



RESISTENCIA A LA PROPAGACIÓN DE FISURAS: MÉTODO CEDEX

Este ensayo fue desarrollado en el Centro de Estudios del Transporte con objeto de evaluar la resistencia a la fisuración de las mezclas bituminosas mediante el seguimiento de la propagación del agrietamiento de un material durante un periodo de tiempo suficientemente largo para que se produzcan agrietamientos de elevada longitud. Para ello las probetas de mezcla bituminosa se someten a un ensayo de tracción directa a una pequeña velocidad de desplazamiento (0,03 mm/min), determinándose tanto la carga aplicada en cada instante de medida, como la evolución de las fisuras formadas en las caras de la probeta durante la ejecución del ensayo.

La diferencia fundamental entre este y otros ensayos de fisuración en mezclas bituminosas tales como el ensayo SCB, el ensayo FÉNIX, el ensayo Single Edge Notched Beam, el ensayo Disk Shaped Compact Test, etc., es que el ensayo CEDEX se realiza sobre probetas de mayores dimensiones, con velocidades de aplicación de carga mucho menores, lo que permite llevar un seguimiento de la propagación de la fisura producida durante un periodo de tiempo muy largo, de varias horas de duración.

Para realizar el ensayo se fabrican probetas prismáticas de mezcla bituminosa, de dimensiones suficientemente grandes para obtener, por corte, dos placas de 260 x 130 x 50 mm. Las probetas se pueden fabricar mediante el compactador de placas con rodillo de acero, descrito en la norma UNE-EN 12697-33. Los dos tipos de compactadores existentes en el mercado nacional permiten preparar probetas prismáticas adecuadas para realizar este ensayo.

Las dos placas de mezcla se pegan con resina epoxi a las caras de dos chapas metálicas, dejando 1 cm de separación entre los extremos de éstas. Una vez preparada la probeta, se pintan con una capa delgada de pintura blanca las cuatro caras frontales de las placas para hacer posible el seguimiento de la fisuración. La pintura debe ser de base acuosa u otra formulación que no disuelva el betún asfáltico y que, una vez seca, resulte lo suficientemente frágil para reflejar de forma inmediata la fisuración que tiene lugar en el material bituminoso, sin enmascarar el proceso (la pintura de tipo temple reúne estas características).



Probeta de ensayo

El conjunto se monta en una prensa servohidráulica de ensayo, por medio de dos rótulas, solidarias con la base y el actuador de la prensa respectivamente. En cada una de las rótulas se dispone de fijaciones que



Proyecto Mezclas sostenibles medioambientalmente amigables

servirán para acoplar la probeta a los elementos anteriores, a través de los orificios de las placas metálicas en los extremos de aquella.

A continuación se aplica un desplazamiento de separación, entre las placas metálicas, con una velocidad constante de 0,03 mm/min. Durante el ensayo se registra la separación de las placas, la carga y se sigue la evolución en la longitud de las grietas aparecidas en ambas caras de las dos probetas de mezcla bituminosa, registrando las posiciones en que se encuentran los frentes de fisuración (las grietas más avanzadas), medidas perpendicularmente respecto a la posición de origen (superficie unida a las placas metálicas). El ensayo concluye cuando una de las dos placas de la probeta se divide en dos partes debido al progreso de la fisuración, o bien cuando la carga medida coincide aproximadamente con el valor inicial aplicado antes de que comenzase el desplazamiento del actuador. La temperatura permanece constante durante todo el ensayo a 20° C.

Los resultados del ensayo se obtienen con la ayuda de dos gráficos. En un gráfico se representa la carga aplicada frente al desplazamiento de las placas. En el otro, se relaciona la longitud media de las fisuras superficiales aparecidas en las cuatro caras de las probetas, con respecto al desplazamiento aplicado a las placas.

Con objeto de comparar más fácilmente los resultados del ensayo en las diferentes mezclas bituminosas, se han definido los siguientes parámetros:

- D(f0) : Desplazamiento en mm necesario para iniciar las grietas.
- D(f10) : Desplazamiento en mm necesario para que las grietas avancen una media de 10 mm.
- D(f60) : Desplazamiento en mm correspondiente a una longitud media de grieta de 60 mm.
- DC_{max} : Desplazamiento en mm correspondiente al valor máximo de la carga.
- C_{max} : Valor máximo de la carga en N.
- M: Media ponderada de los valores de los parámetros anteriores {4xD(f0)+D(f10)+D(f60)+DC_{max}}.

Las mezclas que presentan un mayor desplazamiento entre las chapas metálicas, correspondiente a los parámetros D(f0), D(f10), D(f60) y M, se consideran más resistentes a la fisuración. El parámetro M, suma ponderada de los anteriores, puede ayudar a seleccionar la mejor mezcla, que será la que presente un mayor valor.

Además, con objeto de obtener información sobre la tenacidad de las mezclas, de forma similar a la indicada en el ensayo FÉNIX, para este trabajo se han definido y calculado los siguientes parámetros:

$W_{1/2\max dp}$: Área bajo la curva al alcanzarse la mitad de la carga máxima después del máximo.

W_{\max} : Área bajo la curva al alcanzarse la carga máxima.

Índice de Tenacidad, calculado según la expresión:

$$IT_{cedex} = \frac{(W_{1/2\max dp} - W_{\max})}{2h \cdot l} \cdot (DC_{1/2\max dp} - DC_{\max})$$

donde:

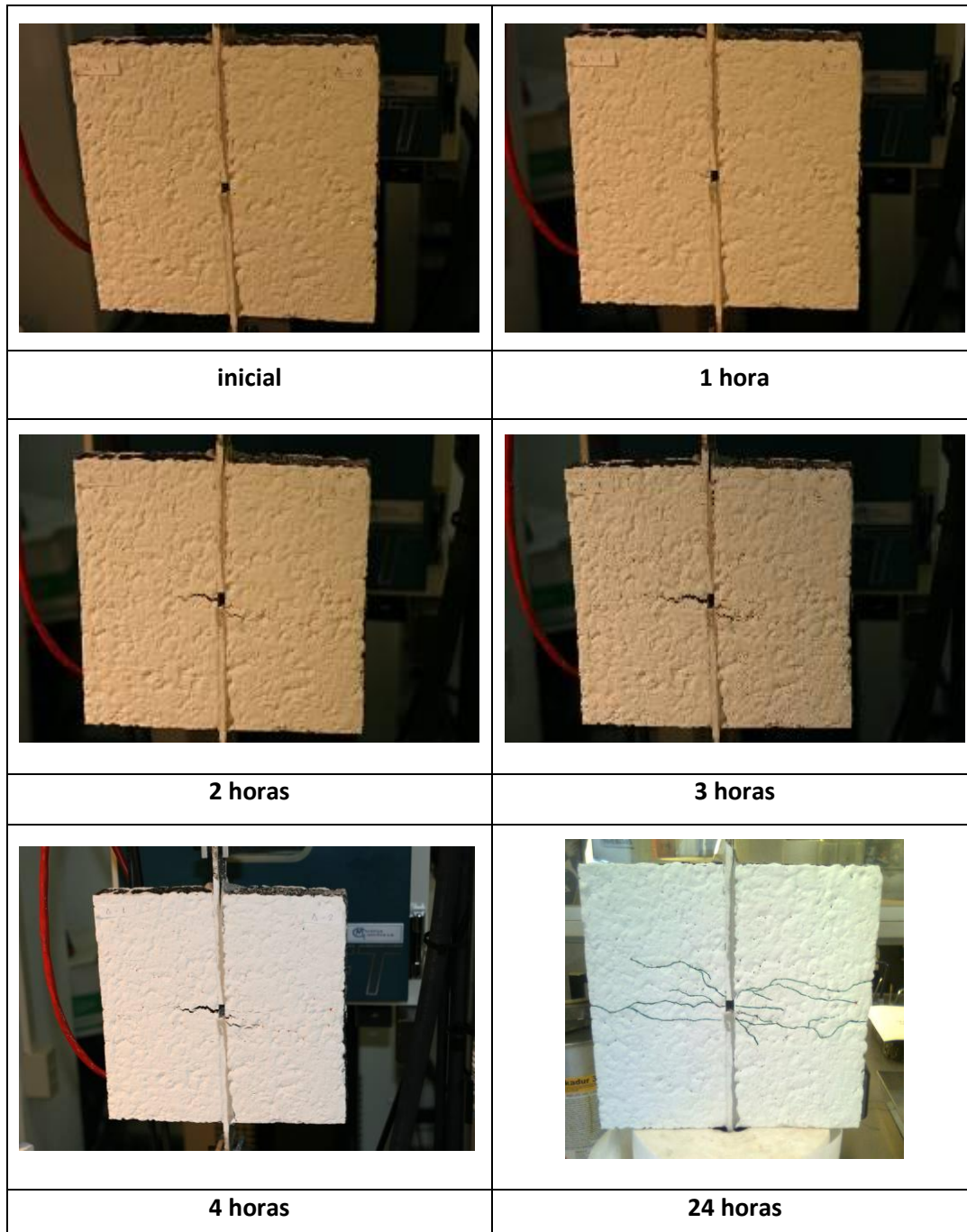
- $W_{1/2\max dp}$: Área bajo la curva hasta el desplazamiento a la mitad de la carga máxima después del pico, en J
- W_{\max} : Área bajo la curva hasta el desplazamiento a la carga máxima, en J
- $DC_{\max/2 dp}$: Desplazamiento hasta la mitad de la carga máxima después del pico, en mm
- DC_{\max} : Desplazamiento hasta la carga máxima, en mm



Proyecto Mezclas sostenibles medioambientalmente amigables

- h: espesor de la probeta, en m
- l: anchura de la probeta, en m

En la figura se muestra la evolución de las grietas de una probeta a lo largo del ensayo y el aspecto a las 24 horas de haber finalizado el ensayo. En la probeta se han dibujado las líneas de agrietamiento progresivo producidas. Obsérvese que la relajación de esfuerzos produce el cierre de las fisuras.



Evolución de la propagación de las grietas en el ensayo CEDEX