AASHTO T 112) deberá ser menor o igual a 2%.

NOTA: los agregados que no cumplan con el inciso g) deben someterse a un proceso de limpieza (lavado, aspiración u otro) que garantice el cumplimiento de este requisito durante la producción de la mezcla.

Cuando en la mezcla asfáltica se esté incorporando agregado de RAP, el agregado virgen deberá cumplir con todas las pruebas normadas para el agregado grueso, de manera independiente, sin incorporar para efectos de ensayo la fracción de agregado reciclado.

Para su incorporación en la mezcla asfáltica tipo 401 (1), el agregado de RAP no requiere cumplir los requisitos de este apartado, siempre que la mezcla asfáltica resultante, incluyendo RAP, cumpla con los requisitos de la Sección 2.2.

Para su incorporación en las mezclas asfálticas designaciones 401 (2), 401 (3)-AD y 401 (4)-AD, el agregado de RAP requiere, de manera individual, cumplir con los requisitos a), d), f).

2.1.2.3 Agregado Fino.

Definición: se define como agregado fino la fracción granulométrica que, producto de la trituración mecánica del agregado grueso, pasa el tamiz de 4,75 mm (No. 4), para tamaños máximos nominales mayores o iguales a 25 mm (1 pulgada), o el tamiz de 2,36 mm (No. 8),



para tamaños máximos nominales menores o iguales a 19 mm (0,75 pulgadas), de acuerdo a NAPA (2001). No se permite en ningún caso el uso de arena natural.

Requisitos que debe cumplir:

- a) El índice de durabilidad (AASHTO T 210) debe ser mayor o igual a 35%.
- b) El equivalente de arena (ASSHTO T 176) debe ser mayor o igual a 50% para todos los casos.
- c) La pérdida por sanidad, luego de 5 ciclos, según AASHTO T 104, debe ser menor o igual a 15 % cuando se utiliza sulfato de sodio como reactivo, o menor o igual a 20 % cuando se utiliza sulfato de magnesio como reactivo.
- d) La fracción del agregado fino que califique para la prueba de desgaste por Abrasión de los Ángeles (AASHTO T 96), deberá poseer un porcentaje de pérdida en dicho ensayo menor o igual a 40 % para las mezcla asfálticas designaciones 401 (1), 401 (2), y menor o igual a 30 % para la mezcla asfáltica designación 401 (3)-AD y 401 (4)-AD.
- e) La angularidad del agregado fino (AASHTO T 304 o ASTM C1252) deberá ser mayor a 45% para todos los casos

Cuando en la mezcla asfáltica se esté incorporando agregado de RAP, el agregado virgen deberá cumplir con todas las pruebas normadas para el agregado fino, de manera independiente, sin incorporar para efectos de ensayo la fracción de agregado reciclado.

Para su incorporación en la mezcla asfáltica designación 401 (1), el agregado de RAP no requiere cumplir los requisitos de este apartado, siempre que la mezcla asfáltica resultante, incluyendo RAP, cumpla con los correspondientes requisitos.

Para su incorporación en las mezclas asfálticas designaciones 401 (2), 401 (3) – AD y 401 (4) – AD, el agregado de RAP requiere, de manera individual, cumplir con el requisito d) y e).



2.2 Requisitos para la mezcla asfáltica

Estos requisitos deberán cumplirse tanto para la fórmula de la mezcla de trabajo, como para la producción de la mezcla asfáltica de aplicación en la obra

2.2.1 Requisitos para la mezcla asfáltica designación 401 (3) – AD.

La mezcla asfáltica diseñada por la metodología Superpave como mezcla de Alto Desempeño para rutas de alto tránsito (mayor a 10 millones de ESAL's en un período de 20 años) deberá cumplir con los requisitos que se indican a continuación cuando se utilice para capas intermedias y de base.

En todo caso aplicable se empleará la normativa de preparación de especímenes Superpave® del Manual SP-2, Diseño de mezclas Superpave®, del Instituto del Asfalto.

Previo a la compactación de los especímenes Superpave® para ensayos de desempeño, la mezcla asfáltica deberá ser condicionada de acuerdo a su procedimiento de ensayo a corto o largo plazo.

a) Se aplicará el esfuerzo de compactación (número de giros) con el compactador giratorio Superpave® (SGC) según se indica en la Tabla 5, para cada nivel de densificación: i) inicial, ii) de diseño y iii) máxima; para cada distinto nivel de carga.

Tabla 5. Niveles de densificación en compactador giratorio Superpave® (SGC) para mezcla asfáltica tipo 401 (3) – AD. (Fuente: CR-2010)

Tabla No. 5 Niveles de densificación en compactador giratorio Superpave (SGC) para mezcla asfáltica tipo 401 (3)-AD			
Tráfico en millones de ejes equivalentes de 8.2 toneladas	Parámetros de densificación		
	N inicial	N diseño	N máxima
Inferior a 0.3	6	50	75
Entre 0.3 y 3.0	7	75	115
Entre 3.0 y 30.0	8	100	160
Mayor a 30.0	9	125	205

NOTA:
Los ejes equivalentes de 8.2 toneladas serán estimados para un período de carga de 20 años.

b) Para los especímenes Superpave® compactados a los niveles de densificación definidos en a), deberán cumplirse los porcentajes de compactación de la Tabla N°. 6. Es importante

Informe LM-PI-UI-013-11	Fecha de emisión: 09 de diciembre de 2011	Página 13 de 25
-------------------------	---	-----------------



destacar que los especímenes deben ser compactados a $N_{\text{diseño}}$, mientras que la comprobación del $N_{\text{máxima}}$ se realiza para la fórmula de trabajo.

Tabla 6. Requisitos de compactación para especímenes Superpave® para mezcla asfáltica tipo 401 (3) – AD. (Fuente: CR-2010)

Tabla No. 6 Requisitos de compactación para especímenes Superpave para mezcla asfáltica tipo 401 (3)-AD			
Tráfico en millones de ejes equivalentes de 8.2 toneladas	Requisito de compactación con respecto a la gravedad específica máxima teórica (%)		
	N inicial	N diseño	N máxima
Inferior a 0.3	Menor a 91.5	96.0	No aplica
Entre 0.3 y 3.0	Menor a 90.5	96.0	Menor a 98.0
Entre 3.0 y 30.0	Menor a 89.0 (2)	96.0	Menor a 98.0
Mayor a 30.0	Menor a 89.0 (2)	96.0	Menor a 98.0

NOTAS:
1. Tráfico proyectado sobre el pavimento en un periodo de 20 años.
2. Cuando se estén empleando ligantes modificados con polímeros será válido un porcentaje de compactación con el número de giros inicial de hasta 89.5 %, en los escenarios de carga vehicular entre 3.0 y 30.0 millones y más de 30.0 millones, siempre que se cumplan a cabalidad los requisitos desde f) hasta k)

c) El contenido de vacíos con aire en pastillas Superpave® deberá estar dentro del rango de $4,0 \pm 1,0$ %. La dosificación de diseño se debe calcular para un contenido de vacíos de 4,0 %. Adicionalmente la tolerancia en el contenido de cemento asfáltico será de $\pm 0,5\%$ respecto al contenido óptimo de cemento asfáltico, con respecto al peso total de la mezcla.

d) La relación de polvo / asfalto efectivo tendrá un valor mínimo de 0,6 y un valor máximo de 1,3, definida como el porcentaje por agregado que pasa el tamiz de 0.075 mm (No. 200) dividido por el contenido de ligante efectivo por peso total de la mezcla.

e) El contenido de vacíos en el agregado mineral (VAM) deberá estar en función del tamaño nominal del agregado, según se detalla en la Tabla No. 7.



Tabla 7. Porcentaje mínimo de vacíos en el agregado mineral (VAM) en mezcla asfáltica tipo 401 (3) – AD. (Fuente: CR-2010)

Tabla No. 7 Porcentaje mínimo de vacíos en el agregado mineral (VAM) en mezcla asfáltica tipo 401 (3)-AD	
Tamaño máximo nominal del agregado	Porcentaje mínimo de VAM (%)
37.9 mm	11.0
25.2 mm	12.0
19.0 mm	13.0
12.7 mm	14.0
9.5 mm	15.0

NOTA:
Cuando se estén empleando ligantes modificados con polímeros será válido un VAM de hasta 1.0 % por debajo de los límites identificados; siempre que los requisitos f), g), i), j) y k) sea cumplidos a cabalidad.

f) La resistencia a la compresión uniaxial retenida (AASHTO T 165) será mayor o igual a 85 %. La resistencia a la compresión uniaxial (AASHTO T167) será mayor o igual a 21 kg/cm² en probetas secas (sin condicionamiento). Para ambas pruebas, tanto en la falla seca como en la falla condicionada, las probetas serán moldeadas con mezcla asfáltica elaborada a escala de laboratorio con agregados que no hayan pasado por el secador de la planta. Se aplicará una carga de compresión que produzca vacíos de aire en los especímenes de ensayo de $7,0 \pm 1,0$ %, en especímenes de 100 ± 3 mm (4 ± 0.1 pulgadas).

g) La resistencia a la tensión diametral retenida (AASHTO T 283) deberá ser mayor o igual a 85 % (sin efectuar el período de congelamiento-descongelamiento). La resistencia retenida a la tensión diametral a 25°C deberá ser al menos 450 kPa (luego del acondicionamiento con humedad). Para ambas pruebas, tanto en la falla seca como en la falla acondicionada, las probetas serán moldeadas con mezcla asfáltica elaborada a escala de laboratorio con agregados que no hayan pasado por el secador de la planta. Se aplicará una carga de compresión que produzca vacíos de aire en los especímenes de ensayo de $7,0 \pm 1,0$ %, en especímenes de 100 ± 3 mm (4 ± 0.1 pulgadas). Los especímenes a ensayar deben tener una altura de 99 ± 3 mm.

Nota: Queda a criterio del órgano inspector, el verificar que la mezcla producida en planta cumpla con los incisos f) y g) de la presente especificación.



h) El módulo resiliente retenido a los 25°C será de al menos 3500 MPa (luego del condicionamiento por humedad). El ensayo de acondicionamiento no incluye el período de congelamiento y descongelamiento. Para ambas pruebas, tanto en la falla seca como en la falla condicionada, las probetas serán moldeadas con mezcla asfáltica elaborada a escala de laboratorio con agregados que no hayan pasado por el secador de la planta. Se aplicará una carga de compresión que produzca vacíos de aire en los especímenes de ensayo de $7,0 \pm 1.0\%$. Para la determinación del módulo resiliente se empleará el ensayo AASHTO TP 31-96. El ensayo de acondicionamiento debe ser a 24 horas a 60°C previa saturación, en correspondencia con el método AASHTO T 283.

Nota 1: el módulo resiliente es una propiedad del material y por tanto se debe considerar dentro del diseño estructural del pavimento, en caso de construcción nueva, rehabilitación mayor y reconstrucción.

Nota 2: Se propone el valor mínimo de módulo resiliente de 3500 MPa (después del condicionamiento), como un valor transitorio que debe ser más riguroso para el 2014. A partir de dicho año se propone un valor mínimo de 4000 MPa (después del condicionamiento).

Nota 3: En referencia a los incisos g) y h), la especificación será vigente en tanto se desarrolla para Costa Rica una normativa apropiada para calcular las condiciones de humedad y saturación propias de nuestro clima tropical.

i) El porcentaje de vacíos llenos con asfalto (VFA) estará dentro del rango conforme con la Tabla N° 8.

Tabla 8. Porcentaje mínimo de vacíos llenos con asfalto (VFA) en mezcla asfáltica tipo 401 (3) – AD. (Fuente: CR-2010)

Tabla No.8 Porcentaje mínimo de vacíos llenos con asfalto (VFA) en mezcla asfáltica tipo 401 (3) -AD	
Tráfico en millones de ejes equivalentes de 8.2 toneladas.	Porcentaje de vacíos llenos con asfalto (VFA) (%)
Inferior a 0.3	Entre 70 y 80
Entre 0.3 y 3.0	Entre 65 y 78
Mayor a 3.0	Entre 65 y 75
NOTAS:	
1. Tráfico proyectado sobre el pavimento en un período de 20 años.	
2. Cuando se estén empleando ligantes modificados con polímeros será válido un VFA de hasta 2 % por debajo del límite inferior identificado; siempre que los requisitos g), h) y j) se cumplan a cabalidad.	



j) La deformación plástica luego de 8000 ciclos de carga en la pista de ensayo de Georgia (Analizador de Pavimentos Asfálticos, -APA-) a 60 °C, deberá ser menor o igual a 3,5 mm. Esta deformación deberá obtenerse como promedio de 3 corridas del ensayo (6 especímenes). Esto implicaría el promedio de 12 puntos de medición que corresponden a 2 puntos por cada uno de los 6 especímenes utilizados. Además, se requiere que, la desviación estándar no exceda 0.27 mm, para los 12 puntos medidos. Se aplicará una carga de compresión que produzca vacíos de aire en los especímenes de ensayo de $7,0 \pm 1,0\%$.

Se requiere adicionalmente que el ensayo de APA sea realizado con mezcla únicamente condicionada a corto plazo (4 horas \pm 5 min a $135 \pm 3^\circ\text{C}$), compactada inmediatamente después de este condicionamiento, con el objetivo de evitar un recalentamiento excesivo de la mezcla, ya que esto puede provocar una oxidación y envejecimiento no deseados en ésta. La normativa de ensayo a seguir está normada por procedimiento estándar AASHTO TP 63-03.

k) La cantidad de repeticiones de carga para la falla por fatiga a 20°C deberá ser, para todos los niveles de deformación unitaria controlada, igual o superior a los requisitos mínimos de la Tabla 9, para el promedio de al menos dos vigas. Para la determinación de la cantidad de repeticiones para la falla por fatiga se empleará la metodología AASHTO T 321-03. Los especímenes de ensayo son vigas de concreto asfáltico, con longitud de 380 mm y sección transversal de 50 mm (ancho) por 63 mm (altura), densificadas de forma que su contenido de vacíos sea de $7,0 \pm 1,0\%$. Los especímenes de ensayo compactados, deben ser envejecidos, de previo al ensayo, en un horno a 85 °C por 5 días.

Tabla 9. Repeticiones de carga para la falla por fatiga mínimas en mezcla asfáltica tipo 401 (3) – AD.

Repeticiones de carga para la falla por fatiga mínimas en mezcla asfáltica tipo 401 (3)-AD	
Deformación unitaria controlada a lo largo de todo el ensayo	Cantidad mínima de repeticiones de carga para la falla a 20°C
400 E-6 mm/mm	1.250.000
600 E-6 mm/mm	375.000



l) La temperatura de mezclado es la que deberá tener el cemento asfáltico para obtener una viscosidad cinemática de $0,17 \pm 0,02 \text{ Pa}\cdot\text{s}$ ($170 \pm 20 \text{ cSt}$), determinada a partir de la gráfica de la viscosidad en función de la temperatura, usando determinaciones de viscosidad al menos a temperaturas de 125, 135 y 145 grados centígrados. Cuando se empleen asfaltos modificados con polímeros, la temperatura de mezclado podrá ser modificada por el contratista, de acuerdo con criterios soportados por el fabricante del polímero. Los cambios en la temperatura de mezclado son válidos siempre que se cumplan todas las propiedades especificadas para la mezcla asfáltica.

Nota: la temperatura de mezclado no deberá exceder los $163 \text{ }^\circ\text{C}$.

m) La temperatura de compactación en laboratorio es la que deberá tener el cemento asfáltico para obtener una viscosidad cinemática de $0,28 \pm 0,03 \text{ Pa}\cdot\text{s}$ ($280 \pm 30 \text{ cSt}$), determinada a partir de la gráfica de la viscosidad en función de la temperatura, usando determinaciones de viscosidad al menos a 125, 135 y 145 grados centígrados. Esta temperatura podrá ser ajustada en el laboratorio de acuerdo con criterios técnicos soportados por el fabricante del polímero, cuando estos sean usados. Esta temperatura de compactación podrá ser ajustada en obra, de acuerdo con las condiciones locales de topografía del proyecto, del ambiente y del equipo de colocación, mediante un tramo de prueba y análisis de cumplimiento de la mezcla asfáltica. Los cambios en la temperatura de compactación son válidos siempre que se cumplan todas las propiedades especificadas para la mezcla asfáltica.

2.2.2 Requisitos para la mezcla asfáltica designación 401 (4) – AD.

La mezcla asfáltica diseñada por la metodología Superpave® como mezcla de Alto Desempeño para rutas de alto tránsito (mayor a 10 millones de ESAL's en un período de 20 años) deberá cumplir con los requisitos que se indican a continuación cuando se utilice para capas de rodadura.

En todo caso aplicable se empleará la normativa de preparación de especímenes Superpave® del Manual SP-2, Diseño de mezclas Superpave®, del Instituto del Asfalto.



Previo a la compactación de los especímenes Superpave® para ensayos de desempeño, la mezcla asfáltica deberá ser condicionada de acuerdo a su procedimiento de ensayo a corto o largo plazo.

a) Se aplicará el esfuerzo de compactación (número de giros) en el compactador giratorio Superpave® (SGC) según se indica en la Tabla 10, para cada nivel de densificación: i) inicial, ii) de diseño y iii) máxima; para cada distinto nivel de carga.

Tabla 10. Niveles de densificación en compactador giratorio Superpave® (SGC) para mezcla asfáltica tipo 401 (4) – AD. (Fuente: CR-2010)

Tabla No.10 Niveles de densificación en compactador giratorio Superpave (SGC) para mezcla asfáltica tipo 401 (4) -AD			
Tráfico en millones de ejes equivalentes de 8.2 toneladas	Parámetros de densificación		
	N inicial	N diseño	N máxima
Inferior a 0.3	6	50	75
Entre 0.3 y 3.0	7	75	115
Entre 3.0 y 30.0	8	100	160
Mayor a 30.0	9	125	205

NOTA:
Los ejes equivalentes de 8.2 toneladas serán estimados para un periodo de carga de 20 años.

b) Para los especímenes Superpave® compactados a los niveles de densificación definidos en a), deberán cumplirse los porcentajes de compactación de la Tabla N°. 11. Es importante destacar que los especímenes deben ser compactados a $N_{\text{diseño}}$, mientras que la comprobación del $N_{\text{máxima}}$ se realiza para la fórmula de trabajo.

c) El contenido de vacíos con aire en pastillas Superpave® deberá estar dentro del rango de $4,0 \pm 1,0$ %. La dosificación de diseño se debe calcular para un contenido de vacíos de 4,0 %. Adicionalmente la tolerancia en el contenido de cemento asfáltico será de $\pm 0,5\%$ respecto al contenido óptimo de cemento asfáltico, con respecto al peso total de la mezcla.

d) La relación de polvo / asfalto efectivo tendrá un valor mínimo de 0,6 y un valor máximo de 1,3, definida como el porcentaje por agregado que pasa el tamiz de 0.075 mm (No. 200) dividido por el contenido de ligante efectivo por peso total de la mezcla.



Tabla 11. Requisitos de compactación para especímenes Superpave para mezcla asfáltica tipo 401 (4) – AD. (Fuente: CR-2010)

Tabla No. 11 Requisitos de compactación para especímenes Superpave para mezcla asfáltica tipo 401(4) -AD			
Tráfico en millones de ejes equivalentes de 8.2 toneladas	Requisito de compactación con respecto a la gravedad específica máxima teórica (%)		
	N inicial	N diseño	N máxima
Inferior a 0.3	Menor a 91.5	96.0	No aplica
Entre 0.3 y 3.0	Menor a 90.5	96.0	Menor a 98.0
Entre 3.0 y 30.0	Menor a 89.0 (2)	96.0	Menor a 98.0
Mayor a 30.0	Menor a 89.0 (2)	96.0	Menor a 98.0

NOTAS:
1. Tráfico proyectado sobre el pavimento en un periodo de 20 años.
2. Cuando se estén empleando ligantes modificados con polímeros será válido un porcentaje de compactación con el número de giros inicial de hasta 89.5 %, en los escenarios de carga vehicular entre 3.0 y 30.0 millones y más de 30.0 millones, siempre que se cumplan a cabalidad los requisitos desde f) hasta k)

e) El contenido de vacíos en el agregado mineral (VAM) deberá estar en función del tamaño nominal del agregado, según se detalla en la Tabla No. 12.

Tabla 12. Porcentaje mínimo de vacíos en el agregado mineral (VAM) en mezcla asfáltica tipo 401 (4) – AD. (Fuente: CR-2010)

Tabla No. 12 Porcentaje mínimo de vacíos en el agregado mineral (VAM) en mezcla asfáltica tipo 401 (4) -AD	
Tamaño máximo nominal del agregado	Porcentaje mínimo de VAM (%)
37.9 mm	11.0
25.2 mm	12.0
19.0 mm	13.0
12.7 mm	14.0
9.5 mm	15.0

NOTA:
Cuando se estén empleando ligantes modificados con polímeros será válido un VAM de hasta 1.0 % por debajo de los límites identificados; siempre que los requisitos f), g), i), j) y k) sea cumplidos a cabalidad.

f) La resistencia a la compresión uniaxial retenida (AASHTO T 165) será mayor o igual a 85 %. La resistencia a la compresión uniaxial (AASHTO T167) será mayor o igual a 21 kg/cm² en probetas secas (sin acondicionamiento). Para ambas pruebas, tanto en la falla seca como



en la falla acondicionada, las probetas serán moldeadas con mezcla asfáltica elaborada a escala de laboratorio con agregados que no hayan pasado por el secador de la planta. Se aplicará una carga de compresión que produzca vacíos de aire en los especímenes de ensayo de $7,0 \pm 1,0 \%$, en especímenes de 100 ± 3 mm (4 ± 0.1 pulgadas).

g) La resistencia a la tensión diametral retenida (AASHTO T 283) deberá ser mayor o igual a 85 % (sin efectuar el período de congelamiento-descongelamiento). La resistencia retenida a la tensión diametral a 25°C deberá ser al menos 450 kPa (luego del condicionamiento con humedad). Para ambas pruebas, tanto en la falla seca como en la falla condicionada, las probetas serán moldeadas con mezcla asfáltica elaborada a escala de laboratorio con agregados que no hayan pasado por el secador de la planta. Se aplicará una carga de compresión que produzca vacíos de aire en los especímenes de ensayo de $7,0 \pm 1,0 \%$, en especímenes de 100 ± 3 mm (4 ± 0.1 pulgadas). Los especímenes a ensayar deben tener una altura de 99 ± 3 mm.

Nota: Queda a criterio del órgano inspector, el verificar que la mezcla producida en planta cumpla con los incisos f) y g) de la presente especificación.

h) El módulo resiliente retenido a los 25°C será de al menos 3500 MPa (luego del condicionamiento por humedad). El ensayo de acondicionamiento no incluye el período de congelamiento y descongelamiento. Para ambas pruebas, tanto en la falla seca como en la falla condicionada, las probetas serán moldeadas con mezcla asfáltica elaborada a escala de laboratorio con agregados que no hayan pasado por el secador de la planta. Se aplicará una carga de compresión que produzca vacíos de aire en los especímenes de ensayo de $7,0 \pm 1.0\%$. Para la determinación del módulo resiliente se empleará el ensayo AASHTO TP 31-96. El ensayo de acondicionamiento debe ser a 24 horas a 60°C previa saturación, en correspondencia con el método AASHTO T 283.

Nota 1: el módulo resiliente es una propiedad del material y por tanto se debe considerar dentro del diseño estructural del pavimento, en caso de construcción nueva, rehabilitación mayor y reconstrucción.

Nota 2: Se propone el valor mínimo de módulo resiliente de 3500 MPa (después del condicionamiento), como un valor transitorio que debe ser más riguroso para el 2014. A partir de dicho año se propone un valor mínimo de 4000 MPa (después del condicionamiento).



Nota 3: En referencia a los incisos g) y h), la especificación será vigente en tanto se desarrolla para Costa Rica una normativa apropiada para calcular las condiciones de humedad y saturación propias de nuestro clima tropical.

i) El porcentaje de vacíos llenos con asfalto (VFA) estará dentro del rango conforme con la Tabla N° 13.

Tabla 13. Porcentaje mínimo de vacíos llenos con asfalto (VFA) en mezcla asfáltica tipo 401 (4) – AD. (Fuente: CR-2010)

Tabla No. 13 Porcentaje mínimo de vacíos llenos con asfalto (VFA) en mezcla asfáltica tipo 401 (4) -AD	
Tráfico en millones de ejes equivalentes de 8.2 toneladas.	Porcentaje de vacios llenos con asfalto (VFA) (%)
Inferior a 0.3	Entre 70 y 80
Entre 0.3 y 3.0	Entre 65 y 78
Mayor a 3.0	Entre 65 y 75
NOTAS: 1. Tráfico proyectado sobre el pavimento en un periodo de 20 años. 2. Cuando se estén empleando ligantes modificados con polimeros será válido un VFA de hasta 2 % por debajo del limite inferior identificado; siempre que los requisitos g), h) y j) se cumplan a cabalidad.	

j) La deformación plástica luego de 8000 ciclos de carga en la pista de ensayo de Georgia (Analizador de Pavimentos Asfálticos, -APA-) a 60 °C, deberá ser menor o igual a 2,5 mm Esta deformación deberá obtenerse como promedio de 3 corridas del ensayo (6 especímenes). Esto implicaría el promedio de 12 puntos de medición que corresponden a 2 puntos por cada uno de los 6 especímenes utilizados. Además, se requiere que, la desviación estándar no exceda 0.27 mm, para los 12 puntos medidos. Se aplicará una carga de compresión que produzca vacíos de aire en los especímenes de ensayo de $7,0 \pm 1,0\%$.

Se requiere adicionalmente que el ensayo de APA sea realizado con mezcla únicamente condicionada a corto plazo (4 horas \pm 5 min a $135 \pm 3^\circ\text{C}$), compactada inmediatamente después de este condicionamiento, con el objetivo de evitar un recalentamiento excesivo de la mezcla, ya que esto puede provocar una oxidación y envejecimiento no deseados en ésta. La normativa de ensayo a seguir está normada por procedimiento estándar AASHTO TP 63-03.



k) La cantidad de repeticiones de carga para la falla por fatiga a 20°C deberá ser, para todos los niveles de deformación unitaria controlada, igual o superior a los requisitos mínimos de la Tabla 14, para el promedio de al menos dos vigas. Para la determinación de la cantidad de repeticiones para la falla por fatiga se empleará la metodología AASHTO T 321-03. Los especímenes de ensayo son vigas de concreto asfáltico, con longitud de 380 mm y sección transversal de 50 mm (ancho) por 63 mm (altura), densificadas de forma que su contenido de vacíos sea de $7,0 \pm 1,0\%$. Los especímenes de ensayo compactados, deben ser envejecidos, de previo al ensayo, en un horno a 85 °C por 5 días.

Tabla 14. Repeticiones de carga para la falla por fatiga mínimas en mezcla asfáltica tipo 401 (4) – AD.

Repeticiones de carga para la falla por fatiga mínimas en mezcla asfáltica tipo 401 (3)-AD	
Deformación unitaria controlada a lo largo de todo el ensayo	Cantidad mínima de repeticiones de carga para la falla a 20°C
400 E-6 mm/mm	1.000.000
600 E-6 mm/mm	300.000

l) La temperatura de mezclado es la que deberá tener el cemento asfáltico para obtener una viscosidad cinemática de $0,17 \pm 0,02 \text{ Pa}\cdot\text{s}$ ($170 \pm 20 \text{ cSt}$), determinada a partir de la gráfica de la viscosidad en función de la temperatura, usando determinaciones de viscosidad al menos a temperaturas de 125, 135 y 145 grados centígrados. Cuando se empleen asfaltos modificados con polímeros, la temperatura de mezclado podrá ser modificada por el contratista, de acuerdo con criterios soportados por el fabricante del polímero. Los cambios en la temperatura de mezclado son válidos siempre que se cumplan todas las propiedades especificadas para la mezcla asfáltica.

Nota: la temperatura de mezclado no deberá exceder los 163 °C.

m) La temperatura de compactación en laboratorio es la que deberá tener el cemento asfáltico para obtener una viscosidad cinemática de $0,28 \pm 0,03 \text{ Pa}\cdot\text{s}$ ($280 \pm 30 \text{ cSt}$), determinada a partir de la gráfica de la viscosidad en función de la temperatura, usando determinaciones de viscosidad al menos a 125, 135 y 145 grados centígrados. Esta temperatura podrá ser ajustada en el laboratorio de acuerdo con criterios técnicos



soportados por el fabricante del polímero, cuando estos sean usados. Esta temperatura de compactación podrá ser ajustada en obra, de acuerdo con las condiciones locales de topografía del proyecto, del ambiente y del equipo de colocación, mediante un tramo de prueba y análisis de cumplimiento de la mezcla asfáltica. Los cambios en la temperatura de compactación son válidos siempre que se cumplan todas las propiedades especificadas para la mezcla asfáltica.

3. ANÁLISIS FINAL

Las variaciones en las especificaciones planteadas en este documento, responden a la investigación que el LanammeUCR ha realizado con 12 mezclas de laboratorio, así como también 4 mezclas de planta que se han analizado en los últimos meses.

La determinación del nuevo límite de Módulo Resiliente retenido se basa en el criterio de que si bien este es una medición de la rigidez de la mezcla asfáltica, no será este parámetro el que finalmente determine el comportamiento de la mezcla hacia la deformación plástica y el daño por humedad. Se consideran de mayor importancia los resultados obtenidos mediante los ensayos de APA, la resistencia a la compresión uniaxial retenida y a la tensión diametral retenida.

De acuerdo a la investigación realizada en el LanammeUCR, con mezclas convencionales actualmente utilizadas en Costa Rica, tanto creadas en nuestro laboratorio como creadas en planta, se ha detectado que los resultados de fatiga están en la mayoría de los casos muy por encima de la especificación mínima requerida. Por este motivo se considera que una modificación en los requisitos es necesaria para asegurar el adecuado desempeño de las mezclas asfálticas ante la fatiga. Con esto, se pretende subir la especificación hasta un valor más estricto de acuerdo al desempeño de mezclas de mayor flexibilidad.

El LanammeUCR ha determinado que todas las modificaciones propuestas para las especificaciones de mezcla asfáltica 401 (3) – AD y 401 (4) – AD, son fácilmente alcanzables cuando se utilizan granulometrías más abiertas, porcentajes más altos de asfalto en el diseño y/o si se utilizan modificantes para el ligante asfáltico. Mediante el uso de cualquiera de estos dos recursos se garantiza que las mezclas asfálticas diseñadas mediante la metodología Superpave® cumplirán con las especificaciones de desempeño solicitadas.



Es deseable que estas modificaciones sugeridas sean exigidas y aplicadas al corto plazo en los carteles de licitación para mezcla asfáltica en caliente, ya que estas se plantean en pro de una mejora significativa en el desempeño de las mezclas utilizadas actualmente, con el fin de ofrecer al país una mejora a los proyectos de conservación vial así como en la infraestructura vial a nivel nacional.

