

NLT-382/08

Evaluación de la adherencia entre capas de firme, mediante el ensayo de corte.

En esta sección se describen métodos de ensayo para mezclas bituminosas en caliente

Javier Loma, javierloma@padecasa.com

Padecasa

1. Objeto y principio del ensayo

Determinación de la adherencia entre las capas de mezcla bituminosa, o bien entre las capas de mezcla bituminosa y las capas de materiales granulares tratados con conglomerantes hidráulicos con probetas fabricadas en laboratorio y/o testigos extraídos de la obra.

Este método permite determinar el esfuerzo cortante necesario para separar dos capas o bien la determinación de la energía de deformación correspondiente al área delimitada bajo la curva carga-deformación.



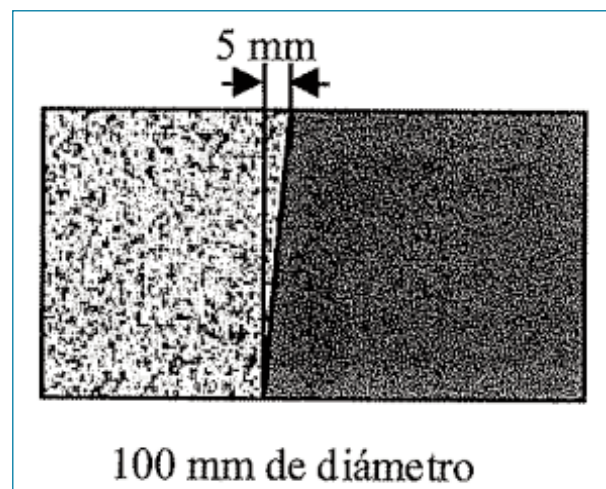
2. Método operativo

Las probetas de ensayo preferentemente pueden tener dimensiones de 100 o 150 milímetros de diámetro.

Preparación de las probetas-testigos:

-Probetas de laboratorio. Para las probetas fabricadas la-

boratorio (anejo de la Norma) pueden fabricarse con el compactador de impacto según la norma UNE-EN 12697-30 (para diámetro de 100 mm) o con el compactador giratorio según la norma UNE-EN 12697-31 (para diámetro de 100 y 150 mm). La capa de base debe ser una mezcla del tipo AC16S fabricada con PMB 10/40-70 y un espesor final de 100 mm (para diámetro de probeta de 100 mm.) o 130 mm (para diámetro de probeta de 150 mm) para posteriormente cortar en ambos casos a un espesor de ensayo final de 65 milímetros. Sobre esta probeta se extiende la emulsión de riego de adherencia con la dotación deseada (dotación estándar 500 gr/m²) de ligante residual) manteniendo para el curado a temperatura ambiente (20-25°C) durante 24 horas. La compactación de la capa superior se realiza empleando el mismo tipo de mezcla en un espesor >50 milímetros, empleando una prensa de doble embolo aplicando 21 MPa durante 2 minutos.



- Testigos de obra. Presentarán un diámetro homogéneo, sin irregularidades en las superficiales laterales y con el interfaz entre las dos capas perpendicular al eje longitudinal.

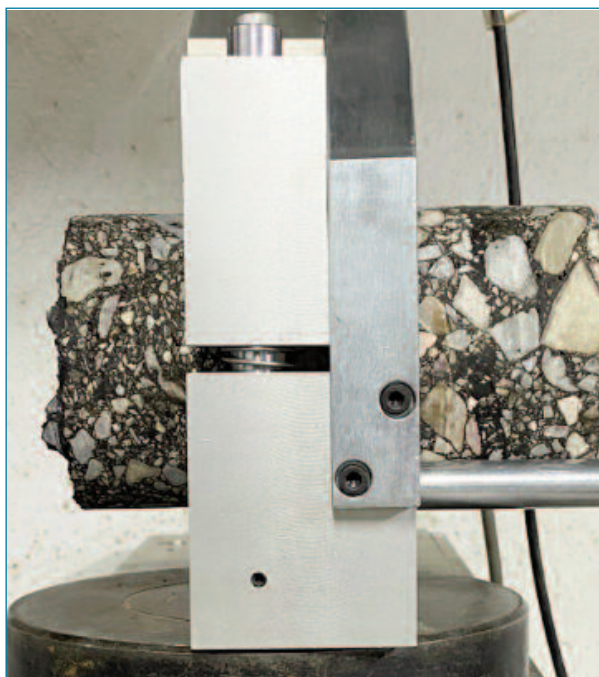
NLT-382/08 Evaluación de la adherencia entre capas de firme, mediante el ensayo de corte.

nal del mismo, permitiendo una desviación máxima de 5 mm para las probetas de diámetro de 100 mm y 7,5 mm para las probetas de diámetro de 150 mm.

Se determina el diámetro en ambas caras y se calcula la superficie de la sección transversal (S).

El acondicionamiento de los testigos/probetas se realiza en cámara termostática a una temperatura de $20 \pm 1^\circ\text{C}$ durante al menos 3 horas.

Se coloca el testigo/probeta en el soporte asegurando la mitad superior de la mordaza. Se debe extremar el cuidado de la colocación de la probeta para el ensayo, en el caso de la mordaza A, el interfaz de las dos capas debe coincidir con el plano de desplazamiento de los dos sectores mientras que en el caso de la mordaza B debe sobresalir 5 mm. del extremo de la mordaza ya cerrada.



Fotografías ensayo dispositivo A.

Se aplica una carga con una velocidad de deformación de 2,5 mm/min y se registran los resultados de la carga y desplazamiento producido hasta la separación de las capas.

3. Equipamiento

Para la ejecución del ensayo se precisa el siguiente equipamiento:

Prensa con capacidad para proporcionar una carga míni-

ma de 50 kN y velocidad uniforme de desplazamiento de 2,5 mm/min., con registro gráfico de la carga y la deformación de manera simultánea.

Cámara termostática para una temperatura de $20 \pm 1^\circ\text{C}$.

Dispositivo de corte. La Norma contempla dos tipos diferentes:

A. Mordaza de dos cuerpos con diámetro interior para testigos de 100 o 150 mm.

B. Mordaza cilíndrica desmontable en dos mitades con diámetro interior de 101,6 mm o 150 mm.

Para la preparación de las probetas en laboratorio se precisan compactadores de impacto y/o giratorio, así como una prensa de doble émbolo con posibilidad de llegar a una carga de 21 MPa. También un equipo para el corte de probetas.



4. Resultados

A partir del gráfico de carga-deformación, se determinan los siguientes parámetros:

Superficie de la sección transversal, en mm^2 : $S = \mu \cdot d^2 / 4$

Carga máxima de rotura, F_{max} , expresada en N.

Resistencia a esfuerzo cortante, T_c , en N/mm^2 calculada a partir de la expresión:

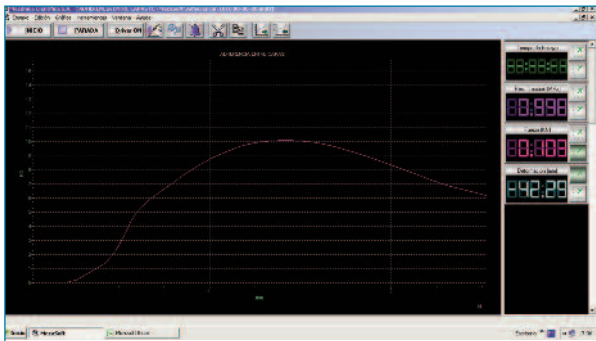
$$\text{Dispositivo A: } T_c = F_{\text{max}} / S$$

$$\text{Dispositivo B: } T_c = (F_{\text{max}} / 2) / S$$

El número mínimo de testigos/probetas para la realización de los ensayos es de 4.

Además, se indicarán los siguientes datos:

- la deformación a la carga máxima (en mm),
- origen y tipo de muestra,
- diámetro de la muestra de ensayo (en 0,1 mm),
- temperatura de ensayo (en $^\circ\text{C}$),
- velocidad de aplicación (mm/s),
- dispositivo empleado (A o B).



5. Puntos Críticos

Aun siendo un procedimiento sencillo para la valoración de selección de los materiales, las condiciones de puesta en obra y curado en laboratorio no son exactamente iguales a las realizadas en la obra, por lo que deben ser verificadas con el ensayo en los tramos de ensayo.

Se han encontrado diferencias importantes en los resultados obtenidos en los ensayos realizados del mismo material empleando ambas metodologías, obteniendo valores superiores cuando se utiliza el dispositivo A (15-35%).

Para la realización del ensayo con capas ultradelgadas o de pequeño espesor, es recomendado la realización del ensayo con el dispositivo A.

6. Comentarios

Este método permite evaluar la efectividad de diferentes tipos de emulsiones utilizadas en los riegos de adherencia, con diferente dotación, mediante ensayos previos de laboratorio.

Actualmente está en proceso de redacción (versión borrador) una Norma europea EN 12697-48, que recoge varios procedimientos de ensayo con diferentes metodologías, condiciones de temperatura y velocidades de rotura.

Hay un importante trabajo interlaboratorio sobre el empleo de los dos métodos normalizados realizado por laboratorios adscritos a Aleas (Asociación de Laboratorios de Ensayo de Asefma), cuyos resultados han sido publicados en varias jornadas y congresos sectoriales.

La precisión del ensayo es del orden del 10% en las mejores condiciones, con mayor dispersión para los ensayos realizados en testigos de obra que en ensayos de testigos de laboratorio.

Se obtienen mejores resultados para mezclas con superfi-

cies de macrotexturas más bajas, sin poder establecer una correlación por esta sola variante, entre la superficie de la capa de soporte y la dotación de emulsión óptima.

Los procedimientos que se utilizan en España, y descritos en la norma NLT, vienen recogidos en la norma europea: el ensayo descrito para el dispositivo A aparece en el apartado 7, del grupo "Shear Bond Test, SBT", y la metodología descrita para el dispositivo B está recogida en el anexo C.

Para la evaluación de la adherencia entre capas se están estudiando otros procedimientos alternativos, tanto para su realización en el laboratorio como para la medida in situ en la obra.

7. Bibliografía

- NLT.- 382/08. Evaluación de la adherencia entre capas de firme, mediante ensayo de corte.
- NLT.- 161. Resistencia a compresión simple de mezclas bituminosas.
- UNE EN 12697-30. Compactador de impacto.
- UNE EN 12697-31. Compactador giratorio.

Este método describe 2 procedimientos de ensayo para valorar la adherencia entre las capas, permitiendo así garantizar el correcto funcionamiento de las mezclas bituminosas en el firme. En la actualidad se están estudiando nuevos tipos y métodos de ensayo, algunos de ellos para ser realizados "in situ" en la propia obra.