



Reporte de Investigación LM- PI - PV- IN- 36 - 05

# **Método Universal de Caracterización de Ligantes (UCL)**

## **INFORME DE AVANCE**

**Investigador principal**

Ing. José Pablo Aguiar Moya

**Julio 2005**

## **INTRODUCCIÓN**

Las metodologías actuales de caracterización y evaluación de desempeño, tanto de ligantes asfálticos como de mezcla asfáltica, involucran generalmente el uso de equipos muy costosos, y procedimientos de evaluación complejos y de larga duración. Este es el caso de metodologías como la Superpave, la cual para caracterizar las mezclas adecuadamente, principalmente cuando se trata reprojectos de alta importancia, requiere de una extensa cantidad de ensayos, lo que involucra largos y costosos períodos de análisis de la mezcla en el laboratorio. Adicionalmente, puesto que la tecnología no se ha terminado de desarrollar completamente, existen ensayos como los realizados para la medición de la deformación permanente, o la correlación con la misma (puesto que en muchos de los casos no mide directamente el tipo de deterioro) que requieren de equipos de operación y mantenimiento costoso

Es por esto que se plantea el siguiente proyecto de investigación, con el fin de evaluar un método alterno para la caracterización de ligantes (UCL), que involucra ensayos de relativa simplicidad, los cuales nos pueden ayudar a describir las propiedad fundamentales de distintos tipos de ligantes asfálticos, con equipo mucho más accesible y mayor rapidez.

## **MÉTODO UCL**

El Método Universal de Caracterización de Ligantes, o UCL, fue desarrollado por la Universidad Politécnica de Cataluña. Este método fue desarrollado con el fin de evaluar y caracterizar ligantes asfálticos que van a ser usados en mezclas asfálticas, para capas de rodadura de carreteras. Este método se apoya en el ensayo del Cántabro de la norma española (NLT-352/86), que a su vez depende de la normativa para el ensayo en la Máquina de Los Ángeles (NLT-149/91).

Las propiedades de la mezcla asfáltica estudiadas son<sup>1</sup>:

- La cohesión, o poder aglutinante de la mezcla.
- La susceptibilidad térmica. Dado que los ligantes asfálticos son materiales visco-elásticos, sus propiedades varían con la temperatura y frecuencia de carga.
- La adhesividad. Esto se refiere a la adherencia ligante agregado bajo el efecto del agua.
- El envejecimiento. Debido a los efectos del entorno (aire y calor entre otros) se produce oxidación y envejecimiento de los ligantes rigidizando la mezcla.

---

<sup>1</sup> Referencia (1)

## **ENSAYO CÁNTABRO (NLT-352/86)<sup>2</sup>**

El ensayo permite valorar indirectamente la trabazón, cohesión, así como la resistencia a la disgregación de la mezcla, ante los efectos abrasivos y de succión originados por el tráfico.

Para la realización del ensayo, se preparan muestras según la metodología Marshall.

El procedimiento del ensayo es el siguiente:

1. Se determina la masa de cada probeta con aproximación de 0,1 g y se anota dicho valor,  $P_1$ .
2. Se introduce a continuación una probeta en el bombo de la máquina de Los Ángeles y, sin la carga abrasiva de las bolas, se hace girar el tambor a la misma velocidad normalizada en la NLT-149 de 3,1 a 3,5 rad/s (30 a 33 rpm), durante 100, 200 y 300 vueltas.
3. Al final del ensayo, se saca la probeta y se pesa de nuevo con la misma aproximación de 0,1 g, anotando este valor como  $P_2$ .
4. Se calcula el resultado del ensayo de pérdida por desgaste para cada probeta ensayada, mediante la siguiente expresión:

$$P_c = \frac{P_1 - P_2}{P_1} \cdot 100$$

Donde,

$P_c$  = valor de la pérdida por desgaste, en %.

$P_1$  = masa inicial de la probeta, en gramos.

$P_2$  = masa final de la probeta, en gramos.

---

<sup>2</sup> Referencias (4), (5), (6), (7)

## MEZCLA PATRÓN<sup>3</sup>

Según estudios realizados por la Universidad Politécnica de Cataluña, se debe fabricar una mezcla patrón a partir de agregado sanos y limpios, con un desgaste de Los Ángeles inferior al 25%, y de una absorción inferior al 1,5%. Se han utilizado dos granulometrías abiertas de diferente tamaño:

Tabla 1. Granulometrías patrón.

Malla (mm)	% Pasando	
	Granulometría T – 5	Granulometría T – 10
12,5	100	100
10,0	100	82
5,0	100	38
2,5	80	6
0,63	0	0

Fuente: Referencias (1), (2), (3).

De las granulometrías anteriores, recomiendan la T – 5, por ser la que da menores dispersiones en el ensayo cántabro y proporciona un mayor porcentaje de vacíos en la mezcla, lo que facilita la circulación de aire por la probeta en el ensayo de oxidación.

La probeta se fabrica siguiendo el procedimiento Marshall, pero empleando en la compactación únicamente 50 golpes por cara. El peso del agregado para la elaboración de la probeta suele ser de 1000 g. El porcentaje del ligante asfáltico es de 4,5 % PTA (peso total de agregado).

Las condiciones de ensayo de la probeta varían según la variable estudiada: susceptibilidad térmica, adhesividad o envejecimiento.

En el caso de estudiar la susceptibilidad térmica<sup>4</sup>, las probetas se mantienen en el congelador u horno a la temperatura de ensayo (varía de –30 °C a 60 °C), el tiempo necesario para que las probetas tomen la temperatura de ensayo, y se realiza este con la máxima premura en la máquina de Los Ángeles, que debe encontrarse en una habitación a 25 °C.

Para estudiar la adhesividad<sup>5</sup>, las probetas se ensayan en la máquina de Los Ángeles, a la temperatura de 25 °C, debiendo transcurrir un día desde su extracción del baño (las condiciones de inmersión de las probetas pueden variarse según las necesidades del estudio, aunque recomiendan 4 días a 49 °C o 1 día a 60 °C) y su ensayo.

---

<sup>3</sup> Referencias (1), (2), (3)

<sup>4</sup> Referencia (1)

<sup>5</sup> Referencia (2)

Finalmente, para analizar el envejecimiento<sup>6</sup>, se someten las probetas a envejecimiento a 163 °C durante diferentes períodos de tiempo (5, 10, 15 y 20 horas), y luego se ensayan las probetas en la máquina de Los Ángeles, a la temperatura de 25 °C.

---

<sup>6</sup> Referencia (3)

## **BIBLIOGRAFÍA**

1. Pérez, et al. Evaluación de la cohesión y susceptibilidad térmica de los ligantes bituminosos mediante el Método Funcional UCL. X CILA. España, 2002.
2. Pérez, et al. Evaluación de la adhesividad árido-ligante mediante el Método Funcional UCL. Efecto del tipo y de la naturaleza del filler. X CILA. España, 2002.
3. Miró, et al. Evaluación de la resistencia al envejecimiento de los ligantes bituminosos mediante el Método Funcional UCL. X CILA. España, 2002.
4. Norma Española. NLT-149/91. Resistencia al desgaste de los áridos por medio de la máquina de Los Ángeles. España.
5. Norma Española. NLT-159/86. Resistencia a la deformación plástica de mezclas bituminosas empleando el aparato Marshall. España.
6. Norma Española. NLT-168/90. Densidad y huecos en mezclas bituminosas compactadas. España.
7. Norma Española. NLT-352/86. Caracterización de las mezclas bituminosas abiertas por medio del ensayo cántabro de pérdida por desgaste. España.
8. Bianchetto, et al. Aplicación del Método Universal de Caracterización de Ligantes, de la Universidad Politécnica de Cataluña, en la Argentina. X CILA. España, 2002. Fonseca, et al.
9. Estudio experimental en laboratorio aplicando el Método UCL en la caracterización de cementos asfálticos en México. X CILA. España, 2002.